

## **CAPITULO I INTRODUCCION**

### **1.1.- INTRODUCCION**

La infraestructura vial de un país juega un rol clave en el desarrollo económico y social de sus habitantes. La red vial tanto nacional, departamental y municipal corresponde a uno de los mayores activos que posee el Estado y a un agente acelerador del progreso. En particular, los caminos no pavimentados juegan un rol social y estratégico clave para el desarrollo de un país. Su importancia social radica en su relación directa con el mejoramiento de la calidad de vida de la población en zonas rurales.

En tanto, la importancia estratégica de estos caminos se explica por su doble rol de proveer acceso y movilidad a la población. Si bien presentan un bajo volumen de tránsito, proveen conectividad al país, departamentos y municipios siendo vías alternativas a la red primaria en situaciones de desastres naturales, conflictos, entre otros. Es por esta razón que en la última década se ha incrementado la construcción de caminos de bajo tránsito, impulsada principalmente por programas estatales que se marcan en la línea de gastos de conservación o mantenimiento vial, cuyo objetivo surge a raíz de una necesidad social de contar con caminos que entreguen mejores niveles de servicio al usuario y habitantes aledaños al camino; por otra parte, se busca potenciar la conectividad y desarrollo en zonas rurales que difícilmente serían beneficiadas con la pavimentación de un camino, debido a los bajos niveles de tránsito y falta de rentabilidad económica

### **1.2.- JUSTIFICACIÓN**

En nuestro medio una gran cantidad de carreteras son no pavimentadas y debido a que no se las realiza un mantenimiento adecuado se van deteriorando cada vez más, por lo cual es necesario estudiar este tema para saber el estado de nuestros caminos no pavimentados, mediante una metodología que permita catastrar el estado de la superficie no pavimentada, a través de la medición de parámetros de deterioro funcional para luego evaluar el estado de las calzadas de ripio y tierra y obtener resultados que puedan ser un medio para orientar a docentes, estudiantes y a personas

que se desempeñan en el área de diseño y construcción de carreteras en lo fundamental y básico que respecta a esta área de la ingeniería.

### **1.3.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

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

En la práctica un gran porcentaje de nuestras carreteras con caminos no pavimentados a los cuales se les aplica un mantenimiento periódico o rutinario sin ninguna evaluación simplemente a criterio de las instituciones que administran estas redes, por ello sabiendo de los recursos importantes que se destinan a esta actividad es muy importante desarrollar metodologías ingenieriles aplicables a este tipo de caminos para que tengan un sustento científico y puedan ser la base de cualquier planificación de mantenimiento en caminos no pavimentados.

#### **1.3.2.- Problema**

¿Será que en nuestro medio existe una metodología ingenieril desarrollada específicamente para evaluar el estado de caminos no pavimentados que nos permitan encontrar indicadores a partir de los cuales se puedan desarrollar planes y programas de mantenimiento más coherentes y reales?

### **1.4.- OBJETIVOS**

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

Realizar la evaluación de estado en caminos no pavimentados de los tramos, (**San Pedro de Buena Vista – Rumicancha**), (**Tomatas Grande–Huancoiro**), (**Tomatitas – Obrajes**), (**San José de Charaja – Chaguaya**) mediante la metodología del índice de condición de estado para caminos no pavimentados (ICNP).

#### **1.4.2.- Objetivos específicos**

- ✓ Recopilar los conceptos fundamentales y nociones generales que conciernen a la evaluación superficial de caminos no pavimentados.
- ✓ Analizar mediante una metodología nueva para la evaluación de caminos no pavimentados y su aplicabilidad en nuestro medio.
- ✓ Cuantificar las fallas y deterioros que tienen los caminos estudiados en su parte superficial con la metodología planteada.

- ✓ Determinar el estado actual de los caminos mediante la utilización del método de evaluación superficial de caminos no pavimentados.
- ✓ Determinar el mantenimiento que se debe realizar a los tramos de estudio.

## **1.5.- HIPOTESIS**

Si se implementa metodologías de evaluaciones superficiales a caminos no pavimentados entonces se lograra obtener la condición de estado de nuestros caminos y a partir de ello poder realizar planes y programas de mantenimiento periódicos o rutinarios más efectivos en la red departamental y municipal en nuestro departamento.

### **1.5.1.- Definición de variables conceptuales y operacionales**

#### **Variable 1 (independiente):**

Estado del camino

#### **Variable 2 (dependientes):**

Ahuellamiento, baches, calamina, erosión, perdida de agregado, perfil trasversal polvo en exceso, drenaje inadecuado (deterioros del camino).

## **1.6.- DISEÑO METODOLÓGICO**

### **1.6.1.- Unidad y zonas de muestreo**

Las unidades de estudio son las siguientes

#### **1.6.2.- Unidad de estudio**

La unidad de estudio son los Caminos no pavimentados.

#### **1.6.3.- Población**

La población lo comprenden todos los caminos no pavimentados del departamento de Tarija

#### **1.6.4.- Muestra**

La muestra la comprenden 4 tramos de caminos de la red departamental y municipal.

#### **1.6.5.- Muestreo**

El criterio de muestreo que se adoptara para con seguir la muestra serán unidades muestrales de los caminos no pavimentados.

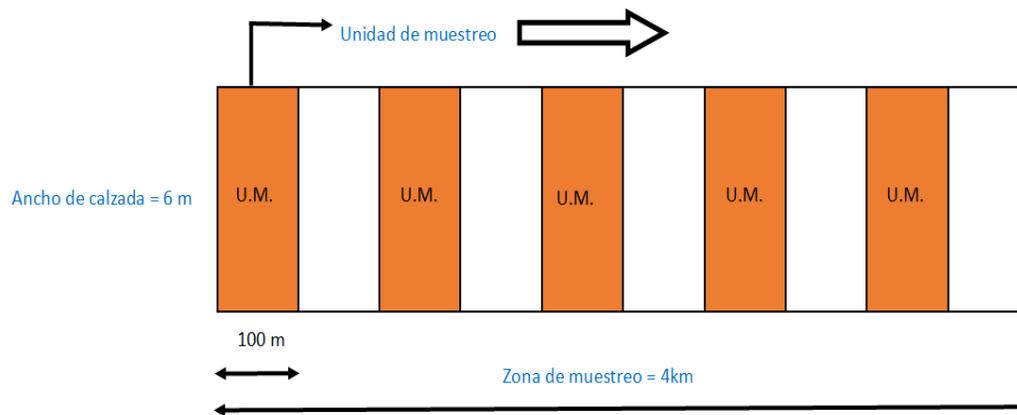
### 1.6.6.- Tipo de estudio

Descriptivo o correlacional

### 1.6.7.- Tamaño mínimo de muestra

20 casos por grupo o zona de muestreo

**Figura N°1: Unidad y zona de muestreo**



**Fuente:** Elaboración propia

Considerando el tamaño de la red de caminos no pavimentados del departamento, sería altamente dificultoso el poder recolectar la información en la totalidad de kilómetros que la componen, en forma continua ya que esto demandaría una cantidad inmensa de tiempo y recursos que muchas veces no están disponibles. Por tal razón, se considera la idea de tomar tramos de caminos de 4 km y subdividir los caminos en de zonas de muestreo (1 km) y estas a su vez en áreas más pequeñas denominadas unidades de muestreo (UM), cuya longitud y ubicación está determinado por la zona que permita contar con la suficiente representatividad posible de los datos recolectados. Se define como unidad de muestreo un área rectangular de ancho igual al ancho de la calzada y de largo 100 metros inspección. El inicio de la unidad de muestreo debe coincidir, en lo posible, con el inicio del kilómetro.

## **1.7.- MÉTODOS**

### **Método inductivo**

Este método se refiere al movimiento de pensamiento que va de los hechos particulares y afirmaciones de carácter general. Esto implica pasar de los resultados obtenidos de observaciones y experimentos (que se refieren siempre a un número limitado de casos) al planteamiento de hipótesis, leyes y teorías que abarcan no solamente de los casos de los que se partió, sino otros de la misma clase; es decir generaliza los resultados (pero esta generalización no es mecánica se apoya en las formulaciones teóricas existentes en las en la ciencia respectiva) y al hacer esto hay una superación, un salto en el conocimiento al no quedarnos en los hechos particulares sino que buscamos su comprensión más profunda en síntesis racionales (hipótesis, leyes, teorías.).

### **1.7.1.- Técnicas**

Las técnicas de recolección de información son procedimientos especiales utilizados para obtener y evaluar las evidencias necesarias, suficientes y competentes que le permitan formar un juicio profesional y objetivo, que facilite la calificación de los hallazgos detectados de la materia examinada.

Las técnicas de información se clasifican en:

Verbales: Las técnicas verbales pueden ser entrevistas, encuestas y cuestionarios.

Oculares: Las técnicas oculares se clasifican de la forma siguiente: observación, comparación o confrontación, revisión selectiva y rastreo.

Documentales: Estas pueden ser comprobación y revisión analítica.

Físicas: Reconocimiento real sobre hechos o situaciones dadas en tiempo y espacio determinado y se emplea como técnicas de la inspección.

Escritas: Esta técnica se aplica de las formas siguientes: Análisis, conciliación, confirmación, calculo y tabulación.

### **1.7.2.- Tratamiento estadístico**

Para el tema a realizar los únicos datos estadísticos a necesitar serán:

### Media aritmética

La media aritmética, también llamada promedio o media, de un conjunto finito de números es el valor característico de una serie de datos cuantitativos, objeto de estudio que parte del principio de la esperanza matemática o valor esperado, se obtiene a partir de la suma de todos los valores dividida entre el número de sumandos.

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{N}$$

### Varianza

La varianza (que suele representarse como  $\sigma^2$ ) de una variable aleatoria es una medida de dispersión definida como la esperanza del cuadrado de la desviación de dicha variable. Su unidad corresponde al cuadrado de la unidad de la media de la variable. Por lo tanto la varianza es la media aritmética del cuadrado de las desviaciones respecto de una distribución estadística.

$$\sigma^2 = \frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{N}$$

### La desviación típica o desviación estándar

Denotada con el símbolo  $\sigma$  o  $s$ , dependiendo de la procedencia del conjunto de datos es una medida de dispersión para variables de razón variables cuantitativas o cantidades racionales y de intervalo. Se define como la raíz cuadrada de la varianza

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

### Coficiente de variación

El coeficiente de variación, también denominado como coeficiente de variación de Spearman, es una medida estadística que nos informa acerca de la dispersión relativa de un conjunto de datos. Su cálculo se obtiene de dividir la desviación entre el valor de la media del conjunto y por lo general se expresa en porcentaje para su mejor comprensión.

$$CV = \frac{S_x}{|\bar{x}|}$$

### **1.7.3.- Alcance del estudio**

Lo que se quiere con el estudio es orientar como se puede realizar una evaluación superficial de caminos no pavimentados, todo con un solo fin el de “reflejar el estado del camino”. La metodología empleada para el desarrollo del tema se la describirá en los capítulos posteriores.

Los deterioros superficiales en el camino caracterizados por fallas de todo tipo provocan incomodidad al usuario, presentan riesgos para la inseguridad. Este estado de las vías provoca grandes pérdidas de tiempo y altos costos de operación a los usuarios.

Es necesario identificar y clasificar las fallas o deterioros para poder plantear o recomendar las alternativas técnicas de reparación para las mismas, que se presenten en el estudio.

Primeramente se realizara un reconocimiento de los camino en estudio, buscar información sobre, la capa de rodadura, también averiguar los mantenimientos que se hicieron a la vía, tratar de obtener toda la información necesaria si es posible.

Se tomara una inspección visual del tramo del camino se realizara un estudio para reconocer los desperfectos que cuenta dicho camino para conocer el estado actual con la que se encuentre, y saber un poco de la problemática que causa la misma.

Según los resultados que se obtengan se podrán saber el estado y si es necesario hacer un mantenimiento de la misma y hacer las mejoras si así lo dispone dicho camino.

En nuestro proyecto no contempla la evaluación estructural del camino solo una evaluación superficial y recomendaciones después del estudio de la misma, a su vez los costos que llevaría a hacer el mantenimiento del tramo de estudio.

El alcance del estudio pretende mostrar la necesidad de la evaluación superficial de caminos no pavimentados, por las fallas y deterioros visualizados en el camino.

## **CAPITULO II**

### **ASPECTOS GENERALES SOBRE CARRETERAS NO PAVIMENTADAS**

#### **2.1.- CARRETERAS NO PAVIMENTADAS**

Las carreteras no pavimentadas son Aquellas que tienen una superficie de rodadura formada por materiales granulares y que han sido sometidas a tratamientos superficiales, con trabajos previos de alineación, con apropiada sección transversal y longitudinal, y adecuado drenaje; o que han sido trabajadas sin ningún tratamiento alguno tales como los caminos de herradura o trochas que son construidos por la necesidad de acceder a lugares remotos.

#### **2.2.- TIPOS DE CARRETERAS**

Las carreteras no pavimentadas por las capas superiores y la superficie de rodadura, se pueden ser de cuatro categorías:

##### **2.2.1.- Carreteras de tierra**

Constituidas por suelos naturales y grava tratada con zarandeo.

##### **2.2.2.- Carreteras gravosas**

Constituidas por una capa de revestimiento con material natural granular sin procesar que es seleccionado manualmente o por zarandeo. Su tamaño máximo es de 75mm.

##### **2.2.3.- Carreteras afirmadas**

Aquellas que funcionan como superficie de rodadura y/o soporte al tráfico vehicular cuya capa de rodadura está constituida por materiales granulares naturales provenientes de canteras, excedentes de excavaciones o materiales que se ajustan a determinadas especificaciones técnicas en relación con su tamaño, su composición granulométrica, su resistencia y su calidad de finos.

#### **2.3.- CLASIFICACION DE LAS CARRETERAS**

##### **2.3.1.- Por su transitabilidad**

La clasificación por su transitabilidad corresponde a las etapas de construcción de las carreteras y se divide en:

Terracerías: Cuando se ha construido una sección de proyecto hasta su nivel de subrasante transitable en tiempo de secas.

Revestida: Cuando sobre la subrasante se ha colocado ya una o varias capas de Material granular y es transitable en todo tiempo.

Pavimentada: Cuando sobre la subrasante se ha construido ya totalmente el pavimento.

### **2.3.2.- Por su condición técnica**

La clasificación para diseño consulta seis categorías divididas en dos grupos, ellas son:

Carreteras: Autopistas, Autorrutas y Primarias.

Caminos: Colectores, Locales y de Desarrollo.

Cada categoría se subdivide según las Velocidades de Proyecto consideradas al interior de la categoría. Las Vp más altas corresponden a trazados en terrenos llanos, las intermedias en terrenos ondulados y las más bajas a terreno montañoso o cuyo entorno presenta limitaciones severas para el trazado. El alcance general de dicha terminología es:

**Terreno llano:** Está constituido por amplias extensiones libres de obstáculos naturales y una cantidad moderada de obras construidas por el hombre, lo que permite seleccionar con libertad el emplazamiento del trazado haciendo uso de muy pocos elementos de características mínimas. El relieve puede incluir ondulaciones de la rasante para minimizar las alturas de cortes y terraplenes; consecuentemente la rasante de la vía estará comprendida mayoritariamente entre  $\pm 3\%$ .

**Terreno ondulado:** Está constituido por un relieve con frecuentes cambios de cota que, si bien no son demasiado importantes en términos absolutos, son repetitivos, lo que obliga a emplear frecuentemente pendientes de distinto sentido que pueden fluctuar entre 3 al 6%, según la Categoría de la ruta. El trazado en planta puede estar condicionado en buena medida por el relieve del terreno, con el objeto de evitar cortes y terraplenes de gran altura lo que justificara un uso más frecuente de elementos del orden de los mínimos. Según la importancia de las ondulaciones del terreno es ondulado medio o uno franco o fuerte. |

**Terreno montañoso:** Está constituido por cordones montañosos o "Cuestas" en las cuales el trazado salva desniveles considerables en términos absolutos. La rasante del

proyecto presenta pendientes sostenidas de 4 a 9%, según la Categoría del Camino, ya sea subiendo o bajando. La planta está controlada por el relieve del terreno (Puntillas, laderas de fuerte inclinación transversal, Quebradas profundas, etc.) y también por el desnivel a salvar" que en oportunidades puede obligar al uso de curvas de retorno. En consecuencia, el empleo de elementos de características mínimas será frecuente y obligado. En trazados por donde se atraviesan zonas urbanas o suburbanas" salvo casos particulares, no es el relieve del terreno el que condiciona el trazado, siendo el entorno de la ciudad, barrio industrial, uso de suelo, etc., el que los impone. Situaciones normalmente reguladas por el Plan Regulador y su Seccional correspondiente.

### **2.3.3.- Por su administración**

En Bolivia existe una clasificación definida en el Decreto Supremo 25134 de 1998 que define el Sistema Nacional de Carretera. Esta clasificación no está orientada al diseño, sino a la administración de las redes viales del país,

Definiendo tres niveles dentro del sistema:

Red fundamental.

Redes departamentales.

Redes

Municipales

La red fundamental está bajo la responsabilidad de la Administración Boliviana de Carreteras, la red departamental está bajo la responsabilidad de las prefecturas y las redes municipales bajo la responsabilidad de las alcaldías.

## **2.4.- CLASIFICACIÓN DE LA SUPERFICIE DE RODADURA**

De acuerdo al Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito; las carreteras de acuerdo al tipo superficie de rodadura son las que se indica a continuación.

### **2.4.1.- Con superficie de rodadura no pavimentada**

Carreteras de tierra constituidas por suelo natural y mejorado con grava seleccionada por zarandeo.

Carreteras gravosas constituidas por una capa de revestimiento con material natural pétreo sin procesar, seleccionado manualmente o por zarandeo, de tamaño máximo de

75 mm.

Carreteras afirmadas constituidas por una capa de revestimiento con (zarandeo), con una dosificación especificada, compuesta por una combinación apropiada de tres tamaños o tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla, siendo el tamaño máximo 25mm.

Afirmados con gravas naturales o zarandeadas.

Afirmados con gravas homogenizadas mediante chancado.

Carreteras con superficie de rodadura estabilizada con materiales industriales:18

Afirmados con grava con superficie estabilizada con materiales como: asfalto (imprimación reforzada), cemento, cal, aditivos químicos y otros.

Suelos naturales estabilizados con: material granular y finos ligantes, asfalto (imprimación reforzada), cemento, cal, aditivos químicos y otros.

**Figura N°2: Camino no asfaltado**



**Fuente:** Elaboración propia

#### 2.4.2.- Con superficie de rodadura pavimentada.

**Figura N°3: Camino asfaltado**



**Fuente:** Elaboración propia

Pavimentos de adoquines de concreto.

Pavimentos flexibles:

Con capas granulares (sub base y base drenantes) y una superficie.

Con capas granulares (sub base y base drenantes) y una capa bituminosa de espesor variable  $> 25\text{mm}$  (carpetas asfálticas). Pavimentos semirrígidos, conformados con solo capas asfálticas (full depth). Pavimentos rígidos, conformado por losas de concreto hidráulico de cemento portland. Son materia de nuestra tesis las carreteras con superficie de rodadura no pavimentadas y en particular las que tienen superficie de terreno natural y afirmado. Toda carretera no pavimentada está conformada típicamente por:

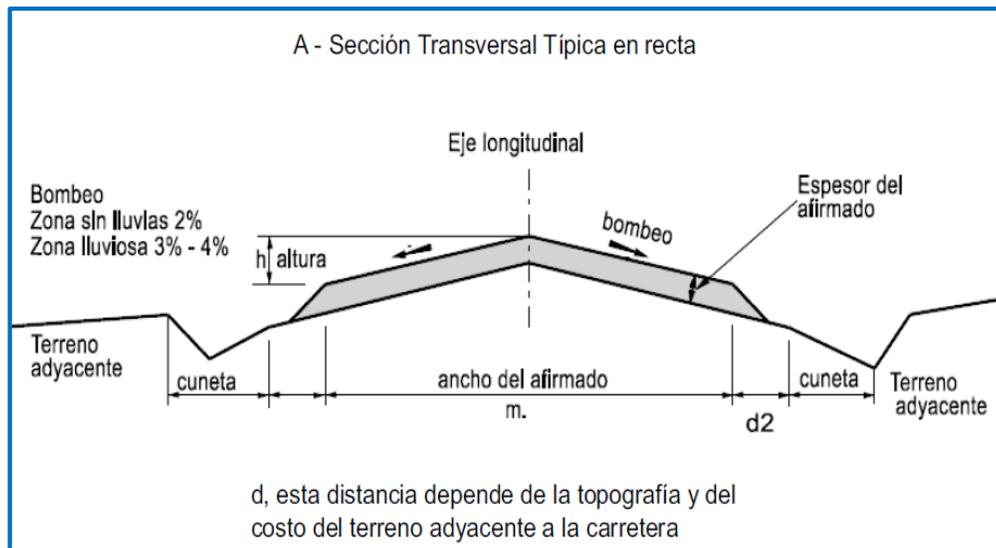
Superficie de rodadura.

Bermas.

Cunetas.

En consecuencia, las fallas se presentan en la superficie de rodadura, bermas y las cunetas.

**Figura N°4: Características básicas de la geometría de la carretera**



**Fuente:** Vol. 3 Manual para la conservación de carreteras no pavimentadas de bajo volumen

## 2.5.- DETERIORO EN CARRETERAS SIN PAVIMENTAR

### 2.5.1.- Descripción del mecanismo de deterioro.

El mecanismo de deterioro de un camino sin pavimentar a diferencia de las carreteras pavimentadas consiste en un proceso progresivo más acelerado. Los finos al mezclarse con la humedad aglutinan a las fracciones más gruesas, y bajo la acción abrasiva de los neumáticos (acción del tráfico) llegan a pulverizarse en condiciones secas. Estos finos pulverizados aparecen como material particulado en suspensión (polvo) y por la constante pérdida de éstos es que los agregados gruesos están de manera suelta ante la acción del tráfico, y es así que la superficie de rodadura comienza a desgastarse de manera progresiva dando lugar a la formación de las depresiones, baches, y ondulaciones.

Estos problemas estructurales y superficiales se presentan debido a la acción del tráfico y a las condiciones climáticas (lluvias, presencia de hielo, efecto del deshielo). El deterioro ocurre en varias etapas, desde un deterioro lento que no se percibe hasta un deterioro crítico donde se evidencia en una descomposición total del camino que involucra una nueva conformación o rehabilitación de la vía.

### 2.5.2.- Defectos comunes en vías sin pavimentar

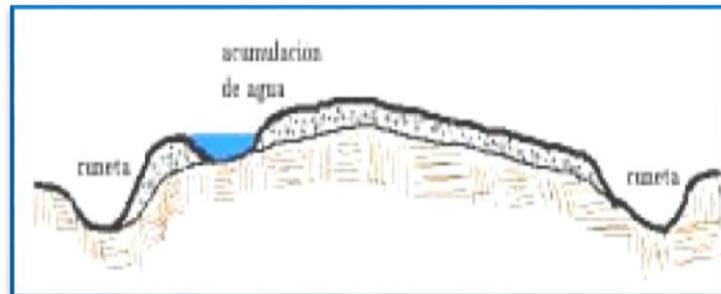
Los defectos más comunes en vías sin pavimentar fueron tratados a profundidad por

el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos, quienes publicaron un estudio llamado “Unsurfaced Road Maintenance (Special Report 87-15)” en 1987, actualizado en el reporte del 92-96. Este estudio se basó en la evaluación de la magnitud y gravedad de los defectos donde se identificó siete situaciones o problemas tipificados de la siguiente forma:

#### 2.5.2.1.- Sección transversal impropia

Al ocurrir esto la carretera estará propensa a sufrir deterioro por problemas de circulación y de drenaje, por lo que se debe presentar una pendiente transversal suficiente para que las aguas superficiales sean evacuadas de manera rápida fuera de la plataforma.

**Figura N°5: Sección transversal impropia**



**Fuente:** Política de conservación vial

#### 2.5.2.2.- Drenaje inadecuado

Se caracteriza por la acumulación de agua superficial en la plataforma, no necesariamente por el mal drenaje superficial o la inexistencia de elementos de drenaje profundo, sino por falta de mantenimiento en las obras de arte.

**Figura N°6: Drenaje inadecuado**

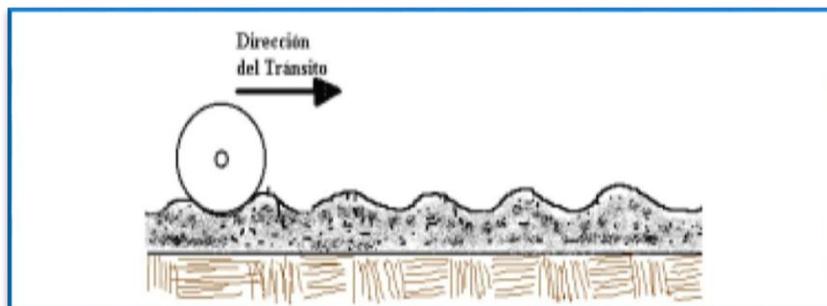


**Fuente:** Política de conservación vial (MOP)

### 2.5.2.3.- Ondulaciones

Se distinguen por las deformaciones que ocurren en la superficie de rodadura, en intervalos regulares y perpendiculares al tráfico. Su origen se debe a una serie de factores tales como: continuo tráfico de vehículos, pérdida de finos, deficiencias en la capacidad de soporte, pendiente inadecuada y capas granulares de mala calidad.

**Figura N°7: Ondulaciones**



**Fuente:** Política de conservación vial (MOP)

### 2.5.2.4.- Exceso de polvo

Se origina por la pérdida de la fracción fina de la base o de la capa granular de afirmado cuyo contenido en la mezcla es excesivo. Produce incomodidad dado que afectan: a la población, a la salud, a la operatividad de los vehículos y a los costos de mantenimiento al perder el equilibrio entre las mezclas de los agregados.

**Figura N°8: Exceso de polvo**



**Fuente:** Política de conservación vial (MOP)

### 2.5.2.5.- Baches

Se genera debido a los siguientes factores Inexistencia de capas de revestimiento, deficiencias en la composición de la mezcla, ausencia de partículas aglutinantes en la composición de la carpeta de rodado, plataforma mal drenada y sin inclinación transversal.

**Figura N°9: Baches**

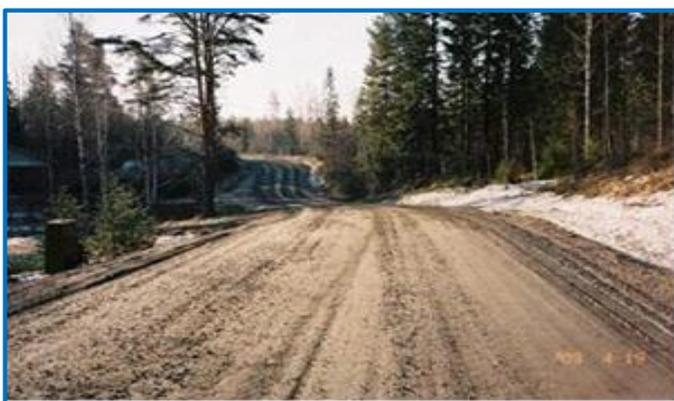


**Fuente:** Política de conservación vial (MOP)

### 2.5.2.6.- Surcos de rueda o ahuellamiento

Son depresiones que ocurren longitudinalmente al eje del camino. Se originan por la deformación permanente de la base o revestimiento y/o cuando tienen baja capacidad de soporte.

**Figura N°10: Ahuellamiento**

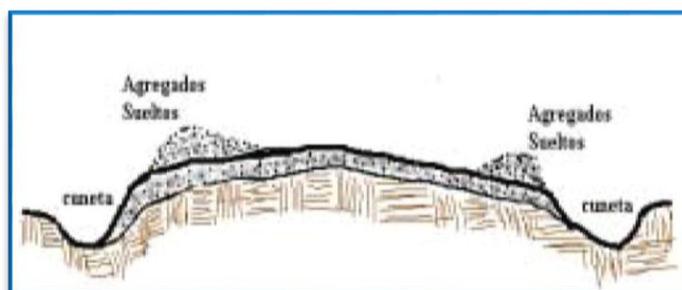


**Fuente:** Política de conservación vial (MOP)

### 2.5.2.7.- Segregación de agregados

Se genera por el constante paso de vehículos sobre la superficie de circulación. Como resultado los agregados gruesos se depositan junto a los surcos de las ruedas y en su mayoría en los bordes de la plataforma. Las causas principales la falta de aglutinantes en la composición de las mezclas en los materiales.

**Figura N°11: Perdida de agregados**



Fuente: Política de conservación vial (MOP)

## 2.6.- EVALUACIÓN DE CARRETERAS

### Metodología de inspección visual de caminos no pavimentados” desarrollada por la dirección de vialidad mediante un estudio básico (MOP, 2008). CHILE

El objetivo de dicha metodología es cuantificar los deterioros y otras características básicas de los caminos no pavimentados mediante la inspección visual de unidades muestrales representativas, para identificar el nivel de deterioro y soportar la toma de decisiones de mantenimiento de la infraestructura vial.

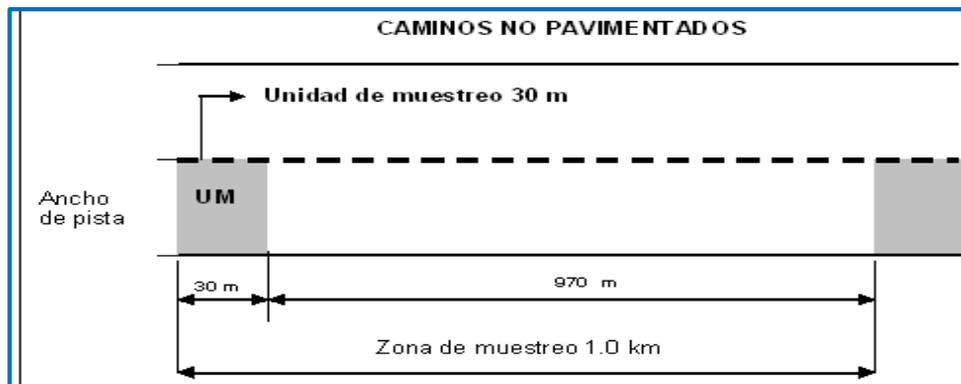
#### Unidades y zonas de muestreo

Considerando el tamaño de la red de caminos no pavimentados del país y la metodología planteada para el levantamiento de los parámetros, sería imposible recolectar oportunamente la información requerida en la totalidad de dicha red, dado el considerable tiempo y alto costo que demandaría una campaña de esta envergadura. Por tal razón se considera la subdivisión los caminos en Zonas de Muestreo de 1 km, y éstas a su vez, en áreas más pequeñas denominadas Unidades de Muestreo (UM), cuya longitud y ubicación está determinado por la zona que permita contar con la suficiente representatividad posible de los datos recolectados.

### Nivel de red

En este caso, la metodología aconseja tomar como unidad de muestreo un área rectangular de ancho igual al ancho de la pista y de largo 30 metros en cada kilómetro inspeccionado.

**Figura N°12: Esquema unidades y zonas de muestreo a nivel de red**

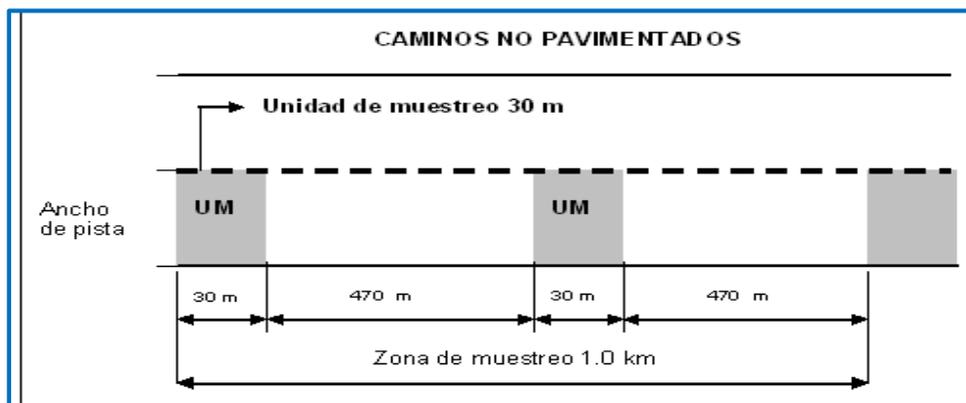


Fuente: Política de conservación vial (MOP)

### Nivel de proyecto

En este caso, la metodología sugiere tomar la Unidad de Muestreo como un área rectangular de ancho igual al ancho de la pista y de largo 30 metros. En cada kilómetro inspeccionado es necesario medir 2 Unidades de Muestreo, de modo de completar una muestra de 60 m de largo por kilómetro.

**Figura N°13: Esquema unidades y zonas de muestreo a nivel de proyecto**



Fuente: Política de conservación vial (MOP)

## **2.7.- PARÁMETROS DE DETERIORO CONSIDERADOS**

La metodología para la determinación del estado de los caminos no pavimentados considera los siguientes deterioros y sus niveles de severidad:

### **Caminos de ripio**

**Perfil transversal y drenaje:** El drenaje está directamente asociado al perfil transversal de la vía. Un buen perfil corresponde a una calzada en forma cóncava, con su parte más alta en el eje central longitudinal de la calzada, de modo que el agua escurra a los costados de la misma para ser drenada sin afectar la estructura del camino. Por otro lado, se considera un mal perfil transversal aquel de forma convexa o con excesivas irregularidades que afecten el normal drenaje del camino.

**Calamina:** Se consideran tres niveles de severidad de la calamina, ya sea esta suelta o fija:

Baja: Poco efecto en la calidad de la rodadura y una profundidad menor a 2.5 cm.

Media: Efecto medio en la calidad de la rodadura y una profundidad entre 2.5 cm. y 5 cm.

Alta: Alto efecto en la calidad de la rodadura y una profundidad mayor a 5 cm.

**Erosión:** Este tipo de problema es causado por el flujo de agua sobre la superficie de la calzada. Se consideran dos niveles de severidad:

No: La calzada no presenta evidencia de erosión.

Sí: La calzada presenta evidencia de erosión, como por ejemplo surcos longitudinales y transversales en la calzada.

**Baches:** Se consideran dos niveles de severidad:

No afectan: La calzada no presenta baches o tiene baches aislados de poca profundidad (menor a 2.5 cm).

Sí afectan: La calzada presenta baches con diámetros entre 25 y 150 cm y con profundidades mayores a 2.5 cm.

El deterioro se cuantifica con la siguiente expresión:

Baches = profundidad media (m)\* diámetro medio (m)\* N° de baches en U.M.

La unidad de muestreo (UM), definida en la metodología de inspección visual, corresponde a 30 m, la cual es representativa para 1 km.

**Nota.-** Para la aplicación de la metodología en nuestros tramos serán (U.M) de 100 m para tener una mayor representatividad

**Ahuellamiento y material suelto:** Es importante aclarar que aunque claramente son dos problemas independientes, la metodología evalúa su efecto combinado, por ello se consideran dos niveles de severidad para ambos deterioros:

No hay efecto del ahuellamiento y/o material suelto: En la calzada no se observa la existencia de ahuellamiento y/o material suelto acumulado, o se observa leve y esporádicamente con una profundidad menor o igual a 3 cm.

Sí existe ahuellamiento y/o material suelto acumulado: Es significativa su existencia si el ahuellamiento y/o material suelto forma depresiones y/o diques con un espesor superior a 3 cm.

### **Caminos de tierra**

**Perfil transversal y drenaje:** El drenaje está directamente asociado al perfil transversal de la vía. Un buen perfil corresponde a una calzada en forma cóncava con su parte más alta en el eje central longitudinal de la calzada, de modo que el agua escurra a los costados de la misma para ser drenada sin afectar la estructura del camino. Por otro lado, se considerará un mal perfil transversal aquel de forma convexa o con excesivas irregularidades que afecten el normal drenaje del camino.

**Calamina:** Se consideran tres niveles de severidad de la calamina, ya sea esta suelta o fija:

Baja: Poco efecto en la calidad de la rodadura y una profundidad menor a 2.5 cm.

Media: Efecto medio en la calidad de la rodadura y una profundidad entre 2.5 cm y 5

Alta: Alto efecto en la calidad de la rodadura y una profundidad mayor a 5 cm.

**Erosión:** Este tipo de problema es causado por el flujo de agua sobre la superficie de la calzada. Se consideran dos niveles de severidad:

No: La calzada no presenta evidencia de erosión ni presencia de ahuellamiento, o se observa leve y esporádicamente ahuellamiento con una profundidad menor o igual a 3 cm.

Sí: La calzada presenta evidencia de erosión y/o ahuellamiento. La erosión se presenta, por ejemplo, en forma de surcos longitudinales y transversales en la calzada. El ahuellamiento es significativo con una profundidad superior a 3 cm.

**Baches:** Se consideran dos niveles de severidad:

No afectan: La calzada no presenta baches o tiene baches aislados de poca profundidad (menor a 2.5 cm).

Sí afectan: La calzada presenta baches con diámetros y profundidades con diámetros entre 25 y 150 cm de diámetro y con profundidades entre 5 y 8 cm o mayores.

**Camino pedregoso:** Problema que se presenta por el afloramiento de áridos gruesos (de irregular tamaño) en forma generalizada en la superficie de la calzada, o por la existencia de material grueso que al estar suelto sobre la rodadura, con el tiempo se incrusta y deposita en la calzada dificultando la circulación de los vehículos en la medida que es más severa su condición. Se consideran dos niveles de severidad:

No: La calzada no presenta afloramiento de árido grueso incrustado o suelto.

Sí: La calzada presenta afloramiento de árido grueso incrustado o suelto.

## 2.8.- EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE ESTADO POR UN PANEL DE EXPERTOS

La evaluación del panel de expertos consiste en una calificación cuantitativa de una serie de escenarios producto de una combinatoria de los diversos tipos de deterioro con distintos niveles de magnitud, descritos en una encuesta. A partir de dicha evaluación se desarrollaron las ecuaciones matemáticas que relacionan el Índice de Condición de Caminos No Pavimentados (ICNP) con los deterioros considera

**Tabla N°1: Formato utilizado en la encuesta (Ej: Caminos de ripio)**

CAMINOS DE RIPIO, AUSCULTACION SIN EQUIPOS ESPECIALIZADOS									
Esc.	Deterioros e Indicadores					Calificación Cuantitativa	Calificación Cualitativa del Estado por Zona Climática		
	Calamina (Alta/ Media/ Baja)	Baches (Si / No)	Erosión (Si / No)	Ahuellamiento y Material Suelto (Si / No)	Perfil transversal y drenaje (Bueno/Malo)		Nota Escenario (1 a 10)	(Muy Bueno/ Bueno/ Regular/ Malo/ Muy Malo)	
						Seca		Mediterránea	Húmeda
1	Alta	Si	Si	No	Malo				
2	Media	Si	Si	No	Malo				
3	Baja	Si	Si	No	Malo				
4	Alta	Si	Si	Si	Malo				
5	Media	Si	No	No	Bueno				
6	Media	Si	Si	Si	Malo				
7	Media	No	No	Si	Bueno				
8	Alta	Si	No	No	Malo				
9	Baja	No	No	No	Bueno				
10	Media	Si	No	Si	Bueno				
11	Media	Si	No	No	Malo				
12	Baja	No	No	Si	Bueno				
13	Alta	Si	No	Si	Bueno				
14	Media	No	No	No	Bueno				
15	Media	Si	No	Si	Malo				
16	Alta	Si	No	Si	Malo				

**Fuente:** Estudio modelos de deterioro en caminos no pavimentados

## 2.9.- METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE CARRETERAS NO PAVIMENTADA

### Índice de Condición de Estado de Caminos no Pavimentados (ICNP)

Las ecuaciones para determinar el ICNP y los límites de calificación para cada uno de los estados del camino, tierra y ripio, se elaboraron a partir del análisis de resultados a encuestas realizadas al panel de expertos. Dichas ecuaciones están calibradas ó ajustadas con mediciones de terreno y visita de los expertos a los tramos experimentales de manera de validar especialmente las condiciones de borde de las ecuaciones.

### Ecuación del índice de condición de estado para caminos no pavimentados

La ecuación dada por la regresión ajustada y los estadísticos de correlación para definir el estado considerando datos obtenidos en la auscultación es la siguiente:

$$ICNP = 10 - 1,15*(1,01*calamina + 1,96*baches + 1,28*erosión + 0,29*ahuellamiento + 1,36*perdida\ de\ agregado + 1,37*bombeo)$$

$$Baches = profundidad\ media\ (m) * Diámetro\ medio\ (m) * N^{\circ}\ de\ baches\ en\ U.M.$$

Donde:

**Calamina:** Se ingresa la profundidad media, en cm

**Erosión:** Se ingresa 1 si la erosión es importante y 0 si no lo es

**Ahuellamiento:** Se ingresa la profundidad media, en cm

**Bombeo (perfil transversal):** Se cuantifica con 1 si el bombeo es bueno (perfil transversal cóncavo), con 0,5 si es regular y con 0 si es malo (perfil transversal convexo y/o con irregularidades)

**Camino Pedregoso (perdida de agregado):** Se ingresa 1 si el deterioro se detecta y 0 si no

### 2.9.1.- Límites de asignación de estado por tipo de camino:

**Tabla N°2: Límites de asignación de estado para caminos de ripio**

Estado	Seco	Mediterraneo	Humedo
Muy malo	10,0 a 8,0	10,0 a 8,0	10,0 a 8,0
Bueno	7,9 a 5,0	7,9 a 5,5	7,9 a 7,0
Regular	4,9 a 4,0	5,4 a 4,5	6,9 a 5,0
Malo	3,9 a 2,0	4,4 a 2,5	4,9 a 3,5
Muy bueno	1,9 a 1,0	2,4 a 1,0	3,4 a 1,0

**Fuente:** Estudio modelos de deterioro en caminos no pavimentados

**Tabla N°3: Límites de asignación de estado para caminos de tierra**

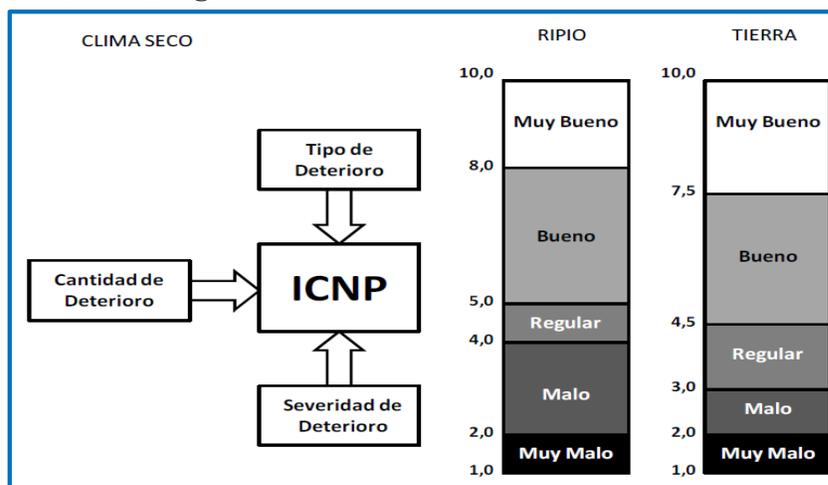
Estado	Seco	Mediterraneo	Humedo
Muy malo	10,0 a 7,5	10,0 a 8,0	10,0 a 8,0
Bueno	7,4 a 4,5	7,9 a 5,5	7,9 a 6,5
Regular	4,4 a 3,0	5,4 a 4,0	6,4 a 4,5
Malo	2,9 a 2,0	3,9 a 2,0	4,4 a 3,0
Muy bueno	1,9 a 1,0	1,9 a 1,0	2,9 a 1,0

**Fuente:** Estudio modelos de deterioro en caminos no pavimentados

### 2.9.2.- Escalas de clasificación del ICNP

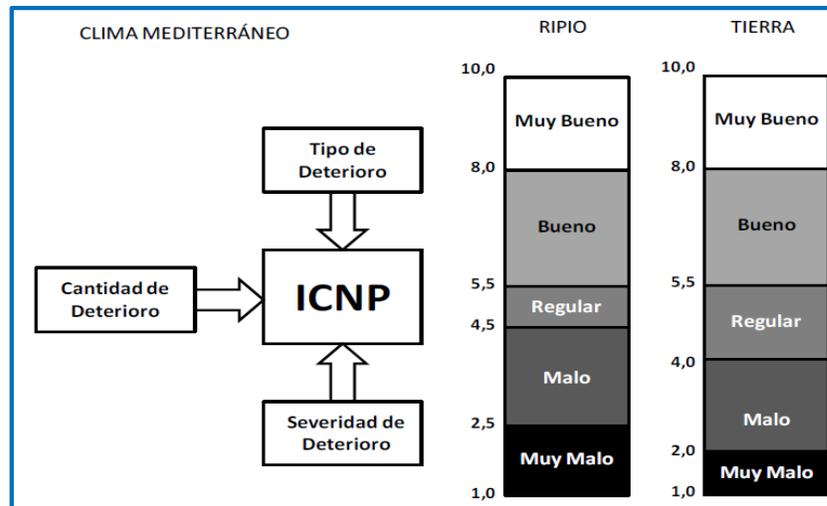
A partir de las tablas anteriores, y como una manera gráfica de representar de mejor manera la clasificación realizada, en la Figura N°13, Figura N°14 y Figura N°15 Sigüientes se dan a conocer las clasificaciones de estado obtenidas:

**Figura N° 14: Escala de clasificación del índice de condición del camino no pavimentado (ICNP) según clima seco**



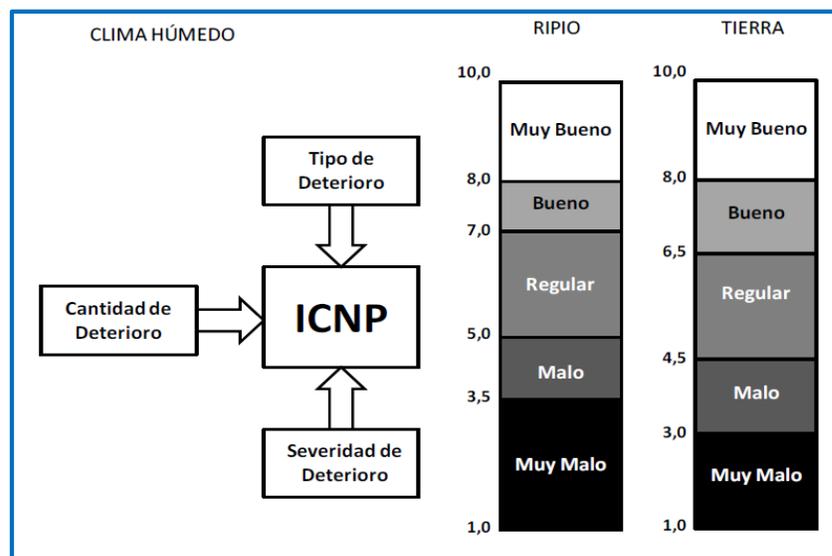
**Fuente:** Estudio modelos de deterioro en caminos no pavimentados

**Figura N° 15: Escala de clasificación del índice de condición del camino no pavimentado (ICNP) según clima mediterráneo**



**Fuente:** Estudio modelos de deterioro en caminos no pavimentados

**Figura N° 16: Escala de clasificación del índice de condición del camino no pavimentado (ICNP) según clima húmedo**



**Fuente:** Estudio modelos de deterioro en caminos no pavimentados

## **2.10.- PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN**

Para la aplicación de esta metodología, se recomienda seguir los cuatro pasos secuenciales siguientes:

**Paso 1.-** Recolección de datos de inventario de la red a inspeccionar: A partir de datos de inventario se deberá definir el tipo de camino (tierra o ripio) y el clima característico de cada camino (seco, mediterráneo, húmedo)

**Pasó 2.-** Recolección de datos de auscultación: Se deberá auscultar la red aplicando la metodología de inspección visual descrita en las secciones anteriores. Para cada camino se determinarán los valores promedio de cada deterioro (calamina, baches, ahuellamiento, erosión, camino pedregoso y bombeo).

**Paso 3.-** Determinación de ICNP: Para cada camino de la red se deberá estimar el valor ICNP utilizando las ecuaciones de estado correspondientes al tipo de auscultación realizada

**Paso 4.-** Determinación del Estado: A partir de los valores ICNP obtenidos del Paso 3, y considerando el tipo de clima y tipo de camino (tierra o ripio), se define el estado por camino utilizando los límites de asignación.

Cabe destacar que los pasos recomendados en los párrafos anteriores se describen para un nivel de gestión de red donde se requiere determinar el estado general de cada camino de la red en estudio. Sin embargo, esta metodología también se puede aplicar a un solo camino para poder identificar tramos homogéneos que presentan distintos estados.

Dado que se trata de una metodología para la definición de estado basada en la condición actual de un camino, no es recomendable asociar acciones de conservación según el estado global que este presenta. Para la determinación de acciones de conservación se debe contar con datos más precisos y desagregados, por el contrario al propósito del indicador de estado ICNP, el cual agrega en un solo valor el estado global del camino.

## **2.11.-TÉCNICAS DE CONSERVACIÓN PARA CAMINOS NO PAVIMENTADOS**

### **2.11.1.- Conservación rutinaria**

Está conformada por todas aquellas operaciones destinadas a reparar o reponer situaciones de deterioro que se producen a lo largo de todo el año, cualquiera sea el nivel de tránsito y condiciones meteorológicas. Entre otras, se incluyen en este grupo, la limpieza de la faja, el perfilado de capas de rodadura granulares, bacheos, limpieza de obras de drenaje, reparación y reemplazo de señales camineras, reemplazo de barreras de contención, despeje de la nieve y remoción de derrumbes, entre otras.

En lo que respecta sólo a la conservación de la calzada, a continuación se describen las acciones consideradas dentro de esta categoría:

#### **Reperfilado**

El reperfilado consiste en reconformar la plataforma del camino, incluyendo las cunetas, a condiciones similares a las originales de diseño o a un diseño mínimo. Incluye la restitución de bombeos y peraltes, reacondicionamientos de las cunetas, eliminación de las deformaciones longitudinales, tales como: ahuellamientos y acumulación de materiales y de las deformaciones transversales, tales como: ondulaciones (calamina) y el emparejamiento de baches.

El trabajo incluye los eventuales escarificados de las zonas consolidadas que impidan lograr la sección transversal propuesta. Este escarificado se debe ejecutar sólo hasta una profundidad que permita obtener los propósitos deseados, sin comprometer los suelos subyacentes.

En el caso de la reconformación de las cunetas existentes, se deben remover todos los materiales depositados en ella, de manera de asegurar una sección transversal uniforme y una pendiente longitudinal libre de obstáculos. También contempla la rehabilitación o construcción de ventanas o sangrías, que permitan evacuar el agua de las cunetas en forma rápida y eficiente.

**Figura N°17: Reperfilado**

**Fuente:** Vol. 3 Manual para la conservación de carreteras no pavimentadas de bajo volumen

### **2.11.2.- Escarificado y riego**

Si la reperfiladura incluye un escarificado y riego del material, la plataforma debe escarificarse primero hasta una profundidad no inferior a 100 mm, o hasta que se logre eliminar el ahuellamiento y los baches. Si aparece material de tamaño superior a 75 mm (3”), éste debe retirarse manualmente y llevarse a botaderos autorizados. Posteriormente, se procede a revolver el material resultante, adicionándole agua de manera de humedecerlo homogéneamente, a continuación se prosigue con el perfilado de modo similar al reperfilado.

### **2.11.3.- Reperfilado con compactación**

Previo a la reperfiladura con compactación, se escarifica toda la superficie de la calzada existente en una profundidad de 0,15 m o hasta que se logre eliminar el ahuellamiento y los baches existentes, eliminando de paso el sobre tamaño superior a 75 mm (3”). Posteriormente, se procede a revolver, acordonar y regar el material existente, homogeneizándolo hasta que alcance la humedad óptima de compactación. Luego, se perfila igual como lo descrito anteriormente y se compacta hasta alcanzar, a

lo menos, el 95% de la D.M.C.S. o el 80% de la Densidad Relativa. La consolidación del material se debe realizar desde los bordes de la calzada hacia el eje del camino.

**Figura N°18: Riego**



**Fuente:** Vol. 3 Manual para la conservación de carreteras no pavimentadas de bajo volumen

**Figura N°19: Compactación**



**Fuente:** Vol. 3 Manual para la conservación de carreteras no pavimentadas de bajo volumen

#### **2.11.4.- Reperfilado con Compactación de Calzada con Adición de Material Plástico**

Esta operación de conservación consiste, primero en escarificar hasta una profundidad mínima de 0,15 m o hasta lograr eliminar el ahuellamiento y baches en la

calzada, y de paso, eliminar todo el sobretamaño superior a 75 mm. Dependiendo de la calidad y cantidad del material, se requerirá la adición entre 5 y 10 l/m<sup>2</sup> de material plástico de IP mayor o igual a 5. A continuación, el material se revuelve, acordona y riega, luego se extiende y compacta hasta lograr como mínimo el 95 % de la D.M.C.S. o el 80 % de la densidad relativa.

El rodillo debe comenzar a ejecutar la compactación desde el borde de la calzada hacia el eje del camino.

La acción de conservación de tipo reperfilado debe considerar, en particular, el retiro del material acumulado que altere el normal drenaje y evacuación de las aguas superficiales hacia las obras de saneamiento. Además, todos los materiales de desecho o escombros provenientes de la reperfiladura deben ser transportados hasta un botadero.

#### **2.11.5.- Bacheo de capas de rodadura granulares**

Esta actividad consiste en la eliminación de los baches aislados o zonas de baches, en caminos no pavimentados, con el objetivo de restablecer las condiciones originales de la superficie.

En el caso en que los baches se presenten con cierta frecuencia, se recomienda realizar antes un diagnóstico que dé cuenta de las posibles causas de dicho fenómeno, con el propósito de solucionar el problema desde su origen y evitar con esto costos no previstos.

#### **2.12.- CONSERVACIÓN PERIÓDICA**

Corresponden a esta categoría, todas aquellas operaciones que pueden, en cierta medida, programarse con alguna anticipación, pues son determinadas por el tránsito y/o las condiciones meteorológicas. Son repetitivas cada cierto tiempo que puede predefinirse. Se incluyen en esta categoría, entre otras, la reparación de áreas inestables, el recebo de capas granulares, reparación de la calzada con material integral y la reparación de defensas fluviales. A continuación se describen sólo las acciones de conservación periódica sobre la calzada, consideradas dentro de esta categoría:

### 2.12.1.- Reparación de áreas inestables

Esta tarea consiste en la reparación de áreas de una calzada no pavimentada que manifiestan inestabilidad, debido a factores ajenos a la carpeta de rodadura propiamente tal. Por lo general, en dichas áreas, la capa de rodadura granular se deforma, se suelta y se a huella, debido a la inestabilidad de los suelos subyacentes o porque ellos han contaminado significativamente los suelos granulares de la superficie de rodadura.

Estas operaciones están orientadas a reparar las zonas que han experimentado las fallas anteriormente señaladas. Sin embargo, es recomendable que antes de repararlas se investigue las causas que originaron los defectos. Fallas en el sistema de saneamiento y drenaje, suelos con baja capacidad de soporte y/o saturados, espesores de capas granulares inadecuados, son algunos de los factores que pueden generar la inestabilidad, y cuya identificación es necesaria para lograr una reparación adecuada y duradera.

Esta actividad consiste en la reposición de áreas inestables de una capa de rodadura granular, Incluye las excavaciones para remover los estratos superficiales requeridos, la preparación del sello de fundación y los rellenos con material apropiado para capas de rodadura, así como cualquier otra actividad o trabajo necesario para cumplir con lo especificado

**Figura N°20: Reparación de áreas inestables**

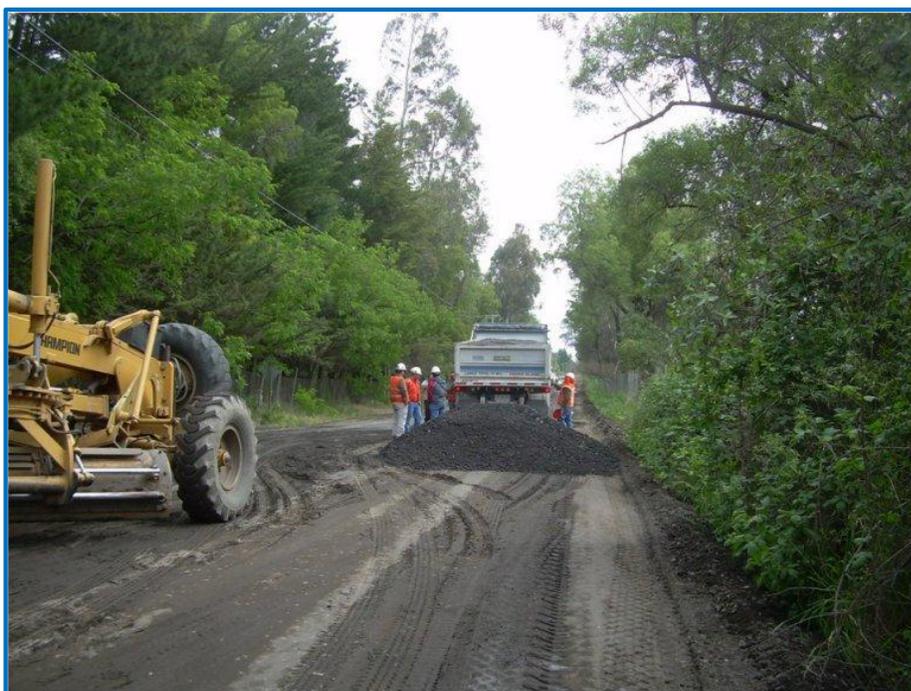


**Fuente:** Vol. 3 Manual para la conservación de carreteras no pavimentadas de bajo volumen

### 2.12.2.- Recebo de capas de rodadura y bermas granulares

Esta operación consiste en reconformar la plataforma de una calzada no pavimentada, incluyendo las cunetas, a una condición cercana a la original de diseño, en cuanto a dimensiones y características. Considera la adición de material de reemplazo del material perdido. El objetivo es devolverle a la capa de rodadura las condiciones de transitabilidad y geometría originales. En este sentido existen varios tipos de recebo según el tamaño máximo del árido considerado: con adición de material chancado, con incorporación de suelo plástico, con adición de estabilizador, recebo de carpetas de maicillo y recebo con provisión externa de material, entre otros.

**Figura N°21: Recebo granular**



**Fuente:** Vol. 3 Manual para la conservación de carreteras no pavimentadas de bajo volumen

En materia de recibos, los hay con tamaño máximo de 1 1/2" y 3". En el caso del recebo con adición de suelo plástico éste incluye un escarificado previo del material existente, Luego de incorporar el suelo plástico el material se humedece y homogeniza, Esta operación también comprende la limpieza y reconformación de las cunetas incluyendo la rehabilitación o construcción de ventanas o sangrías todas las

labores de retiro y transporte a botadero del material sobre 75 mm y el perfilado a todo el ancho de la calzada así como su posterior compactación.

El recebo de capas de rodadura con maicillo consiste en la preparación de la calzada existente suministro y colocación del maicillo para recebo humectación y homogenización compactación y perfilado de la calzada,

En el caso del recebo de capas granulares con provisión externa de material éste comprende los trabajos para reconformar la plataforma incluyendo cunetas a una condición similar a la original utilizando material provisto externamente.

El recebo de con adición de estabilizador considera las tareas para reconformar la plataforma incluyendo cunetas a una condición similar a la original adicionando material para reponer aquel perdido por la calzada incorporando un estabilizador,

#### **2.12.4.- Reparación de la calzada con material integral**

Esta tarea consiste en el relleno de los reventones profundos que se producen en la calzada, También puede emplearse para levantar la rasante cuando se requiera.

El sector a ser reparado debe ser preparado en lo posible extrayendo el agua o barro acumulado y nivelar el terreno cuando corresponda y las condiciones lo permitan antes de aplicar el material integral.

**Figura N°22: Reparación de calzada con material integral**



**Fuente:** Vol. 3 Manual para la conservación de carreteras no pavimentadas de bajo volumen

### **2.13.- CAMBIO DE ESTÁNDAR**

Si bien es cierto que no corresponde a una tarea de conservación propiamente tal, el cambio de estándar en un camino no pavimentado, constituye un mejoramiento de las condiciones estructurales, geométricas y superficiales de éste. En este caso, la decisión de elevar el nivel de servicio del camino no pavimentado, considera otro tipo de umbrales, ligados principalmente a factores de rentabilidad social que consideran al tránsito (TMDA) como uno de los parámetros fundamentales.

#### **2.13.1.- Cambio de estándar de tierra a ripio**

Consiste en actualizar un camino de tierra a uno de ripio aplicando cierta cantidad de material granular (generalmente 15 cm de espesor) sobre la explanada y compactándolo, El cambio de estándar se puede realizar en un momento fijo de tiempo o al cumplirse algún criterio de intervención definido.

#### **2.13.2.- Cambio de estándar de ripio a pavimento**

Consiste en actualizar un camino de ripio a uno pavimentado. El cambio de estándar se puede realizar en un momento fijo de tiempo o al cumplirse algún criterio de intervención definido. Además, se debe considerar al momento de implementar ésta política de mejoramiento, al menos una actividad de conservación para dicho pavimento.

#### **Ripiado de plataforma**

Este trabajo consiste en el suministro, colocación, distribución y compactación, de una o varias capas de material seleccionado hasta alcanzar una carpeta de 10 cm. de espesor sobre una superficie preparada de acuerdo a lo que determinan estas especificaciones, se adopta el espesor de 10 cm. debido a que el tipo de terreno en toda la longitud de los caminos a mejorar es muy resistente, siendo necesario la colocación de la carpeta de ripio en toda la longitud, por tratarse de un suelo el cual tiene un alto índice de absorción de agua.

La ejecución se hará en completa conformidad con la alineación, pendientes, espesores que figuran en los planos y especificaciones del presente proyecto o que fueran fijados por el Supervisor.

En todo caso también son parte de estas especificaciones, las estipuladas en los Proyectos Federales de Carreteras de los E.E.U.U NORMA FP-69 (Specifications for Highways and Bridges).

Los agregados para la conformación de la capa de rodadura deberán ser de río, siguientes requisitos:

Exigencias de calidad, de acuerdo al AASHTO M-147:

- a) Cuando sea grava triturada no menos del 50% de partículas retenidas en el tamiz N° 4 deberán tener por lo menos una cara fracturada.
- b) El porcentaje que pasa el tamiz N° 200 no será mayor en 2/3 del porcentaje que pasa el tamiz N° 40.
- c) Desgaste de los ángeles menores al 50% AASHTO T-96.
- d) Libre de vegetación y terrones de arcilla.
- e) Granulometría; porcentaje que pasa tamices de malla cuadrada AASAHTO T-27 (FP-85C).

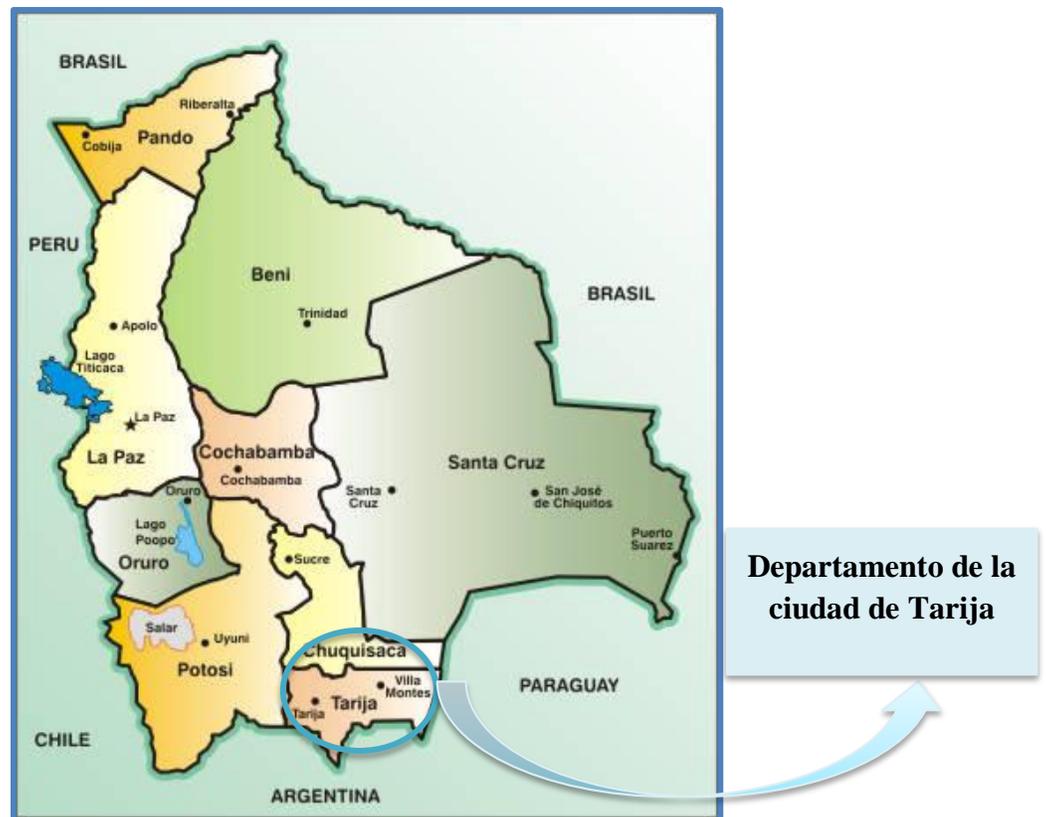
## CAPITULO III

### APLICACIÓN PRÁCTICA SOBRE EVALUACION DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

#### 3.1.- UBICACIÓN DE LOS TRAMOS EN ESTUDIO

La ubicación de los tramos en estudio que desarrolla en el proyecto son los siguientes:

**Figura N°23: Mapa político del estado plurinacional de Bolivia**



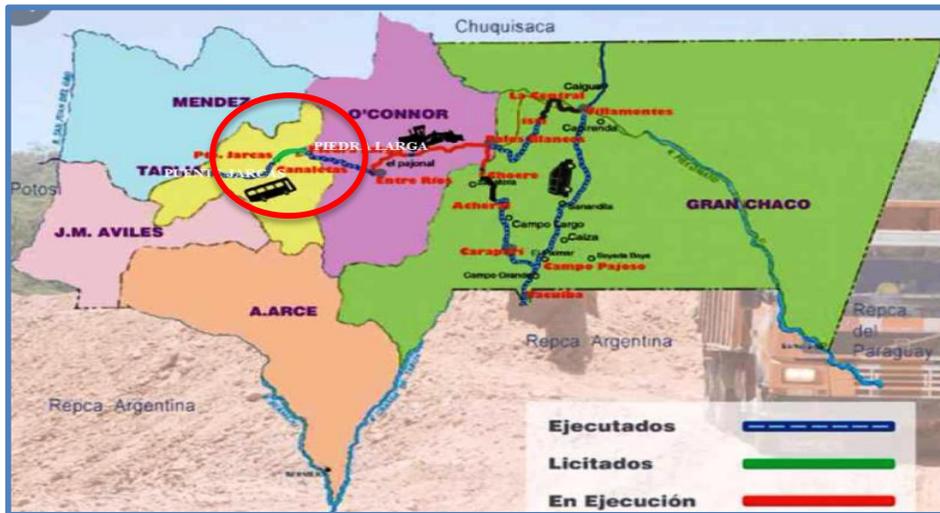
Fuente: Elaboración propia

#### 3.1.1.- Ubicación del tramo en estudio caminos municipales

##### Ubicación del tramo "San Pedro de Buena Vista - Rumicancha"

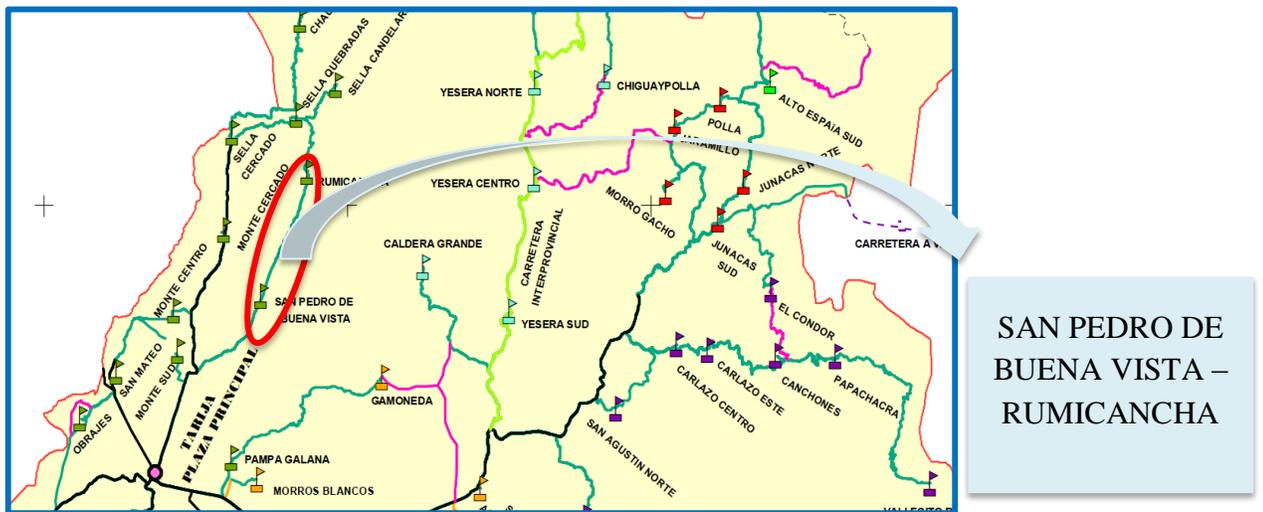
El tramo de estudio consta con una longitud de 7.6 km. se encuentra ubicado en el municipio de Tarija perteneciente a la Provincia Cercado, se mostrara una fotografía satelital para tener mejor entendido del tramo evaluado.

**Figura N°24: Mapa político del departamento de Tarija y del tramo en estudio "San Pedro de Buena Vista - Rumicancha"**



Fuente: Elaboración propia

**Figura N°25: Mapa provincia cercado del departamento de Tarija ubicacion tramo en estudio "San Pedro de Buena Vista-Rumicancha"**



Fuente: Elaboración propia





### Ubicación del tramo " San José de Charaja – Chaguaya "

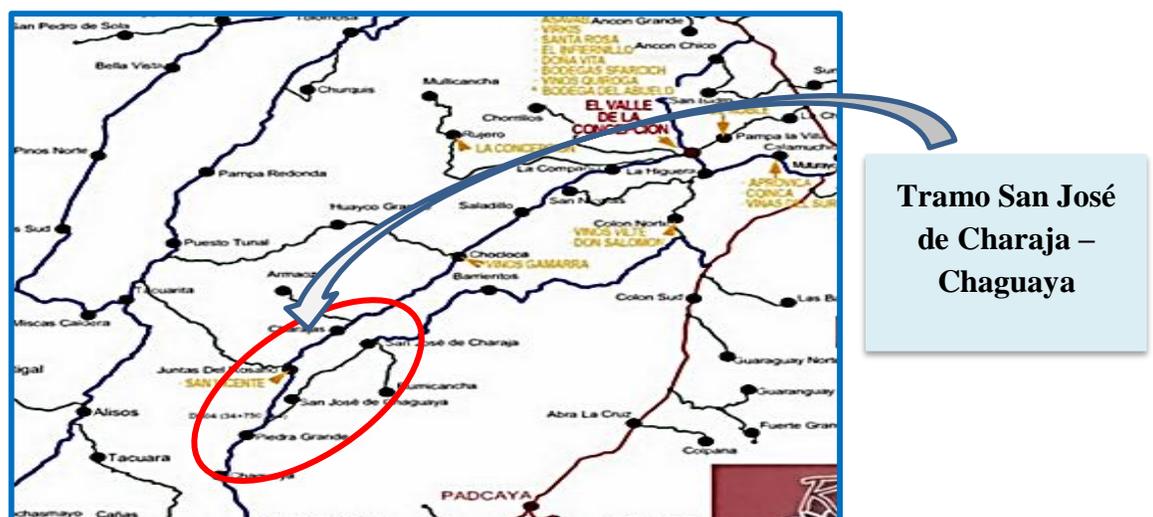
El tramo de estudio consta con una longitud de 10.5 km. se encuentra ubicado en las provincias de Avilés y Arce, se mostrara una fotografía satelital para tener mejor entendido del tramo evaluado.

**Figura N°30: Mapa político del departamento de Tarija y del tramo en estudio " San José de Charaja – Chaguaya "**



Fuente: Elaboración propia

**Figura N°31: Mapa provincia Arce y Avilés del departamento de Tarija ubicación tramo en estudio " San José de Charaja – Chaguaya "**



Fuente: Elaboración propia

### **3.2.- CARACTERÍSTICAS DE LOS TRAMOS EN ESTUDIO**

#### **3.2.1.- Características caminos municipales**

##### **Tramo San Pedro de Buena Vista - Rumicancha. Longitud de la evaluación 4 km**

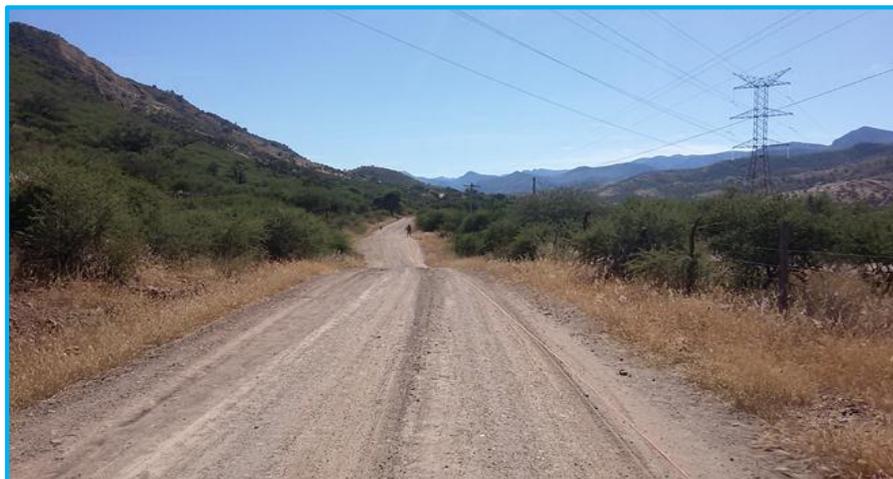
El camino actual San Pedro de Buena Vista - Rumicancha que consta de 7,5 km de longitud, el camino en su totalidad es de ripio a su llegada vincula con la comunidad de Sella Cercado

En su trayecto se encuentra la zona de monte sud el cual consta de una carretera asfaltada hasta el desvío del camino de ripio que da hacia la comunidad de San Pedro de Buena Vista

El ancho del camino actual existente es de 6 metros. La vía no cuenta con un sistema de drenaje básico conformado por alcantarillas.

La comunidad de San Pedro de Buena Vista, cuenta con un sistema de agua potable obra que beneficia a un total de 71 familias que están distribuidas en el camino hacia Rumicancha en su trayecto también se puede observar la construcción de atajados que sirven para el riego que beneficia a los comunarios ya que esta es una zona que siembran hortalizas en la zona también se puede observar torres de buen tamaño echas de fierro que pertenecen al tendido del sistema eléctrico nacional

##### **Figura N°32: Imagen tramo en estudio "San Pedro de Buena Vista-Rumicancha"**

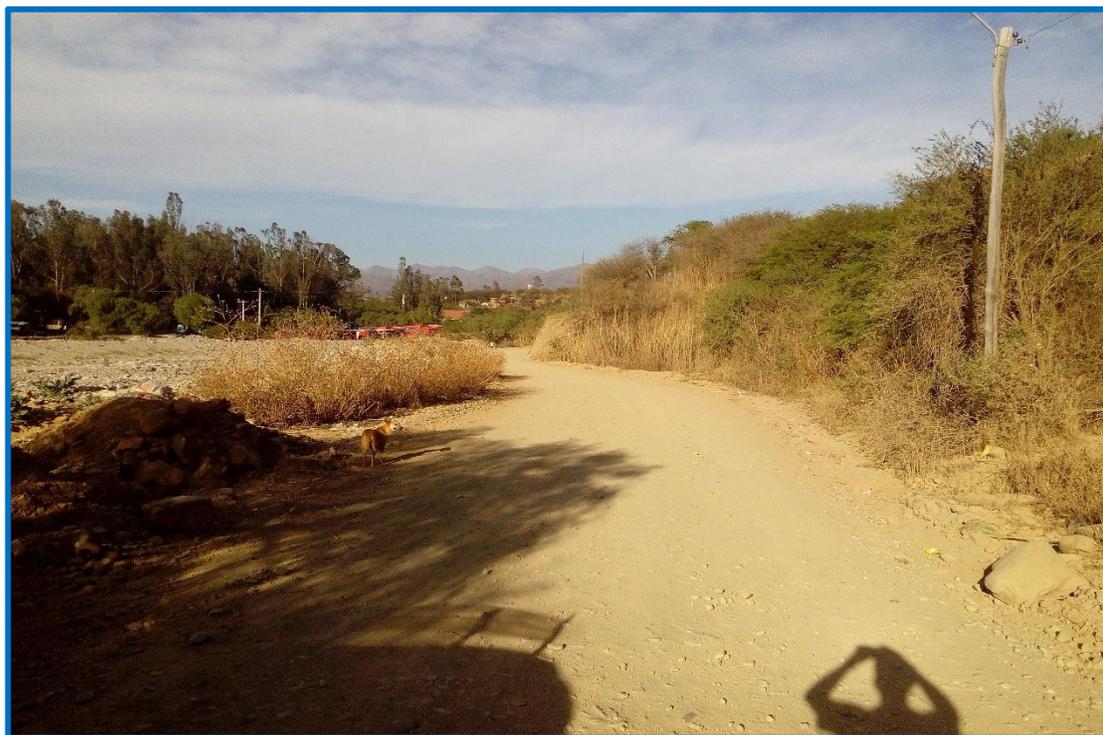


**Fuente:** Elaboración propia

### **Tramo “Tomatitas – Obrajes” longitud de la evaluación 4km**

El tramo de estudio consta con una longitud de 7.6 km. se encuentra ubicado en el municipio de Tarija perteneciente a la Provincia Cercado, el ancho de camino es de 6m y la superficie del camino es de ripio a excepción de la parte donde se encuentra la iglesia ya q se encuentra empedrada. En este tramo se puede observar gran cantidad de viviendas ya q no se encuentra lejos del área urbana. Las tierras del lugar son utilizadas por los comunarios para la siembra de hortalizas a su vez también los pobladores cuentan con los servicios básicos. La zona en estudio en su trayecto se encuentra con el barrio el paraíso y la zona de Aranjuez sur

**Figura N°33: Imagen tramo en estudio “ Tomatitas – Obrajes ”**



**Fuente:** Elaboración propia

### 3.2.2.- Características caminos departamentales

#### Tramo Tomatas Grande – Huancoiro longitud de la evaluación 4 km

El camino actual consta de 30,574 km de longitud en su trayecto se encuentra una carretera asfaltada hasta la llegada a Tomatas Grande donde comienza un camino de ripio que da hacia la comunidad de Huancoiro

El ancho del camino actual existente es de 6 metros. La vía no cuenta con un sistema de drenaje básico conformado por alcantarillas. La gran parte de la longitud del tramo está situada en cerros de grandes pendientes a medida q se va subiendo el camino

El tramo limita con las siguientes comunidades con trancas 4 km al oeste con Canasmoro 5km al sureste con San Pedro de las peñas 6 km al noroeste con Carachimayo 8 km sureste con Choroma 9 km suroeste con la Ondura 9 km al norte

**Figura N°34: Imagen tramo en estudio Tomatas Grande – Huancoiro**



**Fuente:** Elaboración propia

### **Tramo San José de Charaja – Chaguaya longitud de la evaluación 4 km**

El camino actual consta de 10,55 km de longitud en su trayecto se encuentra una carretera asfaltada hasta la llegada a Chocloca donde comienza un camino de ripio que da hacia la comunidad de San José de Charaja

El ancho del camino actual existente es de 6 metros. La superficie del camino es de ripio en su totalidad. La vía no cuenta con un sistema de drenaje básico conformado por alcantarillas. El tramo limita con las siguientes comunidades con la comunidad de juntas al oeste

La comunidad de San José de Charaja pertenece a la provincia Avilés. Dista 40 km de la ciudad de Tarija y allí se realiza cada año la Feria Agropecuaria, donde los comunarios y otros de las zonas aledañas exponen sus productos: frutilla, queso y pimientos morrones; también exponen los mejores ejemplares de ganado criollo

**Figura N°35: Imagen tramo en estudio “San José de Charaja – Chaguaya”**



**Fuente:** Elaboración propia

### **3.3.- EVALUACIÓN DE LOS TRAMOS DE ESTUDIO**

#### **3.3.1.- Definición de tramos de evaluación**

Los tramos de estudio seleccionados comprenden a tramos de caminos municipales y departamentales, del departamento de Tarija con una longitud de 4 km, y UM (unidades muestrales) de 100 m. **Considerando el tamaño de la red de caminos no pavimentados del departamento, sería altamente dificultoso el poder recolectar la información en la totalidad de kilómetros que la componen, en forma continua ya que esto demandaría una cantidad inmensa de tiempo y recursos que muchas veces no están disponibles.**

#### **3.3.2.- Proceso de evaluación en campo**

El proceso que se realizara en campo será la recolección de datos de inventario del tramo a inspeccionar: tipo de camino (tierra o ripio) y el clima (seco, mediterráneo, húmedo). recolección de datos de auscultación: valores de cada deterioro (calamina, baches, ahuellamiento, erosión, pérdida de agregado condición perfil transversal)

#### **Llenado de Fichas**

Se utilizan las fichas de inspección visual y de medición de deterioros de calzadas para caminos no pavimentados tanto para el caso de caminos de ripio como de tierra.

#### **Datos Generales**

Corresponden a los que se encuentran en la parte superior de la ficha e identifican el Camino (rol, nombre, código) en que se efectúa la medición, así como el nombre de la Persona encargada que realiza la inspección. El detalle de los datos generales de la ficha es el siguiente:

**Nombre del camino:** Nombre del camino según listado oficial de la Dirección de Vialidad.

**Rol:** Rol oficial del camino inspeccionado según listado oficial de la Dirección de Vialidad.

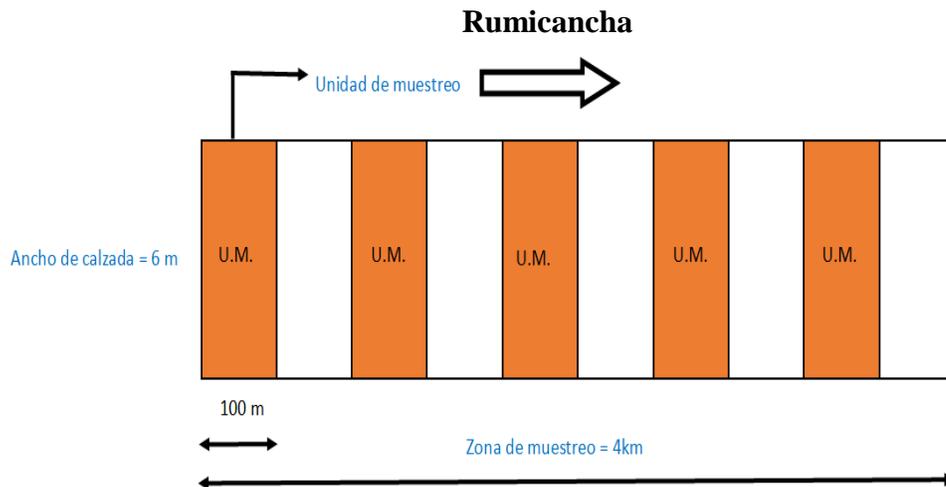
**Código de Vialidad:** Código del camino inspeccionado, según la documentación oficial de la Dirección de Vialidad.

**Fecha:** Fecha en que se realiza la toma de datos.

**Encargado:** Nombre de la persona que ejecuta la inspección.

### 3.3.2.1.- Tramos caminos municipales

**Figura N° 36: Unidad y zona de muestreo Tramo San Pedro de Buena Vista –**



**Fuente:** Elaboración propia

### Tramo San Pedro de Buena Vista - Rumicancha longitud 4km U.M de 100 m

**Tabla N°4: Progresivas unidades muestrales. UM**

N° UM.	progresiva inicial	progresiva final
1	0+000	0+100
2	0+200	0+300
3	0+400	0+500
4	0+600	0+700
5	0+800	0+900
6	1+000	1+100
7	1+200	1+300
8	1+400	1+500
9	1+600	1+700
10	1+800	1+900

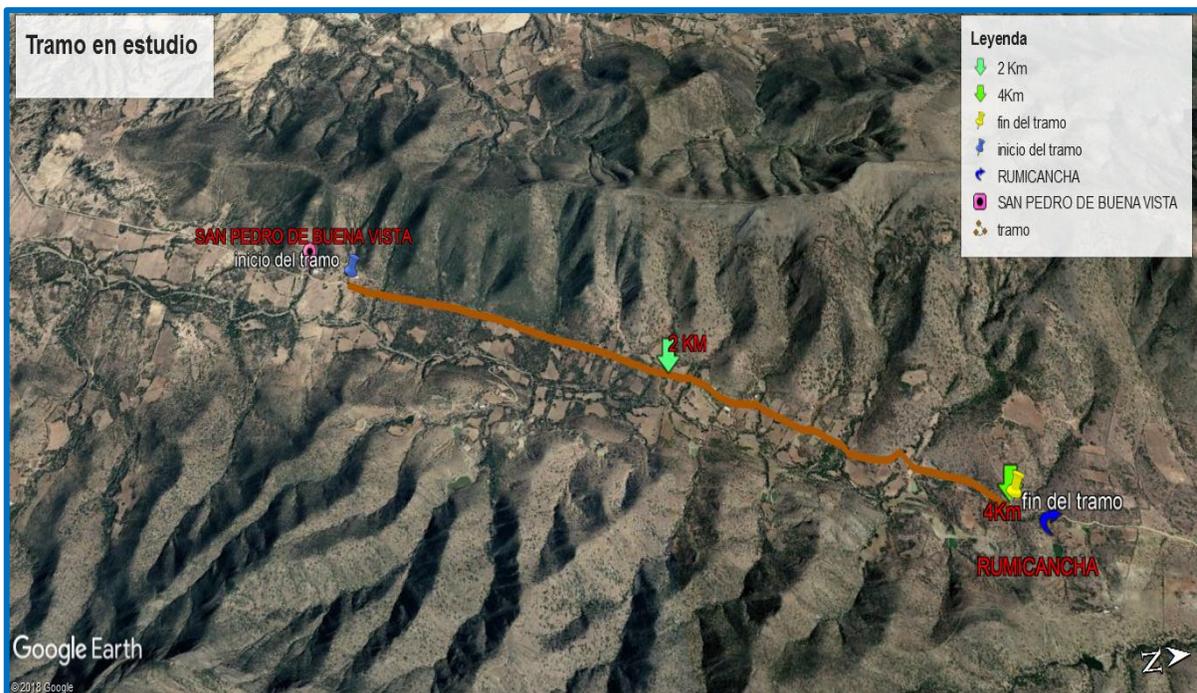
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N°5: Progresivas unidades muestrales. UM**

N° UM.	progresiva inicial	progresiva final
11	2+000	2+100
12	2+200	2+300
13	2+400	2+500
14	2+600	2+700
15	2+800	2+900
16	3+000	3+100
17	3+200	3+300
18	3+400	3+500
19	3+600	3+700
20	3+800	3+900

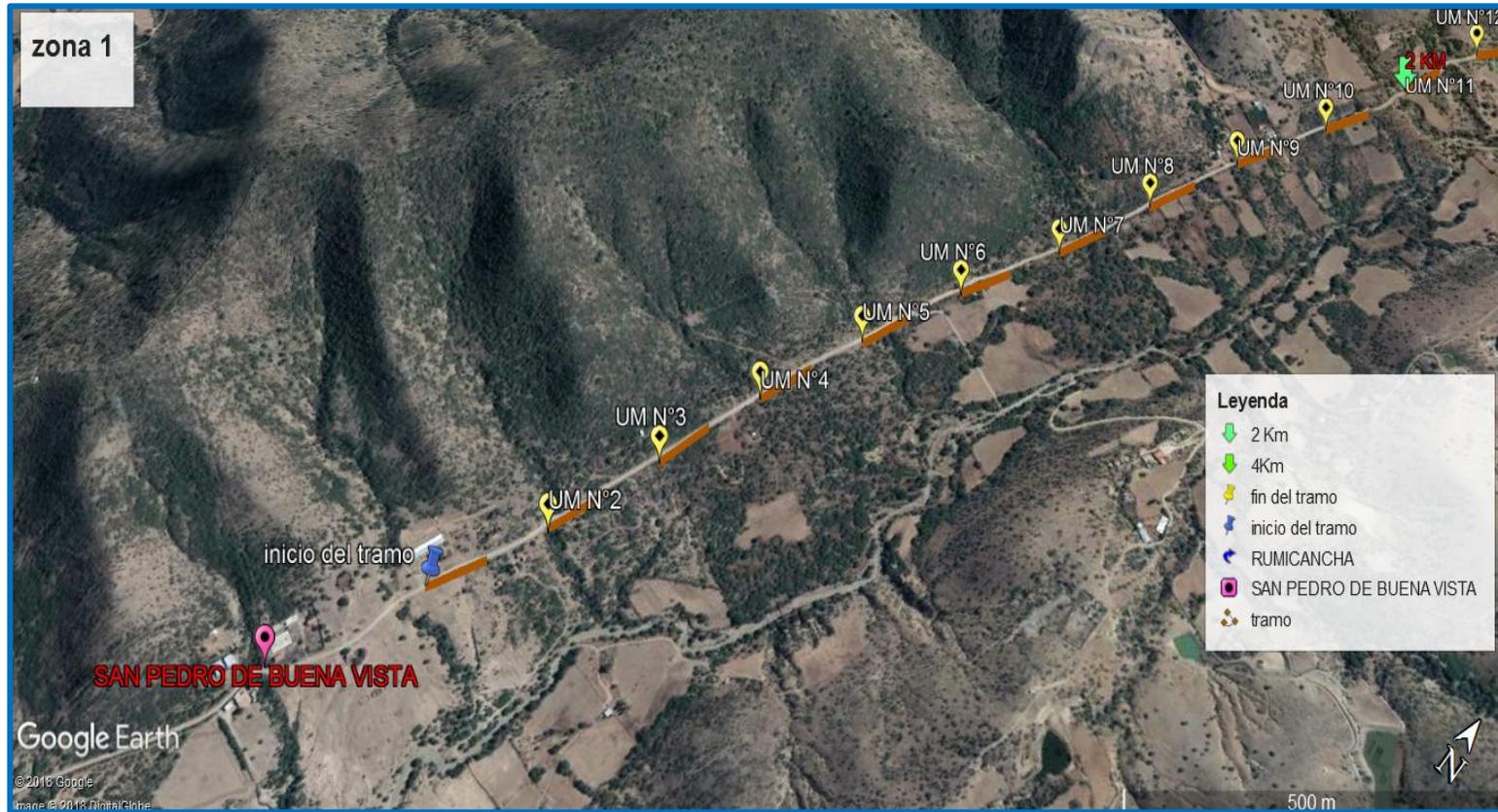
Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 37: Imagen satelital del tramo. San Pedro de Buena Vista – Rumicancha**



Fuente: Google Earth

**Figura N°38: Imagen satelital del tramo en estudio zona 1 "San Pedro de Buena Vista – Rumicancha"**  
**U.M. unidades muestrales (1-10)**



Fuente: Google Earth

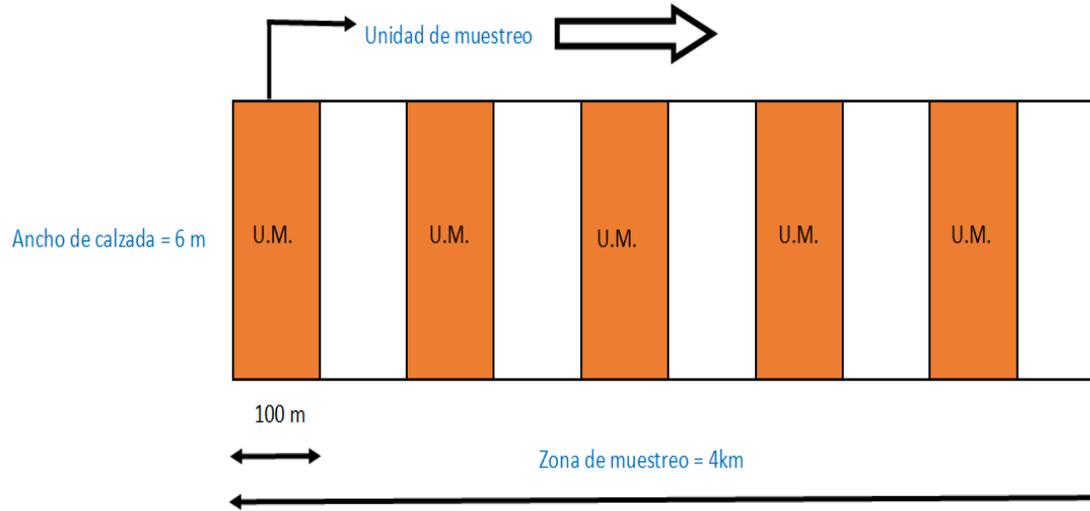
**Figura N°39: Imagen satelital del tramo en estudio zona 2 "San Pedro de Buena Vista – Rumicancha"**  
**U.M. unidades muestrales (10-20)**



Fuente: Google Earth

### Tramo Tomatitas – Obrajes longitud 4km U.M de 100 m

Figura N° 40: Unidad y zona de muestreo tramo Tomatitas – Obrajes



Fuente: Elaboración propia

Tabla N°6: Progresivas unidades muéstrales. UM

N° UM.	progresiva inicial	progresiva final
1	0+000	0+100
2	0+200	0+300
3	0+400	0+500
4	0+600	0+700
5	0+800	0+900
6	1+000	1+100
7	1+200	1+300
8	1+400	1+500
9	1+600	1+700
10	1+800	1+900

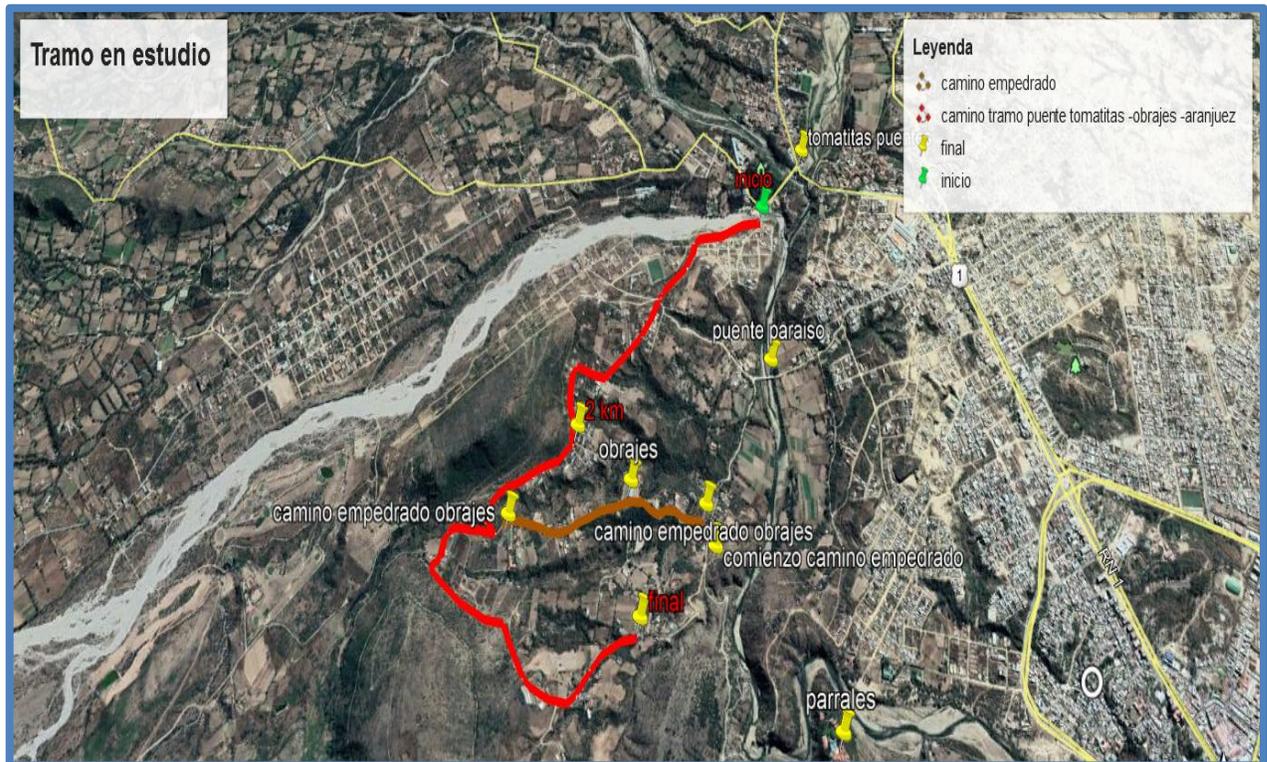
Fuente Elaboración propia

**Tabla N°7: Progresivas unidades muestrales. UM**

N° UM.	progresiva inicial	progresiva final
11	2+000	2+100
12	2+200	2+300
13	2+400	2+500
14	2+600	2+700
15	2+800	2+900
16	3+000	3+100
17	3+200	3+300
18	3+400	3+500
19	3+600	3+700
20	3+800	3+900

Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 41: Imagen satelital del tramo Tomatitas – Obrajes longitud 4km**



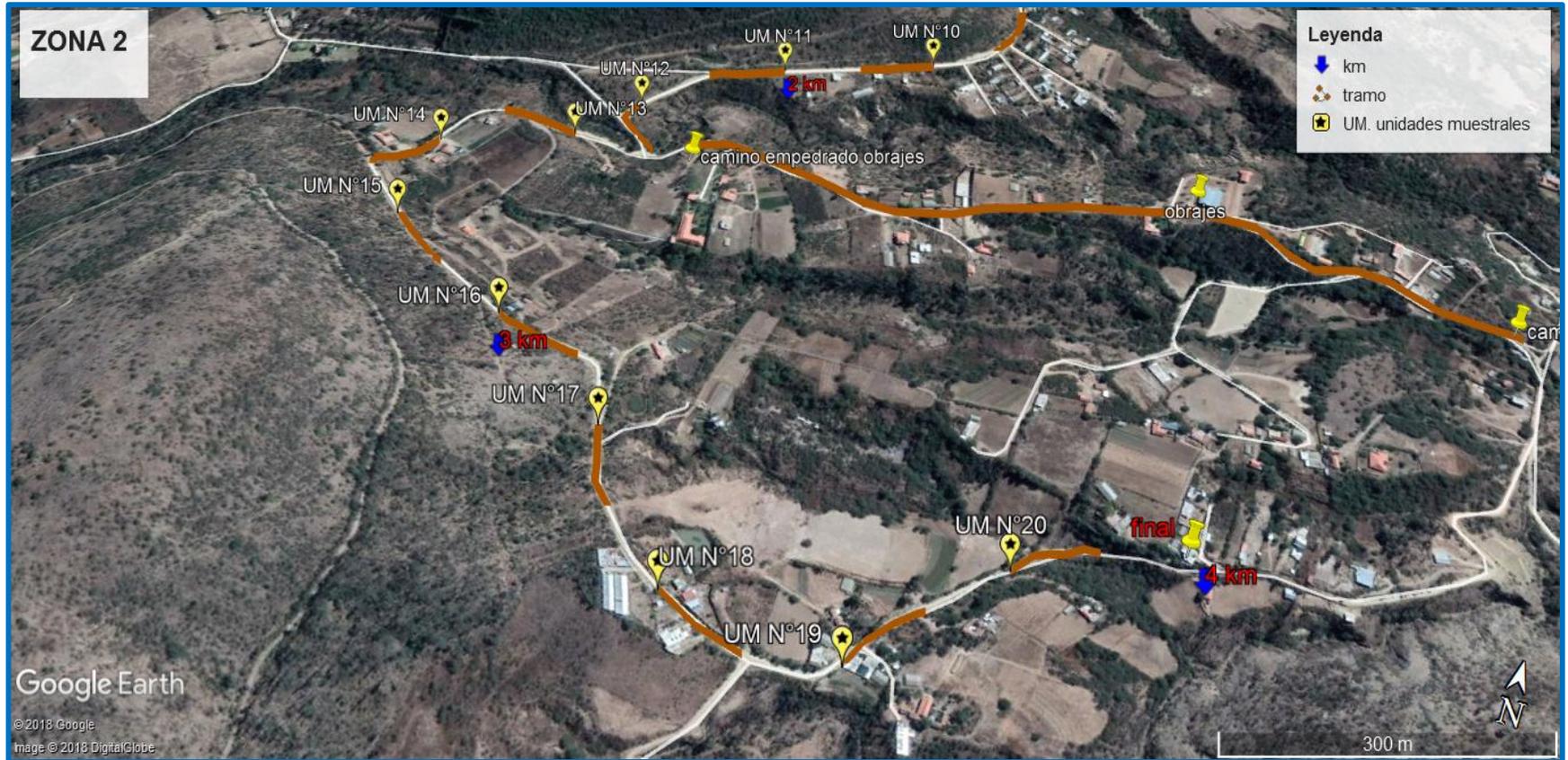
Fuente Elaboración propia

Figura N°42: Imagen satelital del tramo en estudio zona 1 " Tomatitas – Obrajes " U.M. unidades muéstrales (1-10)



Fuente: Google Earth

Figura N°43: Imagen satelital del tramo en estudio zona 2 " Tomatitas – Obrajes " U.M. unidades muéstrales (10-20)

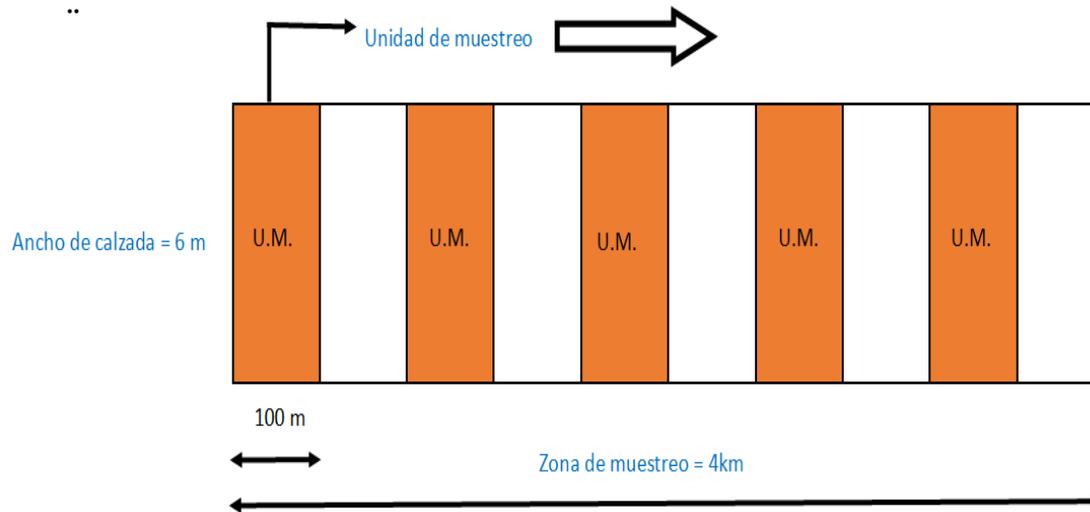


Fuente : Google Earth

### 3.3.2.2.- Tramos caminos departamentales

Tramo "Tomatas Grande – Huancoiro" longitud 4 km U.M de 100 m

Figura N° 44: Unidad y zona de muestreo tramo "Tomatas Grande – Huancoiro"



Fuente: Elaboración propia

Tabla N°8: Progresivas unidades muéstrales. UM

N° UM.	progresiva inicial	progresiva final
1	0+000	0+100
2	0+200	0+300
3	0+400	0+500
4	0+600	0+700
5	0+800	0+900
6	1+000	1+100
7	1+200	1+300
8	1+400	1+500
9	1+600	1+700
10	1+800	1+900

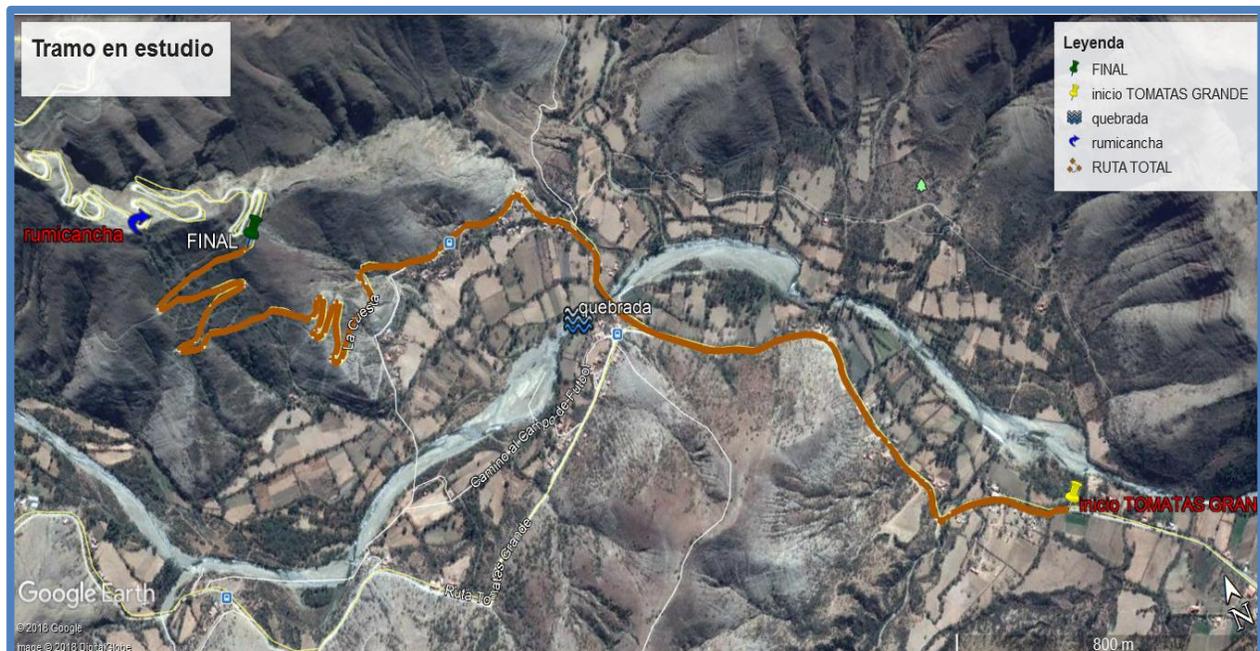
Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°9: Progresivas unidades muestrales. UM**

N° UM.	progresiva inicial	progresiva final
11	2+000	2+100
12	2+200	2+300
13	2+400	2+500
14	2+600	2+700
15	2+800	2+900
16	3+000	3+100
17	3+200	3+300
18	3+400	3+500
19	3+600	3+700
20	3+800	3+900

Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 45: Imagen satelital del tramo Tomatas Grande – Huancoiro longitud 4km**



Fuente: Elaboración propia

Figura N°46: Imagen satelital del tramo en estudio zona 1 "Tomatas Grande – Huancoiro" U.M. unidades muestrales (1-10)

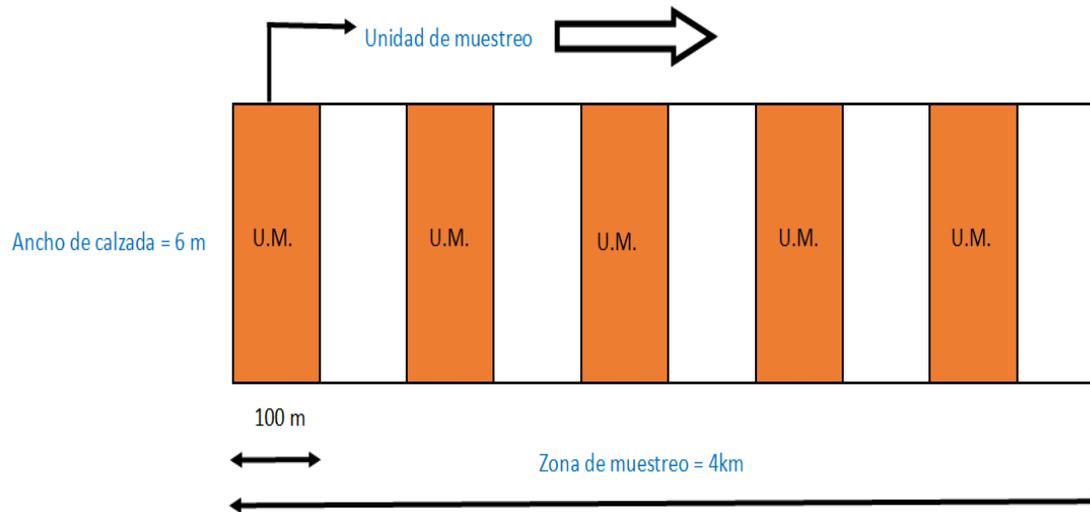


Fuente: Google Earth



**Tramo " San José de Charaja – Chaguaya " longitud 4 km U.M de 100 m**

**Figura N° 48: Unidad y zona de muestreo tramo " San José de Charaja – Chaguaya**



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N°10: Progresivas unidades muestrales. UM**

N° UM.	progresiva inicial	progresiva final
1	0+000	0+100
2	0+200	0+300
3	0+400	0+500
4	0+600	0+700
5	0+800	0+900
6	1+000	1+100
7	1+200	1+300
8	1+400	1+500
9	1+600	1+700
10	1+800	1+900

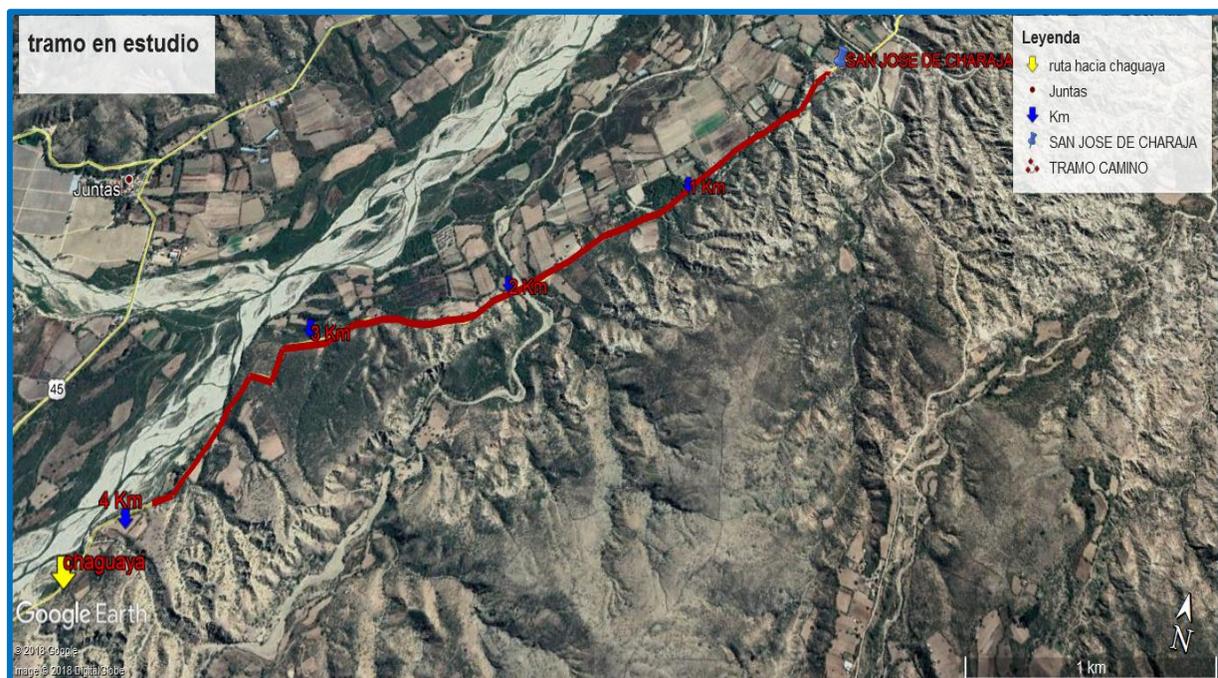
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N°11: Progresivas unidades muéstrales. UM**

N° UM.	progresiva inicial	progresiva final
11	2+000	2+100
12	2+200	2+300
13	2+400	2+500
14	2+600	2+700
15	2+800	2+900
16	3+000	3+100
17	3+200	3+300
18	3+400	3+500
19	3+600	3+700
20	3+800	3+900

Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 49: Imagen satelital del tramo San José de Charaja – Chaguaya  
longitud 4km**



Fuente: Elaboración propia

Figura N°50: Imagen satelital del tramo en estudio zona 1 San José de Charaja – Chaguaya “ U.M. unidades muestrales (1-10)



Fuente: Google Earth

**Figura N°51: Imagen satelital del tramo en estudio zona 2 " San José de Charaja – Chaguaya " U.M. unidades muéstrales (10-20)**



Fuente: Google Earth

### 3.3.2.3.- Fichas de inspección

#### Fichas de inspección del tramo San Pedro de Buena Vista – Rumicancha. Longitud del tramo 4km

ubicación		ancho calzada	tipo material	perfil transversal (bombeo)	calamina		ahuellamiento	perdida de agregado	baches		erosion	observaciones particulares																								
Pi	Pf				prof	prof			N°	diametro			profundidad																							
0+000	0+100	6	G	1	0	3	1	x	X	X	B,M																									
coordenadas inicio de la U.M				clima (S.M.H)		exceso de polvo (B.M.A)		condicion drenaje (B.M.A)																												
S		W		H		M		M																												
21°27'34.56"S				64°40'49.92"O				H		M																										
datos obtenidos en campo																																				
																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>deteriados</th> <th>grado de severidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ahuellamiento</td> <td>bajo</td> </tr> <tr> <td>perdida de agregado</td> <td>malo</td> </tr> <tr> <td>condicion drenaje</td> <td>malo</td> </tr> <tr> <td>exceso de polvo</td> <td>medio</td> </tr> <tr> <td>erocion</td> <td>malo</td> </tr> <tr> <td>baches</td> <td>bueno</td> </tr> <tr> <td>calamina</td> <td>bueno</td> </tr> </tbody> </table>										deteriados	grado de severidad	ahuellamiento	bajo	perdida de agregado	malo	condicion drenaje	malo	exceso de polvo	medio	erocion	malo	baches	bueno	calamina	bueno											
deteriados	grado de severidad																																			
ahuellamiento	bajo																																			
perdida de agregado	malo																																			
condicion drenaje	malo																																			
exceso de polvo	medio																																			
erocion	malo																																			
baches	bueno																																			
calamina	bueno																																			
<p>donde</p> <table> <tr> <td>Pi :</td> <td>progresiva inicial</td> <td>N :</td> <td>suelo natural (tierra)</td> </tr> <tr> <td>Pf :</td> <td>progresiva final</td> <td>G :</td> <td>suelo con grava</td> </tr> <tr> <td>B :</td> <td>bueno</td> <td>clima</td> <td></td> </tr> <tr> <td>M :</td> <td>malo</td> <td>S :</td> <td>seco</td> </tr> <tr> <td>R :</td> <td>regular</td> <td>M :</td> <td>mediterraneo</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>H :</td> <td>humedo</td> </tr> </table>													Pi :	progresiva inicial	N :	suelo natural (tierra)	Pf :	progresiva final	G :	suelo con grava	B :	bueno	clima		M :	malo	S :	seco	R :	regular	M :	mediterraneo			H :	humedo
Pi :	progresiva inicial	N :	suelo natural (tierra)																																	
Pf :	progresiva final	G :	suelo con grava																																	
B :	bueno	clima																																		
M :	malo	S :	seco																																	
R :	regular	M :	mediterraneo																																	
		H :	humedo																																	

Fuente: Elaboración propia

Nota: Las demás fichas se encuentran en el ANEXO 1

## Fichas de inspección del tramo Tomatitas – Obrajes. Longitud del tramo 4km

	ficha de inspeccion para caminos no pavimentados			Hoja N°	1	de	20
				U.M.N°	1	de	20

Nombre del camino:	tomatitas – obrajes	fecha:	25	5	2018
Encargado:	Terrazas Aranibar Carlos sandro				

ubicación		ancho calzada	tipo material	perfil transversal (bombeo)	calamina	ahuellamiento	perdida de agregado	baches			erosion	observaciones particulares
Pi	Pf							dimensiones cm				
		m	N,G	B, M,R	prof cm	prof cm	1	N°	diametro	profundidad	B,M	
0+000	0+100	6	G	0,5	0	3	1	x	X	X	0	
coordenadas inicio de la U.M				clima (S.M.H)		exceso de polvo (B.M.A)		condicion drenaje (B.M.A)				
S		W		H		M		M				
21°30'3.42"S		64°45'45.80"O										
datos obtenidos en campo												



deteriodos	grado de severidad
ahuellamiento	bajo
perdida de agregado	malo
condicion drenaje	malo
exceso de polvo	medio
erocion	malo
baches	bueno
calamina	bueno

donde

Pi:	progresiva inicial	N:	suelo natural (tierra)
Pf:	progresiva final	G:	suelo con grava
B:	bueno	clima	
M:	malo	S:	seco
R:	regular	M:	mediterraneo
		H:	humedo

**Fuente:** Elaboración propia

**Nota:** Las demás fichas se encuentran en el ANEXO 1

## Fichas de inspección del tramo " Tomatas Grande- Huancoiro " longitud del tramo 4km

	ficha de inspeccion para caminos no pavimentados			
	Hoja N°	1	de	20
	U.M.N°	1	de	20

Nombre del camino:	TOMATAS GRANDE- HUANCOIRO	fecha:	21	4	2018
Encargado:	Terrazas Aranibar Carlos sandro				

ubicación		ancho calzada	tipo material	perfil transversal (bombeo)	calamina	ahuellamiento	perdida de agregado	baches			erosion	observaciones particulares
								dimensiones cm				
Pi	Pf	m	N,G	B, M,A	prof cm	prof cm	B,M	N°	diametro	profundidad	B,M	
0+000	0+100	6	G	0.5	0	3	1	x	X	X	0	
coordenadas inicio de la U.M				clima (S.M.H)		exceso de polvo (B.M.A)		condicion drenaje (B.M.A)				
S		W		H		B		M				
21°27'34.56"S		64°40'49.92"O										
datos obtenidos en campo												



deteriados	grado de severidad
ahuellamiento	bajo
perdida de agregado	malo
condicion drenaje	malo
exceso de polvo	bajo
erocion	bueno
baches	bueno
calamina	bueno

donde

Pi :	progresiva inicial	N :	suelo natural (tierra)
Pf :	progresiva final	G :	suelo con grava
B :	bueno	clima	
M :	malo	S :	seco
R :	regular	M :	mediterraneo
		H :	humedo

**Fuente:** Elaboración propia

**Nota:** Las demás fichas se encuentran en el ANEXO 1

## Fichas de inspección del tramo " San Jose de Charaja- Chaguaya " longitud del tramo 4km

ubicación		ancho calzada	tipo material	perfil transversal (bombeo)	calamina	ahuellamiento	perdida de agregado	baches			erosion	observaciones particulares																																																																																											
Pi	Pf							dimensiones cm		N°			diametro	profundidad																																																																																									
0+000 0+100		m	N,G	B, M,A	prof cm	prof cm	B,M	X	X		X	B,M																																																																																											
		6	G	0,5	3	3	1	x	X	X	0																																																																																												
coordenadas inicio de la U.M				clima (S.M.H)		exceso de polvo (B.M.A)		condicion drenaje (B.M.A)																																																																																															
S		W		H		B		M																																																																																															
21°47'49.09"S		64°46'2.56"O																																																																																																					
datos obtenidos en campo																																																																																																							
																																																																																																							
																																																																																																							
																																																																																																							
<table border="0"> <tr> <td>donde</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pi :</td> <td>progresiva inicial</td> <td>N :</td> <td>suelo natural (tierra)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pf :</td> <td>progresiva final</td> <td>G :</td> <td>suelo con grava</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>B :</td> <td>bueno</td> <td></td> <td><b>clima</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>M :</td> <td>malo</td> <td>S :</td> <td>seco</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>R :</td> <td>regular</td> <td>M :</td> <td>mediterraneo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>H :</td> <td>humedo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													donde													Pi :	progresiva inicial	N :	suelo natural (tierra)										Pf :	progresiva final	G :	suelo con grava										B :	bueno		<b>clima</b>										M :	malo	S :	seco										R :	regular	M :	mediterraneo												H :	humedo									
donde																																																																																																							
Pi :	progresiva inicial	N :	suelo natural (tierra)																																																																																																				
Pf :	progresiva final	G :	suelo con grava																																																																																																				
B :	bueno		<b>clima</b>																																																																																																				
M :	malo	S :	seco																																																																																																				
R :	regular	M :	mediterraneo																																																																																																				
		H :	humedo																																																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>deteriados</th> <th>grado de severidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ahuellamiento</td> <td>bajo</td> </tr> <tr> <td>perdida de agregado</td> <td>malo</td> </tr> <tr> <td>condicion drenaje</td> <td>malo</td> </tr> <tr> <td>exceso de polvo</td> <td>bajo</td> </tr> <tr> <td>erocion</td> <td>bueno</td> </tr> <tr> <td>baches</td> <td>bueno</td> </tr> <tr> <td>calamina</td> <td>bajo</td> </tr> </tbody> </table>													deteriados	grado de severidad	ahuellamiento	bajo	perdida de agregado	malo	condicion drenaje	malo	exceso de polvo	bajo	erocion	bueno	baches	bueno	calamina	bajo																																																																											
deteriados	grado de severidad																																																																																																						
ahuellamiento	bajo																																																																																																						
perdida de agregado	malo																																																																																																						
condicion drenaje	malo																																																																																																						
exceso de polvo	bajo																																																																																																						
erocion	bueno																																																																																																						
baches	bueno																																																																																																						
calamina	bajo																																																																																																						

Fuente: Elaboración propia

Nota: Las demás fichas se encuentran en el ANEXO 1

### 3.3.2.4.- Perfiles transversales

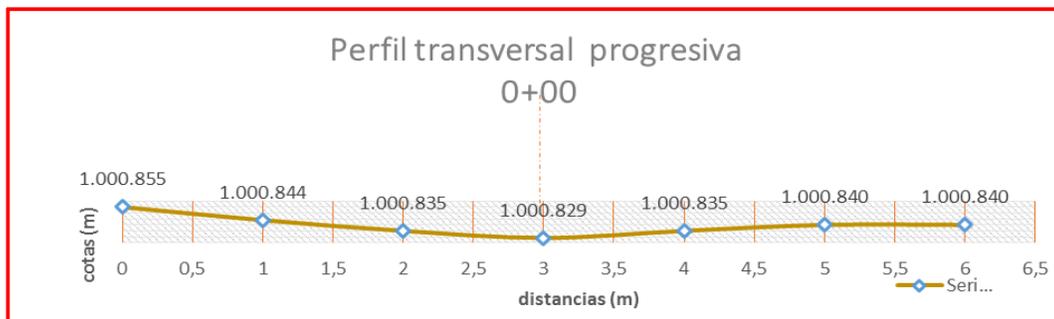
Condición del perfil transversal U.M. N°1: Tramo San Pedro de Buena Vista – Rumicancha

**Figura N°52: Levantamientos perfil transversal**



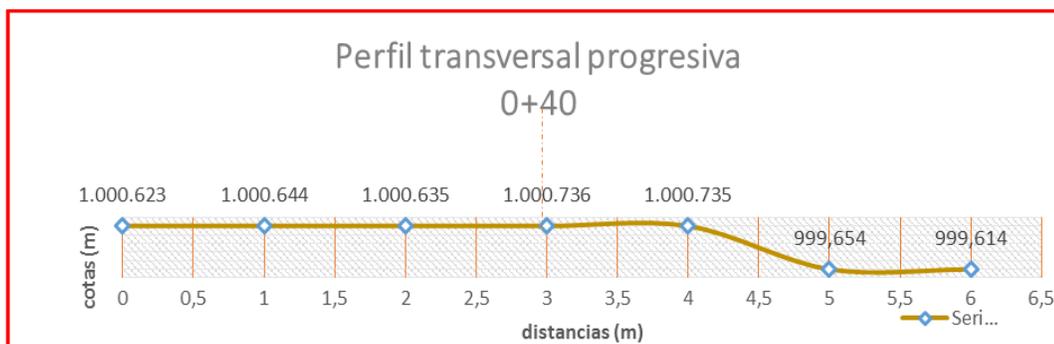
Fuente: Elaboración propia

**Grafica N°1: Perfil transversal levantamiento en campo**



Fuente: Elaboración propia

**Grafica N°2: Perfil transversal levantamiento en campo**



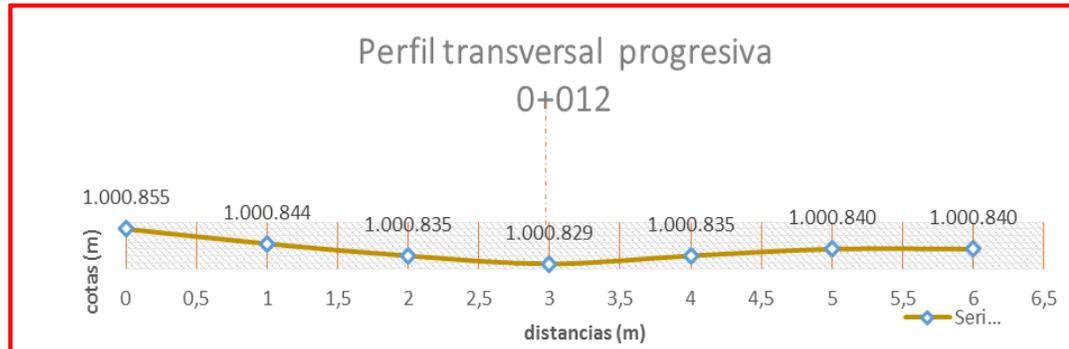
Fuente: Elaboración propia

**Grado de severidad perfil transversal:** Se tomara el perfil de la progresiva (0+40) ya que es la más afectada de la unidades muestrales (severidad- malo)

**Nota:** Los demás perfiles se encuentran en el ANEXO N°2

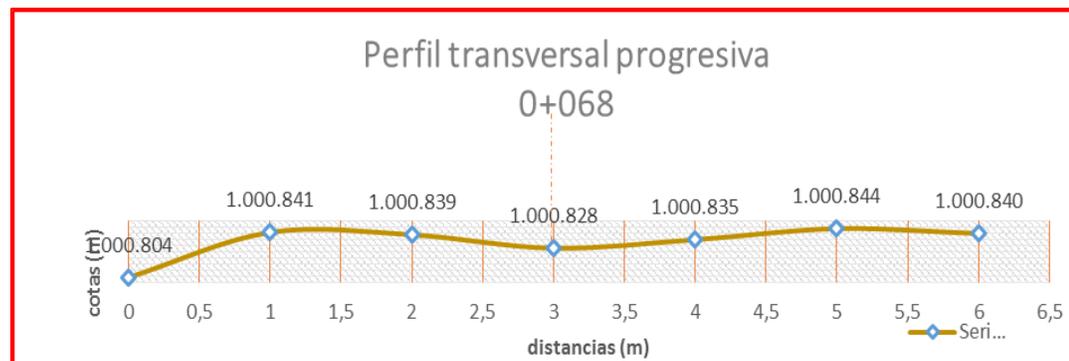
## Condición del perfil transversal U.M. N°1: Tramo Tomatitas - Obrajes

### Grafica N°3: Levantamiento perfil transversal



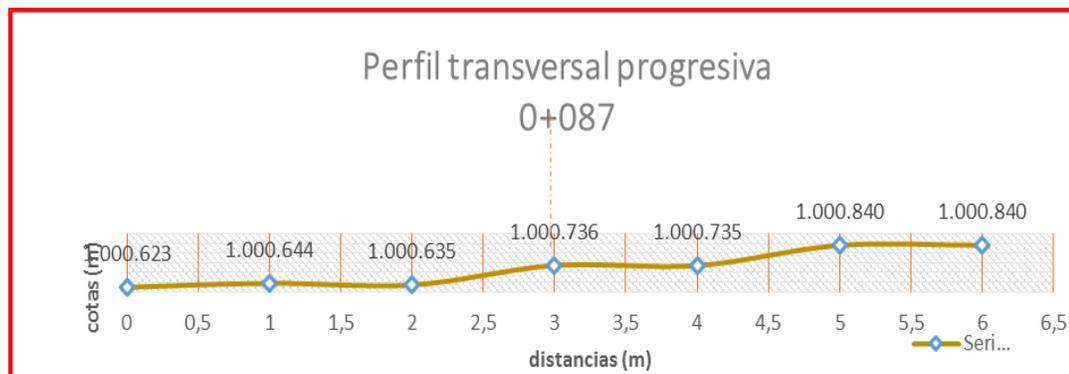
Fuente: Elaboración propia

### Grafica N°4: Levantamiento perfil transversal



Fuente: Elaboración propia

### Grafica N°5: Levantamiento perfil transversal



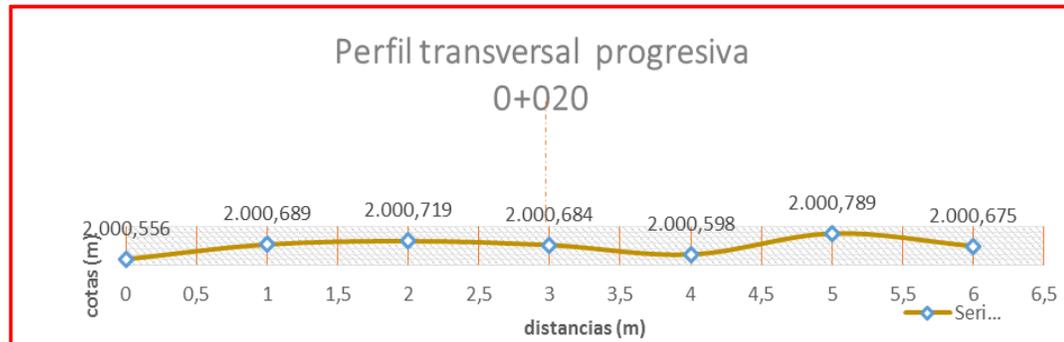
Fuente: Elaboración propia

Grado de severidad perfil transversal: Se tomara el perfil de la progresiva (0+087) ya que es la mas afectada de la unidad muestral (severidad-regular).

**Nota:** Los demás perfiles se encuentran en el ANEXO N°2

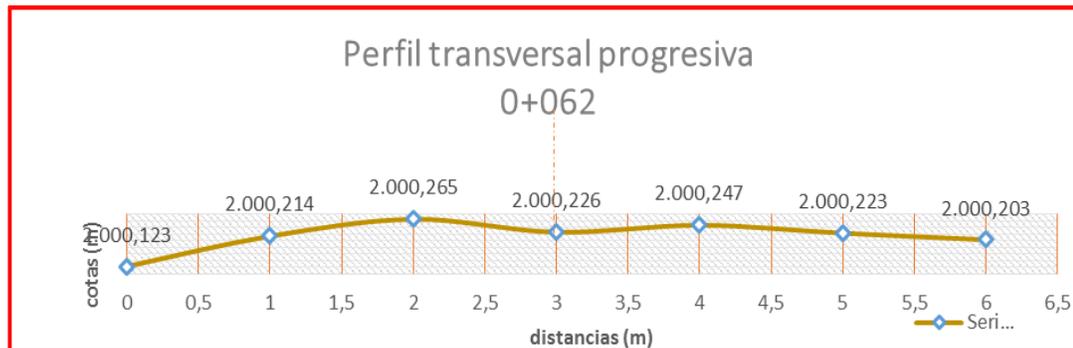
## Condicion del perfil transversal UM N°1: Tramo Tomatas Grande - Huancoiro

### Grafica N°6: Levantamiento perfil transversal



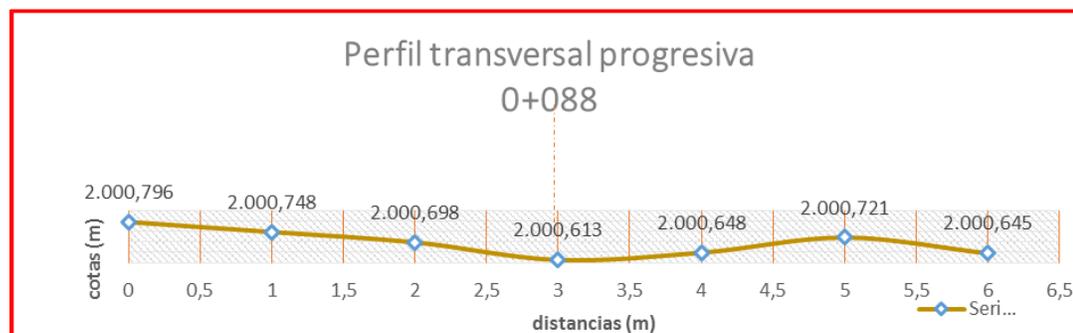
Fuente: Elaboración propia

### Grafica N°7: Levantamiento perfil transversal



Fuente: Elaboración propia

### Grafica N°8: Levantamiento perfil transversal



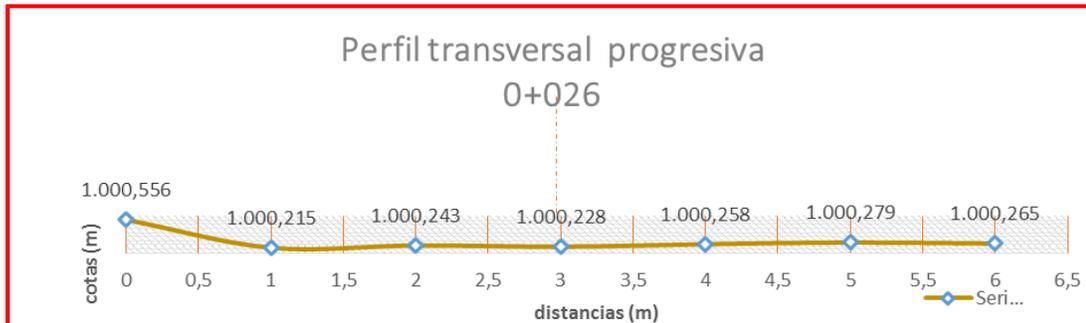
Fuente: Elaboración propia

Grado de severidad perfil transversal: Se tomara el perfil de la progresiva (0+088) ya que es la más afectada de la unidad muestral (severidad- regular)

**Nota:** Los demás perfiles se encuentran en el ANEXO N°2

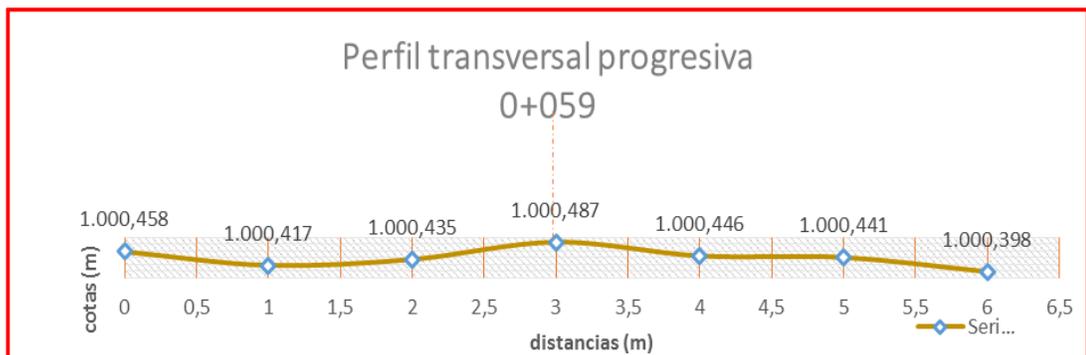
## Condición del perfil transversal U.M. N°1: Tramo San José de Charaja-Chaguaya

**Grafica N°9: Levantamiento perfil transversal**



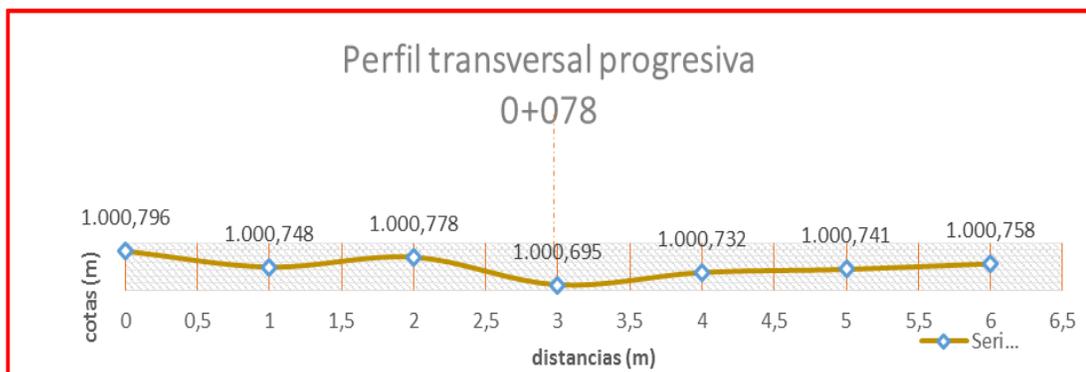
Fuente: Elaboración propia

**Grafica N°10: Levantamiento perfil transversal**



Fuente: Elaboración propia

**Grafica N°11: Levantamiento perfil transversal**



Fuente: Elaboración propia

Grado de severidad perfil transversal: Se tomara el perfil de la progresiva (0+078) ya que es la mas afectada de la unidad maestra (severidad- regular)

**Nota:** Los demás perfiles se encuentran en el ANEXO N°2

### 3.3.3.- Procesamiento de información de campo

#### Cálculo del estado para los diferentes tramos por el método ICNP

**Tabla N°12: Cálculo del método I.C.N.P. San Pedro de Buena Vista – Rumicancha longitud del tramo 4km**

Pi	Pf	Superficie (T,R)	Clima (S,M,H)	Perfil transversal (0 0,5 o 1)	Calaminas (cm)	Ahuellamiento (cm)	perdida de agregado (0 o 1)	Baches (m*m)	Erosion (0 o 1)	ICNP	ESTADO
0+000	0+100	R	H	1	0	3	1	0	1	2,7	MUY MALO
0+200	0+300	R	H	0,5	0	3	1	0	0	5,6	REGULAR
0+400	0+500	R	H	0,5	0	4	1	0	0	5,2	REGULAR
0+600	0+700	R	H	0,5	0	5	1	0	0	4,8	MALO
0+800	0+900	R	H	0,5	0	5	1	0	0	4,8	MALO
1+000	1+100	R	H	0,5	0	3	1	0	0	5,6	REGULAR
1+200	1+300	R	H	0,5	0	5	1	0	0	4,8	MALO
1+400	1+500	R	H	0,5	0	5	1	0	0	4,8	MALO
1+600	1+700	R	H	1	0	4	1	0	1	2,2	MUY MALO
1+800	1+900	R	H	1	0	4	1	0,06	0	4,0	MALO
2+000	2+100	R	H	1	0	5	1	0,117	0	3,4	MALO
2+200	2+300	R	H	1	0	5	1	0	0	3,7	MALO
2+400	2+500	R	H	1	0	5	1	0,118	0	3,4	MALO
2+600	2+700	R	H	1	0	4	1	0,059	0	4,0	MALO
2+800	2+900	R	H	1	0	4	1	0,072	0	4,0	MALO
3+000	3+100	R	H	0,5	0	5	1	0	0	4,8	MALO
3+200	3+300	R	H	0,5	0	3	1	0	0	5,6	REGULAR
3+400	3+500	R	H	0,5	0	6	1	0	1	2,4	MUY MALO
3+600	3+700	R	H	0,5	0	4	1	0,063	0	5,0	REGULAR
3+800	3+900	R	H	1	0	4	1	0,045	0	4,0	MALO
4+000	RESULTADO PROMEDIO									4,2	MALO

Fuente: Elaboración propia

**Cálculo del estado para los diferentes tramos por el método ICNP**

**Tabla N°13: Cálculo del método I.C.N.P "Tomatitas – Obrajes" longitud del tramo 4km**

Pi	Pf	Superficie (T,R)	Clima (S,M,H)	perfil transversal (0 0,5 o 1)	Calaminas (cm)	Ahuellamiento (cm)	perdida de agregado (0 o 1)	Baches (m*m)	Erosion (0 o 1)	ICNP	ESTADO
0+000	0+100	R	H	0,5	0	3	1	0	0	5,6	MUY MALO
0+200	0+300	R	H	0,5	0	2	1	0	0	6,1	REGULAR
0+400	0+500	R	H	0,5	0	2	1	0	0	6,1	REGULAR
0+600	0+700	R	H	0,5	0	0	1	0	1	5,0	MALO
0+800	0+900	R	H	0,5	0	4	1	0	0	5,2	REGULAR
1+000	1+100	R	H	0,5	0	2	1	0	0	6,1	REGULAR
1+200	1+300	R	H	0,5	0	2	1	0	0	6,1	REGULAR
1+400	1+500	R	H	0,5	0	3	1	0	0	5,6	REGULAR
1+600	1+700	R	H	1	0	4	1	0	0	4,2	MALO
1+800	1+900	R	H	1	0	4	1	0	1	2,2	MUY MALO
2+000	2+100	R	H	1	0	4	1	0	1	2,2	MUY MALO
2+200	2+300	R	H	1	0	5	1	0	0	3,7	MALO
2+400	2+500	R	H	1	0	5	1	0	0	3,7	MALO
2+600	2+700	R	H	1	0	4	1	0	0	4,2	MALO
2+800	2+900	R	H	1	0	4	1	0,072	0	4,0	MALO
3+000	3+100	R	H	1	0	4	1	0	1	2,2	MALO
3+200	3+300	R	H	0,5	0	3	1	0	0	5,6	REGULAR
3+400	3+500	R	H	0,5	0	3	1	0	0	5,6	REGULAR
3+600	3+700	R	H	0,5	0	6	1	0	0	4,3	MALO
3+800	3+900	R	H	0,5	0	3	1	0	0	5,6	REGULAR
4+000	RESULTADO PROMEDIO									4,7	MALO

**Fuente:** Elaboración propia

**Cálculo del estado para los diferentes tramos por el método ICNP**

**Tabla N°14: Cálculo del método I.C.N.P "Tomatas Grande - Huancoiro" longitud del tramo 4km**

Pi	Pf	Superficie (T,R)	Clima (S,M,H)	perfil transversal (0)	Calaminas (cm)	Ahuellamiento (cm)	perdida de agregado (0)	Baches (m*m)	Erosion (0 o 1)	ICNP	ESTADO
0+000	0+100	R	H	0,5	0	3	1	0	0	5,6	REGULAR
0+200	0+300	R	H	0,5	0	3	1	0	0	5,6	REGULAR
0+400	0+500	R	H	0,5	3	3	1	0	0	1,1	MUY MALO
0+600	0+700	R	H	0,5	0	3	1	0,016	0	5,6	REGULAR
0+800	0+900	R	H	0,5	0	3	1	0,03	0	5,5	REGULAR
1+000	1+100	R	H	0,5	0	3	1	0	1	3,7	MALO
1+200	1+300	R	H	0,5	0	3	1	0	0	5,6	REGULAR
1+400	1+500	R	H	0,5	0	3	1	0,085	0	5,4	REGULAR
1+600	1+700	R	H	0,5	0	3	1	0	1	3,7	MALO
1+800	1+900	R	H	0,5	0	3	1	0	1	3,7	MALO
2+000	2+100	R	H	0,5	0	3	1	0	0	5,6	REGULAR
2+200	2+300	R	H	0,5	0	3	1	0	0	5,6	REGULAR
2+400	2+500	R	H	0,5	0	3	1	0	1	3,7	MALO
2+600	2+700	R	H	0,5	0	3	1	0	0	5,6	REGULAR
2+800	2+900	R	H	0,5	0	3	1	0	0	5,6	REGULAR
3+000	3+100	R	H	0,5	0	3	1	0	0	5,6	REGULAR
3+200	3+300	R	H	0,5	0	3	1	0	0	5,6	REGULAR
3+400	3+500	R	H	0,5	0	3	1	0	0	5,6	REGULAR
3+600	3+700	R	H	0,5	0	3	1	0	0	5,6	REGULAR
3+800	3+900	R	H	0,5	0	3	1	0	0	5,6	REGULAR
4+000	RESULTADO PROMEDIO									5,0	REGULAR

**Fuente:** Elaboración propia

**Cálculo del estado para los diferentes tramos por el método ICNP**

**Tabla N°15: Cálculo del método I.C.N.P "San jose de Charaja- Chaguaya" longitud del tramo 4km**

ki	kf	Superficie (T,R)	Clima (S,M,H)	perfil transversal (0 0,5 o 1)	Calaminas (cm)	Ahuellamiento (cm)	perdida de agregado (0 o 1)	Baches (m*m)	Erosion (0 o 1)	ICNP	ESTADO
0+000	0+100	R	H	0,5	3	3	1	0	0	1,1	MUY MALO
0+200	0+300	R	H	0,5	0	3	1	0	0	5,6	REGULAR
0+400	0+500	R	H	0,5	0	3	1	0	0	5,6	REGULAR
0+600	0+700	R	H	1	0	0	1	0	1	4,0	MALO
0+800	0+900	R	H	0,5	0	4	1	0	0	5,2	REGULAR
1+000	1+100	R	H	0,5	0	3	1	0	0	5,6	REGULAR
1+200	1+300	R	H	0,5	0	3	1	0	0	5,6	REGULAR
1+400	1+500	R	H	0,5	0	3	1	0	0	5,6	REGULAR
1+600	1+700	R	H	1	0	4	1	0	0	4,2	MALO
1+800	1+900	R	H	1	0	6	1	0	1	1,4	MUY MALO
2+000	2+100	R	H	1	0	4	1	0	1	2,2	MUY MALO
2+200	2+300	R	H	1	0	5	1	0	1	1,8	MUY MALO
2+400	2+500	R	H	1	0	5	1	0	1	1,8	MUY MALO
2+600	2+700	R	H	1	0	5	1	0	1	1,8	MUY MALO
2+800	2+900	R	H	0,5	0	4	1	0	0	5,2	REGULAR
3+000	3+100	R	H	1	0	4	1	0	1	2,2	MUY MALO
3+200	3+300	R	H	0,5	0	3	1	0	0	5,6	REGULAR
3+400	3+500	R	H	0,5	0	3	1	0	0	5,6	REGULAR
3+600	3+700	R	H	0,5	0	6	1	0	0	4,3	MALO
3+800	3+900	R	H	0,5	0	3	1	0	0	5,6	REGULAR
4+000	RESULTADO PROMEDIO									4,0	MALO

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.3.4.- Resultados de la evaluación

**Tabla N°16: Resultados parciales del método (I.C.N.P), tramos San Pedro de Buena Vista – Rumicancha longitud 4km, tramo Tomatitas – Obrajes longitud 4km, tramo Tomatas Grande – Huancoiro longitud 4km, tramo San José de Charaja - Chaguaya longitud 4km**

Estado			Clima humedo					
Muy bueno			10 a 8					
Bueno			7,9 a 7					
Regular			6,9 a 5					
Malo			4,9 a 3,5					
Muy malo			3,4 a 1					
San Pedro de Buena Vista – Rumicancha			Tomatitas – Obrajes		Tomatas Grande - Huancoiro		San Jose de Charaja- Chaguaya	
N°	ICNP	Estado	ICNP	Estado	ICNP	Estado	ICNP	Estado
1	2,7	Muy malo	5,6	Muy malo	5,6	Regular	1,1	Muy malo
2	5,6	Regular	6,1	Regular	5,6	Regular	5,6	Regular
3	5,2	Regular	6,1	Regular	1,1	Muy malo	5,6	Regular
4	4,8	Malo	5,0	Malo	5,6	Regular	4,0	Malo
5	4,8	Malo	5,2	Regular	5,5	Regular	5,2	Regular
6	5,6	Regular	6,1	Regular	3,7	Malo	5,6	Regular
7	4,8	Malo	6,1	Regular	5,6	Regular	5,6	Regular
8	4,8	Malo	5,6	Regular	5,4	Regular	5,6	Regular
9	2,2	Muy malo	4,2	Malo	3,7	Malo	4,2	Malo
10	4,0	Malo	2,2	Muy malo	3,7	Malo	1,4	Muy malo
11	3,4	Malo	2,2	Muy malo	5,6	Regular	2,2	Muy malo
12	3,7	Malo	3,7	Malo	5,6	Regular	1,8	Muy malo
13	3,4	Malo	3,7	Malo	3,7	Malo	1,8	Muy malo
14	4,0	Malo	4,2	Malo	5,6	Regular	1,8	Muy malo
15	4,0	Malo	4,0	Malo	5,6	Regular	5,2	Regular
16	4,8	Malo	2,2	Malo	5,6	Regular	2,2	Muy malo
17	5,6	Regular	5,6	Regular	5,6	Regular	5,6	Regular
18	2,4	Muy malo	5,6	Regular	5,6	Regular	5,6	Regular
19	5,0	Regular	4,3	Malo	5,6	Regular	4,3	Malo
20	4,0	Malo	5,6	Regular	5,6	Regular	5,6	Regular
Valor medio	4,2	Malo	4,7	Malo	5,0	Regular	4,0	Malo

Fuente: Elaboración propia

### 3.4.- ESTADÍSTICA DE RESULTADOS

#### 3.4.1.- 'Tramo caminos municipales

**Tabla N°17: Análisis del conjunto de datos tramo. San Pedro de Buena Vista – Rumicancha longitud del tramo 4km**

N°de muestras	INCP= Xi	(Xi-X)^2
1	2,7	2,4
2	5,6	1,9
3	5,2	0,9
4	4,8	0,3
5	4,8	0,3
6	5,6	1,9
7	4,8	0,3
8	4,8	0,3
9	2,2	4,0
10	4,0	0,1
11	3,4	0,7
12	3,7	0,3
13	3,4	0,7
14	4,0	0,1
15	4,0	0,1
16	4,8	0,3
17	5,6	1,9
18	2,4	3,4
19	5,0	0,6
20	4,0	0,0

**Fuente:** Elaboración propia

Donde:

$$n=20$$

$$\sum (X_i - \bar{x})^2 = 20.4$$

**Calculo de la Media aritmética**  $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$

$$\bar{x} = 4.2$$

**Calculo de La varianza**

$$s^2 = \frac{\sum f(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

$$S^2 = 1.07$$

Calculo de la desviación estándar

$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{\frac{\sum f(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$S = 1.01$$

Calculo del coeficiente de variación

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} * 100$$

$$CV = 23.84 \%$$

**Tabla N°18: Resultados tramo. San Pedro de Buena Vista – Rumicancha**

<b>Varianza</b>	14,26
<b>Media</b>	4,2
<b>Desviación estándar</b>	1,01
<b>Coefficiente de variación</b>	23,84 %

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°19: Análisis del conjunto de datos tramo "Tomatitas – Obrajes"**

**longitud del tramo 4km**

<b>N° de muestras</b>	<b>INCP= Xi</b>	<b>(Xi-X)^2</b>
1	5,6	1,9
2	6,1	3,3
3	6,1	3,3
4	5,0	0,6
5	5,2	0,9
6	6,1	3,3
7	6,1	3,3
8	5,6	1,9
9	4,2	0,0
10	2,2	4,0
11	2,2	4,0
12	3,7	0,3
13	3,7	0,3
14	4,2	0,0
15	4,0	0,1
16	2,2	4,0
17	5,6	1,9
18	5,6	1,9
19	4,3	0,0
20	5,6	1,9

Fuente: Elaboración propia

Donde:

$$n=20$$

$$\sum (X_i - \bar{x})^2 = 37.1$$

**Calculo de la Media aritmética**  $\bar{x} = \frac{\sum X_i}{n}$

$$\bar{x} = 4.7$$

**Calculo de La varianza**

$$s^2 = \frac{\sum f(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

$$S^2 = 1.08$$

**Calculo de la desviación estándar**

$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{\frac{\sum f(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$S = 1.29$$

**Calculo del coeficiente de variación**

$$CV = \frac{S}{\bar{x}} * 100$$

$$CV = 27.6 \%$$

**Tabla N°20: Resultados Tomatitas – Obrajes**

<b>Varianza</b>	1,8
<b>Media</b>	4,7
<b>Desviación estandar</b>	1,29
<b>Coficiente de variación</b>	27,6%

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.4.2.-Tramo caminos departamentales

**Tabla N°21: Análisis del conjunto de datos tramo " Tomatas Grande - Huancoiro" longitud del tramo 4km**

N°de muestras	INCP= Xi	(Xi-X)^2
1	5,6	1,9
2	5,6	1,9
3	1,1	9,9
4	5,6	1,8
5	5,5	1,7
6	3,7	0,3
7	5,6	1,9
8	5,4	1,3
9	3,7	0,3
10	3,7	0,3
11	5,6	1,9
12	5,6	1,9
13	3,7	0,3
14	5,6	1,9
15	5,6	1,9
16	5,6	1,9
17	5,6	1,9
18	5,6	1,9
19	5,6	1,9
20	5,6	1,9

Fuente: Elaboración propia

Donde:

$$n=20$$

$$\sum (X_i - \bar{x})^2 = 39.2$$

Calculo de la Media aritmética  $\bar{x} = \frac{\sum X_i}{n}$

$$\bar{x} = 5$$

Calculo de La varianza

$$s^2 = \frac{\sum f(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

$$S^2 = 1.45$$

Calculo de la desviación estándar

$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{\frac{\sum f(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$S = 1.17$$

Calculo del coeficiente de variación  $CV = \frac{S}{\bar{X}} * 100$

$$CV = 23,48 \%$$

**Tabla N°22: Resultados Tomatas Grande - Huancoiro**

<b>Varianza</b>	1,45
<b>Media</b>	5,0
<b>Desviación estandar</b>	1,17
<b>Coeficiente de variación</b>	23.48

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°23: Análisis del conjunto de datos tramo " San Jose de Charaja-Chaguaya" longitud del tramo 4km**

<b>N° de muestras</b>	<b>ICNP= Xi</b>	<b>(Xi-X)^2</b>
1	1,1	9,9
2	5,6	1,9
3	5,6	1,9
4	4,0	0,1
5	5,2	0,9
6	5,6	1,9
7	5,6	1,9
8	5,6	1,9
9	4,2	0,0
10	1,4	8,2
11	2,2	4,0
12	1,8	5,9
13	1,8	5,9
14	1,8	5,9
15	5,2	0,9
16	2,2	4,0
17	5,6	1,9
18	5,6	1,9
19	4,3	0,0
20	5,6	1,9

Fuente: Elaboración Propia

**Donde:**

$$n=20$$

$$\sum (X_i - \bar{x})^2 = 61.1$$

**Calculo de la Media aritmética**  $\bar{x} = \frac{\sum X_i}{n}$

$$\bar{x} = 4$$

**Calculo de La varianza**

$$s^2 = \frac{\sum f(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

$$S^2 = 3.16$$

**Calculo de la desviación estándar**

$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{\frac{\sum f(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$S = 1.73$$

**Calculo del coeficiente de variación**

$$CV = \frac{S}{\bar{x}} * 100$$

$$CV = 43,20 \%$$

**Tabla N°24: Resultados San José de Charaja - Chaguaya**

<b>Varianza</b>	3,16
<b>Media</b>	4,0
<b>Desviación estandar</b>	1,73
<b>Coeficiente de variación</b>	43,20 %

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.5.- ANALISIS DE RESULTADOS

#### Análisis estadístico del conjunto de datos

En la siguiente tabla veremos el porcentaje del coeficiente de variación para el conjunto de datos de los tramos evaluados

**Tabla N°25: Coeficiente de variación para los diferentes tramos evaluados**

Tramos evaluados	Coeficiente de variación
San Pedro de Buena Vista – Rumicancha	23.84 %
Tomatitas – Obrajes	27.60 %
Tomatas Grande - Huancoiro	23.48 %
San jose de Charaja- Chaguaya	43.20 %

**Fuente:** Elaboración propia

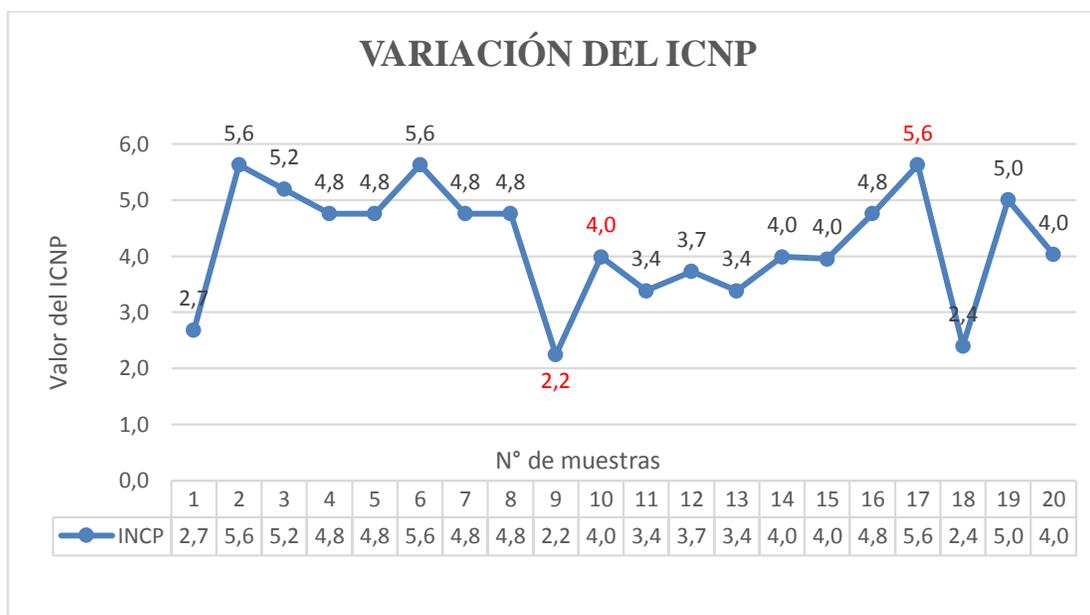
Este coeficiente se expresa en porcentaje. Se considera que un coeficiente de variación menor a 50% significa baja dispersión, Es decir que la media aritmética es una buena representación de un conjunto de datos .si es mayor a 50% significa alta dispersión, la media en tal caso no es una buena representación

**Fuente:** Estadística I .ing Víctor Chungara Castro

Como se puede observar en la tabla N°11 el conjunto de datos del tramo **San Pedro de Buena Vista – Rumicancha**. tiene un coeficiente de variación **CV=23,84 %** lo que significa que la media es una buena representación del conjunto de datos, el tramo **Tomatitas – Obrajes**, tiene un coeficiente de variación **CV=27,60 %** lo que significa que también la media tiene una buena representación del conjunto de datos, el tramo **Tomatas Grande – Huancoiro**, tiene un coeficiente de variación de **CV=23,48%** lo que significa que también la media tiene una buena representación del conjunto de datos, el tramo **San jose de Charaja- Chaguaya**, tiene un coeficiente de variación de **CV=43,20%** lo que significa que también la media tiene una buena representación del conjunto de datos

**Para Los cuatro tramos evaluados la media es una buena representación ya que el coeficiente de variación es menor al 50%**

**Grafica N°12: Variación del ICNP Tramo San Pedro de Buena Vista – Rumicancha. Longitud del tramo 4 km**



**Fuente:** Elaboración propia

En la gráfica podemos observar el valor máximo del **ICNP=5,6** que nos da un estado del camino regular también nos da un valor mínimo **ICNP=2,2** que nos da un estado del camino muy malo también nos da un valor medio **ICNP=4** lo nos indica que el estado del camino está malo, se tomara el valor medio ya que se calculó el coeficiente de variación de este conjunto de datos **CV=23,84%** que nos indica que la media es representativa

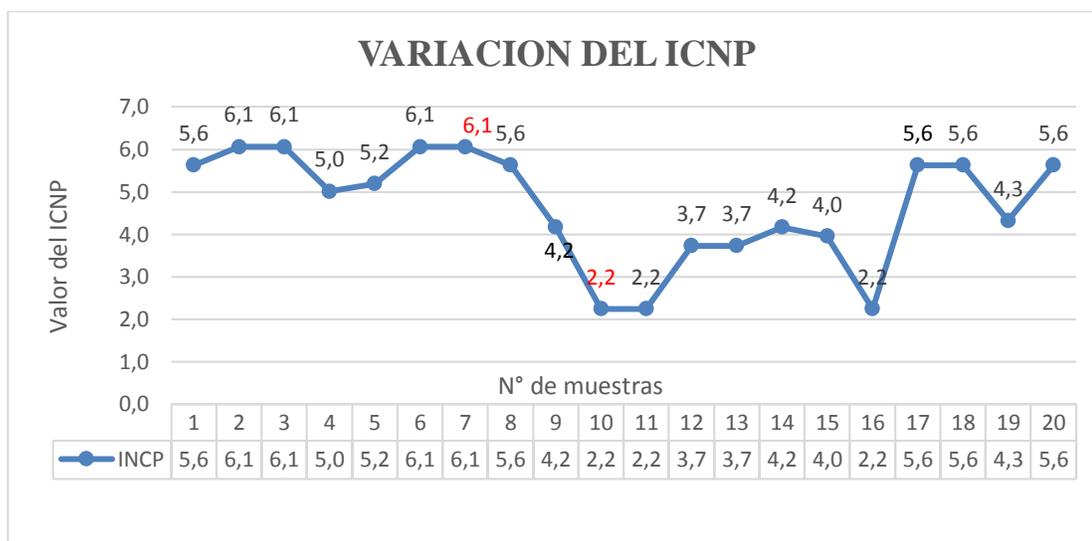
**Tabla N°26: Macroacciones” de conservación asociadas a los distintos estados tramo San Pedro de Buena Vista – Rumicancha**

Estado del Camino	Macroacción	Ejemplo Acciones Asociadas
Muy Bueno	Rutinaria	Limpieza de faja y fosos reperfilado
Bueno	Rutinaria	
Regular	Rehabilitación	Reperfilado, bacheo, recebo, corrección perfil transversal
Malo	Rehabilitación	
Muy malo	Reconstrucción	Reemplazando suelo fundación, recebo perfil transversal

**Fuente:** Estudio Modelos de Deterioro en Caminos No Pavimentados

En la tabla podemos identificar la macroaccion o el mantenimiento del **Tramo San Pedro de Buena Vista – Rumicancha. Longitud del tramo 4 km**, se debe realizar una rehabilitación del camino

**Grafica N°13: Variación del ICNP tramo Tomatitas – Obrajes. Longitud del tramo 4 km**



Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica podemos observar el valor máximo del **ICNP= 6,1** que nos da un estado del camino regular también nos da un valor mínimo **ICNP= 2,2** que nos da un estado del camino muy malo también nos da un valor medio **ICNP= 4,7** lo nos indica que el estado del camino está malo, se tomara el valor medio ya que se calculó el coeficiente de variación de este conjunto de datos **CV=27,60%** que nos indica que la media es representativa

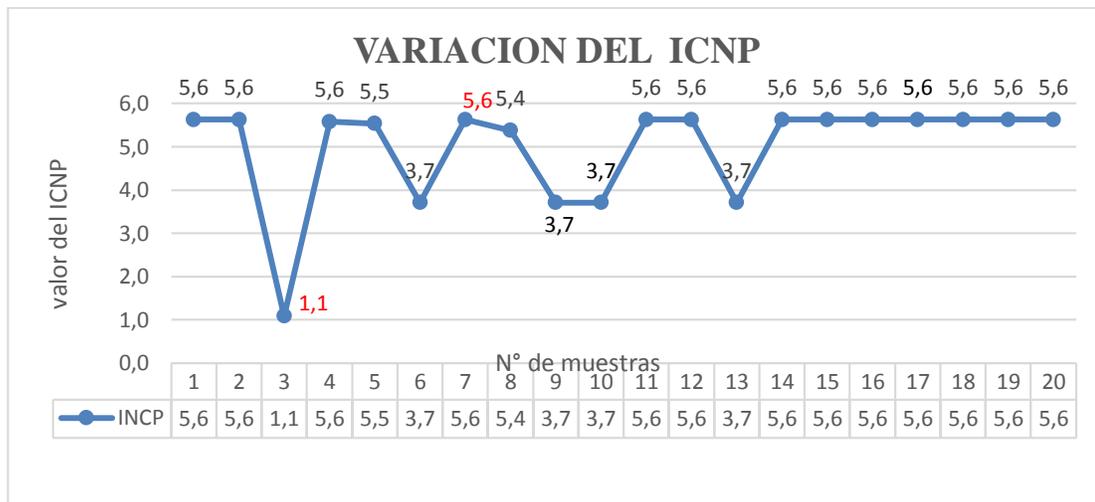
**Tabla N°27: Macroacciones” de conservación asociadas a los distintos estados tramo Tomatitas – Obrajes**

Estado del Camino	Macroacción	Ejemplo Acciones Asociadas
Muy Bueno	Rutinaria	Limpieza de faja y fosos reperfilado
Bueno	Rutinaria	
Regular	Rehabilitación	Reperfilado, bacheo, recebo, corrección perfil transversal
Malo	Rehabilitación	
Muy malo	Reconstrucción	Reemplazando suelo fundación, recebo perfil transversal

Fuente: Estudio Modelos de Deterioro en Caminos No Pavimentados

En la tabla N°27 podemos identificar la macroaccion o el mantenimiento del **Tramo Tomatitas - obrajes Longitud del tramo 4 km**, se debe realizar una rehabilitación del camino

**Grafica N°14: Variación del ICNP tramo Tomatas Grande - Huancoiro**  
longitud del tramo 4km



**Fuente:** Elaboración propia

En la gráfica podemos observar el valor máximo del **ICNP= 5,6** que nos da un estado del camino regular también nos da un valor mínimo **ICNP= 1,1** que nos da un estado del camino muy malo también nos da un valor medio **ICNP= 5** lo nos indica que el estado del camino está **regular**, se tomara el valor medio ya que se calculó el coeficiente de variación de este conjunto de datos **CV=23,48%** que nos indica que la media es representativa

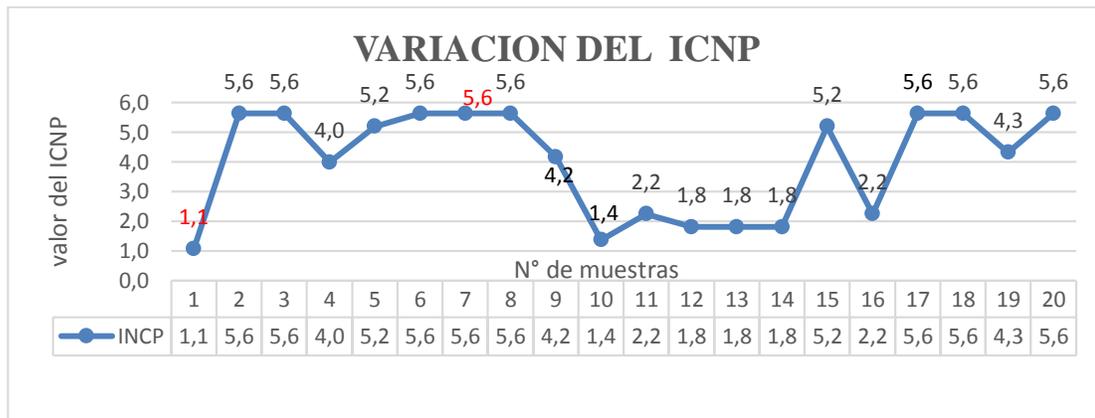
**Tabla N°28: Macroacciones” de conservación asociadas a los distintos estados**  
tramo Tomatas Grande - Huancoiro

Estado del Camino	Macroacción	Ejemplo Acciones Asociadas
Muy Bueno	Rutinaria	Limpieza de faja y fosos reperfilado
Bueno	Rutinaria	
Regular	Rehabilitación	Reperfilado, bacheo, recebo, corrección perfil transversal
Malo	Rehabilitación	
Muy malo	Reconstrucción	Reemplazando suelo fundación, recebo perfil transversal

**Fuente:** Estudio Modelos de Deterioro en Caminos No Pavimentados

En la tabla N°28 podemos identificar la macroaccion o el mantenimiento del **Tramo Tomatas Grande - Huancoiro** longitud del tramo 4km se debe realizar una rehabilitación del camino

**Grafica N°15: Variación del ICNP tramo San jose de Charaja- Chaguaya longitud del tramo 4 km**



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica podemos observar el valor máximo del **ICNP= 5,6** que nos da un estado del camino regular también nos da un valor mínimo **ICNP= 1,1** que nos da un estado del camino muy malo también nos da un valor medio **ICNP= 4** lo nos indica que el estado del camino está **malo** se tomara el valor medio ya que se calculó el coeficiente de variación de este conjunto de datos **CV=43,20%** que nos indica que la media es representativa

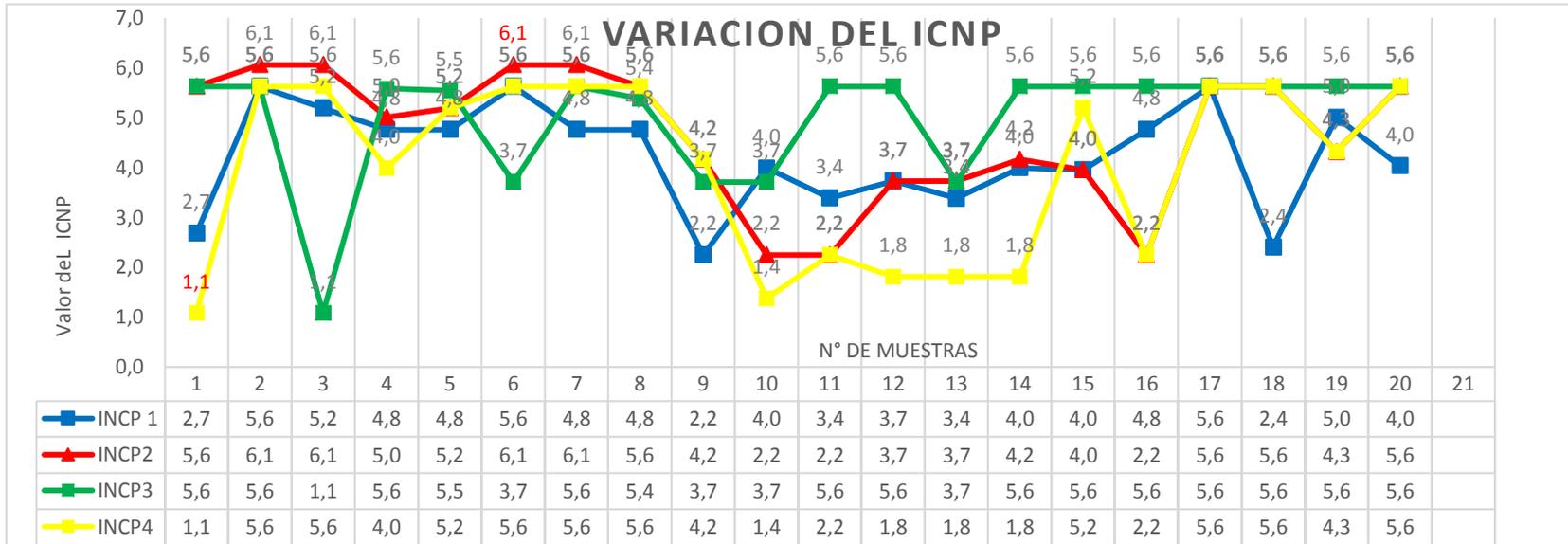
**Tabla N°29: Macroacciones” de conservación asociadas a los distintos estados tramo San Jose de Charaja - Chaguaya**

Estado del Camino	Macroacción	Ejemplo Acciones Asociadas
Muy Bueno	Rutinaria	Limpieza de faja y fosos reperfilado
Bueno	Rutinaria	
Regular	Rehabilitación	Reperfilado, bacheo, recebo, corrección perfil transversal
Malo	Rehabilitación	
Muy malo	Reconstrucción	Reemplazando suelo fundación, recebo perfil transversal

Fuente: Estudio Modelos de Deterioro en Caminos No Pavimentados

En la tabla podemos identificar la macroaccion o el mantenimiento del **tramo San Jose de Charaja- Chaguaya longitud del tramo 4 km**, se debe realizar una rehabilitación del camino

**Grafica N°16: Variación del índice de condición de estado para caminos no pavimentados ICNP, tramos San Pedro de Buena Vista – Rumicancha longitud 4 km, Tramo Tomatitas – Obrajes longitud 4 km, Tramo Tomatas Grande - Huancoiro longitud 4 km Tramo San Jose de Charaja – Chaguaya longitud 4 km**



Fuente: Elaboración propia

- Tramo San Pedro de Buena Vista – Rumicancha longitud del tramo 4km
- Tramo Tomatitas – Obrajes longitud del tramo 4km
- Tramo Tomatas Grande - Huancoiro longitud del tramo 4km
- Tramo San Jose de Charaja - Chaguaya longitud

En la gráfica N°16 Podemos observar la variación de todos los índices de los caminos no pavimentados (ICNP) de los cuales podemos obtener un valor máximo ICNP=6,1 y un valor mínimo ICNP=1,1 y un valor medio de ICNP=4,5

**Tabla N°30: Valor general del ICNP de todos los caminos evaluados**

Tramos evaluados	Valor general del ICNP	
San Pedro de Buena Vista – Rumicancha	ICNP. maximo	6,1
Tomatitas – Obrajes	ICNP. medio	4,5
Tomatas Grande - Huancoiro		
San jose de Charaja- Chaguaya	ICNP. minimo	1,1

**Fuente:** Elaboración propia

Entonces con los datos obtenidos podemos indicar que los 4 caminos en estudio tienen un ICNP con un rango entre (1,1 - 6.1) es decir q tienen un estado desde muy malo a regular

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1.- CONCLUSIONES

- En este estudio se aplicó una metodología para evaluar la condición de estado de los caminos no pavimentados de los tramos San Pedro de Buena Vista – Rumicancha , tramo Tomatitas – Obrajes”, tramo Tomatas Grande - Huancoiro” tramo San Jose de Charaja - Chaguaya” dando como resultado los índices de condición de estado para cada tramo ICNP=4,2 ICNP=4,7 ICNP=5 ICNP= 4 así también el estado en que se encuentran cada uno de ellos que están entre malo a regular y el tipo de mantenimiento que en este caso se realizaría una rehabilitación a los cuatro tramos
- De todos los caminos estudiados su valor de su ICNP está entre un rango de 6,1 y un valor mínimo de 1,1 por lo tanto todas las carreteras estudiadas están con índices que se encuentran en este rango

**Tabla N°31: Resultados finales del método ICNP**

Tramos evaluados	coeficiente de variacion	ICNP .MEDIO	valor general del ICNP	
San Pedro de Buena Vista – Rumicancha	23.84 %	4,2	ICNP. maximo	6,1
Tomatitas – Obrajes	27.60 %	4,7	ICNP. medio	4,5
Tomatas Grande - Huancoiro	23.48 %	5		
San jose de Charaja- Chaguaya	43.20 %	4	ICNP. minimo	1,1

- De este modo, el cálculo de la estadística nos demuestra que la media es representativa del conjunto de datos ,ya que el coeficiente de variación es menor al 50% en todos los tramos estudiados
- Dentro del análisis expuesto debemos tener en cuenta al momento de planificar el mantenimiento, los valores mínimos del cálculo parcial de los INCP que están entre un rango (1-3,4) q son las muestras que presentan mayor deterioro en el conjunto de datos
- Vale la pena destacar que la presente estudio solo pretendía servir de apoyo al sistema actual de administración del mantenimiento (SAM) utilizado por la

S.E.D.E.C.A, en cuanto a superar la falencia que presentaba al realizar la detección de necesidades de conservación.

- La pérdida de agregado es de mucha incidencia en los tramos de estudio ya que se generan por el constante paso de vehículos sobre la superficie de circulación como resultado los agregados gruesos se depositan junto a los surcos de las ruedas y en la mayoría en los bordes de la plataforma

#### **4.2.- RECOMENDACIONES**

- Para realizar el INCP se recomienda que el evaluador tiene que tener un amplio conocimiento del manual fallas y saber clasificar sus severidades correspondientes, para efectuar el levantamiento de fallas pero anterior a ello elegir los tramos de evaluación el ancho de calzada de la vía para así tener un tramo correcto y poder evaluar al mismo. Con la medición de todas la fallas se procederá al cálculo y con ello poderlas clasificar mediante los rango del Manual del INCP y teniendo eso datos se procede a sacar un promedio final para saber el estado actual en el que se encuentra la vía.
- Al momento de ir a realizar las mediciones se deben llevar artículos de seguridad personal y señalización adecuada para evitar accidentes de tránsito
- El mantenimiento debe planificarse y ejecutarse de forma efectiva según el requerimiento ya que al no ser asistida influye en el nivel de severidad de los diferentes daños que se presentan en el camino
- Realizar la reparación de las fallas más severas de manera profunda para así garantizar un buen trabajo, dando de esta manera seguridad y confort al usuario.
- Hay que recordar que se ha propuesto solo la detección de necesidades de mantención para la superficie de rodadura de los caminos, no así la de los elementos de seguridad. Para éstos se debe hallar otro tipo de políticas de mantención sistemática, o bien homologarlo con respecto al utilizado en vías pavimentadas, pues constituyen parte Importante del nivel de servicio ofrecido al usuario.





