



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DEL MANTENIMIENTO RUTINARIO Y  
PROPUESTA DE PAVIMENTO ECONÓMICO DEL TRAMO  
HUARZA - COLQUE - UNIÓN DEL DISTRITO DE  
PUCARA - LAMPA - PUNO, 2017**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. FIDEL MAMANI PUMA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**PUNO – PERÚ**

**2019**



## DEDICATORIA

Al creador de todas las cosas, por los triunfos  
y momentos difíciles que me han enseñado y  
ayudado a valorar cada día de mi vida.

A mis padres y hermanos, por el apoyo  
incondicional en todo momento de mi vida.

*Fidel Mamani Puma*



## AGRADECIMIENTOS

- Estas líneas son para expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han apoyado en la ejecución del presente trabajo, en especial a mi asesor ing. Samuel Huaquisto Cáceres y jurados: M.C. Gino Frank Laque Cordova, ing. Néstor Eloy Gonzales Sucasaire, ing. Gleny Zoila de la Riva Tapia, por todos sus conocimientos transmitido.
- También quiero dar las gracias a los compañeros de estudio que me han apoyado en la recolección de datos necesarios para el presente trabajo.
- A todos ellos, muchas gracias.

*Fidel Mamani Puma*



## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
<b>ACRÓNIMOS</b>	
<b>RESUMEN .....</b>	<b>11</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>13</b>
1.1.1. Descripción de la realidad problemática .....	13
<b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>15</b>
1.2.1. Problema general.....	15
1.2.2. Problemas específicos.....	15
<b>1.3. OBJETIVOS.....</b>	<b>16</b>
1.3.1. Objetivo general.....	16
1.3.2. Objetivos específicos.....	16
<b>1.4. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>17</b>
1.4.1. Justificación teórica.....	17
1.4.2. Justificación práctica.....	17
1.4.3. Justificación económica.....	18
1.4.4. Justificación social.....	18
1.4.5. Justificación metodológica.....	18
1.4.6. Justificación legal.....	18
1.4.7. Justificación investigativa.....	19
<b>1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES.....</b>	<b>19</b>
<b>1.6. VIABILIDAD DEL ESTUDIO .....</b>	<b>20</b>



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

<b>2.1. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>21</b>
2.1.1. Antecedentes. ....	21
<b>2.2. BASES TEÓRICAS .....</b>	<b>26</b>
2.2.1. Mantenimiento vial.....	29
2.2.2. Carreteras.....	31
2.2.3. Carreteras no pavimentadas.....	32
2.2.4. Tipos de deterioros/fallas y niveles de gravedad.....	33
2.2.5. Deterioro/falla 1: Deformación. ....	33
2.2.6. Deterioro/falla 2: Erosión. ....	36
2.2.7. Deterioro/falla 3: Baches (huecos). ....	38
2.2.8. Deterioro/falla 4: Encalaminado. ....	40
2.2.9. Deterioro/Falla 5: Lodazal y cruce de agua.....	41
2.2.10. Proceso de los datos básicos de daños.....	42
2.2.11. Estudio de Trafico. ....	46
2.2.12. Criterios a considerar para un estudio de tráfico vehicular. ....	46
2.2.12.1. Métodos de conteo.....	46
2.2.12.2. Estaciones de control. ....	47
2.2.12.3. Selección de estaciones. ....	48
2.2.12.4. Factor de corrección en estudio de tráfico.....	49
2.2.12.5. Índice medo diario anual (IMDA).....	50
2.2.13. Estudio geotécnico. ....	52
2.2.14. Diseño de afirmado. ....	55
2.2.15. Catálogo estructural de superficie de rodadura. ....	56
2.2.16. Slurry Seal .....	57
2.2.16.1. Clasificación Lechada Slurry Seal.....	58
2.2.16.2. Ventajas .....	59
2.2.16.3. Componentes. ....	60
2.2.16.4. Camión Slurry Seal.....	61
<b>2.3 . MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>61</b>



### CAPÍTULO III

#### MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	64
3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	64
3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	64
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	64
3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE .....	65
3.6. PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS. ....	65
3.7. TÉCNICAS DE PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS. ....	66
3.8. PROCEDIMIENTO.....	66

### CAPÍTULO IV

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS.....	77
4.2. DISCUSIÓN .....	84
V. CONCLUSIONES.....	85
VI. RECOMENDACIONES .....	86
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87
ANEXOS.....	89

**ÁREA :** Transporte.

**TEMA :** Evaluación del Mantenimiento Rutinario.

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Transportes y Gestión Vial.

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 06 de diciembre 2019.



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1:</b> Símbolos del sistema vial.....	27
<b>Figura 2:</b> Composición de la Red vial del Perú Porcentual.....	28
<b>Figura 3:</b> Sección de un pavimento típico.....	32
<b>Figura 4:</b> Sección de una carretera no pavimentada.....	32
<b>Figura 5:</b> Gravedad 1: Huellas/Hundimientos Sensibles al Usuario, pero < 5 cm.....	35
<b>Figura 6:</b> Gravedad 2: Huellas/Hundimientos Entre 5 cm y 10 cm.....	35
<b>Figura 7:</b> Gravedad 3: Huellas/Hundimientos $\geq$ 10 cm.....	36
<b>Figura 8:</b> Gravedad 1: Sensible al Usuario, Pero Profundidad < 5 cm.....	37
<b>Figura 9:</b> Gravedad 2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm.....	37
<b>Figura 10:</b> Gravedad 3: Profundidad $\geq$ 10 cm.....	38
<b>Figura 11:</b> Gravedad 1: Pueden Repararse por Mantenimiento Rutinario.....	39
<b>Figura 12:</b> Gravedad 2: Necesita Una Capa de Material Adicional.....	39
<b>Figura 13:</b> Necesita una reconstrucción.....	40
<b>Figura 14:</b> Sensible al Usuario, pero < 5 cm.....	41
<b>Figura 15:</b> Lodazal.....	42
<b>Figura 16:</b> Cruce de agua.....	42
<b>Figura 17:</b> Determinación de espesor de afirmado.....	57
<b>Figura 18:</b> Diagrama de una típica mezcladora para lechadas asfálticas.....	61
<b>Figura 19:</b> Ubicación específica del tramo.....	75
<b>Figura 20:</b> Calificación de los Tramos de 500m.....	78
<b>Figura 21:</b> Porcentajes que requiere el tramo en mantenimiento.....	78
<b>Figura 22:</b> Volúmenes de vehículos diarios.....	79
<b>Figura 23:</b> Curva para la determinación de espesor de la capa del afirmado.....	81



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1:</b> Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), (Diciembre 2012).....	28
<b>Tabla 2:</b> Deterioros o fallas de las carreteras no pavimentadas. ....	33
<b>Tabla 3:</b> Clase de Extensión de los Deterioros/Fallas de las Carreteras no Pavimentadas. ....	43
<b>Tabla 4:</b> Clase de densidad de los baches (Huecos).....	43
<b>Tabla 5:</b> Calificación para cada tipo de deterioro o fallas de la capa de rodadura por secciones de 500m de carretera afirmadas .....	44
<b>Tabla 6:</b> Calificación de condición .....	45
<b>Tabla 7:</b> Tipos de condición según calificación .....	45
<b>Tabla 8:</b> Elección de ejecución de mantenimiento según calificación.....	45
<b>Tabla 9:</b> Categorías de sub rasante .....	54
<b>Tabla 10:</b> Tipo de afirmado .....	56
<b>Tabla 11:</b> Especificación Granulométrica dependiendo del tipo de lechada .....	59
<b>Tabla 12:</b> Especificaciones técnicas para mortero asfaltico.....	60
<b>Tabla 13:</b> Operacionalización de variable .....	65
<b>Tabla 14:</b> Calificación de Estado de Transpirabilidad del Camino Vecinal (500m). ..	76
<b>Tabla 15:</b> Promedio de calificación y recomendación de mantenimiento .....	77
<b>Tabla 16:</b> Resultado del conteo de tráfico de Vehículos.....	79
<b>Tabla 17:</b> Índice máximo diario anual .....	80
<b>Tabla 18:</b> Características de Cantera para el Afirmado. ....	80
<b>Tabla 19:</b> Número de repetición de ejes equivalente .....	81
<b>Tabla 20:</b> Materiales de componentes de los sellos de lechada asfáltica. ....	82



<b>Tabla 21:</b> Resumen de especificaciones para los agregados finos, utilizados en la construcción de lechada asfáltica.....	83
<b>Tabla 22:</b> Granulometría de la lechada de tipo II.....	83
<b>Tabla 23:</b> Resultados % de la dosificación. ....	84



## ACRÓNIMOS

**C.B.R** : California Bearing Ratio.

**CEPAL** : Comisión Económica Para América Latina.

**DGCF** : Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.

**FC** : Factor de Corrección Estacional.

**IMDA** : Índice Medio Diario Anual.

**IMDS** : Índice Medio Diario Semanal.

**IVPL** : Instituto Vial Provincial de Lampa.

**MTC** : Ministerio de Transporte y Comunicación.

**NAASRA** : National Association of Australian State Road Authorities.

**OMS** : Organización Mundial de Salud.

**PMS** : Pavement Management System.

**SGP** : Sistema de Gestión de Pavimentos.

**SINAC** : Sistema Nacional de Carreteras.



## RESUMEN

Este estudio titulado “Evaluación del mantenimiento rutinario y propuesta de pavimento económico del tramo HUARZA-COLQUE-UNIÓN del distrito de Pucara-Lampa-Puno, 2017” teniendo como objetivo general de Ejecutar la evaluación del mantenimiento rutinario y propuesta de pavimento económico del tramo HUARZA-COLQUE-UNIÓN del distrito de Pucara-Lampa-Puno-2017, Ejecutado en el distrito de Pucara Provincia de Lampa y departamento de Puno-Perú, Trabajado con el tramo HUARZA-COLQUE-UNIÓN. Utilizando las fichas proporcionadas por la guía para el cumplimiento de la meta 40 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Además, este estudio fue realizado bajo un diseño descriptivo simple, llegando a un resultado que el estado de transitabilidad es regular y su nivel de intervención del camino vecinal que se debería realizar el mantenimiento periódico.

**Palabras clave:** Inventario, transitabilidad, nivel de intervención.



## ABSTRACT

This study entitled "Evaluation of the routine maintenance and proposal of economic pavement of the HUARZA-COLQUE-UNIÓN section of the district of Pucara-Lampa-Puno, 2017" with the general objective of Executing the evaluation of the routine maintenance and proposal of economic pavement of the HUARZA-COLQUE-UNIÓN of the Pucara district -Lampa-Puno-2017, Executed in the district of Pucara, Province of Lampa and department of Puno-Peru, Worked with the section HUARZA-COLQUE-UNIÓN. Using the cards provided by the guide for the fulfillment of goal 40 of the Ministry of Transport and Communications. In addition, this study was carried out under a simple descriptive design, reaching a result that the state of trafficability is regular and its intervention level of the neighborhood road that should be carried out periodic maintenance.

**Keywords:** Inventory, passability, level of intervention.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1.1 Descripción de la realidad problemática

En el mundo entero existe muchas vías que se encuentran en mal estado generando accidentes y demás molestias, la Organización Mundial de Salud (OMS) en un reporte del año 2018 indica que las muertes por accidentes de tránsito continúan aumentando, con un promedio anual de 1,35 millones de muertes además destaca que las lesiones causadas por el tránsito son ahora la principal causa de muerte de niños y jóvenes de 5 a 29 años.

En América Latina se puede observar un gran descuido de las vías, estando en un estado muy malo y la Comisión Económica Para América Latina (CEPAL) en un reporte del 2005 indica que en los países de América Latina entre el año 2000 y el 2020, el número de víctimas mortales por el tránsito crecerá en un 48%, además constituyen un problema global que afecta a todos los sectores de la sociedad.

En el Perú los caminos vecinales son las más largas que consta de 90,232.73 Km y está en un pésimo estado por muchos factores además están a cargo de su mantenimiento el Ministerio de Transporte y Comunicación (MTC) a pesar que esta institución hace el esfuerzo de mantener las vías en un buen estado invirtiendo una buena cantidad de presupuesto anual, esto no es suficiente ya que estas se encuentran en un mal estado y una mala práctica del mantenimiento.



En la región de Puno la red vial departamental en la infraestructura vial, ha alcanzado un estado deficiente de transitabilidad, por una inadecuada atención en los programas de mantenimiento vial, ocasionado por una descoordinación entre las entidades responsables de la conservación vial en la jurisdicción regional, destinándose limitados recursos financieros con ausencia de proyectos de gestión vial lo que genera un creciente deterioro de las características físicas de las carreteras departamentales.

### **Problema**

El tramo HUARZA-COLQUE-UNIÓN de una longitud de 22.00 Km, distrito de Pucara-Lampa-Puno. Se encuentra en un estado deplorable intransitable esto dificulta, que los pobladores puedan tener un acceso rápido y oportuno a los servicios básicos de salud, educación y otros, además dificulta el transporte de los productos a los mercados provinciales y regionales para la comercialización de sus productos, elevando los costos considerablemente. A pesar que en este tramo se realiza el mantenimiento rutinario desde 1997.

Las distancias y el mal estado de la trocha carrozable generan un mayor costo para los pobladores (tiempo de viaje, costos operativos de transporte, accidentes, etc.)

### **Causa**

En este problema que se ha identificado hay muchas causas de distintos índole, pero para este estudio se ha detectado, que no cuenta con el inventario de condición vial dicho tramo.



## **Consecuencia**

Si esta situación problemática continuara presentándose de esta manera ocasionaran en la zona accidentes y aislamiento de los pueblos y esto genera pobreza en la zona, desnutrición de los niños. De las cuales para nuestro país genera mayor gasto.

## **Aporte**

Para este problema se propone realizar el inventario de condición vial del tramo HUARZA-COLQUE-UNIÓN.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1 Problema general.**

¿Cuál es la evaluación del mantenimiento rutinario y propuesta de pavimento económico del tramo HUARZA-COLQUE-UNIÓN del distrito de Pucara-Lampa-Puno-2017?

### **1.2.2 Problemas específicos.**

- ¿Cuál es la evaluación del mantenimiento rutinario y propuesta de pavimento económico del tramo HUARZA-COLQUE-UNIÓN del distrito de Pucara-Lampa-Puno-2017 según itinerario?
- ¿Cuál es la evaluación del mantenimiento rutinario y propuesta de pavimento económico del tramo HUARZA-COLQUE-UNIÓN del distrito de Pucara - Lampa-Puno-2017 según fallas?
- ¿Cuál es el diseño del afirmado del el mantenimiento rutinario y propuesta de pavimento económico del tramo HUARZA-COLQUE-UNIÓN del distrito de Pucara-Lampa-Puno-2017?



- ¿Cuál es el tratamiento superficial Slurry Seal en el mantenimiento rutinario y propuesta de pavimento económico del tramo HUARZA-COLQUE-UNIÓN del distrito de Pucara-Lampa-Puno-2017?

### **1.3 OBJETIVOS.**

#### **1.3.1 Objetivo general.**

Evaluar el mantenimiento rutinario y propuesta de pavimento económico del tramo HUARZA-COLQUE-UNIÓN del distrito de Pucara-Lampa-Puno-2017, mediante el inventario de condición vial.

#### **1.3.2 Objetivos específicos.**

- Evaluar el mantenimiento rutinario y propuesta de pavimento económico del tramo HUARZA-COLQUE-UNIÓN del distrito de Pucara-Lampa-Puno-2017, según itinerario, mediante las fichas proporcionadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Evaluar el mantenimiento rutinario y propuesta de pavimento económico del tramo HUARZA-COLQUE-UNIÓN del distrito de Pucara-Lampa-Puno-2017, según fallas, mediante las fichas proporcionadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Diseñar el afirmado del el mantenimiento rutinario y propuesta de pavimento económico del tramo HUARZA-COLQUE-UNIÓN del distrito de Pucara-Lampa-Puno-2017.



- Aplicar el tratamiento superficial Slurry Seal en el mantenimiento rutinario y propuesta de pavimento económico del tramo HUARZA-COLQUE-UNIÓN del distrito de Pucara-Lampa-Puno-2017.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN.**

### **1.4.1 Justificación teórica.**

Las carreteras vecinales o rurales es decir sus superficie de rodadura sin afirmar, las que posibilita la conexión a las zonas rurales del país, es la más extensa de las tres redes viales que conforman el sistema nacional de carreteras del país también la más abandonada y es parte del desarrollo de los pueblos es por eso que el ministerio de transporte y comunicación a través de Provias descentralizado empiecen a mejorar las vías realizando el mantenimiento rutinario y periódico en caminos vecinales en todo nuestro país. Publicando una serie de instructivos que se dan durante el año.

### **1.4.2 Justificación práctica.**

Con el inventario de condición vial, que contiene el conjunto de documentos Oficiales de información técnica, obtenida en mediciones de campo, en las que se identifican y registran las características y estado de las vías que conforman el Sistema Nacional de Carreteras, constituye la fase de planeamiento de la gestión de la infraestructura vial, y que, en función a la priorización de inversiones, permite realizar y/o actualizar inventarios viales, siendo éstos:

- i) De carácter básico, cuyo objetivo es obtener o actualizar información relativa a la ubicación, longitud, características geométricas generales, tipo de superficie de rodadura, clasificación o jerarquización, estado situacional general;



- ii) De carácter calificado, cuyo objetivo es obtener información actualizada y detallada de todos los elementos conformantes de la vía. Además, es aplicable a cualquier vía de nuestro país.

#### **1.4.3 Justificación económica.**

Este estudio nos facilitara la forma adecuada de invertir en los mantenimientos de acuerdo a las características de la vía y jerarquización dando un ahorro a nuestro país considerando que las vías son consideradas un patrimonio de nuestra nación y que tiene un gran valor para la sociedad.

#### **1.4.4 Justificación social.**

Esta justificación social, ayuda a las personas a socializar y comunicarse con los pobladores de su entorno, además ayuda a un desarrollo de los pobladores, por otra parte, su buen estado genera un impacto social de los pobladores y visitantes.

#### **1.4.5 Justificación metodológica.**

Este estudio no cuenta con justificación metodológica porque no se va crear ningún instrumento.

#### **1.4.6 Justificación legal.**

También cuenta con la justificación legal puesto que cuenta con la ley N°27181 ley general de transporte, a partir de esta ley se generan varias resoluciones directorales por el ministerio de transportes y comunicaciones.



#### **1.4.7 Justificación investigativa.**

Pues los resultados darán pie a que se continúen los estudios en este campo y quizá se puedan estudiar otras variables que acá no se han considerado y con otros grupos de persona.

#### **1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES.**

En esta investigación tiene un alcance social, para alcanzar los objetivos de beneficiar a la población aledaña al tramo HUARZA-COLQUE-UNIÓN.

Así mismo cuenta con un alcance geográfico o espacial que considera al área de influencia del proyecto donde se realiza HUARZA-COLQUE-UNIÓN distrito de Pucara provincia de Lampa departamento de Puno.

En cuanto al alcance temporal este se refiere a que se realizara el presente estudio en el año 2018 y en los meses de noviembre diciembre.

Este estudio tiene limitaciones ya que no hay muchos estudios realizados sobre el tema elegido, en cuanto al tramo ya que se realizó en el tramo HUARZA-COLQUE-UNIÓN. No puede generalizarse a otros ámbitos. Así mismo, hay limitaciones en lo referente a las variables, puesto que en el tramo existen muchas variables interesantes que se pueden investigar.

Por otro lado, es necesario mencionar la poca voluntad de algunas personas de la oficina de instituto vial provincial aduciendo la falta de tiempo, los pocos cambios que ellos creen que pueden ver en su entorno, además del temor ante los resultados. Es por estas razones que se deja abierta la posibilidad de que otros investigadores amplíen o profundicen en el estudio presente.



## 1.6 VIABILIDAD DEL ESTUDIO

Este es un estudio viable en la medida que se pudo lograr las autorizaciones respectivas para poder recoger los datos necesarios para poder realizar el inventario de condición vial.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1 Antecedentes.

###### **Antecedentes nacionales.**

Aza (2009) en su estudio en la región acerca del estado situacional vial titulado Gestión de conservación vial en la infraestructura regional, El Deterioro de la red vial departamental en la infraestructura vial de la Región Puno, ha alcanzado un estado deficiente de transitabilidad, por una inadecuada atención en los programas de mantenimiento vial, ocasionado por una descoordinación entre las entidades responsables de la conservación vial en la jurisdicción regional, destinándose limitados recursos financieros con ausencia de proyectos de gestión vial lo que genera un creciente deterioro de las características físicas de las carreteras departamentales. Se plantea la necesidad de una adecuada gestión de conservación en la infraestructura regional, el objetivo es contribuir al desarrollo de la región Puno, que tiene características propias por su ubicación geográfica en el país, con el propósito de lograr un adecuado Nivel de servicio garantizando una transitabilidad permanente, identificando las causas del deterioro, determinando la incidencia de factores de eficacia y eficiencia institucional e identificando las condiciones de adecuación de los procedimientos de gestión de conservación vial en la Región Puno. Llegando a un resultado de definir áreas de evaluación y ordenamiento de las diversas variables, por lo que se aplicó la técnica de análisis de regresión múltiple mediante el paquete Statistica Análisis System.



Balboa (2009) el presente trabajo, lleva por título "Monitoreo de la serviciabilidad de la carretera Cañete-Yauyos del km. 59+000 al km. 64+000 - Superficie de rodadura", a modo de resumen se describen, que el objetivo es de diseñar la estructura de pavimento con la metodología AASHTO 1993, según las cargas de diseño proyectadas para 7 años. Este estudio resulto 20 cm de base granular, 5cm de base estabilizada y la superficie de rodadura Slurry Seal que no se considera como aporte estructural.

Los montos a costo directo para la partida de pavimentos son: S/. 1,050,000 para la construcción, S/. 65,000 miles/año para la conservación rutinaria y S/. 365,000 para la conservación periódica Conservación de la vía, En cuanto a la conservación Rutinaria se describen las actividades, las causas por las que se realizan estas actividades, el pronóstico en caso de no realizarse las partidas y la descripción del personal necesario.

Vivanco (2010) en su estudio realizado en Cañete - Yauyos acerca del estado situacional titulado Monitoreo de serviciabilidad de la carretera Cañete - Yauyos del km. 74+000 al km.79+000: conservación de superficie de rodadura, El presente estudio tiene el objetivo de mejoramiento de la serviciabilidad por los próximos siete (7) años de la Carretera Cañete - Yauyos del Km 74+000 al Km 79+000 y responde al estudio de Conservación de la Superficie de Rodadura como parte de una propuesta de conservación y mejoramiento de la serviciabilidad de la vía. conservando las condiciones físicas de la carretera y resultando satisfactorio para los usuarios. Para lograr el cambio estándar de pavimento económico de 10cm de base granular, 7.5cm de base estabilizada con emulsión asfáltica de rotura lenta y un recubrimiento de Slurry Seal de 1cm de espesor y la conservación de la misma será efectuado mediante un adecuado mantenimiento rutinario y periódico.



Alvarado (2011) en su estudio realizado en Ancash acerca de la condición vial titulado Evaluación de la gestión de mantenimiento rutinario de la carretera afirmada Aija – la Merced km. 0+000 al km. 08+800 Aija – Ancash, donde su trabajo responde a un análisis que pretende sustancialmente evaluar en tres aspectos como es la gestión de mantenimiento vial rutinario del camino vecinal Aija - La Merced, visto desde la planificación, programación, ejecución y evaluación de las cargas de trabajo para las dieciséis actividades del mantenimiento rutinario y complementado este trabajo se ha evaluado el estado del camino vecinal para determinar el nivel de intervención que va requerir, según las condiciones técnicas que propone Provias descentralizado, y por último se ha propuesto un costo parcial con los rendimientos también hallados en este trabajo. como objetivo “evaluar la gestión en el mantenimiento rutinario y el estado actual del camino vecinal Aija – La merced Km 0+00 a Km 8+800”, para determinar el costo real del mantenimiento y los niveles de intervención requerida, para lo cual se describe la metodología de investigación a seguir. Se presenta el marco referencial, donde se detalla las teorías generales sobre las Normas Técnicas, actividades de mantenimiento rutinario, así como la geometría del camino, para entender su integridad para su evaluación respectiva. Mediante una gráfica de barras se ha visualizado el resultado obtenidos en porcentajes, así también se ha realizado el análisis del estado actual del camino para ello se ha realizado un inventario vial de todo el camino vecinal, y por último se analizó los rendimientos de los trabajadores, dicho análisis se efectuó también del acervo documentario, y con dichos rendimientos hallar un costo real para la zona de trabajo. Terminado el análisis y evaluación, damos algunas conclusiones y recomendaciones de lo adquirido y experimentado durante nuestros meses de elaboración de esta tesis, tratando de dar algunos alcances para una mejora de la gestión de mantenimiento.



Yucra (2017) en su estudio realizado en Huancané a cerca del estado situacional de tramo titulado Análisis del uso de aditivos Perma-Zyme y Cloruro Cálcico en la estabilización de la base de la carretera no pavimentada (desvío Huancané – Chupa)-Puno, El presente proyecto de investigación tiene como objetivo de analizar los parámetros físico -mecánicos y costos de aplicación usando los aditivos Perma-Zyme y Cloruro Cálcico en el material de dos canteras diferentes, dicho material conformará la base de la carretera no pavimentada, mejorando su resistencia y estabilidad volumétrica, como consecuencia del proceso de densificación de masa. Además, se tomará en cuenta la proporción en el suelo del uso de aditivos según su hoja técnica y su costo en su aplicación. Las propiedades físicas y mecánicas aquí analizadas son el límite líquido, límite plástico, expansión, densidad seca máxima del Proctor modificado y valor de soporte relativo (CBR). Perma Zyme es un producto a base de enzimas, el cual se utiliza para estabilizar suelos plástico-arcillosos, obteniendo una reducción del; índice de plasticidad hasta en un 11%, expansión en 36%, incremento de la densidad seca máxima del Proctor modificado hasta en 0.89% y valor de soporte relativo (CBR) en 24%, puesto que las enzimas actúan como catalizadores, debido a que la estructura de sus moléculas contiene partes activas que aceleran el proceso de aglutinamiento de las arcillas disminuyendo la relación de vacíos. Cloruro de calcio aumenta significativamente la tensión superficial la que provoca una aparente cohesión dentro de la matriz del suelo, resultando una reducción del; índice de plasticidad hasta en un 34%, expansión en 13%, incremento de la densidad seca máxima del Proctor modificado hasta en 0.89% y valor de soporte relativo (CBR) en 26%, pueden ayudar a la compactación ligando las partículas del suelo y reduciendo la fricción entre ellas.



### **Antecedentes internacionales.**

Zamora (2012) en su estudio realizado en Colombia, La infraestructura vial es de vital importancia en el desarrollo y crecimiento de un país, mueve la economía y vincula las regiones aisladas. Con este documento le ayuda a llegar al objetivo de hacer un diagnóstico de la infraestructura vial actual en Colombia mostrando el estado de las vías y los proyectos que se encuentran en desarrollo en este momento y los proyectos futuros que el gobierno tiene en estudio. Además, se presentan datos del transporte de carga y de pasajeros en la infraestructura vial y como inciden en la evolución de la economía y competitividad de las regiones. Llegando a resultados para optimizar aspectos generales técnicos, económicos y políticos y la forma en que interactúan en el progreso del país. Dentro de este documento también se realiza un proyecto de Infraestructura Vial a manera de ejemplo práctico, académico y didáctico, donde se utilizan herramientas que existen para la gestión de proyectos, siguiendo todas las etapas de implementación para la evaluación y medición.

Perafán (2013) en su estudio realizado en Colombia, se aborda el tema relacionado específicamente con la gestión para el Mantenimiento rutinario de vías no pavimentadas, el cual tiene el objetivo de implementación del programa “Caminos para la Prosperidad”, que hace parte del Plan Nacional de Desarrollo 2010– 2014, “Prosperidad para Todos”; despertando la importancia de promover en los niveles Nacional, Regional y Municipal, la práctica de acciones preventivas, que tiendan a mantener las vías no pavimentadas en buenas condiciones, teniendo en cuenta los aspectos de orden socio-ambiental que son de suma importancia dentro de las actividades a ejecutar, ya que se trata de involucrar estas variables para la conservación de los recursos naturales y del medio ambiente, garantizando la protección del recurso hídrico, el resultado de él buen manejo de los residuos sólidos, de materiales excedentes, el manejo adecuado del suelo y la vegetación,



la generación de empleo y los impactos positivos asociados al mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades localizadas en el área de influencia directa e indirecta de la vía.

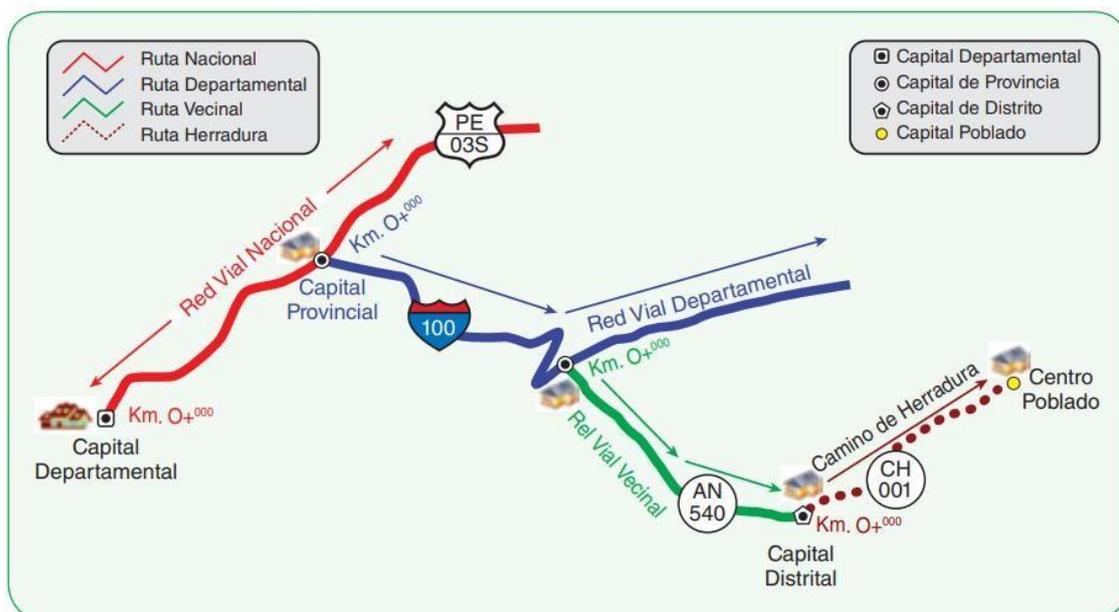
Sotil (2014) su estudio realizado en Colombia de condición de la vía titulado Propuesta de sistema de gestión de pavimentos para municipalidades y gobiernos locales, el presente estudio presenta una propuesta de Sistema de Gestión de Pavimentos (SGP, Pavement Management System – PMS) para municipalidades o gobiernos locales con bajos recursos y que del cual se puede proseguir a una mayor sofisticación. El estudio tiene como objetivo el proponer a las jurisdicciones respectivas la metodología que le permita abandonar las decisiones de reparación basadas en política (presión popular, reclamos), para pasar a un sistema objetivo, racionalizado y programado con base probabilística y estocástica, basada en evaluaciones funcionales y de confortabilidad. Una vez que el programa de SGP se establece, se propone la metodología para que las jurisdicciones respectivas construyan una base de datos históricos que permitan dar el salto a metodologías empíricas propias, que luego nos permitan, apropiadamente direccionados, dar el salto a largo plazo a métodos mecanísticos y empíricos. Este llega a la conclusión de propuesta de un ejemplo aplicativo producido y que podría ser utilizado como guía por otras jurisdicciones. Más aun, puede ser tomado como el inicio para la elaboración y posterior implementación de un manual nacional para la Gestión de Pavimentos en el país.

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

Alvarado (2012) nos indica sobre el tema que: “La difícil geografía del Perú es la primera condición que se presenta para el desarrollo del transporte en este país, a pesar de ello, la infraestructura nacional aún falta cuenta con las características suficientes como

para tener integrado a la mayor parte del territorio con un nivel de eficiencia, por lo que urge poner en buen estado la infraestructura terrestre. El Perú cuenta con un sistema de transporte terrestre básicamente a través de carreteras las cuales conectan a todas las capitales de departamento y la mayoría de las capitales de provincia, permitiendo el transporte de mercaderías a zonas y poblados bastante aislados del territorio”. (p.13)

Masías (2014) nos indica que: “El sistema vial en el Perú Es conocido como el Sistema Nacional de Carreteras (SINAC) y está conformado por las tres redes viales carrozables: nacional, departamental o regional y vecinal o rural, según el Reglamento de Jerarquización Vial, aprobado con Decreto Supremo N° 017-2007-MTC del 26 de mayo de 2007. Las carreteras que integran cada uno de estos sistemas se encuentran señaladas en el Decreto Supremo N° 044-95-MTC que ha sido actualizado con el Decreto Supremo N° 036-2011-MTC. En un diagrama vial (Figura 1) se pueden identificar estas vías según el código de ruta”. (p.7)



**Figura 1:** Símbolos del sistema vial

FUENTE: (II compendio de buenas prácticas en gestión vial descentralizada)

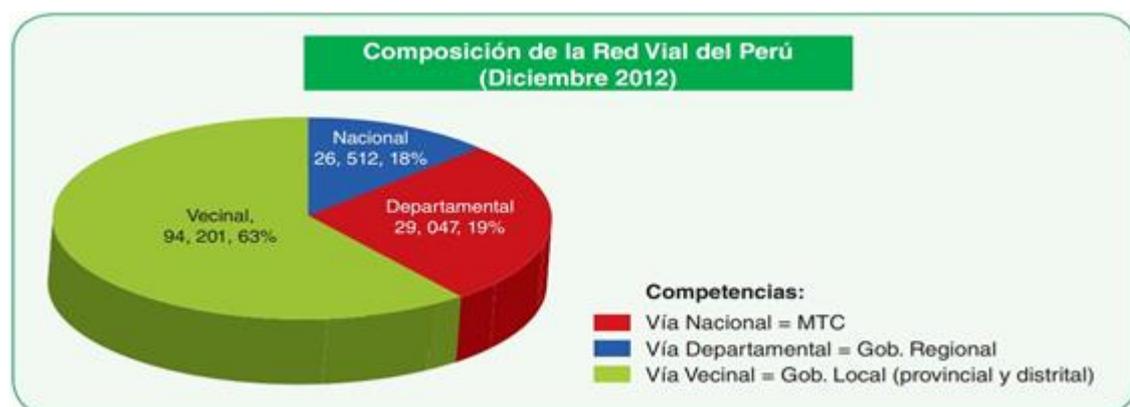
Masías (2014) “En el Gráfico N° 01 señala que los caminos de herradura son redes viales no carrozables. Los caminos vecinales y caminos de herradura son conocidos como caminos rurales, en vista de su ubicación. En la normatividad, dado que solo están los caminos vecinales, se les denomina a éstos como caminos rurales.

A diciembre del 2012, según registros del sector, el total de vías a nivel nacional alcanzan las siguientes longitudes, según tipo de red:”

**Tabla 1:** Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), (diciembre 2012)

RED VIAL	N° RUTAS	PAVIMENTADAS	NO PAVIMENTADAS	SUB TOTAL		EN PROYECTO Km	TOTAL Km
		Km	Km	EXISTENTES km	%		
NACIONAL	130	14,747.74	9,845.67	24,593.41	17.50	1,901.29	26,512.20
DEPARTAMENTAL	386	2,339.72	21,895.40	24,235.12	17.20	4,794.49	29,046.81
VECINAL	6244	1,611.10	90,232.73	91,843.83	65.30	2,291.83	94,200.96
<b>TOTAL</b>	<b>6760</b>	<b>18,698.56</b>	<b>121,973.80</b>	<b>140,672.36</b>	<b>100.00</b>	<b>8,987.61</b>	<b>149,759.97</b>

FUENTE: (MTC-DGCF) Ministerio de Transporte y Comunicaciones - Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.



**Figura 2:** Composición de la Red vial del Perú Porcentual.

FUENTE: (II compendio de buenas prácticas en gestión vial descentralizada).

Masías (2014) nos indica que: “El 63% de las vías en el Perú son Vecinales y están a cargo de los Gobiernos Locales Según la normativa, el gobierno nacional tiene jurisdicción en todo el territorio de la República, los gobiernos regionales y municipales la tienen en su respectiva circunscripción territorial. Según la categoría de la red vial:



- **La red vial nacional**, está a cargo del gobierno central a través del MTC, quien es responsable de la gestión de infraestructura y servicios de transporte de ámbito nacional.
- **La red vial departamental**, está a cargo de los gobiernos regionales, quienes son responsables de la gestión de la infraestructura y servicios de transporte en el ámbito departamental.
- **La red vial vecinal**, está a cargo de las municipalidades (gobiernos locales), quienes son responsables de la infraestructura y servicios de transporte de ámbito local (provincial, distrital, urbano). El MTC, a través de Provías Descentralizado, apoya la gestión de los gobiernos subnacionales con la ejecución de programas a nivel nacional”. (p.8)

### **2.2.1 Mantenimiento vial.**

Perafan (2013) indica que: “Las actividades de mantenimiento vial, se han venido implementando a través del tiempo, debido a la necesidad de conservar en buen estado de funcionamiento y preservar las inversiones realizadas en su construcción o rehabilitación; los mantenimientos viales se clasifican normalmente en rutinarias y periódicas, dependiendo de la frecuencia con la cual se realicen.

#### **Definición.**

El mantenimiento vial, es el conjunto de actividades adecuadas y oportunas que se realizan para conservar la vía en buen estado las condiciones físicas de los diferentes elementos que constituyen la vía, de esta manera, se preservará las condiciones iguales o similares de cuando fue construida o rehabilitada, preservando el capital ya invertido en la vía y evitando su deterioro físico prematuro; garantizando así la prestación de un



servicio aceptable en forma permanente, donde el transporte sea cómodo, seguro y económico para los usuarios.

### **Tipos de mantenimiento vial.**

**Mantenimiento rutinario.-** El mantenimiento rutinario es el conjunto de actividades manuales que se ejecutan en forma permanente y sistemática a lo largo de la calzada y en las zonas aledañas, que consiste en la reparación de pequeños defectos en la superficie de rodadura, limpieza de bermas y señalización, el mantenimiento de los sistemas de drenaje con actividades como limpieza de cunetas, descoles, alcantarillas y demás obras, remoción de pequeños derrumbes, rocería de taludes y zonas laterales o bordes; y que se realizan con mucha frecuencia en los diferentes tramos de la vía. Debe ser de carácter preventivo y la finalidad principal es la conservación de todos los elementos de la vía con la mínima cantidad de alteraciones o de daños y, en lo posible, conservando las condiciones iguales o similares que tenía después de la construcción o la rehabilitación. Se aplica con regularidad una o más veces al año, dependiendo de las condiciones específicas de la vía.

Lo expuesto anteriormente nos indica que debemos cambiar el pensamiento de realizar labores de corrección (reparar lo dañado), por labores de prevención (evitar que se dañe).

**Mantenimiento periódico.** - Se define como el conjunto de actividades que se ejecutan en períodos, por lo general tienen como fin de evitar la aparición de daños en la estructura de rodadura y evitar la aparición de daños o el empeoramiento de los defectos existentes tales como baches, agrietamientos, asentamientos y deformaciones en general.

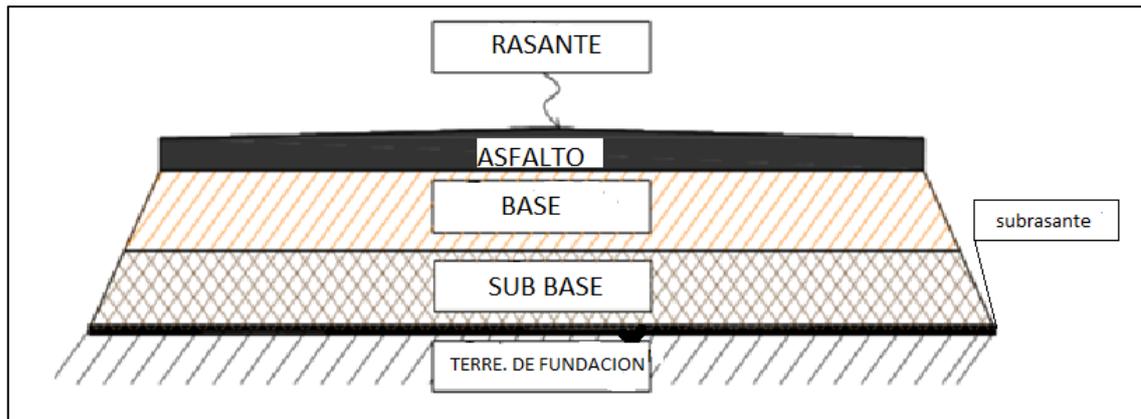
El objetivo de este mantenimiento está enfocado a preservar las buenas características de la superficie de rodadura, a conservar la integridad de la misma y a



corregir los defectos puntuales mayores. También se pueden incluir actividades socio-ambientales y de atención de emergencias viales como la remoción y extracción de derrumbes menores”. (p.16, 17)

### **2.2.2 Carreteras.**

Gutiérrez (2010) indica que: “Una carretera es una vía de dominio y uso público, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos terrestres. La carretera se distingue de un camino porque la primera está especialmente concebida para la circulación de vehículos de transporte. El diseño de una carretera y su respectiva superficie de rodadura responde a una necesidad justificada social y económica; es decir, ambos conceptos se correlacionan para establecer las características técnicas y físicas que debe tener la carretera que se proyecta a fin de que los resultados buscados sean óptimos, en beneficio de la comunidad que requiere del servicio, la cual normalmente se encuentra en situación de limitaciones muy estrechas de recursos locales y nacionales. Las carreteras han sido desde siempre el principal medio de desplazamiento de viajeros, y la vía principal para la distribución de mercancías. Al conectar los pueblos y comunidades con las grandes ciudades, y al fortalecer la integración de los países, las carreteras han sido indispensables en el desarrollo de diversas actividades y regiones en todo el mundo. Actualmente, ante un mundo cada vez más integrado, que intercambia más bienes y servicios, la importancia de las carreteras se ha incrementado notablemente, convirtiéndose en verdaderas vías que impulsan la competitividad de la economía y, también, el desarrollo social”. (p.20)

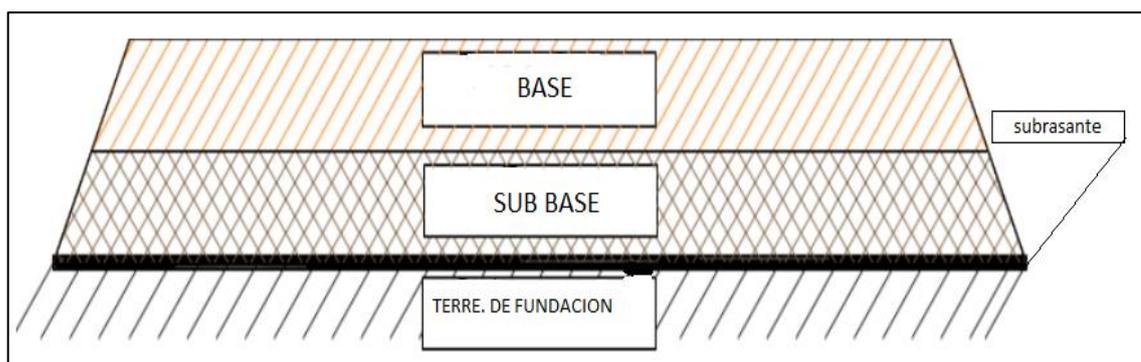


**Figura 3:** Sección de un pavimento típico.

FUENTE: (Elaborado por el equipo de trabajo).

### 2.2.3 Carreteras no pavimentadas.

Cristóbal (2015) indica que: “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 adecuad o 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 (MTC, 2014)”. (p.13)



**Figura 4:** Sección de una carretera no pavimentada.

FUENTE: (Elaborado por el equipo de trabajo).

En el Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial (2014) indica:

### 2.2.4 Tipos de deterioros/fallas y niveles de gravedad.

La condición de las carreteras no pavimentadas (afirmadas) se califica por sus deterioros o fallas, la velocidad promedio y la sinuosidad de la trayectoria del vehículo como resultado de los daños de la carretera.

Se tiene los tipos de deterioros o fallas listados en la tabla siguiente:

**Tabla 2:** Deterioros o fallas de las carreteras no pavimentadas.

Código de Daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)
1	Deformación	1. Huellas/Hundimientos sensibles al Usuario, pero < 5 cms. 2. Huellas/Hundimientos entre 5 y 10 cms 3. Huellas/Hundimientos >= 10 cms
2	Erosión	1. Sensible al Usuario, pero profundidad < 5 cms 2. Profundidad entre 5 y 10 cms. 3. Profundidad >= 10 cms
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria 2. Se necesita una capa de material adicional 3. Se Necesita una reconstrucción
4	Encalaminado	1. Sensible al Usuario, pero profundidad < 5 cms 2. Profundidad entre 5 y 10 cms 3. Profundidad >= 10 cms
5	Lodazal	1. Transitabilidad Baja o Intransitabilidad en época de Lluvia
6	Cruce de Agua	1. Transitabilidad Baja o Intransitabilidad en época de Lluvia

FUENTE: (Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial, 2014).

El inicio y fin del nivel de gravedad de cada tipo de deterioro observado tienen que localizarse.

A continuación, se describen los tipos de deterioros/fallas:

### 2.2.5 Deterioro/falla 1: Deformación.

**Descripción.** - Este rubro incluye:

El ahuellamiento debido a la deformación de la capa de grava y/o de la subrasante en las huellas del tráfico.



El ahuellamiento debido al desgaste superficial en las huellas del tráfico Los hundimientos localizados relacionados con la pérdida de capacidad de soporte de la subrasante.

No se consideran en este rubro los surcos erosivos.

### **Causas.**

Esta falla puede provenir de las siguientes causas:

Insuficiencia estructural acentuada por el volumen de tráfico excesivo. Geometría de la carretera (curvas agudas aumentan el desgaste superficial)

Clima y drenaje (un contenido de agua excesivo conlleva una reducción de la capacidad de soporte de la capa granular y de la subrasante).

### **Niveles de gravedad.**

- 1: Huellas/hundimientos sensibles al usuario, pero  $< 5$  cm.
- 2: Huellas/hundimientos entre 5 cm y 10 cm.
- 3: Huellas/hundimientos  $\geq 10$  cm.



**Figura 5:** Gravedad 1: Huellas/Hundimientos Sensibles al Usuario, pero  $< 5$  cm.

FUENTE: (Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial, 2014).



**Figura 6:** Gravedad 2: Huellas/Hundimientos Entre 5 cm y 10 cm.

FUENTE: (Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial, 2014).



**Figura 7:** Gravedad 3: Huellas/Hundimientos  $\geq 10$  cm.

FUENTE: (Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial, 2014).

### 2.2.6 Deterioro/falla 2: Erosión.

**Descripción.** - Este rubro incluye los surcos erosivos creados por los escurrimientos de agua aproximadamente paralelos al eje de la carretera. Su gravedad resulta de la intensidad de los escurrimientos y del tipo del suelo (índice de plasticidad y granulometría).

#### **Causas.**

Esta falla puede provenir de las siguientes causas:

Topografía accidentada (fuertes pendientes y curvas aumentan la intensidad de los escurrimientos). Clima y drenaje (es drenaje deficiente favorece los escurrimientos sobre la superficie de la carretera).

## Niveles de gravedad

- 1: Sensible al usuario, pero profundidad  $< 5$  cm.
- 2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm.
- 3: Profundidad  $\geq 10$  cm.



**Figura 8:** Gravedad 1: Sensible al Usuario, Pero Profundidad  $< 5$  cm.

FUENTE: (Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial, 2014).



**Figura 9:** Gravedad 2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm.

FUENTE: (Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial, 2014).



**Figura 10:** Gravedad 3: Profundidad  $\geq 10$  cm.

FUENTE: (Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial, 2014).

### 2.2.7 Deterioro/falla 3: Baches (huecos).

**Descripción.** - Los baches (huecos) resultan de aguas estancadas en la superficie de la carretera. El tráfico favorece su desarrollo. Generalmente, dificultan a los vehículos cuando su tamaño alcanza el orden de 0.20 m. su calificación estará de acuerdo con el tipo de medidas correctivas requeridas (mantenimiento rutinario, recapeo (regrava), no reconstrucción).

**Causas.** - Esta falla puede provenir de las siguientes causas: Mal drenaje de la superficie de la carretera Clima y drenaje (un drenaje deficiente favorece las aguas estancadas sobre la superficie de la carretera).

#### Niveles de gravedad. -

- 1: Pueden repararse por conservación rutinaria.
- 2: Necesita una capa de material adicional.
- 3: Necesita una reconstrucción.



**Figura 11:** Gravedad 1: Pueden Repararse por Mantenimiento Rutinario.

FUENTE: (Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial, 2014).



**Figura 12:** Gravedad 2: Necesita Una Capa de Material Adicional.

FUENTE: (Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial, 2014).



**Figura 13:** Necesita una reconstrucción.

FUENTE: (Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial, 2014).

#### 2.2.8 Deterioro/falla 4: Encalaminado.

**Descripción.** - Se trata de ondulaciones de la superficie. Resultan de la acción de las vibraciones transmitidas por los vehículos sobre los agregados del material granular.

##### Niveles de Gravedad.

- 1: Sensible al usuario, pero profundidad  $< 5$  cm.
- 2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm.
- 3: Profundidad  $\geq 10$ cm.



**Figura 14:** Sensible al Usuario, pero  $< 5$  cm.

FUENTE: (Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial, 2014).

### **2.2.9 Deterioro/Falla 5: Lodazal y cruce de agua.**

**Descripción.** - Un lodazal es una sección de suelo fino que se caracteriza por su transitabilidad baja o intransitabilidad durante épocas de lluvia. En épocas secas, si no se realizan las tareas de mantenimiento requeridas, los vehículos tienen dificultades debidas a las deformaciones del material.

**Causas.** - Ambos deterioros o fallas resultan de un drenaje deficiente

**Niveles de gravedad.**

No se definen niveles de gravedad.



**Figura 15:** Lodazal.

FUENTE: (Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial, 2014).



**Figura 16:** Cruce de agua.

FUENTE: (Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial, 2014).

### **2.2.10 Proceso de los datos básicos de daños.**

Para cada sección de 500m se calificará la condición superficial de la capa de rodadura, considerando cada tipo de deterioro o falla según el nivel de gravedad y su clase de extensión.

El inicio y fin del nivel de cada tipo de deterioro/falla observado tienen que localizarse. Luego dichos datos básicos se procesarán aplicando la tabla 2 que define la clase de extensión para la longitud de sección de 500 m que presenta el deterioro, la tabla 3 aplicará para baches o huecos, la tabla 4 describe el proceso de calificación de condición superficial de la capa de rodadura de la carretera no pavimentada, según el tipo de deterioro o falla.

**Tabla 3:** Clase de Extensión de los Deterioros/Fallas de las Carreteras no Pavimentadas.

Clase	Descripción	Criterio
		(Porcentaje del área de la sección)
1	Leve	Menor a 10%
2	Moderado	Entre 10 y 30%
3	Severo	Mayor a 30%

FUENTE: (Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial, 2014).

En cuanto a baches (huecos), se necesitará una información adicional para calificar su “densidad” en la sección afectada, según el número de baches (huecos) por sección de 500 m. se usará la escala siguiente.

**Tabla 4:** Clase de densidad de los baches (Huecos).

Clase	Descripción	Criterio de densidad de baches (huecos) (numero / 500m)
1	Leve	Menor a 10
2	Moderado	Entre 10 y 20
3	Severo	Mayor a 20

FUENTE: (Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial, 2014).

**Tabla 5:** Calificación para cada tipo de deterioro o fallas de la capa de rodadura por secciones de 500m de carretera afirmadas.



**1.E: FICHA TECNICA DE CALIFICACIÓN PARA CADA TIPO DE DETERIORO O FALLA DE LA CAPA DE RODADURA POR SECCIONES DE 500 m DE CAMINO NO PAVIMENTADO (AFIRMADO)**

Código de Daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas			Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla		
			Área de Deterioro A <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> )	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (m)	Extensión Promedio Ponderado	Porcentaje de Extensión del Deterioro / Falla E <sub>ij</sub> = (A <sub>i</sub> /A <sub>s</sub> )x100
1	Deformación	1. Huellas/Hundimientos sensibles al Usuario pero < 5 cms. 2. Huellas/Hundimientos entre 5 y 10 cms 3. Huellas/Hundimientos >= 10 cms	Área (A <sub>11</sub> ) Daño 1 Gravedad 1 A <sub>11</sub> = Longitud x Ancho del deterioro	Ancho	500	Ancho x 500	EF <sub>11</sub>	0: Sin Deterioro ó Sin Fallas 1: Leve EPP = Menor a 10% 2: Moderado EPP = entre 10% y 30% 3: Severo EPP = mayor a 30%
			Área (A <sub>12</sub> ) Daño 1 Gravedad 2 A <sub>12</sub> = Longitud x Ancho del deterioro	Ancho	500	Ancho x 500	EF <sub>12</sub>	
			Área (A <sub>13</sub> ) Daño 1 Gravedad 3 A <sub>13</sub> = Longitud x Ancho del deterioro	Ancho	500	Ancho x 500	EF <sub>13</sub>	
2	Erosión	1. Sensible al Usuario pero profundidad < 5 cms 2. Profundidad entre 5 y 10 cms. 3. Profundidad >= 10 cms	Área (A <sub>21</sub> ) Daño 2 Gravedad 1 A <sub>21</sub> = Longitud x Ancho del deterioro	Ancho	500	Ancho x 500	EF <sub>21</sub>	EPP = $\frac{[(EF_{11} \times A_{11} + EF_{12} \times A_{12} + EF_{13} \times A_{13}) / (A_{11} + A_{12} + A_{13})]}$  EPP = $\frac{[(EF_{21} \times A_{21} + EF_{22} \times A_{22} + EF_{23} \times A_{23}) / (A_{21} + A_{22} + A_{23})]}$
			Área (A <sub>22</sub> ) Daño 2 Gravedad 2 A <sub>22</sub> = Longitud x Ancho del deterioro	Ancho	500	Ancho x 500	EF <sub>22</sub>	
			Área (A <sub>23</sub> ) Daño 2 Gravedad 3 A <sub>23</sub> = Longitud x Ancho del deterioro	Ancho	500	Ancho x 500	EF <sub>23</sub>	
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria 2. Se necesita una capa de material adicional 3. Se Necesita una reconstrucción	Número (N <sub>31</sub> ) Daño 3 Gravedad 1	Ancho			0	0: Sin Deterioros o sin Fallas 1: Leve EPP = Menor a 10 Baches 2: Moderado EPP = entre 10 y 20 Baches 3: Severo EPP = Mayor a 10 Baches
			Número (N <sub>32</sub> ) Daño 3 Gravedad 2	Ancho			0	
			Número (N <sub>33</sub> ) Daño 3 Gravedad 3	Ancho			0	
4	Encalaminado	1. Sensible al Usuario pero profundidad < 5 cms 2. Profundidad entre 5 y 10 cms 3. Profundidad >= 10 cms	Área (A <sub>41</sub> ) Daño 4 Gravedad 1 A <sub>41</sub> = Longitud x Ancho del deterioro	Ancho	500	Ancho x 500	EF <sub>41</sub>	EPP = $\frac{[(EF_{41} \times A_{41} + EF_{42} \times A_{42} + EF_{43} \times A_{43}) / (A_{41} + A_{42} + A_{43})]}$
			Área (A <sub>42</sub> ) Daño 4 Gravedad 2 A <sub>42</sub> = Longitud x Ancho del deterioro	Ancho	500	Ancho x 500	EF <sub>42</sub>	
			Área (A <sub>43</sub> ) Daño 4 Gravedad 3 A <sub>43</sub> = Longitud x Ancho del deterioro	Ancho	500	Ancho x 500	EF <sub>43</sub>	
5	Lodazal	1. Transitable en época de Lluvia Intransitable en época de Lluvia	Área (A <sub>51</sub> ) Daño 5 Gravedad 1 A <sub>51</sub> = Longitud x Ancho del deterioro	Ancho	500	Ancho x 500	EF <sub>51</sub>	EPP = $\frac{[(EF_{51} \times A_{51}) / (A_{51})]}$
			Área (A <sub>52</sub> ) Daño 5 Gravedad 2 A <sub>52</sub> = Longitud x Ancho del deterioro	Ancho	500	Ancho x 500	EF <sub>52</sub>	
			Área (A <sub>53</sub> ) Daño 5 Gravedad 3 A <sub>53</sub> = Longitud x Ancho del deterioro	Ancho	500	Ancho x 500	EF <sub>53</sub>	
6	Cruce de Agua	1. Transitable en época de Lluvia Intransitable en época de Lluvia	Área (A <sub>61</sub> ) Daño 6 Gravedad 1 A <sub>61</sub> = Longitud x Ancho del deterioro	Ancho	500	Ancho x 500	EF <sub>61</sub>	EPP = $\frac{[(EF_{61} \times A_{61}) / (A_{61})]}$
			Área (A <sub>62</sub> ) Daño 6 Gravedad 2 A <sub>62</sub> = Longitud x Ancho del deterioro	Ancho	500	Ancho x 500	EF <sub>62</sub>	
			Área (A <sub>63</sub> ) Daño 6 Gravedad 3 A <sub>63</sub> = Longitud x Ancho del deterioro	Ancho	500	Ancho x 500	EF <sub>63</sub>	
<b>Suma de Puntaje de Condición</b>								

FUENTE: (Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial, 2014).

La suma total no debe ser mayor a 500, en tal sentido la calificación de condición resultará de la diferencia de la suma total (500) menos la suma puntaje de condición, tal como se indica a continuación:

**Tabla 6:** Calificación de condición.

$$\text{CALIFICACIÓN DE CONDICIÓN} = 500 - \text{SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN}$$

FUENTE: (Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial, 2014).

La calificación de condición representará la condición de la capa de rodadura de las carreteras afirmadas o no pavimentadas se sintetizará en tres tipos de condición:

- Bueno.
- Regular.
- Malo.

Los rangos de calificación de condición para asignar la condición de la capa de rodadura en uno de los tipos de condición fueron:

**Tabla 7:** Tipos de condición según calificación.

CONDICIÓN BUENO	> 400
CONDICIÓN REGULAR	>150 y ≤ 400
CONDICIÓN MALO	≤ 150

FUENTE: (Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial, 2014).

De acuerdo a la calificación de condición de la capa de rodadura se podrá estimar el tipo de conservación a realizar en cada sección de 500 m de longitud:

**Tabla 8:** Elección de ejecución de mantenimiento según calificación.

Reconstrucción - Rehabilitación			Conservación periódica					Conservación	
50	9	150	200	250	300	350	400	450	500

FUENTE: (Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial, 2014).



En este estudio existen muchas definiciones y autores para la cual nos basaremos más al Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial (2014).

### **2.2.11 Estudio de Trafico.**

El estudio de tráfico vehicular nos permite determinar el flujo de carga y pasajeros entre el lugar de origen y destino, conocer el volumen de vehículos que circulan en un tramo; a su vez nos permite proyectar el volumen de tráfico de la red, desarrollar y calibrar modelos de simulación de demanda de transportes, nos proporciona información básica para el planeamiento del sistema de transporte.

El estudio de tráfico forma parte de las actividades de los Estudios de Rehabilitación, Mejoramiento, Construcción y Mantenimiento para determinar el diseño de las carreteras y vías.

### **2.2.12 Criterios a considerar para un estudio de tráfico vehicular.**

#### ***2.2.12.1 Métodos de conteo.***

El Conteo Vehicular Pueden realizarse por medios automáticos o manualmente.

#### **Medios manuales.**

Se da una información más completa durante periodos de tiempos cortos, sin embargo, requiere contar con suficiente personal debidamente preparado. Es un método que demanda altos costos.

Para realizar conteo manual el personal (observador) anota el paso de cada vehículo por hora llenando un formato especial o actuando sobre unos contadores manuales.



Si las intensidades horarias son elevadas, es necesario contar con más personal; en caso de encuestas, se detienen los vehículos en ambos sentidos; se procede a realizar una encuesta

### **Medios automáticos.**

Los contadores automáticos para el conteo pueden ser de tipo neumático, y en ellos un vehículo al pisar un tubo de goma extendido sobre la calzada trasmite un impulso a una membrana que cierra un circuito eléctrico.

Los contadores automáticos pueden ser: totalizadores que simplemente van acumulando todos los impulsos que reciben, y registradores dotados de un aparato de relojería que imprime sobre una cinta el número de vehículos que pasa cada cierto tiempo, en general una hora.

Asimismo, se pueden utilizar aparatos de presión, electromagnéticos y electrónicos: de radar, ultrasónicos o infrarrojos.

En general instalaciones complicadas, los contadores mecánicos no sirven para conocer la composición del tráfico, por lo que han de completarse con datos manuales. Sin embargo, determinados aparatos pueden distinguir los vehículos en función de su peso, altura o longitud.

#### ***2.2.12.2 Estaciones de control.***

### **Estaciones permanentes.**

Son estaciones de control donde se registra la información de la intensidad de la circulación en cada hora del año.



### **Estaciones principales.**

Son estaciones que se ubican en tramos homogéneos y representativos, pueden realizarse en forma mensual, semanal o diario, según la variación del tráfico.

Se recomienda recolectar los datos de manera continua las 24 horas del día durante 7 días de la semana, como mínimo.

### **Estaciones de cobertura.**

Cada estación de cobertura debe representar un tramo de tráfico uniforme, generalmente son estaciones de tráfico de menor intensidad de circulación de vehículos, pueden realizarse en forma mensual, semanal o diario.

Se recomienda realizar toma de datos de manera continua las 24 horas del día durante 5 días de la semana, 4 días laborables y 1 día sábado o domingo, como mínimo.

#### ***2.2.12.3 Selección de estaciones.***

La selección de estaciones para el estudio de tráfico, está relacionada directamente con el tamaño de la red analizada, número de tramos y zonas de transporte.

### **Reconocimiento previo de la red.**

Realizar un recorrido de campo por el sector de la carretera o vía donde se va a efectuar el estudio de tráfico con la finalidad de:

- Observar los flujos vehiculares y sus nodos generadores de tránsito; por ejemplo, la existencia de poblaciones, puertos, fábricas, zonas agrícolas, etc., anotando su ubicación precisa.



- Observar y anotar la ubicación de los desvíos con flujo importante; por ejemplo, acceso a una población, puerto o fabrica; también los desvíos de rutas nacionales y/o departamentales.
- Verificar las estaciones de control "preliminares", anotando su ubicación real y los servicios básicos que pueda brindar allí o en las cercanías, tales como restaurante, cafetería, teléfono, alojamiento, iluminación de la carretera, etc.
- Anotar las "probables" estaciones de control que puedan ser alternativas de las anteriores señaladas.
- Observar las poblaciones cercanas a las estaciones de control, anotando su ubicación y servicios básicos.
- Efectuar mediciones breves del flujo vehicular en las estaciones de control determinadas.
- Al final de esta actividad, en gabinete se deberá tener en forma definitiva:
- Ubicación precisa de estaciones de control y tramos homogéneas.
- Establecimientos de servicios básicos para los encuestadores y clasificadores y lista de precios.
- Listado de Universidades y/o Colegios que servirán más adelante para la contratación de personal local.

#### ***2.2.12.4 Factor de corrección en estudio de tráfico.***

Para fortalecer y expandir el crecimiento económico del país se requiere contar con un sistema de transporte integrado e interconectado de tipo multimodal, con



infraestructura eficiente y eficaz, para facilitar la movilización de personas y mercancías, especialmente en su transporte terrestre.

Durante los últimos años, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones viene impulsando entre otros aspectos, las inversiones en carreteras, por el cual existe un incremento significativo de estudios de factibilidad técnica y económica de proyectos viales, y cuya revisión involucra la cuantificación de la demanda de transporte terrestre. Siendo el tráfico vehicular el indicador apropiado para cuantificar la demanda de transporte terrestre, los estudios de tráfico se enfocan en el movimiento de vehículos de pasajeros y carga que circulan en un tramo de la carretera, empleando conteos volumétricos de tipos representativos de vehículos para estimar el Índice Medio Diario Anual (IMDA).

#### ***2.2.12.5 Índice medio diario anual (IMDA)***

El Índice Medio Diario Anual (IMDA) es el valor numérico estimado del tráfico vehicular en un determinado tramo de la red vial en un año. El IMDA es el resultado de los conteos volumétricos y clasificación vehicular en campo en una semana, y un factor de corrección que estime el comportamiento anualizado del tráfico de pasajeros y mercancías.

El IMDA se obtiene de la multiplicación del Índice Medio Diario Semanal (IMDS) y el Factor de Corrección Estacional (FC).

$$\text{IMDA} = \text{IMDS} \times \text{FC}$$

Donde:

IMDS = representa el Índice Medio Diario Semanal o Promedio de Tráfico Diario Semanal, y



FC= representa el Factor de Corrección Estacional.

El Índice Medio Diario Semanal (IMDS) se obtiene a partir del volumen de tráfico diario registrado por tipo de vehículo en un tramo de la red vial durante 7 días.

$$IMDS = \sum Vi / 7$$

Donde:

Vi: Volumen vehicular diario de cada uno de los 7 días de conteo volumétrico.

El Factor de Corrección Estacional (FC) es un valor numérico requerido para expandir la muestra del flujo vehicular semanal realizado a un comportamiento anualizado del tránsito. Dicho valor es proporcionado por PROVIAS NACIONAL.

La aplicación del Factor de Corrección (FC), tiene por objeto eliminar el factor de estacionalidad que afecta los movimientos de carga y pasajeros. El factor de estacionalidad depende de una diversidad de factores exógenos como son: las épocas de vacaciones para el caso de movimientos de pasajeros; las épocas de cosecha y los factores climáticos para el transporte de productos agropecuarios; la época navideña para la demanda de todo tipo de bienes.

La determinación de la estacionalidad del tráfico debe ser analizado con atención para definir la época en la cual se están realizando los aforos y encuestas y poder expandir o proyectar los tráficos y expresarlos en términos de un tráfico promedio diario anual (IMDA), de tal forma que se eliminen los picos altos y bajos que podrían presentarse al momento de tomar la información.



Con la información de conteos recopilada en campo y las series históricas de tránsito de las estaciones de peaje ubicadas en la red de análisis, es posible caracterizar este comportamiento.

### **2.2.13 Estudio geotécnico.**

La geotecnia es una de las ramas de la ingeniería civil, la cual tiene como objetivo estudiar las diferentes propiedades físicas y mecánicas de los materiales provenientes de los suelos.

#### **a. Ensayos de laboratorio para los suelos y cantera.**

##### **a.1 Muestreo.**

El muestreo es la toma de cierta cantidad de material del suelo para ser estudiados en laboratorio pasando por diversos procedimientos, esto sirve para poder clasificar el suelo y también determinar si es el suelo es apto para la construcción, para ello se realizan calicatas cada 500m en todo el tramo.

##### **a.2 Estudio estratigráfico.**

El estudio estratigráfico desde la superficie del terreno hasta una profundidad en el cual se puedan identificar como está constituido el suelo, el color, las sales y carbonatos.

##### **a.3 Clasificación y caracterización de suelos.**

Los ensayos que se realizaran en laboratorio ayudaran a registrar los suelos, estos permitirán especificar su característica fundamental, para poder identificarlos y clasificarlos de manera correcta.



### **Análisis granulométrico.**

Este ensayo consiste en tomar la muestra del campo, y pasarlo por diversos tipos de malla (tamices), las cuales retienen y separan el material desde los granos más gruesos hasta los más finos (limos, arcillas). Su clasificación se representa mediante curvas de distribución en las cuales van el diámetro de las partículas y el porcentaje que retiene las mallas.

### **Límites de consistencia.**

Los límites de consistencia o también conocidos como límites de Atterberg, son usados para poder caracterizar los suelos finos. Estos ensayos ayudan a determinar la cohesión del terreno y el contenido de humedad, para estos procedimientos se mencionan los siguientes límites: líquido, plástico e índice de plasticidad.

### **Carga penetración (California Bearing Ratio C.B.R).**

Este es un ensayo que sirve para ver la capacidad de soporte de un suelo (resistencia), esto ayudara a determinar si el suelo es bueno para poder hacer cualquier tipo de construcción. El C.B.R es la relación entre el esfuerzo del terreno y el esfuerzo de la muestra patrón y se determinara mediante la siguiente formula:

$$C \quad (\%) = \frac{\sigma}{\sigma} \times 100$$

En diseño de obras viales, el valor del C.B.R es el que se obtiene para una penetración de 0.1" a 0.2", según el ASTM indica que se debe tomar el valor para una penetración de 0.1". El Manual para el Diseño de Carreteras de Bajo Volumen de Transito indica que, para la construcción de una vía, debe tener una buena sub rasante (terreno natural), caso contrario se deberá mejorar la calidad del suelo. A continuación, se muestra una clasificación de la sub rasante de acuerdo al C.B.R.

**Tabla 9:** Categorías de sub rasante.

S0	Sub rasante muy pobre	CBR < 3%
S1	Sub rasante pobre	CBR= 3% - 5%
S2	Sub rasante regular	CBR=6% - 10%
S3	Sub rasante buena	CBR= 11% - 19%
S4	Sub rasante muy buena	CBR > 20%

FUENTE: (Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito).

Según el Manual para el Diseño de Carreteras de Bajo Volumen de Transito, el material que se utilizará como espesor de la capa del afirmado deberá cumplir ciertos parámetros para su construcción:

1. Desgaste Los Ángeles: 50% Max. (MTC E 207)
2. Límite líquido: 35% Max. (MTC E 11 O)
3. CBR: 40% mm. (MTC E 132)

### **Proctor Modificado (Compactación).**

Ensayo de Proctor modificado es muy importante ya que se encarga de ver la calidad de compactación de un suelo o terreno. A través de este ensayo se busca obtener la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad. Existen dos tipos de ensayo de Proctor, las cuales son: Proctor Standard y Proctor modificado, variando en la energía.

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{\left(1 + \frac{w\%}{100}\right)}$$

Donde:

$\gamma_d$ =Peso específico seco máximo.

$\gamma$ =Peso específico de compactación.

w% = Contenido de humedad el porcentaje.



#### **a.4 Canteras.**

Se debe tener las siguientes consideraciones para la selección de canteras:

- Tienen que ser los que se puedan explotar por procedimientos eficientes, económicos y que puedan ser de fácil accesibilidad.
- Debe ser lo más cerca posible al tramo que se está construyendo para el acarreo.
- Deben ser los más sencillos que ayuden a procedimientos constructivos sencillos y económicos durante su colocación inicial y final en la obra.
- Las canteras que se usaran, deben tener especificaciones de los agregados para verificar la calidad del material.

#### **2.2.14 Diseño de afirmado.**

##### **a. Capa de afirmado.**

Para la capa de afirmado se deberá combinar tres tipos de material las cuales son: arena, piedra y finos. Esta combinación será para que la capa de afirmado soporte las cargas vehiculares.

##### **b. Capacidad posible de la vía.**

Es la capacidad de la carretera para aceptar un volumen determinado de vehículos en un instante determinado, cuando la vía obtenga condiciones y características buenas.

##### **c. Gradación de los materiales de la capa de afirmado.**

Sera necesario seleccionar el material para obtener una buena granulometría. En general los materiales serán agregados que se proceden a traer de canteras cercas al

proyecto o también puede ser el mismo material de las excavaciones, siempre y cuando cumplan con una granulometría especificada. Existen 4 tipos de afirmado en el cual conocer el Índice Medio diario será fundamental para determinar el espesor.

- Afirmado Suelto (T1): En vías de bajo volumen de tránsito, donde tengas un IMD de 50 veh/día.
- Afirmado Neto (T2): Para vías con tránsito pequeño de vehículos y moderado, 51 -100 vehículos al día.
- Afirmado Procesado (T3). Para caminos de tránsito vehicular regular y pesado, en donde recorren alrededor de 101 - 200 vehículos al día.
- Afirmado Procesado (T4): Para caminos de tránsito vehicular de cargamento y transporte donde recorren de 200 a más vehículos por día.

**Tabla 10:** Granulometría por tipo de afirmado.

<b>PORCENTAJE QUE PASA DEL TAMIZ</b>	<b>TRAFICO to y T1 TIPO 1 IMD &lt; 50veh</b>	<b>TRAFICO T2 TIPO 2 51-100 veh</b>	<b>TRAFICO T3 TIPO 3 101 - 200veh</b>	<b>TRAFICO T4 TIPO 4 201 - 400 veh</b>
50 mm (2")	100	100	-	-
37.5 mm ( 1 1/2")	-	95-100	100	-
25 mm (1")	50-80	75-95	90-100	100
19 mm (3/4")	-	-	65-100	80-100
12.5 mm (1/2")	-	-	-	-
9.5 mm (3/8")	-	40-75	45-80	65-100
4.75 mm (N 4)	20-50	30-60	30-65	50-85
2.36 mm (N 8)	-	-	-	-
2 mm (N 10)	-	20-45	22-52	33-67
4.25 um (N 40)	-	15-30	15-35	20-45
75 um (N 200)	4 - 12	5 - 15	5 -15	5-20
índice de plasticidad	<b>4-9</b>	<b>4-9</b>	<b>4-9</b>	<b>4-9</b>

FUENTE: (Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito).

### 2.2.15 Catálogo estructural de superficie de rodadura.

Para el dimensionamiento de los espesores de la capa de afirmado se adoptó como representativa la siguiente ecuación del método NAASRA, (National Association of

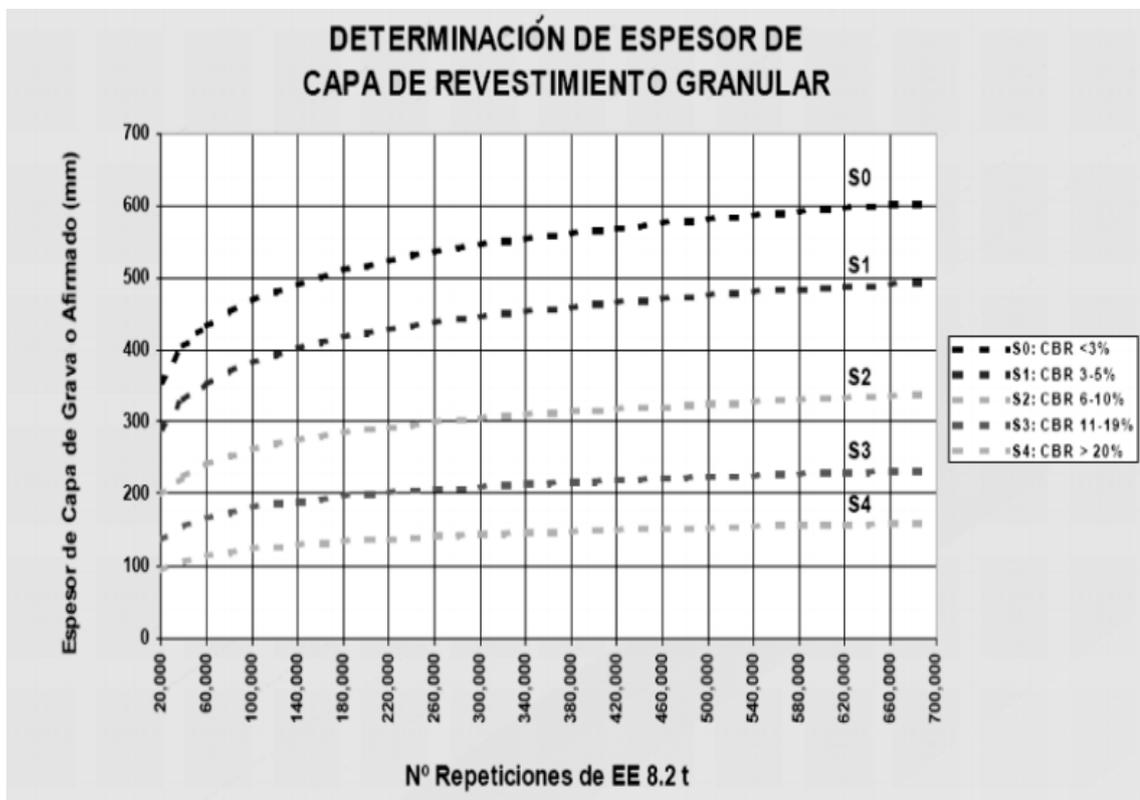
Australian State Road Authorities, hoy AUSTRROADS) que relaciona el valor soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en número de repeticiones de EE:  $e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} \times (\text{Nrep}/120)$ .

Donde:

$e$  = espesor de la capa de afirmado en mm.

CBR = valor del CBR de la subrasante.

Nrep = número de repeticiones de EE para el carril de diseño.



**Figura 17:** Determinación de espesor de afirmado.

FUENTE: (Elaboración en base a la ecuación de diseño del método NAASRA).

### 2.2.16 Slurry Seal

El Slurry Seal es una mezcla de agregado de granulometría cerrada (agregados de dimensiones pequeñas), emulsión asfáltica, arena, fillers, aditivos y agua.



“Se utiliza también como técnicas de mantenimiento preventivo periódico y rehabilitación de superficies, y sello superficial para corregir irregularidades. El espesor del Slurry Seal va de 0.3 mm a 30 mm de espesor, algunas veces, dependiendo de lo que se necesite se llega a verter 2 cm de espesor” (Herencia, 2009, p. 156).

La mezcla del Slurry Seal, también puede ser usada en carreteras para un tratamiento de superficie, la capa de aplicación normalmente es de 1.5cm y su función es proteger las capas inferiores que conforma el pavimento. El Slurry Seal protege las capas mas no soporta las cargas.

#### ***2.2.16.1 Clasificación Lechada Slurry Seal.***

Las lechadas asfálticas Slurry Seal se clasifican según su gradación y la función que cumplirá, existen tres tipos las cuales son:

##### **Lechada Asfáltica Tipo I:**

Capa de sellado de un mínimo espesor, el cual brinda buenas propiedades de sellado. Se recomienda usar este tipo de lechada en vías de baja densidad de tráfico.

##### **Lechada Asfáltica Tipo II:**

Esta tiene como función proteger el pavimento de humedad, dando mayor fricción superficial, además pueden corregir casos en el que la vía tiene un desprendimiento de sus partículas. Se emplean en pavimentos con tráfico moderado.

##### **Lechada Asfáltica Tipo III:**

Las lechadas asfálticas tipo III se emplean en carreteras de tráfico pesado.

**Tabla 11:** Especificación Granulométrica dependiendo del tipo de lechada.

ABERTURA	% DE PASE TIPO I	% DE PASE TIPO II	% DE PASE TIPO III	TOLERANCIA RESERVA DE MATERIA PRIMA
3/8 (9.5mm)	100	100	100	
# 4 (4.75mm)	100	90-100	70-90	+ - 5%
# 8 (2.36mm)	90-100	65-90	45-70	+ - 5%
# 16 (1.18mm)	65-90	45-70	28-50	+ - 5%
# 30 (600um)	45-65	30-50	19-34	+ - 5%
# 50 (330um)	25 - 42	18-30	12-25	+ - 4%
# 100 (150um)	15-30	10-21	7-18	+ - 3%
# 200 (75um)	10-20	5 - 15	5 - 15	+ - 2%

FUENTE: (Asphalt Institute, 2011).

### 2.2.16.2 Ventajas

- El Slurry Seal también se puede usar para hacer mantenimientos en las superficies de rodadura tanto correctivos como preventivos.
- Ayuda a sellar las fisuras que pueden presentarse en la vía.
- Mejora la seguridad de las vías que son a nivel de afirmado.
- Se puede aplicar como capas delgadas de rodadura, sobre bases estabilizadas en construcción de vías.
- Es de colocación rápida, ya que después de su colocación se puede transitar en la vía a las siguientes 3 horas.
- Impide que los materiales del afirmado estén sueltos.
- Normalmente se usan en vías de bajo volumen de tránsito puesto que esta capa no soporta cargas, solo protege el afirmado.
- Corrige irregularidades menores.
- Excelente tratamiento de bajo costo para calles urbanas.

### 2.2.16.3 Componentes.

La lechada asfáltica Slurry Seal está conformado por agregados pétreos y emulsión: arena, fillers (cemento tipo I), agua y emulsión asfáltica de rotura lenta (css).

#### Agregados

Los agregados para las lechadas deben ser limpio, anguloso, graduados y uniforme, para su utilización tendrán que cumplirse las siguientes condiciones:

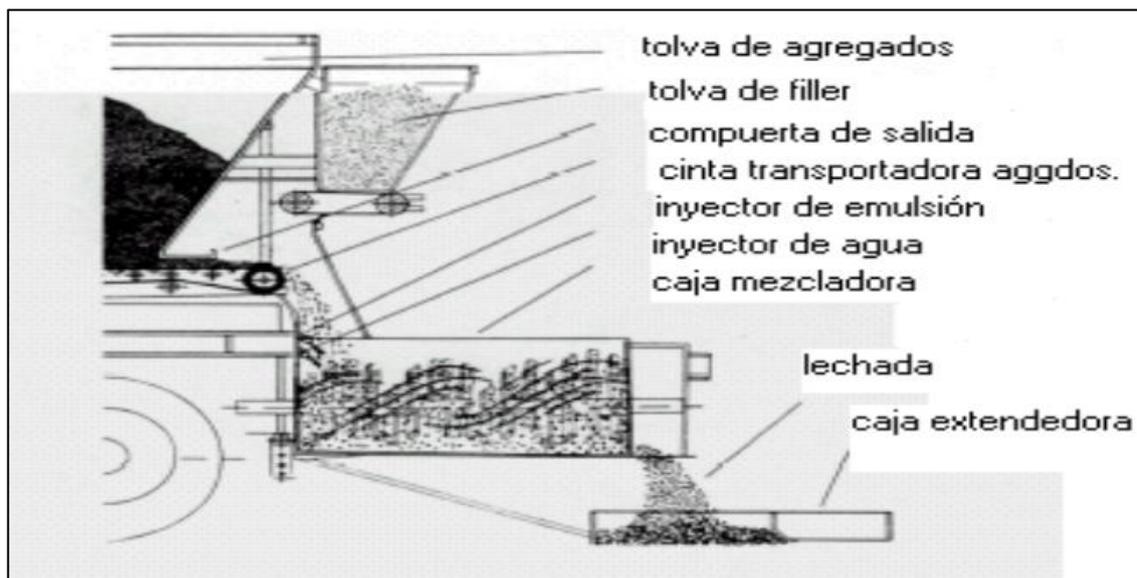
**Tabla 12:** Especificaciones técnicas para mortero asfáltico.

MATERIAL	ENSAYO	NORMA	ESPECIFICACION
ARENA	Indice de Plasticidad	-	NP
	Resistencia a la Abrasion	ASTM C131 AASHTO T96	35 % Maximo
	Analisis Granulometrico	ASTM C136 AASHTO T27 y ASTM C117 AASHTO T11	Uso Granulometrico Tipo II
EMULSION	Viscosidad Saybolt Furoil a 25 C Seg	-	20-100
	Sedimentacion a los 7 dias	-	Max 1%
	Contenido de Asfalto Residual %	ASTM D244 AASHTO T59	Min 57%
	Contenido de Disolventes %	-	Max 0
	Penetracion (25C 100gr, 5 seg)	ASTM 2397 AASHTO T49	40 -90
	Ductilidad (25 C, 5 cm/m) cm 40	-	Min 40
	Tricoloetileno %	-	Min 97.5
AGUA	pH	ASTM D- 1923	entre 5.5 y 8
	Contenido de sulfatos SO4	ASTM D-516	1 gr/l maximo
SLURRY SEAL	Abrasion en Pista Humeda	-	Max 800g/cm2
	Absorcion de arena	-	Max 600 gr/m2
	Tasa de aplicacion	-	MAX +- 15% variacion
	Profundidad de textura	MTC E 1005	-
ARENA	Equivalente de Arena	ASTM AASHTOO D2419 T176	70% mmimo
	Durabilidad (Perdida en Sulfato de Sodio o Magnesio)	ASTM AASHTOO D140	12 % Max. Con Na2 SO4 y 25% Max con MaSO4
	Adhesividad (Riedel Weber)	-	6 mmimo

FUENTE: (Emulsified Asphalt Slurry Seal (Asphat Institute, 2011)).

#### 2.2.16.4 Camión Slurry Seal.

Esta máquina que se utiliza para la mezcla y la aplicación es una unidad donde la mezcla es de flujo continuo. La caja que distribuye la mezcla tiene escobas de goma y tiene un ancho que se puede ajustar. En la figura 12 se muestra las partes de la unidad de mezcla:



**Figura 18:** Diagrama de una típica mezcladora para lechadas asfálticas.

FUENTE: (Lechadas asfálticas y micro aglomerados en frío).

### 2.3 MARCO CONCEPTUAL.

A continuación, se definen los principales términos utilizados en el método, que son de vital importancia para la comprensión y correcta aplicación del mismo.

**Afirmado:** Capa compactada de material granular natural o procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en carreteras y trochas carrozables.



**Ahuellamiento:** Surcos o huellas que se presentan en la superficie de rodadura de una carretera pavimentada o no pavimentada y que son el resultado de la consolidación o movimiento lateral de los materiales por efectos del tránsito.

**Bache:** Depresión que se forma en la superficie de rodadura producto del desgaste originado por el tránsito vehicular y la desintegración localizada.

**Carretera no pavimentada:** Carretera cuya superficie de rodadura está conformada por gravas o afirmado, suelos estabilizados o terreno natural.

**Camino:** Vía terrestre para el tránsito de vehículos motorizados y no motorizados, peatones y animales, con excepción de las vías férreas.

**Camino vecinal:** Camino rural destinado fundamentalmente para acceso a las poblaciones pequeñas y a chacras o predios rurales.

**Calzada:** Superficie de la vía sobre la que transitan los vehículos, puede estar compuesta por uno o varios carriles de circulación. No incluye la berma (hombro).

**Mantenimiento periódico:** Conjunto de actividades programables cada cierto período que se realizan en las vías para conservar sus niveles de servicio. Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas principalmente a labores de mantenimiento, perfilado, nivelación, reposición de material granular, así como reparación o reconstrucción puntual de los puentes y obras de arte.

**Mantenimiento rutinario:** Conjunto de actividades que se realizan en las vías con carácter permanente para conservar sus niveles de servicio. Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas principalmente a labores de limpieza, bacheo, perfilado, roce, eliminación de derrumbes de pequeña magnitud.



**Obras de arte:** Conjunto de estructuras destinadas a cruzar cursos de agua, sostener terraplenes y taludes, drenar las aguas que afectan el camino, evitar las erosiones de los terraplenes, etc.

**Tramo:** Con carácter genérico, cualquier porción de un camino, comprendida entre dos puntos referenciales, localizados a lo largo del trazo o eje del camino.



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este estudio es básico porque es un descriptivo.

#### 3.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Es descriptivo, explicativo y evaluativo.

#### 3.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación corresponde a un diseño descriptivo simple, además es cuantitativo ya que serán medibles los resultados y es prospectivo porque se utilizarán los datos a partir de la fecha, transversal ya que se recolectará en un solo momento los datos.

#### 3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

**Población.** – 44 tramos de 500 metros. (22.00Km).

**Muestra.** – 44 tramos de 500 metros. (22.00Km).

### 3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE

**Tabla 13:** Operacionalización de variable

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERATIVA	DIMENCION	INDICADORES
Evaluación del mantenimiento rutinario	Perafan (2013) indica que. <b>Mantenimiento vial</b> , se han venido implementando a través del tiempo, debido a la necesidad de conservar en buen estado de funcionamiento y preservar las inversiones realizadas en su construcción o rehabilitación; los mantenimientos viales se clasifican normalmente en rutinarias y periódicas, dependiendo de la frecuencia con la cual se realicen.	INVENTARIO DE CONDICION VIAL	MALO	$\leq 150$
			REGULAR	$> 150$ y $\leq 400$
			BUENO	$> 400$

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

### 3.6 PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.

**Primero.** Se fue al Instituto Vial Provincial de Lampa (IVPL) para poder pedir el permiso para poder evaluarlo el tramo.

**Segundo.** Se procedió ir al lugar para hacer conocer a las autoridades de la zona.

**Tercero.** Se procedió a realizar la recolección de datos del tramo Huarza-Colque-Unión, utilizando los cuadros necesarios para poder desarrollar de una mejor manera.

**Cuarto.** Una vez recolectado los datos se ejecuta el trabajo en gabinete considerando el tipo de diseño de investigación.



### **3.7 TÉCNICAS DE PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.**

Se realizará el inventario de condición vial utilizando fichas que fueron proporcionados por ministerio de transporte titulado “Determinación del Estado de transitabilidad y Nivel de Intervención de los Caminos Rurales”, para el análisis de datos se hará estadística descriptiva e inferencial y para el nivel de intervención usaremos las siguientes fichas que es para un camino vecinal:

### **3.8 PROCEDIMIENTO.**

Para el llenado de la ficha 1-A Ficha técnica del camino vecinal (ver anexo de fichas):

1. Se llena la ubicación del tramo en este caso es Pucara.
2. Datos del responsable del llenado de la ficha en este caso en tesista.
3. La ubicación política administrativa del lugar, distrito, provincia y departamento.
4. Datos llenados de acuerdo a su clasificación, la ruta tiene la jerarquía de una red vial vecinal con código de ruta R-17 con una trayectoria de HUARZA-COLQUE-UNIÓN.
5. Con un código de ruta Emp. PU-3S con el inicio en la progresiva 0+00Km con la cota de 353489msnm en una zona de 19S y sus coordenadas UTM 8326394N, 353489E y un final del tramo teniendo una progresiva de 22+00Km y una cota de 4265msnm y zona 19S y una coordenada de 8321949N,337318E.

Para el llenado de la ficha 1-B Ficha del itinerario del camino vecinal (ver anexo de fichas):



En la primera columna se debe rellenar con las progresivas representativas en la tercera columna identificar si esta asfaltado, afirmado, no afirmado o trocha, en la cuarta columna se debe llenar el estado ya sea bueno, regular y malo, y en la quinta columna llenar el ancho de la vía, en la columna 6,7,8,9 se llena las coordenadas de la ubicación de las obras de arte entre otras y la zona de ubicación en nuestro caso es 19S y su altitud, por último se llena si en el lugar existe algunas obras de arte o hitos kilométricos, etc.

Para el llenado de la ficha 1-D Ficha técnica de daños en camino vecinal (ver anexo de fichas):

Se debe de realizar cada 500 m indicando las progresivas del tramo y en la tercera columna la longitud de la vía tomadas de acuerdo a las progresivas, luego se procede el llenado de la cuarta columna donde nos indica que debemos llenar el ancho de la vía, en la quinta columna se debe de llenar identificando los tramos el tipo de daño que presenta estos pequeños tramos ya sea como deformación, erosión, baches o huecos, encalaminado, lodazal y cruce de agua. Y en la sexta columna se llena el código de los daños estas son 1,2,3,4,5,6 respectiva mente, en la séptima columna se debe de llenar el nivel de gravedad esta se considera del 1,2,3. En la columna 8 se llena el número de baches que existe en el tramo solo para baches, en la novena columna se debe de colocar el ancho del deterioro y en la siguiente columna se debe de rellenar la distancia evaluada, en la columna numero 11 donde se realiza el cálculo del área del deterioro y en la última comuna se puede ver la fecha realizada. Para la cual tenemos al costado un cuadro donde nos detalla el código de daño tipo de daño y niveles de gravedad y en la siguiente columna el promedio del ancho de la vía, y la suma de áreas deterioradas de acuerdo a lo que corresponde.



Para el llenado de la ficha 1-E Ficha técnica de calificación para cada tipo de deterioro o fallas de la capa de rodadura por secciones de 500 m de camino no pavimentado (ver anexo de fichas):

Se debe de realizar con los resultados de la ficha 1-D donde las primera 6 columnas se llenan de la ficha 1-D y luego empezar a rellenar las columnas siguientes que en este caso es de 500 ya que se está evaluando tramos de 500 metros y en la octava columna se debe realizar el área de la sección evaluada en metros, y en la novena columna se debe realizar el porcentaje de extensión de del deterioro y en la décima es el producto de área de sección de deterioro y porcentaje de extensión del deterioro, en la columna 11 se colocó las fórmulas utilizadas para cada tipo de deterioro y en las columnas 12,13,14,15 se llena de acuerdo al puntaje y condición según extensión de cada tipo de deterioro o falla viendo si el deterioro es leve, moderado, severo o sin deterioro. Y en la última columna ya se puede apreciar los resultados de los tramos en evaluación y al final tenemos la sumatoria de los resultados dándonos el resultado de todo el tramo de 500m.



## FICHA 1-A: DEL CAMINO VECINAL

### 1-A: FICHA TECNICA DEL CAMINO VECINAL

1. Municipalidad: PUCARA

2. Datos Responsable: FIDEL MAMANI PUMA Fecha: 27/11/2018  
Cargo: TESISTA

3. Ubicación Política Administrativa: Cod. Ubigeo:

Distrito(s): PUCARA 08

Provincia(s): LAMPA 07

Departamento: PUNO 21

4. Datos del SINAC: Clasificador de Rutas Vigente DS. 012-2013-MTC.

Jerarquía Vial: RED VIAL VECINAL Código de Ruta: R-17

Código de Ruta Provisional (Rutas sin Clasificar):

Trayectoria: HUARZA - COLQUE - UNIÓN

5. Ubicación Geográfica:

De la Ruta:

Inicio: Descripción Emp. PU - 3S

Progresiva: 0+000.00 Cota: 3863 msnm ZONA: 19S

Coordenada (UTM - WGS84): 8326394 N 353489 E

Fin: Descripción FIN TRAMO R-17

Progresiva: 22+000 Cota: 4265 msnm ZONA: 19S

Coordenada (UTM - WGS84): 8321949 N 337318 E



La ficha 1-B es llenado recogiendo los datos del tramo en estudio, viendo las características de la vía ya sea afirmado sin afirmar, puente, trocha, badenes, alcantarilla, cunetas y además si estas están en un buen estado o mal estado.

**1-B: FICHA DEL ITINERARIO DEL CAMINO VECINAL**

**CARACTERISTICAS TECNICAS**

Progresiva		Tipo de Superficie	Estado de Transitabilidad	Ancho de la Plataforma	Coordenadas UTM				Obras Arte, Drenaje, Señalización, C.Poblado
Del Km	Al Km				Norte (WGS84)	Este (WGS84)	Zona (17, 18, 19)	Altitud (msnm)	
0+000.00	0+000.00	Afirmado	Regular	4.7 mts.	8326394	353489	19	3863	Emp. PE-35 (Ini. Ruta)
0+000.00	0+250.00	Afirmado	Regular	4.7 mts.	8326377	353261	19	3873	-----
0+250.00	0+500.00	Afirmado	Regular	4.7 mts.	8326378	353005	19	3870	-----
0+500.00	0+750.00	Afirmado	Malo	4.7 mts.	8326389	352771	19	3871	-----
0+750.00	1+000.00	Afirmado	Regular	4.7 mts.	8326401	352507	19	3874	-----
1+000.00	1+150.25	Afirmado	Regular	4.7 mts.	8326408	352252	19	3878	-----
1+150.25	1+400.30	Afirmado	Regular	4.7 mts.	8326420	351987	19	3875	-----
1+400.30	1+500.00	Afirmado	Regular	4.7 mts.	8326428	351806	19	3877	-----
1+500.00	1+750.00	Afirmado	Regular	4.7 mts.	8326440	351484	19	3877	-----
1+750.00	2+000.00	Afirmado	Regular	4.7 mts.	8326445	351479	19	3877	-----
2+000.00	2+500.00	Afirmado	Regular	4.7 mts.	8326399	351256	19	3879	-----
2+500.00	3+000.00	Afirmado	Malo	4.7 mts.	8326338	351027	19	3879	-----
3+000.00	3+500.00	Afirmado	Malo	4.7 mts.	8326272	350781	19	3878	-----
3+500.00	4+000.00	Afirmado	Malo	4.7 mts.	8325771	348967	19	3879	IE QqEPA
4+000.00	4+500.00	Afirmado	Malo	4.7 mts.	8326069	350042	19	3882	-----
4+500.00	5+000.00	Afirmado	Regular	4.7 mts.	8326012	349841	19	3884	-----
5+000.00	5+030.00	Afirmado	Bueno	5.4 mts.	8325634	348588	19	3879	Alcantarilla
5+030.00	5+200.00	Afirmado	Regular	5.9 mts.	8325690	348445	19	3880	Tajea
5+200.00	5+500.00	Afirmado	Regular	4.5 mts.	8325845	348029	19	3888	C.Pqpepa
5+500.00	5+720.00	Afirmado	Regular	5.0 mts.	8325805	347948	19	3885	Tajea
5+720.00	5+870.00	Afirmado	Malo	4.6 mts.	8325694	347845	19	3890	Tajea
5+870.00	6+000.00	Afirmado	Regular	4.8 mts.	8325767	348941	19	3884	-----
6+000.00	6+030.00	Afirmado	Regular	4.8 mts.	8325604	347733	19	3886	Tajea
6+030.00	6+120.00	Afirmado	Malo	4.7 mts.	8325534	347672	19	3883	Tajea
6+120.00	6+250.00	Afirmado	Regular	5.1 mts.	8325448	347602	19	3889	Tajea
6+250.00	6+500.00	Afirmado	Regular	4.8 mts.	8325692	348423	19	3889	-----
6+500.00	6+610.00	Afirmado	Regular	5.2 mts.	8325214	347303	19	3898	Alcantarilla
6+610.00	6+720.00	Afirmado	Malo	4.6 mts.	8325158	347195	19	3900	Tajea
6+720.00	6+920.00	Afirmado	Malo	4.9 mts.	8325135	346979	19	3902	Tajea
6+920.00	6+980.00	Afirmado	Malo	5.3 mts.	8325135	346979	19	3902	Tajea
6+980.00	7+000.00	Afirmado	Malo	5.0 mts.	8325130	346950	19	3903	Tajea
7+000.00	7+080.00	Afirmado	Regular	5.6 mts.	8325126	346908	19	3905	Alcantarilla
7+080.00	7+295.00	Afirmado	Malo	5.6 mts.	8325037	346663	19	3905	Tajea
7+295.00	7+350.00	Afirmado	Regular	5.0 mts.	8324987	346626	19	3905	Alcantarilla
7+350.00	7+450.00	Afirmado	Malo	5.9 mts.	8324930	346560	19	3904	Tajea
7+450.00	7+500.00	Afirmado	Regular	4.8 mts.	8325448	347597	19	3896	-----
7+500.00	7+550.00	Afirmado	Malo	6.2 mts.	8324872	346472	19	3902	Tajea
7+550.00	8+000.00	Afirmado	Bueno	4.6 mts.	8325166	347213	19	3904	-----
8+000.00	8+150.00	Afirmado	Regular	4.9 mts.	8324682	346034	19	3907	Alcantarilla
8+150.00	8+370.00	Afirmado	Malo	4.9 mts.	8324647	345744	19	3913	Tajea
8+370.00	8+500.00	Afirmado	-----	4.8 mts.	8324647	345461	19	3919	C.P. Colque
8+500.00	8+800.00	Afirmado	Regular	5.9 mts.	8324649	345265	19	3917	Alcantarilla
8+800.00	8+900.00	Afirmado	Regular	5.9 mts.	8324654	345250	19	3919	Alcantarilla
8+900.00	9+000.00	Afirmado	Regular	4.8 mts.	8324758	346383	19	3905	-----
9+000.00	9+200.00	Afirmado	Regular	5.9 mts.	8324675	344910	19	3918	Alcantarilla
9+200.00	9+210.00	Afirmado	Regular	5.8 mts.	8324677	344884	19	3918	Alcantarilla
9+210.00	9+400.00	Afirmado	Bueno	5.4 mts.	8324692	344676	19	3915	Alcantarilla
9+400.00	9+500.00	Afirmado	Regular	4.8 mts.	8324665	345870	19	3917	-----
9+500.00	9+720.00	Afirmado	Regular	5.3 mts.	8324696	344384	19	3925	Alcantarilla
9+720.00	9+800.00	Afirmado	Regular	5.9 mts.	8324713	344287	19	3924	Tajea
9+800.00	10+000.00	Afirmado	Malo	4.8 mts.	8324650	345417	19	3923	-----
10+000.00	10+050.00	Afirmado	Malo	5.3 mts.	8324712	344079	19	3927	Alcantarilla
10+050.00	10+150.00	Afirmado	Malo	5.0 mts.	8324703	343957	19	3928	Tajea
10+150.00	10+200.00	Afirmado	Regular	4.9 mts.	8324701	343932	19	3927	Tajea
10+200.00	10+300.00	Afirmado	Malo	5.0 mts.	8324678	343819	19	3927	Tajea
10+300.00	10+480.00	Afirmado	Malo	5.3 mts.	8324656	343650	19	3925	Alcantarilla
10+480.00	10+500.00	Afirmado	Bueno	4.8 mts.	8324675	344928	19	3918	-----
10+500.00	10+650.00	Afirmado	Malo	5.3 mts.	8324611	343521	19	3923	Alcantarilla
10+650.00	11+000.00	Afirmado	Bueno	4.8 mts.	8324687	344445	19	3924	-----
11+000.00	11+150.00	Afirmado	Malo	4.4 mts.	8324471	343020	19	3928	Tajea
11+150.00	11+230.00	Afirmado	Malo	4.5 mts.	8324357	342978	19	3927	Tajea
11+230.00	11+500.00	Afirmado	Malo	4.8 mts.	8324696	343901	19	3933	-----
11+500.00	11+700.00	Afirmado	Malo	4.4 mts.	8324118	342642	19	3935	Alcantarilla
11+700.00	11+900.00	Afirmado	Malo	4.9 mts.	8324100	342325	19	3944	Alcantarilla
11+900.00	12+000.00	Afirmado	Regular	4.8 mts.	8324593	343457	19	3942	Cruce de agua
12+000.00	12+100.00	Afirmado	Malo	4.9 mts.	8324075	342254	19	3943	Tajea



## FICHA 2: ITINERARIO DEL CAMINO VECINAL

### 1-B: FICHA DEL ITINERARIO DEL CAMINO VECINAL

#### CARACTERISTICAS TECNICAS

Progresiva		Tipo de Superficie	Estado de Transitabilidad	Ancho de la Plataforma	Coordenadas UTM				Obras Arte, Drenaje, Señalización, C.Poblado
Del Km	Al Km				Norte (WGS84)	Este (WGS84)	Zona (17, 18, 19)	Altitud (msnm)	
12+100.00	12+150.00	Afirmado	Regular	4.5 mts.	8324037	342138	19	3942	Tajea
12+150.00	12+330.00	Afirmado	Malo	4.8 mts.	8323958	342086	19	3945	Tajea
12+330.00	12+500.00	Afirmado	Regular	4.9 mts.	8323894	342023	19	3946	Tajea
12+500.00	12+750.00	Afirmado	Malo	5.0 mts.	8323761	341733	19	3966	Tajea
12+750.00	12+910.00	Afirmado	Bueno	4.0 mts.	8323663	341580	19	3972	Ponton
12+910.00	13+000.00	Afirmado	Regular	4.8 mts.	8324096	342584	19	3939	-----
13+000.00	13+090.00	Afirmado	Regular	6.0 mts.	8323555	341482	19	3993	Tajea
13+090.00	13+500.00	Afirmado	Malo	4.4 mts.	8324453	341476	19	4016	Tajea
13+500.00	14+000.00	Sin afirmar	Regular	4.3 mts.	8323752	341772	19	3967	-----
14+000.00	14+090.00	Sin afirmar	Regular	4.3 mts.	8323771	341784	19	3965	-----
14+090.00	14+180.00	Sin afirmar	Malo	4.8 mts.	8323271	341038	19	4080	Alcantarilla
14+180.00	14+500.00	Sin afirmar	Malo	4.3 mts.	8323528	341576	19	3999	-----
14+500.00	14+600.00	Afirmado	Regular	4.9 mts.	8323154	340636	19	4116	Tajea
14+600.00	14+650.00	Afirmado	Regular	4.5 mts.	8323143	340691	19	4122	Alcantarilla
14+650.00	15+000.00	Afirmado	Regular	4.5 mts.	8323232	340625	19	4120	-----
15+000.00	15+180.00	Sin afirmar	Malo	4.3 mts.	8323367	341506	19	4041	-----
15+180.00	15+500.00	Sin afirmar	Malo	4.3 mts.	8323262	341025	19	4084	-----
15+500.00	16+000.00	Sin afirmar	Malo	4.3 mts.	8323192	340834	19	4103	-----
16+000.00	16+020.00	Sin afirmar	Malo	4.3 mts.	8323134	340568	19	4126	-----
16+020.00	16+090.00	Afirmado	Regular	4.2 mts.	8323098	339526	19	4197	Alcantarilla
16+090.00	16+280.00	Afirmado	Regular	9.0 mts.	8322947	339403	19	4198	Alcantarilla
16+280.00	16+500.00	Afirmado	Regular	9.0 mts.	8322965	33922	19	4175	-----
16+500.00	16+580.00	Sin afirmar	Malo	4.3 mts.	8323012	340364	19	4162	-----
16+580.00	16+900.00	Afirmado	Malo	4.9 mts.	8322851	338910	19	4171	Alcantarilla
16+900.00	17+000.00	Afirmado	Malo	4.5 mts.	8322958	339623	19	4186	-----
17+000.00	17+020.00	Sin afirmar	Malo	4.3 mts.	8323054	339868	19	4189	-----
17+020.00	17+100.00	Afirmado	Malo	4.5 mts.	8322901	338786	19	4129	Tajea
17+100.00	17+200.00	Afirmado	Malo	4.5 mts.	8322897	338739	19	4222	Tajea
17+200.00	17+300.00	Afirmado	Malo	4.5 mts.	8322916	338646	19	4220	Tajea
17+300.00	17+320.00	Afirmado	Malo	4.7 mts.	8322921	338536	19	4216	Alcantarilla
17+320.00	17+350.00	Afirmado	Malo	6.0 mts.	8322883	338486	19	4216	Tajea
17+350.00	17+500.00	Sin afirmar	Malo	3.9 mts.	8322983	339449	19	4205	-----
17+500.00	17+600.00	Sin afirmar	Regular	4.6 mts.	8322805	338294	19	4217	Tajea
17+600.00	17+900.00	Sin afirmar	Malo	4.2 mts.	8322631	338073	19	4235	Tajea
17+900.00	18+000.00	Sin afirmar	Malo	4.2 mts.	8322695	338956	19	4235	-----
18+000.00	18+050.00	Sin afirmar	Malo	4.2 mts.	8322809	339111	19	4210	-----
18+050.00	18+150.00	Afirmado	Malo	3.9 mts.	8322548	337868	19	4237	Tajea
18+150.00	18+300.00	Afirmado	Bueno	4.8 mts.	8322434	337755	19	4245	Alcantarilla
18+300.00	18+400.00	Afirmado	Malo	5.0 mts.	8322350	337723	19	4247	Tajea
18+400.00	18+500.00	Sin afirmar	Malo	4.2 mts.	8321970	337412	19	4263	-----
18+500.00	19+000.00	Sin afirmar	Malo	4.2 mts.	8322668	338190	19	4212	-----
19+000.00	19+020.00	Afirmado	Bueno	4.2 mts.	8322586	338033	19	4263	Alcantarilla
19+020.00	19+500.00	Sin afirmar	Malo	4.2 mts.	8322472	337779	19	4226	-----
19+500.00	20+000.00	Sin afirmar	Malo	4.2 mts.	8322100	337611	19	4246	-----
20+000.00	20+500.00	Sin afirmar	Malo	4.2 mts.	8321950	337316	19	4248	-----
20+500.00	21+000.00	Afirmado	Regular	4.2 mts.	8321931	337307	19	4252	-----
21+000.00	21+500.00	Afirmado	Regular	4.2 mts.	8321936	337302	19	4252	-----
21+500.00	22+000.00	Sin afirmar	Malo	4.2 mts.	8321944	337298	19	4251	-----

<b>Tipo de Superficie</b>	Asfaltado: <b>AS</b>	Afirmado: <b>AF</b>	Sin Afirmar: <b>SA</b>	Trocha: <b>T</b>
<b>Est. Transitabilidad</b>	Bueno: <b>B</b>	Regular: <b>R</b>	Malo: <b>M</b>	
<b>Obras Arte y Drenaje</b>	Puentes	Badenes	Alcantarillas	Cunetas
<b>Centros Poblados (CP)</b>	Centros Poblados que definen la Trayectoria de la Ruta.			
<b>Señalización</b>	Hito Kilométrico	S. Preventivas	S. Informativa	

En la ficha 1-D se procedió a la recolección y llenado viendo los daños y nivel de gravedad en tramos de 500 m tal como nos indica el procedimiento.

### FICHA 3: RECOLECCION Y LLENADO DEL NIVEL DE GRAVEDAD EN TRAMO DE 500 M.

1.D: FICHA TECNICA DE DAÑOS EN CAMINO VECINAL

Código del daño	Tipo de Daño	Nivel de Gravedad	Ancho de Vía Promedio	Σ(Areas deterioradas)
1	Deformación	1. Huellas/hundimientos sensibles al Usuario pero < 5 cms. 2. Huellas/hundimientos entre 5 y 10 cms. 3. Huellas/hundimientos >= 10 cms.	4.429386	0
2	Erosión	1. Sensible al Usuario pero profundidad < 5 cms. 2. Profundidad entre 5 y 10 cms. 3. Profundidad >= 10 cms.	4.4	0
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria 2. Se necesita la una capa de material adicional 3. Se necesita una reconstrucción	4.4	0
4	Encalaminado	1. Sensible al Usuario pero profundidad < 5 cms. 2. Profundidad entre 5 y 10 cms. 3. Profundidad >= 10 cms.	4.4	324.2
5	Lodazal	1. Transversabilidad baja o intranversabilidad en época de lluvia 2. Transversabilidad baja o intranversabilidad en época de Lluvia	4.2	144.9
6	Cruce de Agua		4.4	0

Progresiva Del Km	Al Km	Longitud (m)	Ancho de Vía (m)	Tipo de Daño	Código del tipo de daño	Nivel de Gravedad	Número de Baches	Ancho del Deterioro (m)	Longitud del Deterioro (m)	Área Deteriorada (m²)	Fecha
0+000.00	0+022.00	22.0	5.1	DEFORMACION	1	3		4.30	22.0	99.0	NOV. 2018
0+022.00	0+080.00	58.0	5.0	BACHES	3	3	12		58.0	0.0	NOV. 2018
0+080.00	0+120.00	40.0	4.2	EROSION	2	3		4.06	40.0	162.4	NOV. 2018
0+120.00	0+140.00	20.0	4.2	DEFORMACION	1	3		4.04	20.0	80.8	NOV. 2018
0+140.00	0+175.00	35.0	4.0	DEFORMACION	1	3		3.66	35.0	128.1	NOV. 2018
0+175.00	0+210.00	35.0	4.0	DEFORMACION	1	3		3.75	35.0	131.3	NOV. 2018
0+210.00	0+245.00	35.0	4.3	ENCALAMINADO	4	3		3.67	35.0	128.5	NOV. 2018
0+245.00	0+280.00	35.0	5.0	EROSION	2	3		4.27	35.0	145.5	NOV. 2018
0+280.00	0+315.00	35.0	4.6	BACHES	3	3	22		35.0	0.0	NOV. 2018
0+315.00	0+350.00	35.0	4.3	DEFORMACION	1	3		4.16	35.0	145.6	NOV. 2018
0+350.00	0+385.00	35.0	4.2	LODAZAL	5	2		4.14	35.0	144.9	NOV. 2018
0+385.00	0+420.00	35.0	4.3	EROSION	2	3		4.30	35.0	150.5	NOV. 2018
0+420.00	0+455.00	35.0	4.4	EROSION	2	3		4.35	35.0	152.3	NOV. 2018
0+455.00	0+500.00	45.0	4.4	ENCALAMINADO	4	3		4.35	45.0	195.8	NOV. 2018

Código del daño	Tipo de Daño	Nivel de Gravedad	Ancho de Vía Promedio	Σ(Areas deterioradas)
1	Deformación	1. Huellas/hundimientos sensibles al Usuario pero < 5 cms. 2. Huellas/hundimientos entre 5 y 10 cms. 3. Huellas/hundimientos >= 10 cms.	3.5	0
2	Erosión	1. Sensible al Usuario pero profundidad < 5 cms. 2. Profundidad entre 5 y 10 cms. 3. Profundidad >= 10 cms.	3.5	507
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria 2. Se necesita la una capa de material adicional 3. Se necesita una reconstrucción	3.4	568.5
4	Encalaminado	1. Sensible al Usuario pero profundidad < 5 cms. 2. Profundidad entre 5 y 10 cms. 3. Profundidad >= 10 cms.	3.5	0
5	Lodazal	1. Transversabilidad baja o intranversabilidad en época de Lluvia 2. Transversabilidad baja o intranversabilidad en época de Lluvia	3.2	105
6	Cruce de Agua		3.5	0

Progresiva Del Km	Al Km	Longitud (m)	Ancho de Vía (m)	Tipo de Daño	Código del tipo de daño	Nivel de Gravedad	Número de Baches	Ancho del Deterioro (m)	Longitud del Deterioro (m)	Área Deteriorada (m²)	Fecha
0+500.00	0+520.00	20.0	4.0	EROSION	2	3		3.90	20.0	78.0	NOV. 2018
0+520.00	0+530.00	10.0	3.5	ENCALAMINADO	4	3		3.20	10.0	32.0	NOV. 2018
0+530.00	0+560.00	30.0	3.5	EROSION	2	3		3.20	30.0	96.0	NOV. 2018
0+560.00	0+640.00	80.0	3.5	EROSION	2	3		3.30	80.0	264.0	NOV. 2018
0+640.00	0+700.00	60.0	3.6	BACHES	3	3	13		60.0	0.0	NOV. 2018
0+700.00	0+710.00	10.0	3.1	EROSION	2	3		2.90	10.0	29.0	NOV. 2018
0+710.00	0+745.00	35.0	3.1	EROSION	2	3		2.90	35.0	101.5	NOV. 2018
0+745.00	0+780.00	35.0	3.1	ENCALAMINADO	4	1		3.00	35.0	105.0	NOV. 2018
0+780.00	0+815.00	35.0	3.0	BACHES	3	3	21		35.0	0.0	NOV. 2018
0+815.00	0+880.00	35.0	3.2	LODAZAL	5	3		3.00	35.0	105.0	NOV. 2018
0+880.00	0+920.00	35.0	3.5	DEFORMACION	1	3		3.00	35.0	105.0	NOV. 2018
0+920.00	0+955.00	35.0	3.2	DEFORMACION	1	3		2.80	35.0	96.0	NOV. 2018
0+955.00	1+000.00	45.0	4.0	DEFORMACION	1	3		3.80	35.0	133.0	NOV. 2018

Tipo de Daño	1. Deformación	2. Erosión	3. Baches ó Huecos
Nivel de Gravedad	4. Encalaminado	5. Lodazal	6. Cruce de Agua
Clase de Densidad	0. Sin Deterioro	1. Leve	2. Moderada/3. Severa

Solo se Aplica al Tipo de Daño 3. Baches ó Huecos

## FICHA 4: CALIFICACION POR CADA TIPOS DE DETERIORO EN SECCION DE 500 M.

1.E: FICHA TECNICA DE CALIFICACION PARA CADA TIPO DE DETERIORO O FALLA DE LA CAPA DE RODADURA POR SECCIONES DE 500 m DE CAMINO NO PAVIMENTADO (AFIRMADO)

Código de Daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas				Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla	Extensión Promedio Ponderado EPP	EPI/AIj	Porcentaje de Extensión de Deterioro o Falla EPI = (AIj/Aj) x 100	Puntaje de Condición de cada Tipo de Deterioro / Falla	
			TRAMO ANALIZADO (500m)									
			Aj = (Área del Deterioro x Longitud del Deterioro)	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (m²)						
1	Deformación	1. Hueliz/huindimientos sensibles al Usuario pero < 5 cms. 2. Hueliz/huindimientos entre 5 y 10 cms 3. Hueliz/huindimientos >= 10 cms	Área de Deterioro (Aij) (m²)									
			Número de Deterioro (Ni)									
			Longitud del deterioro (Li)									
			Área (A11) Daño 1 Gravedad 1. A11= Longitud x Ancho del deterioro	2214.64	500	4.43	0.00	0.00	0.00			
			Área (A12) Daño 1 Gravedad 2. A12= Longitud x Ancho del deterioro	2214.64	500	4.43	0.00	0.00	0.00			
			Área (A13) Daño 1 Gravedad 3. A13= Longitud x Ancho del deterioro	2160.00	500	4.32	15830.21	27.07	15830.21	0		
			Área (A21) Daño 2 Gravedad 1. A21= Longitud x Ancho del deterioro	2214.64	500	4.43	0.00	0.00	0.00			
			Área (A22) Daño 2 Gravedad 2. A22= Longitud x Ancho del deterioro	2214.64	500	4.43	0.00	0.00	0.00			
			Área (A23) Daño 2 Gravedad 3. A23= Longitud x Ancho del deterioro	2238.75	500	4.48	16872.50	27.45	16872.50	0		
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación ordinaria 2. Se necesita una capa de material adicional 3. Se necesita una reconstrucción	Número (N31) Daño 3 Gravedad 1									
			Número (N32) Daño 3 Gravedad 2									
			Número (N33) Daño 3 Gravedad 3									
			Área (A41) Daño 4 Gravedad 1. A41= Longitud x Ancho del deterioro	2214.64	500	4.43	0.00	0.00	0.00			
			Área (A42) Daño 4 Gravedad 2. A42= Longitud x Ancho del deterioro	2214.64	500	4.43	0.00	0.00	0.00			
			Área (A43) Daño 4 Gravedad 3. A43= Longitud x Ancho del deterioro	2175.00	500	4.35	4832.44	14.91	4832.44	0		
4	Encalaminado	1. Sensible al Usuario pero profundidad < 5 cms 2. Profundidad entre 5 y 10 cms 3. Profundidad >= 10 cms	Número (N41) Daño 5 Gravedad 1. A51= Longitud x Ancho del deterioro									
			Número (N42) Daño 5 Gravedad 2. A52= Longitud x Ancho del deterioro									
			Número (N43) Daño 5 Gravedad 3. A53= Longitud x Ancho del deterioro									
			Área (A51) Daño 5 Gravedad 1. A51= Longitud x Ancho del deterioro	2100.00	500	4.20	999.81	6.90	999.81	0		
			Área (A52) Daño 5 Gravedad 2. A52= Longitud x Ancho del deterioro	2100.00	500	4.20	6.90	6.90	6.90	50		
			Área (A53) Daño 5 Gravedad 3. A53= Longitud x Ancho del deterioro	2214.64	500	4.43	0.00	0.00	0.00	50		
5	Lodazal	1. Translabilidad Baja o Intranslabilidad en época de lluvia	Número (N61) Daño 6 Gravedad 1. A61= Longitud x Ancho del deterioro									
			Número (N62) Daño 6 Gravedad 2. A62= Longitud x Ancho del deterioro									
			Número (N63) Daño 6 Gravedad 3. A63= Longitud x Ancho del deterioro									
			Área (A61) Daño 6 Gravedad 1. A61= Longitud x Ancho del deterioro	2214.64	500	4.43	0.00	0.00	0.00	50		
			Área (A62) Daño 6 Gravedad 2. A62= Longitud x Ancho del deterioro	2214.64	500	4.43	0.00	0.00	0.00	50		
			Área (A63) Daño 6 Gravedad 3. A63= Longitud x Ancho del deterioro	2214.64	500	4.43	0.00	0.00	0.00	50		
<b>Suma de Puntaje de Condición</b>											324.62	

## FICHA 5: UBICACIÓN Y PANEL FOTOGRÁFICO

### 1.F.- FICHA DE UBICACIÓN Y PANEL FOTOGRÁFICO

MAPA DE UBICACIÓN DEL PERÚ



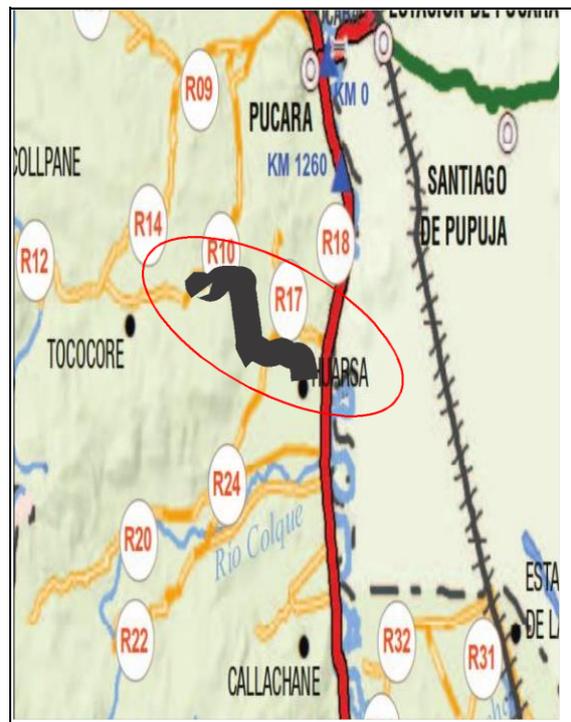
MAPA DE UBICACIÓN DE PUNO

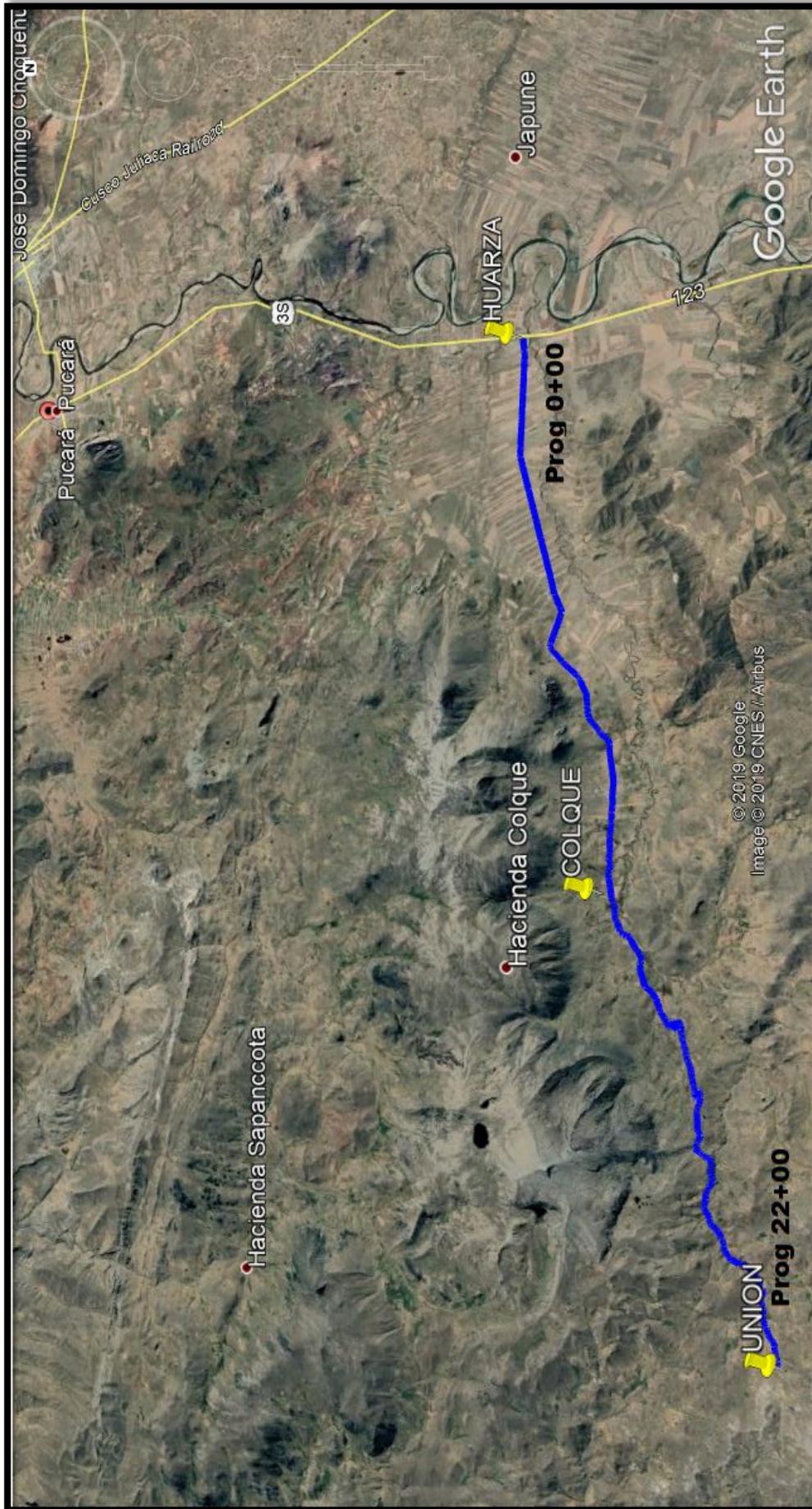


MAPA DE UBICACIÓN DE LAMPA



MAPA DE UBICACIÓN DE PUCARA





**Figura 19:** Ubicación específica del tramo.

FUENTE: Elaboración Google Earth.

**Tabla 14:** Calificación de Estado de Transpirabilidad del Camino Vecinal (500m).

NOTA: LOS DATOS SON RESULTADO DE LA PAG: FICHA 1.E

	<b>Tabla de calificación de Estado de Transpirabilidad del Camino Vecinal (500m)</b>																											
<b>TRAMO 1</b>	CALIFICACION DE CONDICION=	500 - $\Sigma$ (Puntaje de Condicion)= 175.38																										
	Buena	$\geq 400$																										
	Regular	$\geq 150.V \leq 400$																										
	Malo	$\leq 150$																										
		<b>REGULAR</b>																										
<b>SE RECOMIENDA MANTENIMIENTO PERIODICO</b>																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Reconstrucción - Rehabilitación</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">250</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">300</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">350</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">400</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">450</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">500</td> </tr> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Conservación periódica</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">200</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">250</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">300</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">350</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">400</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">450</td> </tr> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Conservación rutinaria</td> <td colspan="6"></td> </tr> </table>				Reconstrucción - Rehabilitación	250	300	350	400	450	500		Conservación periódica	200	250	300	350	400	450		Conservación rutinaria								
	Reconstrucción - Rehabilitación	250	300	350	400	450	500																					
	Conservación periódica	200	250	300	350	400	450																					
	Conservación rutinaria																											
<b>SE RECOMIENDA MANTENIMIENTO PERIODICO</b>																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Reconstrucción - Rehabilitación</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">200</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">250</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">300</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">350</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">400</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">450</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">500</td> </tr> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Conservación periódica</td> <td colspan="6"></td> </tr> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Conservación rutinaria</td> <td colspan="6"></td> </tr> </table>				Reconstrucción - Rehabilitación	200	250	300	350	400	450	500		Conservación periódica								Conservación rutinaria							
	Reconstrucción - Rehabilitación	200	250	300	350	400	450	500																				
	Conservación periódica																											
	Conservación rutinaria																											
<b>TRAMO 2</b>	CALIFICACION DE CONDICION=	500 - $\Sigma$ (Puntaje de Condicion)= 191.83																										
	Buena	$\geq 400$																										
	Regular	$\geq 150.V \leq 400$																										
	Malo	$\leq 150$																										
		<b>REGULAR</b>																										
<b>SE RECOMIENDA MANTENIMIENTO PERIODICO</b>																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Reconstrucción - Rehabilitación</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">200</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">250</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">300</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">350</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">400</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">450</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">500</td> </tr> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Conservación periódica</td> <td colspan="6"></td> </tr> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Conservación rutinaria</td> <td colspan="6"></td> </tr> </table>				Reconstrucción - Rehabilitación	200	250	300	350	400	450	500		Conservación periódica								Conservación rutinaria							
	Reconstrucción - Rehabilitación	200	250	300	350	400	450	500																				
	Conservación periódica																											
	Conservación rutinaria																											
<b>SE RECOMIENDA MANTENIMIENTO PERIODICO</b>																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Reconstrucción - Rehabilitación</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">150</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">200</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">250</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">300</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">350</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">400</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">450</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">500</td> </tr> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Conservación periódica</td> <td colspan="6"></td> </tr> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Conservación rutinaria</td> <td colspan="6"></td> </tr> </table>				Reconstrucción - Rehabilitación	150	200	250	300	350	400	450	500		Conservación periódica								Conservación rutinaria						
	Reconstrucción - Rehabilitación	150	200	250	300	350	400	450	500																			
	Conservación periódica																											
	Conservación rutinaria																											
<b>TRAMO 3</b>	CALIFICACION DE CONDICION=	500 - $\Sigma$ (Puntaje de Condicion)= 278.14																										
	Buena	$\geq 400$																										
	Regular	$\geq 150.V \leq 400$																										
	Malo	$\leq 150$																										
		<b>REGULAR</b>																										
<b>SE RECOMIENDA MANTENIMIENTO PERIODICO</b>																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Reconstrucción - Rehabilitación</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">200</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">250</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">300</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">350</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">400</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">450</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">500</td> </tr> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Conservación periódica</td> <td colspan="6"></td> </tr> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Conservación rutinaria</td> <td colspan="6"></td> </tr> </table>				Reconstrucción - Rehabilitación	200	250	300	350	400	450	500		Conservación periódica								Conservación rutinaria							
	Reconstrucción - Rehabilitación	200	250	300	350	400	450	500																				
	Conservación periódica																											
	Conservación rutinaria																											
<b>SE RECOMIENDA MANTENIMIENTO PERIODICO</b>																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Reconstrucción - Rehabilitación</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">150</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">200</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">250</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">300</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">350</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">400</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">450</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">500</td> </tr> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Conservación periódica</td> <td colspan="6"></td> </tr> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Conservación rutinaria</td> <td colspan="6"></td> </tr> </table>				Reconstrucción - Rehabilitación	150	200	250	300	350	400	450	500		Conservación periódica								Conservación rutinaria						
	Reconstrucción - Rehabilitación	150	200	250	300	350	400	450	500																			
	Conservación periódica																											
	Conservación rutinaria																											
<b>TRAMO 4</b>	CALIFICACION DE CONDICION=	500 - $\Sigma$ (Puntaje de Condicion)= 149.26																										
	Buena	$\geq 400$																										
	Regular	$\geq 150.V \leq 400$																										
	Malo	$\leq 150$																										
		<b>MALO</b>																										
<b>SE RECOMIENDA RECONSTRUCCION - REHABILITACION</b>																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Reconstrucción - Rehabilitación</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">200</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">250</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">300</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">350</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">400</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">450</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">500</td> </tr> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Conservación periódica</td> <td colspan="6"></td> </tr> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Conservación rutinaria</td> <td colspan="6"></td> </tr> </table>				Reconstrucción - Rehabilitación	200	250	300	350	400	450	500		Conservación periódica								Conservación rutinaria							
	Reconstrucción - Rehabilitación	200	250	300	350	400	450	500																				
	Conservación periódica																											
	Conservación rutinaria																											

FUENTE: (Elaborado por el equipo de trabajo).

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 RESULTADOS

##### Resultados de evaluación

**Tabla 15:** Promedio de Calificación y Recomendación de Mantenimiento.

#### CALIFICACION DE CAMINO VECINAN DE 22.00 Km (TRAMOS DE 500m)

Tramo1	Tramo2	Tramo3	Tramo4	Tramo5	Tramo6	Tramo7	Tramo8
175.38	191.83	278.14	149.26	146.27	155.21	143.42	162.29

Tramo9	Tramo10	Tramo11	Tramo12	Tramo13	Tramo14	Tramo15	Tramo16
148.26	142.72	160.21	148.00	162.01	146.13	148.60	146.50

Tramo 17	Tramo 18	Tramo 19	Tramo 20	Tramo 21	Tramo 22	Tramo 23	Tramo 24
147.55	146.88	147.64	149.00	139.40	137.64	149.82	149.98

Tramo 25	Tramo 26	Tramo 27	Tramo 28	Tramo 29	Tramo 30	Tramo 31	Tramo 32
149.29	142.74	147.57	174.98	149.76	136.74	151.79	136.86

Tramo 33	Tramo 34	Tramo 35	Tramo 36	Tramo 37	Tramo 38	Tramo 39	Tramo 40
139.41	145.42	136.74	147.38	147.77	155.23	149.08	149.91

Tramo 41	Tramo 42	Tramo 43	Tramo 44	Tramo 45	Tramo 46	Tramo 47	Tramo 48
136.11	146.21	139.29	144.98				

CALIFICACION DE CONDICION PROMEDIO DEL CV.

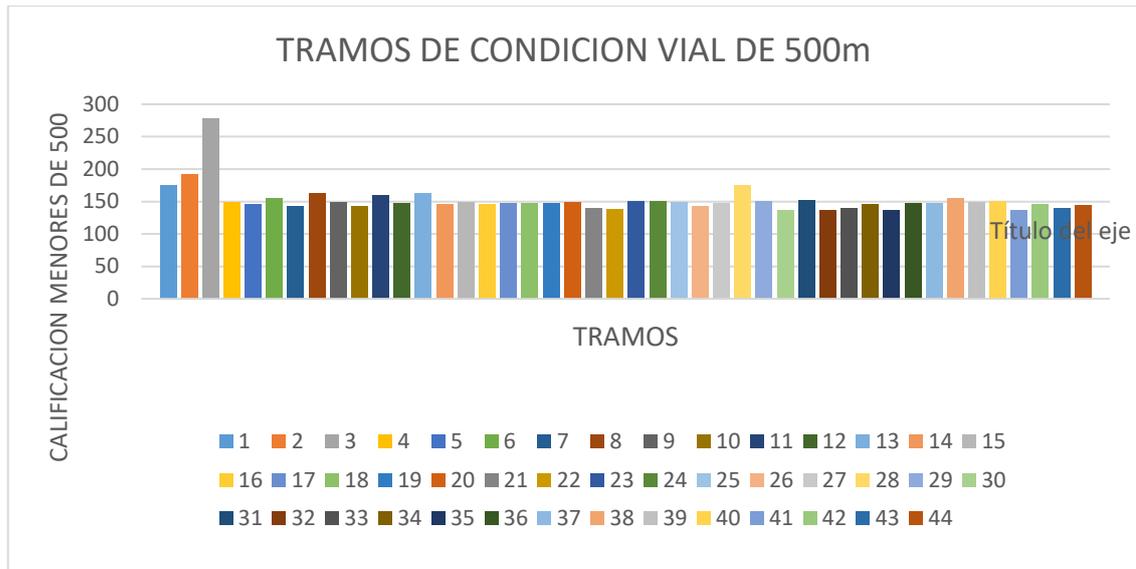
CP =

Bueno	> 400	<b>REGULAR</b>
Regular	> 150 y <= 400	
Malo	<= 150	

### SE RECOMIENDA MANTENIMIENTO PERIODICO

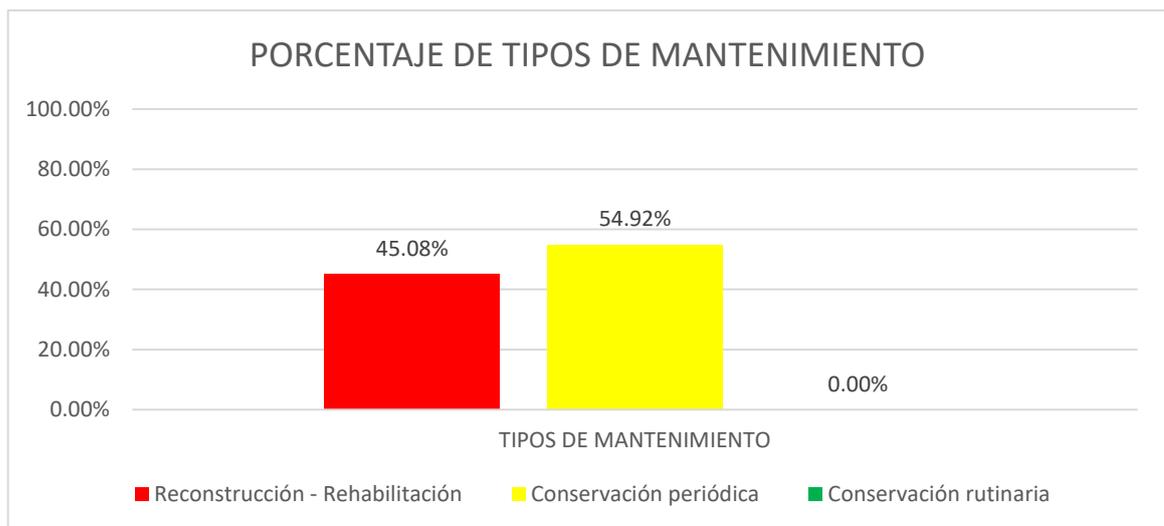
Reconstrucción - Rehabilitación	Conservación periódica	Conservación

FUENTE: (Elaborado por el equipo de trabajo).



**Figura 20:** Calificación de los Tramos de 500m.

FUENTE: (Elaborado por el equipo de trabajo).



**Figura 21:** Porcentajes que requiere el tramo en mantenimiento

FUENTE: (Elaborado por el equipo de trabajo).

En la figura 19 se puede observar que en todos los tramos de 500m se encuentran en un mal estado en algunos ya se requiere una reconstrucción.

En la figura 56 se puede observar que el 45.08% del tramo se requiere una reconstrucción y un 54.92% una conservación periódica y un 0.0% una conservación rutinaria.

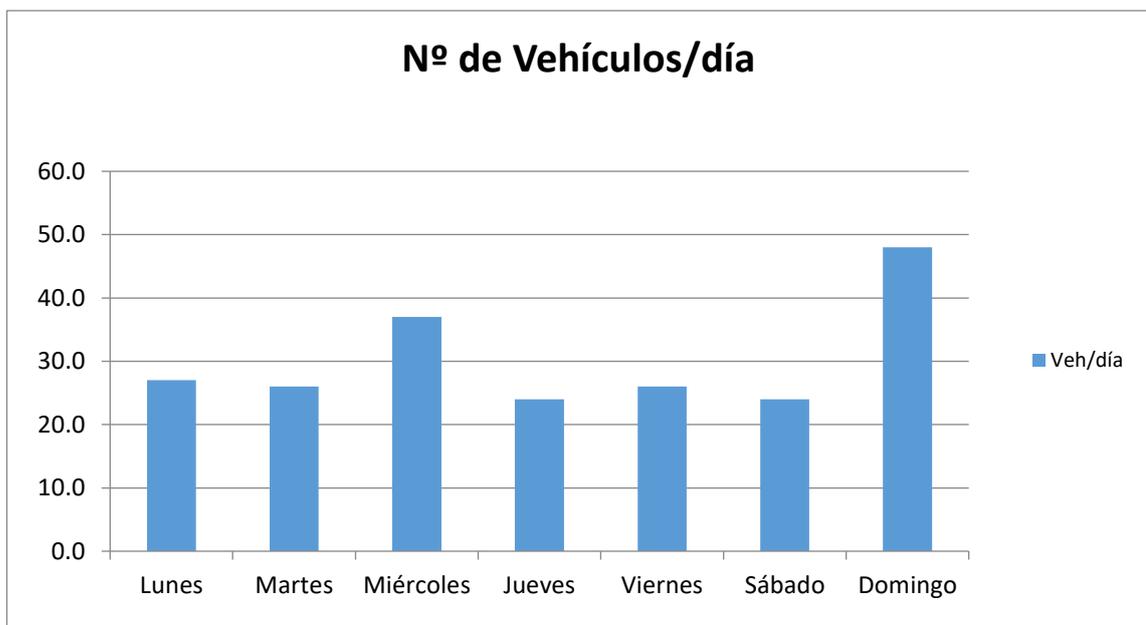
En el resultado se puede observar claramente que el tramo requiere un mantenimiento periódico. Más no un mantenimiento rutinario es más ya casi esta por pasar a la rehabilitación.

### Resultados de Control del Conteo del Tráfico

Se contabilizó los vehículos que transitaban por el tramo HUARZA-COLQUE-UNION distrito de Pucara, Provincia de Lampa departamento de Puno.

**Tabla 16:** Resultado del conteo de tráfico de Vehículos.

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Automovil	4.0	5.0	7.0	5.0	6.0	4.0	3.0
Camioneta	6.0	6.0	12.0	8.0	7.0	6.0	11.0
Combi	10.0	7.0	10.0	6.0	6.0	9.0	21.0
Micro	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	4.0
Bus Grande	2.0	2.0	2.0	1.0	2.0	2.0	3.0
Camión 2E	2.0	2.0	2.0	0.0	2.0	1.0	3.0
Camión 3E	1.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	3.0
<b>TOTAL</b>	<b>27.0</b>	<b>26.0</b>	<b>37.0</b>	<b>24.0</b>	<b>26.0</b>	<b>24.0</b>	<b>48.0</b>



**Figura 22:** Volúmenes de vehículos diarios

FUENTE: (Elaborado por el equipo de trabajo).

**Tabla 17:** Índice máximo diario anual

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>Tráfico Normal</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>37</b>	<b>37</b>	<b>38</b>	<b>39</b>	<b>39</b>
Automovil	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Camioneta	9.00	9.00	9.00	9.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	11.00	11.00
Combi	11.00	11.00	11.00	11.00	12.00	12.00	12.00	12.00	13.00	13.00	13.00
Micro	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Bus Grande	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Camión 2E	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Camión 3E	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00

FUENTE: (Elaborado por el equipo de trabajo).

### Resultados del Estudio de Canteras

La cantera para afirmados que se usó fue el del tramo Huarza-Colque-Unión, la cual se encuentra a km 4+900, 10+00 y 17+500.

**Tabla 18:** Características de Cantera para el Afirmado.

ENSAYO	REQUERIMIENTO AFIRMADO	CANTERA PALMERA - UNION
Granulometría	Huso A-1, A-2, C, D, E y f	Cumple
Abrasión	50 % Máximo	Cumple
CBR (Referido al 100% de la MDS y penetración de carga de 0.1"	40 % Mínimo	Cumple
Límite Líquido	35 % Max	Cumple
índice de Plasticidad	4% min - 9% Max.	Cumple

FUENTE: (Elaborado por el equipo de trabajo).

## Determinación del Espesor de Afirmado

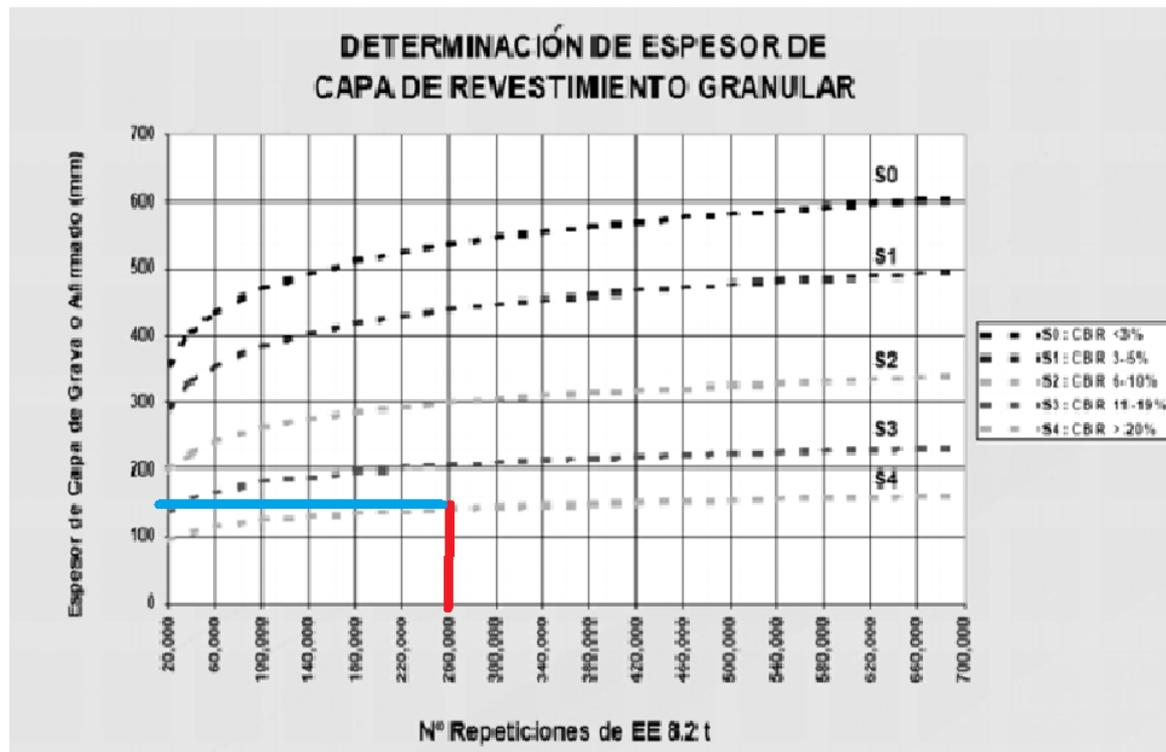
El tráfico proyectado al año horizonte, se clasifica según lo siguiente:

**Tabla 19:** Número de repetición de ejes equivalente

CLASE	TO	T1	T2	T3
IMDA (Total vehículos ambos sentidos)	<15	16 - 50	51 - 100	101 - 200
Vehículos pesados (carril de diseño)	<6	6 - 15	16 - 28	29 - 56
Nº Rep. EE (carril de diseño)	$< 2.5 \times 10^4$	$2.6 \times 10^4$ - $7.8 \times 10^4$	$7.9 \times 10^4$ - $1.5 \times 10^5$	$1.6 \times 10^5$ - $3.1 \times 10^5$

FUENTE: (Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito)

Número de repeticiones de EE para el carril de diseño asumido=  $2.6 \times 10^4$ .



**Figura 23:** Curva para la determinación de espesor de la capa del afirmado.

FUENTE: Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito (MTC, 2008).



Número de repeticiones de EE para el carril de diseño asumido=  $2.6 \times 10^4$ . Con este resultado se allá la altura del afirmado.

Como se observa se consigue de 150mm=15cm.

## Slurry Seal (ISSA)

### 1. Preparación del mortero Asfáltico – Slurry Seal

Como se sabe el Slurry Seal es la combinación de la emulsión asfáltica, fillers, agregado y agua. De las cuales se elige de un tipo II y un asfalto tipo css-1h

**Tabla 20:** Materiales de componentes de los sellos de lechada asfáltica.

Materiales componente	Limites de especificacion
<b>Emulsion asfaltica</b>	Tipo I: (16,5 - 26,4) % Tipo II: (12,4 - 22,3) % Tipo III: (10,7 - 19,8) % (sobre peso de agregado seco)
<b>Asfalto residual</b>	Tipo I: (10-16) % Tipo II: (7,5-13,5) % Tipo III: (6,5-12) % (sobre peso de agregado seco)
<b>Relleno mineral</b>	0 % a 3,0 % (sobre peso de agregado seco)
<b>Aditivos</b>	Lo que se requiera
<b>Agua</b>	Lo que se requiera para alcanzar una buena consistencia de la mezcla

FUENTE: Guía de diseño de mezcla de laboratorio para los sellos de lechada asfáltica (Slurry Seals).

La lechada asfáltica debe de cumplir con lo especificado en el cuadro.

**Tabla 21:** Resumen de especificaciones para los agregados finos, utilizados en la construcción de lechada asfáltica

Ensayo	Norma	Especificación
Granulometría	AASHTO T 27 y T 11	Granulometría
Abrasion Los Angeles	AASHTO T 96 INTE 06-02-27	35 % max
Equivalente de arena	AASHTO T 176	45 % min
Durabilidad por acción de los sulfatos	AASHTO T 104 INTE 06-02-24	15 % max (Sodio) 25 % max (Magnesio)
Azul de metileno	-	10 mg/g max (Basalto) 7 mg/g max (Arenisca)

Para los agregados cumplen con la granulometría de un sellado de tipo II.

**Tabla 22:** Granulometría de la lechada de tipo II

Tamiz	Tipo de sello de lechada asfáltica	
	II	Tolerancia en el apilamiento
9,5 mm (N <sup>o</sup> 3/8)	100	-
4,75 mm (N <sup>o</sup> 4)	90 - 100	±5 %
2,36 mm (N <sup>o</sup> 8)	65 - 90	±5 %
1,18 mm (N <sup>o</sup> 16)	45 - 70	±5 %
600 pm (N <sup>o</sup> 30)	30 - 50	±5 %
300 pm (N <sup>o</sup> 50)	18 - 30	±4 %
150 pm (N <sup>o</sup> 100)	10 - 21	±3 %
75 pm (N <sup>o</sup> 200)	5 - 15	±2 %

FUENTE: (Elaborado por el equipo de trabajo).

Resultando los porcentajes del diseño.

**Tabla 23:** Resultados % de la dosificación.

Formulacion por peso	Dosificacion porcentual (%)	Dosificacion por peso dosificado (g)
Emulsificante	Cationico de rompimiento lento	
Produccion de emulsion		1000 gramos
Asfalto	60.0%	606,1g
Emulsificante	15%	15,1g
Agua	38.5%	378,8 g
Acido HCl pH	hasta pH 2,0	2.0

FUENTE: (Elaborado por el equipo de trabajo).

## 4.2 DISCUSIÓN

Los resultados de nuestro estudio coinciden con lo que afirma Aza (2009) donde indica la infraestructura vial de la región puno ha alcanzado un estado deficiente a causa de ausencia de proyectos de gestión vial.

A causa de los resultados nos indica que el tramo ya requiere el mantenimiento periódico es más se puede observar que estamos al límite de que se haga una rehabilitación del tramo. Es bueno destacar que Balboa (2009) realizo su estudio en Cañete dándonos una serie de soluciones con micro pavimentos ya sea de Slurry Seal, AASHTO 1993. Entre otras. De igual manera Vivanco (2010) nos da soluciones con pavimentos económicos. También Yucra (2017) su estudio realizado en la provincia de Huancané departamento de puno, nos propone que se puede utilizar las estabilizaciones con aditivos para su mejor estado de la vía.

Perafán (2013) en su estudio realizado en Colombia hace la implementación de un programa “Camino para la Prosperidad” que hace parte del plan nacional de Colombia. Nuestro estudio también es una implementación para nuestro desarrollo de nuestro plan vial de la Región, es mas no solo la Región sino del País.



## V. CONCLUSIONES

En esta investigación realizado, del tramo HUARZA-COLQUE-UNIÓN del distrito de Pucara Provincia de Lampa Departamento de Puno se llegó a la conclusión general, que al tramo donde se realiza el **mantenimiento rutinario**, ya no requiere de este tipo de mantenimiento sino de un **mantenimiento periódico**.

**PRIMERO:** La evaluación nos confirman que el tramo se encuentra mayormente en un estado regular a malo además el mantenimiento rutinario de superficie afirmado, en condiciones de regular del tramo HUARZA-COLQUE-UNIÓN. Requiriendo otro tipo de mantenimiento

**SEGUNDO:** Los resultados de la investigación confirman que el tramo HUARZA-COLQUE-UNIÓN del distrito de Pucara Provincia de Lampa Departamento de Puno, nos indica claramente que para un buen plan vial se tiene que realizar el inventario de condición vial para así poder definir qué tipo de mantenimiento se debe realizar, en este caso por ejemplo un mantenimiento periódico.

**TERCERO:** se utilizaron las canteras ubicadas en los Km 4+900; 10+00; 17+500, del tramo HUARZA-COLQUE-UNIÓN del distrito de Pucara Provincia de Lampa Departamento de Puno, para el diseño del afirmado.

**CUARTO:** El uso del método de Slurry Seal en el tratamiento superficial del pavimento constituye una propuesta viable para la mejora del tramo HUARZA-COLQUE-UNIÓN del distrito de Pucara Provincia de Lampa Departamento de Puno



## VI. RECOMENDACIONES

Al corroborarse que antes de definir qué tipo de mantenimiento requiere el tramo se tiene que realizar la evaluación con el inventario de condición vial para que nuestro plan vial local tenga efecto y lo más importante para que los usuarios estén satisfechos y por ende un buen desarrollo del área de influencia.

**PRIMERA:** Se recomienda realizar el inventario de condición vial, para la evaluación y así poder tener un buen plan vial de la provincia.

**SEGUNDA:** Se recomienda que las evaluaciones sean ejecutadas por un ingeniero que tenga experiencia en materia de mantenimiento.

**TERCERO:** Se recomienda iniciar los trabajos en junio ya que según el SENAMHI las mayores precipitaciones se dan en los meses de diciembre, enero, febrero, marzo y abril.

**CUARTO:** Se recomienda que el Instituto Vial Provincial (IVP) debe estar a cargo de un ingeniero experto en la materia.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, R. (2012). *Evaluación de la gestión de mantenimiento rutinario de la carretera afirmada Aija-La Merced Km.0+00 Al 8+800 Aija-Ancach 2010-2011*. UNSAM: Facultad de Ingeniería Civil.
- Aza, P. (2009). *Gestión de conservación vial en la infraestructura regional*.
- Balboa, C. (2009). *Monitoreo de la serviciabilidad de la carretera Cañete- Yauyos del Km. 59+000 Al Km. 64+000 superficie de rodadura*. UNI: Facultad de Ingeniería Civil.
- Bloomberg, M. (2018). *Global status report on road safety*. Ginebra: Suiza.
- Jimenez, M. (2016). *Guía de diseño de mezcla de laboratorio para los sellos de lechada asfáltica (SLURRY SEALS)*.
- Masías, A. y Palomino, J (2012). *II Compendio de buenas prácticas en gestión*.
- Ministerio de Transporte y Comunicación (2014). *Manual de carreteras conservación vial*. MTC.
- Ministerio de Transporte y Comunicación (1008). *Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito*.
- Ministerio de Transporte y Comunicación (1016). *Determinación del estado de transitabilidad y nivel de intervención de los caminos rurales*. Lima: Perú.
- Ospina, G. (2016). El papel de las vías secundarias y los caminos vecinales en el desarrollo de Colombia. *Revista de ingeniería*. Bogota (Col.) 2016; 1(44): 20-27.



- Perafán, W. (2013). *Guía para el mantenimiento rutinario de vías no pavimentadas*. UM: Facultad de Ingeniería Civil.
- Planzer, R. (2005). *La seguridad vial en la región de América Latina y el caribe*.
- Saldaña, B. (2018). *Rehabilitación y mejoramiento en vías de bajo volumen de tránsito a nivel Tratamiento superficial Slurry Seal Canayre Puerto Palmerasayacucho Situación actual y desafíos*. CEPAL: Naciones Unidas.
- Sotil, A. (2014). *Propuesta de sistema de gestión de pavimentos para municipalidades y gobiernos locales*. UM: Facultad de Ingeniería Civil.
- Sotil, A. (2014). Propuesta de sistema de gestión de pavimentos para municipalidades y gobiernos locales. *Revista Infraestructura Vial*. Lima (Per.) 2014; 16(28): 13-24.
- Torres, M. (2018). *Tratamiento superficial utilizando Slurry Seal para el mejoramiento de la carretera Santa Rosa a San Francisco de Rio Mayo-2016*. UNA: Facultad de Posgrado Vial Descentralizada. MTC.
- Vivanco, J. (2010). *Monitoreo de serviciabilidad de la Carretera Cañete-Yauyos del Km. 74+000 Al Km. 79+000 Conservación de Superficie de Rodadura*. UNI: Facultad de Ingeniería Civil.
- Yucra, C. (2017). *Análisis del uso de aditivos Perma-Zyme y cloruro cal cálcico en la estabilización de la base de la carretera no pavimentada (desvió Huancané-chupa)-puno*. UNA: Facultad de Ingeniería Civil.
- Zamora, N. (2012). *Diagnóstico de la infraestructura vial actual en Colombia*. UEAN: Facultad de Postgrado.



## ANEXOS

- 1-A: FICHA TECNICA DEL CAMINO VECINAL.
- INSTRUCCION FICHA N°1-A.
- 1-B: FICHA DEL ITINERARIO DEL CAMINO VECINAL.
- 1. C: FICHA TECNICA DE PUENTES.
- 1. D: FICHA TECNICA DE DAÑOS EN CAMINO VECINAL.
- 1.E: FICHA TECNICA DE CALIFICACIÓN PARA CADA TIPO DE DETERIORO O FALLA DE LA CAPA DE RODADURA POR SECCIONES DE 500 m DE CAMINO NO PAVIMENTADO (AFIRMADO)
- 1. F.- FICHA DE UBICACIÓN Y PANEL FOTOGRAFICO.
- 1. G. FICHA PANEL FOTOGRAFICO DEL CAMINO VECINAL.
- TABLA DE CALIFICACIÓN DE ESTADO DE TRANSITABILIDAD DEL CAMINO VECINAL (500M)
- CALIFICACION DE CAMINO VECINAN DE 22.00 Km (TRAMOS DE 500m)
- CONTEO DE TRAFICO.
- RESUMEN DE CONTEO DE TRAFICO.
- APLICATIVO DE CONTEO DE TRAFICO.
- ENSAYO DE MEC. DE SUELOS.