

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
ESCUELA DE POSGRADO



**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRA EN TRANSPORTES Y
CONSERVACIÓN VIAL**

**Propuesta de modelo de gestión de conservación vial para el mantenimiento del
camino vecinal Emp.PE-06B Montan -Tambillo, Santa Cruz – Cajamarca**

Línea de Investigación: Ingeniería de Transportes

Sub Línea de Investigación: Transportes

Autor:

Sánchez Vásquez, Doris Yamalí

Jurado Evaluador:

Presidente: Durand Orellana Rocío Del Pilar

Secretario: Vértiz Malabrigo Manuel Alberto

Vocal: Cerna Sánchez Eduardo Elmer

Asesor:

Vargas López, Segundo Alfredo

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7631-5226>

TRUJILLO – PERÚ
2023

Fecha de Sustentación: 2024/07/16

SÁNCHEZ_VÁSQUEZ_DORIS ya.. REAL.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

6%

2

repositorio.upao.edu.pe

Fuente de Internet

4%

3

pdffox.com

Fuente de Internet

4%

4

Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego

Trabajo del estudiante

2%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias: < 2%

Excluir bibliografía

Activo



Declaración de originalidad

Yo, Vargas López, Segundo Alfredo, docente del Programa de Estudio de Postgrado TRANSPORTES Y CONSERVACIÓN VIAL, de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada “Propuesta de modelo de gestión de conservación vial para el mantenimiento del camino vecinal Emp.PE-06B Montan - Tambillo, Santa Cruz – Cajamarca”, autor Sánchez Vásquez, Doris Yamalí, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 16%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el 22 de abril del 2024.
- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis “Propuesta de modelo de gestión de conservación vial para el mantenimiento del camino vecinal Emp.PE-06B Montan - Tambillo, Santa Cruz – Cajamarca”, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

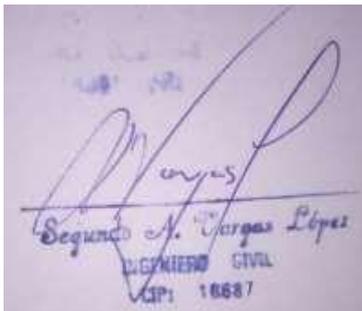
Lugar y fecha: 23 de abril de 2024

Vargas López, Segundo Alfredo

DNI: 18180684

ORCID: 0000-0001-7631-5226

FIRMA:



Segundo A. Vargas López
INGENIERO CIVIL
CIP: 18687

Sánchez Vásquez, Doris Yamal

DNI: 47105909

FIRMA:



DORIS YAMALÍ SÁNCHEZ VÁSQUEZ
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 225388

DEDICATORIA

A DIOS:

Por acompañarme, cuidarme y darme la fortaleza durante el proceso de esta investigación. Por cuidar de mi familia quienes son el motivo de mi paz.

A MI MADRE

María Irma, quién a lo largo de mi vida ha velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo incondicional en todo momento.

A MI HIJITA Y

HERMANITA

Favianita Cathaleya y Fernandita porque son el motor de mi vida para seguir progresando y brindarme su cariño en todo momento y ser partícipes de mi crecimiento personal.

**Doris Yamalí Sánchez
Vásquez**

AGRADECIMIENTO

A MI ALMA MATER

La Universidad Privada Antenor Orrego,
a la Escuela de Postgrado en especial a su
plana docente por prepararme e
instruirme en mi formación profesional
por prepárame en la especialidad de
Transportes y Conservación Vial.

A MI ASESOR

Dr. Vargas López Segundo Alfredo, por
brindarme su amistad y el apoyo
necesario, quien con sus sabias
orientaciones ha guiado el desarrollo de
esta tesis, con cariño y respeto lo
recuerdo siempre.

Doris Yamalí Sánchez Vásquez

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes del Problema	3
1.2. Formulación del problema	5
1.3. Objetivos	5
a.- Objetivo general	5
b.- Objetivos específicos.....	5
1.4. Hipótesis.....	6
1.5. Justificación:.....	6
II. MARCO TEÓRICO	9
2.1. Antecedentes	9
2.2. Marco Teórico:.....	14
2.3. Marco Conceptual	37
III. METODOLOGÍA	42
3.1. Población.....	42
3.2. Muestra.....	42
3.3. Operacionalización de variables.....	43
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos	43
3.5. Procedimientos	44

a.- Estudio Topográfico:	45
b.- Inventario Vial	53
c.- Estudio de Tráfico:	54
3.6. Diseño de contrastación.....	55
3.7. Procesamiento y análisis de datos	55
3.8. Consideraciones éticas	55
IV. RESULTADOS.....	57
4.1. Características Geométricas de la vía.....	57
4.2. Conteo Vehicular	59
4.3. Inventario vial	66
4.4. Propuesta De Modelo De Gestión De Conservación Vial	77
CAPÍTULO V.....	86
V. DISCUSIÓN	87
VI. CONCLUSIONES	93
VII. RECOMENDACIONES	96
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99
IX. ANEXOS	103

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE TABLAS	8
Tabla 1 Niveles de Servicio en Calzadas de Afirmado.	16
Tabla 2 Criterios para establecer el nivel de mantenimiento rutinario.	19
Tabla 3 Deformaciones del ahuellamiento.	20
Tabla 4 Erosión.	20
Tabla 5 Baches (huecos).....	21
Tabla 6 Encalaminado.	21
Tabla 7 Lodazal y Cruce de agua	22
Tabla 8 Criterios para establecer el nivel de mantenimiento periódico.....	23
Tabla 9 Criterios para establecer el nivel de rehabilitación.....	24
Tabla 10 Clasificación del Estado de la Superficie de Rodadura	36
Tabla 11 Datos geográficos del camino vecinal	42
Tabla 12 Operacionalización de Variables	43
Tabla 13 Ubicación Geográfica del tramo: EMP. PE-06B Montan – C.P. Tambillo.	45
Tabla 14 Características topográficas	47
Tabla 15 Resumen de Características Geométricas de la vía	57
Tabla 16 Daños en la Superficie de Rodadura.....	58
Tabla 17 Conteo de tráfico vehicular.....	59
Tabla 18 Conteo de tráfico vehicular.....	60
Tabla 19 Cálculo del índice medio diario semanal.....	60
Tabla 20 Cálculo del índice medio diario anual	62
Tabla 21 Cálculo del tráfico normal	63
Tabla 22 Cálculo del tráfico generado.....	64
Tabla 23 Ubicación de Obras de arte.....	66

Tabla 24	Ubicación de Obras de arte.....	67
Tabla 25	Ubicación de Obras de drenaje – Cunetas no revestidas	67
Tabla 26	Ubicación de Obras de drenaje – Alcantarillas.....	67
Tabla 27	Ubicación de Obras de drenaje – Badenes	70
Tabla 28	Obras de Drenaje	70
Tabla 29	Daños en la Superficie de rodadura	73
Tabla 30	Señalización.....	74
Tabla 31	Puntos críticos.....	75
Tabla 32	Resumen de la Situación Actual de los Componentes de Obras de Arte y de Drenaje	76
Tabla 33	Resumen de la Situación Actual de los Componentes de Señalización.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Componentes principales de un camino vecinal.....	26
Figura 2	Sección transversal de un camino.....	26
Figura 3	Curva de deterioro de los caminos en el transcurso del tiempo o condición de la vía sin mantenimiento.	27
Figura 4	Condición de la vía con y sin mantenimiento.....	31
Figura 5	Diagrama de flujo de ciclo de vida “fatal” y “deseable”	32
Figura 6	Cambio hacia una cultura preventiva en el mantenimiento vial.....	35
Figura 7	Clasificación del Estado de la Superficie de Rodadura	36
Figura 8	Ubicación Geográfica – Inicio del tramo.	46
Figura 9	Ubicación Geográfica – Fin del tramo.	46
Figura 10	Estado situacional de la vía en el Km. 00+440. Deformación.....	114
Figura 11	Estado situacional de la vía en el Km. 00+900. Erosión.	114
Figura 12	Estado situacional de la vía en el Km. 01+320. Erosión.	115
Figura 13	Estado situacional de la vía en el Km. 01+860. Deformación.....	115
Figura 14	Estado situacional de la vía en el Km. 02+480. Disgregación.....	116
Figura 15	Estado situacional de la vía en el Km. 02+920. Deformación.....	116
Figura 16	Estado situacional de la vía en el Km. 03+240. Deformación.....	117
Figura 17	Estado situacional de la vía en el Km. 03+680. Deformación.....	117
Figura 18	Estado situacional de la vía en el Km. 04+100. Deformación.....	118
Figura 19	Estado situacional de la vía en el Km. 04+740. Deformación.....	118
Figura 20	Estado situacional de la vía en el Km. 05+360. Deformación.....	119
Figura 21	Estado situacional de la vía en el Km. 05+980. Deformación.....	119
Figura 22	Estado situacional de la vía en el Km. 06+340. Baches	120
Figura 23	Estado situacional de la vía en el Km. 06+920. Baches	120

Figura 24	Estado situacional de la vía en el Km. 07+260. Deformación.....	121
Figura 25	Estado situacional de la vía en el Km. 07+700. Deformación.....	121
Figura 26	Estado situacional de la vía en el Km. 08+460. Deformación.....	122
Figura 27	Estado situacional de la vía en el Km. 08+820. Deformación.....	122
Figura 28	Estado situacional de la vía en el Km. 09+410. Disgregación.....	123
Figura 29	Estado situacional de la vía en el Km. 09+680. Disgregación.....	123
Figura 30	Estado situacional de la vía en el Km. 10+340. Deformación.....	124
Figura 31	Estado situacional de la vía en el Km. 10+730. Erosión.	124
Figura 32	Estado situacional de la vía en el Km. 11+040. Deformación.....	125
Figura 33	Estado situacional de la vía en el Km. 11+580. Deformación.....	125
Figura 34	Estado situacional de la vía en el Km. 12+220. Deformación.....	126
Figura 35	Levantamiento topográfico – Punto de inicio.....	126
Figura 36	Ubicación de BM 2.....	127
Figura 37	Levantamiento topográfico Secciones transversales	127
Figura 38	Características Geométricas de la vía.....	128
Figura 39	Ubicación de punto de referencia - BM 5.	128
Figura 40	Levantamiento topográfico ancho de la Plataforma	129
Figura 41	Levantamiento topográfico – determinación de pendientes topográficas.....	129
Figura 42	Alcantarilla 01 ubicada en el Km. 00+078.....	130
Figura 43	Alcantarilla 05 ubicada en el Km. 02+476.....	130
Figura 44	Alcantarilla 06 ubicada en el Km. 02+624.....	131
Figura 45	Alcantarilla N°08 ubicada en el Km. 03+074.....	131
Figura 46	Alcantarilla N°11 ubicada en el Km. 03+797.....	132
Figura 47	Alcantarilla N°15 ubicada en el Km. 05+823.....	132

Figura 48	Alcantarilla N°19 ubicada en el Km. 06+715.....	133
Figura 49	Alcantarilla N°20 ubicada en el Km. 07+090.....	133
Figura 50	Alcantarilla N°21 ubicada en el Km. 07+395.	134
Figura 51	Alcantarilla N°22 ubicada en el Km. 07+773.....	134
Figura 52	Alcantarilla N°24 ubicada en el Km. 08+095.....	135
Figura 53	Alcantarilla N°25 ubicada en el Km. 08+360.	135
Figura 54	Alcantarilla N°27 ubicada en el Km. 08+953.....	136
Figura 55	Alcantarilla N°28 ubicada en el Km. 09+199.....	136
Figura 56	Alcantarilla N°29 ubicada en el Km. 09+324.	137
Figura 57	Alcantarilla N°30 ubicada en el Km. 09+881.....	137
Figura 58	Alcantarilla N°31 ubicada en el Km. 10+081.....	138
Figura 59	Alcantarilla N°32 ubicada en el Km. 10+301.	138
Figura 60	Alcantarilla N°33 ubicada en el Km. 10+645.....	139
Figura 61	Alcantarilla N°34 ubicada en el Km. 10+891.....	139
Figura 62	Alcantarilla N°36 ubicada en el Km. 11+342.	140
Figura 63	Alcantarilla N°37 ubicada en el Km. 11+444.....	140
Figura 64	Baden N°01 ubicada en el Km. 07+679.	141
Figura 65	Baden N°02 ubicada en el Km. 11+698.	141
Figura 66	Baden N°03 ubicada en el Km. 11+747.	142
Figura 67	Alcantarilla N°38 ubicada en el Km. 12+189.....	142

RESUMEN

En el Perú, a nivel de carreteras de provincia que generalmente se catalogan de segundo orden, la gestión de conservación vial es insuficiente. Las instituciones encargadas no han recopilado suficiente información de las características técnicas de estas carreteras para gestionar y programar las intervenciones y evitar el deterioro prematuro de las vías. Asimismo, la problemática observada a nivel general en las carreteras de segundo orden del Perú, es el deterioro prematuro de las vías, ya sea por los materiales que las constituyen, insuficiente fiscalización o diseños que no corresponden a la realidad. En la presente investigación se tuvo como problema del estudio el cómo gestionar la conservación vial, buscando reducir los costos de mantenimiento vial en el camino vecinal: luego de hacer los estudios básicos y con base técnica en el MTC Mantenimiento o conservación Vial 2018, se determinó que la vía tiene un estado de conservación malo, por lo que como parte de la solución era considerar un tramo con mantenimiento rutinario, es decir al conjunto de actividades de corrección inmediata de defectos, y otro con mantenimiento periódico, aquellas actividades programadas debidamente y que son necesarias por la demanda del tráfico y/o condiciones climáticas que no fueron consideradas cuando se ejecutó el camino. Como parte del modelo de gestión se determinan las actividades para un mantenimiento rutinario y/o mantenimiento periódico para preservar la vida útil de la infraestructura vial, disminuir los costos y garantizar una adecuada transitabilidad, favoreciendo a los pobladores de las zonas de influencia con el intercambio de productos de manera más eficiente, mejorando sus condiciones de vida e impulsando el desarrollo de sus pueblos. El presente reglamento implementa la ley general de transporte y tránsito terrestre define las pautas para las normas técnicas de planificación estudios diseños construcción y mantenimiento de la infraestructura vial a nivel nacional para su óptima administración acorde a los objetivos previstos en la ley.

Palabras claves: Gestión de conservación, conservación vial, mantenimiento rutinario, mantenimiento periódico, inventario vial.

ABSTRACT

In Peru, at the level of provincial roads that are generally classified as second order, road maintenance management is insufficient. The institutions in charge have not compiled enough information on the technical characteristics of these roads to manage and schedule interventions and prevent premature deterioration of the roads. The problem observed at a general level in the second order highways of Ecuador is the premature deterioration of the roads, either due to the materials that constitute them, insufficient inspection or designs that do not correspond to reality. In the present investigation the problem of the study was how to manage road maintenance, seeking to reduce road maintenance costs on the neighborhood road: after carrying out the basic studies and with a technical basis in the Road Maintenance or Road Maintenance Manual 2018, it was determined that the road It has a bad state of conservation, so as part of the solution it was to consider a section with routine maintenance, that is to say, the set of activities for immediate correction of defects, and another with periodic maintenance, those duly scheduled activities that are necessary due to traffic demand and/or weather conditions that were not considered when the road was built. As part of the management model, the activities for routine maintenance and/or periodic maintenance are determined to preserve the useful life of the road infrastructure, reduce costs and guarantee adequate transitability, favoring the inhabitants of the areas of influence with the exchange of products more efficiently, improving their living conditions and promoting the development of their towns. This regulation implements the general law of land transport and transit, defines the guidelines for the technical standards of planning, studies, designs, construction and maintenance of road infrastructure at the national level for its optimal administration in accordance with the objectives set forth in the law.

Keywords: Conservation management, road conservation, periodic and routine maintenance, road inventory.

CAPÍTULO I

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú se observa la falta de una política institucional de Gestión para la conservación vial a largo plazo; para realizar el mantenimiento vial de las carreteras y los caminos vecinales, que asegure el estado de transitabilidad adecuada y optimo niveles de servicio de la red vial. No cuentan con Planes de mantenimiento vial, lo que genera un prematuro deterioro de las carreteras y/o caminos vecinales de la red vial, lo que afecta al a la economía y al desarrollo del país. Por este motivo, el desarrollo de esta tesis se centró en la obtención de un modelo de Gestión de Conservación vial para el mantenimiento vial.

La inexistencia de un modelo de gestión vial al que se pueda servir y ser utilizado por las entidades de control y tener un documento en el que describa los procedimientos a tener en cuenta para la conservación vial de las carreteras y caminos vecinales una vez puestas en funcionamiento. Una forma de gestionar adecuadamente los recursos destinados a los gobiernos provinciales, en cuanto a vías rurales, es el mantenimiento oportuno de estas vías. Para ello se necesita disponer de un modelo de Gestión vial, con metodologías de gestión que sean fáciles de aplicar y evolucionen en el tiempo y requiriendo mayor exigencia durante su inspección para que facilitaran el monitoreo de las vías y su mantenimiento oportuno para prevenir su deterioro.

El objetivo principal de la presente tesis, es proponer un Modelo de Gestión de Conservación Vial para el Mantenimiento Vial del Camino Vecinal EMP. PE-06B Montan – Tambillo, Santa Cruz, Cajamarca; con el objeto de reducir costos de mantenimiento vial y de operación de vehicular y brindar la seguridad de la transitabilidad.

El capítulo I, analiza la realidad problemática en el camino vecinal EMP.PE-06B Montan – Tambillo, Santa Cruz, Cajamarca, sus antecedentes del problema; y formula el problema de la investigación, de cómo se debe gestionar la conservación vial del camino vecinal en el tramo en estudio, a partir del cual se propone la implementar un modelo de gestión de conservación vial, que cumpla con las condiciones de los Gobiernos Provinciales y/o Distritales, buscando reducir

los costos de mantenimiento en el tramo de estudio; que recopile y luego se procese los datos y monitoreos de los inventarios viales los que servirán para la conservación de las vías.

Teniendo los antecedentes y la formulación del problema de la investigación, se trazaron los objetivos de la investigación (general y específicos); así como la formulación de la hipótesis y la justificación del trabajo de investigación.

De acuerdo con la superficie de rodadura del camino vecinal en estudio, se identifica visualmente el tipo de superficie rodadura existente y se han constatado la presencia de irregularidades debido al desprendimiento de gravas, pérdida de material fino, baches, erosión superficial, charcos de agua y ahuellamientos ocasionados por el tránsito de vehículos por la vía y la falta de un adecuado drenaje en la plataforma del camino vecinal.

El capítulo II, hace referencia a los antecedentes, marco teórico y marco conceptual de la investigación, teniendo definido los objetivos (general y específicos), se desarrollaron las bases teóricas las cuales se encuentran alineadas a las variables de investigación y a los objetivos.

El capítulo III, de la presente tesis contiene la metodología de la investigación: determinación de la población, tipo y tamaño de la muestra, operacionalización de variables, aplicación técnicas e instrumentos de recolección de datos, los procedimientos técnicos empleados para el desarrollo, el tipo y diseño de la investigación, plan de recopilación y procesamiento y análisis de la información recopilada.

El capítulo IV contempla el desarrollo de la tesis a través del análisis e interpretación de resultados, los cuales se describen en cuadros explicativos, la información obtenida en campo respecto al inventario vial, tráfico vehicular, indicadores del estado de la carpeta de rodadura, frecuencia de mantenimiento periódico y rutinario, interpretación de datos recopilados y comprobación de la hipótesis planteada.

El capítulo V contiene la discusión de los resultados obtenidos, los logros y las limitaciones encontradas en la presente investigación.

El capítulo VI y VII constará de conclusiones y recomendaciones de la investigación a la que llevo la misma sobre la evaluación del tramo seleccionado. y las recomendaciones resultantes para la implementación de un modelo de gestión de conservación vial de acuerdo a la realidad de los gobiernos provinciales y distritales del país.

El capítulo VIII hace referencia a la bibliografía consultada para complementar el desarrollo de la presente investigación.

En el capítulo IX contempla los anexos que se adjuntan de los instrumentos y documentos utilizados que ayudaron a complementar el desarrollo de la presente investigación.

1.1. Antecedentes del Problema:

La Red vial es parte integral esencial de la configuración de un ámbito geográfico. Su cobertura no solo permite un intercambio económico y regional, sino que también involucra el equilibrio o las desigualdades que se pueden dar en los sistemas territoriales, como lo señalan Pu et al. (2011). El mantenimiento adecuado que se le puede realizar a una infraestructura vial o camino vecinal, contribuye a mejorar los servicios de transitabilidad permitiendo la intercomunicación entre localidades aledañas.

Los países de América Latina, tienen un enfoque global, donde las entidades Estatales que tienen a su cargo las carreteras; consideran la construcción de carreteras como una función principal, midiendo su eficacia en términos de la distancia total construida y el alcance de su intervención (Pu et al., 2011). En el contexto Latinoamericano, vemos reflejado un déficit en accesos viales puesto que los entes encargados deberían velar por la conservación de las infraestructuras viales brindando el respectivo mantenimiento a sus sistemas viales.

La Red vial del Perú viene estructurada por 3 niveles: Red Nacional, Red Departamental y Red de caminos vecinales (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018). Los caminos vecinales pertenecen a un conjunto de vías rurales que por lo general presentan en algunos casos carreteras distintos grados de conservación según las actividades de mantenimiento que se les haya realizado a los tramos viales. Los accesos vecinales, en su gran mayoría carecen de un buen estado en la conformación de su infraestructura vial; es por eso que deberían tener un mantenimiento oportuno, ya que de esta manera se estaría preservando su nivel de servicio adecuado y óptimo para la población lugareña.

Las deficiencias del transporte rural carecen aún más de continuidad cuando a sus respectivos accesos no se les brinda un mantenimiento oportuno y constante, ya que con el transcurrir del tiempo se deterioran aún más y dificultan el acceso. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018). Las carencias y dificultades que presentan las infraestructuras viales de localidades rurales en su mayoría se originan por la falta de actividades o trabajos de mantenimiento y conservación y en algunos casos debido a no contar con el suficiente presupuesto económico. En el Perú, las actividades realizadas en el sistema vial a nivel de conservación y mantenimientos de carreteras, no se realizan de forma oportuna y en algunos casos no se llegan a realizar.

El crecimiento de la viabilidad y de los transportes es una necesidad fundamental para romper la incomunicación entre los pueblos (MTC Conservación Vial, 2018). Los mantenimientos periódicos y/ o rutinarios son muy indispensables para conservar las vías en buen estado de servicio y de esta manera minorizar los presupuestos de mantenimiento y operación vehicular a realizar. En algunas oportunidades frecuentes las autoridades malversan los presupuestos destinados a mantener el estado correcto de transitabilidad en las vías que conectan las zonas rurales con las urbanas. Por consecuencia resulta más caro el mantenimiento para conservar una carretera en buen estado de servicio de transitabilidad.

El avance de la viabilidad y de los transportes es una importante carencia nacional para romper el aislamiento de los pueblos (Manual Carreteras

Mantenimiento y/o Conservación Vial, 2018). Manifiesta con respecto a las necesidades de las poblaciones respecto a accesos son una necesidad latente y muy presente en nuestra población, es por eso que los mantenimientos a las vías de acceso son de suma importancia y relevantes en las actividades de conservación vial. Las infraestructuras viales son imprescindibles para conectar poblaciones, integrarlos y que haya más inclusión social, que sus vías cuenten con mantenimiento periódico favorece a que su economía crezca.

1.2. Formulación del problema:

¿Cómo se debe proponer un modelo de gestión vial buscando disminuir precios de mantenimiento del camino vecinal Emp.PE – 06B Montan – Tambillo, Santa Cruz, Cajamarca?

1.3. Objetivos

a.- Objetivo general

Proponer un Modelo de Gestión de Conservación Vial, para el mantenimiento del camino vecinal Emp.PE – 06B Montan – Tambillo, Santa Cruz, Cajamarca.

b.- Objetivos específicos

- Obtener las características geométricas del camino vecinal en estudio.
- Determinar el volumen de tránsito vehicular aplicando el método de aforo diario para determinar el IMDa.
- Determinar el estado situacional de los componentes de obras de arte existentes en el camino vecinal empleando el método de la observación directa a través del inventario vial.

- Determinar el modelo de gestión de conservación vial de acuerdo a las características propias del camino vecinal.

1.4. Hipótesis

Se puede proponer un Modelo de Gestión de Conservación Vial, para el mantenimiento del camino vecinal Emp.PE – 06B Montan – Tambillo, Santa Cruz, Cajamarca a través de las características geométricas del camino vecinal en estudio, su volumen de tránsito vehicular y el estado situacional de los componentes de obras de arte existentes.

4.1. Justificación:

Justificación por conveniencia

Este proyecto de investigación se realizó con el único fin de proponer un modelo de Gestión para conservación vial y así optimizar los costos de mantenimiento vial y operación vehicular en el camino vecinal Emp.PB-06 Montan – Tambillo, Santa Cruz, Cajamarca y mantener una carretera en condiciones apropiadas de transitabilidad.

Justificación por relevancia social

Teniendo un Modelo de Gestión Vial, este se aplicará y así de esta manera tener una vía en condiciones óptimas de transitabilidad de forma permanente, ya que se le brindará un mantenimiento rutinario oportuno. Ya que esta vía sirve también para mejorar la comercialización de sus productos y así desarrollarse e integrarse.

La trascendencia de esta tesis se justificó por la propuesta de costos óptimos de mantenimiento y operación de vehículos. De esta manera disponer de una carretera en mejoradas y adecuadas condiciones para los residentes beneficiados

tenga mejor intercomunicación con otras ciudades y comunidades, ya que, al mejorar sus accesos, beneficia al desarrollo social y económico de su población.

Justificación por implicaciones prácticas

La presente investigación se realizó empleando métodos y técnicas de observación y medición y la obtención de estos resultados del presente proyecto de investigación nos ayudarán a solucionar un problema muy frecuente que se viene dando en la conservación del camino vecinal Emp. PE-06B Montan – Tambillo, Santa Cruz, Cajamarca.

Justificación teórica

La presente investigación se justifica razonablemente porque se planteó un modelo de gestión para una conservación vial, que nos permitirá aplicar este modelo en la conservación del camino vecinal Emp. PE-06B Montan – Tambillo, Santa Cruz, Cajamarca, y disminuir los presupuestos para realizar su mantenimiento en forma rutinaria o de manera periódica y de esta manera conservar la vía del camino vecinal en óptimas y perfectas condiciones de transitabilidad.

Justificación metodológica

Esta investigación concluyó adecuando un modelo de gestión para la conservación vial para realizar en el camino vecinal objeto de la presente tesis de investigación y se determinen las actividades a realizar para un mantenimiento periódico o rutinario para conservar la vía en buenas condiciones de transitabilidad vehicular.

CAPÍTULO II

V. MARCO TEÓRICO

5.1. Antecedentes:

Jauregui (2021), en su tesis titulada “*Aplicación de la Norma Vial Peruana en un Proyecto de Sistema de Gestión por Niveles de Servicio*”, proyecto de tesis para optar el grado de maestro en Ingeniería de Transporte, donde tuvo como objetivo primordial determinar los efectos negativos de la ineficiente implementación de la normativa vial vigente, aplicada al proyecto de sistema de gestión según los niveles de servicio de la carretera Juliaca – Desvío Putina – Huancané – Frontera Bolivia y Desvío Putina – Sandía - Quiquira – San Juan del Oro – Frontera Bolivia (436.00 km), para poder llevar a cabo dicha investigación se realizó bajo la metodología del Método documental y se obtuvo como resultados que el 80% de los profesionales encuestados respondieron que consideran que contar con un plan de gestión vial aprobado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones no garantiza el de una cierta actividad prevista para un proyecto. La investigación concluyó, que la inadecuada aplicación de la normativa vial vigente, genera un efecto negativo en el proyecto sistema de gestión por niveles de servicio en la carretera de la investigación. Por lo tanto, el aporte principal que brindará mi investigación es aplicar un Modelo de Gestión de conservación Vial el cual se encuentre acorde a vigente normatividad antes de la aplicación a las actividades o trabajos de la conservación vial y acciones de operación vehicular.

Vazallo (2020), en su investigación de maestría titulada “*Modelo de Gestión de Conservación Vial para el Mantenimiento Vial del Camino Vecinal CA – 538 Empalme PE – 5N San Agustín – Huabal, Provincia de Jaén, Cajamarca*”, trabajo de investigación para optar el grado de magister, tuvo como objetivo principal Plantear un Modelo de Gestión para la Conservación Vial, con la finalidad de aminorar los costos que demanden los trabajos de Mantenimiento Vial y la Operación Vehicular en el camino vecinal CA – 538 Empalme PE – 5N San Agustín – Huabal, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca, para lo cual dicha investigación lo realizó bajo la metodología del Método de observación

directa a través de un levantamiento topográfico y también se realizó el estudio de tráfico mediante el conteo diario y el cual obtuvo como resultados que el tramo de la vía tiene una longitud de 20.73 Km. y el cual según el levantamiento topográfico realizado presenta un terreno con una topografía accidentada, además presenta su IMDa es 55 Veh/día. La investigación concluyó, que se tendría que realizar un mantenimiento periódico del camino vecinal con un periodo de cada 03 años. Por lo tanto, el principal aporte de la investigación es proponer acciones y/o actividades de conservación vial, que mitiguen los gastos que conlleva el proceso de mantenimiento de los caminos y vías de acceso a las diferentes zonas rurales.

Ezquerro (2020), en su tesis titulada *“Modelos para una Planificación y Gestión Eficiente del Transporte Urbano de Mercancías”*, tesis para optar el grado de doctora, teniendo como objetivo primordial proponer mejoras para la organización y gestión vehicular del transporte de mercancías por la zona urbana de una ciudad; así de esta manera poder controlar las dificultades presenten en esta zona, esta tesis se lo realizó empleando la metodología del análisis y logró como resultados que entre el 58% y el 44% de los vehículos que transitan por la vía lo hacen de manera ilegal. La investigación concluyó, que las autoridades responsables tendrían que llevar a cabo un monitoreo de vigilancia, no solo se vigila el tipo de vehículo que ahí se utiliza, además vigila el periodo de estacionamiento con la finalidad de fomentar vehículos en circulación. Por lo tanto, el aporte que brinda esta investigación será proponer un modelo de gestión que nos ayude a planificar el uso adecuado y eficiente de las vías; y de esta manera lograr realizar el monitoreo respectivo a los caminos vecinales mediante un plan de vigilancia para determinar el estado actual de las carreteras.

Hurtado (2019), en su investigación titulada *“Gestión Vial de Mejoramiento y Conservación Vial por Niveles de Servicio en el corredor Vial Casma – Huaraz – Tingo María”*, trabajo de investigación para optar el grado de magister, la cual tuvo como principal objetivo determinar las diversas acciones para la Gestión vial de

mantenimiento y conservación vial de acuerdo a categorías de servicio en el corredor vial Casma – Huaraz – Tingo María, trabajo de investigación en la cual se realizó aplicando la tecnología de la observación directa mediante el cálculo del aforo diario vehicular y logró como resultados que el volumen de tráfico máximo es de 750 vehículos y el volumen de tráfico mínimo es de 7 vehículos. La investigación concluyó que el volumen de tráfico tiene una variabilidad de acuerdo al tramo donde se lleve a cabo el estudio. Por lo tanto, el aporte de mi investigación es plantear una guía para conservar las vías de comunicación de accesos rurales en buen estado de conservación y realizar actividades que brinden operabilidad vehicular reduciendo los costos que estos requieran para mantener los caminos vecinales en un óptimo estado de transitabilidad vehicular. Para de esta manera mantener las carreteras en un nivel de circulación en buen estado se requiere de ejecutar acciones de mantenimiento de manera permanente o periódica.

Segura (2021), su investigación titulada “*Análisis y Evaluación de la Infraestructura Vial como Indicador de Competitividad en Perú Periodo 2008-2019*”, trabajo de investigación para optar el grado de maestro en transportes y conservación vial, donde se tuvo como principal objetivo analizar y evaluar la infraestructuras de las vías como un indicador de la competitividad en el territorio peruano comprendido entre el periodo 2008-2019, para lo cual este trabajo de investigación lo realizó aplicando la metodología del Método científico a través de recopilación y evaluación de datos históricos a partir de informes y resultados de entidades públicas relacionados con la Infraestructura Vial, y se tuvo como resultados de la investigación que entre los años 2008 y 2018 se ha logrado la pavimentación de 26,916 kilómetros de toda la Red Nacional en el año 2018. El trabajo de investigación concluyó, que según los estudios de competitividad de la situación actual de la infraestructura vial muestra que el Perú aún enfrenta la desnivelación del desnivel vial, lo que requiere pavimentación y mantenimiento de carreteras y caminos exponiendo problemas de la infraestructura vial. Por lo tanto, el principal aporte de mi investigación es proponer un Modelo de Gestión de conservación Vial de manera se pueda lograr una Gestión eficaz para reducir el

costo que requieran ejecutar las actividades de mantenimiento y operación vehicular.

Simón (2019), su trabajo de tesis titulada “*Modelo de Gestión de Conservación Vial para Optimizar los Costos de Mantenimiento en la Carretera Dv. Rio Seco – Oyón, Año-2019*”, trabajo de tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Ingeniería Vial con Mención en Carreteras, Puentes y Túneles, el cual tuvo como objetivo principal definir un modelo de gestión de conservación vial que permita reducir los gastos de mantenimiento y conservación vial mediante la aplicación de las normativas del MTC en la carretera en la Carretera Dv. Rio Seco – Oyón, año-2019, para realizar este trabajo se empleó la metodología del método deductivo puesto que debido a la aplicación de las normativas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones se definirá un modelo de gestión de conservación vial que permita aminorar los precios de mantenimiento vial de la carretera, y se obtuvo como resultados que, atender la vía en condiciones óptimas, con trabajos oportunos y adecuados mediante la aplicación de la Gestión de Conservación vial, implica a su vez un ahorro anual de USD \$ 18’788,397.79. La investigación concluyó, que se reduce los costos de mantenimiento (rutinario y periódico) hasta en 5 veces menos, de lo que implicaría no atender la vía en condiciones óptimas, con trabajos oportunos y adecuados mediante la aplicación de la Gestión de Conservación vial. Por lo tanto, el aporte principal de mi investigación es de proponer un Modelo de Gestión de conservación y mantenimiento Vial para que sea aplicable en la Gestión de mantenimiento rutinarios y/o periódicos, así como de operación vehicular y de esa manera reducir los costos que estos requieran para su ejecución.

Huamaní (2022), en su artículo científico: “*Influencia del Mantenimiento Vial y Satisfacción del Usuario*”, cuyo objetivo principal es identificar la influencia de la gestión del mantenimiento vial en la satisfacción del usuario en el tramo EMP. PE - 3SF - Payanca - Punapampa, Tambobamba, provincia de Cotabambas –

Apurímac, para realizar este estudio se logró establecer en la ruta cuantitativa utilizando uno de los métodos estadísticos de un estudio básico que lleva a una búsqueda de otros conocimientos y a otros contextos con la finalidad de acopiar información de primera fuente de esa forma ampliar en la construcción de los conceptos o teorías, y obtuvo como resultados que las manifestaciones de los usuarios de la vía en el sector Payanca – Punapampa, Tambobamba, Provincia de Cotabambas, donde el 6% de los usuarios no están satisfechos con el mantenimiento vial, mientras el 58% de los encuestados manifestaron estar satisfechos, por otro lado, el 35% de los encuestados dijeron que están muy satisfechos con el mantenimiento vial por parte de las entidades competentes. La investigación concluyó, que la ejecución permanente y definitiva permite seguridad comodidad y tranquilidad, porque elementos concretos como la señalización vial permanecen visibles y así previenen accidentes de tránsito. Por lo tanto, el principal aporte que brinda mi investigación es proponer y aplicar un Modelo de Gestión de conservación Vial que permita planificar el uso adecuado de una gestión de conservación rutinario y periódico de los caminos y así brindar una satisfacción al usuario.

Rojas (2019), en su tesis titulada “*Gestión de mantenimiento vial y su influencia en la satisfacción del usuario de la carretera Shapaja - Chazuta, 2018*”, tesis para optar el grado de maestro en ingeniería civil con mención en dirección de empresas de la construcción, la cual se propuso como objetivo principal establecer el impacto de la gestión de operaciones viales en la satisfacción del usuario en la carretera Shapaja-Chazuta, 2018, para lo cual esta tesis se realizó aplicando métodos de estadística descriptiva e inferencial, aplicando técnicas de encuestas para determinar la Gestión de Mantenimiento Vial y Satisfacción del Usuario, y se obtuvo como resultado que para el mantenimiento rutinario la satisfacción del usuario es de 11.94% para un nivel bajo y 4.48% para un nivel alto; mientras que para el mantenimiento periódico la satisfacción del usuario es 26.87% para un nivel bajo y 4.47% para un nivel alto. La investigación concluyó, que existe una gestión insuficiente de mantenimiento en la vía investigada, por lo tanto, la gestión de

mantenimiento incide en la satisfacción en los usuarios de la carretera Shapaja-Chazuta. Por lo tanto, la principal contribución de mi investigación es proponer un Modelo de Gestión de conservación Vial para lograr una Gestión eficaz para reducir los costos de operación vehicular y mantenimiento de vías.

5.2. Marco Teórico:

5.2.1. Gestión de Conservación de Vías: “Es la ejecución de toda una serie de actividades integradas tales como la planificación, organización, ejecución, vigilancia y funcionabilidad, y de esta manera obtener estabilidad vial logrando asegurar la transitabilidad” (MTC Conservación Vial, 2018).

En tal sentido, la Gestión de Conservación vial, es un proceso de llevar a cabo una administración de los componentes de una infraestructura vial, a través de funciones enmarcadas a la conservación para una vía, tanto para su operación y mantenimiento vial.

5.2.2. Sistema de Gestión: “Con respecto a los aspectos de la vialidad, esta tiende a dividirse en los siguientes sistemas de gestión” (Ma et al., 2018).

- Sistema de Gestión de las actividades de conservación ordinaria y ayuda a la vialidad.
- Sistema de Gestión de Firmes y pavimentos.
- Sistema de Gestión de Puentes.
- Sistema de Gestión de la Seguridad Vial.

Este estudio de investigación se centra en el Sistema de Gestión de acciones y/o actividades de mantenimiento y conservación ordinaria y ayuda a la vialidad, también llamado Gestión Sistemática del Mantenimiento (GSM), el cual tiene como objetivo la programación anual y operativa, la programación de su seguimiento, supervisión y el análisis de los resultados obtenidos de las actividades de conservación.

5.2.3. Calzada de afirmado: Según el MTC (2018) “Debido al carácter variable del ancho a lo largo de cada carretera afirmada, no es posible identificar carriles y bermas de ancho fijo. Entonces, considera que una carretera no pavimentada tiene un solo carril (usado por ambos sentidos de tránsito)”. Por lo tanto, la calzada de afirmado en un camino vecinal es el elemento estructural vial principal que está compuesta por una capa de material granular sobre la subrasante y el tipo es siempre “Tránsito” y el sentido es siempre “A” (Ambos). “El ancho útil es el dato geométrico que califica el uso de la carretera.

5.2.4. Inventario y Evaluación Vial: “Es el que se utiliza para indicar, cuantificar y evaluar el estado y la condición de todos aquellos elementos viales que necesitan ser conservados o monitoreados como parte de un programa anual” (Ma et al., 2018).

Por lo tanto, un inventario y evaluación viene a ser un registro sistematizado actualizado anualmente de datos de todos los componentes de la infraestructura vial.

5.2.5. Tipos de Conservación Vial según su Nivel de Servicio: Según el MTC (2018) “Los niveles de servicio son indicadores que califican y cuantifican el estado de servicio de una vía, y que son utilizados normalmente como límites admisibles hasta los cuales pueden evolucionar su condición superficial, funcional, estructural y de seguridad”.

Los indicadores son propios de cada vía y que varían de acuerdo a factores técnicos y económicos dentro de un esquema general de satisfacción del usuario (comodidad, oportunidad, seguridad y economía) y rentabilidad de los recursos disponibles. En la conservación vial por niveles de servicio, las actividades se realizan para cumplir los estándares admisibles y no se miden por las cantidades ejecutadas.

Para la medición o determinación de los niveles de servicio, en el cuadro siguiente se presentan los porcentajes de servicio en Calzadas de afirmado:

Tabla 1

Niveles de Servicio en Calzadas de Afirmado.

Parámetro	Medida	Nivel de Servicio
Deformación	Porcentaje máximo de área con deformaciones mayores 50 mm.	5%
Erosión	Porcentaje máximo de área con erosión mayor 50 mm.	10%
Baches (huecos)	Porcentaje máximo de área con baches (huecos)	0%
Encalaminados	Porcentaje máximo de área con encalaminado	10%
Lodazal y cruce de agua	Porcentaje máximo de área con lodazal y cruces de agua	5%
Rugosidad obras nuevas	Rugosidad característica del tramo obra nueva	5.0 IRIC (*)
Rugosidad con mantenimiento periódico	Rugosidad característica del tramo con mantenimiento periódico	6.0 IRIC (*)
Rugosidad durante el periodo de servicio	Rugosidad característica del tramo en periodo de servicio	8.0 IRIC (*)

(*) IRI característico (IRIC), a la confiabilidad de 70 %

$$IRIC = IRIP + 0.524 \times ds$$

$$IRIP = \text{IRI promedio}$$

$$ds = \text{desviación estándar}$$

Fuente: MTC Mantenimiento o Conservación vial 2018.

5.2.6. Niveles de Intervención en el Mantenimiento vial:

“El nivel de intervención se refiere a diversas actividades relacionadas con la vía, las cuales se clasifican según el volumen de trabajo desde una actividad simple pero constante (mantenimiento rutinario) hasta una actividad costosa y compleja (rehabilitación o rehabilitación)” (Meijer et al., 2018).

"Uno de los principales objetivos del mantenimiento de carreteras es evitar, en la medida de lo posible, la pérdida de capital ya invertido mediante la protección física de la infraestructura básica y la superficie de la carretera” (Meijer et al., 2018). “El propósito del mantenimiento es principalmente evitar la destrucción de partes de la carretera y la estructura vial y la posterior renovación o reconstrucción” (Meijer et al., 2018). Por lo tanto, el mantenimiento es la realización de actividades o tareas que no implican cambiar la estructura vial existente.

5.2.7. Mantenimiento vial: “Es una serie de actividades integradas tales como planificación, organización, ejecución, vigilancia y funcionalidad, logrando una conservación vial que permita obtener una sostenibilidad de la transitabilidad” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

“En general, el mantenimiento vial es un conjunto de actividades encaminadas a mantener en buen estado las condiciones físicas de los distintos elementos que componen la vía y garantizar así que el transporte sea cómodo, seguro y económico”. (MTC, 2006)

Las actividades de mantenimiento se clasifican, usualmente, por la frecuencia como se repiten: rutinarias y periódicas. En realidad, todas son periódicas, pues se repiten cada cierto tiempo en un mismo elemento. Sin embargo, en la práctica las rutinarias se refieren a las actividades repetitivas que se efectúan continuamente en diferentes tramos del camino y las periódicas son aquellas actividades que se repiten en lapsos más

prolongados, de varios meses o de más de un año. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

“Las actividades de mantenimiento generalmente se clasifican de acuerdo con la frecuencia con que se repiten: rutinarias y periódicas. De hecho, todos son periódicos porque se repiten de vez en cuando en el mismo elemento”. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Por lo tanto, un mantenimiento viene a ser los trabajos que se deben de realizar de manera rutinaria o periódica con el propósito de mantener los caminos vecinales en buenas condiciones.

5.2.8. Mantenimiento rutinario: “Es la totalidad de trabajos que se realizan diariamente por toda la longitud de la vía vecinal y que se tendrían que realizar de manera constante por los diversos sectores del camio vecinal y evitar que presente deterioros prematuros” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

“Consiste en reparación específica de pequeños daños en la superficie de rodadura; nivelación de la misma y de bermas; mantenimiento de sistemas de drenaje, taludes laterales y otros elementos de la vía; control de vegetación y elementos de señalización”. (Menéndez, 2003).

En tal sentido, un Mantenimiento rutinario son los trabajos a realizar en los caminos vecinales de manera constante.

Las actividades que generalmente se consideran como mantenimiento rutinario son las siguientes:

- Limpieza de calzada y pequeños derrumbes.
- Reparación localizada de pequeños defectos en la carpeta de rodadura.
- Mantenimiento de los sistemas de drenaje.
- Control de la vegetación y mantenimiento de señalización.

Tabla 2

Criterios para establecer el nivel de mantenimiento rutinario.

MANTENIMIENTO RUTINARIO	
CRITERIO PARA APLICACIÓN	VALOR
Espesor de lastrado	mayor o igual a 10 centímetros
Bombeo	de 2 a 3%
Baches, encalaminados	de 0 a 10%
Ahuellamientos, hundimientos	de 0 a 5%
Señalización	sí cuenta con señalización
Cunetas y alcantarillas	limpias
Puentes, pontones, muros de contención y badenes	en buen estado

Fuente: Manual técnico mantenimiento rutinario de caminos con microempresas.

5.2.9. Mantenimiento periódico: “Son el conjunto de acciones que se realizan por etapas o periodos, generalmente, de 01 año a más y que tienen el objetivo de prevenir el mayor deterioro de las características superficiales de una vía”. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018). Por lo tanto, un mantenimiento periódico viene a ser el mantenimiento a realizar en el camino vecinal en periodos de tiempo de más de 01 año.

- Deformación del ahuellamiento
- Erosión
- Baches (huecos)

- Encalaminado
- Lodazal y cruce de agua

Para los cuales se establecen algunas causas y niveles que han sido extraídos del Manual de operaciones para carreteras (2016).

Tabla 3

Deformaciones del ahuellamiento.

DESCRIPCIÓN	
Depresión longitudinal continua a lo largo de las huellas de canalización del tránsito, y es mayor a 6 m.	
CAUSAS	
- Mala compactación o dosificación.	
- Insuficiente estabilidad de capas de pavimento o subrasante.	
- Insuficiente o exageración del espesor del pavimento o subrasante.	
NIVELES	
Bajo	De 6 mm a 13mm.
Medio	De 13mm a 25mm.
Alto	Es mayor de 25 mm.

Fuente: Manual de operaciones para carreteras (2016).

Tabla 4

Erosión.

DESCRIPCIÓN	
Incluye los surcos erosivos creados por los escurrimientos de agua, paralelos al eje de la carretera.	
CAUSAS	
- Topografía accidentada.	

- Clima y drenaje.

NIVELES	
Bajo	Profundidad < 5 cm.
Medio	Profundidad entre 5 cm y 10 cm.
Alto	Profundidad > 10 cm.

Fuente: Manual de operaciones para carreteras (2016).

Tabla 5

Baches (huecos).

DESCRIPCIÓN	
Resultan de agua estancada en la superficie de la carretera.	
CAUSAS	
- Mal drenaje de la superficie de la carretera.	
- Clima y drenaje.	
NIVELES	
Bajo	Se repara por mantenimiento rutinario.
Medio	Necesita una capa de material adicional.
Alto	Necesita una reconstrucción.

Fuente: Manual de operaciones para carreteras (2016).

Tabla 6

Encalaminado.

DESCRIPCIÓN	
Se trata de las ondulaciones de la superficie.	
CAUSAS	

-
- Mal drenaje de la superficie de la carretera.
 - Clima y drenaje.
-

NIVELES

Bajo	Profundidad < 5 cm.
Medio	Profundidad entre 5 cm y 10 cm.
Alto	Profundidad > 10 cm.

Fuente: Manual de operaciones para carreteras (2016).

Tabla 7

Lodazal y Cruce de agua.

DESCRIPCIÓN

Un lodazal es una sección de suelo fino que se caracteriza por su transitabilidad baja o intransitabilidad durante las épocas de lluvia. En épocas secas, sino se realizan tareas de mantenimiento requeridas, los vehículos tienen dificultades debidas a las deformaciones del material.

CAUSAS

- Drenaje deficiente.
-

NIVELES

No se tienen niveles de gravedad.

Fuente: Manual de operaciones para carreteras (2016).

Las actividades contenidas dentro de los trabajos de mantenimiento periódico pueden ser agrupadas de la siguiente manera:

- Restablecimiento de las características de la superficie de rodadura.
- Reparación de obras de arte.
- Reparación del sistema de drenaje.

Tabla 8

Criterios para establecer el nivel de mantenimiento periódico.

MANTENIMIENTO PERIÓDICO	
CRITERIO PARA APLICACIÓN	VALOR
Espesor de lastrado	de 5 a 10 centímetros
Bombeo	menor de 2%
Baches, encalaminados	de 10 a 40%
Ahuellamientos, hundimientos	de 5 a 15%
Señalización	no cuenta con señalización
Cunetas y alcantarillas	limpias a mediatamente colmatadas
Puentes, pontones, muros de contención y badenes	en estado bueno a regular

Fuente: Manual técnico mantenimiento rutinario de caminos con microempresas.

5.2.10. Rehabilitación: “Se trata de una serie de actividades, destinadas a recuperar las características geométricas que se hubieran deteriorado seriamente del camino vecinal”. (Ministerio de Transportes y comunicaciones, 2018).

“Es la reparación selectiva y refuerzo de estructuras, previa demolición parcial de estructuras existentes. La rehabilitación procede cuando la carretera esté en muy malas condiciones para soportar más tráfico a futuro, puede incluir mejoras en los sistemas de drenaje” (Menéndez, 2003).

Por lo tanto, la rehabilitación de un camino vecinal tiende a ser una serie de trabajos que se tienen que realizar de todos los componentes de las infraestructuras viales, así como el refuerzo de algunos puntos de la vía si fuera necesario.

Las actividades relacionadas para los trabajos de rehabilitación se pueden agrupar de la manera siguiente:

- Restablecer la capacidad estructural y la calidad de la superficie de rodadura.
- Mejorar el sistema de drenaje.

Tabla 9

Criterios para establecer el nivel de rehabilitación.

REHABILITACIÓN	
CRITERIO PARA APLICACIÓN	VALOR
Espesor de lastrado	menor a 5 centímetros
Bombeo	menor de 2%
Baches, encalaminados	de 40 a 60%
Ahuellamientos, hundimientos	de 15 a 30%
Señalización	no cuenta con señalización
Cunetas y alcantarillas	mediatamente colmatadas a colmatadas
Puentes, pontones, muros de contención y badenes	en estado malo

Fuente: Manual técnico mantenimiento rutinario de caminos con microempresas.

5.2.11. Mejoramiento: “Se refiere a la introducción de mejoras en los anchos de los caminos, la curvatura, el alineamiento o la pendiente longitudinal, incluidos los trabajos relacionados a la renovación y rehabilitación de la superficie de rodadura” (Menéndez, 2003).

“El objeto de estos trabajos es aumentar la capacidad y velocidad del camino y la seguridad de vehículos que la transitan. De hecho, estos trabajos no son considerados como actividades de conservación, excepto la renovación de superficie de rodadura” (Menéndez, 2003).

Por lo tanto, el mejoramiento se refiere al incremento de la capacidad estructural de la carpeta de rodadura de los caminos y que nos

permita la sostenibilidad de la transitabilidad de la carretera y de esta manera garantizar que el transporte sea cómodo, seguro y económico.

5.2.12. Reparaciones de emergencia: “Son las que se hacen cuando el camino se encuentra en mal estado por mucho tiempo de abandono o incluso intransitable, a consecuencia de un desastre natural, por carecer de recursos necesarios para su reconstrucción o rehabilitación, correspondería hacer” (Menéndez, 2003).

“Las reparaciones de emergencia no corrigen los defectos estructurales, pero si hace posible el flujo vehicular regular por un tiempo limitado. Las reparaciones de emergencia suelen dejar la carretera en un estado aceptable” (Menéndez, 2003).

Por consiguiente, las reparaciones por emergencia son aquellas actividades que se realizan para recuperar la vía después de haber ocurrido algún desastre natural y ha dejado a la carretera intransitable.

5.2.13. Camino Vecinal: Es un camino que pertenece al sistema vial vecinal y que es responsabilidad de los Gobiernos Locales. Brindan acceso a los centros poblados, caseríos o zonas rurales. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2011).

Por consiguiente, un camino vecinal viene aquellos caminos generalmente más angostos que una carretera, en algunos casos sin señalización ni mantenimiento pero que sirve para acceder a centros poblado o zonas rurales.



Figura 1 Componentes principales de un camino vecinal.

Fuente: Guía Simplificada para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Rehabilitación y Mejoramiento de Caminos Vecinales, a Nivel de Perfil-MEF, (2011).

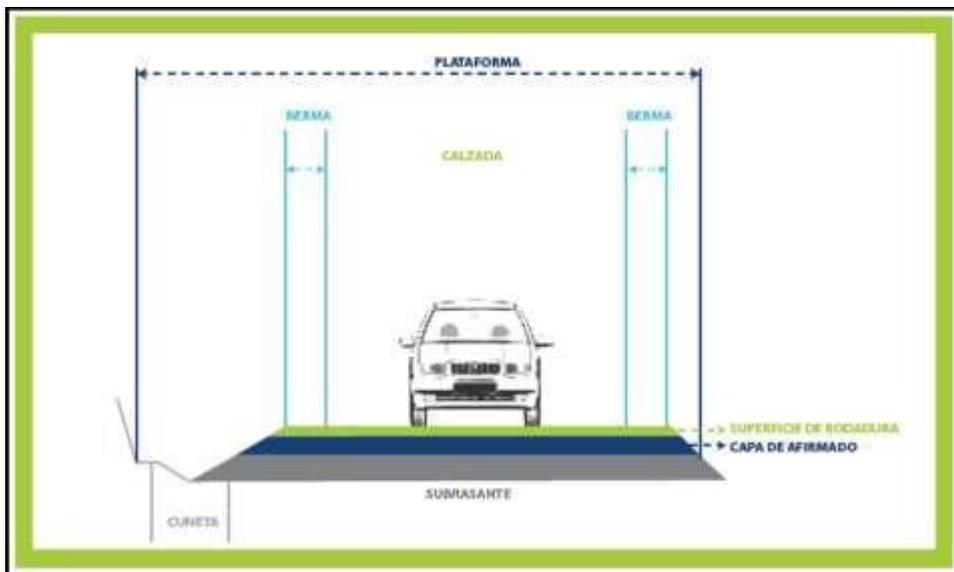


Figura 2 Sección transversal de un camino.

Fuente: Guía Simplificada para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Rehabilitación y Mejoramiento de Caminos Vecinales, a Nivel de Perfil-MEF, (2011).

5.2.14. Ciclo de vida “fatal” de los caminos: “Los caminos se deterioran constantemente por diversos factores que las afectan, como el agua, tráfico, gravedad de pendientes. Estos elementos afectan más o menos al camino, su efecto es permanente y daña el camino al punto de hacerlo intransitable” (Menéndez, 2003).

El deterioro de un camino es un proceso de múltiples etapas, que comienza con una etapa inicial de deterioro lento e imperceptible hasta una etapa crítica en la que la condición del camino ya no es buena y luego se deteriora rápidamente hasta fallar.

Por tanto, el mantenimiento no es una medida que se pueda realizar en cualquier momento, sino una medida continua en el tiempo, cuyo fin es prevenir los efectos de los factores que afectan a la vía, prolongar al máximo su vida útil y acortar su vida útil. desde la carretera inversiones necesarias a largo plazo; Este ciclo consta de cuatro fases:

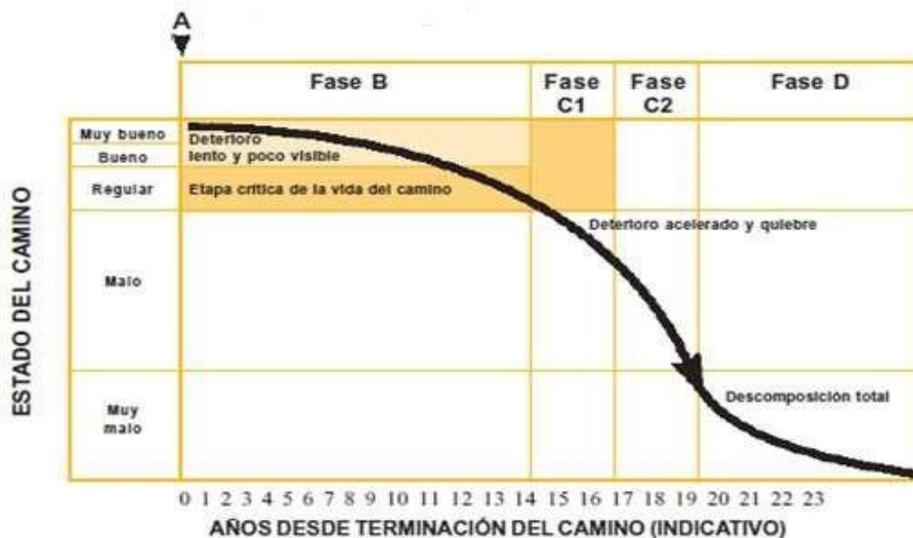


Figura 3 Curva de deterioro de los caminos en el transcurso del tiempo o condición de la vía sin mantenimiento.

Fuente: Manual técnico mantenimiento rutinario de caminos con microempresas: José Rafael Menéndez, (2003).

Fase A: Construcción

“El camino puede ser de construcción fuerte o puede tener defectos. En todo caso, se utilizará inmediatamente después de finalizada la obra, es decir, actualmente, la vía se encuentra en excelentes condiciones para satisfacer las necesidades de los usuarios” (Menéndez, 2003).

Fase B: Deterioro lento y poco visible

Durante un cierto número de años, el camino va experimentando un proceso de desgaste y debilitamiento lento, principalmente en la superficie de rodadura, aunque, en menor grado, también en el resto de su estructura. Este desgaste se produce en proporción al número de vehículos livianos y pesados que circulan por él, aunque también por la influencia del clima, del agua de las lluvias o aguas superficiales y otros factores.

Para disminuir el proceso de desgaste y debilitamiento, es necesario aplicar, con cierta frecuencia, diferentes medidas de conservación, principalmente en la superficie de rodadura y en las obras de drenaje, además de efectuar las operaciones rutinarias de mantenimiento. Si no se efectúan, la vida útil del camino se reduce sustancialmente.

En épocas anteriores, la conservación de las vías durante esta fase ha sido prácticamente nula, debido a la no asignación de recursos o a que los recursos eran asignados a los caminos que se encontraban en muy mal estado. Pero también ha actuado en contra el mal entendido concepto del “diseño del camino para un determinado número de años”. Suele decirse que un camino está diseñado para un número determinado de años, lo que lleva a que muchas personas supongan, equivocadamente, que durante ese período no hay necesidad de conservarlos, sino reconstruirlos después del tiempo estipulado. Incluso hay ingenieros viales que consideran inevitable que al cabo de un tiempo el camino estará destruido y necesitará una reconstrucción.

Durante la fase B (ver gráfico), el camino se mantiene en aparente buen estado y el usuario no percibe el desgaste, a pesar del aumento gradual

de fallas menores aisladas. El camino sigue sirviendo bien a los usuarios y está en condiciones de ser conservado en el pleno sentido del término.

Fase C: Deterioro acelerado

Después de varios años de uso, la superficie de rodadura y otros elementos del camino están cada vez más “agotados”; el camino entra en un período de deterioro acelerado y resiste cada vez menos el tránsito vehicular.

Al inicio de esta fase, la estructura básica del camino aún sigue intacta y la percepción de los usuarios es que el camino se mantiene bastante sólido; sin embargo, no es así. Avanzando más en la fase C, se pueden observar cada vez más daños en la superficie y comienza a deteriorarse la estructura básica, lo cual, lamentablemente, no es visible. En otras palabras, cuando la superficie de rodadura presenta fallas graves que pueden verse a simple vista, es posible asegurar que la estructura básica del camino está siendo seriamente dañada.

Los daños comienzan siendo puntuales y poco a poco se van extendiendo hasta afectar la mayor parte del camino. Esta fase es relativamente corta, ya que una vez que el daño de la superficie se generaliza, la destrucción es acelerada.

Fase D: Descomposición total

La descomposición total del camino constituye la última etapa de su existencia y puede durar varios años. Durante este período el paso de los vehículos se dificulta seriamente, la velocidad de circulación baja bruscamente y la capacidad del camino queda reducida a sólo una fracción de la original. Los vehículos comienzan a experimentar daños en los neumáticos, ejes, amortiguadores y en el chasis.

En general, los costos de operación de los vehículos suben de manera considerable y la cantidad de accidentes graves también aumenta.

Los automóviles ya no pueden circular y sólo transitan algunos camiones y vehículos especiales.

Desgraciadamente, en Latinoamérica existen muchos ejemplos “perfectos” de carreteras que han llegado a esta fase de descomposición, habiéndose llegado al deterioro total de caminos que son vitales para la vida económica y social del país, convirtiéndose en una verdadera pesadilla. Su reconstrucción viene demandando la inversión de muchos millones de soles, que como ya se dijo, provienen no sólo de la utilización de una parte considerable de los impuestos recaudados por el Estado, sino también del endeudamiento internacional. Este gasto, sin embargo, pudo haberse evitado si se hubiera intervenido oportunamente en el proceso de mantenimiento vial. Muchos países han asimilado esta experiencia traumática y han aprendiendo la lección a un costo muy elevado. Se trata ahora de asimilar la lección y evitar que con el paso del tiempo sea olvidada.

5.2.15. Ciclo de vida deseable: El proceso de ciclo de vida sin mantenimiento se le puede denominar “fatal”, porque conduce al deterioro total del camino, pero con la aplicación de un sistema de mantenimiento adecuado se puede llegar a mantener el camino dentro de un rango de deterioro aceptable, tal como se aprecia en la siguiente figura.

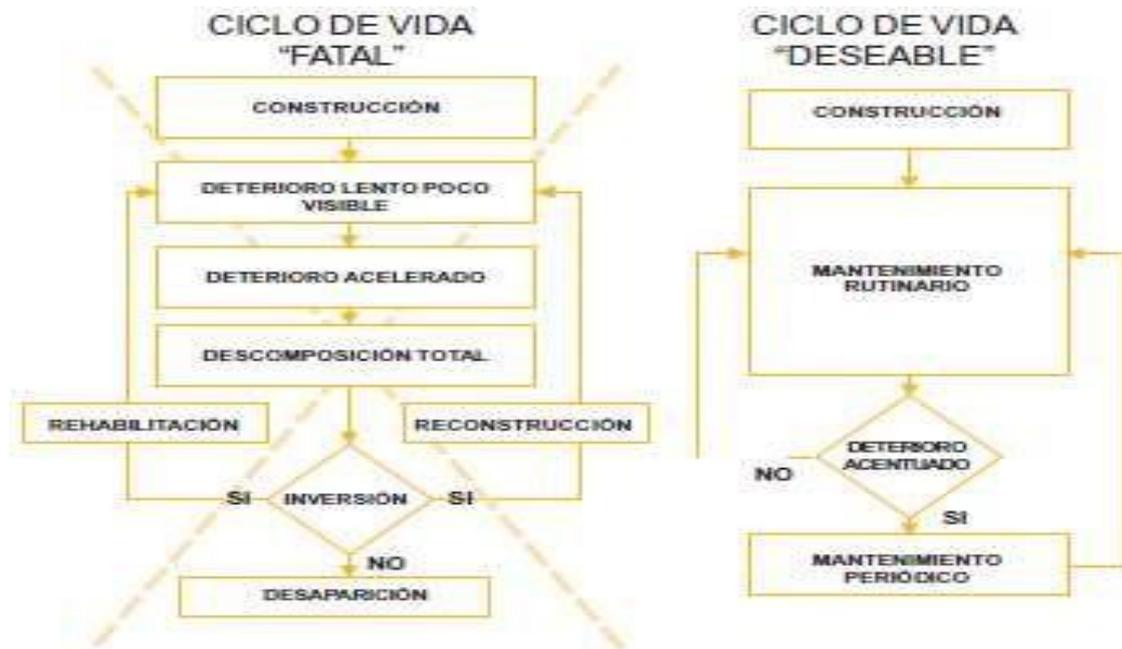


Figura 5 Diagrama de flujo de ciclo de vida “fatal” y “deseable”.

Fuente: Manual técnico mantenimiento rutinario de caminos con microempresas: José Rafael Menéndez, (2003).

Se considera que es posible lograr una adecuada conservación de los caminos, estableciendo un ciclo deseable de vida del camino. Así, si el ciclo se inicia con un camino nuevo o recientemente rehabilitado, éste se encontrará en n estado óptimo de servicio. Pero el uso del camino va generando un desgaste “natural” del mismo, principalmente como consecuencia del flujo vehicular y de los factores climáticos.

“Si la autoridad responsable desarrolla un sistema de mantenimiento rutinario del camino, este desgaste tenderá a ser poco más lento y prolongará en el tiempo la necesidad de intervenir con un mantenimiento de tipo periódico” (Menéndez, 2003).

“Puede observarse que el mantenimiento rutinario prolonga el estado de conservación del camino en el nivel muy bueno y bueno por más tiempo, en comparación del caso del camino al que no se le brinda este tipo de mantenimiento” (Menéndez, 2003).

El estado de conservación de muy bueno a regular en un camino no mantenido puede prolongarse por un período aproximado de dos a tres años, mientras que con el mantenimiento rutinario este período se puede prolongar hasta unos cuatro a cinco años. Cuando el camino llega a un estado regular, es decir cuando la superficie de rodamiento ha perdido la capa de grava y empieza a mostrar la estructura de base del camino (punto al que comúnmente se le denomina “encalaminados”), se hace necesario realizar un mantenimiento de tipo periódico, es decir reponer la capa de grava. De esta manera, se consigue que el camino se mantenga en un estado óptimo de conservación, con los beneficios consiguientes para el transporte: menores tiempos de circulación, ahorro en combustible y repuestos de los vehículos, menores costos de operación y tarifas más baratas del transporte de carga y pasajeros, acceso a vehículos livianos, mayor acceso de la población a los mercados y servicios, etc.

Un camino no mantenido, en cambio, después del segundo año empieza a dar dificultades para el transporte: mayores tiempos de circulación, mayor consumo de combustible y repuestos, mayores costos de operación del transporte, acceso sólo a vehículos pesados, tarifas más altas del transporte, menor acceso de la población a los mercados y servicios, etc.

5.2.17. Importancia de la conservación vial: “La importancia de la conservación vial de los caminos está enmarcada porque permite” (Menéndez, 2003).

- ✓ Que el camino se encuentra permanentemente en buen estado.
- ✓ Ahorros en los costos de operación de vehículos.
- ✓ Acceso permanente a servicios (salud, educación, etc.) y mercados.
- ✓ Ahorro de tiempo para los usuarios.
- ✓ Se preserva la inversión efectuada en la construcción, reconstrucción o rehabilitación.

5.2.18. Costos de Operación Vehicular: Según Januchowski et al. (2013) “El costo que debería tener cierto vehículo cuando está operando, que se puede medir en términos de tiempo o kilómetros recorridos”.

En tal sentido, el costo de operación vehicular es el valor que tiene ciertos vehículos al momento que se encuentra en circulación, los cuales pueden ser costos fijos y costos variables.

5.2.19. Niveles de Servicio: “Son indicadores de evaluación y cuantificación de la serviciabilidad de los caminos vecinales y se utilizan como límites permitidos al cual se puede desarrollar su condición de superficie, función, estructura y seguridad”. (Ministerio de Transportes y comunicaciones, 2018).

En tal sentido, el nivel de servicio es un indicador con que se mide la condición actual de la infraestructura vial y el servicio que viene brindando.

5.2.20. Cambio hacia una cultura preventiva en el mantenimiento vial:

La base conceptual para lograr un mantenimiento vial que conserve las condiciones físicas del camino y, en consecuencia, sea satisfactorio para los usuarios, está centrada en la aplicación de una gestión que privilegie el actuar con criterio preventivo. Se trata de un cambio en la práctica tradicional de trabajo de actuar para reparar lo dañado por el de actuar para evitar que se dañe. En otras palabras, se trata de ir modificando paulatinamente el quehacer institucional en el que prevalecen las acciones correctivas por el que prevalezcan las acciones preventivas, de acuerdo a (MTC, 2018).



Figura 6 Cambio hacia una cultura preventiva en el mantenimiento vial.

Fuente: Especificaciones técnicas generales para la conservación de carreteras – MTC (2018).

En la práctica, se trata de realizar el mantenimiento rutinario con intervenciones diarias con el propósito de preservar las condiciones de los elementos del camino y de evitar que se produzca su deterioro prematuro. Asimismo, efectuar el mantenimiento periódico, en forma cíclica, con operaciones oportunas para recuperar las condiciones viales afectadas por el uso. Esto quiere decir, que se deben mantener siempre limpias las obras de drenaje y los cauces para conservar la capacidad hidráulica de las obras; estabilizar y proteger los taludes; cuidar y cortar la vegetación permanentemente, mantener adecuadamente las señales, cuidar las estructuras viales, reponer periódicamente los afirmados y corregir los defectos que se presenten en la plataforma, entre otras de bueno a un estado regular, realizar entonces el manteniendo periódico para volver a unas condiciones similares a las iniciales. Al respecto, es de mencionar que en algunos países se utiliza el Índice de Rugosidad Internacional-IRI para

definir cuando se deben implementar la intervención de mantenimiento periódico.

Para la Red Vial Departamental No Pavimentada se ha establecido la clasificación del Estado de la Superficie de Rodadura en función de ciertos criterios sobre los elementos y condiciones del camino y un cierto valor referencial del IRI, los cuales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 10

Clasificación del Estado de la Superficie de Rodadura.

ESTADO DEL CAMINO		SUPERFICIE DE RODADURA IRI	CRITERIOS Y CONDICIONES DEL CAMINO
Muy mal estado	MM	>18	<ul style="list-style-type: none"> La superficie de rodadura presenta elevado deterioro, grandes deformaciones, hundimientos y baches. De circulación muy restringida durante la mayor parte del año Obras de arte insuficientes y obras de drenaje insuficientes y colmatadas La velocidad de circulación es menor a 10 kilómetros por hora en tramos rectos
Mal estado	M	14-18	<ul style="list-style-type: none"> La superficie de rodadura presenta deterioro, ciertas deformaciones apreciables, hundimientos y baches De circulación restringida durante ciertos periodos del año Obras de arte insuficientes y obras de drenaje insuficientes y colmatadas La velocidad de circulación es menor a 20 kilómetros por hora en tramos rectos
Regular estado	R	10-14	<ul style="list-style-type: none"> La superficie de rodadura presenta deterioro superficial y presencia de baches y hundimientos puntuales De circulación sin restricciones durante el año Obras de arte con daños menores y obras de drenaje parcialmente colmatadas La velocidad de circulación es aproximadamente entre 20 y 40 kilómetros por hora en tramos rectos
Buen estado	B	6-10	<ul style="list-style-type: none"> La superficie de rodadura no presenta deterioro apreciable. De circulación sin restricciones durante el año Obras de arte en buen estado y obras de drenaje limpias. La velocidad de circulación es aproximadamente entre 40 y 60 kilómetros por hora en tramos rectos
Muy buen estado	MB	4-6	<ul style="list-style-type: none"> Superficie de rodadura sin defectos y con excelente regularidad. Superficial. De circulación sin restricciones durante el año Todas las obras de arte y de drenaje en muy buen estado y limpias. La velocidad de circulación puede llegar a ser mayor a 60 kilómetros por hora en tramos rectos

Fuente: Manual Técnico de Mantenimiento Periódico para la Red Vial No Pavimentada (2006).

5.2.21. Plan de conservación vial: “Los administradores viales son los encargados de realizar un plan de conservación vial, para intervenir con las acciones

necesarias para contrarrestar los desgastes que sufre la vía, para ello se tiene que definir los siguientes aspectos” (García y Hernández, 2009).

- ✓ Las tareas que se deben ejecutar.
- ✓ El periodo oportuno para su intervención.
- ✓ Determinar los puntos donde se ejecutarán las actividades.
- ✓ Determinar la cantidad de trabajo a realizar.
- ✓ La priorización de las actividades.

5.3. Marco Conceptual:

5.3.1. Gestión vial: Terminología a emplear en esta investigación servirá para indicar la ejecución de una serie de actividades integradas tales como planificación, organización, ejecución, inspección y operación, obteniendo un mantenimiento de vías óptimo y logrando asegurar la transitabilidad (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

5.3.2. Inventario Vial: Terminología a utilizar durante esta investigación para hacer mención a un registro ordenado, sistematizado y a la vez actualizado anualmente de todas las vías disponibles, haciendo referencia de su ubicación, condiciones geométricas y estado funcional.

5.3.3. Programa de Conservación Vial: Terminología que para esta investigación se referirá a la documentación elaborada durante la fase de Pre-Operación que contemplará las diferentes actividades a realizar durante la ejecución de un servicio, incluyendo además un Plan de mantenimiento de carreteras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

5.3.4. Conservación Vial: Terminología a utilizar en esta investigación para definir a todas las acciones de ingeniería que tienen como objetivo mantener de forma continua y sostenible el buen estado de una carretera, que puede tener carácter periódica o rutinaria.

5.3.5. Punto Crítico: En esta investigación se empleará esta terminología para identificar los sectores de la vía que, que presentan un avanzado estado de deterioro por fallas geológicas, geotécnicas de la zona (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

5.3.6. Reparación: Terminología a usar durante esta investigación y servirá para indicar las actividades consistentes correspondientes a realizar para arreglar o recuperar algún tramo de la vía que se encuentre en un estado de deterioro por efectos de la naturaleza (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

5.3.7. Reparaciones menores: Termino que se referirá en esta investigación para indicar las acciones correspondientes a la conservación regular que deben realizarse para subsanar imperfecciones de las infraestructuras viales, y que tengan puntos localizados que no comprometan la resolución de rehabilitación conservadora o periódica (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

5.3.8. Niveles de Servicio: Terminología a usarse para definir y cuantificar el índice de elegibilidad de la situación actual en una carretera, a menudo se usará como el límite aceptable al cual pueden evolucionar las condiciones de la superficie, su función, estructura y seguridad (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

5.3.9. Estudio de Tráfico: Terminología a emplear en la presente investigación para definir el estudio que se debe de realizar para determinar el volumen de tráfico vehicular y tiene por objeto cuantificar, clasificar, y conocer el volumen de los vehículos que se movilizan por una carretera (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

5.3.10. Índice Medio Diario Anual: Terminología a emplear en la presente investigación para definir la media aritmética de los volúmenes diarios esperados o que ocurren en un tramo de la carretera en un determinado día del año. Su conocimiento proporciona una visión cuantitativa de la importancia de la vía en este tramo y permite el cálculo de rendimientos económicos (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

5.3.11. Gestión de Conservación Vial: Terminología a utilizada en esta investigación para definir un conjunto integrado de actividades como la definición de políticas, planificación, organización, financiación, ejecución, control y operación para lograr una gestión vial que asegure la economía, fluidez, la seguridad y la comodidad de los usuarios (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

5.3.12. Emergencias Viales: Terminología a utilizada en esta investigación para definir la ocurrencia de un evento natural o antrópico, que causa daño a la infraestructura vial, que afecta el tránsito y las condiciones de seguridad de la vía; por lo tanto, no forman parte de las propias actividades de conservación vial (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

5.3.13. Tráfico Normal: Es aquel que circula por los caminos en estudio, en la situación sin proyecto y que no modifican su ruta en la situación con proyecto. Según el MEF - Pautas para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de PPI a Nivel de Perfil (2018).

5.3.14. Tráfico Generado (Inducido): Es el tráfico que no existía y aparece como efecto B y Es el tráfico que no existía y aparece como efecto de la ejecución del proyecto. Según el MEF - Pautas para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de PPI a Nivel de Perfil (2018).

5.3.15. Tráfico Desviado: Es el tráfico que cambia su ruta como consecuencia del proyecto, generalmente por la reducción de costos de transportes, pero mantiene su origen destino. Según el MEF - Pautas para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de PPI a Nivel de Perfil (2018)

5.3.16. Plataforma: Terminología empleada en esta investigación para hacer mención en caminos vecinales a la superficie de rodadura, la cual sirve para el tránsito vehicular y la cual debe permanecer en buen estado de conservación (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

CAPÍTULO III

VI. METODOLOGÍA

3.1. Población

La población para la presente investigación es el Tramo del camino vecinal EMP.PE-06B Montan – Tambillo, provincia de Santa Cruz, Cajamarca, la cual está ubicada como punto de inicio del tramo Km 00+000 EMP.PE – 06B Montan y tiene como punto el final Km 12+454 en el en el Centro Poblado Tambillo.

El Camino Vecinal: “**TRAMO EMP. PE-06B MONTAN - TAMBILLO**”, está clasificado con el código de ruta **R061302** y se encuentra ubicado en:

Tabla 11

Datos geográficos del camino vecinal.

Región	Cajamarca
Provincia	Santa Cruz
Distrito	Chancay Baños
Localidades	Montan, La Congona, Yerba Buena, Las Paucas y Tambillo.
Zona del servicio	17M
Región natural	Región Quechua.
Altitud promedio	2,381.38 m.s.n.m.
Longitud	12.454 Km.
Ruta	R061302
Inicio	Montan EMP. PE-06B
Fin	CP. Tambillo

Fuente: Datos obtenidos de trabajos de campo.

3.2. Muestra

La muestra que se tomo es el tramo del camino vecinal EMP.PE-06B Montan – Tambillo, Santa Cruz, Cajamarca, la cual está ubicada como punto de inicio del tramo Km 0+000 EMP.PE – 06B Montan hasta el Km 12+454 en el Centro Poblado Tambillo que es el punto final.

3.3. Operacionalización de variables

Variable: Modelo de Gestión de Conservación Vial.

Tabla 12

Operacionalización de Variables.

Variable	Definición Conceptual	Indicadores	Tipo	Técnica	Instrumento
Modelo de Gestión de Conservación Vial	Es un conjunto de acciones para administrar una infraestructura vial de un Sistema Nacional de Carreteras, mediante funciones de programación, ejecución, mantenimiento y operación, incluidas las relacionadas con la preservación de la infraestructura vial. (Vazallo,2020)	-Inventario vial	Cuantitativa	Observación Directa	Se realizó a través de un inventario
		- Volumen del tráfico			Ficha de Registros
		-Niveles de Intervención			Formato de conteo y clasificación vehicular
					Formato de Inventario Vial
					Guía para caminos vecinales

Fuente: Elaboración Propia

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos

Técnicas de recolección de datos: Se realizó mediante la Técnica de Observación Directa.

Instrumentos de Recolección de Datos: fichas, formatos, registros.

Materiales y equipos:

- Estación Total Topcom ES-105

- Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Garming GPSmap76CSx
- 03 prismas
- Wincha de 8 m
- Cinta métrica de 50 m
- Esmalte rojo y blanco
- Thinner
- Brochas

Con la ayuda del Equipo Estación Total Topcom ES-105 se realizó un recorrido de todo el tramo, efectuando el levantamiento del eje del camino, posteriormente en gabinete se desarrolló un alineamiento del eje del camino vecinal, en el que se pudo determinar el estacado de la vía, también se procedió a realizar el levantamiento de las estructuras más importantes existentes, tales como obras de drenaje, señalización, puntos relevantes y demás, para contar posteriormente con una base de datos adecuada, para determinar las progresivas cada 20 metros se contó con el apoyo de una cinta métrica de 50 m. así mismo con GPS se determinó la ubicación de centros poblados,

El trabajo de campo se ejecutó en el camino vecinal Emp. 06B Montan – Tambillo, se levantó información básica para validar las condiciones de la vía. Se complementó con estudios de inventario vial, estudios de tráfico y otros complementarios.

3.5. Procedimientos

El procedimiento desarrollado de las actividades realizadas durante los trabajos de campo y trabajo de gabinete para la elaboración del modelo de gestión de Conservación vial del camino vecinal son las siguientes:

a.- Estudio Topográfico:

Ubicación y Localización:

El levantamiento topográfico se realizó como parte de esta investigación del camino vecinal en estudio tramo: **EMP. PE-06B Montan - Tambillo**”, ubicado en la localidad de Chancay Baños, departamento de Cajamarca; y clasificado con el código de ruta **R061302** y el cual presenta las siguientes características:

Región	: Cajamarca
Provincia	: Santa Cruz
Distrito	: Chancay Baños
Localidades	: Montan, La Congona, Yerba Buena, Las Paucas y Tambillo.
Zona del servicio	: 17M
Región natural	: Región Quechua.
Altitud promedio	: 2,381.38 m.s.n.m.
Longitud	: 12.454 KM
Ruta	: R061302
Inicio	: MONTAN EMP. PE-06B
Fin	: CP. TAMBILLO

Tabla 13

Ubicación Geográfica del tramo: EMP. PE-06B Montan – C.P. Tambillo.

TRAMO: Inicio - Final	PROGRESIVA	COORDENADAS		ALTITUD m.s.n.m.
		NORTE	ESTE	
EMP. PE-06B CP. Montan	00+000	9275097.089	743998.507	2503.020
C. P. Tambillo	12+454	9277707.353	734978.539	2312.38

Fuente: Datos obtenidos de trabajos de campo.



Figura 7 Ubicación Geográfica – Inicio del tramo.

Fuente: Figura obtenida en campo – Cruce Montan - Chancay Baños.



Figura 8 Ubicación Geográfica – Fin del tramo.

Fuente: Figura obtenida en campo – Centro poblado Tambillo.

Este importante camino vecinal tiene su punto inicial en el EMP. PE-06B en el centro poblado MONTAN, geográficamente inicia en las coordenadas Norte: **9275097.089**; Este: **743998.507** del sistema UTM WGS-84, zona 17 M y su punto final se ubica en Centro Poblado TAMBILLO, geográficamente finaliza en las coordenadas Norte: **9277707.353**; Este: **734978.539**.

Topográficamente, comienza a altura de 2503.020 msnm (Km. 0+000) y finaliza a altura de 2312.318 msnm (Km 12+254) llegando en el punto final en el centro poblado Tambillo en el cruce de la carretera a Huambos. A lo largo de su recorrido atraviesa centros poblados entre los que se cuentan los siguientes, Montan Mayo, La Congona, Yerba Buena, Las Paucas y Tambillo; además de presentar desvíos para otros sectores Cochabamba y Huambos.

Tabla 14

Características topográficas.

Progresiva		Tipo de Terreno	Pendiente (%)		Ancho Superficie de Rodadura (m)
Del Km.	Al Km.		Min.	Máx.	
00+000	00+500	Ondulado	0.54	4.26	4.00
00+500	01+000	Accidentado	2.37	6.66	5.00
01+000	01+500	Accidentado	0.21	5.41	4.00
01+500	02+000	Ondulado	0.20	3.59	4.00
02+000	02+500	Ondulado	0.07	3.71	4.00
02+500	03+000	Ondulado	0.54	3.58	4.00
03+000	03+500	Ondulado	0.86	3.84	4.00
03+500	04+000	Ondulado	0.23	3.80	4.00
04+000	04+500	Ondulado	0.17	4.24	4.00
04+500	05+000	Ondulado	0.98	4.21	4.00
05+000	05+500	Ondulado	0.39	5.28	4.00
05+500	06+000	Ondulado	0.45	4.91	4.00
06+000	06+500	Ondulado	0.17	3.54	4.00
06+500	07+000	Plano	0.32	2.01	4.00
07+000	07+500	Ondulado	0.64	5.32	4.00
07+500	08+000	Ondulado	0.99	5.32	4.00
08+000	08+500	Accidentado	0.10	6.33	4.00
08+500	09+000	Ondulado	0.13	3.54	4.00
09+000	09+500	Ondulado	0.14	4.21	4.00

09+500	10+000	Escarpado	0.99	8.53	5.00
10+000	10+500	Accidentado	2.31	6.63	5.00
10+500	11+000	Escarpado	3.12	8.22	4.00
11+000	11+500	Accidentado	0.15	7.70	4.00
11+500	12+000	Ondulado	0.21	3.81	5.00
12+000	12+454	Ondulado	0.05	4.41	5.00

Fuente: Datos obtenidos de trabajos de campo.

Accesibilidad:

Para llegar al inicio del camino vecinal materia de la presente investigación, se realiza partiendo desde la ciudad de Santa Cruz hasta la el distrito de Chancay Baños, en un aproximado de 30 minutos en camioneta; luego desde el distrito de Chancay Baños, se desplaza por la ruta carretera EMP. PE-06B hasta el centro poblado Montan en un aproximado de 40 minutos en camioneta, donde tiene su inicio del camino con código de ruta: **R061302** (Montan – Tambillo).

Geográficamente inicia en las coordenadas **Norte: 9275097.089; Este: 743998.507** del sistema UTM WGS-84, zona 17M y su punto final se ubica en el empalme con la carretera que se dirige hacia el distrito de Huambos, en el centro poblado Tambillo, geográficamente finaliza en las coordenadas **Norte: 9277707.353; Este: 734978.539**.

Altitud

Cota de inicio: **2503.02** m.s.n.m.

Cota de fin de tramo: **2312.318** m.s.n.m.

Longitud

TRAMO:

Kilómetro de inicio: 00 + 000

Kilómetro de fin de tramo: 12 + 454

Longitud del tramo total: 12+454.00 km

Topografía y Tipo de Suelo.

El terreno de la zona de investigación presenta una topografía ondulada en la mayor longitud del tramo, teniendo pendientes entre 3% y 6%.

El tipo de suelo es terreno suelto y en algunos casos rocas sueltas.

Características del Camino vecinal

Según el Inventario Vial realizado presenta las siguientes características:

-Código de Ruta = R061302 (Montan – Tambillo)

-Categoría Red Vial =Vecinal

-Nombre de la vía = Emp. PE-06B – Montan - Las Paucas – Tambillo.

-Longitud =12.454 Km.

-Ancho =3.50 m. y 5.00m

-Superficie =Afirmado

-Estado =Regular a Bueno

-Beneficiarios = Montan Mayo, La Congona, Yerba Buena, Las Paucas y Tambillo,

-Tipo Camino =Local.

-Ámbito de Influencia =Distrital.

-Conexión Vial =Vecinal

Parámetros de Diseño

Longitud: 12.454 km

Clasificación: Tercera Clase.

Numero de vías: 01

Velocidad Directriz: 20 Km /h.

Radio Mínimo: 10.00 m.

Pendiente Máxima: 13.00 %.

Pendiente Mínima: 0.20%

Superficie de Rodadura: 3.50 m. y 5.00m

Bombeo: 2.00 %

Peralte Máximo: 8 %

Sobre Anchos: 0.30 – 1.50 m.

Cunetas Revestidas: no presenta

Cunetas Sin Revestir: 0.70 m x 0.50 m.

Talud de Corte: Según Tipo de Terreno.

Trabajos de campo

El levantamiento topográfico se realizó haciendo el recorrido de campo en todo el tramo del camino vecinal EMP.PE-06B Montan – Tambillo, Santa Cruz – Cajamarca. y recopilando toda la información y detalles necesarios, y luego de organizar y programar todas las actividades a desarrollar en el campo.

El levantamiento topográfico se realizó por radiación a partir de los vértices de las poligonales, cuyas coordenadas topográficas fueron obtenidas de los puntos de control de georreferenciación para el control planimétrico.

Descripción del área de investigación

El tramo se inicia en el EMP.PE-06B del centro poblado Montan, el camino tiene una orientación NOR – ESTE, con una longitud de 12.454 km terminando en el centro poblado Tambillo (cruce con la carretera a Huambos).

Descripción del levantamiento topográfico

Para realizar el levantamiento topográfico se contó con una brigada de topografía que tuvo a su cargo el levantamiento del eje mediante el uso de los siguientes equipos, materiales y recursos humanos.

Brigada de topografía:

- 01 topógrafo
- 02 peones (Prismas para Lectura de Puntos)
- 01 peón (Pintura, y marcado de progresivas)

Materiales y equipos:

- Estación Total Topcom ES-105
- Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Garming GPSmap76CSx
- 02 prismas
- Wincha manual de 5m
- Cinta métrica de 50 m
- Esmalte rojo y blanco
- Thinner, brochas
- Laptop
- Formatos de campo
- Equipos de protección personal
- Impresora
- Útiles de oficina

Con la ayuda del Equipo Estación Total Topcom ES-105 se realizó un recorrido de todo el tramo, efectuando el levantamiento del eje del camino, posteriormente en gabinete se desarrolló un alineamiento del eje del camino vecinal, en el que se pudo determinar el estacado de la vía, también se procedió a realizar el levantamiento de las estructuras más importantes existentes, tales como obras de drenaje, señalización, puntos relevantes y demás, para contar posteriormente con una base de datos adecuada, para determinar las progresivas cada 50 metros se contó con el apoyo de Wincha de 50 m. así mismo con GPS se

determinó la ubicación de centros poblados, canteras, fuentes de agua, toda esta información está incluida en el plano clave.

Por tratarse de una investigación la información recopilada en el levantamiento topográfico refleja con exactitud la ubicación y presencia de los elementos conformantes de la vía. Los trabajos de topografía han sido realizados en concordancia con la práctica de la ingeniería y a las recomendaciones contenidas en la normativa vigente. Para el caso de obras de arte en un recorrido con el equipo Estación Total Topcom ES-105 y GPS Garming se identificaron todas las obras de arte y obras de drenaje tales como Alcantarillas, Badenes y Cunetas.

Para levantar información topográfica referente a la señalización, apoyados en los puntos base kilométricos guardados en el equipo se ubicó la progresiva exacta en la que se presentan las señales preventivas e informativas. Los detalles del estado de las señales y mecanismos de control de tránsito se muestran más adelante.

La orografía del terreno, pendientes máximas y mínimas se obtuvieron como resultado del levantamiento topográfico y trabajo en gabinete, así mismo la sinuosidad del camino se puede observar detalladamente en el plano clave conformante de esta investigación, a continuación, se detallan las características topográficas más relevantes del camino vecinal.

Trabajo de gabinete

Se procedió al procesamiento de datos y toda la información obtenida en campo del levantamiento topográfico y con ayuda de un equipo de cómputo y la utilización del programa de software Microsoft Excel, luego se realizó la aplicación de análisis de los resultados y se realizó la propuesta de un Modelo de gestión de Conservación vial.

Se procesó los datos y se analizó los beneficios de aplicación del modelo de gestión de conservación vial.

Nos enfocamos en el análisis de los modelos de gestión de conservación vial a ser aplicados, se elaboró cuadros que permitan levantar la información requerida, para poner en práctica el modelo de gestión propuesto.

Al final del análisis, se presenta una propuesta de modelo de gestión del mantenimiento vial, que por sus condiciones puede ser aplicado por entidades públicas y privadas en vías de similares características, lo que posibilita el aprovechamiento de la información para la implementación de medidas que ayudan a reducir los costos de operación, los costos de mantenimiento de vehículos y carreteras.

b.- Inventario Vial:

Trabajo de campo

Se procedió a hacer la visita de campo haciendo todo el recorrido de campo en todo el tramo del camino vecinal EMP.PE-06B Montan – Tambillo, Santa Cruz – Cajamarca; observar el estado actual del camino vecinal, recopilar toda la información y detalles necesarios, para luego proceder a elaborar el Inventario vial del camino vecinal de la presente investigación.

Trabajo de gabinete

Se procedió al procesamiento de datos y toda la información obtenida en campo y luego se realizó la aplicación de análisis de los resultados y se realizó la propuesta de un Modelo de gestión de Conservación vial. Se procesó los datos y se analizó los beneficios de aplicación del modelo de gestión de conservación vial.

Nos enfocamos, en el análisis de los modelos de gestión de conservación vial a ser aplicados, se elaboró cuadros que permitan levantar la información requerida, para poner en práctica el modelo de gestión propuesto.

Al final del análisis, se presenta una propuesta de modelo de gestión del mantenimiento vial, que por sus condiciones puede ser aplicado por entidades públicas y privadas en vías de similares características, lo que posibilita el

aprovechamiento de la información para la implementación de medidas que ayudan a reducir los costos de operación, los costos de mantenimiento de vehículos y carreteras. Los datos del Inventario vial con respecto a las Obras de drenaje encontradas en el camino vecinal se muestran más adelante.

c.- Estudio de Tráfico:

Se evaluó el estudio de tráfico que transita por la vía, para ello se aplicó conteos manuales clasificatorios y tasas de crecimiento con la ayuda de formatos establecidos por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC).

Trabajo de Campo:

- Selección de ubicaciones de muestreo: Se eligen ubicaciones estratégicas dentro del área de estudio donde se realizarán las observaciones visuales. Estas ubicaciones deben representar diferentes condiciones de tráfico.
- Entrenamiento de observadores: Las personas encargadas de realizar las observaciones deben recibir capacitación para asegurarse de que comprendan los objetivos del estudio y sepan cómo llevar a cabo el conteo de vehículos de manera precisa y consistente.
- Método de conteo: Los observadores llevarán a cabo el conteo de vehículos de manera manual y visual. Pueden utilizar hojas de registro, tabletas electrónicas u otros dispositivos para registrar la información. La información que se registra generalmente incluye la hora, el tipo de vehículo, la dirección de movimiento y otros datos relevantes.
- Periodo de observación: Los observadores realizarán conteos de tráfico durante un período determinado, que generalmente abarca varios días y diferentes momentos del día para capturar variaciones en el tráfico.
- Revisión y validación: Después de completar las observaciones, los datos recopilados por los observadores se revisarán y validarán para asegurarse de su precisión y consistencia.

Trabajo de Gabinete:

- Procesamiento de datos: Los datos recopilados visualmente se introducirán en una hoja de cálculo en la oficina o gabinete.
- Análisis de datos: Se realizará el análisis de datos, similar al procedimiento convencional, para comprender los patrones de tráfico, las horas pico, las tendencias y otros aspectos relevantes.
- Generación de informes: Se elaborarán informes que resuman los resultados del estudio de tráfico visual. Estos informes incluirán gráficos, tablas y recomendaciones.

3.6. Diseño de contrastación

Tipo: La presente tesis se realizó como un estudio de tipo de la Investigación Aplicada, porque se busca de aplicar y utilizar los conocimientos adquiridos sobre transportes y mantenimiento y conservación vial.

Diseño de estudio: El diseño de la tesis es Investigación de Campo.

3.7. Procesamiento y análisis de datos

Para realizar el procesamiento y análisis de los datos obtenidos en campo; lo primero que se llevará a cabo es a través del método del aforo vehicular y clasificación vehicular de donde obtendremos la demanda total y las velocidades de diseño, de acuerdo a lo establecido en el MTC del Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Posteriormente se aplicará los métodos correspondientes de la metodología HCM mediante los conceptos, directrices y precedentes computacionales para calcular la capacidad y calidad de servicio.

Asimismo, se realizará un análisis de resultados donde se obtendrá los costos de mantenimiento periódico y rutinario del presente estudio.

3.8. Consideraciones éticas

Se refiere al permiso institucional y, en los trabajos experimentales, la opinión del Comité de Ética. Todo proyecto de investigación debe tener una resolución del Comité de Ética institucional de UPAO.

CAPÍTULO IV

VII. RESULTADOS

7.1. Características Geométricas de la vía

Las características geométricas de la vía son datos necesarios para determinar el nivel de servicio que viene prestando la carretera. Es por ello que en la Tabla 15 se muestra las características geométricas obtenidas como resultado del levantamiento topográfico realizado como: velocidad promedio, pendientes y ancho de calzada, número de carriles y Dirección.

Tabla 15

Resumen de Características Geométricas de la vía

Características Geométricas de la Vía	
Clasificación Vial	Camino Vecinal: CA-538
Código de ruta.	R061302
Longitud (km).	12.454 km.
Topografía	Escarpado - Accidentado
Estado de conservación de la vía.	Regular / Malo
Tipo de daño	Erosión, deformaciones, baches
Velocidad promedio (km/h).	20 km/h.
Ancho de calzada (m).	Variado de 3.60 m a 8.50 m.
Número de carriles.	01 carril
Ancho de carril (m).	Variado (predomina 4.00 m).
Ancho de berma (m).	No presenta.
Tipo de superficie de rodadura	Terreno natural - afirmado
Radio mínimo (m).	30 m
Pendiente máxima (%).	8.53%
Pendiente promedio (%).	8.0%
Pendiente mínima (%).	3.12%
Bombeo (%).	No presenta.
Plazoletas	No presenta.

Nota. Resultados obtenidos de levantamiento topográfico que determinan las aracterísticas geométricas de la vía.

Tabla 16*Daños en la Superficie de Rodadura*

Progresiva		Daños en la Superficie de Rodadura	
Del Km.	Al Km.	Tipo	Dimensiones
00+000	00+500	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 cm y 10 cm.
00+500	01+000	Erosión	Profundidad \geq 10 cm.
01+000	01+500	Erosión	Profundidad \geq 10 cm.
			Transitabilidad baja o intransitabilidad en épocas de
01+500	02+000	Lodazal	lluvia.
02+000	02+500	Erosión	Sensibles al usuario, pero profundidad $<$ 5 cm.
02+500	03+000	Deformación	Huellas / hundimientos \geq 10 cm.
03+000	03+500	Erosión	Sensibles al usuario, pero profundidad $<$ 5 cm.
03+500	04+000	Deformación	Huellas / hundimientos \geq 10 cm.
			Transitabilidad baja o intransitabilidad en épocas de
04+000	04+500	Lodazal	lluvia.
04+500	05+000	Erosión	Profundidad entre 5 cm y 10 cm.
05+000	05+500	Erosión	Profundidad entre 5 cm y 10 cm.
05+500	06+000	Erosión	Sensibles al usuario, pero profundidad $<$ 5 cm.
06+000	06+500	Baches	Se necesita una capa de material adicional.
06+500	07+000	Baches	Se necesita una capa de material adicional.
07+000	07+500	Erosión	Profundidad entre 5 cm y 10 cm.
07+500	08+000	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 cm y 10 cm.
08+000	08+500	Erosión	Sensibles al usuario, pero profundidad $<$ 5 cm.
08+500	09+000	Erosión	Sensibles al usuario, pero profundidad $<$ 5 cm.
09+000	09+500	Erosión	Sensibles al usuario, pero profundidad $<$ 5 cm.
09+500	10+000	Erosión	Sensibles al usuario, pero profundidad $<$ 5 cm.
10+000	10+500	Erosión	Profundidad entre 5 cm y 10 cm.
10+500	11+000	Erosión	Profundidad \geq 10 cm.
11+000	11+500	Erosión	Sensibles al usuario, pero profundidad $<$ 5 cm.
11+500	12+000	Deformación	Huellas / hundimientos sensibles al usuario, pero $<$ 5

cm.

12+000 12+454 Deformación Huellas / hundimientos entre 5 cm y 10 cm.

Nota. Resultados de levantamiento topográfico que determinan los daños que se presentan en la superficie de rodadura

7.2. Conteo Vehicular

El conteo vehicular se realizó teniendo en cuenta los parámetros establecidos en el Formato de Conteo y Clasificación Vehicular para Estudio de Tráfico del Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC. El método empleado fue el Método Manual, donde se anotaba el paso de cada vehículo y por hora, llenando un formato establecido por el MTC. En cada ocasión, por el volumen de tráfico se empleó al menos un clasificador por cada sentido de tráfico.

Los aforos vehiculares se realizaron ininterrumpidamente las 24 horas del día, durante una semana desde el inicio al fin en el plazo establecido en siete días continuos para cada ocasión. Los aforos vehiculares se realizaron durante 7 días consecutivos, entre el 05/12/2022 y el 11/12/2022. En la Tabla 17 se incluye el conteo de tráfico vehicular para cada día aforado para cada ambos sentido de circulación.

Se realiza un aforo vehicular durante la semana por 24 horas diarias, mediante un estudio de tráfico realizado en diciembre del 2022. A continuación, se muestra la Tabla 18 con los aforos vehiculares en el tramo Emp. 06B Montan - Tambillo, obteniendo como resultado índice medio diario semanal; y en la siguiente Tabla 19 se muestra el resumen del cálculo del índice medio diario anual. Los datos de conteo vehicular para el camino vecinal, se obtiene los Índice Medio diario semanal (IMDs), según el siguiente cuadro:

Tabla 17

Conteo de tráfico vehicular.

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
	05-Dic	06-Dic	07-Dic	08-Dic	09-Dic	10-Dic	11-Dic
Auto	18	14	16	12	20	21	21

Station Wagon	2	4	1	4	3	4	6
Pick Up	24	19	1	19	24	25	20
Panel	0	2	17	2	4	2	2
Rural - Combi	8	6	8	12	12	4	10
Micro	0	0	0	0	0	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	19	15	18	17	18	18	5
Camión 3E	2	1	2	2	3	2	1
Semi Trayler	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	73	61	63	68	84	76	65

Fuente: Elaboración Propia con datos obtenidos en campo. Semana del 05 al 11 de diciembre del 2022.

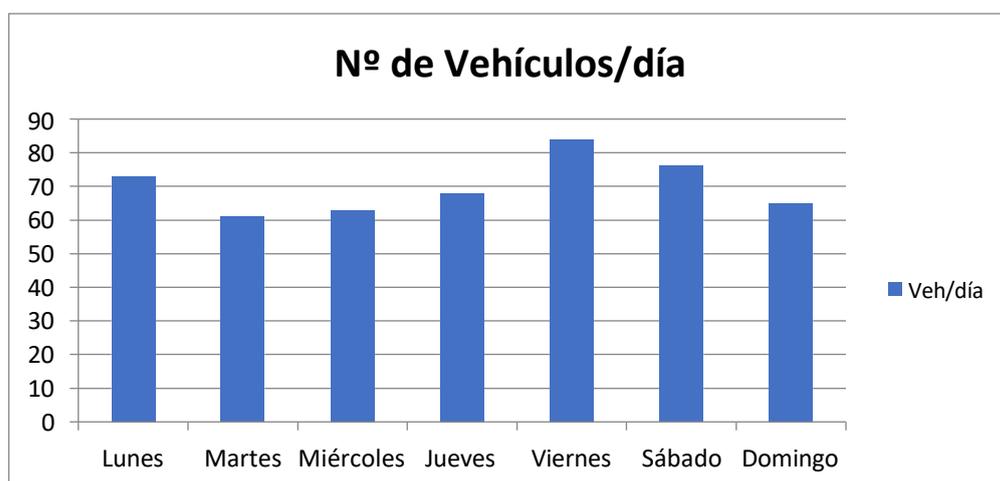


Figura 9 Conteo de tráfico vehicular.

Tabla 18

Cálculo del índice medio diario semanal

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en ambos sentidos por día							Total Semana	IMDs
	Lunes 05/12	Martes 06/12	Miércoles 07/12	Jueves 08/12	Viernes 09/12	Sábado 10/12	Domingo 11/12		
Auto	18	14	16	12	20	21	21	122	17

Station Wagon	2	4	1	4	3	4	6	24	3
Pick Up	24	19	1	19	24	25	20	132	19
Panel	0	2	17	2	4	2	2	29	4
Rural-Combi	8	6	8	12	12	4	10	60	9
Camión 2E	19	15	18	17	18	18	5	110	16
Camión 3E	2	1	2	2	3	2	1	13	2
Semi Traylor	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	73	61	63	68	84	76	65	490	70

Nota. Resultados de los aforos vehiculares diarios que determinan el índice medio diario semanal

A partir de la puesta en servicio de la carretera afirmada esta ha soportado medianos volúmenes de tráfico, ya que pertenece a la Red Vial Vecinal y constituye una vía de acceso para los centros poblados de Montan, La Congona, Yerba Buena, Las Paucas, Tambillo; por esta carretera circulan todos los días los habitantes colindantes con la carretera, en vehículos livianos y vehículos pesados para transportar sus productos a los centros de abastos de la provincia de Santa Cruz y finalmente a las ciudades de Chiclayo, Trujillo y Lima.

La distribución del tráfico vehicular a lo largo de la vía del camino vecinal materia de la presente investigación; demostrando a continuación en gráficos que ilustran los valores de conteo vehicular en el transcurso del periodo que se efectuó dichos conteos.

De los conteos de campo de los tráficos vehiculares realizados en el mes de diciembre 2022 en la vía del camino vecinal tramo Emp. PE-06B Montan – Tambillo, se procede a realizar el estudio del tráfico correspondiente y comprende:

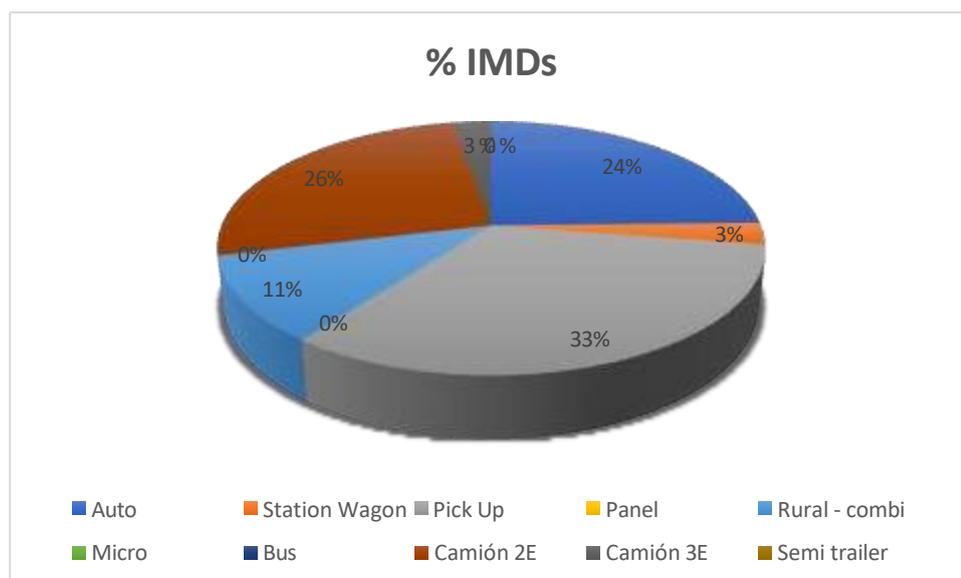


Figura 10 Componentes principales de un camino vecinal.

Tabla 19

Cálculo del índice medio diario anual

Tipo de Vehículo	TOTAL SEMANA	IMDs	FC	IMDa	% Participación
Auto	122	17	1.02179548	18	24.49
Station Wagon	24	3	1.02179548	4	4.82
Pick Up	132	19	1.02179548	19	26.50
Panel	29	4	1.02179548	4	5.82
Rural-Combi	60	9	1.02179548	9	12.04
Camión 2E	110	16	1.08946380	17	23.54
Camión 3E	13	2	1.08946380	2	2.78
Semi Trayler	0	0	1.08946380	0	0.00
Total	490	70		73	100.00

Nota. Resultados de los aforos vehiculares diarios que determinan el índice medio diario anual

Proyecciones de Tráfico

Revisadas las estadísticas del MTC, se ha podido comprobar que no existe información histórica de tráfico para la carretera en estudio, por lo que se ha descartado la posibilidad de tomar la tasa de crecimiento del tráfico basada en series históricas y se ha efectuado la proyección en base a los datos obtenidos en el conteo de tráfico in situ realizados y proporcionados por el consultor y las variables macroeconómicas obtenidas del INEI representadas por las tasas de crecimiento del PBI para el tráfico pesado 0.60%, de la poblacional 3.40% para el tráfico liviano y de turismo 3.40 % para el tráfico atraído. El período de diseño considerado es de 15 años.

Se estimó razonable, para las proyecciones de tráfico, utilizar un método de uso generalizado en estudios como el presente y su formulación matemática se basa la siguiente ecuación exponencial, se basa la siguiente ecuación exponencial:

$$T_n = T_i (1 + r)^n$$

Donde:

T_n = Tráfico en cualquier año n.

T_i = Tráfico en el año cero (inicial)

r = Tasa de crecimiento anual del tráfico

El Índice Medio Diario Anual IMDa se ha calculado en base al tráfico existente, el tráfico generado y el tráfico atraído; los datos obtenidos se muestran en los cuadros siguientes:

Tabla 20

Cálculo del tráfico normal

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	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15

Auto	18	18	18	18	19	19	19	19	19	19	19	20	20	20	20	21
Station Wagon	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Pick Up	19	19	20	20	20	20	20	21	21	21	21	21	22	22	22	22
Panel	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Rural-Combi	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	17	18	18	19	20	20	21	22	22	23	24	25	26	27	28	28
Camión 3E	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Semi Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tráfico Normal	73	74	75	76	78	79	80	82	83	84	86	87	89	90	92	94

Nota. Resultados de los aforos vehiculares diarios que determinan el tráfico normal

Tabla 21

Cálculo del tráfico generado

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	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
Auto	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Station Wagon	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pick Up	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Panel	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Rural-Combi	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Semi Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tráfico																
Generado	0	11	11	11	12	12	12	12	12	13	13	13	13	14	14	14
IMD TOTAL	73	85	86	88	89	91	92	94	95	97	99	100	102	104	106	108

Nota. Resultados de los aforos vehiculares diarios que determinan el tráfico generado

Factores Destructivos

En el cálculo, cuyos resultados se muestran en el siguiente cuadro, se han utilizado las siguientes fórmulas:

- Vehículos con un solo eje llanta simple:

$$FD = (Pi/6.6)^4$$

Vehículos con un eje con dos y/ dual llantas:

$$FD = (Pi/8.20)^4$$

Vehículos con dos ejes con dos llantas Tándem:

$$FD = (0.57 \times P'i/8.20)^4 + (Pi/6.6)^4$$

Donde:

FD = Factor destructivo o Factor Camión

Pi = Peso primer eje (Tn)

P'í = Peso segundo eje (Tn)

7.3. Inventario vial

De la ficha del inventario vial indicado realizado en el tramo del camino vecinal en estudio, en la Tabla 23 se resume la situación actual de los componentes de obras de drenaje existentes; y en la Tabla 24 se resume la situación actual de los componentes de señalización existentes.

Tabla 22

Ubicación de Obras de arte.

Progresiva	Tipo de Señalización	Condición	Material	Observaciones
0+029.14	Informativa	Regular	Acero	Señal Informativa - Desvío Chancay Baños
01+000.00	Informativa	Regular	Concreto	Poste Kilométrico 01+000 Km
02+000.00	Informativa	Regular	Concreto	Poste Kilométrico 02+000 Km
03+000.00	Informativa	Regular	Concreto	Poste Kilométrico 03+000 Km
03+991.30	Informativa	Regular	Acero	Señal Informativa - desvío Congona
04+000.00	Informativa	Regular	Concreto	Poste Kilométrico 04+000 Km
04+025.14	Informativa	Regular	Acero	Señal Informativa - Sitio Yerba Buena
05+000.00	Informativa	Regular	Concreto	Poste Kilométrico 05+000 Km
05+834.45	Informativa	Regular	Acero	Informativa - desvío Yerba Buena, Cochabamba
06+000.00	Informativa	Regular	Concreto	Poste Kilométrico 06+000 Km
06+583.57	Informativa	Regular	Acero	Señal Informativa - "PAUCAS"
07+000.00	Informativa	Regular	Concreto	Poste Kilométrico 07+000 Km
08+000.00	Informativa	Regular	Concreto	Poste Kilométrico 08+000 Km
09+000.00	Informativa	Regular	Concreto	Poste Kilométrico 09+000 Km
10+000.00	Informativa	Regular	Concreto	Poste Kilométrico 10+000 Km
11+000.00	Informativa	Regular	Concreto	Poste Kilométrico 11+000 Km
12+000.00	Informativa	Regular	Concreto	Poste Kilométrico 12+000 Km
12+454.00	Informativa	Regular	Acero	Señal Informativa - "TAMBILLO"

Fuente: Datos obtenidos de trabajos de campo.

Tabla 23*Ubicación de Obras de arte.*

Progresiva	Clase	Tipo	Material	Condición Estructural	Condición Funcional	Observaciones
-----	-----	-----	-----	-----	-----	No existen obras de arte en el camino vecinal como puentes, pontones, muros.

Fuente: Datos obtenidos de trabajos de campo.*Ubicación de Obras de drenaje – Cunetas no revestidas.*

Progresiva	Material	Longitud (m)	Condición Funcional	Dimensiones del Daño	Observaciones
0+805 - 1+183	Tierra	378.02	Regular	Regular	Obstaculizada
1+195 - 3+850	Tierra	2655.37	Regular	Regular	Obstaculizada
3+850 - 3+988	Tierra	138.13	Regular	Regular	Obstaculizada
4+066 - 4+667	Tierra	601.41	Regular	Regular	Obstaculizada
4+679 - 12+445	Tierra	7766.95	Regular	Regular	Obstaculizada

Fuente: Datos obtenidos de trabajos de campo.**Tabla 24***Ubicación de Obras de drenaje – Alcantarillas.*

Progresiva	Material	Condición Estructural	Condición Funcional	Dimensiones del Daño	Observaciones
0+078	Concreto	Excelente	Regular	Leve	Alcantarilla # 01
0+925.81	Concreto	Preocupante	Regular	Regular	Alcantarilla # 02/Obstruida con sedimento
1+388.46	Concreto	Preocupante	Regular	Regular	Alcantarilla # 03/Obstruida con Vegetación
1+977.12	Concreto	Preocupante	Regular	Regular	Alcantarilla # 04/Obstruida con Rocas
2+476.82	Concreto	Preocupante	Regular	Regular	Alcantarilla # 05/Obstruida

					con sedimento
2+624.26	Concreto	Malo	Regular	Regular	Alcantarilla # 06/Obstruida con Vegetación
2+742.44	Concreto	Malo	Regular	Regular	Alcantarilla # 07/Obstruida con derrumbe.
3+074.39	Concreto	Malo	Regular	Regular	Alcantarilla # 08/Obstruida con piedras, sedimento, rocas y vegetación.
3+217.00	Concreto	Malo	Regular	Regular	Alcantarilla # 09/Rajaduras de la estructura, Obstruida en zona de derrumbe.
3+412.96	Concreto	Malo	Regular	Regular	Alcantarilla # 10/Rajaduras de la estructura, Obstruida con sedimentos.
3+797.61	Concreto	Excelente	Regular	Leve	Alcantarilla # 11
4+437.89	Concreto	Excelente	Bueno	Ninguno	Alcantarilla # 12
5+247.56	Concreto	Malo	Regular	Regular	Alcantarilla # 13/Deteriorado, Obstruida con sedimento y vegetación.
5+575.77	Concreto	Malo	Regular	Regular	Alcantarilla # 14/Obstruida con piedras, sedimento, rocas y vegetación.
5+823.34	Concreto	Excelente	Bueno	Ninguno	Alcantarilla # 15
5+941.97	Concreto	Malo	Regular	Regular	Alcantarilla # 16/Obstruida con piedras, sedimento, rocas y vegetación.
6+218.23	Concreto	Excelente	Bueno	Ninguno	Alcantarilla # 17
6+367.20	Concreto	Preocupante	Regular	Leve	Alcantarilla # 18/Obstruida con Vegetación
6+715.01	Concreto	Malo	Regular	Regular	Alcantarilla # 19/Obstruida con sedimento y vegetación.
7+090.83	Concreto	Malo	Regular	Regular	Alcantarilla # 20/Rajaduras de la estructura, Obstruida con sedimentos.
7+395.53	Concreto	Malo	Malo	Severo	Alcantarilla # 21/Destruida en su totalidad.
7+773.79	Concreto	Malo	Regular	Regular	Alcantarilla # 22/Obstruida con sedimento y vegetación
7+991.39	Concreto	Malo	Regular	Regular	Alcantarilla # 23/Rajaduras de la estructura, Obstruida con sedimentos.
8+095.80	Concreto	Malo	Regular	Regular	Alcantarilla # 24/Obstruida con sedimento y vegetación.
8+360.39	Concreto	Excelente	Regular	Leve	Alcantarilla # 25

8+697.44	Concreto	Malo	Regular	Regular	Alcantarilla # 26/Obstruida con sedimento y vegetación.
8+953.96	Concreto	Preocupante	Regular	Regular	Alcantarilla # 27/Obstruida con sedimento.
9+199.08	Concreto	Malo	Regular	Regular	Alcantarilla # 28/Rajaduras de la estructura, obstruidas con sedimento.
9+324.10	Concreto	Malo	Regular	Regular	Alcantarilla # 29/Obstruida con piedras, sedimento, rocas y vegetación.
9+881.08	Concreto	Malo	Regular	Regular	Alcantarilla # 30/Obstruida con sedimento y vegetación y sedimento a la salida.
10+081.56	Concreto	Malo	regular	Regular	Alcantarilla # 31/En la entrada con piedra y sedimento y en la salida basura.
10+301.77	Concreto	Excelente	Regular	Leve	Alcantarilla # 32
10+645.88	Concreto	Preocupante	Regular	Regular	Alcantarilla # 33/En la entrada con piedra y sedimento y en la salida basura.
10+891.13	Concreto	Preocupante	Regular	Regular	Alcantarilla # 34/En la entrada con piedra y sedimento y en la salida sedimento.
11+157.30	Concreto	Malo	Regular	Regular	Alcantarilla # 35/En la entrada y salida con vegetación y piedra.
11+342.76	Concreto	Preocupante	Malo	Severo	Alcantarilla # 36/En la entrada y la salida con vegetación y piedra.
11+444.06	Concreto	Malo	Malo	Severo	Alcantarilla # 37/En la entrada con piedra y sedimento y en la salida sedimento.
12+189.13	Concreto	Malo	Regular	Regular	Alcantarilla # 38/En la entrada y la salida con vegetación y sedimento.

Fuente: Datos obtenidos de trabajos de campo.

Tabla 25*Ubicación de Obras de drenaje – Badenes.*

Progresiva	Material	Condición Estructural	Condición Funcional	Dimensiones del Daño	Observaciones
7+679.77	Concreto	Preocupante	Regular	Regular	Badén # 01/Obstruida con tierra.
11+698.44	Concreto	Preocupante	Regular	Regular	Badén # 02/Erosión en el lado izquierdo.
11+747.42	Concreto	Preocupante	Malo	Malo	Badén # 03/Totalmente destruida.

Fuente: Datos obtenidos de trabajos de campo.**Tabla 26***Obras de Drenaje.*

Progresiva	Clase	Material	Condición Estructural	Condición Funcional	Dimensiones del Daño	Observaciones
0+078	Alcantarilla	Concreto	Excelente	Regular	Leve	ALCANTARILLA # 01
0+805 - 1+183	Cuneta	Tierra	Preocupante	Regular	Regular	ALCANTARILLA # 02/Obstruida con sedimento
0+925.81	Alcantarilla	Concreto	Preocupante	Regular	Regular	ALCANTARILLA # 03/Obstruida con Vegetación.
1+195 - 3+850	Cuneta	Tierra	Preocupante	Regular	Regular	ALCANTARILLA # 04/Obstruida con Rocas
1+388.46	Alcantarilla	Concreto	Preocupante	Regular	Regular	ALCANTARILLA # 05/Obstruida con sedimento
1+977.12	Alcantarilla	Concreto	Preocupante	Regular	Regular	ALCANTARILLA # 06/Obstruida con Vegetación.
2+476.82	Alcantarilla	Concreto	Preocupante	Regular	Regular	ALCANTARILLA # 07/Obstruida con derrumbe.
2+624.26	Alcantarilla	Concreto	Malo	Regular	Regular	ALCANTARILLA # 08/Obstruida con piedras, sedimento, rocas y vegetación.
2+742.44	Alcantarilla	Concreto	Malo	Regular	Regular	
3+074.39	Alcantarilla	Concreto	Malo	Regular	Regular	

3+217.00	Alcantarilla	Concreto	Malo	Regular	Regular	ALCANTARILLA # 09/Rajaduras de la estructura, Obstruida en zona de derrumbe.
3+412.96	Alcantarilla	Concreto	Malo	Regular	Regular	ALCANTARILLA # 10/Rajaduras de la estructura, Obstruida con sedimentos.
3+797.61	Alcantarilla	Concreto	Excelente	Regular	Leve	ALCANTARILLA # 11
3+850 - 3+988	Cuneta	Tierra	Preocupante	Regular	Regular	
4+066 - 4+667	Cuneta	Tierra	Preocupante	Regular	Regular	
4+437.89	Alcantarilla	Concreto	Excelente	Bueno	Ninguno	ALCANTARILLA # 12
4+679 - 12+445	Cuneta	Tierra	Preocupante	Regular	Regular	
5+247.56	Alcantarilla	Concreto	Malo	Regular	Regular	ALCANTARILLA # 13/Deteriorado, Obstruida con sedimento y vegetación.
5+575.77	Alcantarilla	Concreto	Malo	Regular	Regular	ALCANTARILLA # 14 /Obstruida con piedras, sedimento, rocas y vegetación.
5+823.34	Alcantarilla	Concreto	Excelente	Bueno	Ninguno	ALCANTARILLA # 15
5+941.97	Alcantarilla	Concreto	Malo	Regular	Regular	ALCANTARILLA # 16/Obstruida con piedras, sedimento, rocas y vegetación.
6+218.23	Alcantarilla	Concreto	Excelente	Bueno	Ninguno	ALCANTARILLA # 17
6+367.20	Alcantarilla	Concreto	Preocupante	Regular	Leve	ALCANTARILLA # 18/Obstruida con Vegetación.
6+715.01	Alcantarilla	Concreto	Malo	Regular	Regular	ALCANTARILLA # 19/Obstruida con sedimento y vegetación, Cunetas Obstruidas.
7+090.83	Alcantarilla	Concreto	Malo	Regular	Regular	ALCANTARILLA # 20 /Rajaduras de la estructura, Obstruida con sedimentos.
7+395.53	Alcantarilla	Concreto	Malo	Malo	Severo	ALCANTARILLA # 21/Destruida en su totalidad.
7+679.77	Baden	Concreto	Preocupante	Regular	Regular	BADEM # 01/Obstruida con

tierra.

7+773.79	Alcantarilla	Concreto	Malo	Regular	Regular	ALCANTARILLA # 22/Obstruida con sedimento y vegetación.
7+991.39	Alcantarilla	Concreto	Malo	Regular	Regular	ALCANTARILLA # 23/Rajaduras de la estructura, Obstruida con sedimentos.
8+095.80	Alcantarilla	Concreto	Malo	Regular	Regular	ALCANTARILLA # 24/Obstruida con sedimento y vegetación.
8+360.39	Alcantarilla	Concreto	Excelente	Regular	Leve	ALCANTARILLA # 25
8+697.44	Alcantarilla	Concreto	Malo	Regular	Regular	ALCANTARILLA # 26/Obstruida con sedimento y vegetación.
8+953.96	Alcantarilla	Concreto	Preocupante	Regular	Regular	ALCANTARILLA # 27/Obstruida con sedimento.
9+199.08	Alcantarilla	Concreto	Malo	Regular	Regular	ALCANTARILLA # 28/Rajaduras de la estructura, cunetas Obstruidas con sedimento.
9+324.10	Alcantarilla	Concreto	Malo	Regular	Regular	ALCANTARILLA # 29/Obstruida con piedras, sedimento, rocas y vegetación.
9+881.08	Alcantarilla	Concreto	Malo	Regular	Regular	ALCANTARILLA # 30/Obstruida con sedimento y vegetación y sedimento a la salida.
10+081.56	Alcantarilla	Concreto	Malo	regular	Regular	ALCANTARILLA # 31/En la entrada con piedra y sedimento y en la salida basura.
10+301.77	Alcantarilla	Concreto	Excelente	Regular	Leve	ALCANTARILLA # 32
10+645.88	Alcantarilla	Concreto	Preocupante	Regular	Regular	ALCANTARILLA # 33/En la entrada con piedra y sedimento y en la salida basura.
10+891.13	Alcantarilla	Concreto	Preocupante	Regular	Regular	ALCANTARILLA # 34/En la entrada con piedra y sedimento y en la salida sedimento.

11+157.30	Alcantarilla	Concreto	Malo	Regular	Regular	ALCANTARILLA # 35/En la entrada con vegetación y piedra y en la salida basura y vegetación.
11+342.76	Alcantarilla	Concreto	Preocupante	Malo	Severo	ALCANTARILLA # 36/En la entrada y la salida con vegetación y piedra.
11+444.06	Alcantarilla	Concreto	Malo	Malo	Severo	ALCANTARILLA # 37/En la entrada con piedra y sedimento y en la salida sedimento.
11+698.44	Baden	Concreto	Preocupante	Regular	Regular	BADEM # 02/Erosión en el lado izquierdo.
11+747.42	Baden	Concreto	Preocupante	Malo	Malo	BADEM # 03/Totalmente destruida.
12+189.13	Alcantarilla	Concreto	Malo	Regular	Regular	ALCANTARILLA # 38/En la entrada y la salida con vegetación y sedimento.

Fuente: Datos obtenidos de trabajos de campo.

Los datos del Inventario vial con respecto a los daños a la superficie de rodadura encontrada en el camino vecinal se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 27

Daños en la Superficie de rodadura.

Progresiva		Daños en la Superficie de Rodadura		Observaciones
Del Km.	Al Km.	Tipo	Dimensiones	
00+000	00+500	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 cm y 10 cm.	Deformación
00+500	01+000	Erosión	Profundidad \geq 10 cm.	Erosión
01+000	01+500	Erosión	Profundidad \geq 10 cm.	Erosión
01+500	02+000	Lodazal	Transitabilidad baja o intransitabilidad en épocas de lluvia.	Lodazal

02+000	02+500	Erosión	Sensibles, pero profundidad < 5 cm.	Erosión: Pedregoso
02+500	03+000	Deformación	Huellas / hundimientos >= 10 cm.	Deformación
03+000	03+500	Erosión	Sensibles al usuario, pero profundidad < 5 cm.	Erosión: Pedregoso
03+500	04+000	Deformación	Huellas / hundimientos >= 10 cm.	Deformación
04+000	04+500	Lodazal	Transitabilidad baja o intransitabilidad en épocas de lluvia.	Lodazal
04+500	05+000	Erosión	Profundidad entre 5 cm y 10 cm.	Erosión: Pedregoso
05+000	05+500	Erosión	Profundidad entre 5 cm y 10 cm.	Erosión: Pedregoso
05+500	06+000	Erosión	Sensibles, pero profundidad < 5 cm.	Erosión: Pedregoso
06+000	06+500	Baches	Se necesita una capa de material adicional.	Bacheo
06+500	07+000	Baches	Se necesita una capa de material adicional.	Bacheo
07+000	07+500	Erosión	Profundidad entre 5 cm y 10 cm.	Erosión: Pedregoso
07+500	08+000	Deformación	Huellas/hundimientos entre 5 cm y 10 cm.	Deformación
08+000	08+500	Erosión	Sensibles, pero profundidad < 5 cm.	Erosión: Pedregoso
08+500	09+000	Erosión	Sensibles, pero profundidad < 5 cm.	Erosión: Pedregoso
09+000	09+500	Erosión	Sensibles, pero profundidad < 5 cm.	Erosión: Pedregoso
09+500	10+000	Erosión	Sensibles, pero profundidad < 5 cm.	Erosión: Pedregoso
10+000	10+500	Erosión	Profundidad entre 5 cm y 10 cm.	Erosión: Pedregoso
10+500	11+000	Erosión	Profundidad >= 10 cm.	Erosión: Pedregoso
11+000	11+500	Erosión	Sensibles, pero profundidad < 5 cm.	Erosión: Pedregoso
11+500	12+000	Deformación	Huellas/hundimientos sensibles < 5 cm.	Deformación
12+000	12+454	Deformación	Huellas/hundimientos entre 5 cm y 10 cm.	Deformación: Pedregosa

Fuente: Datos obtenidos de trabajos de campo.

Los datos del Inventario vial con respecto a señalización encontrada en el camino vecinal se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 28

Señalización.

Progresiva	Tipo de Señalización	Condición	Material	Observaciones
0+029.14	Informativa	Regular	Acero	Señal Informativa - DESVIO CHANCAY BAÑOS - Panel deteriorado y oxidado
1+000.00	Poste kilométrico	Regular	Concreto	Kilómetro 01 - sin pintura

2+000.00	Poste kilométrico	Regular	Concreto	Kilómetro 02 - sin pintura
3+000.00	Poste kilométrico	Regular	Concreto	Kilómetro 03 - sin pintura
3+991.30	Informativa	Regular	Acero	Señal Informativa - DESVIO CONGONA
4+000.00	Poste kilométrico	Regular	Concreto	Kilómetro 04 - sin pintura
4+025.14	Informativa	Regular	Acero	Señal Informativa - Sitio Yerba Buena/panel deteriorada y oxido en panel
5+000.00	Poste kilométrico	Regular	Concreto	Kilómetro 05 - sin pintura
5+834.45	Informativa	Regular	Acero	Señal Informativa - Desvío Yerba Buena, Cochabamba/Panel deteriorado y oxidado
6+000.00	Poste kilométrico	Regular	Concreto	Kilómetro 06 - sin pintura
6+583.57	Informativa	Regular	Acero	Señal Informativa - "PAUCAS"
7+000.00	Poste kilométrico	Regular	Concreto	Kilómetro 07 - sin pintura
8+000.00	Poste kilométrico	Regular	Concreto	Kilómetro 08 - sin pintura
9+000.00	Poste kilométrico	Regular	Concreto	Kilómetro 09 - sin pintura
10+000.00	Poste kilométrico	Regular	Concreto	Kilómetro 10 - sin pintura
11+000.00	Poste kilométrico	Regular	Concreto	Kilómetro 11 - sin pintura
12+000.00	Poste kilométrico	Regular	Concreto	Kilómetro 12 - sin pintura
12+454.00	Informativa	Regular	Acero	Señal Informativa - "TAMBILLO"/Panel deteriorado y oxidado

Fuente: Datos obtenidos de trabajos de campo.

Los datos del Inventario vial con respecto a puntos críticos encontrada en el camino vecinal se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 29

Puntos críticos.

Progresiva	Clase de Daños	Lado	Observaciones
2+821.95	Falla Geotécnica	Derecho	Derrumbe en Plataforma
2+910.18	Falla Geotécnica	Derecho	Derrumbe en Plataforma
3+064.49	Falla Geotécnica	Derecho	Derrumbe en Plataforma

Fuente: Datos obtenidos de trabajos de campo.

Resumen de la Situación Actual de los Componentes de Obras de Arte y de Drenaje

Situación Actual de los Componentes de Obras de Arte y Obras de Drenaje					
Tipo de Obra de Drenaje	Número de elementos	Material	Condición Estructural	Condición Funcional	Estado situacional
Alcantarilla	38 unidades	Concreto	Regular	Regular	Obstruidas con vegetación y piedra y deterioradas
Badenes	3 unidades	Concreto	Malo	Regular	erosionados y destruidos
Cunetas sin Revestir	11.538 km.	Tierra	Malo	Malo	Sin dimensionamiento e inoperativas.
Cunetas Revestidas	0	_____	_____	_____	No existen cunetas revestidas

Nota. Resultados obtenidos del inventario vial que evalúan el estado situacional de las obras de arte y obras de drenaje.

Tabla 30

Resumen de la Situación Actual de los Componentes de Señalización

Situación Actual de los Componentes de Señalización				
Tipo de Señalización	Número de elementos	Condición	Material	Estado situacional
Informativa	06 unidades	Regular	Acero	Deteriorados / oxidados
Preventivas	0	_____	_____	No existen señales preventivas
Poste kilométrico	12 unidades	Regular	Acero	Sin pintura / Deteriorados

Nota. Resultados obtenidos del inventario vial que evalúan el estado situacional del sistema de señalización.

4.4. Propuesta De Modelo De Gestión De Conservación Vial

1. Fundamentación

La propuesta de modelo de Gestión de Conservación vial planteada, se basa en la adecuada gestión del mantenimiento vial, que incluye además actividades de mantenimiento rutinario y periódico de manera complementaria, en el momento adecuado y con acciones estrictamente necesarias, mediante la ejecución en periodos establecidos, y con permanencia permanente, lo cual que permita tener vías en óptimas condiciones, brindando seguridad, rapidez y comodidad.

La Gestión de Conservación Vial, implementada, conseguirá la reducción en los gastos de mantenimiento vial, por lo que nuestra propuesta se fundamenta en estos criterios de ahorro.

2. Metodología-Modelo operativo

En esta parte de la propuesta indicaremos las fases que deberá seguir el Modelo de Gestión de Conservación Vial.

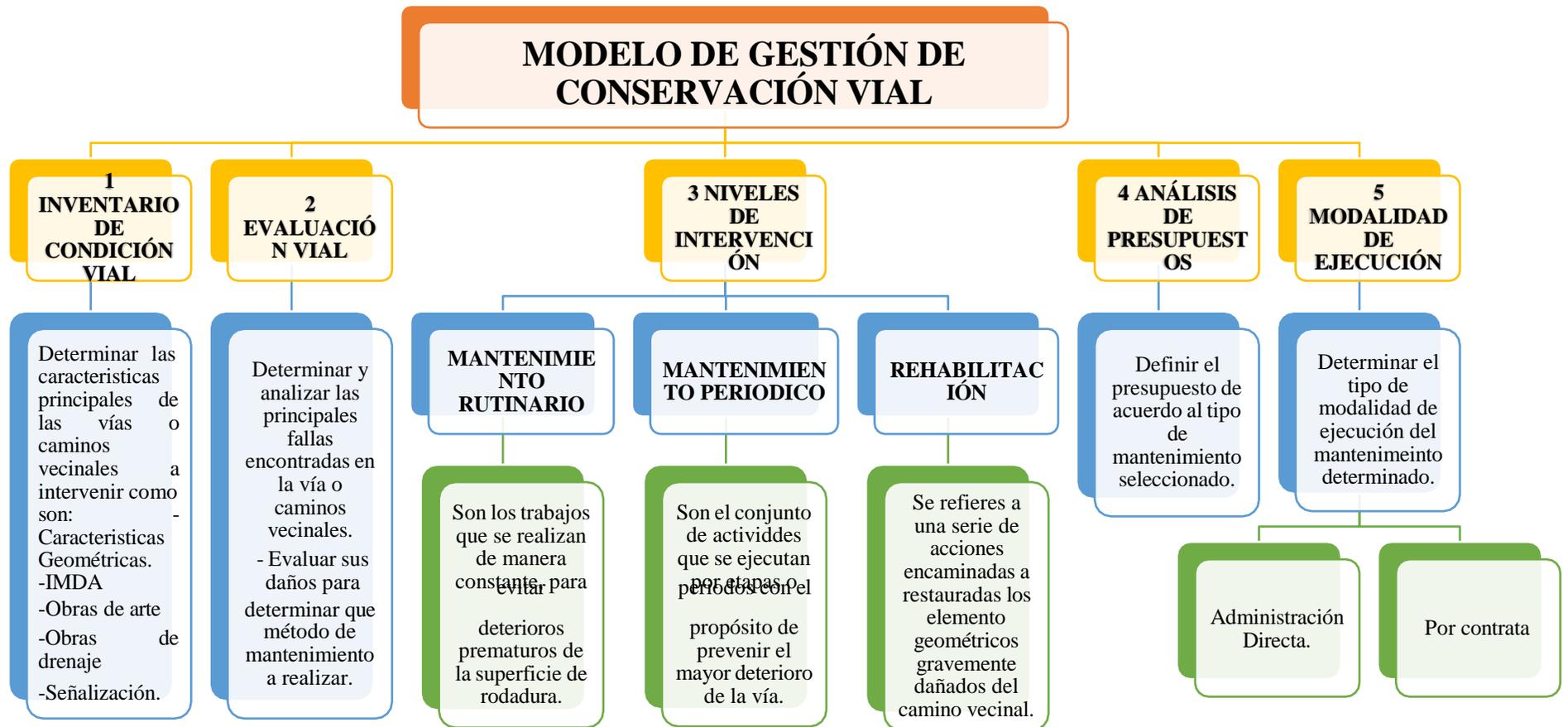


Figura 11 Modelo de Sistema de Gestión de Conservación Vial Propuesto.

Para poder ejecutar este plan de mantenimiento es necesario que se aplique el siguiente modelo institucional propuesto para estos trabajos: Primero se debe crear un departamento exclusivo de mantenimiento vial, que deberá cumplir el siguiente organigrama estructural

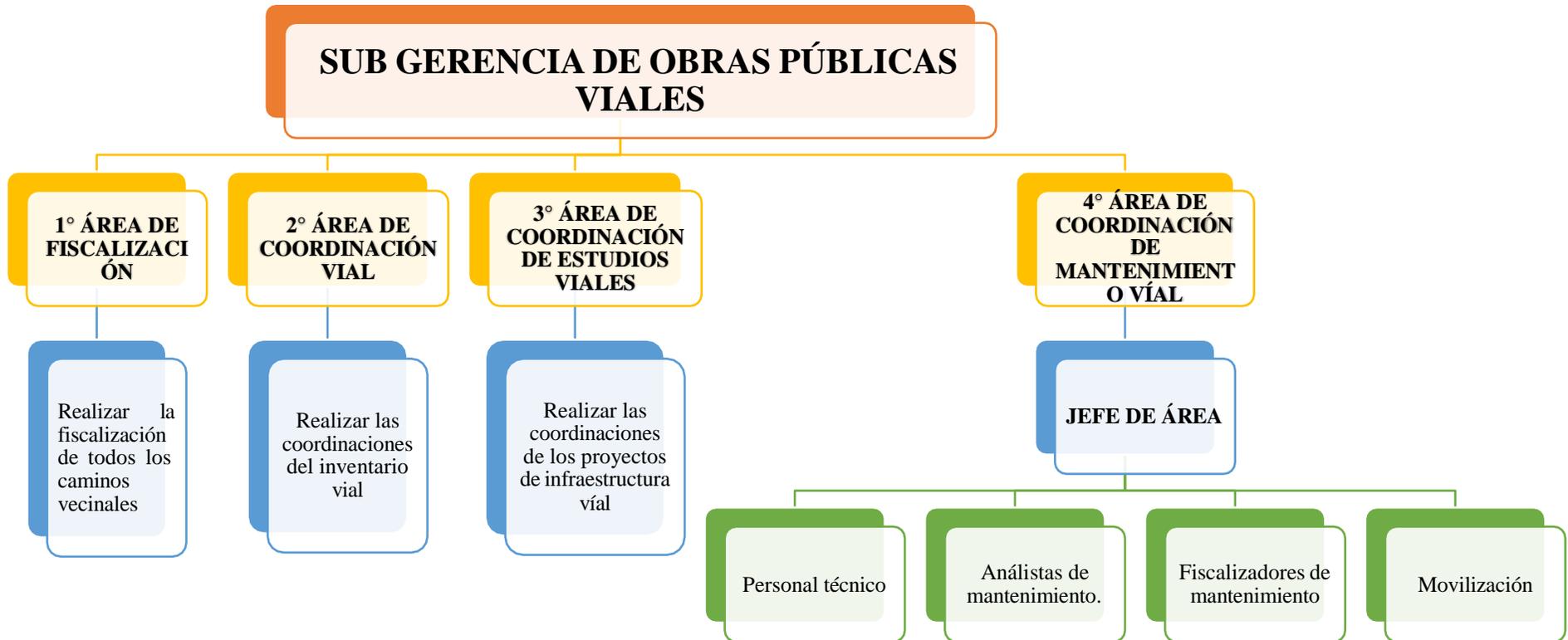


Figura 12 Modelo de la Subgerencia de obras públicas.

3. INVENTARIO VIAL

3.1 Identificación de eventos y características

Se identificará los hechos y características de la vía, para lo cual se utilizará el formato de inventario vial, el cual está contemplado en la guía de caminos vecinales publicada en el año 2011 por la Dirección General de Políticas de Inversiones del Ministerio de Economía y Finanzas.

4. Tráfico

Para comprobar la capacidad de la vía se realiza un estudio de tráfico, para lo cual se contabilizan los vehículos y se pronostica la tasa de crecimiento de vehículos para un periodo determinado, para ello se puede aplicar el modelo de estudio de tráfico adjunto a este informe o algo así más confiable.

5. Condiciones de plataforma de rodadura

Se realizará un registro de las principales fallas encontradas en la vía de acuerdo al modelo de las fichas de estado de condición de superficie granular de rodadura indicadas en la presente investigación u otros formatos de confiabilidad.

6. Análisis de costos

6.1 Actividades de Mantenimiento

Se determinará las actividades que se deberán ejecutar, para ello se dividirá en las actividades de mantenimiento rutinario y mantenimiento periódico, las cuales se enfocaran desde un nivel integral.

a. Actividades de Mantenimiento Rutinario

Se considerarán las actividades correspondientes a mantenimiento rutinario necesarias para el buen funcionamiento de la vía. Siendo las básicas para un camino vecinal las siguientes:

Limpieza localizada, bacheo, remoción de derrumbes, limpieza de cunetas, roce y limpieza de vegetación, limpieza de alcantarillas, limpieza de badén y encauzamiento curso de agua, desquinche, conservación de señales, reforestación, vigilancia y control.

b. Actividades de Mantenimiento Periódico

Se considerarán las actividades correspondientes a mantenimiento periódico. Siendo las básicas para un camino vecinal con tratamiento de afirmado las siguientes: material granular para capa nivelante, reconformación de cunetas, limpieza de alcantarillas y badenes, instalación de señalización.

6.2 Presupuesto referencial

Se realizará el presupuesto referencial tanto para el mantenimiento rutinario y periódico, los cuales tendrán dos modalidades distintas, pero se unificarán para establecer el modelo integral de mantenimiento.

a) Presupuesto referencial para mantenimiento rutinario

Se lo realizara bajo la modalidad de un pago mensual fijo por kilómetro atendido, y durante un periodo establecido. Se lo realiza de esta manera, pues los trabajos son de carácter manual, sin la necesidad de contar con maquinaria específica o personal capacitado, y principalmente por ser una actividad de gran dinámica, sin poder establecer cantidades de obra, pues estas varían diariamente.

Para calcularlo se establece la longitud de la vía, el personal mínimo requerido y el periodo a ejecutar las actividades.

b) Presupuesto referencial para mantenimiento periódico

Para este presupuesto se puede aplicar el esquema de precios unitarios, con la base de especificaciones técnicas.

c) Presupuesto referencial para mantenimiento Integral

Se sumarán los dos presupuestos rutinario y periódico.

7. Ejecución y supervisión

7.1. Ejecución

Se ejecutarán los trabajos de conservación o mantenimiento, mediante un mantenimiento integral.

- Cronograma de ejecución de actividades de mantenimiento rutinario.

Las actividades de mantenimiento rutinario, se ejecutarán de acuerdo a un cronograma determinado y el cual se deberá procurar realizar en épocas que no exista lluvia.

- Cronograma de ejecución de actividades de mantenimiento Periódico

Las actividades de mantenimiento periódico, se ejecutarán de acuerdo a un cronograma establecido y se deberá procurar realizar en épocas que no exista lluvia.

- Periodos de ejecución de actividades de Conservación.

El modelo integral de conservación, se basa en la ejecución de las actividades de mantenimiento rutinario y periódico. Para su buen funcionamiento, se deberá tener un ciclo mínimo de aplicación de 5 años consecutivos, en los cuales los 4 primeros años se realizará exclusivamente trabajos de mantenimiento rutinario y el 5 año, se ejecutará las actividades de mantenimiento periódico, con la finalidad de tener al final de este tiempo una vía, con un nivel similar al inicio del periodo, es decir en buen estado de transitabilidad.

De acuerdo a las evaluaciones, se podrá ejecutar un nuevo ciclo, una vez finalizando el primero, con las mismas actuaciones y periodos realizados,

consiguiendo de esta manera mantener a la vía en condiciones óptimas, y logrando que la vida útil de la vía sea igual al periodo de diseño.

Esta situación se aplicará, solamente si los daños de la carpeta de rodamiento no superan el 20 % del área total, de lo contrario, las actuaciones de mantenimiento periódico se lo ejecutarán antes de lo previsto.

7.2 Supervisión

La supervisión y fiscalización la llevará a cabo la entidad contratante, para lo cual, puede realizar bajo los esquemas de administración directa, empleando el personal técnico capacitado propio de la Institución o a su vez, contratar fiscalización externa, en cualquiera de los casos, no se podrá abandonar la supervisión de los trabajos de mantenimiento integral y deberá durar el tiempo previsto para la ejecución de los trabajos de conservación.

8. Administración

Para la implementación de la propuesta de modelo de gestión de conservación vial, se requiere de un sistema administrativo, que tenga una estructura orgánica y funcional, que logre ejecutar de forma adecuada el modelo propuesto para eso se requerirá que los administradores viales, creen una Gerencia, jefatura u otra unidad de Conservación Vial.

Se propondrá un modelo de gestión de conservación vial a partir de la Gerencia de Infraestructura, Desarrollo urbano y rural, este se encargará de la administración de redes viales, y tendrá las Unidades de Construcción, mejoramiento y Rehabilitación, Conservación Vial, Puentes, estructuras y Seguridad Vial.

La Unidad de Conservación Vial, tendrá a su cargo las políticas de mantenimiento sean estos periódicos o rutinarios, a más de ello, proporcionará ayuda a las otras unidades. Estará compuesta por personal técnico administrativo y de apoyo.

Las acciones de administración y Gestión de la Unidad de Conservación vial, deberán estar enmarcados, en conseguir vías seguras, cómodas, rápidas, y al menor costo tanto de la Institución, como de los usuarios, para ello se deberá realizar todas las actividades necesarias para conseguir los resultados esperados, estas actividades pueden ser las siguientes:

- Evaluación periódica de la condición de la infraestructura.
- Priorización de acciones.
- Cantidad de trabajo a realizar.
- Costos de las actividades a realizar.
- Organización y programación.
- Asignación de recursos financieros.
- Cronograma de ejecución.
- Realización y control.
- Cierre de proyectos.

Las ventajas de la aplicación de un sistema de gestión de conservación vial, es que ofrece a los administradores viales una herramienta de aplicación, para que administre eficientemente los recursos disponibles, mediante la planeación, ejecución, control de los proyectos.

Se optimizará las inversiones en la infraestructura vial, proporcionando niveles de servicio satisfactorio a los usuarios, reduciendo los costos de las acciones de conservación en relación a las de mejoramiento y/o rehabilitación, reduciendo además del tiempo de recorrido y los índices de accidentes de tránsito.

9. Previsión de evaluación

En la etapa de implementación y operación, se requerirá de evaluaciones permanentes y ajustes periódicos, por lo menos cada año, tanto en operaciones de campo como de oficina.

Con la base de que los diseños tienen cierto grado de confiabilidad, que el tráfico, se basa en proyecciones que están sujetas a variaciones temporales, y con las condicionantes climáticas, que tampoco se pueden predecir a ciencia cierta, el deterioro de la vía se hace también impredecible.

CAPÍTULO V

VIII. DISCUSIÓN

Respecto al primer objetivo específico, que fue obtener las características geométricas del camino vecinal en estudio, luego de realizar el diagnóstico del estado situacional actual de la vía, se determinaron las características geométricas de la vía, las cuales en resumen son: la carretera, clasificada como "Camino Vecinal" (CA-538) y con el código de ruta R061302, tiene una longitud de 12.454 km. Su topografía es "Escarpado - Accidentado", y su estado de conservación es "Regular / Malo" con problemas de erosión, deformaciones y baches. La velocidad promedio es de 20 km/h, y el ancho de calzada varía entre 3.60 m y 8.50 m. La carretera consta de un solo carril y tiene una superficie de rodadura de terreno natural - afirmado. La pendiente máxima es del 8.53%. Estos datos revelaron un camino de baja capacidad y en condiciones subóptimas para el tráfico. Estas se determinaron realizando un levantamiento topográfico, el cual indica que la vía se encuentra en un estado de conservación de regular a malo.

Este dato encontrado concuerda con lo expresado por Jauregui (2021), el cual indica que es relativamente común encontrar caminos con características similares en algunas áreas rurales y montañosas de Perú. Asimismo, Huamaní (2022) menciona que en áreas rurales y montañosas de Perú, donde la topografía es escarpada y accidentada, es posible que un porcentaje significativo de las carreteras presente características similares a camino vecinal Emp.PE-06B Montan -Tambillo, aproximadamente en el 40% de la red vial en estas regiones. En zonas más remotas y geográficamente desafiantes, es más probable encontrar caminos con topografía escarpada y problemas de conservación.

Por otro lado, relacionado al segundo objetivo específico que fue determinar el volumen de tránsito vehicular aplicando el método de aforo diario para determinar el IMDa, según los resultados obtenidos del estudio de tráfico, se obtuvo que el IMDa es de 73 Veh/día. El IMDa es una medida que proporciona información sobre la cantidad promedio de tráfico en una carretera durante un año. En este caso, 73 vehículos por día significan que, en promedio,

circulan 73 vehículos por la carretera en cuestión en un día típico a lo largo de un año. Este dato es relevante para evaluar la carga de tráfico en la carretera y puede utilizarse en el diseño y la planificación de infraestructuras viales, así como en la toma de decisiones relacionadas con mejoras en la movilidad y la seguridad vial. Un IMDa de 73 vehículos por día indicaría un nivel de tráfico moderado en la carretera en estudio. El cálculo del tráfico se determinó aplicando los parámetros establecidos en el Formato de Conteo y Clasificación Vehicular para Estudio de Tráfico del Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC.

En lo referente al tercer objetivo específico, determinar el estado situacional de los componentes de obras de arte existentes en el camio vecinal empleando el método de la observación directa a través del inventario vial, se obtuvieron como resultados que dichas obras de drenaje se encuentran obstruidas, deterioradas e inoperativas, esto agrava más la situación de la vía puesto que estas obras no vienen cumpliendo con su función de evacuar las aguas provenientes de las lluvias. Estos resultados se obtuvieron mediante el inventario vial.

Esta situación es preocupante porque estas obras de drenaje deberían cumplir la función crucial de evacuar las aguas de lluvia de la carretera. Al no funcionar correctamente, se agrava la situación de la vía, ya que las aguas de lluvia pueden acumularse en la carretera, lo que aumenta el riesgo de inundaciones y daños en la infraestructura. Estos resultados señalan la necesidad urgente de realizar labores de mantenimiento y reparación en las obras de drenaje para garantizar la seguridad y funcionalidad de la vía, así como para prevenir problemas adicionales durante las temporadas de lluvia. La información obtenida a través del inventario vial es fundamental para identificar las áreas que requieren atención y priorizar las acciones de rehabilitación en la carretera.

Asimismo, es importante mencionar que Ezquerro (2020) concuerda con lo que encontrado ya que indica que en varias regiones rurales y montañosas de Perú, donde las condiciones climáticas pueden ser desafiantes, es posible que un

porcentaje significativo (casi el 60%) de las obras de drenaje esté obstruido, deteriorado o inoperable.

En adición, Hurtado (2019) coincide en que el mantenimiento regular de las obras de drenaje en las vías es esencial para garantizar la funcionalidad y durabilidad de la infraestructura vial. Las obras de drenaje obstruidas o deterioradas pueden provocar inundaciones, erosión y daños graves en la carretera, lo que afecta negativamente la seguridad vial y la comodidad de los usuarios. Es fundamental realizar inspecciones periódicas y llevar a cabo reparaciones y limpiezas oportunas para prevenir problemas graves y costosos en el futuro. Además, Segura (2021) menciona que el estado inoperativo de las obras de drenaje en las vías representa un desafío significativo para la gestión de la infraestructura vial. Además de los riesgos asociados con las inundaciones y la erosión, la falta de mantenimiento adecuado puede contribuir a la degradación acelerada de la carretera y aumentar los costos de reparación a largo plazo. Es crucial que las autoridades viales prioricen el mantenimiento preventivo de las obras de drenaje y asignen recursos adecuados para garantizar su funcionamiento óptimo y la integridad de la red vial

Por último, relacionado al cuarto objetivo específico el cual fue determinar el modelo de gestión de conservación vial de acuerdo a las características propias del camino vecinal se propuso un modelo de gestión basada en una adecuada gestión del mantenimiento vial, que además incluye actividades de mantenimiento rutinario y mantenimiento periódico de manera complementaria.

El plan propuesto, que se enfoca en la gestión de conservación vial, es esencial para garantizar la funcionalidad y seguridad de las carreteras y caminos vecinales en Perú. En primer lugar, se inicia con un detallado "Inventario de Condición Vial" que evalúa aspectos clave, como las características geométricas de las vías, el IMDa (Índice Medio Diario Anual), la situación de las obras de arte, las condiciones de las obras de drenaje y la señalización. Esta etapa de evaluación proporciona una base sólida para el proceso de gestión.

Una vez identificadas las condiciones de la vía, el siguiente paso es la "Evaluación Vial". Aquí, se analizan las principales fallas y se evalúa el grado de daño en la infraestructura. Esta evaluación es crucial para determinar el tipo de mantenimiento que se requiere, ya sea rutinario, periódico o rehabilitación. La capacidad de diagnosticar de manera precisa las necesidades de mantenimiento es fundamental para el éxito del plan.

La "Gestión de Niveles de Intervención" se convierte en un aspecto crucial del plan. Se proponen tres niveles de mantenimiento, con un enfoque en el mantenimiento preventivo. El mantenimiento rutinario y periódico se realizan de manera constante para evitar el deterioro prematuro de la superficie de rodadura, mientras que la rehabilitación se enfoca en restaurar elementos geométricos dañados del camino vecinal. Este enfoque integral es esencial para prolongar la vida útil de la vía y mantenerla en buenas condiciones.

El "Análisis de Presupuestos" es otra parte esencial del plan, ya que establece los recursos financieros necesarios para llevar a cabo las acciones de mantenimiento. Se considera tanto el mantenimiento rutinario como el periódico, lo que permite una planificación presupuestaria efectiva y eficiente. Finalmente, la "Modalidad de Ejecución" se define de acuerdo con la necesidad, ya sea por administración directa o por medio de contratación externa. La ejecución y supervisión de las actividades de mantenimiento son cruciales para garantizar que se lleven a cabo de manera efectiva y eficiente.

La importancia de implementar este plan radica en su capacidad para proporcionar un mantenimiento preventivo que optimiza los recursos, mejora la seguridad vial, prolonga la vida útil de la infraestructura y reduce los tiempos de recorrido. Además, el enfoque integral contribuye al desarrollo sostenible de las regiones rurales de Perú, al mantener las vías en óptimas condiciones para sus comunidades locales, asimismo, concuerda con lo expuesto por Vazallo (2020) el cual menciona que se tiene que realizar un mantenimiento periódico del camino vecinal con un periodo de cada 03 años.

Asimismo, en concordancia Simón (2019) resalta la importancia de implementar un enfoque integral para la gestión del mantenimiento vial, que incluya actividades tanto rutinarias como periódicas. Coincide con la propuesta del modelo en cuanto a la necesidad de realizar un inventario detallado de la condición vial y una evaluación exhaustiva de las necesidades de mantenimiento. Además, destaca la relevancia del mantenimiento preventivo para prolongar la vida útil de la vía y mantenerla en condiciones óptimas. En adición, Rojas (2019) hace hincapié en la importancia de asignar recursos financieros de manera efectiva y eficiente para llevar a cabo las actividades de mantenimiento vial. Esta perspectiva se alinea con la propuesta del modelo, que incluye un análisis detallado de presupuestos para garantizar una planificación financiera adecuada. Asimismo, la consideración de diferentes modalidades de ejecución, ya sea por administración directa o por contratación externa, coincide con la recomendación de este autor sobre la necesidad de una ejecución y supervisión efectivas de las actividades de mantenimiento.

CAPÍTULO VI

IX. CONCLUSIONES

- ✓ Con los resultados del estudio del tráfico realizado en el tramo de investigación del camino vecinal, se concluye que el IMDa es de 73 Veh/día y que según la información recogida ha ido aumentando notablemente en los últimos años.
- ✓ Según la el levantamiento topográfico realizado, la longitud total del camino vecinal es de 12.454 Km y presenta una topografía del terreno escarpado - accidentada, con un estado de conservación y nivel de servicio de regular a malo; por lo que el análisis considera un mantenimiento rutinario y periódico.
- ✓ Del inventario vial realizado se concluye, que las obras de drenaje que existen actualmente en el camino vecinal se encuentran obstruidas e inoperativas no cumpliendo con su función de evacuar las aguas pluviales provocando el deterioro de la plataforma de rodadura.
- ✓ Uno de los factores determinantes para el éxito de las intervenciones de conservación vial, es el inventario vial, pues esta herramienta nos permitirá conocer con exactitud las condiciones actuales en que se encuentra el camino vecinal, sus principales problemas y formas de solucionarlos, lo cual nos permite planificar actividades y programar presupuestos para lograr conservar nuestras vías en óptimo nivel de servicio.
- ✓ La propuesta de un modelo de Gestión de Conservación Vial, para el camino vecinal de la presente investigación, donde se gestione

adecuadamente la administración de los servicios de la red vial, de tal forma que el camino vecinal brinde un nivel de servicio de transitabilidad óptimo en términos de velocidad, seguridad y comodidad y que permitirá que los costos de mantenimientos de la vía reduzcan en comparación a los gastos que demanden al circular por un camino vecinal sin mantenimiento y en condiciones no óptimas, lo que es beneficioso para los usuarios de la carretera.

CAPÍTULO VII

X. RECOMENDACIONES

- ✓ Tener en cuenta la importancia de las acciones preventivas para evitar ciertos deterioros y daños mayores, lo que implicaría tener mayores gastos de presupuesto para mantener la vía en óptimas condiciones.

- ✓ Se recomienda que las entidades públicas involucradas en los mantenimientos viales, inviertan en la complementación de un Sistema Integral de Gestión Vial, para que de esta manera realicen un adecuado mantenimiento vial y así evitar mayores costos a largo plazo.

- ✓ El mantenimiento periódico deberá realizarse cada 03 años con la finalidad de recuperar las características iniciales de la vía, de manera oportuna y así evitar mayores costos de inversión, para brindar una vía con óptima Transitabilidad de manera permanente al usuario.

- ✓ La Municipalidad Provincial de Santa Cruz deberá prever la disponibilidad de recursos financieros y personal capacitado y una planificada programación para efectuar el mantenimiento vial de las carreteras del sistema vial. De igual manera debería requerir asistencia técnica especializada de PROVIAS Descentralizado que es la entidad del Gobierno central que apoya y asiste a todos los

gobiernos locales y regionales, con asesoramiento para el mantenimiento y seguridad de las carreteras de la red vial vecinal.

CAPÍTULO VIII

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Emilio S. (2003). Guía Conceptual-Mantenimiento rutinario de caminos con microempresas. LIMA: Oficina Subregional de los Países Andinos. https://www.ilo.org/public/spanish/employment/recon/eiip/download/mcr_mantec.pdf
- Ezquerro Eguizábal, Sara (2020). *Modelos para una planificación y gestión eficiente del transporte urbano de mercancías* [Tesis doctoral, Universidad de Cantabria] Repositorio Institucional de la Universidad de Cantabria. <http://hdl.handle.net/10902/19200>
- Fernando S. (2000). Instituto Nacional de Vías Colombia: Congreso Mundial de la Carretera de la IRF. <https://www.piarc.org/es/actividades/Congreso-Mundial-Carreteras-Asociacion-Mundial-Carreteras>
- García P. y Hernández G. (2009). Gestión de la Conservación I. Conservación y Explotación de Carreteras. P. 1-25. <https://docplayer.es/74154831-Conservacion-y-explotacion-de-carreteras.html>
- Huamaní (2022). *Influencia del Mantenimiento Vial y Satisfacción del Usuario* [Tesis de maestría, Universidad Privada Antenor Orrego] Repositorio de UPAO. <https://hdl.handle.net/20.500.32759/2924>
- Hurtado Zamora, Víctor (2019). *Gestión Vial de mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio en el corredor vial Casma – Huaraz – Tingo María Servicio* [Tesis de maestría, Universidad Privada Antenor Orrego] Repositorio de UPAO. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/5056>
- Instituto Nacional de Vías de Colombia (Ed.). (2020). *Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para carreteras de dos Carriles*. Área de Desarrollo Editorial Universidad del Cauca. <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/11026-manual-de-capacidad-y-niveles-de-servicio-para-carreteras-de-dos-carriles-2020/file>

- Jauregui Sotelo, Máximo (2021). *Aplicación de la Norma Vial Peruana en un proyecto de sistema de gestión por niveles de servicio* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/5793>
- Ma, L., Li, Y., Li, J., Wang, C., Wang, R., & Chapman, M. A. (2018). Nubes de puntos móviles escaneadas por láser para la detección y extracción de objetos en carretera: A Review. *Teledetección (Basilea)*, 10(10), 1531–1531. <https://doi.org/10.3390/rs10101531>
- Meijer, J. R., Huijbregts, M. A. J., Kees, & Schipper, A. M. (2018). Patrones globales de las infraestructuras viarias actuales y futuras. *Letras de investigación medioambiental*, 13(6), 064006–064006. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aabd42>
- Menéndez J. (2003). *Manual Técnico de Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas*. Lima. https://www.ilo.org/public/spanish/employment/recon/eiip/download/mcr_mantec.pdf
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2008). *Manual para Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito*. Lima: *Normas Legales Peruanas*. <http://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2015/08/manualdedisenodecarreterasnopavimentadasdebajovolumendetransito.pdf>
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2006). *Manual Técnico de Mantenimiento Rutinario para la Red Vial No Pavimentada*. Lima. https://www.sutran.gob.pe/wpcontent/uploads/2015/08/manualmatenimiento_rutinario_para_la_red_vial_departamental_no_pavimentada.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2005). *Manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito*. <http://www.sutran.gob.pe/wpcontent/uploads/2015/08/manualdedisenodecarreterasnopavimentadasdebajovolumendetransito.pdf>

- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2007). *Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras*. Lima. http://www.carreteros.org/hispana/peru/04_peru.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). *Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial*. Lima: Normas Legales del Perú. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/otras/DS%20N%C2%B0%20034-2008-MTC%20Reglamento%20Nacional%20de%20Gesti%C3%B3n%20Infraestructura%20Vial.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *MTC: Diseño Geométrico* DG-2018. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-02-18%Dise%C3%B1o%20Geometrico%20DG-2018.pdf
- Pu, S., Rutzinger, M., Vosselman, G., & Sander Oude Elberink. (2011). Reconocimiento de estructuras básicas a partir de datos de escaneado láser móvil para estudios de inventario de carreteras. *Revista ISPRS de Fotogrametría y Teledetección.*, 66(6), S28–S39. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2011.08.006>
- Rodríguez, R. (2011) *Modelo De Gestión De Conservación Vial Para Reducir Los Costos De Mantenimiento Vial Y Operación Vehicular En Los Caminos Rurales De Las Poblaciones De Riobamba, San Luis, Punín, Flores, Cebadas De La Provincia De Chimborazo*. Universidad Técnica Del Ambato. Ecuador. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2199/1/Maestr%C3%ADa%20V.%20T.%2067%20%20Rodr%C3%ADguez%20Gonz%C3%A1lez%20Ren%C3%A9%20Alexander.pdf>
- Rojas (2019). *Gestión de mantenimiento vial y su influencia en la satisfacción del usuario de la carretera Shapaja - Chazuta, 2019* [Tesis de maestría,

Universidad Privada Antenor Orrego] Repositorio de UPAO.

<https://hdl.handle.net/20.500.127234/2314>

Segura Nunura, Marcela (2021). *Análisis y evaluación de la infraestructura vial como indicador de competitividad en Perú periodo 2008-2019* [Tesis de maestría, Universidad Privada Antenor Orrego] Repositorio de UPAO. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/7773>

Simón Rojas, Liza (2019). *Modelo de Gestión de Conservación Vial para Optimizar los Costos de Mantenimiento en la Carretera Dv. Rio Seco – Oyón, Año-2019* [Tesis de maestría, Universidad Ricardo Palma] Repositorio Institucional Ricardo Palma <https://hdl.handle.net/20.500.14138/2506>

Vazallo De La Cruz, Claudia (2020). *Modelo de gestión de conservación vial para el mantenimiento vial del camino vecinal CA – 538 Empalme PE – 5N San Agustín – Huabal, Provincia de Jaén, Cajamarca* [Tesis de maestría, Universidad Privada Antenor Orrego] Repositorio de UPAO. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/6944>

XII. ANEXOS

Anexo 02: Formato de ejecución de actividades de mantenimiento periódico.

The image shows a large, solid gray rectangular area that occupies most of the page below the title. This area is likely a redaction of the actual maintenance activity format. At the bottom of this gray area, there are two short, parallel horizontal black lines, one on the left and one on the right, which appear to be remnants of a table structure or a signature line.

Anexo 11: Panel Fotográfico

Figura 13 Estado situacional de la vía en el Km. 00+440. Deformación.



Nota. Deformaciones en la capa de rodadura, huellas que cuando llueve se vuelven charcos por causa de su profundidad entre 5 – 10 cm. Tramo: Emp. PE-06B – Montan – Tambillo Km. 00+440.

Figura 14 Estado situacional de la vía en el Km. 00+900. Erosión.



Nota. Plataforma de rodadura con Erosión profunda, se aprecia los canales formados en la plataforma, con profundidades mucho mayores a los 10 cm. Tramo: Emp. PE-06B – Montan – Tambillo Km. 00+900.

Figura 15 Estado situacional de la vía en el Km. 01+320. Erosión.



Nota. Plataforma de rodadura con Erosión profunda, se aprecia los canales formados en la plataforma, con profundidades mucho mayores a los 10 cm. Tramo: Emp. PE-06B – Montan – Tambillo Km. 01+320.

Figura 16 Estado situacional de la vía en el Km. 01+860. Deformación.



Nota. Deformaciones en la capa de rodadura, huellas que cuando llueve se vuelven charcos por causa de su profundidad entre 5 – 10 cm. Lodazal profundo, charcos de agua formados por la deformación, hundimientos del camino. Tramo: Emp. PE-06B – Montan – Tambillo Km. 01+860.

Figura 17 Estado situacional de la vía en el Km. 02+480. Disgregación.



Nota. Disgregación de la Capa de rodadura por causa de la fricción del tránsito vehicular, camino pedregoso. Tramo: Emp. PE-06B – Montan – Tambillo Km. 02+480.

Figura 18 Estado situacional de la vía en el Km. 02+920. Deformación.



Nota. Deformación de la capa de rodadura, por presencia de material arenoso. Hundimientos mayores a 10 cm de profundidad. Tramo: Emp. PE-06B – Montan – Tambillo Km. 02+920.

Figura 19 Estado situacional de la vía en el Km. 03+240. Deformación.



Nota. Disgregación de la Capa de rodadura por causa de la fricción del tránsito vehicular, camino pedregoso y deformaciones, huellas con profundidad entre 5 – 10 cm. Tramo: Emp. PE-06B – Montan – Tambillo Km. 03+240.

Figura 20 Estado situacional de la vía en el Km. 03+680. Deformación.



Nota. Deformaciones en la capa de rodadura, huellas que cuando llueve se vuelven charcos por causa de su profundidad mayores a 10 cm. Lodazal profundo, charcos de agua formados por la deformación, hundimientos del camino. Tramo: Emp. PE-06B – Montan – Tambillo Km. 03+680.

Figura 21 Estado situacional de la vía en el Km. 04+100. Deformación.



Nota. Deformaciones en la capa de rodadura, huellas que cuando llueve se vuelven charcos por causa de su profundidad mayores a 10 cm. Lodazal profundo, charcos de agua formados por la deformación, hundimientos del camino. Tramo: Emp. PE-06B – Montan – Tambillo Km. 04+100.

Figura 22 Estado situacional de la vía en el Km. 04+740. Deformación.



Nota. Disgregación de la Capa de rodadura por causa de la fricción del tránsito vehicular, camino pedregoso y deformaciones, huellas con profundidad entre 5 – 10 cm. Tramo: Emp. PE-06B – Montan – Tambillo Km. 04+740.

Figura 23 Estado situacional de la vía en el Km. 05+360. Deformación.



Nota. Disgregación de la Capa de rodadura por causa de la fricción del tránsito vehicular, camino pedregoso y deformaciones, huellas con profundidad entre 5 – 10 cm. Tramo: Emp. PE-06B – Montan – Tambillo Km. 05+360.

Figura 24 Estado situacional de la vía en el Km. 05+980. Deformación.



Nota. Disgregación de la Capa de rodadura por causa de la fricción del tránsito vehicular, camino pedregoso y deformaciones, huellas con profundidad entre 5 – 10 cm. Tramo: Emp. PE-06B – Montan – Tambillo Km. 05+980.

Figura 25 Estado situacional de la vía en el Km. 06+340. Baches.



Nota. Huecos en la capa de rodadura, con profundidad mayores a 10 cm. Tramo: Emp. PE-06B – Montan – Tambillo Km. 06+340.

Figura 26 Estado situacional de la vía en el Km. 06+920. Baches.



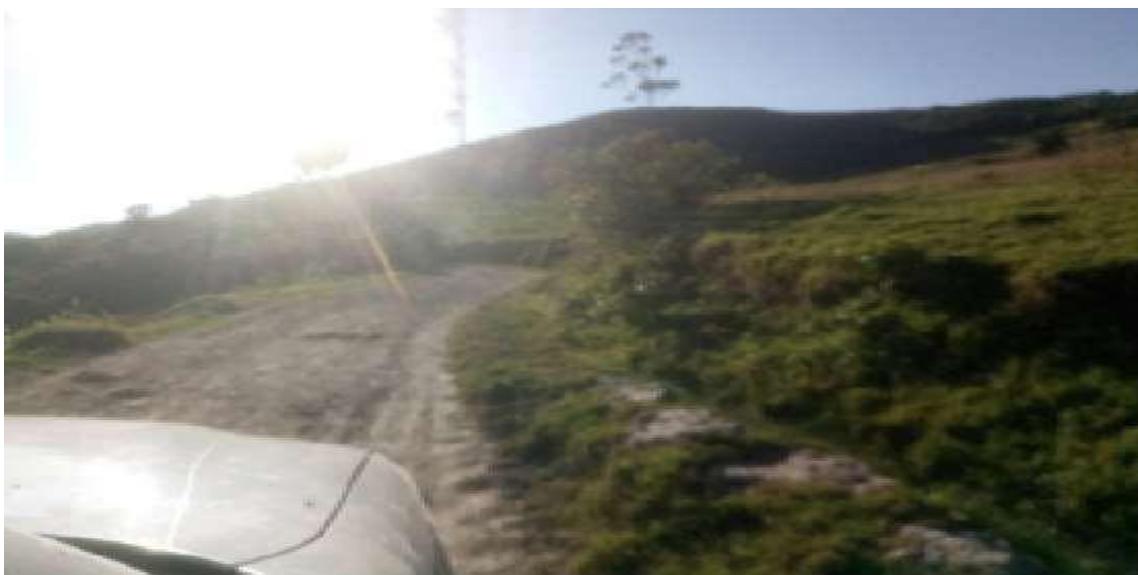
Nota. Huecos en la capa de rodadura, con profundidad mayores a 10 cm. Tramo: Emp. PE-06B – Montan – Tambillo Km. 06+920.

Figura 27 Estado situacional de la vía en el Km. 07+260. Deformación.



Nota. Disgregación de la Capa de rodadura por causa de la fricción del tránsito vehicular, camino pedregoso y deformaciones, huellas con profundidad entre 5 – 10 cm. Tramo: Emp. PE-06B – Montan – Tambillo Km. 07+260.

Figura 28 Estado situacional de la vía en el Km. 07+700. Deformación.



Nota. Deformaciones en la capa de rodadura, huellas que cuando llueve se vuelven charcos por causa de su profundidad mayores a 10 cm. Tramo: Emp. PE-06B – Montan – Tambillo Km. 07+700.

Figura 29 Estado situacional de la vía en el Km. 08+460. Deformación.



Nota. Disgregación de la Capa de rodadura por causa de la fricción del tránsito vehicular, camino pedregoso y deformaciones, huellas con profundidad entre 5 – 10 cm. Tramo: Emp. PE-06B – Montan – Tambillo Km. 08+460.

Figura 30 Estado situacional de la vía en el Km. 08+820. Deformación.



Nota. Disgregación de la Capa de rodadura por causa de la fricción del tránsito vehicular, camino pedregoso y deformaciones, huellas con profundidad entre 5 – 10 cm. Tramo: Emp. PE-06B – Montan – Tambillo Km. 08+820.

Figura 31 Estado situacional de la vía en el Km. 09+410. Disgregación.



Nota. Disgregación de la carpeta de afirmado ha dejado material granular de regular diámetro suelto. Tramo: Emp. PE-06B – Montan – Tambillo. Km 09+410.

Figura 32 Estado situacional de la vía en el Km. 09+680. Disgregación.



Nota. Disgregación de la carpeta de afirmado a dejado material granular de regular diámetro suelto. Tramo: Emp. PE-06B – Montan – Tambillo Km. 09+680.

Figura 33 Estado situacional de la vía en el Km. 10+340. Deformación.



Nota. Disgregación de la Capa de rodadura por causa de la fricción del tránsito vehicular, camino pedregoso y deformaciones, huellas con profundidad mayores a 10 cm. Tramo: Emp. PE-06B – Montan – Tambillo Km. 10+340.

Figura 34 Estado situacional de la vía en el Km. 10+730. Erosión.



Nota. Carpeta de rodadura con Erosión profunda, canales formados en la plataforma, con profundidades mayores a 10 cm. Tramo: Emp. PE-06B – Montan – Tambillo. Km 10+730.

Figura 35 Estado situacional de la vía en el Km. 11+040. Deformación.



Nota. Disgregación de la Capa de rodadura por causa de la fricción del tránsito vehicular, camino pedregoso y deformaciones, huellas con profundidad entre 5 – 10 cm. Tramo: Emp. PE-06B – Montan – Tambillo Km. 11+040.

Figura 36 Estado situacional de la vía en el Km. 11+580. Deformación.



Nota. Deformación de la capa de rodadura, huellas menores al 5 cm. Tramo: Emp. PE-06B – Montan – Tambillo Km. 11+580.

Figura 37 Estado situacional de la vía en el Km. 12+220. Deformación.



Nota. Disgregación de la Capa de rodadura por causa de la fricción del tránsito vehicular, camino pedregoso y deformaciones, huellas con profundidad mayores a 10 cm. Tramo: Emp. PE-06B – Montan – Tambillo Km. 12+220.

Figura 38 Levantamiento topográfico – Punto de inicio.



Nota. Punto de inicio del levantamiento topográfico Camino vecinal: Tramo Emp. PE-06B – Montan – Tambillo.

Figura 39 Ubicación de BM 2.



Nota. Ubicación del MB 2 obtenido del levantamiento topográfico Camino vecinal: Tramo Emp. PE-06B – Montan – Tambillo.

Figura 40 Levantamiento topográfico Secciones transversales.



Nota. Levantamiento topográfico de secciones transversales del Camino vecinal: Tramo Emp. PE-06B – Montan – Tambillo.

Figura 41 Características Geométricas de la vía.



Nota. Levantamiento topográfico para obtener las características geométricas del Camino vecinal: Tramo Emp. PE-06B – Montan – Tambillo.

Figura 42 Ubicación de punto de referencia - BM 5.



Nota. Ubicación del MB 5 obtenido del levantamiento topográfico Camino vecinal: Tramo Emp. PE-06B – Montan – Tambillo.

Figura 43 Levantamiento topográfico ancho de la Plataforma



Nota. Levantamiento topográfico para determinar el ancho de la plataforma del Camino vecinal: Tramo Emp. PE-06B – Montan – Tambillo.

Figura 44 Levantamiento topográfico – determinación de pendientes topográficas.



Nota. Levantamiento topográfico para determinar pendientes topográficas del Camino vecinal: Tramo Emp. PE-06B – Montan – Tambillo.

Figura 45 Alcantarilla 01 ubicada en el Km. 00+078.



Nota. Alcantarilla N°01 de concreto armado ubicado en la progresiva 00+078, totalmente obstruida con tierra y vegetación e inoperativa.

Figura 46 Alcantarilla 05 ubicada en el Km. 02+476.



Nota. Alcantarilla N°05 de concreto armado ubicado en la progresiva 02+476, obstruida con tierra y sedimentos.

Figura 47 Alcantarilla 06 ubicada en el Km. 02+624.



Nota. Alcantarilla N°06 de concreto armado ubicado en la progresiva 02+624, totalmente obstruida con tierra y sedimentos, estado inoperativo.

Figura 48 Alcantarilla N°08 ubicada en el Km. 03+074.



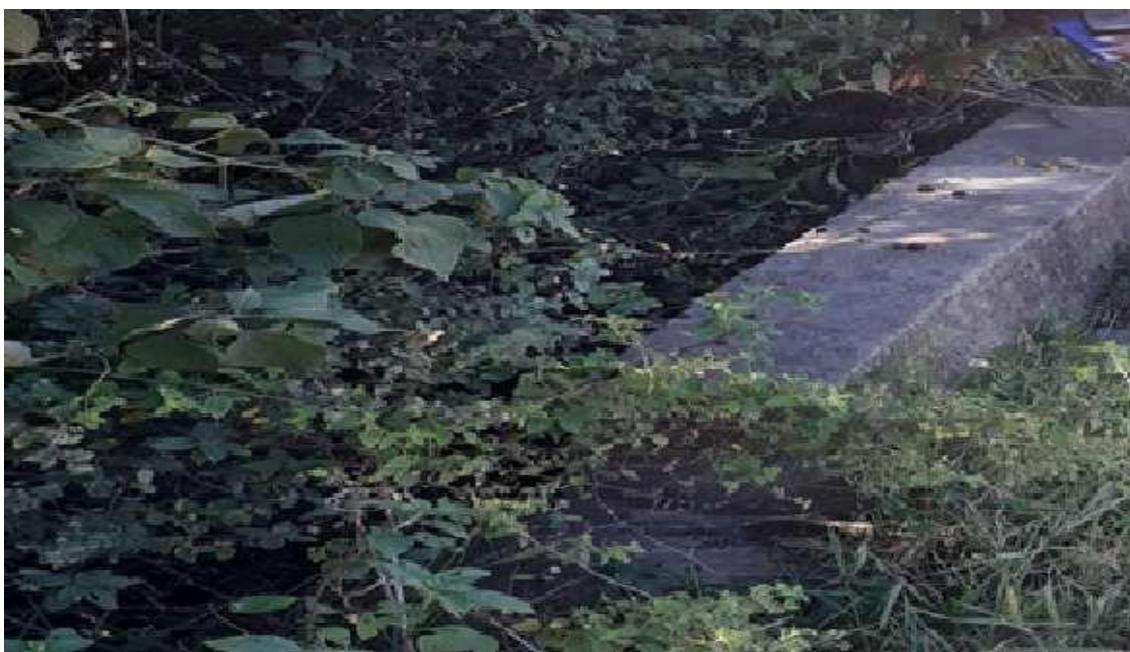
Nota. Alcantarilla N°08 de concreto armado ubicado en la progresiva 03+074, totalmente obstruida con tierra y sedimentos, estado inoperativo.

Figura 49 Alcantarilla N°11 ubicada en el Km. 03+797.



Nota. Alcantarilla N°11 de concreto armado ubicado en la progresiva 03+797, totalmente obstruida con tierra y vegetación, estado inoperativo.

Figura 50 Alcantarilla N°15 ubicada en el Km. 05+823.



Nota. Alcantarilla N°15 de concreto armado ubicado en la progresiva 05+823, totalmente obstruida con tierra y vegetación, estado inoperativo.

Figura 51 Alcantarilla N°19 ubicada en el Km. 06+715.



Nota. Alcantarilla N°19 de concreto armado ubicado en la progresiva 06+715, obstruida con tierra y sedimentos de derrumbes.

Figura 52 Alcantarilla N°20 ubicada en el Km. 07+090.



Nota. Alcantarilla N°20 de concreto armado ubicado en la progresiva 07+090, obstruida con sedimentos.

Figura 53 Alcantarilla N°21 ubicada en el Km. 07+395.



Nota. Alcantarilla N°21 de concreto armado ubicado en la progresiva 07+395, totalmente obstruida con sedimentos y vegetación, estado inoperativo.

Figura 54 Alcantarilla N°22 ubicada en el Km. 07+773.



Nota. Alcantarilla N°22 de concreto armado ubicado en la progresiva 07+773, totalmente obstruida con sedimentos y vegetación, estado inoperativo.

Figura 55 Alcantarilla N°24 ubicada en el Km. 08+095.



Nota. Alcantarilla N°24 de concreto armado ubicado en la progresiva 08+095 obstruida con sedimentos y vegetación.

Figura 56 Alcantarilla N°25 ubicada en el Km. 08+360.



Nota. Alcantarilla N°25 de concreto armado ubicado en la progresiva 08+360 obstruida con sedimentos y vegetación.

Figura 57 Alcantarilla N°27 ubicada en el Km. 08+953.



Nota. Alcantarilla N°27 de concreto armado ubicado en la progresiva 08+953 obstruida totalmente con sedimentos y vegetación, estado inoperativo.

Figura 58 Alcantarilla N°28 ubicada en el Km. 09+199.



Nota. Alcantarilla N°28 de concreto armado ubicado en la progresiva 09+199 obstruida totalmente con sedimentos y vegetación, estado inoperativo.

Figura 59 Alcantarilla N°29 ubicada en el Km. 09+324.



Nota. Alcantarilla N°29 de concreto armado ubicado en la progresiva 09+324 obstruida con sedimentos y vegetación, estado inoperativo.

Figura 60 Alcantarilla N°30 ubicada en el Km. 09+881.



Nota. Alcantarilla N°30 de concreto armado ubicado en la progresiva 09+881 obstruida totalmente con sedimentos y vegetación, estado inoperativo.

Figura 61 Alcantarilla N°31 ubicada en el Km. 10+081.



Nota. Alcantarilla N°31 de concreto armado ubicado en la progresiva 10+081 obstruida con sedimentos y basura.

Figura 62 Alcantarilla N°32 ubicada en el Km. 10+301.



Nota. Alcantarilla N°32 de concreto armado ubicado en la progresiva 10+301 obstruida con vegetación.

Figura 63 Alcantarilla N°33 ubicada en el Km. 10+645.



Nota. Alcantarilla N°33 de concreto armado ubicado en la progresiva 10+645 obstruida con piedras, sedimentos y vegetación.

Figura 64 Alcantarilla N°34 ubicada en el Km. 10+891.



Nota. Alcantarilla N°34 de concreto armado ubicado en la progresiva 10+891 totalmente obstruida con piedras, sedimentos y vegetación, estado inoperativo.

Figura 65 Alcantarilla N°36 ubicada en el Km. 11+342.



Nota. Alcantarilla N°36 de concreto armado ubicado en la progresiva 11+342 totalmente obstruida con piedras, sedimentos y vegetación, estado inoperativo.

Figura 66 Alcantarilla N°37 ubicada en el Km. 11+444.



Nota. Alcantarilla N°37 de concreto armado ubicado en la progresiva 11+444 obstruida con piedras y vegetación.

Figura 67 Baden N°01 ubicada en el Km. 07+679.



Nota. Baden N°01 de concreto armado ubicado en la progresiva 07+679 presencia de tierra, piedras y vegetación, estructura en regular estado.

Figura 68 Baden N°02 ubicada en el Km. 11+698.



Nota. Baden N°02 de concreto armado ubicado en la progresiva 11+698 presencia de tierra y vegetación, estructura en regular estado.

Figura 69 Baden N°03 ubicada en el Km. 11+747.



Nota. Baden N°03 de concreto armado ubicado en la progresiva 11+747 totalmente destruida e inoperativa.

Figura 70 Alcantarilla N°38 ubicada en el Km. 12+189.



Nota. Alcantarilla N°38 de concreto armado ubicado en la progresiva 12+189 obstruida con sedimentos y vegetación, estado inoperativo.