

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

ESCUELA DE POSGRADO

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA VIAL CON MENCIÓN EN
CARRETERAS, PUENTES Y TÚNELES**



**Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Ingeniería
Vial con Mención en Carreteras, Puentes y Túneles**

Modelo de Mantenimiento en vías no pavimentadas para optimizar el nivel
de servicio

Autor: Bachiller Ochoa Simón Luis Ivinson

ORCID 0000-0003-2191-8120

Asesor: Doctor Tamara Rodríguez Joaquín Samuel

ORCID 0000-0002-4568-975

Lima - Perú

2022

Metadatos complementarios**Datos del autor**

AUTOR: Ochoa Simon, Luis Ivinson

Tipo de documento de identidad del AUTOR: DNI

Número de documento de identidad del AUTOR: 72727405

Datos del asesor

ASESOR: Doctor Tamara Rodríguez, Joaquín Samuel

Tipo de documento de identidad del ASESOR: DNI

Número de documento de identidad del ASESOR: 31615859

Datos del jurado

JURADO 1: Doctor Chavarry Vallejos, Carlos Magno, DNI N°7410234, ORCID 0000-0003-0512-8954

JURADO 2: Doctor Valencia Gutiérrez, Andrés Avelino, DNI N°07066758, ORCID 0000-0002-8873-189x

JURADO 3: Doctor Altamirano Herrera, Aníbal, DNI N°10426902, ORCID 0000-0003-2940-0078

Datos de investigación:

Campo del conocimiento OCDE: 732527

Código del Programa: 2.01.05

PÁGINA DEL JURADO

Se hace mención a los miembros del Jurado Examinador para la evaluación de la sustentación de la tesis, que estará integrado por:

Presidente: Doctor Carlos Magno Chavarry Vallejos

Miembro: Doctor Andrés Avelino Valencia Gutiérrez

Miembro: Doctor Aníbal Altamirano Herrera

Asesor: Doctor Joaquín Samuel Tamara Rodríguez

Dedicatoria:

A Dios y a la Virgen María por darme la vida y acompañarme siempre.

A mis Padres, Clivia Simón y Absolon Ochoa por ayudarme en cada decisión que tomo y sobre todo acercarme al amor de Dios.

A mi esposa Marilyn Silva, e hijos Maricris y Luis, por estar cada día a mi lado y alentándome a seguir adelante.

A mis hermanas por ser las que me inspiran a ser mejor cada día.

Agradecimiento:

A Dios y a Virgen María por darme fuerzas para seguir adelante.

A los docentes de la maestría de la URP, por compartirme y enseñarme sobre el campo de la Ingeniería Vial, y de manera especial al Ingeniero Samuel Tamara por haberme guiado en el desarrollo de la presente tesis.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	11
ABSTRACT.....	12
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1 Descripción del Problema.....	15
1.2 Formulación del problema.....	18
1.2.1 Problema General	18
1.2.2 Problemas Específicos.....	18
1.3 Importancia y Justificación del estudio	19
1.3.1 Importancia de la investigación	19
1.3.2 Justificación de la investigación	19
1.4 Delimitación del estudio	20
1.5 Objetivos de la investigación.....	20
1.5.1 Objetivo general.....	20
1.5.2 Objetivos Específicos.....	21
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	22
2.1 Marco histórico.....	22
2.2 Investigaciones relacionadas con el tema	25
2.3 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio	30
2.3.1 Mantenimiento o Conservación Vial.....	30
2.3.2 Causas que provocan el deterioro en carreteras afirmadas	31
2.3.3 Inventario Vial	32
2.3.4 Condición de los elementos viales	32
2.3.5 Curvas de deterioro de la infraestructura vial	34
2.3.6 Niveles de Intervención del mantenimiento en Carreteras.....	36
2.3.7 Actividades de mantenimiento y/o conservación en carreteras afirmadas	38
2.3.8 Niveles de Servicio en carreteras.....	40
2.3.9 Índice de Regularidad del Pavimento (IRI).....	43
2.3.10Indicie de Condición de Carreteras No Pavimentadas (URCI).....	45
2.3.11Sistema de Drenaje Superficial en Carreteras.....	46
2.4 Definición de términos básicos.....	47
2.5 Hipótesis	48
2.5.1 Hipótesis General.....	48

2.5.2 Hipótesis Específicas	48
2.6 Variables	48
2.6.1 Definición conceptual de las variables	48
2.6.2 Operacionalización de variables	49
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	50
3.1 Método de la investigación	50
3.2 Tipo de investigación.....	50
3.3 Nivel de la investigación	50
3.4 Diseño de la investigación	51
3.5 Población	51
3.6 Muestra	51
3.7 Técnicas de investigación	51
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	53
4.1 Resultados	53
4.1.1 Localización de la carretera.....	53
4.1.2 Inventario Vial	54
4.1.3 Condición del Drenaje Superficial	55
4.1.4 Condición de la Señalización Vertical.....	56
4.1.5 Condición de la Calzada	58
4.1.6 Análisis de la condición de los elementos viales.....	64
4.1.7 Propuesta de Modelo de mantenimiento en vías no pavimentada	67
4.1.8 Implementación del modelo propuesto	70
4.2 Análisis de Resultados	73
4.2.1 Resultados.....	73
4.2.2 Contrastación de Hipótesis	80
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	82
5.1 Conclusiones.....	82
5.2 Recomendaciones	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84
ANEXOS.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Tipo de calzada en la Red Vial Nacional del Perú.	16
Figura 2	Estado de calzada de la Red Vial Nacional Pavimentada del Perú	16
Figura 3	Estado de calzada de la Red Vial Nacional No Pavimentada del Perú	17
Figura 4	Deterioro de los caminos en el transcurso del tiempo	34
Figura 5	Tipos de intervención según la condición del pavimento.....	35
Figura 6	Actividades de mantenimiento periódico en carreteras afirmadas.	39
Figura 7	Actividades de mantenimiento rutinario en carreteras afirmadas.....	40
Figura 8	Planilla de relevamiento y cálculo del nivel de servicio.....	42
Figura 9	Escala de caracterización de carreteras no pavimentadas.....	44
Figura 10	Rangos de calificación del URCI.....	46
Figura 11	Carretera Puente Tingo Chico – Llata - Antamina	53
Figura 12	Diagrama lineal Puente Tingo Chico – Llata en base al URCI	59
Figura 13	Diagrama lineal Llata – Antamina en base al URCI	60
Figura 14	IRI promedio e IRI característico, Puente Tingo Chico – Llata	61
Figura 15	Valores de IRI promedio e IRI característico, Llata - Antamina	63
Figura 16	Flujograma para señalización vertical en toma de decisiones.	64
Figura 17	Flujograma para drenaje superficial en toma de decisiones.	65
Figura 18	Flujograma para Calzada en toma de decisiones de conservación.	66
Figura 19	Resumen del estado estructural de alcantarillas por tramos	74
Figura 20	Resumen del estado funcional de alcantarillas por tramos	74
Figura 21	Resumen del estado funcional de badenes.....	75
Figura 22	Resumen del estado funcional de badenes.....	75
Figura 23	Resumen del estado de las señales reglamentarias	76
Figura 24	Resumen del estado de las señales preventivas	76
Figura 25	Resumen del estado de las señales informativas.....	77
Figura 26	Resumen del estado de los hitos kilométricos por tramos	77
Figura 27	Valores del nivel de servicio antes y después de la implementación.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Condición estructural de Alcantarillas, Cunetas y Badenes.....	33
Tabla 2	Condición Funcional de Alcantarillas, Cunetas y Badenes.....	33
Tabla 3	Cuantificación de la Condición de las Señales Verticales.....	33
Tabla 4	Estado de calzada en relación al IRI.....	45
Tabla 5	Matriz de Operacionalización de Variables.....	49
Tabla 6	Tramos de carretera Puente Tingo Chico – Llata - Antamina.....	54
Tabla 7	Resumen de elementos de drenaje superficial.....	54
Tabla 8	Resumen de elementos de señalización Vertical.....	54
Tabla 9	Condición Estructural de las Alcantarillas.....	55
Tabla 10	Condición Funcional de las Alcantarillas.....	55
Tabla 11	Condición Estructural de los Badenes.....	56
Tabla 12	Condición Funcional de los Badenes.....	56
Tabla 13	Condición de las señales Reglamentarias.....	57
Tabla 14	Condición de las señales Preventivas.....	57
Tabla 15	Condición de señales informativas.....	57
Tabla 16	Condición de Hitos Kilométricos.....	57
Tabla 17	Valores URCI Tramo Pte. Tingo Chico - Llata.....	58
Tabla 18	Valores URCI Tramo Llata – Antamina.....	59
Tabla 19	Sectorización por IRI promedio, Pte. Tingo Chico - Llata.....	61
Tabla 20	Valores de IRI Característico, Pte. Tingo Chico – Llat.....	61
Tabla 21	Sectorización por valores del IRI – Tramo Llata - Antamina.....	62
Tabla 22	Valores de IRI Característico Tramo Llata - Antamina.....	62
Tabla 23	Sectorización por valores de URCI e IRI de la carretera.....	64
Tabla 24	Actividades a realizar a nivel de mantenimiento periódico.....	67
Tabla 25	Actividades a realizar a nivel de mantenimiento rutinario.....	68
Tabla 26	Primera medición del Nivel de Servicio en la carretera.....	69
Tabla 27	Segunda medición del Nivel de Servicio en la carretera.....	69
Tabla 28	Tercera medición del Nivel de Servicio en la carretera.....	70
Tabla 29	Metrado de actividades a nivel de mantenimiento periódico.....	70
Tabla 30	Metrado de actividades a nivel de mantenimiento rutinario.....	71
Tabla 31	Cuarta medición del Nivel de Servicio en la carretera.....	72

Tabla 32	Quinta medición del Nivel de Servicio en la carretera	72
Tabla 33	Sexta medición del Nivel de Servicio en la carretera	73
Tabla 34	Resumen de valores de la Medición de nivel de servicio antes de la implementación del modelo.....	78
Tabla 35	Resumen de valores de la Medición de nivel de servicio después de la implementación del modelo.....	79

RESUMEN

La presente investigación titulada: Modelo de Mantenimiento en vías no pavimentadas para optimizar el nivel de servicio, consiste en implementar un modelo de mantenimiento que proponemos para la vía no pavimentada Puente Tingo Chico – Llata – Antamina durante la ejecución del mantenimiento de dicha carretera, con el objetivo de mejorar el nivel de servicio. Por todo esto, fue necesario evaluar los elementos que componen la carretera mediante el inventario de condición del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, y para el caso de la calzada mediante el Índice de Condición de Carreteras No Pavimentadas (URCI) y el Índice de Regularidad Superficial (IRI), seguidamente se analizó la condición de estos elementos viales para posteriormente proponer un modelo de mantenimiento en la carretera no pavimentada. Con el modelo propuesto definimos las actividades y niveles de intervención a realizar en la carretera, y luego implementamos este modelo de mantenimiento para determinar el porcentaje de mejora en el nivel de servicio que brinda la carretera. De la investigación se obtuvo que el nivel de servicio, antes de la implementación del modelo de mantenimiento vial, fue valores menores al 70% pero con la implementación del modelo de mantenimiento el nivel de servicio aumentó a valores mayores que el 95%, teniendo como resultado una carretera no pavimentada en buenas condiciones.

Resumen Palabra Clave: Mantenimiento vial, Inventario de condición, Índice de condición de carreteras no pavimentadas, Índice de regularidad superficial, nivel de servicio.

ABSTRACT

The research presented is entitled: Maintenance model on unpaved roads to optimize the level of service, consists of implementing a maintenance model that we propose for the unpaved road Puente Tingo Chico - Llata - Antamina during the execution of the maintenance of said road, with the aim of improving the level of service. For all this, it was necessary to evaluate the elements that make up the road through the condition inventory of the Minsiterio de Transportes y Comunicaciones, and in the case of the road through the Unpaved Road Condition Index (URCI) and the Surface Regularity Index. (IRI), then the condition of these road elements was analyzed to subsequently propose a maintenance model on the unpaved road. With the proposed model, the activities and levels of intervention to be carried out on the road are defined, and then we implement this maintenance model to determine the percentage of improvement in the level of service provided by the road. From the investigation it was obtained that the service level, before the implementation of the road maintenance model, was values less than 70% but with the implementation of the maintenance model the service level increased to values greater than 95%, having as The result is an unpaved road in good condition.

Keyword Summary: Road maintenance, Condition inventory, Unpaved Road Condition Index, Surface regularity index, level of service.

INTRODUCCIÓN

Las carreteras son medios muy importantes para la conexión en un país, así como para el crecimiento económico, social y cultural; siendo así las carreteras de orden nacional son las más importantes en nuestro país ya que son la columna vertebral de las demás carreteras que se conectan con estas.

EL mantenimiento de las carreteras adquirió mayor importancia en los últimos 20 años en nuestro país, siendo el Ministerio de Transportes y Comunicaciones con el Proyecto Especial de Infraestructura Nacional – Provías Nacional, el encargado de la ejecución del mantenimiento por la modalidad de Administración Directa.

Actualmente las carreteras que se encuentra en mantenimiento por administración directa no cuentan con un indicador que cuantifique el estado de esta, como es el nivel de servicio, en cambio las carreteras que se encuentran en mantenimiento por un contratista conservador usan el nivel de servicio como un indicador la cual deben mantener, considerando que el 100% es una carretera que se encuentra, todos sus elementos, en buenas condiciones

Con esta premisa la presente investigación tiene como objetivo el mejorar el nivel de servicio en una carretera no pavimentada por administración directa en el marco del mantenimiento vial, con los niveles de intervención y actividades que en este marco la compone.

Además, se ha planteado cuatro objetivos específicos:

- Evaluar los elementos de la carretera no pavimentada mediante el inventario de condición vial del Ministerio de Transporte y Comunicaciones y la calzada mediante la metodología URCI e IRI para conocer la condición de la carretera no pavimentada para el mejoramiento del nivel de servicio.
- Analizar la condición de los elementos de la carretera no pavimentada para proponer los tipos de intervención a realizar para el mejoramiento del nivel de servicio.
- Proponer un modelo de mantenimiento en la carretera no pavimentada para definir las actividades de mantenimiento para el mejoramiento del nivel de servicio.
- Implementar el modelo propuesto con las actividades y tipos de intervención obtenidos del análisis de condición para el mejoramiento del nivel de servicio.

La presente tesis está compuesta por cinco (5) capítulos:

En el capítulo 1, planteamiento del problema, se realiza la Descripción y formulación del problema, así como la importancia y justificación del presente estudio, la delimitación del estudio y los objetivos de la investigación.

En el capítulo 2, marco teórico, se muestran los conceptos de teoría necesarios para realizar el modelo de mantenimiento a implementar, también se presentan las hipótesis y variables de la investigación.

En el capítulo 3, Marco metodológico se muestra el método de la investigación, tipo, nivel y diseño de la investigación, así como la población y muestra, que en este caso la población es finita y la muestra es toda la extensión de la carretera en estudio, y también se muestra las técnicas de investigación.

En el capítulo 4 se muestra los resultados y análisis de los resultados de la carretera en estudio.

En el capítulo 5 se muestran las conclusiones y recomendaciones obtenidas como resultado de la investigación.

Por lo tanto, la presente investigación determina si la implementación del modelo de mantenimiento que se propone mejorará el nivel de servicio de la carretera no pavimentada en estudio.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del Problema

En la actualidad las redes viales son muy importantes para brindar crecimiento y desarrollo a un país, por ser capaz de interconectar a muchos sectores de un territorio. Pero gran parte de estas no presentan las condiciones óptimas, se deterioran rápidamente, en algunos casos hasta colapsar, entorpeciendo la interconexión que deben brindar.

Cuando las carreteras se encuentran con un alto nivel de deterioro, hay al menos tres factores que se muestran deficientes los cuales son:

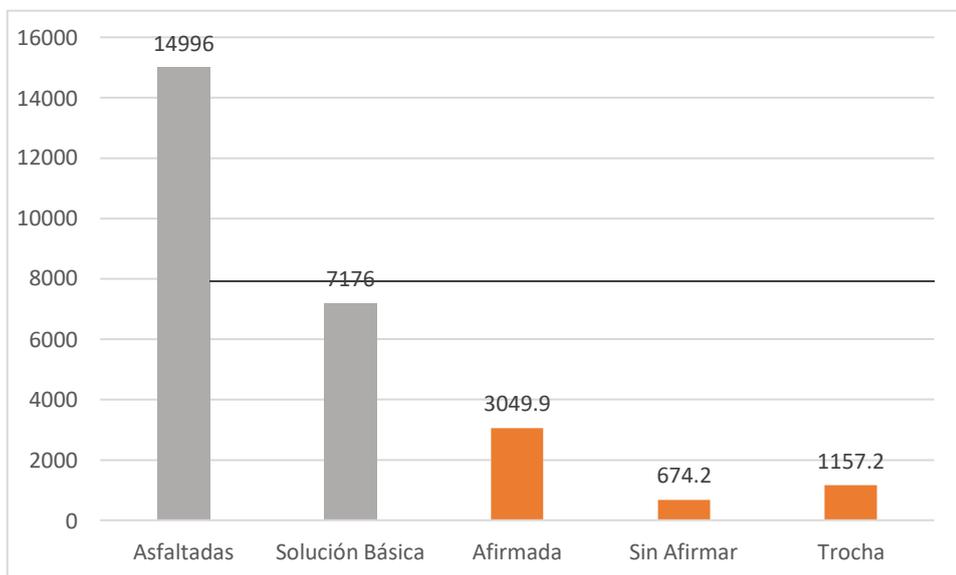
- La seguridad vial y el confort en el viaje, estos se ven severamente deteriorados.
- Los costos de operación y los tiempos de viaje, aumentan.
- La inversión en las vías. aumenta.

Actualmente en el Perú, según la Programación Multianual de Inversiones (PMI) 2022 – 2024 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), la longitud actual de la red vial es de 168,953.9 Kilómetros; dividiéndose en carreteras nacionales, departamentales y caminos vecinales. Las carreteras nacionales se encuentran a cargo del MTC, de las cuales comprenden 27,053.3 Km, equivalente a un 16.01% de la red vial en el Perú; Las carreteras departamentales se encuentran a cargo de los Gobiernos Regionales y ascienden a 27,639.6 Km de carretera, equivalente al 16.36% y los caminos vecinales que se encuentran a cargo de los Gobiernos Locales que representan el 67.63% de carreteras en el Perú, siendo en total 114,260.0 Km. de carreteras.

De los 27,053 Km de la Red Vial Nacional, el 82% de estas carreteras (22,172 Km) son pavimentadas; entre asfaltadas (14,996 Km) y soluciones básicas (7,176 Km), y el resto se encuentra a nivel de No pavimentada, entre afirmada, sin afirmar y a nivel de trocha, sumando un total de 4,881.7 Kilómetros.

Figura 1

Tipo de calzada en la Red Vial Nacional del Perú.

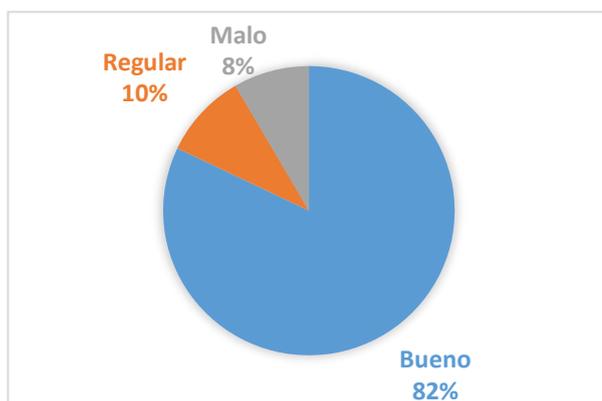


Nota: Elaborado por Oficina de Inversiones MTC

Respecto al estado de la superficie de rodadura de la Red Vial Nacional (RVN), la información que a continuación presentamos, es recogida del Plan Operativo institucional 2020 de Provias Nacional, esta información es actualizada a Julio del año 2019; el estado bueno de la RVN a nivel Pavimentada representa el 82%; mientras que la RVN no pavimentada alcanza solo un 13.67% en estado bueno.

Figura 2

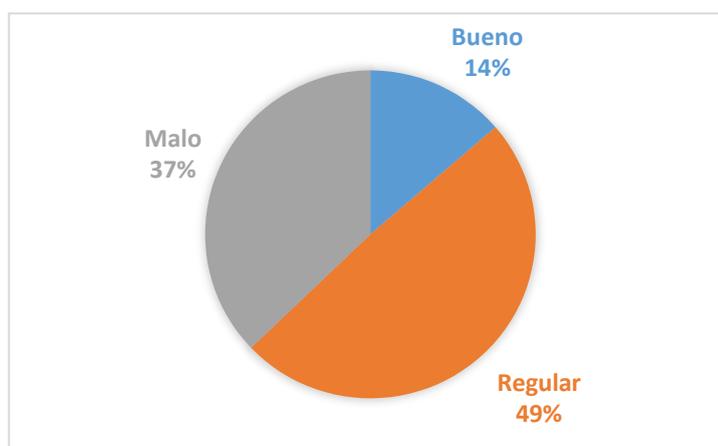
Estado de calzada de la Red Vial Nacional Pavimentada del Perú



Nota: Tomado del Plan operativo Institucional PVN 2020

Figura 3

Estado de calzada de la Red Vial Nacional No Pavimentada del Perú



Nota: Tomado del Plan operativo Institucional PVN 2020

Conociendo que más de 3000 Kilómetros de calzada a nivel nacional se encuentran a nivel de No Pavimentadas en la red vial nacional, se debe tener en cuenta lo que menciona Choque (2012), “Un camino sin pavimentar se deteriora con mayor velocidad que un camino pavimentado, estos problemas son estructurales y superficiales presentándose debido a la acción directa del tráfico y a las condiciones climáticas”. (p.19).

Rodríguez (2011) en su tesis de maestría para la obtención del grado Académico de Magister en Vías Terrestres menciona que las vías al deteriorarse de forma prematura, no brindan la expectativa a los usuarios de que este medio es el adecuado para el desarrollo, ya que gran parte de las vías que se utilizan se degradan hasta llegar a un mal estado (colapso), malogrando la conectividad que deben mostrar. Las causas más comunes son las deficiencias en el diseño, construcción, mantenimiento y de control de tránsito. (p. 2)

La satisfacción y comodidad de los usuarios se manifiesta fundamentalmente en primera instancia por la calidad que se encuentra la capa de rodadura y los elementos que constituyen este, como los elementos de seguridad vial y de drenaje superficial. Los pavimentos que experimentan deterioro relativamente acelerado son los que requieren la mayor inversión, por lo que las entidades deben plantearse las

interrogantes, donde, cuando y con qué costo intervenir, así de cómo medir el nivel de deterioro.

Es por tal motivo la importancia de un modelo de mantenimiento vial que brinde procedimientos y herramientas que nos permita determinar: QUÉ actividades de conservación realizar mediante un análisis de datos, DÓNDE realizar las actividades de conservación mediante una tramificación y CUÁNDO realizar la conservación de la carretera, todo es con el fin de mejorar los niveles de servicio.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema General

¿Cómo la implementación de un modelo de mantenimiento en vías no pavimentadas por administración directa, optimiza el nivel de servicio de la carretera Puente Tingo Chico – Llata – Antamina de ruta nacional PE-3NH en la región Huánuco?

1.2.2 Problemas Específicos

- a) ¿Cuál es el estado de los elementos de la carretera no pavimentada mediante el uso del inventario de condición vial del Ministerio de Transporte y Comunicaciones y la calzada mediante la metodología URCI e IRI para el mejoramiento del nivel de servicio?
- b) ¿Cuál es el análisis de la condición de los elementos de la carretera no pavimentada para proponer los tipos de intervención a realizar para el mejoramiento del nivel de servicio?
- c) ¿Cuál es el modelo de mantenimiento en la carretera no pavimentada para definir las actividades para el mejoramiento del nivel de servicio?
- d) ¿Cómo el implementar el modelo propuesto de mantenimiento de la carretera no pavimentada con las actividades y niveles de intervención mejora el nivel de servicio?

1.3 Importancia y Justificación del estudio

1.3.1 Importancia de la investigación

Es importante por las siguientes razones

- Desarrollará un modelo del mantenimiento en vías no pavimentadas a nivel de afirmado que son las que mayor existen en nuestro País.
- La investigación será demostrativa por lo tanto aplicable en carreteras nacionales a nivel de afirmado por administración directa.
- Será relevante ya que aplicando el modelo propuesto en esta investigación mejorará el nivel de servicio de las carreteras nacionales no pavimentadas a nivel de afirmado, dando mayor confort a los usuarios.

1.3.2 Justificación de la investigación

Justificación Metodológica

Esta investigación servirá de guía a los Ingenieros Residentes y Supervisores de las entidades públicas (Provías Nacional) para la mejor planificación, ejecución y control de las actividades de mantenimiento en vías no pavimentadas a nivel de afirmado.

Justificación Teórica

Se realiza con la intención de aportar un modelo del mantenimiento vial en vías no pavimentadas a nivel de afirmado para optimizar los niveles de servicio de carreteras mantenidas y/o conservadas bajo la modalidad de Administración Directa de Provías Nacional.

Esta investigación es importante ya que es necesario estudiar y proponer un modelo de mantenimiento en vías no pavimentadas a nivel de afirmado, obteniendo así mejores niveles de servicio para el usuario de estas carreteras, por la cual se requiere un modelo que nos proporcione: QUÉ actividades de conservación realizar, DÓNDE realizar las actividades y CUÁNDO realizar el mantenimiento.

Justificación Práctica

La investigación se justifica porque con los procesos del modelo de mantenimiento vial se resolverá el problema del bajo nivel de servicio que presentan las vías no pavimentadas a nivel de afirmado en la red vial nacional.

Además, este modelo será implementado en una red vial afirmada, la cual podrá ser adecuada para diversas carreteras afirmadas a nivel nacional, mejorando los niveles de servicio para el confort de los usuarios.

1.4 Delimitación del estudio

a) Delimitación Espacial

La investigación se realizará en las carreteras bajo la modalidad de administración directa ejecutada por la Unidad Zonal Huánuco de Provias Nacional del departamento de Huánuco

b) Delimitación Temporal

El periodo de tiempo será en el año 2021.

c) Delimitación Teórica

Los temas ejes son modelo, mantenimiento y/o conservación vial, niveles de servicio. Se realizará la toma de datos del inventario de condición de la vía, así como bibliografía de los tipos de mantenimiento en vías no pavimentadas a nivel de afirmado con la finalidad de elaborar una propuesta de modelo de mantenimiento en vías no pavimentadas y obtener el efecto que tiene la aplicación de este modelo en los niveles de servicio de las carreteras nacionales afirmadas a cargo de la Unidad Zonal Huánuco.

1.5 Objetivos de la investigación

1.5.1 Objetivo general

Implementar un modelo de mantenimiento en vías no pavimentadas por administración directa para el mejoramiento del nivel de servicio según el manual de mantenimiento vial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones

- MTC, en la carretera Puente Tingo Chico – Llata – Antamina del Km 0+000 al Km 69+600 de ruta nacional PE-3NH en la región Huánuco en el año 2021.

1.5.2 Objetivos Específicos

- a) Evaluar los elementos de la carretera no pavimentada mediante el inventario de condición vial del Ministerio de Transporte y Comunicaciones y la calzada mediante la metodología URCI e IRI para conocer la condición de la carretera no pavimentada para el mejoramiento del nivel de servicio.
- b) Analizar la condición de los elementos de la carretera no pavimentada para proponer los tipos de intervención a realizar para el mejoramiento del nivel de servicio.
- c) Proponer un modelo de mantenimiento en la carretera no pavimentada para definir las actividades de mantenimiento para el mejoramiento del nivel de servicio.
- d) Implementar el modelo propuesto de mantenimiento de la carretera no pavimentada con actividades y tipos de intervención para cuantificar el mejoramiento del nivel de servicio.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco histórico

Cuando se habla de mantenimiento se conoce dos grandes ramas, que son, el mantenimiento periódico o también llamado preventivo, y el mantenimiento rutinario también llamado correctivo, se debe tener en cuenta que a pesar que el mantenimiento se divide en estas dos ramas cuando hablamos de modelo o gestión del mantenimiento o conservación, se debe incluir la inspección y el seguimiento ya que estas son muy importantes para el mantenimiento vial. (Ezama, 2015)

El mantenimiento y su importancia en las obras de infraestructura no es considerada realmente en su total dimensión. En cuanto a la infraestructura vial, el deterioro y todo el proceso que conlleva a este no se hace visible hasta que se llega a un punto que la vía se encuentre en un mal estado o un grave deterioro que las actividades que están dentro del mantenimiento periódico y rutinario ya no son suficientes. En estos casos en que la carretera llega a un punto donde ya no son útiles el mantenimiento es necesario realizar una rehabilitación, dando como resultado costos de hasta ocho veces mayores en relación a que si la vía hubiera sido atendida con un programa y planificación de actividades de mantenimiento. (IPE LECCIONES DEL MANTENIMIENTO DE CARRETERAS EN EL PERÚ, 1992 – 2007)

En el año de 1990, como señala Apoyo, la inversión en el sector transporte en la segunda mitad de la década de los ochenta fue muy baja, en estos años la red vial sólo se incrementó en un 2%, ocasionando esta baja inversión un gran deterioro en la red vial nacional. Es por esto que a inicio de la década de los noventa sólo un 12% del total de la red vial se encontraba en condiciones adecuadas, y un 88% entre mal y regular estado. Se estimaba, según Apoyo, que para poner las condiciones de las carreteras a como se encontraban en los años de 1985 se necesitarían invertir unos US\$ 400 millones.

En 1994, como se menciona en el World Development Report (WDR) de 1994 (Banco Mundial 1994), donde describe el caso de las redes viales en África, si se hubiese invertido en mantenimiento periódico en la década de los ochenta un total de US\$ 12 mil millones, dicho país podría haber ahorrado un total de US\$ 45 mil millones entre reconstrucciones y rehabilitaciones de las redes viales a mediados de los noventa.

Según un estudio de Bonifaz (2005), en el año 2003 existió un déficit de US\$ 118.2 millones, en la inversión del mantenimiento vial, indicando que la inversión óptima para ese año debió haber sido de US\$ 187 millones anuales, y no sólo de US\$ 68.9 millones, siendo así un déficit por tipo de red vial entre nacional, departamental y vecinal de US\$ 50 millones, US\$ 25.5 millones, y US\$ 42.7 millones respectivamente.

En el Perú entre los años 1992 a 2007 los planes para el mantenimiento de las carreteras solo abarcaban para 30 mil kilómetros aproximadamente, mientras que para el restante de carreteras, que fueron más de 40 mil kilómetros, no tenían ningún plan de mantenimiento. Otro dato importante es que algunos tramos de carreteras fueron reconstruidos completamente varias veces ocasionando que se realicen licitaciones en varias oportunidades, todo esto debido a la falta de una política de mantenimiento vial. (“Lecciones del Mantenimiento de Carreteras en el Perú, 1992 – 2007 IPE 2008).

Por tanto, Guerra – García (2006), menciona que hubo un total de déficit de US\$ 236.5 millones en cuanto al mantenimiento vial, siendo US\$ 43 millones correspondiente a las carreteras nacionales pavimentadas, US\$ 33.6 millones correspondiente a las carreteras nacionales no pavimentadas, US\$ 34.7 millones a las carreteras departamentales y US\$ 125.2 millones a las redes viales vecinales. Cabe mencionar que el autor considera, para el caso de las carreteras nacionales, los costos son del promedio del mantenimiento periódico y rutinario por kilómetro según región (costa, sierra y selva) y la condición de la vía.

En el año 2002 se crea el Proyecto Especial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, más conocido como PROVIAS NACIONAL, asumiendo todas las obligaciones y los derechos del Programa Rehabilitación de Transportes (PRT), Proyecto Especial Rehabilitación Infraestructura de Transportes (PERT) y del Ex Sistema Nacional de Mantenimiento de Carreteras(SINMAC), contando con propia autonomía financiera, administrativa y técnica. Esta entidad está encargada de la ejecución de proyectos de construcción, rehabilitación, mejoramiento y mantenimiento de las carreteras Nacionales en nuestro país.

En el año 2009 se determina la justificación a la secuencia presupuestaria para las intervenciones en la Conservación Vial para todos los niveles de gobierno, igualmente se

realiza la integración del Índice de Regularidad Superficial (IRI) y de otros indicadores para la conservación de carreteras.

En Colombia, en el año 2010, el programa propuesto para el mantenimiento de carreteras necesitaba USD 128 millones anuales para su financiamiento en el mantenimiento y el mejoramiento de la red vial, y también un monto de USD 500 millones para incluir rehabilitaciones en las vías. Los beneficios pronosticados fue la disminución de costos en la operación vehicular, cuantificándolo aproximadamente en USD 3.200 millones en una proyección de 20 años. (MANTENIMIENTO VIAL, INFORME SECTORIAL. Dirección de Análisis y Programación Sectorial CAF, 2010)

En el año 2011 se propone un modelo Gestión de la Conservación, obteniendo una disminución del costo de operación vehicular y de la conservación vial, en este modelo de Gestión es de tipo explicativo, ya que aclara la explicación del modelo de la Gestión que obtendrá esta disminución de costos antes mencionados.

En el año 2012 se menciona que el deterioro es mucho más rápido en vías no pavimentadas que en vías pavimentadas, esto debido a que en las temporadas secas y por la abrasión de las llantas de los vehículos el material fino que conforma la carretera llega a pulverizarse, comenzando así el deterioro de la superficie de rodadura. (Choque, 2012)

En el año 2016 se propone un modelo de Gestión de la Conservación Vial que permita reducir los gastos en la operación vehicular, ofreciendo buenos niveles de servicio para los usuarios, este modelo no solo será de beneficio para los usuarios de la vía, si no también para las entidades que administran las redes viales, ya que si este modelo se logra integrar en los planes de conservación se ahorraría hasta nueve veces el presupuesto si se realizaría una reconstrucción, si la carretera llegara a un punto crítico (colapso, logrando con este modelo de gestión mantener las carreteras en buenas condiciones de operación y logrando el ahorro económico. (Calles, 2016)

En el año 2017 se busca complementar y por lo tanto mejorar los Sistemas de Concesión de carreteras, con nuevos equipos de medición e información obtenida, y con esta implementación mejorar el control de calidad, inventario y monitoreo con el objetivo de encontrar el mejora modelo de gestión para las carreteras.

En el año 2019 se propone un modelo de gestión en la conservación vial para optimizar los costos de mantenimiento, esto con la finalidad de brindar una solución a la insuficiente gestión de la conservación vial que el MTC viene realizando, logrando reducir con este modelo de gestión los costos de atención de la carretera hasta cinco veces menos que si se realizaría una reconstrucción, esto con trabajos planificados y adecuados. (Simón, 2019),

Desde la creación de PROVIAS NACIONAL, esta entidad realiza el mantenimiento de las carreteras a través de sus Unidades Zonales, que se encuentran distribuidas por departamentos, para lo cual les asigna un presupuesto anualmente.

Como menciona Simón L. 2019, La asignación del presupuesto a dichas Unidades Zonales, lo realiza la Oficina de Programación e Inversiones de Provias Nacional, basándose en montos históricos, sin tomar en consideración las necesidades de mantenimiento que requieren las carreteras, y como se puede saber de acuerdo al Plan operativo Institucional PVN 2020, que más de 3000 Kms de carreteras de la red vial nacional se encuentran a nivel de afirmado, se puede ver que hace falta determinar una gestión en vías afirmadas que nos brinde procedimientos y herramientas que nos permita determinar: QUÉ actividades de conservación realizar mediante un análisis de datos, DÓNDE realizar las actividades de conservación mediante una tramificación, CUÁNDO realizarlas, y CON QUE COSTO realizar la conservación de la carretera, todo es con el fin de mejorar los niveles de servicio de la carretera.

2.2 Investigaciones relacionadas con el tema

El presente estudio sobre el modelo de mantenimiento Vial en vías no pavimentadas nace como una propuesta para analizar qué tipo de nivel de intervención y las actividades de conservación que se deberían realizar en las carreteras a nivel de afirmado, en nuestro caso lo aplicaremos a la carretera Puente Tingo Chico – Llata – Antamina, este análisis se realizará con cierta información la cual obtendremos en campo que nos indique el estado de la carretera; es muy importante Gestionar la conservación vial ya que una carretera conservada cumplirá con su vida útil con la cual fue diseñada,

brindando así un óptimo nivel de servicio, dando el confort necesario a los usuarios para el uso de esta.

Como antecedentes se presenta algunas investigaciones relacionadas al tema propuesto.

Ulloa, F. (2012) En su tesis de maestría: Sistema de Gestión de la Supervisión del servicio de conservación de carreteras afirmadas por niveles de servicio, el autor propone lineamientos para que la calidad y el nivel de servicio mejoren a nivel del control de la supervisión hacia el contratista conservador en las carreteras a nivel de afirmado en los contratos por niveles de servicio que efectúa el MTC.

Para lograr los lineamientos mencionados, se analiza la información de algunas experiencias de países de latinoamericana como Chile y Uruguay, para identificar sus mejores prácticas, comparando con la experiencia peruana.

El autor analiza las diferencias e identifica las mejores prácticas, formulando un Cuadro de Diferencias que fueron detectadas en el análisis y detectando estas diferencias significativas y mediante este cuadro de diferencias se llega al objetivo de tomar la mejor práctica para la supervisión de la calidad y el cumplimiento del nivel de servicio propuesto en cada contrato.

El autor llega a la conclusión que determinados Indicadores por niveles de servicio considerados en la “Planilla de Relevamiento y Cálculo de Niveles de Servicio Prestados por Km” deben ser corregidos, ya que no existen elementos en la vía y esto distorsiona el cálculo de la Medición de niveles de servicio.

Recomienda que el organismo vial simule la ejecución mediante la conservación de una carretera por administración directa un contrato de conservación por niveles de servicio para ir fijando el nivel de estado mínimo admisible en algunos caminos. También recomienda que la “Planilla de Relevamiento y Cálculo de Niveles de Servicio Prestados por Km” debería adaptarse a las características específicas del corredor vial que se contrata, para evaluar mejor la calzada, ya que este es el elemento principal.

También se recomienda que las evaluaciones para el nivel de servicio de la conservación rutinaria sean tomadas de manera no programada y de frecuencia aleatoria, para efectos de pago que sea evaluaciones de manera mensual, y evaluaciones de mayor envergadura que incluyan equipos de medición con una frecuencia mayor a las anteriores y especialmente para el término del contrato.

Para las evaluaciones del nivel de servicio en la conservación rutinaria considerar; evaluaciones no programadas de frecuencia aleatoria, evaluaciones programadas de frecuencia mensual (para efectos del pago), evaluaciones programadas de alta frecuencia (con equipo de medición), evaluación programada a efectos de la terminación del contrato.

Justo, M. (2013), en su tesis de maestría: Experiencia de medición de niveles de servicio en carreteras asfaltadas en zona de selva, hace un análisis de su experiencia en los controles del servicio de conservación de carreteras desde el inicio del proyecto, durante y así hasta después de la puesta a punto del proyecto. Estos controles para el nivel de servicio son condiciones de pago para las valorizaciones que se realizan mensualmente.

El autor llega a la conclusión que se debe de incluir una diferenciación en los niveles de servicio por cada diferente tramo, esto dependiendo en qué lugar se encuentran ubicados. Se debe de analizar algunas actividades, como por ejemplo la limpieza de la calzada y bermas, ya que en algunos lugares no se debería realizar ya que las ramas y la vegetación que se encuentran en las fajas forman parte del paisaje bueno existente. Otro punto a considerar debe ser la geografía y el clima de los tramos, y así estos niveles de servicio deben ser exigidos dependiendo estos factores antes mencionados.

Simón, L (2019), en su tesis de maestría: Modelo de gestión de conservación vial para optimizar los costos de mantenimiento en la carretera Dv. Rio Seco – Oyón, Año-2019, el objetivo fue determinar el modelo de gestión de conservación Vial que permita reducir los costos de mantenimiento vial a través de la aplicación de las normativas del MTC con el fin de brindar un modelo de Gestión de la conservación vial, ya que el MTC no recopila información inicial de las características técnicas de la carretera a conservar, ya que con estos datos obtenidos se realizaría la gestión y programación de los niveles de intervención y actividades a realizar oportunamente y con esto no deterior las vías antes del tiempo diseñado en su construcción.

Se llega a la conclusión que se reduce los costos de mantenimiento (rutinario y periódico) hasta 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.

Rodriguez, R. (2011), en su trabajo de investigación Previa a la obtención del Grado Académico de Magister en Vías Terrestres: Modelo de Gestión de Conservación Vial para reducir los costos de Mantenimiento Vial y Operación Vehicular, indica que las consecuencias a futuro de no atender a tiempo las vías son graves, ya que no se realiza el mantenimiento vial o rehabilitación en el tiempo oportuno, llevando así al colapso de las carreteras y teniendo como resultado gastos mayores para la reconstrucción de la carretera.

Esta investigación toma como estudio a la red vial del Cantón Santo Domingo, y algunos datos técnicos obtenidos, como el tráfico, fueron del gobierno seccional, también se realizó en campo la obtención de algunos inventarios de elementos como el de drenaje, pavimento, señalización y elementos de seguridad.

El autor llega a la conclusión que las carreteras atendidas por administración directa en cuanto al mantenimiento presentan varias dificultades, como es el presupuesto y la parte administrativa, teniendo como conclusión que el mantenimiento de la vía en estudio se deba realizar por el Contratista que realizó obras previas (ensanchamiento y mejoramiento) a la etapa de la conservación por administración directa. Así también, se debe de cumplir estrictamente las especificaciones y normas técnicas vigentes. Otro punto es que en los contratos de mantenimiento las cláusulas deben ser claras y más rigurosas para el cumplimiento de las actividades de mantenimiento vial, ya que con estos factores se garantiza a los usuarios de la vía el confort y la seguridad necesaria para el tránsito de esta. Y aplicando este modelo de gestión se ahorra hasta tres veces los costos que se gastaría si la carretera llegaría al colapso ya que se tendría que realizar una rehabilitación de la vía.

Montalvo, K. (2018), en su investigación sobre el Modelo de gestión de conservación vial, para reducir costos de mantenimiento vial y operación vehicular, analiza una carretera departamental, que es el tramo: Lamas - Empalme PE-5N (Puente Bolivia), sumando un total de 14.18 Km, esta carretera sirvió como estudio para realizar la aplicación del modelo de gestión propuesto, que permita

la reducción en la operación vehicular y reducción de costos en la conservación o mantenimiento de esta carretera.

Para este modelo se realizó la toma de datos en campo y recopilación de información en la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones de San Martín,

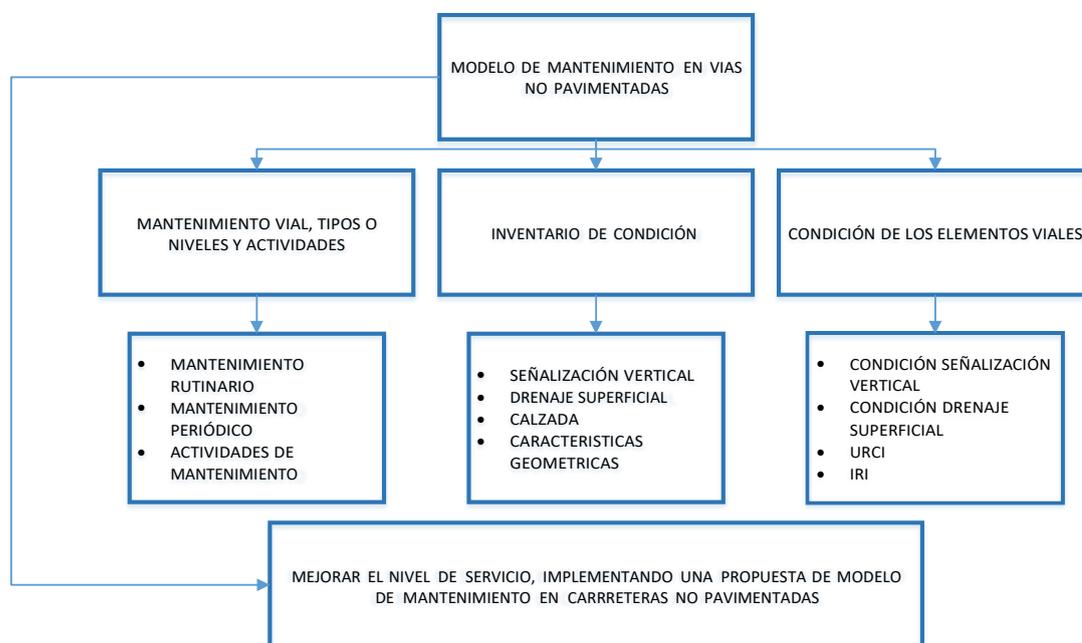
Este modelo de gestión se realiza con el objetivo de conservar en buenas condiciones la carretera en estudio, y desarrollar una cultura de conservación, ya que esta conservación oportuna, tanto rutinaria como periódica, evitará el deterioro anticipado de la carretera y así se mantendrá el buen nivel de transitabilidad la carretera.

Se llega a la conclusión que, mediante la correcta planificación y aplicación de las intervenciones y actividades de mantenimiento se mantendrá la carretera en buenas condiciones para el usuario, representando así un ahorro de hasta tres veces más si la carretera llegaría al colapso ya que se tendría que realizar una rehabilitación de la vía.

Juarez, M. (2017), en su investigación sobre la Reducción de costos en mantenimiento aplicando modelo de gestión para la conservación vial, propone un Modelo de Gestión para el ahorro en los costos en la conservación o mantenimiento y en la operación vehicular de en el tramo: Santa Rosa de Quives - Canta. EL modelo inicia con la toma de datos históricos de las anteriores intervenciones que fueron realizados en la carretera en estudio, seguido de la toma de datos de la condición del pavimento PCI, también el estudio de tráfico, toda esta información para realizar el inventario con las características principales de la carretera en estudio, y con este inventario realizar la mejor propuesta y aplicación de una adecuada gestión. El autor concluye que sí se genera ahorros para mantenimiento de USD \$ 5, 903, 880.79 anuales que corresponde a un 11.1% del gasto si la carretera no se atendería en condiciones óptimas llegando a un monto de rehabilitación anual de \$ 6,627,826.13 versus a \$ 723,981.40 de mantenimiento preventivo, y también concluye que mediante el modelo de gestión se presenta ahorros de costos de operación vehicular con el método Len Asociados Ingenieros USD \$ 7, 730,611.91, mientras que con el método INVÍAS USD \$ 2, 252,089.13.

2.3 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio

En este capítulo se desarrolla los fundamentos teóricos que se basa la investigación, teniendo en consideración que la presente investigación trata de la implementación de un modelo de mantenimiento en vías no pavimentadas para mejorar el nivel de servicio. Se resume la teoría científica de esta investigación mostrando un mapa conceptual, mostrando así los puntos que se relacionan directamente con la investigación.



2.3.1 Mantenimiento o Conservación Vial

El mantenimiento o conservación vial se define como un grupo de acciones y actividades en ingeniería vial, que se debe realizar de manera preventiva para evitar el acelerado deterioro de cada elemento que conforma la infraestructura vial.

El Manual de Mantenimiento de Carreteras de Colombia (2016) menciona que: “El mantenimiento vial se puede definir como el conjunto de actividades que se realizan para conservar en buen estado las condiciones físicas de los diferentes elementos que constituyen los caminos y así garantizar que el transporte sea cómodo, seguro y económico.” (p. V1-C1-7)

Por lo tanto, se puede decir que el propósito de la conservación vial es mantener la red vial dentro de un buen nivel de servicio que se deba brindar a los usuarios, teniendo 3 propósitos principales (1) Prolongar la vida útil de la vía, (2) Proporcionar comodidad, seguridad y disminución de costos de operación vehicular, (3) garantizar la transitabilidad de manera permanente.

En la práctica lo que se busca con el mantenimiento es preservar en las mejores condiciones el capital invertido en las carreteras y evitar su deterioro físico prematuro. Esto no solo hace referencia a las condiciones de los materiales, si no que se debe tener en cuenta que la funcionalidad de las carreteras es la parte más importante del patrimonio que representan.

2.3.2 Causas que provocan el deterioro en carreteras afirmadas

El deterioro de un camino a nivel de afirmado es un proceso acelerado pero progresivo, ya que el material fino que comprende el afirmado al mezclarse con la humedad hace que el material más grueso se aglutine, y mediante la acción del paso de vehículos, que genera abrasión, llegan a pulverizarse cuando se encuentra en temporada secas. Este material que ya se encuentra pulverizado se convierte en un material conocido como polvo, encontrándose este en suspensión en el aire que respiramos, ocurriendo esta abrasión y pérdida de finos hace que el material grueso quede suelto (sin confirmar) ante el constante tráfico, originando que la superficie de rodadura empiece a desgastarse de manera progresiva y rápida, dando lugar a diversas fallas como depresiones, baches y ondulaciones.

Así también Villanueva (2017), menciona algunos factores que causan el deterioro de las vías con material de afirmado, uno de ellos es debido a la composición físico mecánico de los materiales de canteras ya que no cumplen con los requisitos mínimos, así también menciona que otro factor para el deterioro son el aumento del índice medio diario de vehículos, así como las precipitaciones con la falta de conservación de los elementos de drenaje y el abandono de las entidades responsables, todo ello da por resultado la manifestación de huecos, baches en la plataforma, derrumbes y deterioro considerable de la carpeta de rodadura por falta de limpieza de cunetas y alcantarillas y por consiguiente el desgaste de material fino y presencia del material granular.

Por tanto podemos decir que las principales causas que provocan el deterioro de las carreteras afirmadas es el estar contacto directo con los vehículos que transitan sobre él, ya que éstas se encuentran en contacto con los neumáticos y con el medio ambiente, provocando así la pulverización del material que conforma el afirmado a diferencia de las carreteras con una superficie de rodadura como asfalto, emulsión o concreto, que si presentan una capa de protección directa contra los neumáticos y el medio ambiente. Otra causa de deterioro en las vías afirmadas es el aumento del Índice medio diario, el abandono de las entidades responsables de las carreteras de afirmado y la falta de conservación de los elementos de drenaje, ya que el agua no se evacua eficientemente ante una precipitación, provocando así el deterioro del material de afirmado

2.3.3 Inventario Vial

El inventario de condición consiste en realizar pequeños inventarios detallados por elemento vial para conocer el estado actual que se encuentra una carretera, y con esto posteriormente realizar actividades de mantenimiento que se necesita en la carretera.

Los pasos que se debe de seguir son los siguientes:

- Información de referencia. Según los criterios indicados en el Manual de mantenimiento vial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, y ordenarlos en listas y formatos
- Identificación de características o datos sobresalientes y sectores particulares.
- Preparar la logística de los inventarios siguientes.
- Contar con información disponibles

2.3.4 Condición de los elementos viales

La condición de los elementos viales se encuentra detallados en el manual de mantenimiento y/o conservación del Ministerio de Transportes y comunicaciones. Para clasificar el estado estructural y funcional de los elementos se utiliza tres niveles, las cuales se indican a continuación.

Para alcantarillas, cunetas y badenes

Tabla 1

Condición estructural de Alcantarillas, Cunetas y Badenes.

Nivel	Descripción	Condición Estructural		
		Alcantarillas	Cunetas de tierra	Badenes
1	Bueno	No tiene problema. No hay necesidad de reparaciones	No tiene problema. No hay necesidad de reparaciones	No tiene problema. No hay necesidad de reparaciones
2	Regular	Quebrado en menos que el 30% de la longitud	Tiene problema de erosión sin afectar el nivel de servicio o la estabilidad de la carretera	Puede tener problemas que afectan seriamente componentes principales
3	Malo	Quebrado en más que el 30% de la longitud	Tiene problema de erosión que afecta el nivel de servicio o la estabilidad de la carretera	Necesita repararse. El deterioro de elementos principales afecta la capacidad de servicio.

Nota: Manual de Mantenimiento o Conservación Vial MTC

Tabla 2

Condición Funcional de Alcantarillas, Cunetas y Badenes.

Nivel	Descripción	Condición Funcional
		Alcantarillas, Badenes, Cunetas
1	Bueno	Limpia
2	Regular	Parcialmente obstruida
3	Malo	Totalmente obstruida

Nota: Manual de Mantenimiento o Conservación Vial MTC

Tabla 3

Cuantificación de la Condición de las Señales Verticales

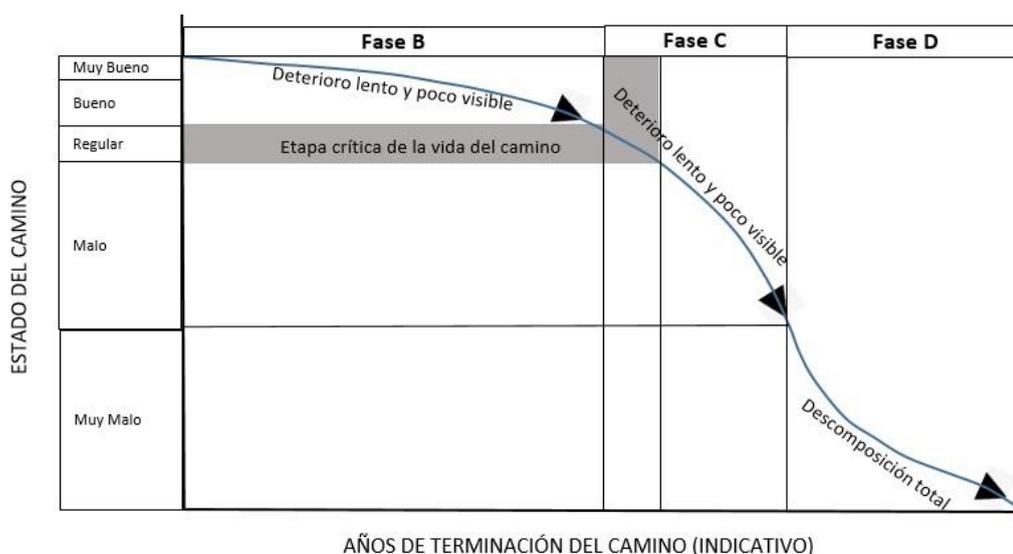
Nivel	Descripción	Condición General
		Señales Verticales
1	Bueno	No tiene problemas
2	Regular	Dañado pero se puede leer
3	Malo	No se puede leer o ausente

Nota: Manual de Mantenimiento o Conservación Vial MTC

2.3.5 Curvas de deterioro de la infraestructura vial

Las carreteras sufren un proceso de deterioro en cada momento, debido a los diversos agentes que actúan sobre ellas, como son el tráfico, la geotecnia del lugar y el clima. Estos elementos afectan a la vía permanentemente y su acción termina deteriorándolos ya sea en mayor o menor medida. Ya que el accionar de estos agentes es permanente el deterioro tiene diferentes etapas desde una etapa inicial, con un deterioro lento y poco visible, pasando por una etapa crítica donde su estado no es bueno, acelerándose el deterioro hasta llegar al colapso o descomposición total.

Figura 4



Deterioro de los caminos en el transcurso del tiempo

Nota: Manual de Mantenimiento de Carreteras de Colombia, 2016, p. VI-C4 8.

Podemos dividir el proceso de deterioro del estado de la vía en 4 fases las cuales son:

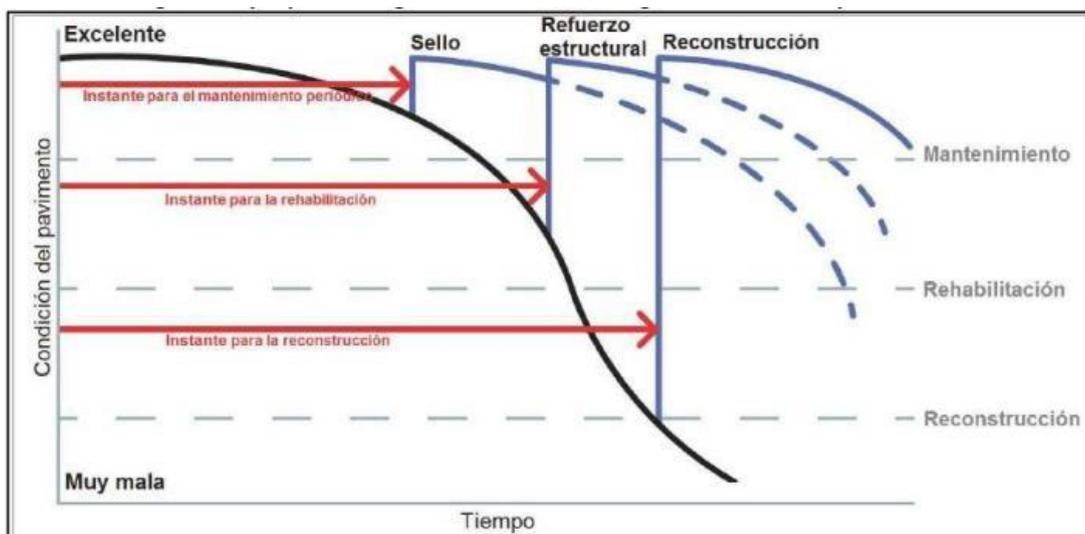
- **FASE A. CONSTRUCCIÓN:** Cuando la carretera entra en servicio apenas termina su construcción, es el momento cuando se encuentra en sus mejores condiciones y satisface las necesidades las exigencias de los usuarios.
- **FASE B DETERIORO LENTO Y POCO VISIBLE:** Cuando la carretera va sufriendo un desgaste y un proceso de debilitamiento lento, principalmente en la superficie del pavimento. El camino se mantiene en aparente buen estado y los usuarios no perciben el deterioro.

- **FASE C: DETERIORO ACELERADO Y QUIEBRE:** Después de años de uso, el camino entra en una etapa de deterioro acelerado, en un primer momento las fallas en las superficies no son muy evidentes, pero al pasar lapsos menores de tiempo la carretera presenta cada vez más deterioros en la superficie y la estructura comienza a deteriorarse más rápidamente, aunque esto último no sea visible. 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 vida útil y puede durar pocos o varios años, durante este periodo lo primero que se observa es la destrucción de la capa de rodadura, cada vez que pasa un vehículo pesado se desprenden trozos de capa hasta que termina convirtiéndose en un camino de tierra.

El Manual de Mantenimiento de Carreteras de Colombia (2016), muestra una recomendación de acciones específicas de intervención, estas acciones deben estar precedidas de un estudio de condición y de juicio de ingeniería en relación con las capacidades funcionales y estructurales de la carretera.

Figura 5

Tipos de intervención según la condición del pavimento.



Nota: Tomado del Manual de Mantenimiento de Carreteras de Colombia, 2016, p. VI-C6 8.

2.3.6 Niveles de Intervención del mantenimiento en Carreteras

Dentro del marco del mantenimiento vial existen dos grandes ramas, el mantenimiento y/o conservación rutinaria, y la periódica.

MANTENIMIENTO Y/O CONSERVACIÓN RUTINARIA

La conservación o mantenimiento rutinario son un conjunto de actividades que se realizan con regularidad en los elementos de una carretera, con el objetivo de dar un buen funcionamiento de estos elementos

, cumplir con la vida útil que fue diseñada y así evitar prematuros deterioros de esta, y sobre todo dar una buena transitabilidad al usuario de la vía.

También se puede decir que el mantenimiento rutinario es la reparación de pequeños defectos en la superficie de rodadura, sea pavimentada o sin pavimentar, en las bermas, sistemas de drenaje, señales, derecho de vía, y otros elementos que conforman la infraestructura vial, estas pequeñas actividades y reparaciones se realizan dependiendo el estado en que se encuentran estos elementos, ya sea una o más veces por año. (Burneo, 2013)

Siendo que el mantenimiento rutinario previene el acelerado deterioro de los elementos de la infraestructura vial de un camino, también el mantenimiento rutinario incluye actividades para brindar la seguridad del camino, por tanto, el mantenimiento rutinario trata de evitar y corregir deterioros que originen o puedan originar una mala transitabilidad, incomodidad al usuario de una vía, riesgos de accidentes o deterioros a la infraestructura vial.

El Manual de Carreteras, Volumen N°7, Mantenimiento Vial de Chile (2014) menciona que: “Las operaciones de conservación rutinaria tienen por objeto la conservación, limpieza y buen funcionamiento de la obra física y se llevan a cabo normalmente a intervalos regulares predeterminados” (p. 7.003.1)

MANTENIMIENTO Y/O CONSERVACIÓN PERIÓDICA

La Conservación Periódica es de naturaleza distinta a la conservación rutinaria, está referida a las condiciones que se requiere recuperar, luego de haberse producido el inicio del deterioro y estar en proceso de un acelerado deterioro, ya sea en las calzadas, bermas y demás elementos de la infraestructura vial, también dentro del manual de mantenimiento del MTC se puede considerar dentro de la conservación periódica algún tipo de refuerzo estructural a la calzada que alargue la vida útil del diseño inicial del pavimento, sin embargo para ser considerada en el Perú presupuestalmente como conservación vial este refuerzo debe considerarse conservando el mismo trazo de la vía actual, incluyendo también en el tramo intervenido la ejecución de las actividades rutinarias del año.

Los trabajos de mantenimiento periódico, según el manual de mantenimiento de Colombia, corresponden a intervenciones mediante las cuales se efectúan cambios parciales o ajustes que son necesarios realizar de manera cíclica a diferentes intervalos, superiores a un año, con el fin de conservar la integridad estructural de los elementos de la carretera o prevenir daños mayores derivados del desgaste producido por los efectos ambientales y el tránsito automotor.

Por tanto, podemos decir que la conservación o mantenimiento periódico se realizan en intervalos de tiempo mayores que la conservación rutinaria, con el fin de corregir fallas, prevenir daños mayores y conservar la integridad estructural. Mientras se realiza la planificación de la conservación periódica podría detectarse un aumento de tráfico (carga) pudiéndose realizar la colocación de un refuerzo que prolongaría la vida útil del pavimento, teniendo en cuenta que esta debe ejecutarse necesariamente manteniendo el mismo trazado de la carretera. Por lo tanto, en el Perú se puede reforzar estructuralmente el pavimento siempre y cuando no se cambie el trazado, considerándose en estas condiciones como un servicio de mantenimiento periódico.

REHABILITACIÓN

La rehabilitación abarca reforzar estructuralmente a la calzada, sin alterar la estructura adyacente, para evitar su destrucción, preservar la buena transitabilidad

y asegurar la integridad estructural; también incluye algunos trabajos de mejoramiento a los sistemas de drenaje y elementos de contención. Se debe tener en cuenta que en el Manual del Perú a la partida de conservación periódica se puede incluir un refuerzo estructural para cumplir con la demanda y dar más vida útil, siempre y cuando no se realice un cambio en el trazado, mientras que en Chile y Colombia si se realiza un refuerzo estructural este sería considerado como una Rehabilitación

En muchos casos se realiza una rehabilitación a la vía cuando no hubo una conservación, ya sea periódica o rutinaria, adecuada, ya que el estado de deterioro es mayor como para poder atenderla con trabajos de mantenimiento.

EMERGENCIAS VIALES

Son ocurrencias impredecibles y no pronosticadas que originan daños a la infraestructura vial, estas ocurrencias causan daños a la infraestructura vial, afectando así a la transitabilidad y a la seguridad del usuario, ya que estas ocurrencias no fueron pronosticadas, tampoco cuentan con actividades propias planificadas a realizar, ya que pueden ocurrir en cualquier momento y en cualquier lugar del corredor vial , sin embargo si ocurriese cualquier evento considerado como emergencia vial estos deben ser atendidos de forma inmediata por la empresa o entidad que está a cargo de la transitabilidad de la vía (contratista o entidad por administración directa).

Por tanto, podemos decir que una emergencia vial es un evento natural o antrópico cuya atención no puede ser planificada ni programada, ya que ocurren impredeciblemente y no se sabe con certeza hasta el momento de la ocurrencia el nivel o magnitud de esta, las emergencias viales interrumpen total o porcentualmente una carretera siendo que estas deben ser atendidas en el menor tiempo posibles para continuar dando al usuario de la vía una buena transitabilidad.

2.3.7 Actividades de mantenimiento y/o conservación en carreteras afirmadas

Las actividades en el marco del mantenimiento en carreteras a nivel de afirmado se encuentran especificadas en manuales de mantenimiento o conservación vial,

estas actividades se encuentran dentro del mantenimiento periódico y del mantenimiento rutinario.

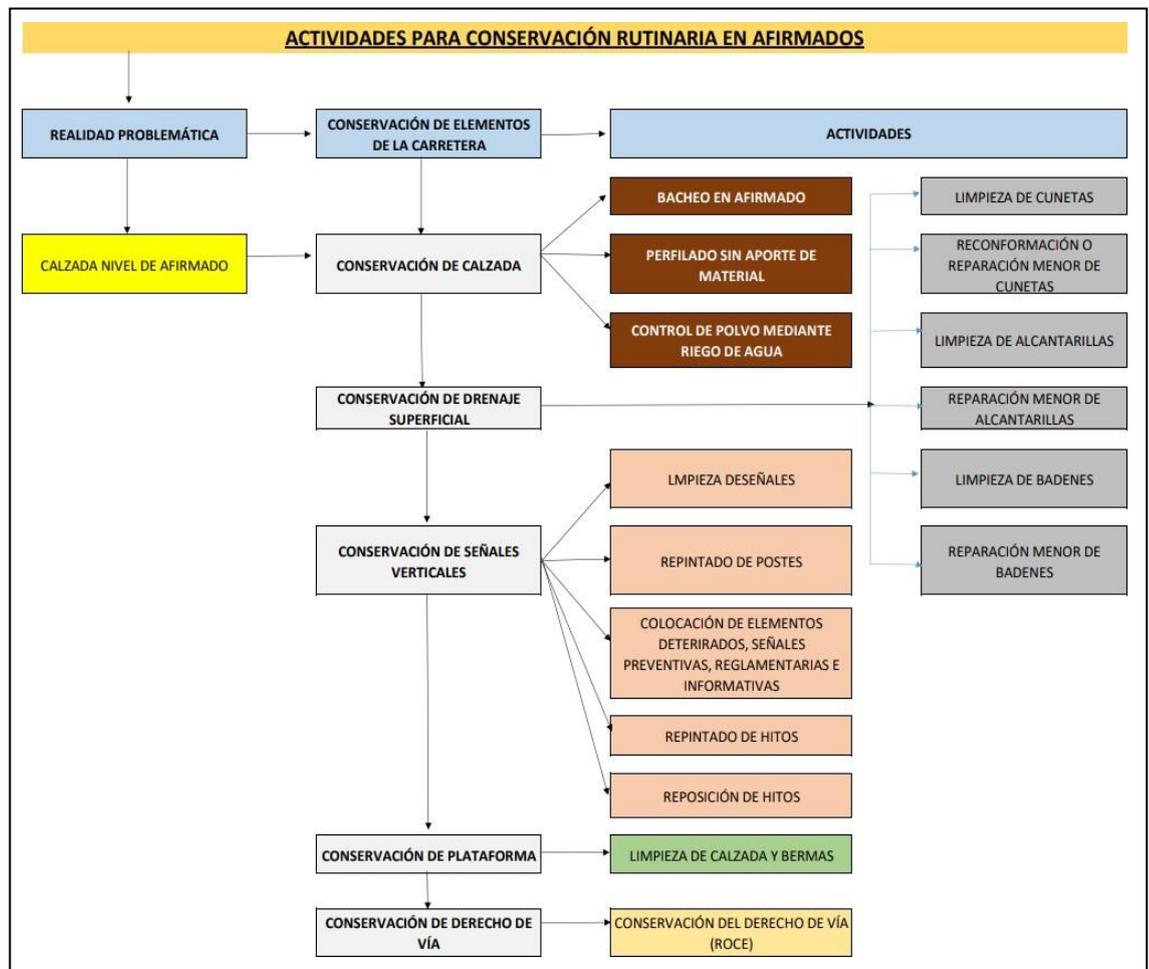
A continuación, se muestra un diagrama en el cual contiene las actividades de conservación y/o mantenimiento dentro de los tres manuales que fueron analizados como son los manuales de Perú, Chile y Colombia.

Figura 6

Actividades de mantenimiento periódico en carreteras afirmadas.



Figura 7
Actividades de mantenimiento rutinario en carreteras afirmadas.



2.3.8 Niveles de Servicio en carreteras

Los niveles de servicio son indicadores mediante la cual se puede calificar y cuantificar el servicio de una carretera. Teniendo como objetivo general el brindar un buen estado de transitabilidad, confort y seguridad al usuario de estas carreteras.

En los contratos de mantenimiento o conservación vial por niveles de servicio, las actividades se realizan para cumplir los estándares admisibles por cada elemento vial, siendo el pago por el nivel de servicio general que brinda la carretera y siendo la obligación del contratista preservar en buenas condiciones los elementos de la infraestructura vial.

Para calificar y cuantificar el nivel de servicio en una carretera se realiza un procedimiento que se ejecuta en los contratos de conservación por nivel de servicio. Este procedimiento es el siguiente:

- Se divide cada tramo en sectores de 10 kilómetros y se realiza la evaluación utilizando Planillas de relevamiento y cálculo del nivel de servicio. Una planilla por cada 10 Kilómetros.
- La evaluación se hará cada 10 Kilómetros, tomándose como muestra 1 kilómetro al azar, y este kilómetro se dividirá en 10 subsectores o segmentos siendo cada subsector de 100 metros.
- Se evalúan las variables (elementos de la infraestructura) en cada uno de los segmentos de 100 metros de acuerdo a las tolerancias preestablecidas, ya sea por el manual de mantenimiento o por los TDR, procediendo a colocar un aspa (x) en los lugares donde se incumplan los estándares admisibles.
- Todas las aspas se suman por cada variable, luego se multiplican por un factor de peso, este peso se encuentra establecido por la entidad desde inicio de contrato, y luego se dividen entre 10, siendo ese el porcentaje en cada variable.
- El porcentaje total del incumplimiento en cada planilla será la sumatoria de los incumplimientos de cada variable.
- Para calcular el Nivel del Servicio del Tramo se procederá a realizar la sumatoria de todas las planillas de incumplimiento del tramo dividiéndose entre el número de planillas, de manera de calcular el promedio, Este valor se restará al 100%. Es decir:
$$\text{Nivel de Servicio} = 100\% - (\% \text{promedio de incumplimiento de nivel de servicio})$$
- En caso una carretera estuviera dividida en más de un tramo el cálculo del Nivel de Servicio se determina de acuerdo al nivel de servicio de cada tramo multiplicado por su respectiva longitud y todo dividido entre la longitud total de la carretera. Es decir:

$$NSC = \frac{NST1 \times L1 + NST2 \times L2 + NST3 \times L3}{L1 + L2 + L3}$$

A continuación, se muestra una planilla de relevamiento y cálculo del nivel de servicio. Esta planilla fue tomada de los términos de referencia del servicio de Gestión y Conservación Vial por niveles de servicio del corredor vial: Huánuco – Kotosh – La Unión – Huallanca – Dv. Antamina / Puente Tingo Chico – Llata – Antamina, contrato ejecutado del año 2016 al año 2020.

Figura 8

Planilla de relevamiento y cálculo del nivel de servicio.

VARIABLE	INDICADOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Número de sectores con fallas (1)	Factor de peso de (2)	Porcentaje de incumplimiento (3)=(1)x(2)/10
Calzada y Bermas	Deformación, Erosión, Baches, Encalaminado, Lodazal y cruce de agua												20	
	IRIC												20	
Limpieza	Calzada y Berma												5	
	Cunetas, Zanjias, Canales, Bajadas de Agua												10	
Obras de Arte y Drenaje	Alcantarillas												8	
	Badenes, Gaviones y Muros												5	
Señalización	Vertical												8	
	Tachas, postes Kilométricos												3	
Elementos de Seguridad	Guardavías y/o barreras de seguridad												5	
	Postes Delineadores, Capataños y Reductores de Velocidad, Parapetos y muros												4	
Estructuras viales	Puentes y pontones												4	
	Roca												3	
Zonas laterales (Derecho de vía)	Talud inferior y Aguas												3	
	Empozadas												3	
DME o botaderos	Material excedente o de derrumbes												2	

Nota: Tomado de Términos de Referencia del Servicio de Gestión y Conservación Vial por Niveles de Servicio del Corredor Vial Huánuco – Kotosh – La Unión – Huallanca – DV. Antamina / Pte. Tingo – Llata – Antamina

2.3.9 Índice de Regularidad del Pavimento (IRI)

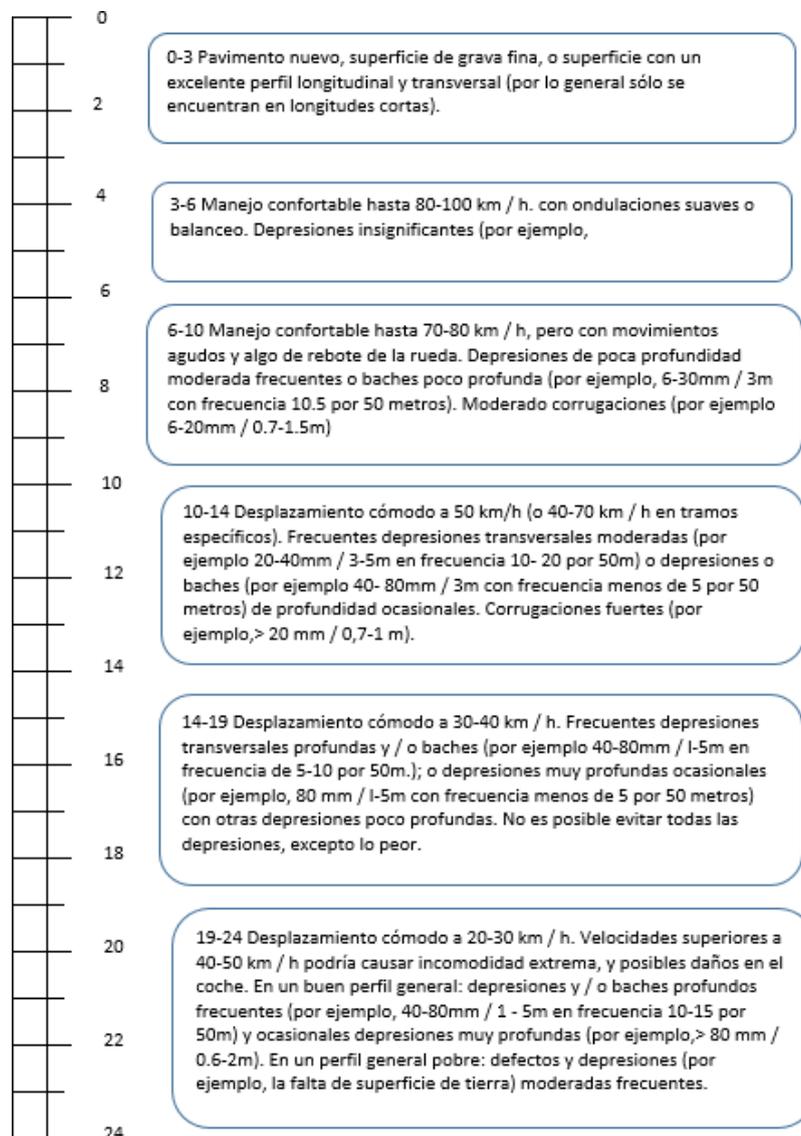
El índice de regularidad superficial es la característica más sentida por los usuarios de la carretera ya que involucra a la comodidad de los que transitan sobre esta.

El índice de Regularidad superficial se relaciona con los efectos de las vibraciones, tales como niveles de deterioro, posibilidad de daños a la mercancía sorpresiva, desgase de los neumáticos y de las partes de los vehículos

El Banco Mundial en el año 1986 propuso un rango de valores en la medición del IRI en pavimentos de concreto asfáltico, tratamientos superficiales y afirmados, la cual indica ciertas características para rangos de valores del IRI. Además de esta escala la norma ASTM E 1926 también presenta una escala de medición de la regularidad superficial, las cuales se muestran a continuación:

Figura 9

Escala de caracterización de carreteras no pavimentadas.



Nota: Tomado de ASTM International, “Standard Practice for Computing International Roughness Index of Roads from Longitudinal Profile Measurements”.

El gráfico mostrado por la norma ASTM E 1926 dan una caracterización de las carreteras según la superficie de rodadura, más no una descripción del estado de esta.

Por otro lado, en el Perú según “Las Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras” publicada por el MTC en el año 2007, establece una relación entre el IRI y el estado de la calzada, la cual se muestra a continuación:

Tabla 4
Estado de calzada en relación al IRI

ESTADO	PAVIMENTADAS	NO PAVIMENTADAS
Bueno	$0 < \text{IRI} \leq 2.8$	$\text{IRI} \leq 6$
Regular	$2.8 < \text{IRI} \leq 4.0$	$6 < \text{IRI} \leq 8$
Malo	$4.0 < \text{IRI} \leq 5.0$	$8 < \text{IRI} \leq 10$
Muy Malo	$5.0 < \text{IRI}$	$10 \leq \text{IRI}$

Nota: Tomado de Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras, MTC, 2007 (Aprobado por Resolución Directoral N°051-2007-MTC/14 del 27 de agosto del año 2007) p19

2.3.10 Índice de Condición de Carreteras No Pavimentadas (URCI)

La condición superficial de carreteras no pavimentadas se efectúa mediante el relevamiento de fallas de acuerdo a los procedimientos establecidos en el manual técnico del Cuerpo de Ingeniero TM 5-626 Unsurfaced Road Maintenance Management del Department of the Army (USA).

La metodología para calcular el índice de condición del camino no pavimentado (URCI) se realiza de la misma manera que en pavimentos con superficie de asfalto. Por tanto, el proceso de evaluación de la condición superficial del afirmado se efectúa siguiendo dos etapas, la primera corresponde al trabajo de campo y la segunda a la etapa de gabinete para la determinación del índice de condición del camino no pavimentado (URCI).

Los tipos de falla considerados en el método son:

- Inadecuada Sección Transversal
- Inadecuado drenaje
- Encalaminado
- Polvo
- Baches
- Ahuellamiento

- Pérdida del agregado

El índice de condición del camino no pavimentado (URCI) es un indicador numérico basado en la escala del 0 al 100 al igual que con las superficies de asfalto. En la figura 10, se muestra los rangos del estado de la carretera conociendo su índice de condición.

Figura 10

Rangos de calificación del URCI.



Nota: Tomado de TM – 626 Unsurfaced Road Maintenance Management.

2.3.11 Sistema de Drenaje Superficial en Carreteras

El drenaje es un elemento importante de una infraestructura vial, ya que por motivos como la acción del agua se generan los deterioros en las carreteras.

Si una carretera cuenta con un eficiente drenaje superficial se disminuye grandemente la posibilidad de aparición de fallas o deterioros prematuros en la superficie de la calzada, cumpliendo así su vida útil la cual fue diseñada, pero se debe tener en consideración que el aumento de tráfico vehicular y la vida y propiedades mecánicas de los materiales también son factores importantes para la vida útil del pavimento.

En resumen, cuando una carretera dispone de drenaje adecuado, suficiente y que opera correctamente, disminuye substancialmente la probabilidad de fallas y de otros efectos adversos que contribuyan a acortar su vida útil.

A continuación, se menciona los grupos de estructuras como drenaje superficial:

- Alcantarillas
- Cunetas, Canal, Bajada de agua, zanja de drenaje
- Badenes

2.4 Definición de términos básicos

Carreteras por Administración Directa: Carreteras donde se realizan actividades ejecutadas directamente por la entidad responsable de esta, en el caso de las carreteras nacionales la entidad responsable es Provías Nacional.

Calzada Afirmada: Pertenece al grupo de carreteras a nivel no pavimentados que cuentan con una carpeta de rodadura de material seleccionado que cumplen ciertos requisitos mencionado en el manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos.

Diferencias Acumuladas: Es una herramienta que permite delimitar estadísticamente tramos homogéneos utilizando mediciones de repuesta del pavimento. Este método se puede utilizar para una gran variedad de mediciones de repuesta de pavimentos como lo son deflexiones, serviciabilidad, fricción, índices de deterioro de pavimento, entre otros.

Infraestructura vial: Conjunto de elementos que conforman una carretera por el cual se desplaza un vehículo en forma confortable y segura.

Tramificación: Tramos o sectores de carreteras que cuentan similares aspectos definidos por un evaluador, tales como mecánicos, geométricos o mediciones en general.

2.5 Hipótesis

2.5.1 Hipótesis General

La implementación del modelo de mantenimiento en vías no pavimentadas por administración directa, mejora el nivel de servicio de la carretera Puente Tingo Chico – Llata – Antamina de ruta nacional PE-3NH.

2.5.2 Hipótesis Específicas

- a) Los elementos de la carretera no pavimentada se evalúan mediante el inventario de condición vial del Ministerio de Transporte y Comunicaciones y la calzada mediante la metodología URCI e IRI para conocer la condición de la carretera no pavimentada para el mejoramiento del nivel de servicio
- b) El análisis de la condición de los elementos viales propone los tipos de intervención a realizar en la vía no pavimentada para el mejoramiento de los niveles de servicio.
- c) La propuesta del modelo de mantenimiento en la carretera no pavimentada define las actividades de mantenimiento para la mejora el nivel de servicio.
- d) La implementación del modelo propuesto de mantenimiento en vías no pavimentadas con las actividades y tipos de intervención mejora el nivel de servicio.

2.6 Variables

2.6.1 Definición conceptual de las variables

- a) Variable Independiente:
 - Modelo de mantenimiento en vías no pavimentadas a nivel de afirmado: Conjunto de procedimientos y actividades interconectadas racional y ordenadamente para lograr un mantenimiento o conservación vial que asegure el buen nivel de servicio de la carretera a los usuarios.
- b) Variable Dependiente:
 - Niveles de servicio: Indicadores que se utilizan para medir la satisfacción del servicio que brinda la carretera a los usuarios.

2.6.2 Operacionalización de variables

Tabla 5

Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
MODELO DE MANTENIMIENTO EN VIAS NO PAVIMENTADAS	Hace referencia al conjunto de procedimientos y actividades interconectadas racional y ordenadamente para lograr un mantenimiento o conservación vial que asegure el buen nivel de servicio de la carretera a los usuarios	La variable será evaluada mediante la condición de los elementos viales y las actividades serán consideradas con los tipos de intervención en el marco del mantenimiento y/o conservación de carreteras	Inventario de Condición	Longitud	Ficha de inventario GPS Odómetro Wincha
				Ancho de Calzada	
				Señalización	
				Drenaje Superficial	
			Condición de los elementos viales	Condición Superficial de la calzada (URCI)	Equipo de medición de IRI - Rughometer III
				Condición Funcional de la calzada (IRI)	Fichas de URCI
				Condición de drenaje superficial	Fichas de condición de elementos viales
				Condición de la señalización	
			Actividades y tipos de mantenimiento y/o conservación	Mantenimiento Rutinario	Manuales de mantenimiento o conservación de carreteras Contratos anteriores de intervenciones en la carretera
				Mantenimiento Periódico	
				Actividades en calzada	
				Actividades en drenaje superficial	
	Actividades en señalización				
NIVEL DE SERVICIO	Indicadores que se utilizan para medir la satisfacción del servicio que brinda la carretera a los usuarios.	El nivel de servicio se medirá de acuerdo al tipo de vía y los elementos viales que hay en este.	Tipo de vía	Indicadores de Servicio	Manuales de mantenimiento en carreteras Contratos anteriores.
			Elemento vial	Tolerancia de elementos	Manuales de mantenimiento en carreteras Contratos anteriores.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Método de la investigación

El método es Deductivo, debido a que se aplicará las normativas y manuales del MTC para proponer un modelo de mantenimiento que mejore los niveles de servicio.

Orientación de la investigación

El presente trabajo de investigación es de orientación aplicada, el cual está orientada a buscar nuevos conocimientos para soluciones de problemas prácticos.

Enfoque de la investigación

Es cuantitativo porque se determinará numéricamente el efecto en los niveles de servicio después de la aplicación del modelo de mantenimiento vial en vías no pavimentadas a nivel de afirmado.

Fuente de recolección de datos

Retrolectivo porque se utilizará los formatos validados por el MTC, así como la para la medición de niveles de servicio se realizará mediante formatos establecidos por Provías Nacional.

3.2 Tipo de investigación

Es descriptivo correlacional, debido a que se estudiará el efecto que produce la aplicación de la propuesta del modelo de mantenimiento vial.

3.3 Nivel de la investigación

Es descriptiva explicativa, porque está orientada a describir la forma de afectación y sus características del nivel de servicio con respecto al modelo de mantenimiento en vías no pavimentadas a nivel de afirmado por administración directa.

3.4 Diseño de la investigación

Según el propósito del estudio:

Es Experimental, porque se realizará la observación del comportamiento de los niveles de servicio antes y después de la aplicación del modelo de mantenimiento en vías no pavimentadas a nivel de afirmado.

Según el número de mediciones:

Es longitudinal por qué se va a realizar mediciones de los niveles de servicio cada 15 días para ver el comportamiento de éste.

Según la cronología de las observaciones:

Es prospectivo, ya que mediremos los niveles de servicio antes y después de aplicar el modelo de mantenimiento y será de una fuente primaria actual.

3.5 Población

La población es finita, ya que se realiza en toda la extensión de 69.60 Kilómetros de longitud de la carretera Puente Tingo Chico – Llata – Antamina, que abarca desde del Km 0+000 al Km 69+600 de ruta nacional PE-3NH en la región Huánuco.

3.6 Muestra

Ya que la investigación se realizará en toda la extensión de la carretera Puente Tingo Chico – Llata – Antamina, que abarca desde del Km 0+000 al Km 69+600 de ruta nacional PE-3NH en la región Huánuco, la muestra es igual que la población, que son los 69.60 Kms de toda la carretera.

3.7 Técnicas de investigación

Procedimientos y métodos

Las procedimientos y métodos a utilizar para la presente investigación será la revisión bibliográfica de artículos, tesis magistrales, normas técnicas del MTC y demás bibliografía relevante.

Seguidamente se realizará un inventario de condición de la carretera para conocer con que elementos cuenta la infraestructura vial y el estado de esta, así como inventario de la condición funcional y superficial de la vía, luego se realizará el análisis de todos estos datos procesados del inventario vial, condición funcional y condición superficial, para realizar la toma de decisiones en la gestión vial.

Se propondrá las actividades a realizar de acuerdo al manual de Mantenimiento y/o Conservación Vial del MTC y de otros manuales de Sudamérica, para posteriormente realizar la programación de actividades tanto de mantenimiento periódico como del rutinario.

Se medirá el Nivel de Servicio de la carretera a estudiar antes de la aplicación de la propuesta del modelo de mantenimiento vial, para así tomar como base cuantitativa este Nivel de Servicio.

Se realizará la ejecución de las actividades tanto de mantenimiento periódico como del mantenimiento rutinario en cumplimiento de la propuesta del modelo.

Mediremos el nivel de servicio mediante el uso de fichas cada quince días, para así cuantificar la mejora de este con la implementación del modelo.

La técnica de recolección de datos es observación directa, porque se va realizar una recolección directa de los elementos y el estado de la carretera mediante el inventario de condición vial. Es estructurada porque se realizará con la ayuda de elementos técnicos apropiados, tales como fichas, cuadros, tablas.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Resultados

4.1.1 Localización de la carretera

La carretera Puente Tingo Chico – Llata – Antamina pertenece a la ruta nacional PE-3NH, y se encuentra localizado en los departamentos de Huánuco y Áncash, conectando las Provincia de Huamalies por Huánuco y por Áncash la provincia de Huari.

La carretera en estudio inicia en Puente Tingo Chico, la cual corresponde la progresiva Km 0+000 y culminando en Antamina correspondiente a la progresiva Km 69+600.

Figura 11

Carretera Puente Tingo Chico – Llata - Antamina



La carretera en estudio presenta una longitud total de 69.60 Kilómetros, la cual todos los 69.60 Kilómetros son de afirmado, el ancho de calzada varía entre 4.2 m a 6.5 m, y no presenta bermas.

4.1.2 Inventario Vial

La vía cuenta con 69.60 Kilómetros y para un mejor control del ordenamiento de los elementos de esta carretera la dividiremos en 2 tramos que son Puente Tingo Chico – Llata y Llata – Antamina.

Tabla 6

Tramos de carretera Puente Tingo Chico – Llata - Antamina

TRAMOS	DE:		A:	
	UBICACIÓN	KM INICIAL	UBICACIÓN	KM FINAL
TRAMO	PUENTE TINGO CHICO	0+000	LLATA	31+000
	LLATA	31+000	ANTAMINA	69+600

Se realiza el Inventario de toda la vía en base al Manual de Mantenimiento o Conservación Vial del MTC, con el objetivo de obtener el estado estructural y funcional de los elementos que la componen.

A continuación, se muestra el cuadro resumen de los elementos viales que se encuentran en el tramo Puente Tingo Chico – Llata – Antamina.

Tabla 7

Resumen de elementos de drenaje superficial

DRENAJE SUPERFICIAL				
	TRAMOS	ALCANTARILLAS (UND)	BADENES (UND)	CUNETAS (KM)
TRAMO I	PUENTE TINGO CHICO - LLATA	64	21	31
TRAMO II	LLATA - ANTAMINA	75	3	38.6
	TOTAL	139	24	69.6

Tabla 8

Resumen de elementos de señalización Vertical

SEÑALIZACIÓN VERTICAL					
	TRAMOS	REGLAMENTARIA (UND)	PREVENTIVA (UND)	INFORMATIVA (UND)	HITO KILOMÉTRICO (UND)
TRAMO I	PUENTE TINGO CHICO - LLATA	3	13	11	31
TRAMO II	LLATA - ANTAMINA	17	62	15	39
	TOTAL	20	75	26	70

4.1.3 Condición del Drenaje Superficial

Después de realizar la recolección de datos en campo del drenaje superficial mediante las fichas del inventario, tenemos como resultado el resumen de la condición de los elementos del drenaje superficial.

Tabla 9
Condición Estructural de las Alcantarillas

		ALCANTARILLAS			
TRAMOS		CONDICIÓN ESTRUCTURAL			TOTAL
		BUENO	REGULAR	MALO	
TRAMO I	PUENTE TINGO CHICO - LLATA	39	12	13	64
TRAMO II	LLATA - ANTAMINA	35	9	31	75
TOTAL		74	21	44	139

Tabla 10
Condición Funcional de las Alcantarillas

		ALCANTARILLAS			
TRAMOS		CONDICIÓN FUNCIONAL			TOTAL
		BUENO	REGULAR	MALO	
TRAMO I	PUENTE TINGO CHICO - LLATA	29	26	9	64
TRAMO II	LLATA - ANTAMINA	31	28	16	75
TOTAL		60	54	25	139

Del inventario de los elementos de alcantarillas se cuenta con un total de 139 Unidades de alcantarillas, de las cuales estructuralmente 74 se encuentran en buen estado, 21 en regular y 44 en mal estado; funcionalmente 60 se encuentran en buen estado, 54 en regular estado y 25 en mal estado funcional.

A continuación, se muestran gráficos estadísticos de la condición estructural y funcional de las alcantarillas.

Tabla 11
Condición Estructural de los Badenes

		BADENES			TOTAL
TRAMOS		CONDICIÓN ESTRUCTURAL			
		BUENO	REGULAR	MALO	
TRAMO I	PUENTE TINGO CHICO - LLATA	12	0	9	21
TRAMO II	LLATA - ANTAMINA	1	0	2	3
TOTAL		13	0	11	24

Tabla 12
Condición Funcional de los Badenes

		BADENES			TOTAL
TRAMOS		CONDICIÓN FUNCIONAL			
		BUENO	REGULAR	MALO	
TRAMO I	PUENTE TINGO CHICO - LLATA	12	0	9	21
TRAMO II	LLATA - ANTAMINA	1	0	2	3
TOTAL		13	0	11	24

Del inventario de los badenes se cuenta con un total de 24 badenes, de las cuales estructuralmente 13 se encuentran en buen estado, y 11 en mal estado; funcionalmente 13 se encuentran en buen estado, y 11 en mal estado funcional. A continuación, se muestran gráficos estadísticos de la condición estructural y funcional de los badenes.

4.1.4 Condición de la Señalización Vertical

Después de realizar la recolección de datos en campo de la señalización vertical mediante las fichas del inventario, tenemos como resultado el resumen de la condición general de los elementos de la señalización vertical. A diferencia del drenaje superficial que tiene dos grupos de condición que son la estructural y funcional, los elementos de señalización vertical solo cuentan con una condición general según el manual de mantenimiento de conservación vial del MTC.

Tabla 13
Condición de las señales Reglamentarias

TRAMOS		SEÑAL REGLAMENTARIA			TOTAL
		BUENO	REGULAR	MALO	
TRAMO I	PUENTE TINGO CHICO - LLATA	0	0	3	3
TRAMO II	LLATA - ANTAMINA	15	1	1	17
TOTAL		15	1	4	20

Tabla 14
Condición de las señales Preventivas

TRAMOS		SEÑAL PREVENTIVA			TOTAL
		BUENO	REGULAR	MALO	
TRAMO I	PUENTE TINGO CHICO - LLATA	7	4	2	13
TRAMO II	LLATA - ANTAMINA	55	5	2	62
TOTAL		62	9	4	75

Tabla 15
Condición de señales informativas

TRAMOS		SEÑAL INFORMATIVA			TOTAL
		BUENO	REGULAR	MALO	
TRAMO I	PUENTE TINGO CHICO - LLATA	10	1	0	11
TRAMO II	LLATA - ANTAMINA	12	2	1	15
TOTAL		22	3	1	26

Tabla 16
Condición de Hitos Kilométricos

TRAMOS		HITO KILÓMETRICO			TOTAL
		BUENO	REGULAR	MALO	
TRAMO I	PUENTE TINGO CHICO - LLATA	0	0	31	31
TRAMO II	LLATA - ANTAMINA	0	0	39	39
TOTAL		0	0	70	70

Del inventario de señalización vertical se cuenta con un total de 20 Unidades de señales reglamentarias, 75 Unidades de señales preventivas, 26 señales informativas y 70 hitos kilométricos.

En señales reglamentarias 15 se encuentran en buen estado, 1 en regular y 4 en mal estado; en señales preventivas 62 se encuentran en buen estado, 9 en regular estado y 4 en mal estado; señales informativas 22 en buen estado, 3 en regular estado y 1 en mal estado; los hitos kilométricos 70 se encuentran en mal estado.

4.1.5 Condición de la Calzada

Para conocer la condición de la calzada en la carretera no pavimentada afirmada Puente Tingo Chico – Llata - Antamina necesitamos analizar dos factores que son el URCI (Índice de condición del camino no pavimentado) y el IRI (Índice de Regularidad), analizando estos dos factores en la carretera podemos decir cuál es la condición de la calzada.

Índice de Condición Camino no Pavimentado (URCI)

Para la obtención del Índice de condición del camino no pavimentado se realizó la metodología del manual técnico del Cuerpo de Ingeniero TM 5-626 Unsurfaced Road Maintenance Management del Departamen of the army (USA), calculando así el índice de condición (URCI) la cual considera 7 tipos de fallas.

Para efectos del cálculo del URCI se divide el área en pequeñas secciones o “Unidades de muestreo” que consistirá de 50ml.

Mediante el método de diferencias acumuladas se sectorizará la carretera por sectores homogéneos de acuerdo al URCI, dando como resultado los sectores:

Tabla 17

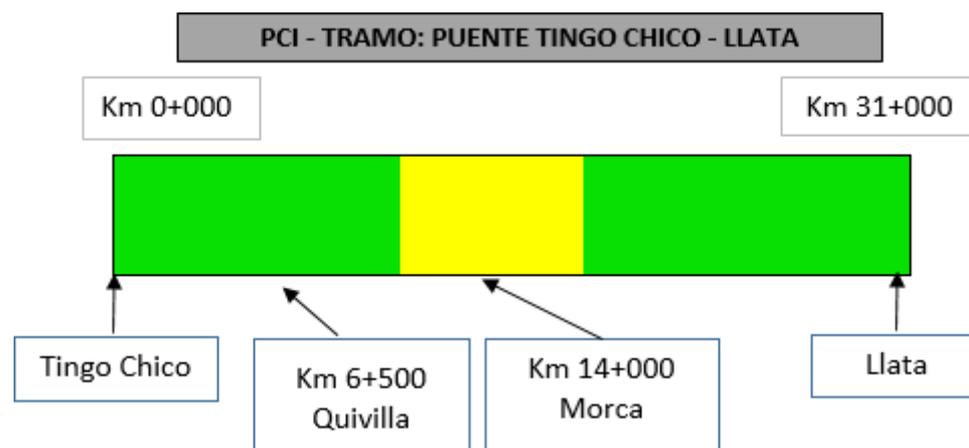
Valores URCI Tramo Pte. Tingo Chico - Llata

URCI - TRAMO: PTE. TINGO CHICO - LLATA					
SECTOR	PROGRESIVA		DISTANCI A KM	URCI	CLASIFICACIÓN
	INICIAL	FINAL			
1	0+000	0+750	0.75	72	Muy Bueno
2	0+750	11+600	10.85	61	Bueno
3	11+600	18+000	6.40	39	Malo

4	18+000	31+000	13.00	61	Bueno
---	--------	--------	-------	----	-------

Figura 12

Diagrama lineal Puente Tingo Chico – Llata en base al URCI



LEYENDA	
FALLADO	BUENO
MUY MALO	MUY BUENO
MALO	CONCRETO
REGULAR	

Del Tramo Puente Tingo Chico - Llata se puede observar que la Condición de la carretera (URCI) presenta 6.40 km en condición malo, 23.85 Km en buena condición y 0.75 Km en muy buena condición.

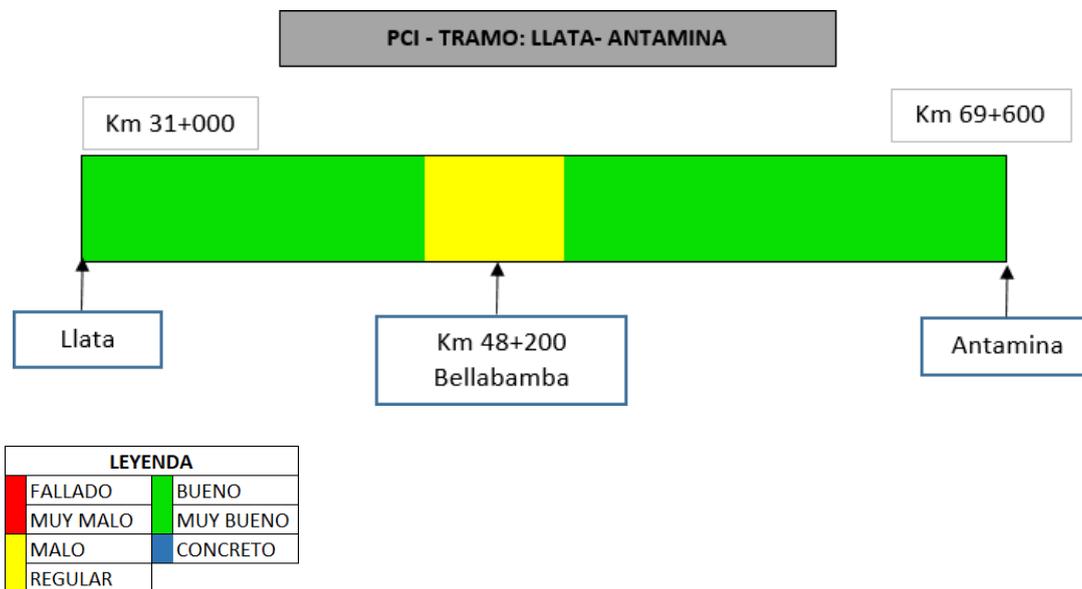
Tabla 18

Valores URCI Tramo Llata – Antamina

URCI - TRAMO: LLATA - ANTAMINA					
SECTOR	PROGRESIVA		DISTANCIA KM	URCI	CLASIFICACIÓN
	INICIAL	FINAL			
1	31+000	45+000	14.00	61	Bueno
2	45+000	50+500	5.50	36	Malo
3	50+500	69+600	19.10	60	Bueno

Figura 13

Diagrama lineal Llata – Antamina en base al URCI



Del Tramo Llata - Antamina se puede observar que la Condición de la carretera (URCI) presenta 5.50 km en condición malo y 33.10 Km en buena condición.

Índice de Regularidad Superficial (IRI)

Para el análisis de los datos la rugosidad en unidades IRI (m/km) se trabajará con el IRI promedio sectorizando por el método de las diferencias acumuladas.

Para definir el Estado Vial utilizaremos lo indicado en las “ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS” Aprobado por Resolución Directoral N°051-2007- MTC/14 del 27 de agosto del año 2007.

Además de acuerdo al Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial R.D.N° 08-2014 MTC/14 – R.D. N° 05-2016 MTC/14 realizaremos nuestra línea de control para la verificación del cumplimiento del nivel de servicio, para afirmados consideraremos el valor que menciona el manual de Mantenimiento o Conservación Vial del MTC. Para ambos casos se realiza la comparación con el IRI característico, que según lo mencionado en el manual de Mantenimiento o Conservación Vial del MTC en las páginas 40 y 41, se aplicaría la siguiente fórmula:

PARA CALZADA DE AFIRMADO

$$IRI_c = IRI_p + 0.524 \times ds$$

Donde:

IRI_p = IRI promedio

IRI_c = IRI característico

ds = Desviación estándar

Tabla 19

Sectorización por IRI promedio, Pte. Tingo Chico - Llata

IRI - PROMEDIO TRAMO - PTE. TINGO CHICO - LLATA					
SECTOR	PROGRESIVA		DISTANCIA KM	IRI PROMEDIO	ESTADO VIAL
	INICIAL	FINAL			
1	0+000	10+000	10.00	7.4	REGULAR
2	10+000	26+500	16.50	15.7	MUY MALO
3	26+500	27+500	1.00	8.4	MALO
4	27+500	31+000	3.50	16.4	MUY MALO

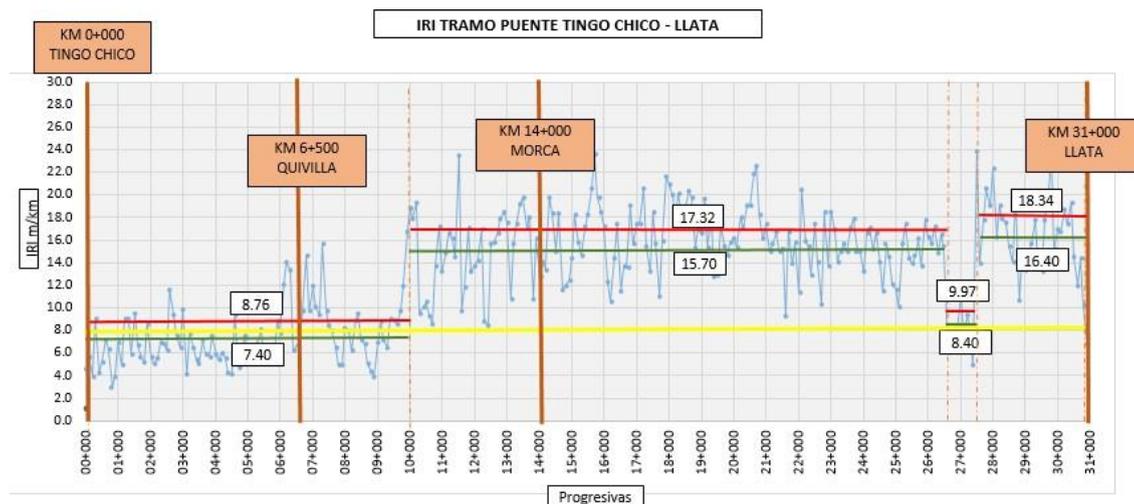
Tabla 20

Valores de IRI Característico, Pte. Tingo Chico – Llat

IRI CARACTERÍSTICO TRAMO - PTE. TINGO CHICO - LLATA						
SECTOR	PROGRESIVA		DISTANCIA KM	DESVIACION ESTANDAR	IRI CARACTERISTICO $X+0.524*S$	NIVEL DE SERVICIO $IRI_c < 8m/km$
	INICIAL	FINAL				
1	0+000	10+000	10.00	2.6	8.76	INCUMPLIMIENTO
2	10+000	26+500	16.50	3.1	17.32	INCUMPLIMIENTO
3	26+500	27+500	1.00	3	9.97	INCUMPLIMIENTO
4	27+500	31+000	3.50	3.7	18.34	INCUMPLIMIENTO

Figura 14

IRI promedio e IRI característico, Puente Tingo Chico – Llata.



Entre los kilómetros 10+000 al 28+500 y del 27+500 al 31+000 el IRI promedio es mayor que 10m/km por lo tanto en estos kilómetros el estado vial es Muy Malo, entre los kilómetros 26+500 al 27+500 el estado vial es malo y del kilómetro 0+000 al kilómetro 10+000 el estado vial es regular.

Los valores del IRI característico los valores son mayores que 8m/km, por lo tanto, No cumple con el nivel de servicio exigido en el manual de mantenimiento del MTC.

Tabla 21

Sectorización por valores del IRI – Tramo Llata - Antamina

IRI - PROMEDIO TRAMO - LLATA - ANTAMINIA					
SECTOR	PROGRESIVA		DISTANCIA KM	PROMEDIO	ESTADO VIAL
	INICIAL	FINAL			
1	31+000	33+300	2.30	13.2	MUY MALO
2	33+300	38+800	5.50	11.3	MUY MALO
3	38+800	58+300	19.50	14.1	MUY MALO
4	58+300	69+600	11.30	8.6	MALO

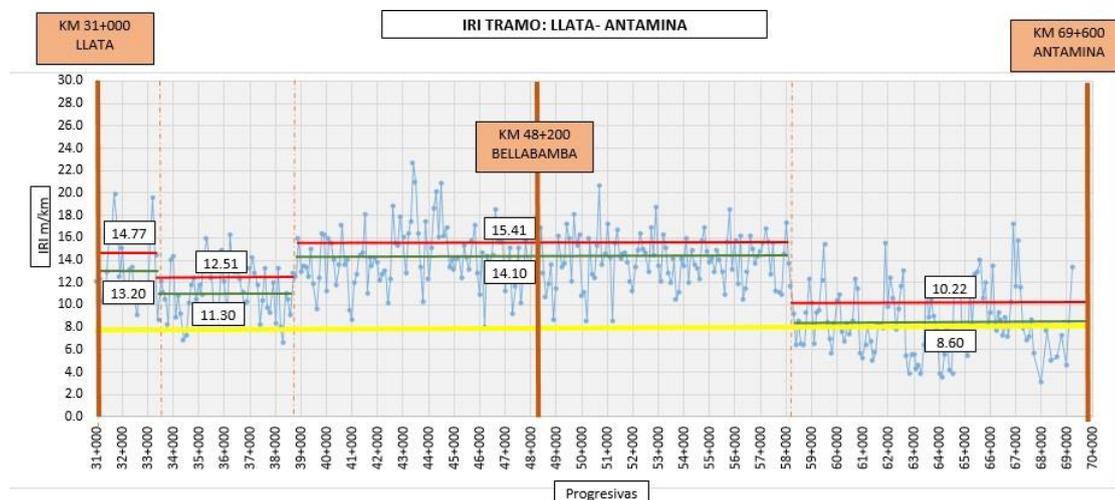
Tabla 22

Valores de IRI Característico Tramo Llata - Antamina

IRI CARACTERÍSTICO TRAMO - LLATA - ANTAMINIA						
SECTOR	PROGRESIVA		DISTANCIA A KM	DESVIACION ESTANDAR	IRI CARACTERÍSTICO O $X+0.524*S$	NIVEL DE SERVICIO IRIc < 8m/km
	INICIAL	FINAL				
1	31+000	33+300	2.30	3	14.77	INCUMPLIMIENTO
2	33+300	38+800	5.50	2.3	12.51	INCUMPLIMIENTO
3	38+800	58+300	19.50	2.5	15.41	INCUMPLIMIENTO
4	58+300	69+600	11.30	3.1	10.22	INCUMPLIMIENTO

Figura 15

Valores de IRI promedio e IRI característico, Llata - Antamina



Entre los kilómetros 31+000 al 58+300 el IRI promedio es mayor que 10m/km por lo tanto en estos kilómetros el estado vial es Muy Malo, entre los kilómetros 58+300 al 69+6000 el estado vial es malo.

Los valores del IRI característico los valores son mayores que 8m/km, por lo tanto, No cumple con el nivel de servicio exigido en el manual de mantenimiento del MTC.

Tramificación por evaluación URCI e IRI

Con los datos obtenidos de las Evaluaciones del pavimento, que comprende los resultados de la medición del URCI e IRI, se definió la tramificación según el estado en que se encontraba el pavimento.

El criterio utilizado para la tramificación de la carretera fue objetivo, ya que se utilizó un método basado en procedimientos analíticos como el de las Diferencias Acumuladas, descrito en el apéndice J de la Guía de Diseño de Pavimentos ASSHTO 1993.

Tabla 23

Sectorización por valores de URCI e IRI de la carretera.

SECTORIZACIÓN EN CALZADA - PTE. TINGO CHICO - LLATA - ANTIMINA					
SECTOR	PROGRESIVA		DISTANCIA KM	URCI	IRI
	INICIAL	FINAL			
1	0+000	0+750	0.75	72	7.4
2	0+750	10+000	9.25	61	7.4
3	10+000	11+600	1.6	61	15.7
4	11+600	18+000	6.4	39	15.7
5	18+000	26+500	8.5	61	15.7
6	26+500	27+500	1	61	8.4
7	27+500	31+000	3.5	61	16.4
8	31+000	33+300	2.3	61	13.2
9	33+300	38+800	5.5	61	11.3
10	38+800	45+000	6.2	61	14.1
11	45+000	50+500	5.5	36	14.1
12	50+500	58+300	7.8	60	14.1
13	58+300	69+600	11.3	60	8.6

4.1.6 Análisis de la condición de los elementos viales

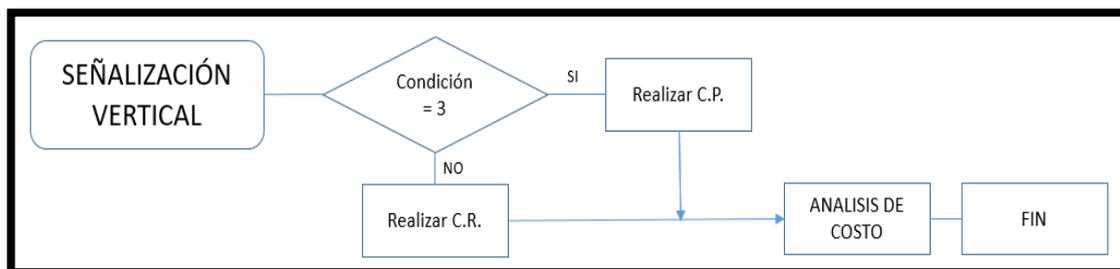
Teniendo en cuenta la bibliografía presentada en el marco teórico, se muestra un diagrama de flujo para la toma de decisiones en cuanto al nivel de intervención en los elementos viales, como datos de entrada se tiene:

- Inventario Vial
- Índice de Condición del Afirmado (URCI)
- Índice de Regularidad Superficial (IRI)

PARA LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL

Figura 16

Flujograma para señalización vertical en toma de decisiones.

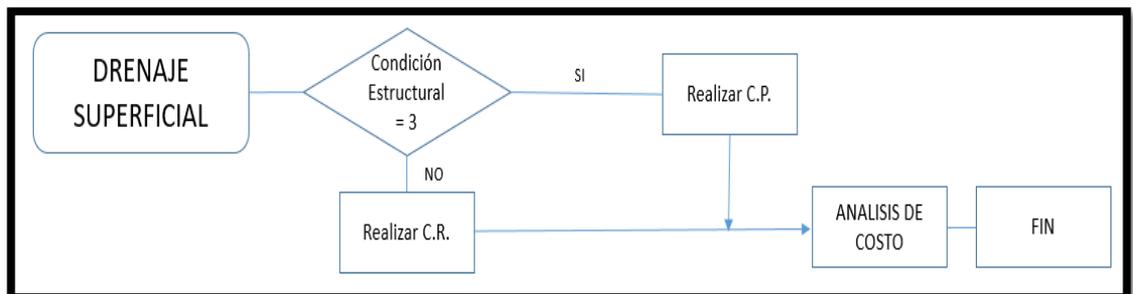


- Los elementos de señalización vertical que se obtienen en el inventario realizado deben de ser analizados de acuerdo al diagrama de flujo mostrado.
- Si la condición de una señal vertical es igual a 3, se debe programar la Conservación Periódica (C.P.) de ese elemento, si no lo es, entonces se realiza la Conservación Rutinaria (C.R.).
- Luego de asignar el nivel de intervención a cada elemento de la señalización vertical, se pasa a realizar el análisis de costo para la programación y ejecución.

PARA EL DRENAJE SUPERFICIAL

Figura 17

Flujograma para drenaje superficial en toma de decisiones.



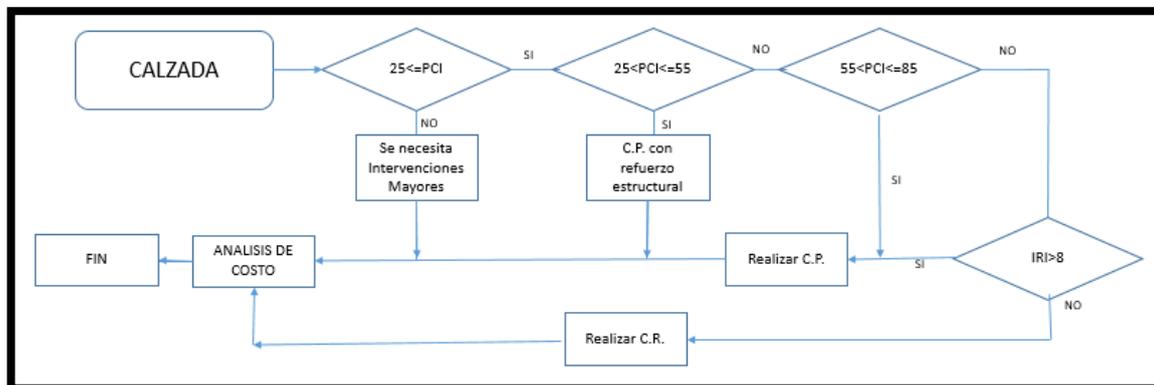
Los elementos del drenaje superficial de la carretera que se obtienen en el inventario realizado, deben de ser analizados de acuerdo al diagrama de flujo mostrado.

- Si la condición estructural de un elemento igual a 3, se debe considerar una Conservación Periódica (C.P.), si no lo es, entonces se considera solo la Conservación Rutinaria.
- Luego de asignar el nivel de intervención a cada elemento que compone el drenaje superficial de la carretera, se pasa a realizar el análisis de costo para la programación y ejecución.

PARA LA CALZADA

Figura 18

Flujograma para Calzada en toma de decisiones de conservación.



- Según los datos obtenidos del URCI, IRI deben de ser analizados de acuerdo al diagrama de flujo mostrado.
- Si el URCI es menor o igual que 25 la intervención que se debe realizar no estaría incluido dentro de las actividades de conservación, ya que pertenecería a una intervención mayor como mejoramiento, rehabilitación o reconstrucción.
- Si el URCI es mayor que 25 pero menor o igual que 55, entonces se debe de considerar una conservación periódica con refuerzo estructural.
- Si el URCI es mayor que 55, pero menor o igual que 85, entonces se debe de considerar una conservación periódica.
- SI el URCI es mayor que 85 entonces se debe de analizar con los datos obtenidos del IRI.
- Si el sector es presenta un IRI mayor a 8, se debe de considerar la conservación periódica, caso contrario se debe realizar trabajos de conservación rutinaria.
- Después de haber obtenido el nivel de intervención de la sectorización de la calzada, se procede a realizar el análisis de costo de las actividades para la posterior programación y ejecución.

4.1.7 Propuesta de Modelo de mantenimiento en vías no pavimentada

A continuación, se presenta un esquema con la secuencia a tomar en la propuesta de modelo de mantenimiento para la carretera no pavimentada.

- Evaluación de los elementos viales
- Análisis la condición de los elementos
- Toma de decisión del nivel de intervención
- Relación de actividades a realizar
- Medición del nivel de servicio inicial
- Ejecución de actividades
- Medición de nivel de servicio final

Relación de actividades

Tomando en consideración el diagrama de actividades de mantenimiento mostradas en el Item 2.3.7, y el nivel de intervención resultante por cada elemento de la carretera luego de realizar el análisis de condición de los elementos viales, así como el diagrama de flujo mostrados en las imágenes 16, 17 y 18, se realiza el cuadro de actividades a ejecutar en la carretera Puente Tingo Chico – Llata – Antamina.

Tabla 24

Actividades a realizar a nivel de mantenimiento periódico

MANTENIMIENTO	ACTIVIDADES
MANTENIMIENTO DE CALZADA	PERFILADO CON RECARGA DE MATERIAL
	REPOSICIÓN TOTAL DE SEÑALES PREVENTIVAS
MANTENIMIENTO DE SEÑALES VERTICALES	REPOSICIÓN TOTAL DE SEÑALES REGLAMENTARIAS
	REPOSICIÓN TOTAL DE SEÑALES INFORMATIVAS
	REPOSICIÓN DE HITO KILOMÉTRICO
MANTENIMIENTO DE DRENAJE SUPERFICIAL	REPARACIÓN MAYOR DE ALCANTARILLAS
	REPARACIÓN MAYOR DE BADENES

Tabla 25
Actividades a realizar a nivel de mantenimiento rutinario

MANTENIMIENTO RUTINARIO	ACTIVIDADES
MANTENIMIENTO DE CALZADA	BACHEO EN AFIRMADO
	PERFILADO SIN APORTE DE MATERIAL
	CONTROL DE POLVO MEDIANTE RIEGO DE AGUA
	LIMPIEZA DE CUNETAS
MANTENIMIENTO DE DRENAJE SUPERFICIAL	RECONFORMACIÓN MENOR DE CUNETAS
	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS
	REPARACIÓN MENOR DE ALCANTARILLAS
	REPARACIÓN MENOR DE BADENES
MANTENIMIENTO DE PLATAFORMA	LIMPIEZA DE BADENES
	LIMPIEZA DE CALZADA Y BERMAS
	LIMPIEZA DE SEÑALES
	REPINTADO DE POSTES
MANTENIMIENTO DE SEÑALES VERTICALES	REPOSICION DE SEÑAL PREVENTIVA
	REPOSICION DE SEÑAL REGLAMENTARIA
	REPOSICION DE SEÑAL INFORMATIVA
	REPINTADO DE HITOS
MANTENIMIENTO DE DERECHO DE VÍA	REPOSICIÓN DE HITOS
	CONSERVACIÓN DE DERECHO DE VÍA (ROCE)

Medición del Nivel de Servicio Inicial

Se realiza 3 mediciones del Nivel de Servicio Inicial de la carretera en estudio Puente Tingo Chico – LLata – Antamina, esta medición del Nivel de Servicio se realiza antes de la ejecución de las actividades de conservación obtenidas del análisis de la condición de los elementos viales.

El cálculo del Nivel de Servicio se realiza con el procedimiento que se ejecuta en los contratos de conservación por niveles de servicio, la cual se encuentra especificado en el marco teórico, obteniendo como resultado:

Nivel de Servicio = 100% - (% promedio de incumplimiento de nivel de servicio)

Tabla 26*Primera medición del Nivel de Servicio en la carretera***PRIMER MEDICION**

Item	Subtramo (Progresivas)	Longitud (Kms)	Kilometro Evaluado (Progresivas)	Porcentaje de Incumplimiento
1	000+000 010+000	10	Km. 1+000 - Km. 2+000	33.70 %
2	010+000 020+000	10	Km. 15+000 - Km. 16+000	40.80 %
3	020+000 030+000	10	Km. 22+000 - Km. 23+000	39.70 %
4	030+000 040+000	10	Km. 35+000 - Km. 36+000	41.30 %
5	040+000 050+000	10	Km. 43+000 - Km. 44+000	34.70 %
6	050+000 060+000	10	Km. 56+000 - Km. 57+000	36.60 %
7	060+000 069+600	9.6	Km. 63+000 - Km. 64+000	44.20 %
TOTAL				38.71 %

A :PROMEDIO DE PORCENTAJES DE INCUMPLIMIENTO EVALUACION (SUBTOTAL)	38.71 %
NIVEL DE SERVICIO DE LA CARRETERA	61.29 %

Tabla 27*Segunda medición del Nivel de Servicio en la carretera***SEGUNDA MEDICION**

Item	Subtramo (Progresivas)	Longitud (Kms)	Kilometro Evaluado (Progresivas)	Porcentaje de Incumplimiento
1	000+000 010+000	10	Km. 4+000 - Km. 5+000	39.30 %
2	010+000 020+000	10	Km. 12+000 - Km. 13+000	40.70 %
3	020+000 030+000	10	Km. 23+000 - Km. 24+000	38.50 %
4	030+000 040+000	10	Km. 38+000 - Km. 39+000	37.60 %
5	040+000 050+000	10	Km. 40+000 - Km. 41+000	34.10 %
6	050+000 060+000	10	Km. 55+000 - Km. 56+000	36.10 %
7	060+000 069+600	9.6	Km. 61+000 - Km. 62+000	29.50 %
TOTAL				36.54 %

A :PROMEDIO DE PORCENTAJES DE INCUMPLIMIENTO EVALUACION (SUBTOTAL)	36.54 %
NIVEL DE SERVICIO DE LA CARRETERA	63.46 %

Tabla 28*Tercera medición del Nivel de Servicio en la carretera***TERCERA MEDICION**

Item	Subtramo (Progresivas)	Longitud (Kms)	Kilometro Evaluado (Progresivas)	Porcentaje de Incumplimiento
1	000+000 010+000	10	Km. 7+000 - Km. 8+000	31.30 %
2	010+000 020+000	10	Km. 14+000 - Km. 15+000	36.10 %
3	020+000 030+000	10	Km. 28+000 - Km. 29+000	36.60 %
4	030+000 040+000	10	Km. 36+000 - Km. 37+000	36.60 %
5	040+000 050+000	10	Km. 47+000 - Km. 48+000	36.50 %
6	050+000 060+000	10	Km. 53+000 - Km. 54+000	31.10 %
7	060+000 069+600	9.6	Km. 65+000 - Km. 66+000	34.30 %
TOTAL				34.64 %

A :PROMEDIO DE PORCENTAJES DE INCUMPLIMIENTO EVALUACION (SUBTOTAL)	34.64 %
NIVEL DE SERVICIO DE LA CARRETERA	65.36 %

4.1.8 Implementación del modelo propuesto

Se realiza la implementación del modelo propuesto mediante la ejecución de actividades definidas en las tablas 24 y 25 después de realizar la ejecución de estas actividades se realizará la medición del nivel de servicio.

Cabe indicar que las actividades de mantenimiento rutinaria son actividades que se realizan diariamente, con el objetivo de dar un buen funcionamiento de estos elementos, el metrado que consideramos es un metrado referencial por año.

Tabla 29*Metrado de actividades a nivel de mantenimiento periódico*

METRADO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO -PTE. TINGO CHICO - LLATA - LA UNIÓN			
MANTENIMIENTO PERIÓDICO	ACTIVIDADES	UND	CANTIDAD

MANTENIMIENTO DE CALZADA	PERFILADO CON RECARGA DE MATERIAL	M2	391,500.00
	REPOSICIÓN TOTAL DE SEÑALES PREVENTIVAS	UND	4.00
MANTENIMIENTO DE SEÑALES VERTICALES	REPOSICIÓN TOTAL DE SEÑALES REGLAMENTARIAS	UND	4.00
	REPOSICIÓN TOTAL DE SEÑALES INFORMATIVAS	UND	1.00
	REPOSICIÓN DE HITO KILOMÉTRICO	UND	70.00
MANTENIMIENTO DE DRENAJE SUPERFICIAL	REPARACIÓN MAYOR DE ALCANTARILLAS	UND	44.00
	REPARACIÓN MAYOR DE BADENES	UND	13.00

Tabla 30*Medrado de actividades a nivel de mantenimiento rutinario*

METRADO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO RUTINARIO - PTE. TINGO CHICO - LLATA -ANTAMINA			
MANTENIMIENTO RUTINARIO	ACTIVIDADES	UND	CANTIDAD
	BACHEO EN AFIRMADO	M3	6,612.00
MANTENIMIENTO DE CALZADA	PERFILADO SIN APORTE DE MATERIAL	M	69.60
	CONTROL DE POLVO MEDIANTE RIEGO DE AGUA	M2	835.20
	LIMPIEZA DE CUNETAS	M	69,600.00
	RECONFORMACIÓN MENOR DE CUNETAS	M	348.00
MANTENIMIENTO DE DRENAJE SUPERFICIAL	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	UND	38.00
	REPARACIÓN MENOR DE ALCANTARILLAS	UND	87.00
	REPARACIÓN MENOR DE BADENES	UND	87.00
	LIMPIEZA DE BADENES	M3	300.00
MANTENIMIENTO DE PLATAFORMA	LIMPIEZA DE CALZADA Y BERMAS	KM	69.60
	LIMPIEZA DE SEÑALES	UND	11.00
	REPINTADO DE POSTES	UND	11.00
	REPOSICION DE SEÑAL PREVENTIVA	UND	6.00
MANTENIMIENTO DE SEÑALES VERTICALES	REPOSICION DE SEÑAL REGLAMENTARIA	UND	3.00
	REPOSICION DE SEÑAL INFORMATIVA	UND	1.00
	REPINTADO DE HITOS	UND	70.00
	REPOSICIÓN DE HITOS	UND	7.00
MANTENIMIENTO DE DERECHO DE VÍA	CONSERVACIÓN DE DERECHO DE VÍA (ROCE)	M2	27,840.00

Nivel de Servicio Final

Luego de la aplicación de las actividades, se realizan 3 mediciones del nivel de servicio de la carretera en estudio.

Tabla 31

Cuarta medición del Nivel de Servicio en la carretera

CUARTA MEDICION

Item	Subtramo (Progresivas)	Longitud (Kms)	Kilometro Evaluado (Progresivas)	Porcentaje de Incumplimiento
1	000+000 010+000	10	Km. 4+000 - Km. 5+000	5.60 %
2	010+000 020+000	10	Km. 16+000 - Km. 17+000	5.60 %
3	020+000 030+000	10	Km. 25+000 - Km. 26+000	2.00 %
4	030+000 040+000	10	Km. 35+000 - Km. 36+000	4.00 %
5	040+000 050+000	10	Km. 49+000 - Km. 50+000	4.30 %
6	050+000 060+000	10	Km. 57+000 - Km. 58+000	2.00 %
7	060+000 069+600	9.6	Km. 64+000 - Km. 65+000	4.00 %
TOTAL				3.93 %

A :PROMEDIO DE PORCENTAJES DE INCUMPLIMIENTO EVALUACION (SUBTOTAL)	3.93 %
NIVEL DE SERVICIO DE LA CARRETERA	96.07 %

Tabla 32

Quinta medición del Nivel de Servicio en la carretera

QUINTA MEDICION

Item	Subtramo (Progresivas)	Longitud (Kms)	Kilometro Evaluado (Progresivas)	Porcentaje de Incumplimiento
1	000+000 010+000	10	Km. 9+000 - Km. 10+000	5.00 %
2	010+000 020+000	10	Km. 11+000 - Km. 12+000	4.00 %
3	020+000 030+000	10	Km. 28+000 - Km. 29+000	5.00 %
4	030+000 040+000	10	Km. 33+000 - Km. 34+000	4.00 %
5	040+000 050+000	10	Km. 45+000 - Km. 46+000	2.30 %
6	050+000 060+000	10	Km. 57+000 - Km. 58+000	2.30 %
7	060+000 069+600	9.6	Km. 66+000 - Km. 67+000	3.60 %
TOTAL				3.74 %

A :PROMEDIO DE PORCENTAJES DE INCUMPLIMIENTO EVALUACION (SUBTOTAL)	3.74 %
NIVEL DE SERVICIO DE LA CARRETERA	96.26 %

Tabla 33*Sexta medición del Nivel de Servicio en la carretera***SEXTA MEDICION**

Item	Subtramo (Progresivas)	Longitud (Kms)	Kilometro Evaluado (Progresivas)	Porcentaje de Incumplimiento
1	000+000 010+000	10	Km. 2+000 - Km. 3+000	4.60 %
2	010+000 020+000	10	Km. 13+000 - Km. 14+000	7.00 %
3	020+000 030+000	10	Km. 28+000 - Km. 29+000	2.00 %
4	030+000 040+000	10	Km. 38+000 - Km. 39+000	4.00 %
5	040+000 050+000	10	Km. 45+000 - Km. 46+000	4.30 %
6	050+000 060+000	10	Km. 56+000 - Km. 57+000	2.30 %
7	060+000 069+600	9.6	Km. 63+000 - Km. 64+000	2.30 %
	TOTAL			3.79 %

A :PROMEDIO DE PORCENTAJES DE INCUMPLIMIENTO EVALUACION (SUBTOTAL)	3.79 %
NIVEL DE SERVICIO DE LA CARRETERA	96.21 %

4.2 Análisis de Resultados**4.2.1 Resultados****De la evaluación de los elementos viales**

Con la evaluación de los elementos viales se pudo determinar la condición de la carretera.

De los elementos de Drenaje Superficial

Con referencia a los elementos de drenaje superficial, con la evaluación de los elementos de se pudo determinar el estado de estos elementos, encontrándose

que los elementos de alcantarillas que corresponde a 139 Unidades, de las cuales estructuralmente 74 se encuentran en buen estado, 21 en regular y 44 en mal estado; funcionalmente 60 se encuentran en buen estado, 54 en regular estado y 25 en mal estado funcional.

Figura 19

Resumen del estado estructural de alcantarillas por tramos

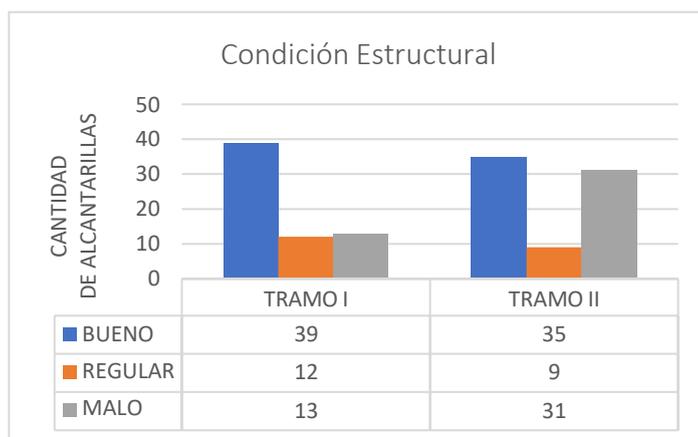
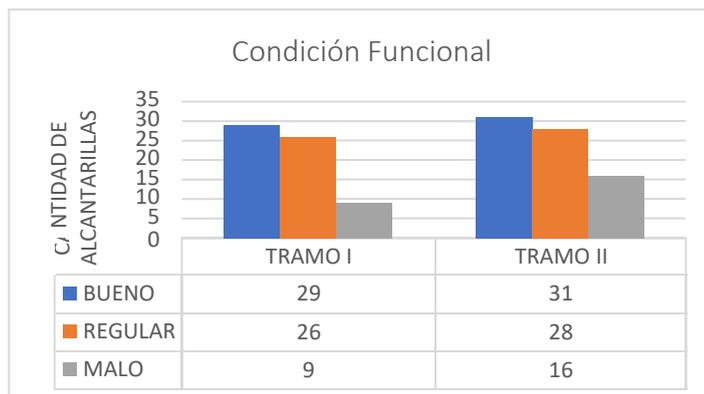


Figura 20

Resumen del estado funcional de alcantarillas por tramos



De los badenes se cuantificó un total de 24, de las cuales estructuralmente 13 se encuentran en buen estado, y 11 en mal estado; funcionalmente 13 se encuentran en buen estado, y 11 en mal estado funcional.

Figura 21
Resumen del estado funcional de badenes

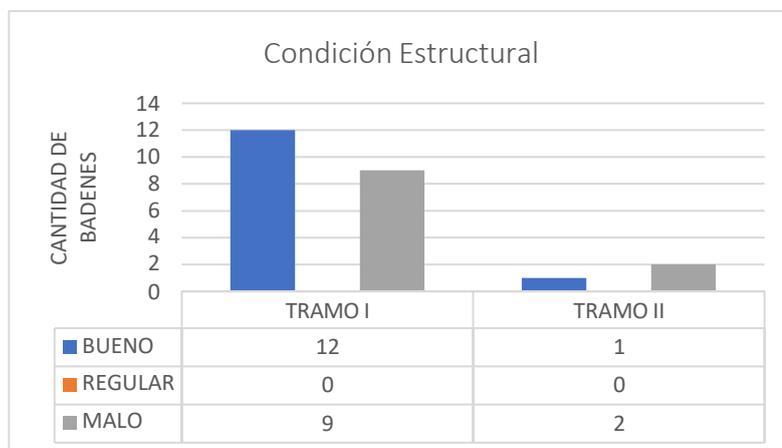
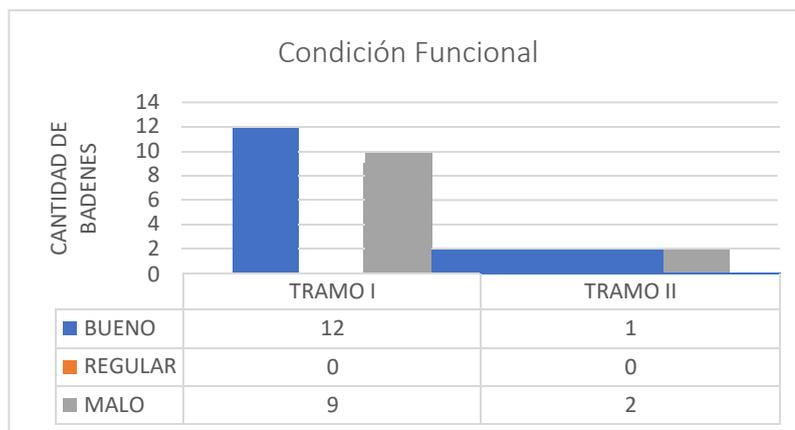


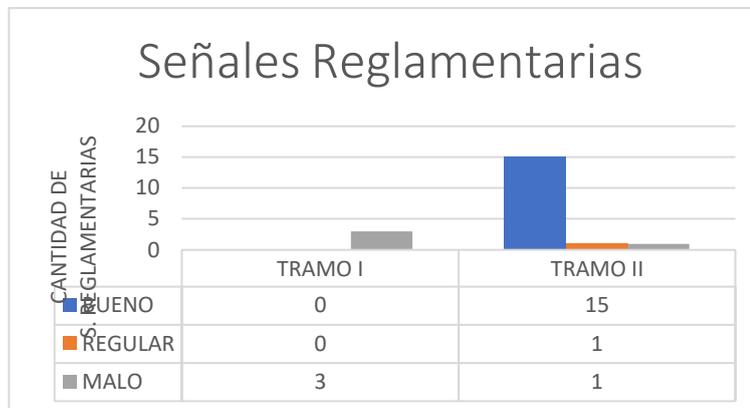
Figura 22
Resumen del estado funcional de badenes



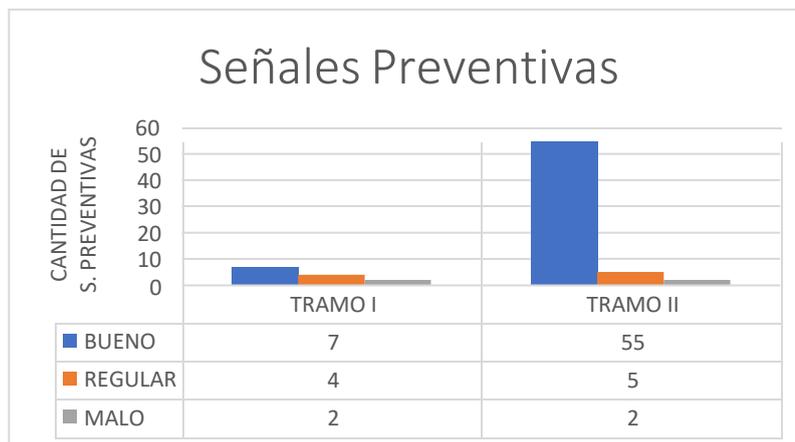
De los elementos de Señalización Vertical

Con la evaluación de los elementos de Señalización Vertical se determinó el estado de estas, siendo un total de 20 Unidades de señales reglamentarias, 75 Unidades de señales preventivas, 26 señales informativas y 70 hitos kilométricos.

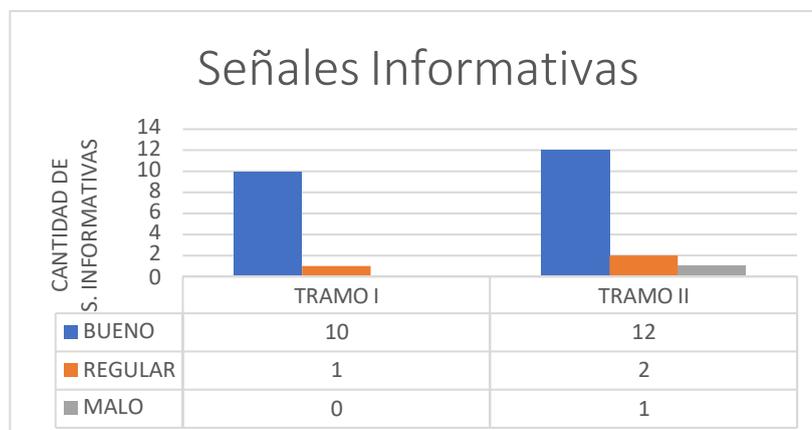
En señales reglamentarias 15 se encuentran en buen estado, 1 en regular y 4 en mal estado.

Figura 23*Resumen del estado de las señales reglamentarias*

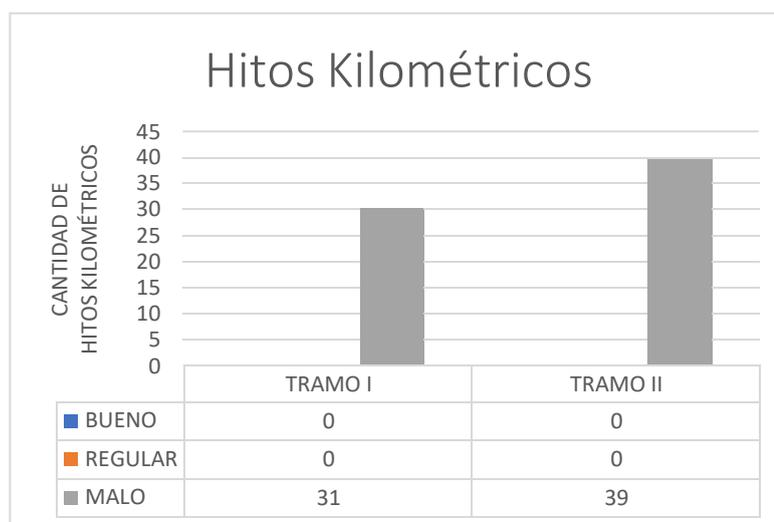
En señales preventivas 62 se encuentran en buen estado, 9 en regular estado y 4 en mal estado.

Figura 24*Resumen del estado de las señales preventivas*

Señales informativas 22 en buen estado, 3 en regular estado y 1 en mal estado.

Figura 25*Resumen del estado de las señales informativas*

Los hitos kilométricos 70 se encuentran en mal estado.

**Figura 26** *Resumen del estado de los hitos kilométricos por tramos***De la calzada**

De la evaluación del estado superficial y el estado funcional de la calzada mediante los datos IRI y URCI, se determinó el estado de la calzada, teniendo como resultado valores de URCI que van desde 36 (estado pobre) hasta 72 (estado muy bueno), y en cuanto al IRI desde 16.4 (Muy malo) hasta 7.4 (Regular).

Del análisis de la condición de los elementos viales

Con el análisis de la condición de los elementos se propuso los tipos de intervención en la carretera.

Del nivel de mantenimiento

Mediante el análisis de los resultados de los elementos viales se determinó el tipo de intervención que se deben realizar en la carretera. Para el nivel de intervención a realizarse para el mantenimiento de la vía no pavimentada, se realizó la toma de decisiones mediante los diagramas de flujo de las Figura N° 16, 17 y 18 teniendo como dato de entrada la condición de los elementos viales.

De la propuesta del modelo de gestión

Con la propuesta del modelo de mantenimiento en la carretera no pavimentada se determinó las actividades a realizar en la carretera Puente Tingo Chico – Llata – Antamina, como se indica en la tabla 24 y 25, así como la cantidad de metrado a ejecutar para mejorar el nivel de servicio, la cual se encuentra en las tablas 29 y 30.

De los niveles de servicio antes de la ejecución de las actividades del modelo de mantenimiento

Con la implementación del modelo de mantenimiento propuesto se realizaron las actividades determinadas, teniendo como resultado la mejora del nivel de servicio. Para ver la mejora de los niveles de servicio se realizaron 3 mediciones antes de la ejecución de las actividades, la cual muestra que el Nivel de servicio en la primera medición fue de 61.29%, la segunda medición de 63.46% y la tercera medición de 65.36%, siendo estos valores menores a 95%

Tabla 34

Resumen de valores de la Medición de nivel de servicio antes de la implementación del modelo

Número de Medición	Porcentaje de Incumplimiento	Nivel de Servicio
1	38.71%	61.29%
2	36.54%	63.46%
3	34.64%	65.36%

De los niveles de servicio después de la ejecución de las actividades del modelo de mantenimiento

Los niveles de servicio obtenidos luego de la ejecución de actividades definidas mediante el modelo de mantenimiento mostraron valores mayores que 95%,

siendo la tercera medición igual a 96.07%, la cuarta 96.26% y la quinta 96.21%, teniendo como valores resultados mayores que antes de aplicar el modelo de mantenimiento, llegando a brindar un buen nivel de servicio de la carretera.

Tabla 35

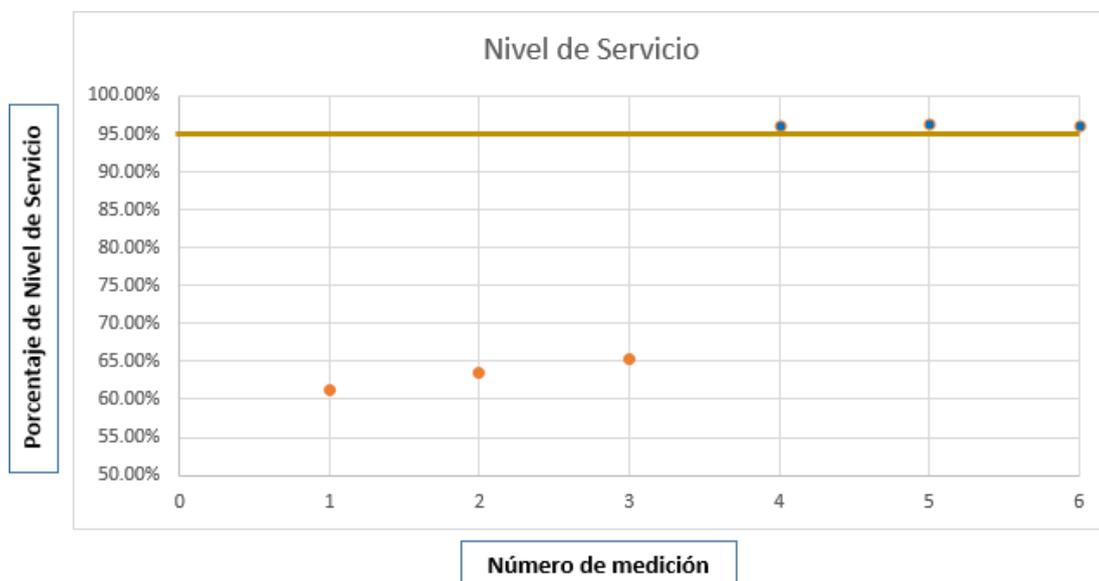
Resumen de valores de la Medición de nivel de servicio después de la implementación del modelo

Número de Medición	Porcentaje de Incumplimiento	Nivel de Servicio
4	3.93%	96.07%
5	3.74%	96.26%
6	3.79%	96.21%

Los niveles de servicio mejoran mediante la aplicación del modelo de gestión, cuantificando una mejora de casi un 50%, siendo este nivel de servicio obtenido mayor a un 95% dando como resultado un nivel de servicio óptimo.

Figura 27

Valores del nivel de servicio antes y después de la implementación



4.2.2 Contrastación de Hipótesis

Contrastación de Hipótesis Específica 1:

“Los elementos de la carretera no pavimentada se evalúan mediante el inventario de condición vial del Ministerio de Transporte y Comunicaciones y la calzada mediante la metodología URCI e IRI para conocer la condición de la carretera no pavimentada para el mejoramiento del nivel de servicio”.

De acuerdo a lo obtenido en el ítem 4.1.3 y 4.1.4 y lo mostrado en las tablas 9, 10, 11 y 12 para los elementos de drenaje superficial y las tablas 13, 14, 15 y 16 para la señalización vertical, los datos son obtenidos y evaluados mediante el inventario de condición vial Ministerio de Transportes y Comunicaciones, y para el caso de la calzada, como lo muestra el Ítem 4.1.5 y lo mostrado en la tabla 23 los datos son evaluados y obtenidos mediante la metodología URCI e IRI.

Contrastación de Hipótesis Específica 2:

“El análisis de la condición de los elementos de la vía propone los tipos de intervención a realizar en la vía no pavimentada para el mejoramiento de los niveles de servicio”.

Como se puede observar en las figuras 16, 17 y 18 mediante el análisis se pudo determinar el nivel de intervención a los elementos de la carretera, resultando que para mejorar el nivel de servicio se necesitan realizar intervenciones tanto a nivel de mantenimiento periódico como rutinario.

Contrastación de Hipótesis Específica 3:

“La propuesta del modelo de mantenimiento en la carretera no pavimentada define las actividades de mantenimiento para la mejora el nivel de servicio”.

Como se puede observar en la tabla 24 y 25, el modelo de mantenimiento establece las actividades que se necesitan en la carretera no pavimentada.

Contrastación de Hipótesis Específica 4:

“La implementación del modelo propuesto de mantenimiento en vías no pavimentadas con las actividades y tipos de intervención mejora el nivel de servicio”.

Realizando la medición del nivel de servicio antes de la ejecución de las actividades se obtiene que el nivel de servicio es menor a 66% y luego de realizar la implementación del modelo propuesto con los tipos de intervención y actividades se observa que el nivel de servicio para la carretera Pte. Tingo Chico – Llata – Antamina mejora considerablemente, llegando a valores mayores que 95%.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

1. Realizando el inventario de condición se determina el estado de los elementos de drenaje superficial y señalización vertical, en cuanto a las alcantarillas, estructuralmente se encuentran entre buen y mal estado como se muestra en la figura 19, funcionalmente se verifica que la mayor parte se encuentran entre buen y regular estado (figura 20); en los badenes, estructuralmente y funcionalmente solo se encuentran entre buen y mal estado (figura 21 y 22); En señales reglamentarias la mayor cantidad se encuentra en buen estado (figura 23); en señales preventivas la mayor cantidad se encuentran en buen estado (figura 24); señales informativas la mayor cantidad se encuentran en buen estado (figura 25); los hitos kilométricos la totalidad se encuentra en mal estado (figura 26); y para la calzada se determina el estado con los valores del Índice de Condición del camino no pavimentado (URCI) y el Índice de Regularidad Superficial (IRI) (tabla 23).
2. Con el análisis de condición se propone los tipos de intervención de los elementos viales de drenaje, señalización y calzada, para el tramo Puente Tingo Chico – Llata – Antamina se propone mantenimiento periódico (tabla 24) y mantenimiento rutinario (tabla 25).
3. Con la propuesta del modelo de mantenimiento se define las actividades de mantenimiento periódico (tabla 29) y mantenimiento rutinario (tabla 30).
4. Se mejora el nivel de servicio al implementar el modelo de mantenimiento en la carretera no pavimentada Puente Tingo Chico – Llata – Antamina obteniendo valores iniciales de 61.29%, 63.46% y 65.36%, como se muestra en la tabla 34, y luego de la implementación del modelo de mantenimiento se obtienen valores de 96.07%, 96.26% y 96.21%, como se muestra en la tabla 35. Siendo que inicialmente los valores del nivel de servicio son menores al 70%, y luego de la implementación se obtienen valores mayores al 95% (figura 27).

5.2 Recomendaciones

1. Se recomienda implementar la medición de niveles de servicio a las carreteras atendidas por administración directa realizando mediciones mensuales para cuantificar el estado que se encuentra dichas carreteras.
2. Se recomienda incluir el análisis del IRI y del URCI conjuntamente en carreteras no pavimentadas para obtener la mejor decisión en cuanto al nivel de intervención y actividades a realizar en las carreteras no pavimentadas.
3. Así como el inventario de condición se realiza anualmente por administración directa, se debería realizar la medición del tráfico vehicular anualmente en las carreteras para así tener valores más exactos sobre el crecimiento vehicular por año y así definir si las carreteras necesitan mayores intervenciones de mantenimiento para mantener la buena transitabilidad.
4. En lo académico y laboral se recomienda que todo el personal técnico de las entidades públicas a cargo del mantenimiento de las carreteras reciba capacitaciones sobre metodologías de gestión para la mejora en la planificación, ejecución, control y monitoreo del mantenimiento de las carreteras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asociación Mundial de la Carretera. *“Importancia de la Conservación de Carreteras”* Francia 2014.
- Baltodano, W. E. (2017). *“Modelo de Gestión de Conservación Vial basado en criterios de sostenibilidad para reducir los costos de Mantenimiento Vial en la carretera Desvío Salaverry – Santa”*. (Tesis de maestría para optar el grado de Maestro en Transportes y Conservación Vial). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
- Benzadon, M. (2007) *“Diseño e implementación de un sistema de gestión vial y de espacio público para Bogotá, Colombia”* Colombia.
- Borja, M. (2012). *“Metodología de la Investigación Científica para Ingenieros”*. Chiclayo.
- Calles, A. M. (2016). *“Modelo de Gestión de Conservación Vial para la Red Vial Rural del Cantón Pastaza”*. (Tesis de maestría para optar el grado de Magíster en Ingeniería Vial). Pontificia Universidad Católica del Ecuador
- Choque, H. (2012) *“Evaluación de aditivos químicos en la eficiencia de la conservación de superficies de rodadura en carreteras no pavimentadas”* Tesis para optar grado de Ingeniero Civil). UNI. Lima.
- Del Rosario, A. (2017). *“Diseño de un plan de mantenimiento para infraestructuras viales en la Republica Dominicana. Aplicación a la carretera El Seibo – Hato Mayor”*. (Tesis de maestría para optar el grado de Master Universitario en Planificación y Gestión en Ingeniería Civil). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.
- Díaz, D. (2015). *“Problemas suscitados en el proceso constructivo de Pavimentos con Tratamiento de Solución Básica y Alternativas aplicables para un óptimo desarrollo”* (Tesis para optar grado de Ingeniero Civil). UNI. Lima.

- Heitzman M. y Ray E. (2013). *“THIN HMA OVERLAYS FOR PAVEMENT PRESERVATION AND LOW VOLUME ASPHALT ROADS”* (NCAT) National Center for Asphalt Technology. Estados Unidos.
- Instituto Peruano de Economía IPE. *Lecciones del Mantenimiento de Carreteras en el Perú 1992-2007*. Edición mayo 2008, Lima – Perú.
- Juárez. M. (2017) *“Reducción de costos en mantenimiento aplicando modelo de gestión para la conservación vial en la carretera Lima – Canta, 2017 Tramo: Santa Rosa de Quives – Canta”*. Tesis para optar grado de Ingeniero Civil). UCV. Lima.
- Menéndez, J. R. (2003). *“Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas”* (Manual Técnico Oficina Internacional del Trabajo) Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. *“Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial”*. (Norma técnica). Edición 2018. Perú
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. *“Manual de Carreteras Suelos Geología y Pavimentos, Sección Suelos y Pavimentos”*. (Norma técnica). Edición 2014. Perú
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. *“Programa Multianual de Inversiones (PMI) del Sector Transporte y Comunicaciones para el periodo 2022 - 2024”*. Edición 2021. Perú.
- Ministerio de Obras Públicas. *“Manual de Carreteras, Mantenimiento Vial”*. (Norma técnica) Edición 2014. Chile.
- Ministerio de Transporte. *“Manual de Mantenimiento de Carreteras”* Volumen I. (Norma técnica) Edición 2016. Colombia.
- Ministerio de Transporte. *“Manual de Mantenimiento de Carreteras”* Volumen II. (Norma técnica) Edición 2016. Colombia.
- Montalvo, K. (2018). *“Modelo de Gestión de conservación vial, para reducir costos de mantenimiento vial y operación vehicular en la carretera departamental ruta SM- 104, tramo: lamas - emp. PE-5n (puente Bolivia); km 00+000 al km 14+180, departamento San Martín, Provincia Lamas, Distrito Lamas Shanao”*

- (Tesis para optar grado de Ingeniero Civil). Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto.
- Navarro, W. P. (2016). *“Modelo de Gestión de Conservación Vial para la Red Vial Rural del Cantón Santo Domingo.”* (Tesis de maestría para optar el grado de Magíster en Ingeniería Vial) Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito.
- 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 Riobaba, San Luis, Punín, Flores, Cebadas de la Provincia de Chimborzao - Ecuador”*. Trabajo de Investigación para la obtención del grado de Magister en Vías Terrestres. Universidad Técnica de Ambato-Ecuador.
- Simón, L. M. (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 para optar el grado académico de Maestro en Ingeniería Vial con mención en Carreteras, Puentes y Túneles). Universidad Ricardo Palma. Lima.
- Ulloa, F. W. (2012). *“Sistema de Gestión de la Supervisión del Servicio de Conservación de Carreteras Afirmadas por Niveles de Servicio”* (Tesis de maestría para optar el grado de Maestro en Gestión y Administración de la Construcción). UNI, Lima.
- Vera, W. y Araujo, C. (2017). *“Evaluación del Comportamiento de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con Cloruro de Magnesio Hexahidratado (Ocoña – Piuca / Camaná - Arequipa)”* (Tesis para optar grado de Ingeniero Civil). USMP. Lima

ANEXOS

ANEXO A: Declaración de Autenticidad

ANEXO B: Autorización de consentimiento para realizar la investigación

ANEXO C: Matriz de Consistencia y Operacionalización

ANEXO D: Matriz de Operacionalización

ANEXO E: Instrumentos Utilizados.

ANEXO A: Declaración de Autenticidad



Universidad
Ricardo Palma

Escuela de Posgrado

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y NO PLAGIO

DECLARACIÓN DEL GRADUANDO

Por el presente, el graduando: *(Apellidos y nombres)*

Ochoa Simón, Luis Ivinson

en condición de egresado del Programa de Posgrado:

Maestría en Ingeniería Vial con Mención en Carreteras, Puentes y Túneles

deja constancia que ha elaborado la tesis intitulada:

Modelo de Mantenimiento en vías no pavimentadas para optimizar el nivel de servicio

Declara que el presente trabajo de tesis ha sido elaborado por el mismo y no existe plagio/copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por cualquier persona natural o jurídica ante cualquier institución académica, de investigación, profesional o similar.

Deja constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no ha asumido como suyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o de la Internet.

Asimismo, ratifica que es plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asume la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento y es consciente de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, el graduando se somete a lo dispuesto en las normas de la Universidad Ricardo Palma y los dispositivos legales vigentes.

Firma del graduando

24 de febrero del 2022

Fecha

ANEXO B: Autorización de consentimiento para realizar la investigación



Universidad
Ricardo Palma

Escuela de Posgrado

AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR LA INVESTIGACIÓN

**DECLARACIÓN DEL RESPONSABLE DEL AREA O DEPENDENCIA
DONDE SE REALIZARA LA INVESTIGACIÓN**

Dejo constancia que el área o dependencia que dirijo, ha tomado conocimiento del proyecto de tesis titulado:

Modelo de Mantenimiento en vías no pavimentadas para optimizar el nivel de servicio

el mismo que es realizado por el Sr./Srta. Estudiante (Apellidos y nombres):

Ochoa Simón, Luis Ivinson

, en condición de estudiante - investigador del Programa de:

Maestría en Ingeniería Vial con Mención en Carreteras, Puentes y Túneles

Así mismo señalamos, que según nuestra normativa interna procederemos con el apoyo al desarrollo del proyecto de investigación, dando las facilidades del caso para aplicación de los instrumentos de recolección de datos.

En razón de lo expresado doy mi consentimiento para el uso de la información y/o la aplicación de los instrumentos de recolección de datos:

Nombre de la empresa: Provias Nacional	Autorización para el uso del nombre de la Empresa en el Informe Final	SI
		NO

Apellidos y Nombres del Jefe/Responsable del área: Guevara Martínez, Francisco	Cargo del Jefe/Responsable del área: Jefe Unidad Zonal - Huánuco
---	---

Teléfono fijo (incluyendo anexo) y/o celular: 985 841 048	Correo electrónico de la empresa: fguevara@proviasnac.gob.pe
--	---

08 de octubre del 2021

Firma

Fecha

ANEXO C: Matriz de Consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	
¿Cómo la implementación de un modelo de mantenimiento en vías no pavimentadas por administración directa, optimiza el nivel de servicio de la carretera Puente Tingo Chico – Llata – Antamina de ruta nacional PE-3NH en la región Huánuco?	Implementar un modelo de mantenimiento en vías no pavimentadas por administración directa para el mejoramiento del nivel de servicio según el manual de mantenimiento vial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC, en la carretera Puente Tingo Chico – Llata – Antamina del Km 0+000 al Km 69+600 de ruta nacional PE-3NH en la región Huánuco en el año 2021	La implementación del modelo de mantenimiento en vías no pavimentadas por administración directa, mejora el nivel de servicio de la carretera Puente Tingo Chico – Llata – Antamina de ruta nacional PE-3NH.	MODELO DE MANTENIMIENTO EN VIAS NO PAVIMENTADAS A NIVEL DE AFIRMADO	INVENTARIO DE CONDICION
				CONDICIÓN DE LOS ELEMENTOS VIALES
				ACTIVIDADES Y TIPOS DE MANTENIMIENTO
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPOTESIS ESPECÍFICA	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES
a) ¿Cuáles son los elementos de la carretera no pavimentada mediante el inventario de condición vial del Ministerio de Transporte y Comunicaciones y la calzada mediante la metodología URCI e IRI para el mejoramiento del nivel de servicio?	a) Evaluar los elementos de la carretera no pavimentada mediante el inventario de condición vial del Ministerio de Transporte y Comunicaciones y la calzada mediante la metodología URCI e IRI para conocer la condición de la carretera no pavimentada para el mejoramiento del nivel de servicio.	a) Los elementos de la carretera no pavimentada se evalúan mediante el inventario de condición vial del Ministerio de Transporte y Comunicaciones y la calzada mediante la metodología URCI e IRI para conocer la condición de la carretera no pavimentada para el mejoramiento del nivel de servicio	NIVEL DE SERVICIO	TIPO DE VÍA

<p>b) ¿Cuál es el análisis de la condición de los elementos de la carretera no pavimentada para proponer los tipos de intervención a realizar para el mejoramiento del nivel de servicio?</p>	<p>b) Analizar la condición de los elementos de la carretera no pavimentada para proponer los tipos de intervención a realizar para el mejoramiento del nivel de servicio.</p>	<p>b) El análisis de la condición de los elementos viales propone los tipos de intervención a realizar en la vía no pavimentada para el mejoramiento de los niveles de servicio.</p>		
<p>c) ¿Cuál es el modelo de mantenimiento en la carretera no pavimentada para definir las actividades para el mejoramiento del nivel de servicio?</p>	<p>c) Proponer un modelo de mantenimiento en la carretera no pavimentada para definir las actividades de mantenimiento para el mejoramiento del nivel de servicio.</p>	<p>c) La propuesta del modelo de mantenimiento en la carretera no pavimentada define las actividades de mantenimiento para la mejora el nivel de servicio</p>		ELEMENTO VIAL
<p>d) ¿Cómo el implementar el modelo propuesto de mantenimiento de la carretera no pavimentada con las actividades y niveles de intervención mejora el nivel de servicio?</p>	<p>d) Implementar el modelo propuesto de mantenimiento de la carretera no pavimentada con actividades tipos de intervención para cuantificar el mejoramiento del nivel de servicio.</p>	<p>d) La implementación del modelo propuesto de mantenimiento en vías no pavimentadas con las actividades y tipos de intervención mejora el nivel de servicio</p>		

ANEXO D: Matriz de Operacionalización

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
MODELO DE MANTENIMIENTO EN VIAS NO PAVIMENTADAS	Hace referencia al conjunto de procedimientos y actividades interconectadas racional y ordenadamente para lograr un mantenimiento o conservación vial que asegure el buen nivel de servicio de la carretera a los usuarios	La variable será evaluada mediante la condición de los elementos viales y las actividades serán consideradas con los tipos de intervención en el marco del mantenimiento y/o conservación de carreteras	Inventario de Condición	Longitud	Ficha de inventario GPS Odómetro Wincha
				Ancho de Calzada	
				Señalización	
				Drenaje Superficial	
			Condición de los elementos viales	Condición Superficial de la calzada (URCI)	Equipo de medición de IRI - Rughometer III
				Condición Funcional de la calzada (IRI)	Fichas de URCI
				Condición de drenaje superficial	Fichas de condición de elementos viales
				Condición de la señalización	
			Actividades y tipos de mantenimiento y/o conservación	Mantenimiento Rutinario	Manuales de mantenimiento o conservación de carreteras Contratos anteriores de intervenciones en la carretera
				Mantenimiento Periódico	
Actividades en calzada					
Actividades en drenaje superficial					
	Actividades en señalización				
NIVEL DE SERVICIO	Indicadores que se utilizan para medir la satisfacción del servicio que brinda la carretera a los usuarios.	El nivel de servicio se medirá de acuerdo al tipo de vía y los elementos viales que hay en este.	Tipo de vía	Indicadores de Servicio	Manuales de mantenimiento en carreteras Contratos anteriores.
			Elemento vial	Tolerancia de elementos	Manuales de mantenimiento en carreteras Contratos anteriores.

