

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

ESCUELA DE POSTGRADO



**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

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN TRANSPORTES
Y CONSERVACIÓN VIAL**

AUTOR:

Br. Wilman Erik Baltodano Contreras

ASESOR:

Ms. Ricardo Narváez Aranda

Trujillo, octubre 2017

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi familia en general, por compartir conmigo buenos y malos momentos. Porque ellos son mi motor y motivo para salir adelante, quienes no me permiten caer y a quienes quiero con toda el alma. Asimismo dedico la presente tesis a la persona que me brindó su apoyo incondicional para la realización de la presente tesis.

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por haberme guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mi madre Carmela Contreras Vega y Margarita Vega Montes por brindarme su apoyo incondicional, por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida no solo en conocimientos sino también en valores, porque ellas para mí son mi ejemplo a seguir, quien no me permite caer ante las adversidades de la vida.

Gracias Mg. Ricardo Narváez Aranda por creer en mí, por su confianza, apoyo y dedicación de tiempo, por compartir sus conocimientos. Gracias por darme la oportunidad de crecer profesionalmente y aprender cada día algo nuevo.

Finalmente quiero agradecer a mis compañeros por su amistad y apoyo incondicional.

RESUMEN

El mantenimiento de la infraestructura de transporte, y particularmente el de las carreteras, ha adquirido considerable importancia durante los últimos 20 años, es por eso que he considerado de suma importancia la realización de la presente tesis denominada “Modelo de gestión de conservación vial basado en criterios de sostenibilidad para reducir los costos de mantenimiento vial en la carretera desvío Salaverry – Santa”.

La disponibilidad de vías adecuadas para el transporte es esencial, tanto para garantizar la competitividad y capacidad exportadora de los países como para promover su desarrollo local y la calidad de vida de sus habitantes. Es por ello que los países de la región han hecho y están haciendo grandes esfuerzos para mejorar su vialidad básica. Sin embargo, a medida que las redes viales son utilizadas por el transporte de carga las vías se van deteriorando, y si no se mantienen oportuna y adecuadamente, ese deterioro alcanza niveles que pueden requerir su reconstrucción en períodos relativamente cortos con relación a la vida útil prevista en la decisión de inversión original.

En la presente investigación, se analizó la carretera desvío Salaverry – Santa, la cual servirá como modelo, para aplicar una adecuada gestión de conservación vial, que permitirá reducir los costos de mantenimiento vial.

En la etapa de campo se recolectó información primordial que nos ayudó a obtener información del estado actual de la vía, asimismo se evaluó el inventario vial, para posteriormente analizar, evaluar y diagnosticar; complementario a ello, se recopiló información de los Contratos de Gestión y Conservación Vial por Niveles de Servicio y de los informes de Mantenimiento Vial, en donde se recogió información histórica de los estudios ejecutados y las intervenciones realizadas.

Finalmente exponemos las conclusiones y recomendaciones sobre el Sistema de Gestión de Conservación aplicado a las vías para que el mantenimiento funcione de forma eficiente.

ABSTRACT

The maintenance of the transport infrastructure, particularly the road infrastructure, has acquired considerable importance during the last 20 years, which is why I have considered the implementation of this thesis called "road conservation management model based on Sustainability criteria to reduce road maintenance costs on the Salaverry - Santa diversion road".

The availability of adequate transport routes is essential both to guarantee the countries' competitiveness and export capacity and to promote their local development and the quality of life of their inhabitants. That is why the countries of the region have made and are making great efforts to improve their basic road. However, as road networks are used by freight transport the roads deteriorate, and if not maintained timely and adequately, that deterioration reaches levels that may require their reconstruction in relatively short periods in relation to the useful life Provided for in the original investment decision.

In the present investigation, the desvio Salaverry - Santa, which will serve as a model, to implement a proper management of road conservation, which will reduce the costs of road maintenance.

In the field stage, we collected key information that helped us to obtain information about the current state of the road, as well as evaluating the road inventory, to subsequently analyze, evaluate and diagnose; Complementary to this, information was collected on the Management and Road Maintenance Contracts by Service Levels and Road Maintenance reports, where historical information was gathered from the studies carried out and the interventions carried out.

Finally we present the conclusions and recommendations on the Conservation Management System applied to the roads so that the maintenance works efficiently.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	11
1. Planteamiento del problema.....	12
2. Formulación del problema	13
3. Justificación de la investigación	14
4. Hipótesis	14
5. Antecedentes de la investigación.....	15
II. MARCO TEÓRICO	23
1. La conservación vial.....	23
2. Sistemas de gestión	30
3. Sostenibilidad en el mantenimiento	30
4. Modalidades empleadas para ejecutar el mantenimiento de redes viales	32
5. Clasificación de los deterioros o fallas.....	33
6. Tipos y causas de los daños estructurales	34
7. Tipos y causas de los daños superficiales	34
8. Costos de mantenimiento vial	36
III. MATERIAL Y MÉTODOS.....	45
1. Material	45
2. Métodos.....	45
IV. RESULTADOS	50
1. Análisis de resultados.....	50
2. Características técnicas de la vía	51
3. Evolución del tráfico	52
4. Interpretación de datos	53
5. Evolución del tráfico y carga 2015 - 2016	55

6. Conteo vehicular	61
7. Encuestas Origen.....	85
8. Determinación de la IMDA.....	88
9. Proyección de tráfico	105
10. Estudio de cargas	116
11. Estudio de velocidades.....	117
12. Tráfico.....	119
13. Mediciones de deflectometría y evaluación.....	121
14. Medición del IRI.....	138
15. Modalidades de conservación	141
16. Modalidades de ejecución de conservación.....	147
17. Evaluación técnica-económica del proyecto (HDM).....	148
18. Umbrales y políticas de conservación y mantenimiento.....	148
19. Políticas de conservación y mantenimiento.....	149
20. Mantenimiento de la infraestructura, conservación y mantenimiento rutinario y periódico	150
21. Modelación HDM de velocidades	150
V. DISCUSIÓN.....	160
VI. PROPUESTA	163
1. Generalidades	163
2. Ubicación y descripción del área de trabajo.....	164
3. Características técnicas de la vía.....	165
4. Topografía	167
5. Clima	167
6. Tipo de suelo	167

7. Población local	168
8. Tráfico	171
9. Metodología - modelo operativo	172
10. Evaluación económica	175
11. Metodología	175
12. Situación actual (alternativa base sin proyecto).....	177
13. Administración.....	183
14. Previsión de evaluación	185
15. Cronograma de actividades.....	186
CONCLUSIONES.....	190
RECOMENDACIONES.....	194
BIBLIOGRAFÍA.....	196
ANEXOS	197

I. INTRODUCCIÓN

El Perú es uno de los países sudamericanos con menos carreteras pavimentadas y con más carreteras en mal estado. Nuestra densidad de vías pavimentadas por kilómetros cuadrados de superficie está muy por debajo de la media regional, superando sólo a Bolivia en el área andina.

Entre los objetivos del mantenimiento vial, está la preservación de las inversiones efectuadas en las labores de construcción o rehabilitación, asegurando la transitabilidad permanente, de modo cómodo y seguro; reduciendo los costos de operación y mantenimiento de los vehículos usuarios de la vía.

Después de construida y rehabilitada la vía, éste se encuentra en buenas condiciones, el Mantenimiento Rutinario evita el desgaste prematuro, y cuando las condiciones han cambiado de bueno a regular se realiza el Mantenimiento Periódico a fin de restaurar las condiciones iniciales.

En carreteras asfaltadas, el indicador más usado en el Perú para definir cuando se requiere el mantenimiento periódico es el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) propuesto por el Banco Mundial en 1986, que cuantifica la respuesta de un vehículo en movimiento a las variaciones en el perfil longitudinal, el valor de rugosidad para un pavimento nuevo está en el orden de 1.5 m/km y cuando el IRI es mayor a 5.5 m/km el pavimento requiere rehabilitación.

La capacidad del pavimento para soportar las cargas repetidas se determina mediante ensayos no destructivos, el más usado en el Perú es la medición de deflexiones con la Viga Benkelman.

En este sentido, el continuo aumento de los requerimientos de conservación no ha venido acompañado por un incremento del gasto por parte de las administraciones públicas, debido a los crecientes problemas financieros de éstas últimas motivados por

los importantes compromisos derivados de las prestaciones sociales. En consecuencia, estos déficits de conservación han implicado que las redes de carreteras de un buen número de países, tanto desarrollados como en vías de desarrollo, se encuentren en un estado de conservación inferior al deseable.

Lo que se pretende con la presente tesis es generar un incremento progresivo de las necesidades de conservación y rehabilitación de las carreteras.

1. Planteamiento del problema

“El Estado Peruano tiene el compromiso de promover la inversión privada y la inversión pública en infraestructura a efectos de incentivar la competitividad y la integración nacional y regional, asegurando la cobertura, la calidad y el mantenimiento de los servicios en el tiempo, con precios adecuados. Asimismo, tiene el compromiso de desarrollar en forma específica la infraestructura vial, portuaria, aeroportuaria, de saneamiento, de telecomunicaciones y de energía, con inversiones tanto privada y como pública”. Provias Nacional (2014)

Estos compromisos tienen como objetivo principal reducir con el déficit existente en infraestructura y contribuir así a alcanzar la productividad y la competitividad del país al brindarse las condiciones necesarias de la población para su desarrollo.

“Las políticas del Sector Transportes, en lo que se refiere a vialidad, se orientan a potenciar y expandir los impactos positivos que conlleva la mejora de la transitabilidad de las redes viales y la recuperación del patrimonio vial del país, a partir de una visión de conjunto. El propósito es mejorar y alcanzar niveles razonables de transitabilidad y gestión en los tres tipos de redes viales: nacional, departamental y vecinal.” Provias Nacional (2014)

El problema de la infraestructura vial en el Perú no solo se limita a la falta de construcción, sino que está presente también en las vías construidas, existe una demanda para mejorar las condiciones, capacidad y seguridad de las vías en el Perú, no sólo mediante la construcción de nuevas carreteras, sino también por el mantenimiento de las existentes en la mejor condición posible.

Mejorar el estado en que se encuentran las carreteras desvío SALAVERY – SANTA es un factor de vital importancia para disminuir costos de mantenimiento constante para el operador de la vía y el usuario que hace uso de esta, que ve incrementado sus gastos en reparaciones de vehículos, mayores tiempos de viaje y accidentes.

De acuerdo al Estudio realizado por APSA para el Concesionario Autopista del Norte (2013), mostró que el 30% por ciento del tramo 4 de la Red Vial N° 4 comprendida entre desvío SALAVERY y SANTA (557+200 al 450+00 de la Panamericana Norte), se encuentra en condición mala a regular, esto a pesar que la última rehabilitación realizada fue ejecutada en el año 2011, en menos de 5 años de vida útil se han presentado deterioros severos de los recapeos asfálticos; he aquí el punto de partida para la formulación de este proyecto, se hace necesario caracterizar los factores críticos relacionados con el mecanismo de falla del recapeo asfáltico y el desarrollo de modelos de predicción de su comportamiento.

2. Formulación del problema

¿En qué medida favorece un modelo de gestión de conservación vial basado en criterios de sostenibilidad para reducir los costos de mantenimiento vial?

3. Justificación de la investigación

La presente investigación se ha realizado para realizar aportes significativos dentro del marco de la Conservación Vial, es por eso que se propone un Modelo de Gestión Vial sostenible el cual está abocado a preservar la red vial entre desvío SALAVERY y SANTA, de tal modo que se puedan reducir costos de mantenimiento vial basándonos en los conceptos de sostenibilidad para poder preservar las redes viales de la carretera desvío SALAVERY – SANTA. De este modo se reduce los costos de mantenimiento, para optimizar los recursos invertidos, mejorando los niveles de servicio y produciendo la reactivación social y económica de los usuarios.

4. Hipótesis

Si proponemos un modelo de gestión de conservación vial basado en criterios de sostenibilidad entonces permitirá reducir los costos de mantenimiento vial.

5. Objetivos:

5.1 General

Proponer un Modelo de Gestión de Conservación Vial sostenible, para reducir los costos de mantenimiento vial, en la carretera desvío SALAVERY - SANTA.

5.2 Específicos

- Evaluar el estado de la carretera Desvío SALAVERY - SANTA.
- Establecer los costos de mantenimiento vial.
- Analizar los modelos de conservación, niveles de mantenimiento y gestión vial.
- proponer un modelo de gestión de conservación vial basado en criterios de sostenibilidad adecuado.

6. Antecedentes de la investigación

Existen trabajos de investigación acerca de modelos de gestión de conservación vial, de tal modo que para la elaboración de este trabajo de investigación se ha considerado los siguientes estudios:

6.1 Antecedentes a nivel internacional

a. “Metodología para diseño de proyectos viales” Nicaragua (2003). Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua. Ing. Karen Deyanira Molina Valle, Ing. Verania de Los Ángeles Cerda González.

En este trabajo se abordan dos aspectos importantes en el Diseño de Proyectos Viales, el primero, la **PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO** y el segundo, el **PROCESO DE DISEÑO**.

Ajustándonos a la Normativa para este tipo de documento, éste se divide en tres partes: La primera referida a la Presentación, la segunda El Cuerpo del Trabajo y la tercera la Parte Final.

El Desarrollo del Tema se subdivide en dos capítulos:

El Primero trata de lo siguiente: Composición de la Red Vial Nacional, Criterios para la Clasificación de una Red Vial, y Estudio de Factibilidad.

En este Capítulo se hace mayor énfasis en el Estudio de Factibilidad, por ser la etapa que antecede al Diseño del Proyecto. A su vez este Estudio nos proporciona indicadores Técnico-Económicos que permiten conocer de la viabilidad del proyecto.

El Segundo Capítulo, trata del Procedimiento que implica la realización de un Diseño Vial, desde las actividades Preliminares, hasta el Diseño Geométrico y Cálculo de Movimiento de Tierra. Finalmente se incluyen las Conclusiones y Recomendaciones

que se derivan del trabajo realizado, así como el Glosario y Bibliografía utilizada.

b. “Modelo de gestión de conservación vial para reducir los costos de mantenimiento vial y operación vehicular en los caminos rurales de las poblaciones de Riobamba, San Luis, Punín, Flores, Cebadas de la Provincia de Chimborazo” Ecuador (2011). Universidad Técnica de Ambato. Ing. René Alexander Rodríguez González.

En el Ecuador, y en general en los países en vías de desarrollo, la falta de una adecuada Gestión de conservación vial, ha producido que las redes viales tengan un ciclo “fatal” de la vía, que incluye la construcción, su abandono, el deterioro excesivo, colapso y su reconstrucción.

Este ciclo “fatal” de la vía, afecta directamente a los usuarios, los cuales ven reflejarse los daños de la vía en el aumento de los costos de operación vehicular, de la misma manera, los recursos de las Instituciones Administradoras de las redes viales, las cuales de no actuar en el momento justo y con actividades necesarias, se ven obligadas a futuro a realizar mayores gastos para mantener las vías en niveles de servicio aceptables, llegando a los extremos de realizar una rehabilitación o reconstrucción dependiendo el grado de deterioro.

En la presente investigación, se analizó la vía Riobamba – San Luis – Punín – Flores – Cebadas, de la provincia de Chimborazo, la cual servirá como modelo, para aplicar una adecuada gestión de conservación vial, que permitirá reducir los costos de operación vehicular y costos de mantenimiento vial.

Realizamos investigaciones de campo para obtener información base, en referencia al estado actual de la vía, realizando un inventario vial, para posteriormente analizar, evaluar y diagnosticar; complementario a ello, se recopiló información en las Instituciones como el Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia de

Chimborazo y el Ministerio de Transporte y Obras Públicas – Chimborazo, en donde se recogió información histórica de los estudios ejecutados y las intervenciones realizadas.

De igual manera se consultó e investigó bibliográficamente, sobre Sistemas de Gestión vial, niveles de conservación vial, modalidades de ejecución, Costos de operación vehicular, costos de mantenimiento vial, de rehabilitación y reconstrucción, sistemas de mediciones e inventario vial, utilizados a nivel nacional e internacional, que son aportes importantes en esta investigación.

Para desarrollar la investigación, nos basamos en seis capítulos, los cuales forman parte integral del cuerpo de la tesis, donde vamos ampliando cada escenario investigado y que aporta al tema.

En la primera parte de la investigación, se formula el problema de investigación, que es la falta de un adecuado modelo de gestión de conservación vial, el cual aporte a la reducción de los costos de operación vehicular y de mantenimiento.

Se recopila la información referente al tema de investigación, antecedentes, criterios de conservación vial, ciclos de la vida de los caminos, inventarios viales, aspectos por los que se deteriora la vía, importancia de la conservación, planes existentes, niveles de actuación, sistemas de gestión, modalidades de aplicación, ahorro de costos de operación vehicular, sus distintas metodologías a nivel de Latinoamérica, se recopiló información sobre los costos de mantenimiento vial, su frecuencia de intervención y niveles de acuerdo a las condiciones de la vía.

Se presenta la metodología aplicada, modalidad de la investigación, niveles y tipo, determinación de la población y muestra, el plan de recopilación de datos y procesamiento de la información.

Se expone el análisis e interpretación de resultados, donde exponemos un análisis

crítico de los datos obtenidos en referencia al inventario vial, tráfico del proyecto, la estructura del pavimento, indicadores del estado del pavimento, tareas de mantenimiento rutinario, periódico, dando una interpretación de los datos y verificando la hipótesis.

Exponemos las conclusiones y recomendaciones sobre el Sistema de Gestión de Conservación, aplicado a las vías para que el mantenimiento funcione de forma eficiente.

Finalmente, se plantea la propuesta, explicando, el modelo de gestión de conservación vial, que permite la reducción significativa de los costos de operación vehicular y de mantenimiento vial.

c. “Gestión de mantenimiento vial preventivo. Revisión y propuesta para Caracas” Venezuela (2008). Universidad Simón Bolívar. Ing. Gabriela Zella de Llavaneras.

El estado de deterioro que presentan las vías de comunicación terrestre (calles y avenidas) ubicadas en el territorio que comprende el Distrito Metropolitano de Caracas DMC exige una nueva manera de enfrentar la gestión del mantenimiento vial.

El colapso de las redes viales en Venezuela y casi toda Latinoamérica, es un fenómeno común en la región, el cual ha alcanzado tal magnitud, que un importante número de países optaron por implantar políticas novedosas de financiamiento de la conservación vial. Las actividades de mayor impacto en el sector se concentran en la rehabilitación más que en el mantenimiento, las cuales además no se encuentran a la par ni tienen el mismo ritmo en correspondencia con el crecimiento del parque automotor lo cual contribuye al congestionamiento.

Este trabajo de investigación plantea la necesidad de revisar las políticas de gestión de la vialidad urbana en el territorio que comprende el Distrito Metropolitano de Caracas,

así como las fuentes para su financiamiento, dada la alta concentración de usuarios del subsistema vial que se desplaza en el ámbito local, siendo que además las redes urbanas han sido las eternas olvidadas.

La metodología empleada está basada en la revisión documental de experiencias mundiales en gestión vial especialmente en Latinoamérica considerando a los fondos de conservación vial como una de las modalidades más empleadas a tal fin en la región así como la opinión de los expertos encuestados.

6.2 Antecedentes a nivel nacional:

a. “Innovación del método vizir en estrategias de conservación y mantenimiento de carreteras con bajo volumen de tránsito” Lima (2012). Universidad Nacional de Ingeniería. Ing. EDWIN WILDER APOLINARIO MORALES

El trabajo desarrollado, presenta una propuesta para la evaluación de la condición superficial de pavimentos, en carreteras de bajo volumen de tránsito, basado en una modificación del método VIZIR que no es muy difundido en nuestro medio, como ocurre en otros países de Europa, África, América Central y del Sur, donde sirvió de base para el establecimiento de normas nacionales.

Se presenta una alternativa para la evaluación de la condición superficial de pavimentos en carreteras de bajo volumen de tránsito, denominado ESBVT, en donde no se excluye ningún tipo de manifestación de deterioro del pavimento, considerando que son indicadores que presenta el pavimento y que deben usarse para tomar decisiones.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones, como parte de su política de mantenimiento y conservación de la Red Vial Nacional, ejecuta trabajos de mejoramiento de las carreteras de bajo volumen de tránsito, en la cual sólo realiza el mejoramiento de la superficie de rodadura sin modificar la geometría vial, como es el

caso de la carretera Cañete – Chupaca, que presenta un diseño geométrico que se ajusta a las condiciones geográficas del terreno.

Tomando como referencia esta carretera, donde las obras de estabilización de taludes inestables se hallan postergadas en el tiempo, hasta que se incrementa el volumen de tránsito, razón por la cual en el método propuesto se incluye realizar una corrección por fragilidad del pavimento básico, considerando que el deterioro del pavimento está expuesto a factores influyentes, como la topografía, configuración de la sección de la vía, estabilidad de taludes, precipitación pluvial y clima.

Además se presenta un catálogo para la evaluación de pavimentos básicos en carreteras de bajo volumen de tránsito, usando fotos que manifiestan los diversos tipos de deterioros que caracterizan a este tipo de pavimento y permitirá formular estrategias de intervención objetivas y técnicamente sustentadas.

En las carreteras de bajo volumen de tránsito BVT, se carecen de métodos adecuados que permita orientar la evaluación y determinar las necesidades de mantenimiento y reparación en función de la condición del pavimento básico. Los métodos foráneos existentes deben ser innovados para su empleo e implementación de políticas de trabajo, en base a estudios de investigación que contribuyan al mantenimiento y uso de los recursos adecuadamente.

b. “Evaluación estructural de pavimentos flexibles de carreteras de bajo volumen de tránsito Ing. Leonardo Flores González” Lima (2012). Universidad Nacional de Ingeniería. Ing. Leonardo Flores Gonzáles.

En el presente trabajo de investigación, se propone una metodología de diagnóstico del estado estructural del pavimento, basada en cálculo inverso o retro cálculo; el proceso comienza con la recolección de datos de campo, con ayuda de la viga Benkelman se efectúan las mediciones deflectométricas, este tipo de ensayo

corresponde a uno no destructivo; con los resultados obtenidos en campo se calcula el módulo de elasticidad del pavimento a través de un proceso de simulación numérica, las mediciones de campo sirven para la calibración del modelo numérico basado en formulaciones variacionales sin malla MM; para facilitar trabajos futuros de reparación o mantenimiento, se agrupan los datos con un proceso estadístico de discriminación de datos adaptado a carreteras de bajo volumen de tránsito, de manera que tramos de carretera con la misma deformación característica probablemente tengan el mismo procedimiento de reparación o mantenimiento.

6.3 Antecedentes a nivel local

a. “Modelo de gestión de conservación vial para reducir los costos de mantenimiento vial y operación vehicular en la carretera Chiclayo – Chongoyape – Puente Cumbil” Trujillo (2014). Universidad Privada Antenor Orrego. Br. Lucía Ahumada Herrera.

La construcción de vías ha sido importante en el avance de las distintas sociedades, llegando a la actualidad, donde nos encontramos en un mundo globalizado pero con marcadas diferencias entre países desarrollados y en vías de desarrollo, siendo los primeros quienes están a la vanguardia en tecnología, métodos constructivos, programas de conservación y seguridad vial y otras innovaciones en el desarrollo.

Las vías y en forma más general, las redes viales, cubren una necesidad esencial en el mundo moderno, que es disponer de una infraestructura de transporte capaz de llegar a todos los rincones de un territorio. La construcción o mejoramiento de cualquier vía o red vial, representa la concreción de anhelos esperados, se asume que toda obra vial es un avance definitivo que se integra al patrimonio público, y como tal, prestará servicio en buenas condiciones por un período muy prolongado.

El estudio se realizara en la Chiclayo – Chongoyape – Puente Cumbil, Ruta PE – 06A,

que tiene una longitud de 84+584 km, la cual ha sido sometida a un proceso de mantenimiento de su infraestructura, por lo que es necesario proponer un Modelo de Gestión de Conservación Vial, que coadyuve en mantener la vía en un estado óptimo, preservando los recursos invertidos, mejorando los niveles de seguridad, comodidad y rapidez, con un ahorro en los costos de operación vehicular y mantenimiento vial, a su vez promoviendo una regeneración socio económica de los sectores rurales de la provincia, conectados en la red.

II. MARCO TEÓRICO

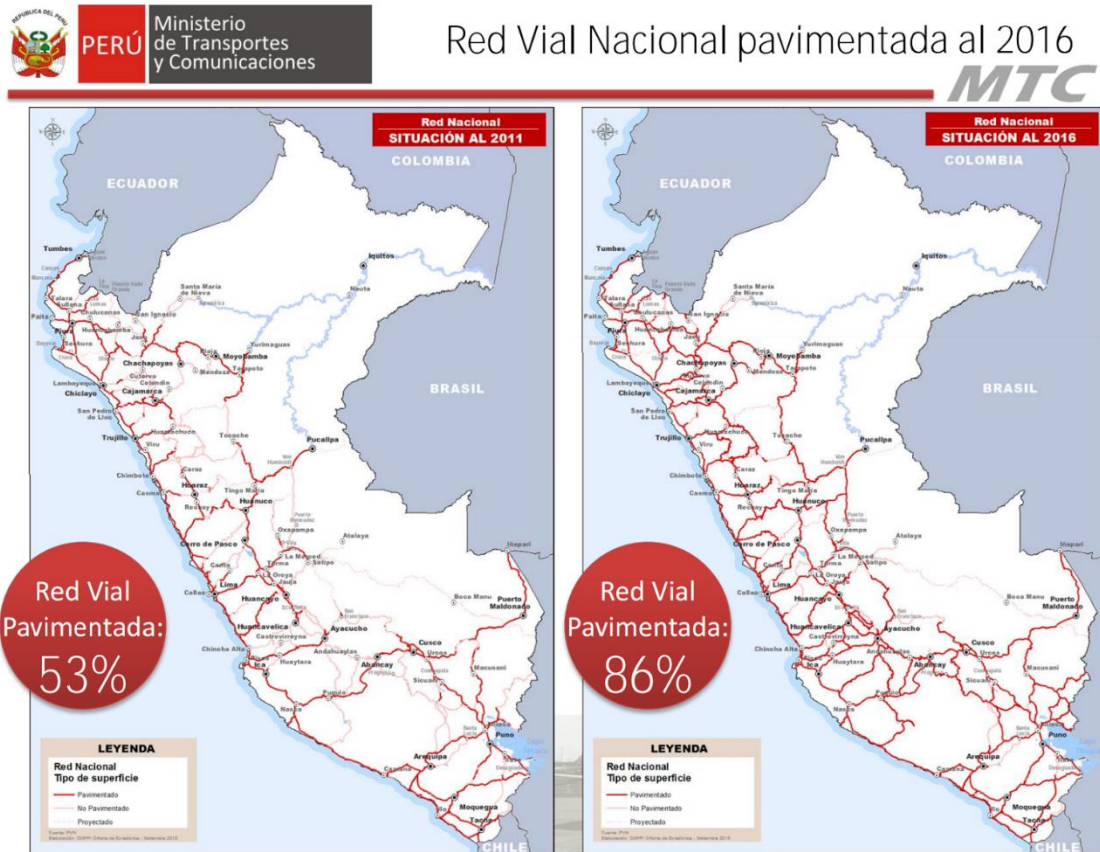
1. La Conservación Vial

Según el diccionario de La Real Academia Española (2016) define a la conservación como “acción y efecto de conservar, en tanto que conservar es mantener una cosa o cuidar de su permanencia”. Entonces conservación vial es “el conjunto de operaciones necesarias para la preservación o mantenimiento de una carretera y de cada uno de sus elementos componentes y complementarios en las mejores condiciones para el tráfico, compatibles con las características geométricas, capa de rodadura que tuvo cuando fue construida, o al estado último a que ha llegado después de las posibles mejoras que haya recibido a lo largo del tiempo.” Provias Nacional (2016)

Según las Especificaciones Técnicas Generales para la conservación de carreteras aprobado por Resolución Directoral N°051-2007-MTC define como “Conjunto de actividades que se realizan para mantener en buen estado las condiciones físicas de los diferentes elementos que constituyen la vía y, de esta manera, garantizar que el tránsito sea cómodo, seguro, fluido y económico”

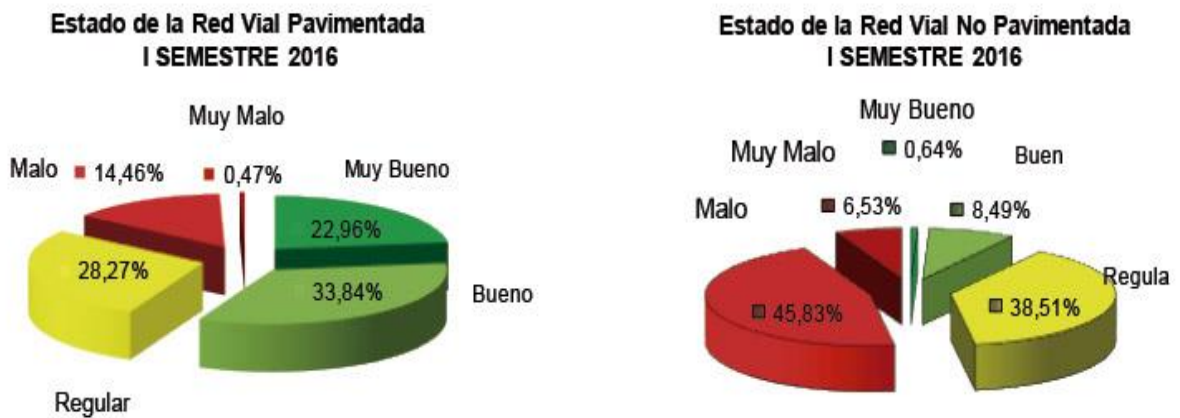
El Ministerio de Transportes y Comunicaciones, mediante Resolución Ministerial N°817-2006-MTC/09 de fecha 07 de noviembre del 2006, aprobó la Política Nacional del Sector Transporte. Es de destacar que esta nueva política da especial importancia a la conservación vial, pues define que se atienda de manera prioritaria y efectiva la infraestructura de transportes y su desarrollo, de acuerdo con la demanda de accesibilidad.

Imagen 1: Red Vial Nacional pavimentada



Fuente: Informe de mapas viales del Ministerio de transportes y comunicaciones. (2016)

Imagen 2: Estado de Red Vial Pavimentada



Fuente: Informe estadístico del Ministerio de transportes y comunicaciones. (2016)

1.2 Niveles de intervención en la conservación vial

a. Mantenimiento rutinario

Según el Manual técnico de mantenimiento rutinario (2006) el mantenimiento rutinario es el “conjunto de actividades que se ejecutan permanentemente y se constituyen en acciones que se realizan diariamente en los diferentes tramos de la vía. Tiene como finalidad principal la preservación de todos los elementos viales con la mínima cantidad de alteraciones o de daños y, en lo posible, conservando las condiciones que tenían después de la construcción o la rehabilitación”. Debe tener el carácter de preventiva y se incluyen en ella las actividades de limpieza de la calzada y de las obras de drenaje, el corte de la vegetación de la zona del derecho de vía y las reparaciones de los defectos puntuales de la plataforma, entre otras.

Las actividades, en general, consideradas como mantenimiento rutinario son las siguientes:

- Limpieza de calzada y pequeños derrumbes.
- Reparación localizada de pequeños defectos en la superficie de rodadura.
- Mantenimiento de los sistemas de drenaje. (Cunetas, alcantarillas).
- Control de la vegetación y mantenimiento de señalización.

Imagen 3: Mantenimiento Rutinario



Fuente: Provias Nacional (2015)

b. Mantenimiento periódico

Según el Manual técnico de mantenimiento rutinario (2015) se denomina mantenimiento periódico al “conjunto de actividades que se ejecutan en periodos, en general, de más de un año y que tienen el propósito de evitar la aparición o el agravamiento de defectos mayores, de preservar las características superficiales, de conservar la integridad estructural de la vía y de corregir algunos defectos puntuales mayores.”

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

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

Imagen 4: Mantenimiento Rutinario



Fuente: Provias Nacional (2015)

c. Rehabilitación

Ejecución de las obras necesarias, para devolver a la infraestructura vial sus características geométricas y portantes originales.

Consiste en la reparación selectiva y de refuerzo estructural, previa demolición parcial de la estructura existente.

La rehabilitación procede cuando el camino se encuentra demasiado deteriorado como para poder resistir una mayor cantidad de tránsito en el futuro, pudiendo incluir algunos mejoramientos en los sistemas de drenaje y de contención.

La rehabilitación tiene como propósito restablecer la capacidad estructural y la calidad de la superficie de rodadura.

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

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

d. Mejoramiento

Se refiere a la introducción de mejoras en los caminos, relacionadas con el ancho, el alineamiento, la curvatura o la pendiente longitudinal, incluidos los trabajos relacionados a la renovación de la superficie y la rehabilitación.

El objetivo de estas labores es incrementar la capacidad del camino y la velocidad de circulación, así como la seguridad de los vehículos que por él transitan. En sentido estricto, estos trabajos no son considerados como actividades de conservación, excepto la renovación de superficie.

e. Reparaciones de emergencia

Son aquellas que se realizan cuando el camino está en mal estado o incluso intransitable, como consecuencia del descuido prolongado o de un desastre natural.

Mediante una reparación de emergencia no se remedian las fallas estructurales, pero se hace posible un flujo vehicular regular por un tiempo limitado. Generalmente, las reparaciones de emergencia dejan el camino en estado regular.

1.3 Objetivos de la Conservación Vial

El Ministerio de transportes y Telecomunicaciones (2016) sostiene que con el propósito de desarrollar la política de conservación vial establecida por el Gobierno Regional se definen los siguientes objetivos de mantenimiento con el fin de asegurar la calidad del servicio vial:

- Preservar las inversiones efectuadas en la construcción, el mejoramiento, la rehabilitación y el mantenimiento periódico de los caminos.
- Garantizar el tránsito permanente para que los usuarios puedan circular diariamente por las vías; es decir, que las interrupciones para su movilización sean mínimas durante el año.
- Proporcionar comodidad, seguridad y economía en la circulación de los vehículos que utilizan los caminos.
- Hacer un uso eficiente y eficaz de los limitados recursos destinados al mantenimiento vial.
- Atender las demandas de los usuarios viales y demás partes interesadas.
- Promover una mayor movilización de bienes y de personas en la región.
- Mejorar continuamente los instrumentos y las técnicas de mantenimiento vial.

Álvarez (2011), afirma que se puede usar como esquema de conservación vial los siguientes objetivos:

- Garantizar la conservación adecuada de la red vial a un costo razonable.
- Permitir que la red vial pueda mantenerse a largo plazo.

- Optimizar la relación beneficio-costo del sistema de transporte.
- Racionalizar el uso de los recursos.
- Preservar el ambiente.

1.4 Importancia de la conservación vial

La conservación vial nos permite:

- Realizar ahorros en los costos de operación vehicular.
- Ahorro de tiempo para los usuarios.
- Preserva la inversión realizada por las instituciones administradoras viales.
- Brinda a los usuarios seguridad, rapidez y confort.
- Permite acceder a servicios como salud, educación y otros como los mercados.

1.5 Plan de Conservación Vial.

Los Administradores viales, son los encargados de realizar un plan de conservación, para intervenir con las acciones necesarias para contrarrestar los desgastes que sufre la vía, para ello se tiene que definir los siguientes aspectos.

Las tareas que se deberán ejecutar.

- El periodo oportuno para su intervención.
- Determinar los sitios donde se ejecutaran las actividades.
- Determinar la cantidad de trabajo a realizar.
- La priorización de las actividades.
- Para la ejecución del plan de conservación podemos basarnos en el programa de Conservación Ordinaria y Ayuda a la vialidad denominado COVI, el cual tiene como finalidad:

- Facilitar la circulación de los vehículos en la infraestructura existente en las condiciones adecuadas de seguridad y de fluidez.
- Retrasar todo lo posible el proceso de degradación de las características funcionales o estructurales de los elementos de la carretera.
- Promover la prestación de servicios complementarios de calidad que faciliten el buen funcionamiento de la circulación y mejoren la comodidad del usuario.
- Obtener datos e información rápida y fiable sobre el uso y funcionamiento de la red.

2. Sistemas de gestión.

Dentro de todos los aspectos de la vialidad, esta se divide en los siguientes sistemas de gestión:

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

En esta investigación nos interesa el **Sistema de conservación ordinaria y ayuda a la vialidad**, también denominado, Gestión Sistemática del Mantenimiento GSM, cuyo objetivo es la programación anual y operativa de las actividades de conservación, la organización de su seguimiento y supervisión y el análisis de resultados obtenidos.

3. Sostenibilidad en el mantenimiento

La sostenibilidad de acuerdo al diccionario de la Real Academia Española (2016) “es un proceso socio-ecológico caracterizado por un comportamiento en busca de un ideal común. Un ideal es un estado o proceso inalcanzable en un tiempo/espacio dados pero infinitamente aproximable y es esta aproximación continua e infinita la que inyecta

sostenibilidad en el proceso”. Solo los ideales sirven de referentes en un ambiente turbulento y cambiante (Ibid). Es un término ligado a la acción del hombre en relación a su entorno, se refiere al equilibrio que existe en una especie basándose en su entorno y todos los factores o recursos que tiene para hacer posible el funcionamiento de todas sus partes, sin necesidad de dañar o sacrificar las capacidades de otro entorno. Por otra parte, sostenibilidad en términos de objetivos, significa satisfacer las necesidades de las generaciones actuales, pero sin afectar la capacidad de las futuras, y en términos operacionales, promover el progreso económico y social respetando los ecosistemas naturales y la calidad del medio ambiente.

No cabe duda que la sostenibilidad del mantenimiento es un factor clave y crítico en la gestión de redes viales. En muchos aspectos, se podría comparar el mantenimiento vial con un motor eléctrico en funcionamiento. En efecto, mientras la alimentación sea constante, el motor seguirá en marcha consumiendo cierta energía y brindando el mismo servicio, pero si el motor se detiene, la energía necesaria para ponerlo nuevamente en marcha es muy superior a la que consume en régimen uniforme, no importando en este caso si el motor ha estado parado un minuto o varios meses. Sucede entonces de manera parecida en el mantenimiento vial, si se deja de hacer, el costo para volver a igual situación será mucho mayor, con el agravante en este caso que ese costo de rehabilitación aumentará conforme sea mayor el período en el cual no se realiza el mantenimiento, y además la velocidad con que aumenta ese costo será mayor a medida que pase el tiempo sin realizarlo.

Mantener o no mantener no es una pregunta válida, las decisiones de gestión pasarán por intentar optimizar continuamente la utilización de los recursos disponibles, en pos de los objetivos planteados para la operación de la red vial, y a partir de una visión amplia de mediano y largo plazo.

La disponibilidad de información actualizada, oportuna y confiable, así como la necesidad de una estructura de financiamiento para el mantenimiento que permita alcanzar y mantener adecuados niveles de gasto en conservación, y finalmente la confiabilidad y consistencia entre todos los diferentes programas que involucran la gestión vial (de inversión, operación y mantenimiento), son factores críticos de éxito y coadyuvan a la sostenibilidad del mantenimiento y consecuentemente del sistema vial. Por último, la sostenibilidad del mantenimiento estará siempre ligada a la voluntad (o decisión) política de los niveles más altos de la administración.

Sin esa férrea voluntad, convenientemente transmitida a los diferentes niveles gerenciales, será imposible recrear el círculo vial virtuoso y mantenerlo en el tiempo. Hace falta el conocimiento adecuado para saber qué es necesario hacer, hace falta capacidad para saber cómo hacerlo, pero indudablemente se necesita la voluntad para llevarlo a cabo. En ocasiones, la falta de esta visión gerencial en materia de gestión del sector repercute inevitablemente en el nivel de mantenimiento.

4. Modalidades empleadas para ejecutar el mantenimiento de redes viales.

Las modalidades de ejecución del mantenimiento vial utilizadas a nivel Institucional son las siguientes:

- Administración Directa.
- Mantenimiento rutinario con microempresas
- Mantenimiento periódico por precios unitarios.
- Mantenimiento integral.
- Mantenimiento por indicadores de estado
- Concesión.

Tabla 1: Modalidades empleadas para el mantenimiento vial

MODALIDAD	OBJETO DEL CONTRATO
Administración directa mantenimiento vial	Administrar en forma directa la conservación vial, utilizando recursos, personal, maquinaria de la propia Institución.
Mantenimiento rutinario con microempresas	Suministro de mano de obra y herramienta menor para ejecutar actividades de mantenimiento rutinario en un sector de carretera, durante un periodo fijo, a cambio de una determinada remuneración por kilómetro atendido.
Mantenimiento periódico por precios Unitarios	Ejecución de trabajos de mantenimiento periódico en un sector de carretera, a precios unitarios, en la cantidad y plazo definidos en el contrato.
Mantenimiento integral	Ejecución de obras de mantenimiento periódico y atención de emergencias, pagadas por precio unitario. Actividades de administración y de mantenimiento rutinario que se pagan por cuotas mensuales fijas durante el desarrollo del contrato.
Mantenimiento por indicadores de estado	Atención completa de la conservación de un sector de carretera para que siempre permanezca dentro de rangos de estado preestablecidos para cada uno de los elementos que componen el sector, a cambio de un determinado precio Mensual.
Concesión vial	Contrato a largo término entre el Estado y un Concesionario que asume la responsabilidad del financiamiento, construcción y mantenimiento de una carretera y su operación por peaje, a través del cual recupera parcial o totalmente la deuda y el capital de riesgo invertido en el proyecto

Fuente: Manual de inventarios viales. Perú (2015)

5. Clasificación de los deterioros o fallas

Los deterioros/fallas de los pavimentos flexibles pueden clasificarse en dos grandes categorías: los deterioros / fallas estructurales y los deterioros/fallas superficiales. Los deterioros de la primera categoría se asocian generalmente con obras de rehabilitación de costo alto. Los deterioros de la segunda categoría se relacionan generalmente con obras de mantenimiento periódico (por ejemplo, carpeta delgada de concreto asfáltico o tratamiento superficial).

6. Tipos y causas de los daños estructurales

Los deterioros estructurales caracterizan un estado estructural del pavimento, concerniente al conjunto de las diferentes capas del mismo o bien solamente a la capa de superficie.

Las cargas circulantes resultan generalmente en:

- Deformaciones verticales elásticas del material de las capas granulares y del suelo de la subrasante.
- Deformaciones horizontales elásticas de tensión por flexión en la parte inferior de las capas asfálticas.

Si la deformación vertical de las gravas y/o suelos excede el límite admisible, se observan deformaciones permanentes del pavimento (hundimiento o ahuellamiento de gran radio). Si la deformación horizontal de tensión por flexión en la parte inferior de las capas asfálticas excede el límite admisible, dichas capas se fisuran en su parte inferior y las fisuras luego se propagan hasta la superficie: fisuras longitudinales en las huellas del tránsito y fisuras en forma de piel de cocodrilo.

Los deterioros o fallas (deformación y/o fisuración) no aparecen de inmediato (en general), sino al cabo de la repetición de cargas definida por la curva de fatiga de cada material.

7. Tipos y causas de los daños superficiales

Los deterioros superficiales se originan en general por un defecto de construcción, por un defecto en la calidad de un producto o por una condición local particular que el tráfico acentúa. Además, pueden resultar de la evolución de deterioros o fallas estructurales.

Se distinguen:

- Los desprendimientos
- Los baches (huecos)
- Las fisuras transversales (que no resultan de la fatiga del pavimento)
- La exudación

El Catálogo propone los tipos de deterioros o fallas siguientes en cuanto a calzada de pavimento flexible (Tabla 2).

Tabla 2
Deterioros o Fallas de los pavimentos asfaltados

Clasificación de los deterioros/fallas	Código de deterioro/falla	Deterioro / Falla	Gravedad
Deterioros o fallas estructurales	1	Piel de cocodrilo	Malla grande (> 0.5 m) sin material suelto Malla mediana (entre 0.3 y 0.5 m) sin o con material suelto Malla pequeña (< 0.3 m) sin o con material suelto
	2	Fisuras	Fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho \leq 1 mm) Fisuras medias corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho >1 mm y \leq 3 mm) Fisuras gruesas corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 3 mm). También se denominan grietas.
	3	Deformación por deficiencia estructural	Profundidad sensible al usuario < 2 cm Profundidad entre 2 cm y 4 cm Profundidad > 4 cm
	4	Ahuellamiento	Profundidad sensible al usuario pero \leq 6 mm Profundidad > 6 mm y \leq 12 mm Profundidad > 12 mm
			Reparación o parchado para deterioros superficiales.

		Reparaciones o parchados	Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en buen estado. Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en mal estado.
Deterioros o fallas superficiales	6	Peladura y Desprendimiento	Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial). Continuo sin aparición de la base granular o puntual con aparición de la base granular Continuo con aparición de la base granular.
	7	Baches (Huecos)	Diámetro < 0.2 m Diámetro entre 0.2 y 0.5 m Diámetro > 0.5 m
	8	Fisuras transversales	Fisuras Finas (ancho ≤ 1 mm) Fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm) Fisuras gruesas, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 3 mm). También se denominan grietas.
	9	Exudación	Puntual Continua Continua con superficie viscosa

Fuente: Manual de inventarios viales. Perú (2015)

8. Costos de Mantenimiento Vial

Son los costos realizados durante la vida útil del pavimento para su conservación, y son asumidos directamente por los Administradores viales, se clasifican en mantenimiento periódico y rutinario.

Para proyectar un mantenimiento, es necesario conocer cómo se deteriora la red vial y

cuál es el momento en que se debe aplicar los correctivos necesarios.

Presentamos el siguiente gráfico donde se encuentran las curvas de deterioro y los gastos de entidades viales y de los usuarios.

Imagen 5: Curvas de Deterioro de la vía, Gastos Entidad Vial, Usuarios.



Fuente: “Tesis Modelo de Gestión de Conservación Vial para reducir los costos de Mantenimiento Vial y Operación Vehicular”. Ecuador (2011)

Cada una de las actividades que se efectúen a una carretera, traen implícitamente asociado un costo, que dependerá de la magnitud de la acción de conservación y del precio de los insumos para poder llevarla a cabo (personal, equipo y maquinaria y materiales). Para establecer el costo y la magnitud de los trabajos, es necesario definir tareas que involucra cada una de las acciones de conservación para lo cual se considerarán las especificaciones técnicas, así como las normas de construcción de la misma. Posteriormente a la especificación, se presenta el análisis del costo unitario de acuerdo a la unidad de medida establecida por cada actividad. Con el conjunto de precios unitarios de cada actividad de mantenimiento, se podrá realizar un presupuesto de mantenimiento vial, en el cual se incluirá, el rubro, la descripción, la unidad de

medida, la cantidad a ejecutarse, los precios unitarios y los precios totales. La inversión en mantenimiento rutinario debe considerarse como un costo permanente que garantiza la duración del camino por más tiempo y que evita mayores intervenciones a futuro, pero eso no implica que la vía tenga un desgaste natural, para compensar este deterioro se hace necesario ejecutar el mantenimiento periódico de la vía después de un determinado número de años. Se presenta un cuadro, el cual indica el rango de acuerdo al Índice de rugosidad internacional (IRI), y su política de intervención.

Tabla 3: Rangos IRI para determinar tipo de Intervención.

RANGO	POLITICA DE INTERVENCIÓN
IRI < 4	MANTENIMIENTO
4 < IRI < 6	MANTENIMIENTO/REHABILITACION
IRI > 6	REHABILITACION / RECONSTRUCCION

Fuente: “Tesis Modelo de Gestión de Conservación Vial para reducir los costos de Mantenimiento Vial y Operación Vehicular”. Ecuador (2011)

Se presenta un cuadro resumen, en el cual se indica el tipo de capa de rodamiento, la clase de intervención, en lo referente al mantenimiento periódico, y la frecuencia, con la que se debería ejercer la intervención.

Tabla 4: Parámetros Referenciales de Conservación Periódica

TIPO DE VIA	INTERVENCIÓN	FRECUENCIA
Carpeta asfáltica	Sello 3/8	5 años o fisuración mayor a 20%
	Recapeo	IRI > 5
	Señalización Horizontal	En cada intervención
Tratamiento Superficial Bituminoso	Sello 3/8	3 años o fisuración mayor a 15%
	TSB	Cada 6 años
	Señalización Horizontal	En cada intervención
Rodadura granular	Reposición material	10 cm cada 5 años
		Pérdida de material > 5 cm
Empedrado	Reempedrado	8 años o daños mayores al 30%
Adoquinado	Readoquinado	10 años o daños mayores al 20%
Tierra	Solo mantenimiento rutinario	

Fuente: “Tesis Modelo de Gestión de Conservación Vial para reducir los costos de Mantenimiento Vial y Operación Vehicular”. Ecuador (2011)

8.1 Costos de Conservación

Al tratarse de un Servicio de Gestión y Conservación Vial por Niveles de Servicio de la Carretera santa- desvio Salaverry estos se dividen en partidas las cuales son conservación rutinaria, periódica, relevamiento de información y gastos generales, el cual se ejecutó mediante un sistema de precios unitarios.

Por otro lado, al ser una actividad dinámica, que está sujeta a múltiples eventos no controlados, el pago se lo realiza de forma fija, y su rendimiento se controlara en base a reportes diarios o semanales y actividades de fiscalización, para así tener el reportes de las actividades con más incidencias sea en plataformas, obras de arte, drenaje y/o señalización.

8.2 Costos de conservación rutinaria

Se establece un valor fijo mensual, de acuerdo a un análisis de costos de las partidas determinadas dentro de esta actividad y un metrado referencial, el cual es proyectado para los 05 años que dura el servicio.

8.3 Costos de conservación periódica.

Para esta fase, se ha realizado un análisis de costos de las partidas consideradas según la necesidad de la vía, siendo el presupuesto de acuerdo a la longitud a intervenir por lo que el pago será por Km. terminado.

8.4 Depreciación e interés

La depreciación es la pérdida de valor de un vehículo que no es recuperada por reparaciones, debido principalmente a tres factores; el uso, el paso del tiempo y la obsolescencia técnica.

El interés, por su parte, refleja el coste de oportunidad de la propiedad del vehículo, valorado mediante la renta que el propietario hubiera recibido en caso de que el monto dedicado a la adquisición del vehículo hubiera sido invertido a una tasa aceptable.

Estos dos costos, que se denominan costos de capital pueden constituir una componente importante del costo de operación de los vehículos.

El HDM-IV propone como modelo de los costos de capital (depreciación e interés) uno basado en las técnicas de recuperación del capital, de tal manera que la depreciación actualizada más el valor residual actualizado sea igual valor del vehículo.

8.5 Costos de los accidentes

La seguridad en los transportes, y de modo particular en el transporte por carretera constituye una de las máximas preocupaciones de nuestra sociedad.

En este sentido, resulta interesante hacer una valoración de las consecuencias que una adecuada conservación y explotación de las carreteras puede tener en la mejora de la seguridad vial, y en consecuencia en los beneficios a los usuarios.

8.6 Influencia del estado de la carretera en la seguridad vial

Aunque es evidente que la manera de llevar a cabo la conservación y explotación tiene influencia en los niveles de seguridad vial, muy pocos, por no decir ninguno, son los estudios que han llegado a cuantificaciones concretas de los niveles de reducción de accidentalidad en función de parámetros de estado de la carretera.

8.7 Costos del tiempo

Uno de los costos que más importancia tiene cuando se plantean evaluaciones de inversión en infraestructura es el costo del tiempo perdido o ahorrado por los usuarios como consecuencia de ellas. Tanto las inversiones en construcción como los gastos en conservación dan lugar, en menor o mayor medida, a ahorros de tiempo para los usuarios, aunque aquellos ahorros producidos por una adecuada conservación son por lo general menos perceptibles para los usuarios que los generados mediante la construcción de una nueva infraestructura.

Para valorar el costo del tiempo resulta necesario conocer por una parte los ahorros de tiempo vinculados a una determinada política de conservación, y por otra parte el valor que ese tiempo tiene para los usuarios.

8.8 Ahorros de tiempo vinculados a políticas de conservación

El ahorro de tiempo en un viaje debido a una determinada política de conservación frente a otra política de conservación diferente se define como la diferencia entre el tiempo medio que los usuarios o las mercancías tardarían en llevar a cabo un recorrido entre dos puntos, en caso de no invertirse o gastarse esa cantidad diferencial en conservación, y el tiempo que tardarían en caso de invertirse o gastarse.

Los ahorros de tiempo se deben a diversos motivos, que se pueden clasificar en tres tipos:

- Factores que dependen de las características de la carretera, que a su vez se dividen en:

Características derivadas del proyecto: como la tipología de la carretera - calzadas únicas o separadas-, el porcentaje donde se encuentra permitido adelantar, las características de los radios, de los acuerdos, etc.

Características derivadas de la conservación: como la disminución de velocidad obligada por una regularidad superficial deficiente o la pérdida de tiempo debida a una mala señalización orientativa.

- Factores que dependen del número de vehículos que por ella circulan: principalmente costos de congestión.
- Factores que dependen de la explotación de la carretera: retirada rápida de obstáculos, atención pronta a incidentes que pueden evitar importantes demoras a los vehículos de la carretera, etc.

Como se aprecia, de los efectos anteriores el que más influencia tiene en los sobrecostos de tiempo, especialmente en países desarrollados, es el costo de congestión, que implica importantes pérdidas de tiempo a los usuarios del sistema vial, especialmente en las grandes ciudades.

En este sentido, la congestión no depende prácticamente de la política de conservación que se lleve a cabo en la carretera, sino más bien de la correcta programación de las inversiones en construcción. Aunque también es cierto que una adecuada política de explotación puede evitar considerablemente la congestión en los períodos punta.

Por su parte, en los países en vías de desarrollo, con grandes problemas financieros para dedicar recursos a la conservación de las carreteras, la pérdida de tiempo derivada de la necesidad de circular a velocidades inferiores a las que permite el trazado por el mal estado de la carretera, puede tener una importancia grande en los costos del transporte.

8.9 Valor del tiempo

La valoración del tiempo es fundamental para llevar a cabo un adecuado análisis de inversiones en infraestructuras, lo que ha motivado que numerosos investigadores hayan realizado a lo largo de los años importantes esfuerzos por determinar modelos o metodologías con el fin determinar su valor en función del tipo de viaje, del modo de transporte, etc.

El objeto de esta tesis no es profundizar en las últimas investigaciones sobre los procedimientos más novedosos para estimar el valor monetario del tiempo, sino evaluar la eficacia que pueden tener los nuevos sistemas de gestión y financiación de la conservación de carreteras. A pesar de ello, parece adecuado dar una pincelada acerca de la relevancia económica que puede tener el ahorro de tiempo, con el fin de mostrar la importancia que éste tiene ante los costos del transporte.

Como señala Vilain (2006), el valor del tiempo es con diferencia la variable más importante para valorar proyectos de transporte. De hecho un estudio llevado a cabo

por el Banco Europeo de Inversiones revela que prácticamente el 80% de los beneficios derivados de estos proyectos proceden de ahorros de tiempo de los usuarios.

La aplicación del tiempo a la actividad transporte debe separarse en la que se realiza dentro del horario laboral y que, por tanto, es retribuida, de la que tiene como objeto llegar a un cierto destino y cuya utilidad bruta es independiente del tiempo empleado en viajar. (Turró, 2014)

III. MATERIAL Y MÉTODOS

1. Material

1.1 Población

El universo al cual fue dirigida la investigación son las vías de la provincia de desvío Salaverry - Santa.

1.2 Muestra

La muestra que se tomó, es la vía desvío Salaverry – Santa, (Ruta PE – 01N Provias nacional 2017), que tiene una longitud de 91.78 km.

1.3 Unidad de análisis

Aplicada: esta unidad de análisis guarda íntima relación con la básica, pues depende de los descubrimientos y avances de la investigación básica y se enriquece con ellos, pero se caracteriza por su interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos. La investigación aplicada busca el conocer la situación actual del estado de las carreteras para hacer, para poder obtener información que nos permita elaborar un modelo de gestión de conservación vial.

2. Método

2.1 Tipo de estudio

Descriptiva: en las investigaciones de tipo descriptiva, llamadas también investigaciones diagnósticas, buena parte de lo que se escribe y estudia sobre lo social no va mucho más allá de este nivel. Consiste, fundamentalmente, en caracterizar un fenómeno o situación concreta indicando sus rasgos más peculiares o diferenciadores, definiendo nuestro modelo de conservación vial donde se indica la reducción de mantenimiento vial.

2.2 Diseño de investigación

El método científico está sustentado por dos pilares fundamentales.

El primero de ellos es la **REPRODUCIBILIDAD**, es decir, la capacidad de repetir un determinado experimento, cualquier lugar y por cualquier persona.

El segundo pilar es la **FALSABILIDAD**. Es decir, que toda proposición científica tiene que ser susceptible de ser falsada (falsacionismo).

Esto implica que se pueden diseñar experimentos que en el caso de dar resultados distintos a los predichos negarían la hipótesis puesta a prueba.

El método científico es el que se utilizó en el presente proyecto ya que da la seguridad de hacer uso correcto de los materiales que se usan en la ingeniería civil, porque si no se hubiesen realizado una previa investigación acerca de cada material empleado en la construcción nosotros como estudiantes o profesionales de ingeniería civil haríamos una obra incorrecta y se pondrían en riesgo la vida de las demás personas y de nosotros mismos, gracias a este método el ingeniero logra saber la cantidad de materiales que va a emplear en un concreto para que este sea más resistente al cual hemos podido llegar realizando un estudio de granulometría el cual da a conocer la calidad de material que se utiliza en el realizado del concreto, y así como para el concreto se realizaran para los demás materiales como el acero, la madera, la cerámica y muchos materiales más.

2.1 Variables y operacionalización de variables

➤ Variable independiente:

Elaboración de un Modelo de Gestión de Conservación Vial

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítem	Técnicas e Instrumentos
Modelo de Gestión de Conservación Vial Es la acción de administrar la Infraestructura Vial del Sistema Nacional de carreteras, a través de funciones de planeamiento, ejecución, mantenimiento y operación, incluyendo aquellas relacionadas con la preservación de la integridad física del derecho de vía	Inventario Vial	Longitud Sección Típica Sistema de drenaje Señalización	¿Cuál es longitud? ¿Cuál es la sección típica? ¿Qué sistema de drenaje existe? ¿Qué tipo de señalización existe?	Observación directa Fichas nemotécnicas Cuaderno de notas Uso de sistema de posicionamiento global Cartas topográficas Cámara fotográfica
	Evaluación de la capa de rodadura	Tráfico Suelo Pavimento	¿Qué tráfico posee la vía? ¿Cuáles son las condiciones del suelo de fundación? ¿Cuáles son las condiciones de la estructura de pavimento?	Observación directa Fichas nemotécnicas Cuaderno de notas Normas de diseño geométrico Cartas topográficas
	Niveles de intervención	Mantenimiento rutinario Mantenimiento periódico Rehabilitación y mejoramiento	¿Cuáles son las tareas de mantenimiento rutinario? ¿Cuáles son las tareas de mantenimiento periódico? ¿Cuál son las tareas de rehabilitación y mejoramiento?	Observación directa Fichas nemotécnicas Lista de chequeo
	Modalidad de Ejecución	Administración Directa Contrato por Niveles de Servicio Concesión Convenio Interinstitucional	¿Cuál es la modalidad de Administración Directa? ¿Cuál es la modalidad por Niveles de Servicio? ¿Cuál es la modalidad de Concesiones? ¿Cuál es la modalidad de Convenios Interinstitucionales?	Observación directa Cuaderno de notas

Fuente: elaboración propia

➤ Variable dependiente:

Costos de Mantenimiento Vial en la carretera desvío Salaverry – Santa.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítem	Técnicas e Instrumentos
Costos de Mantenimiento Vial Son aquellos costos que se generan por las actividades tanto rutinarias como periódicas, para mantener las condiciones óptimas de la vía	Mantenimiento Rutinario	Equipo y maquinaria Mano de obra Materiales	¿Qué equipo y maquinaria se necesita? ¿Cuál es la mano de obra necesaria? ¿Qué materiales se necesitan?	Observación directa Fichas nemotécnicas Cuaderno de notas Manual de rubros y rendimientos
	Mantenimiento Periódico	Equipo y maquinaria Mano de obra Materiales	¿Qué equipo y maquinaria se necesita? ¿Cuál es la mano de obra necesaria? ¿Qué materiales se necesitan?	Observación directa Fichas nemotécnicas Cuaderno de notas Manual de rubros y rendimientos

Fuente: elaboración propia

2.2 Instrumentos de recolección de datos

Se recopiló información sobre tráfico inventarios, monitoreo, intervenciones en la Oficina de Provias Nacional (Unidades Zonales). El trabajo de campo se ejecutará, en la carretera Trujillo desvío Salaverry – Santa, se levantará información básica, para generar un inventario vial, y evaluar de las condiciones de la vía. Se complementará con investigación bibliográfica, de temas concernientes a la conservación vial, costos operacionales, de construcción y mantenimiento.

2.3 Procedimiento y análisis estadístico de datos, especificando el programa estadístico utilizado (SPSS u otro)

La información de campo y bibliográfica, se procesará analizando los resultados y representándolos en gráficos, cuadros, con apoyo de marcos teóricos.

Se enfoca, en el análisis de los modelos de gestión a ser aplicados, se presentaran cuadros que permitan levantar la información requerida, para poner en práctica el modelo propuesto.

Se procesará los datos y se analizará los beneficios de aplicación del modelo, presentando los costos de mantenimiento vial y operación vehicular con y sin propuesta.

Al concluir el análisis, se presentará una propuesta de Modelo de Gestión de Conservación Vial, que por sus condiciones podrá ser aplicado en vías de similares características, permitiendo provechar la información para implementar acciones que ayuden a reducir los costos operacionales.

IV. RESULTADOS

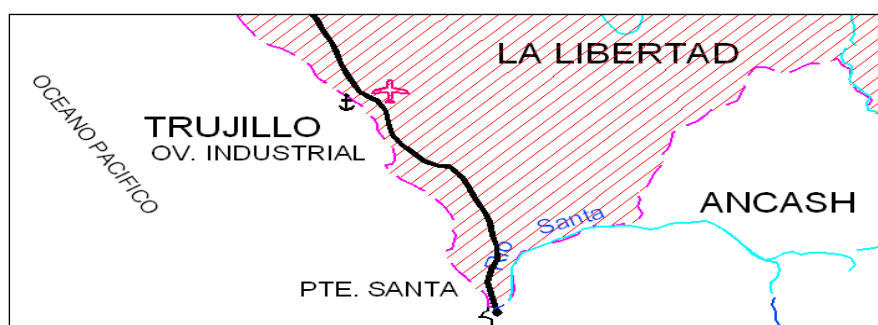
1. Análisis de Resultados

En esta parte de la investigación, se realizó una descomposición de los resultados globales para obtener sus particularidades.

La información obtenida es de acuerdo al informe APSA 10-023-b-03 servicio de auscultación y diagnóstico para puesta a punto desvío Salaverry-Santa red vial n°4, Perú. Para el desarrollo y análisis del estudio se consideraron las siguientes evaluaciones:

- Informe APSA 10-023-B-03, Auscultación de Pavimentos, Calzada Existente, “Servicio de Auscultación y Diagnóstico para Puesta a Punto Calzada Existente Pativilca – Santa – Trujillo” Red Vial N°4, Perú.
- Evaluación estructural de los pavimentos con HWD.
- Prospecciones de suelo: Perforación con Diamantina, Excavación de Calicatas y ensayos de laboratorio.
- Estado de la carpeta de rodadura, respecto al agrietamiento, mediante una inspección realizada en terreno y posterior evaluación de gabinete.
- Vida Remanente de Pavimentos.

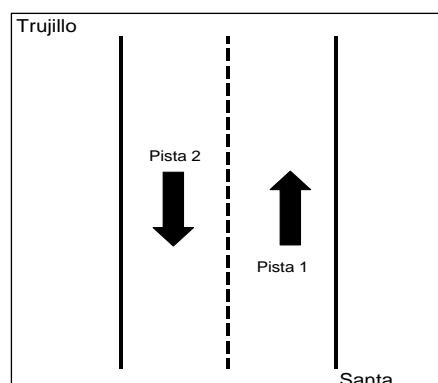
Imagen 6: Esquema del sector evaluado – Ruta 1N.



Fuente: Informe APSA 10-023-B-03 Servicio de Auscultación y Diagnostico para puesta a punto Desvío Salaverry-Santa Red Vial N°4, Perú (2011)

Gran parte de la ruta 1N se configura en base a una vía bidireccional de dos pistas, como lo muestra el esquema de la Imagen 7.

Imagen 7: Esquema general de numeración de pistas Ruta 1N.



Fuente: Informe APSA 10-023-b-03 servicio de auscultación y diagnóstico para puesta a punto desvío Salaverry-santa red vial n°4, Perú (2011)

2. Características técnicas de la vía.

Tabla 5: Características técnicas de la vía.

Características Técnicas de la Vía	
Red Vial	Ruta 01N
Clasificación	Primera Clase
Velocidad directriz	90 Km./h
Ancho de la vía	10.20 - 11.20 - 12.30 - 12.70 - 14.80 m
Superficie de Rodadura	Asfaltado
Ancho de la superficie de rodadura	7.20 - 9.90 - 10.30 - 12.40 m
Bermas	1.20 - 1.80 - 2.00 m a cada lado
Espesor de sub base	0.20 m
Espesor de base	0.20 m
Bombeo	2.00%
Altitud Mínima	1.846 m.s.n.m. en KM 462+880
Altitud Máxima	369.477 m.s.n.m. en Cumbre Coscomba

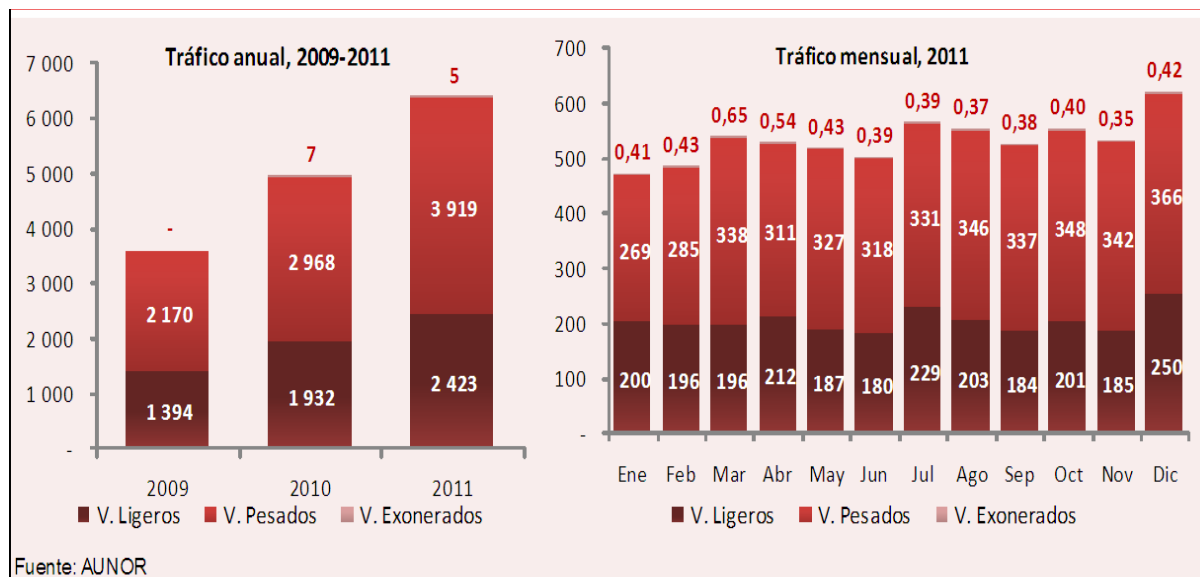
Fuente: Mantenimiento Periódico de la Carretera: Panamericana Norte (Ruta 1N), Tramo: "Puente Santa - Ovalo Industrial - El Milagro" (L.P.N. N°0003-2008 - MTC/20) Informe de la Situación de la Obra para su Recepción.

3. Evolución del tráfico

Durante el año 2011 transitaron 6,347 millones de unidades vehiculares por la Red Vial N° 4, lo cual significó un crecimiento de 29,4% con relación al año anterior, explicado principalmente por el inicio del cobro de peaje en la nueva estación Fortaleza. De este total, el 0,1% estuvo comprendido por vehículos exonerados del pago de peaje, los cuales se redujeron en 25% respecto del 2010.

Con respecto al flujo vehicular mensual, de manera similar a lo sucedido en el año 2010, el mes de mayor tráfico vehicular durante el 2011, tanto en vehículos livianos como pesados, fue diciembre, alcanzando un total de 616 983 unidades vehiculares

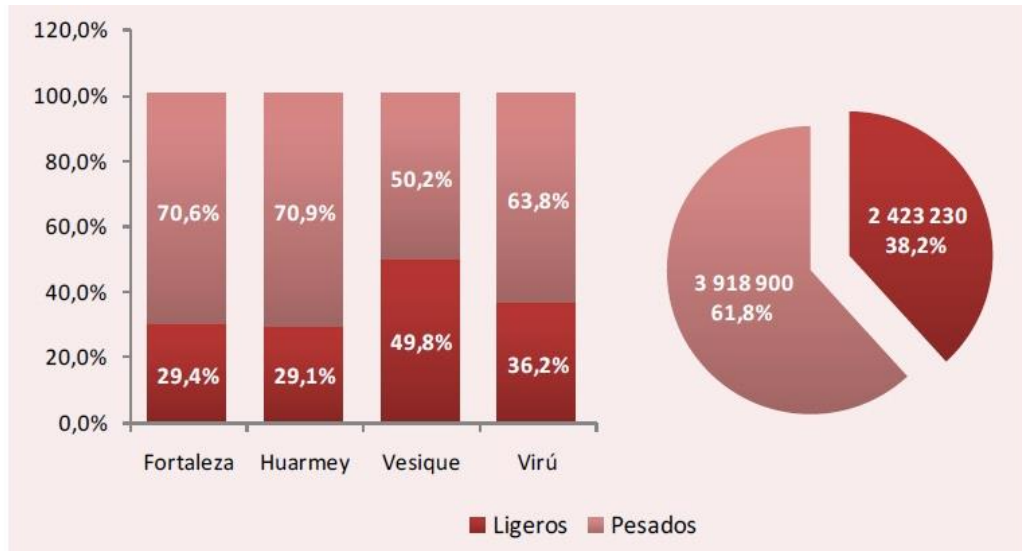
Gráfico 1: Tráfico vehicular en la red vial n° 4 (en miles de unidades vehiculares)



Fuente: Informe APSA 10-023-b-03 servicio de auscultación y diagnóstico para puesta a

punto – desvío Salaverry-santa red vial n°4, Perú (2011)

Gráfico 2: Estructura del tráfico por tipo de vehículo (2011). En unidades
vehiculares



Fuente: Informe de Desempeño de la Concesión de los tramos viales de la Red Vial N° 4 -
Año (2011)

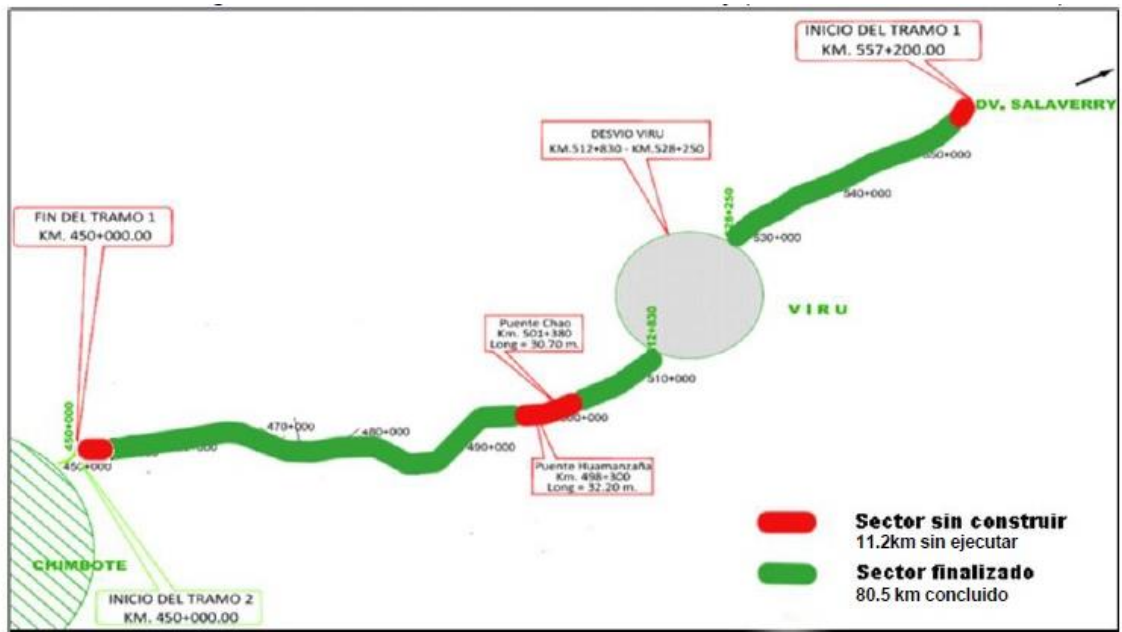
4. Interpretación de Datos

Tanto de las investigaciones de campo, como la data alcanzada por Provias Nacional, OSITRAN, RED VIAL 4 OHL y con la documentación bibliográfica, nuestro siguiente paso en esta investigación, es la de interpretar de manera técnica, los datos fueron obtenidos según concesión Red Vial 4 y el Plan de Negocios 2016.

4.1 Aspectos económicos y comerciales

a. Inversiones Ejecutadas

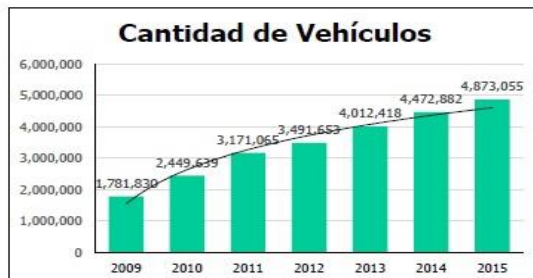
Imagen 8: Construcción Segunda Calzada Tramo 1: Santa – desvío Salaverry (km 450 +000 al km 557+200)



Fuente: Concesión - Red Vial 4 Plan de Negocios (2016)

b. Evolución histórica anual de tráfico e ingresos

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE TRÁFICO E INGRESOS AL 2015							
INDICADOR	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
VEHICULOS	1,781,830	2,449,639	3,171,065	3,491,653	4,012,418	4,472,882	4,873,055
LIVIANOS	697,040	965,827	1,211,615	1,353,946	1,565,304	1,762,538	2,100,751
PESADOS	1,084,790	1,483,812	1,959,450	2,137,707	2,447,114	2,710,344	2,772,304
INGRESOS (S/.)	37,541,539	62,605,137	88,398,213	97,453,098	102,457,677	109,177,121	116,854,452
RECAUDACIÓN LIVIANOS	5,594,888	8,507,962	11,123,187	12,464,735	13,568,535	14,799,538	17,964,243
RECAUDACIÓN PESADOS	31,946,651	54,097,175	77,275,026	84,988,363	88,889,142	94,377,583	98,890,209



Fuente: Concesión - Red Vial 4 Plan de Negocios (2016)

c. Aspectos económicos y comerciales

PROYECCIÓN DE TRÁFICO E INGRESO PARA EL AÑO 2016	
INDICADOR	2016
VEHÍCULOS	8,092,378.39
LIVIANOS	3,366,942.38
PESADOS	4,725,436.01
INGRESOS (S/.)	158,212,951.64
RECAUDACIÓN LIVIANOS	24,255,625.90
RECAUDACIÓN PESADOS	133,957,325.74



Fuente: Concesión - Red Vial 4 Plan de Negocios (2016)

5. Evolución del Tráfico y carga 2015-2016

Las Estaciones de Conteo, Censos y Encuestas y, Metodología se aprueban mediante el Informe No. 112-2015-MTC/20.15.JG, a propuesta de la Concesionaria.

La metodología contempló la ejecución de conteos de volumen y clasificación, con realización en cada una de las estaciones en cada tramo homogéneo, durante 7 días, las 24 horas del día, clasificando los tipos de vehículos cada hora y, por sentido de tráfico; los tramos homogéneos quedaron definidos según el cuadro siguiente.

Tabla 6: Ubicación de las estaciones de conteo y clasificación

TRAMOS	ESTACIONES	LUGAR
SANTA – VIRU	E-1	SANTA
VIRU - Desvio PUERTO SALAVERY	E-2	VIRU
Desvio SALAVERY - TRUJILLO	E-3	SUR DE TRUJILLO

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

El censo de carga se efectuó en cada peaje y estación de conteo existente, durante 4 días, 12 horas cada día y hasta completar 2 días, considerando la realización de pesos por tipo de vehículo y por eje (camiones y buses). Las encuestas de Origen y Destino (O/D), se efectuaron en cada peaje existente y en el ingreso a la ciudad de Trujillo (aun estando fuera del ámbito del Estudio), durante cuatro días.

Tabla 7: IMDA en el año 2009 según EDI de la Segunda calzada

	E-1	E-2	E-3
Autos	879	560	6,379
Pickup	492	810	2,700
C.R.	27	155	2,963
Micros	216	408	1,011
Bus B-2	177	215	263
Bus B-3	406	408	416
Bus B-4	124	138	145
Camión C2	411	453	995
Camión C-3	262	268	528
Camión C-4	38	40	42
Camión T2S2	22	18	27
Camión T2S3	34	24	62
Camión T3S2	135	137	191
Camión T3S3	696	642	1,000

Camión T3S4	0	12	1
Camión C2R2	3	2	2
Camión C2R3	1	1	2
Camión C3R2	44	51	81
Camión C3R3	28	31	33
Camión C3T4	0	0	0
Camión C4T2	2	0	0
Camión 3S2R4	0	0	3
Total	3,997	4,373	16,844

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Del análisis de estos datos se concluye que el volumen de vehículos ligeros (autos, pick up, C.R. y micros) oscila entre el 31% en la Estación E-2 y 77% en la Estación E-3, que el volumen de autobuses oscila entre el 23% en la Estación E-1 y E-2 y en la Estación E-3 y que el volumen de vehículos pesados oscila entre el 46 % en la Estación E-3 y el 18 % en la E-2.

También hace un análisis de frecuencia horario donde se detecta que la Intensidad horaria máxima se origina en la Estación E-2 entre las 2.00 y 3.00 con un 6.63% de la IMDA.

Tabla 8: Proyecciones del tráfico en la Estación E-1 del EDI de la segunda calzada

PROYECCIONES							
CARRETERA: PATIVILCA-TRUJILLO							
PROYECCION DEL TRAFICO POR TIPO DE VEHICULO							
TASA DE CRECIMIENTO DEL TRAFICO POR TIPO DE VEHICULO							
TIPO DE VEHICULO	TASA ANUAL %						
AUTO	1.6						
CAMIONETA	1.93						
CAMIONETA RURAL	2.23						
MICRO	2.10						
BUS	1.88						
CAMIONES	2.63						
TRAMO: SANTA-VIRU							
PROYECCIONES DEL TRAFICO AÑO						ESTACION E-6	
TRAFICO NORMAL	AÑO 2009	AÑO 2010	AÑO 2015	AÑO 2020	AÑO 2025	AÑO 2030	AÑO 2035
AUTO	879	893	967	1047	1133	1227	1328
CAMIONETA	482	491	541	595	654	720	792
CAM RURAL	26	27	30	33	37	41	46
MICRO	216	221	245	271	301	334	371
BUS	707	720	791	868	952	1045	1147
CAMION 2E	411	422	480	547	623	709	807
CAMION 3E	262	269	306	349	397	452	515
CAMION 4E	39	39	39	39	59	67	77
ARTICULADO	966	991	1129	1285	1463	1666	1897
TOTAL	3988	4052	4528	5034	5619	6261	6980
TRAFICO GENERADO	10% DEL ACTUAL						
AUTO		89	97	105	113	123	133
CAMIONETA		49	54	60	65	72	79
CAM RURAL		3	3	3	4	4	5
MICRO		22	25	27	30	33	37
BUS		72	79	87	95	105	115
CAMION 2E		42	48	55	62	71	81
CAMION 3E		27	31	35	40	45	52
CAMION 4E		4	4	4	6	7	8
ARTICULADO		99	113	129	146	167	190
TOTAL		407	453	503	562	626	698
TRAFICO TOTAL							
AUTO	879	982	1064	1152	1246	1350	1461
CAMIONETA	482	540	595	655	719	792	871
CAM RURAL	26	30	33	36	41	45	51
MICRO	216	243	270	298	331	367	408
BUS	707	792	870	955	1047	1150	1262
CAMION 2E	411	464	528	602	685	780	888
CAMION 3E	262	296	337	384	437	497	567
CAMION 4E	39	43	43	43	65	74	85
ARTICULADO	966	1090	1242	1414	1609	1833	2087
TOTAL	3988	4480	4981	5537	6181	6887	7678

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Tabla 9: Proyecciones del tráfico en la Estación E-2 del EDI de la segunda calzada

PROYECCIONES							
CARRETERA: PATIVILCA-TRUJILLO							
PROYECCION DEL TRAFICO POR TIPO DE VEHICULO							
TASA DE CRECIMIENTO DEL TRAFICO POR TIPO DE VEHICULO							
TIPO DE VEHICULO	TASA ANUAL %						
AUTO	1.6						
CAMIONETA	1.93						
CAMIONETA RURAL	2.23						
MICRO	2.10						
BUS	1.88						
CAMIONES	2.63						
TRAMO: DV SALAVERRY-TRUJILLO							
PROYECCIONES DEL TRAFICO AÑO						ESTACION E-8	
TRAFICO NORMAL	AÑO 2009	AÑO 2010	AÑO 2015	AÑO 2020	AÑO 2025	AÑO 2030	AÑO 2035
AUTO	6379	6481	7016	7596	8223	8903	9638
CAMIONETA	2700	2752	3028	3332	3666	4034	4438
CAM RURAL	2963	3029	3382	3777	4217	4708	5257
MICRO	1012	1033	1146	1272	1411	1566	1737
BUS	824	839	921	1011	1110	1218	1337
CAMION 2E	995	1021	1163	1324	1507	1716	1954
CAMION 3E	528	542	617	703	800	911	1037
CAMION 4E	42	42	42	42	64	72	82
ARTICULADO	1402	1439	1638	1865	2124	2418	2753
TOTAL	16845	17115	18953	20922	23122	25546	28233
TRAFICO GENERADO	10% DEL ACTUAL						
AUTO		648	702	760	822	890	964
CAMIONETA		275	303	333	367	403	444
CAM RURAL		303	338	378	422	471	526
MICRO		103	115	127	141	157	174
BUS		84	92	101	111	122	134
CAMION 2E		102	116	132	151	172	195
CAMION 3E		54	62	70	80	91	104
CAMION 4E		4	4	4	6	7	8
ARTICULADO		144	164	187	212	242	275
TOTAL		1718	1895	2092	2312	2555	2823
TRAFICO TOTAL							
AUTO	6379	7129	7718	8356	9045	9793	10602
CAMIONETA	2700	3027	3331	3665	4033	4437	4882
CAM RURAL	2963	3332	3720	4155	4639	5179	5783
MICRO	1012	1136	1261	1399	1552	1723	1911
BUS	824	923	1013	1112	1221	1340	1471
CAMION 2E	995	1123	1279	1456	1658	1888	2149
CAMION 3E	528	596	679	773	880	1002	1141
CAMION 4E	42	46	46	46	70	79	90
ARTICULADO	1402	1583	1802	2052	2336	2660	3028
TOTAL	16845	18896	20848	23014	25434	28101	31056

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Tabla 10: EAL según EDI Segunda Calzada

TRAMO	EAL 2009		EAL 2016	
	Sentido al Norte	Sentido al Sur	Sentido al Norte	Sentido al Sur
Santa-Virú	1.86E+06	1.91E+06	4.71E+07	5.96E+07
Virú-Salaverry	1.79E+06	2.41E+06	4.42E+07	6.14E+07

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

- Estudio volumétrico
- Identificación de tramos homogéneos

Las principales condiciones para la determinación de los tramos homogéneos para efectuar el presente estudio, fue la presencia de accesos de vías nacionales con influencias en la Red Vial N°4. Otro factor determinante fue el tránsito local, como resultado a las actividades comerciales e industriales de cada zona de influencia.

En el tramo Desvío. Salaverry – Trujillo se presenta un flujo vehicular de vehículos ligeros vinculados directamente con la ciudad de Trujillo y la población urbana del distrito de Salaverry y Alto Moche.

Tabla 11: Ubicación de las estaciones de conteo volumétrico

CÓDIGO	NOMBRE	CARRETERA	UBICACIÓN (KM)	TRAMO HOMOGÉNEO
E07	Puente Santa		449+400	449+000 al 450+800
E08	Chao		500+300	450+800 al 501+400
E09	San José		513+100	501+400 al 512+850
E10	El Carmelo		524+500	512+850 al 530+490
E11	Salaverry	PE-10	0+100	0+000 al 5+800
E12	Desvío Salaverry	PE-1N	557+200	530+490 al 557+200

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

6. Conteo Vehicular

El conteo vehicular se realizó observando los parámetros establecidos en el Manual para Estudio de Tráfico de la Oficina General de Presupuesto y Planificación del Ministerio de Transportes Comunicaciones (OPP-MTC). El método empleado fue el Método Manual, donde cada clasificador anotaba el paso de cada vehículo y por hora, llenando un formato especial.

En cada locación, por el volumen de tráfico se empleó al menos un clasificador por cada sentido de tráfico. Las tareas de conteo se realizaron ininterrumpidamente las 24 horas del día, desde el inicio al fin en el plazo establecido en siete días continuos para cada locación

Cada locación elegida permitía una visibilidad adecuada y reunía los requisitos logísticos necesarios para llevar adelante esta tarea.

6.1 Estación E07 – Puente Santa

Esta estación, que caracteriza el tramo homogéneo desde el km 449+000 al km 450+800, se ubicó en el km 449+400 a 50 metros del Puente Santa, según se aprecia en la imagen 9.

Imagen 9: Situación estación de conteo E07



Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Imagen 10: Estación N° 7 Puente Santa



Fuente: Elaboración propia

Los aforos se realizaron durante 7 días consecutivos, entre el 27.05.2016 y el 02.06.2016. En la Tabla 12 se incluyen los promedios para cada día aforado para cada sentido de circulación.

Tabla 12: Variación horaria del promedio diario en la estación E07

HORAS	CHIMBOTE	TRUJILLO	AMBOS
0-1	68	113	181
1-2	68	92	161
2-3	75	70	146
3-4	83	51	135
4-5	75	49	124
5-6	84	45	129
6-7	92	54	146
7-8	95	61	156
8-9	88	73	161
9-10	82	71	153
10-11	87	77	164
11-12	103	99	202
12-13	106	87	193
13-14	94	88	181
14-15	103	110	213
15-16	100	108	208
16-17	111	109	220
17-18	101	111	211
18-19	93	117	211
19-20	110	120	230
20-21	91	103	194
21-22	70	106	177
22-23	72	96	168
23-24	67	104	172
TOTAL	2117	2115	4232

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Tabla 13: Variación diaria del promedio diario en la estación E07

DIAS	TOTAL	CHIMBOTE	TRUJILLO
Martes 27	3591	1587	2004
Miércoles 28	4412	2135	2277
Jueves 29	4172	2171	2001
Viernes 30	4680	2276	2304
Sábado 31	4384	2257	2127
Domingo 01	4354	2279	2075
Lunes 02	4201	2126	2075

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Según se observa en dichas tablas, es mayor el tráfico en sentido norte que en sentido hacia Trujillo, encontrándose el máximo valor entre la 19.0 y las 20.0 de la noche.

En cuanto a la variación diaria, el día con mayor tráfico en ambos sentidos es el viernes.

Ver clasificación vehicular y pesos máximos permitidos en anexos

En la Tabla 14 se presente el resumen de los conteos de la semana.

Tabla 14: Resumen de Conteo de la estación E07

Estación N° 07 Puente Santa
Conteos Diarios

Días	Sentido	Ligeros						Bus			Camiones			Semi Trailer				Trailer				Total
		Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural	Micro	B2	B3	B4	C2	C3	C4	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
Lunes	Entrada	261	92	242	15	38	14	74	216	73	158	82	24	3	4	17	264	0	0	10	0	1587
	Salida	286	71	246	14	41	5	95	285	72	204	138	38	8	8	43	412	2	8	6	22	2004
	Ambos	547	163	488	29	79	19	169	501	145	362	220	62	11	12	60	676	2	8	16	22	3591
Martes	Entrada	249	82	247	14	36	22	67	238	73	253	134	34	5	14	68	570	5	5	8	11	2135
	Salida	270	85	298	12	39	20	80	204	74	256	148	31	5	7	76	618	2	11	24	17	2277
	Ambos	519	167	545	26	75	42	147	442	147	509	282	65	10	21	144	1188	7	16	32	28	4412
Miércoles	Entrada	254	124	249	13	39	32	55	213	70	233	170	52	9	7	61	541	0	9	26	14	2171
	Salida	265	117	227	8	38	23	39	222	72	204	145	28	5	3	58	498	2	8	21	18	2001
	Ambos	519	241	476	21	77	55	94	435	142	437	315	80	14	10	119	1039	2	17	47	32	4172
Jueves	Entrada	325	143	277	6	40	13	44	171	69	250	160	55	10	10	87	549	0	6	39	22	2276
	Salida	283	151	244	14	49	9	62	236	74	282	150	59	7	16	88	535	0	1	28	16	2304
	Ambos	608	294	521	20	89	22	106	407	143	532	310	114	17	26	175	1084	0	7	67	38	4580
Viernes	Entrada	286	142	320	6	54	12	63	182	73	244	141	30	5	3	81	560	1	9	28	17	2257
	Salida	222	134	304	6	46	11	84	186	78	214	117	43	3	3	104	526	2	8	24	12	2127
	Ambos	508	276	624	12	100	23	147	368	151	458	258	73	8	6	185	1086	3	17	52	29	4384
Sábado	Entrada	355	143	285	13	56	27	61	259	76	213	126	42	3	7	56	509	1	2	25	20	2279
	Salida	318	93	271	11	49	26	80	210	72	237	114	25	10	6	67	453	0	2	18	13	2075
	Ambos	673	236	556	24	105	53	141	469	148	450	240	67	13	13	123	962	1	4	43	33	4354
Domingo	Entrada	298	209	249	13	44	13	67	261	70	140	116	43	5	2	71	476	1	0	30	18	2126
	Salida	320	184	299	6	36	9	77	253	72	164	83	28	4	8	87	412	0	7	20	6	2075
	Ambos	618	393	548	19	80	22	144	514	142	304	199	71	9	10	158	888	1	7	50	24	4201

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

6.2 Estación E08. Chao.

Esta estación, que caracteriza el tramo homogéneo desde el km 450 +800 al km 501+400, se ubicó en el km 500+300, en el ingreso sur de la localidad de Chao, según se aprecia en la ilustración 8. En la imagen 11 se observa el equipo de conteo en esta estación,

Imagen 11: Situación estación de conteo E08



Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Imagen 12: Estación N° 8 Chao



Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Los aforos se realizaron durante 7 días consecutivos, entre el 27.05.2016 y el 02.06.2016. Conteo vehicular. En la tabla 15 se incluye el promedio diario de los datos obtenidos para cada sentido de circulación y franja horaria mientras que en la Tabla 16 se incluyen los promedios para cada día aforado para cada sentido de circulación.

Tabla 15: Variación horaria del promedio diario en la estación E08

HORAS	TRUJILLO	CHIMBOTYE	AMBOS
0-1	60	121	182
1-2	64	67	131
2-3	67	49	116
3-4	75	46	120
4-5	105	58	163
5-6	131	103	234
6-7	189	141	330
7-8	182	141	323
8-9	143	131	274
9-10	122	116	239
10-11	100	111	212
11-12	107	100	207
12-13	121	92	213
13-14	106	116	222
14-15	123	120	243
15-16	140	123	263
16-17	161	129	280
17-18	165	146	310
18-19	121	113	234
19-20	107	117	225
20-21	91	97	188
21-22	70	93	163
22-23	68	104	172
23-24	62	118	180
TOTAL	2673	2549	5222

Tabla 16: Variación diaria del promedio diario en la estación E08

DIAS	TOTAL	TRUJILLO	CHIMBOTE
Martes 27	4546	2160	2486
Miércoles 28	5477	2806	2671
Jueves 29	5669	2918	2751
Viernes 30	5515	2871	2644
Sábado 31	5338	2766	2572
Domingo 01	5392	2918	2474
Lunes02	4649	2325	2224

Fuente: Red vial N° 4

Según se observa en dichas tablas, es mayor el tráfico en sentido norte que en sentido hacia Trujillo, encontrándose el máximo valor entre la 17.0 y las 18.0 de la tarde. En cuanto a la variación diaria, el día con mayor tráfico en ambos sentidos es el jueves. En la tabla 17 se presenta el resumen de los conteos de la semana.

Tabla 17: Resumen de Conteo de la estación E08

Estación N° 08 Chao
Conteos Diarios

Días	Sentido	Ligeros						Bus			Camiones			Semi Trailer				Trailer				Total
		Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural	Micro	B2	B3	B4	C2	C3	C4	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
Lunes	Entrada	235	77	353	7	267	32	137	242	73	208	161	20	1	5	33	279	1	1	18	10	2160
	Salida	254	79	372	13	280	20	144	250	72	261	200	43	12	7	50	390	1	0	21	17	2486
	Ambos	489	156	725	20	547	52	281	492	145	469	361	63	13	12	83	669	2	1	39	27	4646
Martes	Entrada	206	87	407	17	309	53	134	234	73	282	212	37	7	8	90	615	3	0	12	20	2806
	Salida	171	84	349	13	237	42	138	242	74	267	231	24	6	8	78	637	2	0	28	40	2671
	Ambos	377	171	756	30	546	95	272	476	147	549	443	61	13	16	168	1252	5	0	40	60	5477
Miércoles	Entrada	248	87	400	35	237	73	146	252	70	274	273	49	13	5	83	618	3	0	25	27	2918
	Salida	247	67	330	7	232	44	152	307	72	268	233	35	9	4	69	629	4	0	23	19	2751
	Ambos	495	154	730	42	469	117	298	559	142	542	506	84	22	9	152	1247	7	0	48	46	5669
Jueves	Entrada	254	79	418	12	280	58	133	243	69	289	237	44	16	6	95	570	0	2	40	26	2871
	Salida	221	88	358	12	247	48	120	263	74	250	207	54	10	11	78	562	2	1	19	19	2644
	Ambos	475	167	776	24	527	106	253	506	143	539	444	98	26	17	173	1132	2	3	59	45	5515
Viernes	Entrada	253	84	393	23	253	44	108	269	73	248	250	26	8	4	87	592	0	0	28	23	2766
	Salida	217	66	366	4	228	34	121	249	78	234	246	33	7	2	117	524	3	1	20	22	2572
	Ambos	470	150	759	27	481	78	229	518	151	482	496	59	15	6	204	1116	3	1	48	45	5338
Sábado	Entrada	355	90	402	11	259	42	116	306	76	281	236	41	9	10	73	565	1	0	24	21	2918
	Salida	283	71	311	9	225	24	131	271	72	254	206	19	13	5	69	464	2	0	33	12	2474
	Ambos	638	161	713	20	484	66	247	577	148	535	442	60	22	15	142	1029	3	0	57	33	5392
Domingo	Entrada	248	76	289	5	199	19	104	263	70	174	161	45	15	5	76	523	0	2	29	22	2325
	Salida	262	83	284	10	204	19	113	313	72	156	95	35	9	10	76	443	1	1	27	11	2224
	Ambos	510	159	573	15	403	38	217	576	142	330	256	80	24	15	152	966	1	3	56	33	4549

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

6.3 Estación E09. San José.

Esta Estación, que caracteriza el tramo homogéneo desde el km 501+400 al km 522+850, se ubicó en el km 513+100, en el ingreso sur del poblado del mismo nombre, según se aprecia en la imagen 13

Imagen 13: Situación estación de conteo E09



Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Imagen 14: Estación N° 9 San José



Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Los aforos se realizaron durante 7 día consecutivos, entre el 27.05.2016 y el 0206.2016. En la 23 se incluye el promedio diario de los datos obtenidos para cada sentido de circulación y franja horaria mientras qu en la Tabla 18 se incluyen los promedios para cada día aforado para cada sentido de circulación.

Tabla 18: Variación horaria del promedio diario en la estación E09

HORAS	TRUJILLO	CHIMBOTE	AMBOS
0-1	59	106	165
1-2	61	62	123
2-3	53	44	97
3-4	73	38	111
4-5	82	38	121
5-6	110	60	170
6-7	135	90	225
7-8	128	115	243
8-9	144	130	274
9-10	110	114	224
10-11	122	134	256
11-12	109	111	220
12-13	121	104	225
13-14	119	124	243
14-15	100	113	213
15-16	118	107	225

HORAS	TRUJILLO	CHIMBOTE	AMBOS
16-17	139	128	267
17-18	136	122	259
18-19	128	127	255
19-20	99	122	221
20-21	95	106	200
21-22	68	105	173
22-23	61	102	163
23-24	62	120	182
TOTAL	2431	2423	4854

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Tabla 19: Variación diaria del promedio diario en la estación E09

DIAS	TOTAL	TRUJILLO	CHIMBOTE
Martes 27	3633	1677	1956
Miércoles 28	5676	2782	2894
Jueves 29	4976	2530	2446
Viernes 30	5159	2598	2561
Sábado 31	5280	2660	2620
Domingo 01	5102	2733	2369
Lunes 02	4191	2054	2137

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Según se observa en dichas tablas, es mayor el tráfico en sentido norte que en sentido hacia Trujillo, encontrándose el máximo valor entre las 8.0 y las 9.0 de la mañana.

En cuanto a la variación diaria, el día con mayor tráfico en ambos sentidos es el miércoles.

En la tabla 20 se presenta el resumen de los conteos de la semana.

Tabla 20: Resumen de Conteo de la estación E09

Estación N° 09 San José
Conteos Diarios

Días	Sentido	Ligeros						Bus			Camiones			Semi Trailer				Trailer				Total
		Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural	Micro	B2	B3	B4	C2	C3	C4	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
Lunes	Entrada	195	57	268	17	50	124	70	189	74	182	95	21	4	1	18	269	8	2	14	19	1677
	Salida	235	74	247	36	51	104	87	154	70	232	135	38	5	8	44	406	2	1	16	11	1956
	Ambos	430	131	515	53	101	228	157	343	144	414	230	59	9	9	62	675	10	3	30	30	3633
Martes	Entrada	266	44	413	24	228	125	53	266	76	414	171	37	11	12	80	518	3	12	12	17	2782
	Salida	303	54	406	44	256	108	52	281	71	306	216	27	13	7	52	622	7	11	29	29	2894
	Ambos	569	98	819	68	484	233	105	547	147	720	387	64	24	19	132	1140	10	23	41	46	5676
Miércoles	Entrada	220	51	405	17	57	156	68	223	72	322	203	43	25	11	86	510	5	11	27	18	2530
	Salida	253	75	389	26	71	108	64	216	73	252	198	37	11	5	58	571	1	3	19	16	2446
	Ambos	473	126	794	43	128	264	132	439	145	574	401	80	36	16	144	1081	6	14	46	34	4976
Jueves	Entrada	214	51	450	17	85	124	73	214	76	306	177	41	25	24	88	541	6	13	33	40	2598
	Salida	242	61	404	23	73	119	66	243	74	323	175	67	24	28	102	484	5	5	14	29	2561
	Ambos	456	112	854	40	158	243	139	457	150	629	352	108	49	52	190	1025	11	18	47	69	5159
Viernes	Entrada	284	135	298	41	217	110	45	245	75	286	179	30	8	6	69	585	1	6	21	19	2660
	Salida	293	183	238	41	237	114	38	250	72	280	175	34	11	4	101	504	0	4	16	25	2620
	Ambos	577	318	536	82	454	224	83	495	147	566	354	64	19	10	170	1089	1	10	37	44	5280
Sábado	Entrada	389	95	378	20	109	118	68	294	77	310	180	40	7	9	68	495	25	6	15	30	2733
	Salida	305	79	331	22	103	108	65	277	72	265	146	30	9	9	71	425	0	7	22	23	2369
	Ambos	694	174	709	42	212	226	133	571	149	575	326	70	16	18	139	920	25	13	37	53	5102
Domingo	Entrada	272	84	104	41	142	112	48	231	73	180	147	61	7	4	40	455	6	10	17	20	2054
	Salida	322	94	168	18	144	122	50	256	70	214	89	32	6	3	66	435	12	8	8	20	2137
	Ambos	594	178	272	59	286	234	98	487	143	394	236	93	13	7	106	890	18	18	25	40	4191

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

6.4 Estación E.10 El Caramelo

Esta estación, que caracteriza el tramo homogéneo desde el km 512+850 al km 530 + 490, se ubicó en el km 524+500, en la salida norte del poblado El Caramelo a 100 metros al sur del peaje Virú, según se aprecia en la ilustración 10. En la imagen 16 se observa al equipo de conteo en esta estación.

Imagen 15: Situación estación de conteo E10



Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Imagen 16: Estación N° 10 Virú



Fuente: Elaboración propia

Los aforos se realizaron durante 7 días consecutivos entre el 27.05.2016 y el 02.06.2016. Conteo vehicular. En la tabla 21 se incluye el promedio diario de los datos obtenidos para cada sentido de circulación y franja horaria mientras que en la Tabla 21 se incluyen los promedios para cada día aforado para cada sentido de circulación.

Tabla 21: Variación horaria del promedio diario en la estación E10

HORAS	CHIMBOTE	TRUJILLO	AMBOS
0-1	98	102	200
1-2	89	82	171
2-3	89	86	176
3-4	92	92	184
4-5	141	131	271
5-6	168	161	329
6-7	157	151	308
7-8	152	138	290
8-9	148	141	289
9-10	148	148	296
10-11	117	144	261
11-12	148	141	289
12-13	130	126	256
13-14	139	150	289
14-15	138	155	293
15-16	156	139	295
16-17	128	140	269
17-18	147	152	298
18-19	151	127	278
19-20	109	111	220
20-21	115	124	239
21-22	90	108	199
22-23	84	104	188
23-24	108	117	225
TOTAL	3045	3068	6113

Tabla 22: Variación diaria del promedio diario en la estación E10

DIAS	TOTAL	CHIMBOTE	TRUJILLO
Martes 27	7115	3551	3564
miércoles 28	5448	2802	2646
Jueves 29	5498	2732	2766
Viernes 30	5474	2753	2721
Sábado 31	6691	3286	3405
Domingo 01	6342	3152	3190
Lunes.02	6213	3046	3167

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Según se observa en dichas tablas, es mayor el tráfico en sentido norte que en sentido hacia Chimbote (al sur), encontrándose el máximo valor entre la 5.0 y las 6.0 de la mañana.

En cuanto a la variación diaria, el día con mayor tráfico en ambos sentidos es el sábado.

En la tabla 23 se presenta el resumen de los conteos de la semana.

Tabla 23: Resumen de Conteo de la estación E10

Estación N° 10 El Carmelo
Conteos Diarios

Días	Sentido	Ligeros						Bus			Camiones			SemiTrailer				Trailer				Total
		Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural	Micro	B2	B3	B4	C2	C3	C4	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
Lunes	Entrada	312	432	397	137	152	223	167	123	77	260	166	93	78	93	109	330	67	64	72	199	3551
	Salida	342	367	387	115	184	224	162	165	76	263	197	103	77	73	143	289	57	63	56	221	3564
	Ambos	654	799	784	252	336	447	329	288	153	523	363	196	155	166	252	619	124	127	128	420	7115
Martes	Entrada	217	228	271	118	93	134	140	200	79	207	138	59	61	52	68	308	58	57	82	232	2802
	Salida	157	220	225	146	126	106	129	210	77	185	165	39	46	42	67	339	44	42	45	236	2646
	Ambos	374	448	496	264	219	240	269	410	156	392	303	98	107	94	135	647	102	99	127	468	5448
Miércoles	Entrada	191	280	293	87	95	137	113	201	76	268	186	55	24	22	24	478	1	13	16	172	2732
	Salida	170	278	292	139	137	140	98	210	77	268	160	59	26	36	25	462	4	22	20	143	2766
	Ambos	361	558	585	226	232	277	211	411	153	536	346	114	50	58	49	940	5	35	36	315	5498
Jueves	Entrada	175	295	323	90	94	148	85	172	78	259	173	28	48	29	71	535	5	4	33	108	2753
	Salida	155	252	331	88	111	118	95	198	74	317	166	42	45	18	76	500	5	7	16	107	2721
	Ambos	330	547	654	178	205	266	180	370	152	576	339	70	93	47	147	1035	10	11	49	215	5474
Viernes	Entrada	212	343	354	107	145	176	150	250	76	284	228	40	27	20	81	511	39	11	41	191	3286
	Salida	232	323	410	160	143	154	120	255	78	323	187	31	42	54	124	522	16	14	44	173	3405
	Ambos	444	666	764	267	288	330	270	505	154	607	415	71	69	74	205	1033	55	25	85	364	6691
Sábado	Entrada	201	427	348	83	125	173	123	312	79	247	167	54	31	25	58	504	20	14	11	150	3152
	Salida	217	373	354	115	191	162	131	291	76	344	188	47	21	17	47	437	4	11	14	150	3190
	Ambos	418	800	702	198	316	335	254	603	155	591	355	101	52	42	105	941	24	25	25	300	6342
Domingo	Entrada	262	342	268	190	151	144	124	296	80	185	169	57	36	43	56	464	3	3	14	159	3046
	Salida	272	388	306	156	154	167	139	235	79	236	162	74	32	41	53	478	3	2	14	176	3167
	Ambos	534	730	574	346	305	311	263	531	159	421	331	131	68	84	109	942	6	5	28	335	6213

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

6.5 Estación e11. Salaverry

Esta estación, que caracteriza el tramo homogéneo desde el km 0+700 al km 5+800 de la ruta PE-010, se ubicó en el km 0+100, según se aprecia en la ilustración 11. En la Fotografía 11 se observa al equipo de conteo en esta estación.

Imagen 17: Situación estación de conteo E11



Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Imagen 18: Estación N° 11 Ingreso a Salaverry



Fuente: Elaboración propia

Los aforos se realizaron durante 7 días consecutivos, entre el 27.05.2016 y el 02.06.2016. En la Tabla 24 se incluye el promedio diario de los datos obtenidos para cada sentido de circulación y franja horario.

Tabla 24: Variación diaria del promedio diario en la estación E11

DIAS	TOTAL	SALAVERRY	DESVIO TRUJILLO
Martes 27	7038	3629	3409
Miércoles 28	5653	3005	2648
Jueves 29	4906	2460	2446
Viernes 30	4710	2406	2304
Sábado 31	5225	2622	2603
Domingo 01	5080	2568	2512
Lunes.02	3878	2004	1874

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Según se observa en dichas tablas, es mayor el tráfico en sentido norte que en sentido hacia Salaverry, encontrándose el máximo valor entre la 15.0 y las 16.0 de la tarde.

En cuanto a la variación diaria, el día con mayor tráfico en ambos sentidos es el martes.

En la tabla 25 se representa el resumen de los conteos de la semana.

Tabla 25: Resumen de Conteo de la estación E11

Estación N° 11 Desvio Puerto Salaverry

Conteos Diarios

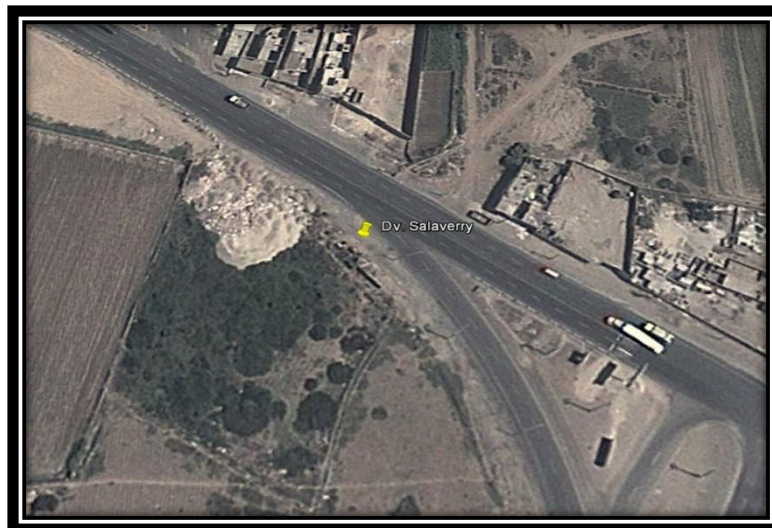
Días	Sentido	Ligeros						Bus			Camiones			Semi Trailer				Trailer				Total
		Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural	Micro	B2	B3	B4	C2	C3	C4	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
Lunes	Entrada	890	512	409	98	254	313	13	0	0	292	186	54	91	58	86	305	22	33	6	7	3629
	Salida	841	481	348	65	219	291	8	0	0	312	183	71	82	42	90	318	22	13	15	8	3409
	Ambos	1731	993	757	163	473	604	21	0	0	604	369	125	173	100	176	623	44	46	21	15	7038
Martes	Entrada	789	402	352	15	313	317	6	0	0	211	149	57	13	2	135	228	3	6	5	2	3005
	Salida	737	364	311	13	290	274	8	0	0	144	132	64	6	2	97	195	3	4	2	2	2648
	Ambos	1526	766	663	28	603	591	14	0	0	355	281	121	19	4	232	423	6	10	7	4	5653
Miércoles	Entrada	783	337	346	18	161	272	4	0	0	221	98	3	0	3	12	199	0	0	0	0	2457
	Salida	847	317	321	12	148	277	3	0	0	204	97	6	0	3	12	197	0	0	0	0	2444
	Ambos	1630	654	667	30	309	549	7	0	0	425	195	9	0	6	24	396	0	0	0	0	4901
Jueves	Entrada	731	372	318	21	143	281	4	0	0	228	114	3	1	6	14	170	0	0	0	0	2406
	Salida	725	344	304	20	145	261	7	0	0	207	98	6	0	8	12	167	0	0	0	0	2304
	Ambos	1456	716	622	41	288	542	11	0	0	435	212	9	1	14	26	337	0	0	0	0	4710
Viernes	Entrada	861	422	327	29	162	241	8	0	0	225	107	5	3	2	14	215	0	0	0	1	2622
	Salida	888	383	315	29	148	250	4	0	0	248	100	6	0	2	15	215	0	0	0	0	2603
	Ambos	1749	805	642	58	310	491	12	0	0	473	207	11	3	4	29	430	0	0	0	1	5225
Sábado	Entrada	984	442	282	21	163	222	5	0	0	201	85	5	3	1	18	128	0	0	0	8	2568
	Salida	948	417	281	18	167	223	3	1	0	205	87	1	10	2	15	124	0	0	1	9	2512
	Ambos	1932	859	563	39	330	445	8	1	0	406	172	6	13	3	33	252	0	0	1	17	5080
Domingo	Entrada	876	483	199	11	114	148	3	0	0	88	23	1	0	3	1	43	0	0	0	11	2004
	Salida	871	408	160	7	109	149	1	0	0	80	25	2	0	0	3	49	0	0	0	10	1874
	Ambos	1747	891	359	18	223	297	4	0	0	168	48	3	0	3	4	92	0	0	0	21	3878

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

6.6 Estación E12. desvio Salaverry

Esta Estación, que caracteriza el tramo homogéneo desde el km 530+490 al km 557+200, se ubicó en el km 557+200, próximo al desvío al Puerto Salaverry, según se aprecia en la imagen 19. En la imagen 19 se observa al equipo de conteo en esta estación.

Imagen 19: Situación estación de conteo E12



Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Imagen 20: Estación N° 12 desvio Salaverry Trujillo



Fuente: Elaboración propia

Los aforos se realizaron durante 7 días consecutivos, entre el 27.05.2016 y el 02.06.2016. Ver En la tabla 26

Tabla 26: Variación horaria del promedio diario en la estación E12

HORAS	TRUJILLO	CHIMBOTE	AMBOS
0-1	132	160	291
1-2	107	120	227
2-3	109	102	211
3-4	122	92	214
4-5	159	150	310
5-6	251	215	465
6-7	382	420	802
7-8	434	492	926
8-9	407	475	882
9-10	405	439	844
10-11	404	413	817
11-12	410	419	829
12-13	385	408	793
13-14	417	413	830
14-15	396	389	785
15-16	419	395	814
16-17	438	390	828
17-18	500	378	878
18-19	464	465	929
19-20	372	441	813
20-21	297	374	671
21-22	260	290	550
22-23	216	277	493
23-24	191	230	421
TOTAL	7677	7949	15626

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Tabla 27: Variación diaria del promedio diario en la estación E12

DIAS	TOTAL	TRUJILLO	CHIMBOTE
Martes 27	15463	7644	7809
Miércoles 28	16233	8157	8076
Jueves 29	16001	7900	8101
Viernes 30	15719	7497	8222
Sábado 31	16641	8014	8627
Domingo 01	15847	7699	8148
Lunes.02	13406	6751	6655

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Según se observe en dichas tablas, es mayor el tráfico en sentido norte que en sentido hacia Trujillo, encontrándose el máximo valor entre la 17.0 y las 18.0 de la tarde.

En cuanto a la variación diaria, el día con mayor tráfico en ambos sentidos es el sábado.

En la tabla 28 se presenta el resumen de los conteos de la semana.

Tabla 28: Resumen de Conteo de la estación E12

Estación N° 12 DV. Salaverry Trujillo
Conteos Diarios

Días	Sentido	Ligeros						Bus			Camiones			Semi Trailer				Trailer				Total
		Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural	Micro	B2	B3	B4	C2	C3	C4	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
Lunes	Entrada	1870	964	1205	58	918	477	160	310	78	523	265	55	20	41	74	539	6	31	23	27	7644
	Salida	2039	1050	1079	47	831	432	131	273	75	612	364	45	21	16	76	621	12	9	33	43	7809
	Ambos	3909	2014	2284	105	1749	909	291	583	153	1135	629	100	41	57	150	1160	18	40	56	70	15453
Martes	Entrada	1942	952	983	85	899	477	209	392	75	694	415	53	24	11	95	735	8	12	37	59	8157
	Salida	1898	879	1200	67	897	541	108	103	77	764	437	48	17	16	117	757	25	6	44	75	8076
	Ambos	3840	1831	2183	152	1796	1018	317	495	152	1458	852	101	41	27	212	1492	33	18	81	134	16233
Miércoles	Entrada	1713	1109	974	74	840	513	192	195	77	736	452	64	16	3	109	722	0	0	36	75	7900
	Salida	1837	935	1180	49	972	549	112	318	79	732	370	53	17	15	85	672	6	13	45	62	8101
	Ambos	3550	2044	2154	123	1812	1062	304	513	156	1468	822	117	33	18	194	1394	6	13	81	137	16001
Jueves	Entrada	1668	896	927	73	840	492	146	235	75	701	384	64	25	20	99	732	4	1	54	61	7497
	Salida	1954	992	1158	53	922	561	127	262	72	800	349	54	24	16	122	647	4	9	47	49	8222
	Ambos	3622	1888	2085	126	1762	1053	273	497	147	1501	733	118	49	36	221	1379	8	10	101	110	15719
Viernes	Entrada	1812	941	1148	80	879	548	93	265	73	703	373	40	21	11	87	823	3	8	58	48	8014
	Salida	2094	1016	1234	62	948	614	110	286	75	774	338	48	16	19	86	776	6	5	52	68	8627
	Ambos	3906	1957	2382	142	1827	1162	203	551	148	1477	711	88	37	30	173	1599	9	13	110	116	16641
Sábado	Entrada	1982	962	1010	74	817	434	161	365	79	571	319	59	16	4	132	571	4	4	77	58	7699
	Salida	2136	1035	1099	59	933	555	142	262	75	684	275	39	12	10	105	610	8	9	44	56	8148
	Ambos	4118	1997	2109	133	1750	989	303	627	154	1255	594	98	28	14	237	1181	12	13	121	114	15847
Domingo	Entrada	2058	964	723	28	641	425	92	323	78	336	200	94	11	8	101	551	3	32	23	60	6751
	Salida	1972	965	794	35	765	386	140	362	75	334	120	56	12	4	63	456	5	10	41	60	6655
	Ambos	4030	1929	1517	63	1406	811	232	685	153	670	320	150	23	12	164	1007	8	42	64	120	13406

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

7. Encuestas Origen - Destino

7.1 Origen – Destino

La encuesta de Origen – Destino, tiene como objetivo identificar las características del tráfico vehicular en cada tramo e carreteras, para lo cual se han identificado aspectos como: Tipo de vehículo, marcas y modelos y tipo de carga, origen y destino de la carga y de los pasajeros. Con la información de las encuestas se han construido las matrices origen – destino por tipo de vehículo, identificándose las localidades más representativas generadoras o receptoras de los flujos de tráfico; las cuales se agrupo por zonas representativas.

Se presenta el resumen de los resultados de la muestra obtenida en cada una de las estaciones de encuestas.

6.2 Encuesta Origen Destino Virú

Los vehículos destacados en esta estación de encuesta origen destino Virú tiene por objeto caracterizar a la demanda del transporte que circulan en los tramos homogéneos desde el km 450+800 al km 557+200, se ubicó en el km 523+100, donde se sitúa una tangente de amplia visibilidad, y reductores de velocidad para facilitar la detención de los vehículos ligeros y pesados, según se aprecia en la imagen 21.

Imagen 21: Situación de encuesta Virú



Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Imagen 22: Estación de encuesta Víctor Raúl



Fuente: Elaboración propia

En concordancia con la caracterización del flujo vehicular, la participación en la encuesta de los vehículos de transporte de pasajeros de carga, como se muestra en la tabla 29.

Tabla 29: Estación Virú

Estación Virú
Encuestas Origen - Destino

Tramo	Autos	Camionetas	C. Rural + Micros	Buses	Camiones de Carga	Total
Virú - Trujillo	57	58	46	79	169	409
	13.94%	14.18%	11.25%	19.32%	41.32%	100.00%

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

La distribución de los viajes asignados en la encuesta de Origen Destino en la estación Virú, presenta la siguiente distribución de viajes; de hacia la región Lambayeque con 34.9% de los viajes detectados, a La Libertad con 17.8 %, Piura con 4.4 %, Ancash con 2.4 % y Cajamarca con el 1.7 %.

Los principales productos transportados los más destacables son: aves con un 7.5% de los viajes detectados, combustible con el 6.5%, caña de azúcar con el 5.8%, alimentos y vegetales con un 5.5%, arroz con 4.3\$ de azúcar con 2.45%, papel con 3.4%, cemento con 4.5%, fierro y materiales de construcción 12.6%, maquinarias con 2.8%, mineral con 3.6%, explosivos con 1.2%, abarrotos, reparto y encomiendas con un 10.4%.

8. Determinación de la IMDA

La información obtenida de los conteos tiene por objeto conocer los volúmenes de tráfico que soporta la carretera en estudio, así como la composición vehicular y variación diaria y horaria.

Para convertir el volumen de tráfico obtenido en Índice Medio Diario Anual (IMD), de las estaciones principales, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{IMDA} = \frac{(\text{VDL1} + \text{VDL2} + \text{VDL3} + \text{VDL4} + \text{VDL5} + \text{VDsab} + \text{VDdom})}{7} \times \text{F.C.E.}$$

Dónde:

VDL1, VDL2, VDL3, VDL4 y VDL5..... Volúmenes de tráfico registrados en los días laborables

VD SAB..... Volumen de tráfico registrado sábado

VD DOM..... Volumen de tráfico registrado domingo

FCE..... Factor de corrección estacional

IMD Anual..... Índice Medio Diario Anual

Tabla 30: Tránsito Promedio de la Semana, Estación E-7

TRAFICO VEHICULAR				
Clasificación E-7 Puente Santa				
(Veh/día)				
Tipo de Vehículos	TPDS Chimbote	TPDS Trujillo	Total	Distrib. %
Autos	289	281	570	13.47%
S. Wagon	133	119	252	5.96%
Pick Up	267	263	529	12.50%
Panel	11	10	21	0.51%
Camioneta	43	43	86	2.03%
Micro	19	15	34	0.80%
Omnibus 2E	61	74	135	3.19%
Omnibus 3E	217	230	447	10.57%
Omnibus 4E	75	69	144	3.39%
Camion 2E	213	224	437	10.33%
Camión 3E	133	128	260	6.15%
Camion 4E	40	36	76	1.79%
Semitrayles 2S2	6	6	12	0.28%
Semitrayles 2S3	7	7	14	0.33%
Semitrayles 3S2	63	75	138	3.26%
Semitrayles 3S3	496	494	990	23.40%
Traylers 2T2	1	1	2	0.05%
Traylers 2T3	4	6	11	0.26%
Traylers 3T2	24	20	44	1.04%
Traylers 3T3	15	15	29	0.70%
TOTAL TPDS	2,117	2,115	4,232	100.00

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

El Índice Medio Diario Anual se obtiene multiplicando el Tránsito Promedio diario semanal por el factor de corrección del mes de mayo. En la figura se muestra el Índice Medio Diario Anual encontrado para la estación E-7 (IMDA = 4,643 veh/día) y la composición vehicular correspondiente.

Tabla 31: Índice medio Diario Anual, Estación E-7

TRAFICO VEHICULAR				
Clasificación E-7 Puente Santa				
(Veh/día)				
Tipo de Vehículos	IMDa Chimbote	IMDa Trujillo	IMDa Total	Distrib. %
Autos	318	309	627	13,51%
S. Wagon	146	131	278	5,98%
Pick Up	293	289	582	12,54%
Panel	13	11	24	0,51%
Camioneta	47	47	94	2,04%
Micro	21	16	37	0,80%
Omnibus 2E	67	81	148	3,19%
Omnibus 3E	241	254	494	10,64%
Omnibus 4E	79	74	153	3,30%
Camion 2E	233	245	479	10,31%
Camión 3E	145	140	285	6,14%
Camion 4E	44	39	83	1,79%
Semitrayles 2S2	6	7	13	0,28%
Semitrayles 2S3	7	8	15	0,33%
Semitrayles 3S2	69	82	151	3,25%
Semitrayles 3S3	544	541	1.085	23,37%
Traylers 2T2	1	1	3	0,05%
Traylers 2T3	5	7	12	0,26%
Traylers 3T2	26	22	48	1,03%
Traylers 3T3	16	16	32	0,69%
TOTAL IMD	2.323	2.320	4.643	100,00

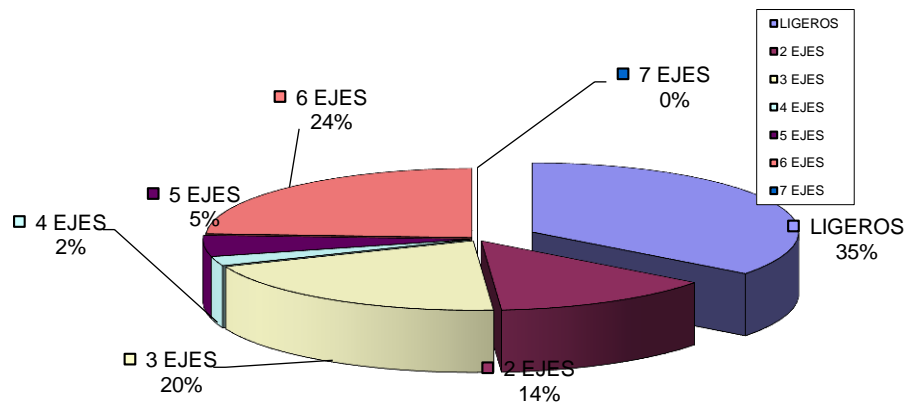
Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

a) Análisis de la composición del tipo del Flujo Vehicular E7

El Flujo vehicular actual en la vía es fundamentalmente de vehículos pesados con 64.74% del total del flujo vehicular detectado. En el rubro de vehículos pesados que cubren el tramo Chimbote – Santa - Guadalupito, destacan los vehículos de 6 ejes con un 24.10% del total del flujo vehicular, 3 ejes con un 20.11% del total del flujo vehicular y 13.52% de vehículos de 2 ejes.

Gráfico 3: Distribución Porcentual por Tipo de Vehículos

Distribución Porcentual por Tipo de Vehículos
Estudio de Tráfico
Estación E07 Puente Santa
del 27/05 al 02/06/2014



Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

8.1 Estación E08.- Chao

El Tránsito promedio diario de la semana (TPDS) es el resultado del promedio de la sumatoria de los conteos vehiculares efectuados durante siete días de la semana. En la Tabla se muestra el resumen del conteo para la estación E-8 (TPDS = 5,221 veh/día) y la composición vehicular correspondiente.

Tabla 32: Tránsito Promedio de la Semana, Estación E-8

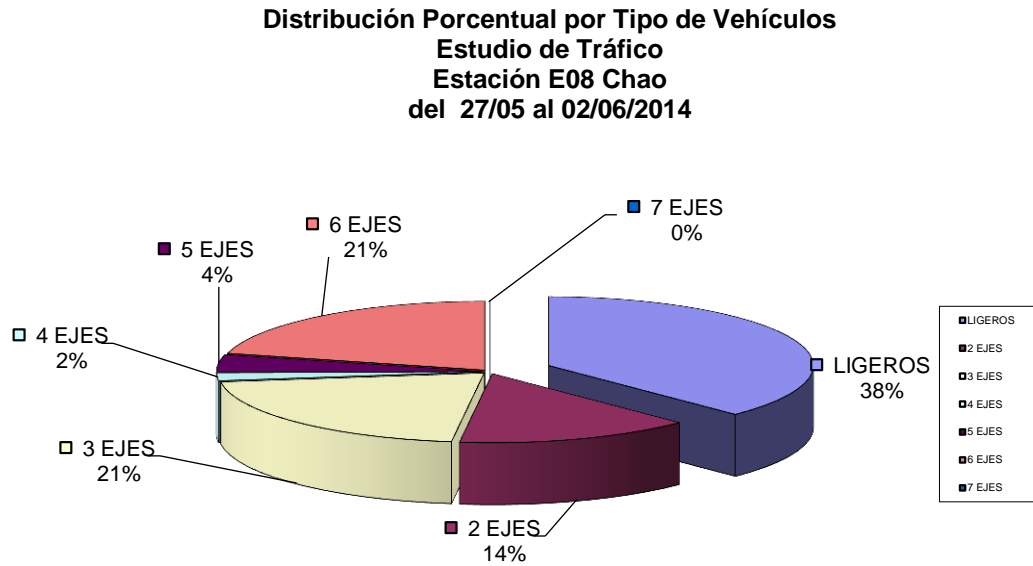
TRAFICO VEHICULAR Clasificación E-8 Chao (Veh/día)				
Tipo de Vehículos	TPDS a Trujillo	TPDS a Chimbote	Total	Distrib. %
Autos	258	236	494	9.47%
S. Wagon	83	77	159	3.05%
Pick Up	379	331	710	13.61%
Panel	16	10	26	0.49%
Camioneta	255	238	492	9.43%
Micro	46	33	79	1.51%
Omnibus 2E	125	136	261	4.99%
Omnibus 3E	255	275	530	10.15%
Omnibus 4E	75	69	144	2.75%
Camion 2E	249	242	491	9.41%
Camión 3E	219	203	422	8.08%
Camion 4E	37	35	72	1.38%
Semitrayles 2S2	10	9	19	0.37%
Semitrayles 2S3	6	7	13	0.25%
Semitrayles 3S2	77	77	154	2.94%
Semitrayles 3S3	535	524	1,059	20.29%
Traylers 2T2	1	2	3	0.06%
Traylers 2T3	1	0	1	0.02%
Traylers 3T2	25	24	50	0.95%
Traylers 3T3	21	20	41	0.79%
TOTAL TPDS	2,673	2,548	5,221	100.00

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

a. Análisis de la composición del tipo del Flujo Vehicular E8

El Flujo Vehicular actual en la vía es fundamentalmente por vehículos pesado con 62.44%, en el rubro de vehículos pesados que hacen la ruta Guadalupito – Chao, destacan los vehículos de 6 ejes con un 21.08% del total del flujo vehicular, 3 ejes con un 20.98% del total del flujo vehicular y 14.40% de vehículos de 2 ejes.

Gráfico 4: Distribución Porcentual por Tipo de Vehículos



Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

8.2 Estación E09.- San José

El Transito promedio diario de la semana (TPDS) es el resultado del promedio de la sumatoria de los conteos vehiculares efectuados durante siete días de la semana. En la Tabla 7 se muestra el resumen del conteo para la estación E-09 (TPDS = 4,854 veh/día) y la composición vehicular correspondiente.

Tabla 33: Tránsito Promedio de la Semana, Estación E-09

TRAFICO VEHICULAR				
Clasificación E-09 San José				
(Veh/día)				
Tipo de Vehículos	TPDS a Trujillo	TPDS a Chimbote	Total	Distrib. %
Autos	265	279	544	11.21%
S. Wagon	75	89	163	3.36%
Pick Up	329	305	634	13.07%
Panel	26	30	55	1.14%
Camioneta	125	134	259	5.34%
Micro	124	112	236	4.87%
Omnibus 2E	61	61	121	2.50%
Omnibus 3E	237	242	478	9.85%
Omnibus 4E	75	69	144	2.96%
Camion 2E	284	268	553	11.38%
Camión 3E	165	163	327	6.74%
Camion 4E	39	38	77	1.59%
Semitrayles 2S2	12	11	24	0.49%
Semitrayles 2S3	10	9	19	0.39%
Semitrayles 3S2	64	71	135	2.79%
Semitrayles 3S3	481	494	976	20.10%
Traylers 2T2	8	4	12	0.24%
Traylers 2T3	9	6	14	0.29%
Traylers 3T2	20	18	38	0.77%
Traylers 3T3	23	22	45	0.93%
TOTAL TPDS	2,431	2,423	4,854	100.00

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

El Índice Medio Diario Anual se obtiene multiplicando el Tránsito Promedio diario semanal por el factor de corrección del mes de mayo. La Tabla se muestra el Índice Medio Diario Anual encontrado para la estación E-9 (IMDA = 5,327 veh/día) y la composición vehicular correspondiente.

Tabla 34: Índice medio Diario Anual, Estación E-9

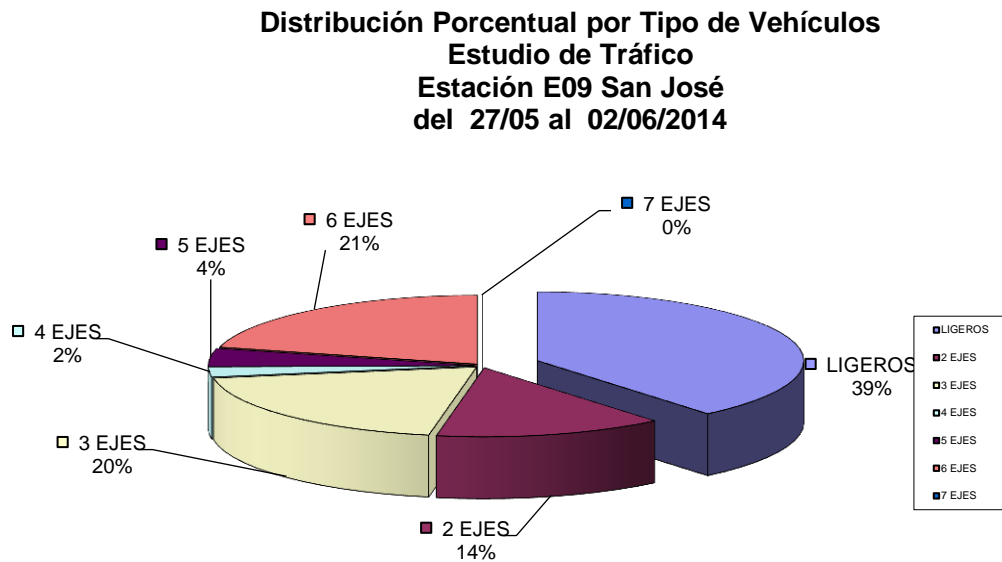
TRAFICO VEHICULAR				
Clasificación E-09 San José				
(Veh/día)				
Tipo de Vehículos	IMDa a Trujillo	IMDa a Chimbote	IMDa Total	Distrib. %
Autos	292	307	599	11.24%
S. Wagon	82	97	180	3.37%
Pick Up	363	336	698	13.11%
Panel	28	33	61	1.15%
Camioneta	138	147	285	5.35%
Micro	136	124	260	4.88%
Omnibus 2E	66	67	133	2.49%
Omnibus 3E	262	265	527	9.90%
Omnibus 4E	79	75	154	2.89%
Camion 2E	311	294	605	11.36%
Camión 3E	180	178	358	6.73%
Camion 4E	43	41	84	1.58%
Semitrayles 2S2	13	12	26	0.48%
Semitrayles 2S3	11	10	21	0.39%
Semitrayles 3S2	70	78	148	2.78%
Semitrayles 3S3	527	541	1,069	20.06%
Traylers 2T2	8	4	13	0.24%
Traylers 2T3	9	6	15	0.29%
Traylers 3T2	22	19	41	0.77%
Traylers 3T3	26	24	49	0.93%
TOTAL IMD	2,668	2,659	5,327	100.00

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

a. Análisis de la composición del tipo del Flujo Vehicular E9

El Flujo Vehicular actual en la vía es fundamentalmente por vehículos pesados con 61.01%, en el rubro de vehículos pesados que hacen la ruta Santa – Virú, destacan los vehículos de 6 ejes con un 21.03% del total del flujo vehicular, 3 ejes con un 19.55% del total del flujo vehicular y 13.88% de vehículos de 2 ejes.

Gráfico 5: Distribución Porcentual por Tipo de Vehículos



Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

8.3 Estación E10.- El Carmelo

El Transito promedio diario de la semana (TPDS) es el resultado del promedio de la sumatoria de los conteos vehiculares efectuados durante siete días de la semana. En la Tabla 35 se muestra el resumen del conteo para la estación E-10 (TPDS = 6,113 veh/día) y la composición vehicular correspondiente.

Tabla 35: Tránsito Promedio de la Semana, Estación E-10

TRAFICO VEHICULAR				
Clasificación E-10 El Carmelo				
(Veh/día)				
Tipo de Vehículos	TPDS a Chimbote	TPDS a Trujillo	Total	Distrib. %
Autos	224	221	445	7.28%
S. Wagon	335	314	650	10.63%
Pick Up	322	329	651	10.65%
Panel	116	131	247	4.05%
Camioneta	122	151	273	4.46%
Micro	162	154	316	5.17%
Omnibus 2E	128	125	253	4.14%
Omnibus 3E	222	223	445	7.28%
Omnibus 4E	78	77	155	2.54%
Camion 2E	244	277	521	8.52%
Camión 3E	175	175	350	5.73%
Camion 4E	55	56	112	1.83%
Semitrayles 2S2	44	41	85	1.39%
Semitrayles 2S3	41	40	81	1.32%
Semitrayles 3S2	67	76	143	2.34%
Semitrayles 3S3	447	432	880	14.39%
Traylers 2T2	28	19	47	0.76%
Traylers 2T3	24	23	47	0.76%
Traylers 3T2	38	30	68	1.12%
Traylers 3T3	173	172	345	5.65%
TOTAL TPDS	3,045	3,068	6,113	100.00

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

El Índice Medio Diario Anual se obtiene multiplicando el Tránsito Promedio diario semanal por el factor de corrección del mes de mayo. En la Tabla 36 se muestra el Índice Medio Diario Anual encontrado para la estación E-10 (IMDA = 6,709 veh/día) y la composición vehicular correspondiente.

Tabla 36: Índice medio Diario Anual, Estación E-10

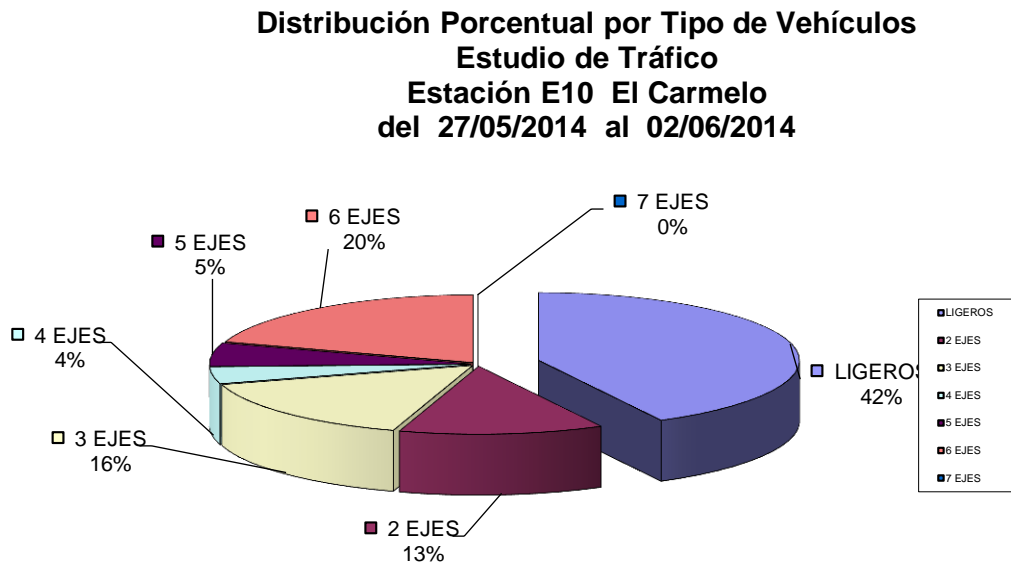
TRAFICO VEHICULAR				
Clasificación E-10 El Carmelo				
(Veh/dia)				
Tipo de Vehículos	IMDa Chimbote	IMDa Trujillo	IMDa Total	Distrib. %
Autos	247	243	490	7.30%
S. Wagon	369	346	715	10.66%
Pick Up	354	362	717	10.68%
Panel	128	144	272	4.06%
Camioneta	134	166	300	4.47%
Micro	178	170	348	5.19%
Omnibus 2E	141	137	277	4.13%
Omnibus 3E	246	248	494	7.37%
Omnibus 4E	82	81	163	2.43%
Camion 2E	268	303	571	8.50%
Camión 3E	192	192	384	5.72%
Camion 4E	60	62	122	1.82%
Semitrayles 2S2	48	45	93	1.39%
Semitrayles 2S3	44	44	88	1.32%
Semitrayles 3S2	73	84	157	2.34%
Semitrayles 3S3	490	474	963	14.36%
Traylers 2T2	30	21	51	0.76%
Traylers 2T3	26	25	51	0.76%
Traylers 3T2	42	33	75	1.11%
Traylers 3T3	189	189	378	5.64%
TOTAL IMD	3,342	3,368	6,709	100.00

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

a. Análisis de la composición del tipo del Flujo Vehicular E10

El Flujo Vehicular actual en la vía es fundamentalmente por vehículos pesados con 57.76%, en el rubro de vehículos pesados que hacen la ruta Virú – desvío Salaverry, destacan los vehículos de 6 ejes con un 20.04% del total del flujo vehicular, 3 ejes con un 15.54% del total del flujo vehicular y 12.66% de vehículos de 2 ejes.

Gráfico 6: Distribución Porcentual por Tipo de Vehículos



Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

8.4 Estación E11.- Salaverry

El Transito promedio diario de la semana (TPDS) es el resultado del promedio de la sumatoria de los conteos vehiculares efectuados durante siete días de la semana. En la Tabla se muestra el resumen del conteo para la estación E-11 (TPDS = 5,302 veh/día) y la composición vehicular correspondiente.

Tabla 37: Tránsito Promedio de la Semana, Estación E-11

TRAFICO VEHICULAR				
Clasificación E-11 Salaverry				
(Veh/dia)				
Tipo de Vehículos	TPDS a Salaverry	TPDS a Dv. Trujillo	Total	Distrib. %
Autos	845	837	1,682	31.72%
S. Wagon	424	388	812	15.32%
Pick Up	319	291	610	11.51%
Panel	30	23	54	1.02%
Camioneta	276	175	451	8.51%
Micro	256	246	503	9.48%
Omnibus 2E	6	5	11	0.21%
Omnibus 3E	0	0	1	0.02%
Omnibus 4E	0	0	0	0.00%
Camion 2E	209	200	409	7.72%
Camión 3E	109	103	212	4.00%
Camion 4E	18	22	41	0.77%
Semitrayles 2S2	16	14	30	0.56%
Semitrayles 2S3	11	8	19	0.36%
Semitrayles 3S2	40	35	75	1.41%
Semitrayles 3S3	184	181	365	6.88%
Traylers 2T2	4	4	7	0.13%
Traylers 2T3	6	2	8	0.15%
Traylers 3T2	2	3	4	0.08%
Traylers 3T3	4	4	8	0.16%
TOTAL TPDS	2,759	2,542	5,302	100.00

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

El Índice Medio Diario Anual se obtiene multiplicando el Tránsito Promedio diario semanal por el factor de corrección del mes de mayo. En la tabla 38 se muestra el Índice Medio Diario Anual encontrado para la estación E-11 (IMDA = 5,829 veh/día) y la composición vehicular correspondiente.

Tabla 38: Tránsito Promedio de la Semana, Estación E-11

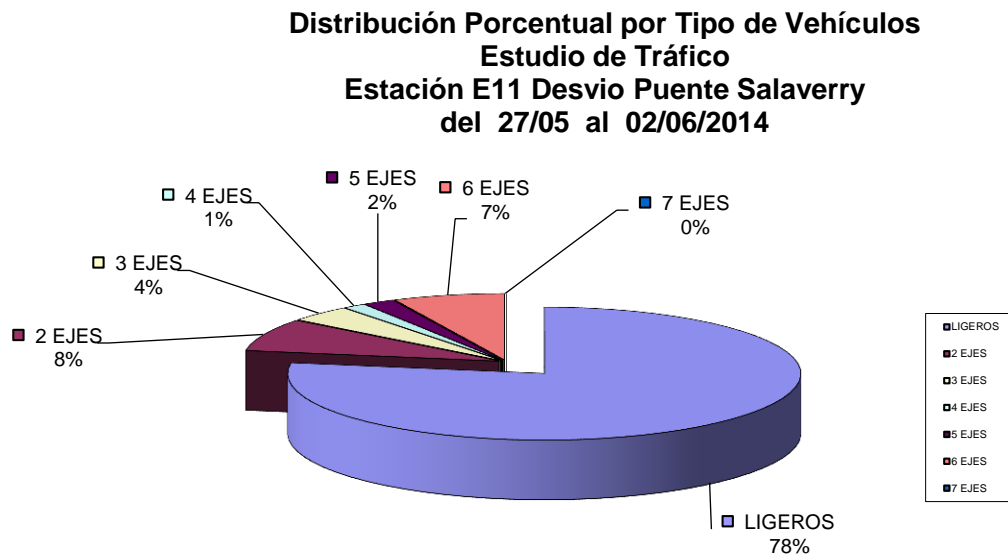
TRAFICO VEHICULAR				
Clasificación E-11 Salaverry				
(Veh/día)				
Tipo de Vehículos	IMDa a Salaverry	IMDa a Dv. Trujillo	IMDa Total	Distrib. %
Autos	930	921	1,851	31.75%
S. Wagon	467	427	894	15.33%
Pick Up	351	321	672	11.53%
Panel	33	26	59	1.02%
Camioneta	304	193	496	8.52%
Micro	282	271	553	9.49%
Omnibus 2E	6	6	12	0.21%
Omnibus 3E	0	0	0	0.00%
Omnibus 4E	0	0	0	0.00%
Camion 2E	229	219	448	7.69%
Camión 3E	119	113	232	3.98%
Camion 4E	20	24	44	0.76%
Semitrayles 2S2	17	15	33	0.56%
Semitrayles 2S3	12	9	21	0.36%
Semitrayles 3S2	44	38	82	1.41%
Semitrayles 3S3	202	198	399	6.85%
Traylers 2T2	4	4	8	0.13%
Traylers 2T3	6	3	9	0.15%
Traylers 3T2	2	3	5	0.08%
Traylers 3T3	5	5	9	0.16%
TOTAL IMD	3,033	2,796	5,829	100.00

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

a. Análisis de la composición del tipo del Flujo Vehicular E11

El Flujo Vehicular actual en la vía es principalmente por vehículos ligeros con 77.55%, en el rubro de vehículos pesados que hacen la ruta desvío Salaverry – Puerto Salaverry vehículos de 2 ejes con un 7.93% del total del flujo vehicular, 6 ejes con un 7.04% del total del flujo vehicular y 4.01% de vehículos de 3 ejes.

Gráfico 7: Distribución Porcentual por Tipo de Vehículos



Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

8.5 Estación E12.- desvio Salaverry

El Transito promedio diario de la semana (TPDS) es el resultado del promedio de la sumatoria de los conteos vehiculares efectuados durante siete días de la semana. En la Tabla se muestra el resumen del conteo para la estación E-12 (TPDS = 15,626 veh/día) y la composición vehicular correspondiente.

Tabla 39: Tránsito Promedio de la Semana, Estación E-12

TRAFICO VEHICULAR				
Clasificación E-12 Dv. Salaverry Trujillo				
(Veh/dia)				
Tipo de Vehículos	TPDS a Trujillo	TPDS a Chimbote	Total	Distrib. %
Autos	1,863	1,990	3,853	24.66%
S. Wagon	972	982	1,954	12.50%
Pick Up	1,000	1,094	2,093	13.40%
Panel	68	54	122	0.78%
Camioneta	836	899	1,736	11.11%
Micro	483	522	1,005	6.43%
Omnibus 2E	148	126	274	1.75%
Omnibus 3E	295	272	566	3.62%
Omnibus 4E	79	70	149	0.95%
Camion 2E	610	673	1,283	8.21%
Camión 3E	344	322	666	4.26%
Camion 4E	62	49	111	0.71%
Semitrayles 2S2	19	17	36	0.23%
Semitrayles 2S3	14	14	27	0.18%
Semitrayles 3S2	99	94	193	1.23%
Semitrayles 3S3	670	650	1,320	8.45%
Traylers 2T2	4	9	13	0.09%
Traylers 2T3	13	9	21	0.14%
Traylers 3T2	44	44	88	0.56%
Traylers 3T3	55	60	115	0.74%
TOTAL TPDS	7,677	7,949	15,626	100.00

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

El Índice Medio Diario Anual se obtiene multiplicando el Tránsito Promedio diario semanal por el factor de corrección del mes de mayo. En la

Tabla se muestra el Índice Medio Diario Anual encontrado para la estación E-11

(IMDA = 17,172 veh/día) y la composición vehicular correspondiente.

Tabla 40: Índice medio Diario Anual, Estación E-12

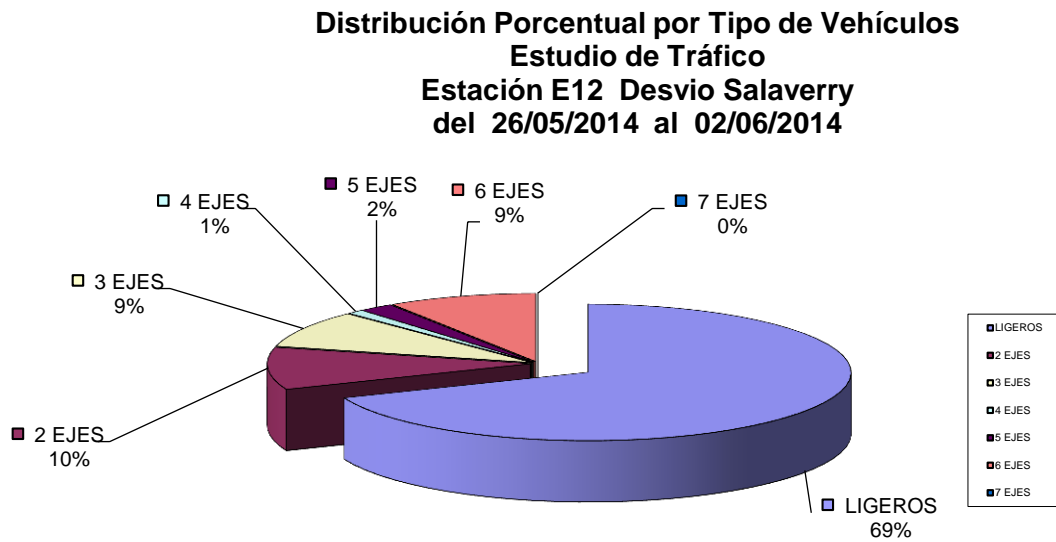
TRAFICO VEHICULAR				
Clasificación E-12 Dv. Salaverry Trujillo				
(Veh/dia)				
Tipo de Vehículos	IMDa a Trujillo	IMDa a Chimbote	IMDa Total	Distrib. %
Autos	2,051	2,190	4,241	24.70%
S. Wagon	1,070	1,080	2,150	12.52%
Pick Up	1,100	1,204	2,304	13.42%
Panel	75	59	134	0.78%
Camioneta	920	990	1,910	11.12%
Micro	531	574	1,106	6.44%
Omnibus 2E	162	138	300	1.75%
Omnibus 3E	327	301	628	3.66%
Omnibus 4E	82	73	155	0.90%
Camion 2E	668	737	1,406	8.18%
Camión 3E	377	353	730	4.25%
Camion 4E	68	54	122	0.71%
Semitrayles 2S2	21	19	40	0.23%
Semitrayles 2S3	15	15	30	0.17%
Semitrayles 3S2	109	102	211	1.23%
Semitrayles 3S3	733	712	1,446	8.42%
Traylers 2T2	4	10	15	0.09%
Traylers 2T3	14	10	23	0.14%
Traylers 3T2	48	48	96	0.56%
Traylers 3T3	61	65	126	0.73%
TOTAL IMD	8,437	8,736	17,172	100.00

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

b) Análisis de la composición del tipo del Flujo Vehicular E12

El Flujo Vehicular actual en la vía es fundamentalmente por vehículos ligeros con 68.87%, en el rubro de vehículos pesados que hacen la ruta desvío Salaverry – Trujillo, destacan los vehículos de 2 ejes con un 9.97% del total del flujo vehicular, 6 ejes con un 9.18% del total del flujo vehicular y 8.84% de vehículos de 3 ejes.

Gráfico 8: Distribución Porcentual por Tipo de Vehículos



Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

9. Proyección de tráfico

9.1 Tasas de generación de viajes

Un procedimiento aceptado para determinar las proyecciones de tráfico es el empleo del método de Tasa de Generación de Viajes. Este método considera las estructuras de flujos de transporte entre pares de zonas aplicándose la siguiente expresión exponencial por tipo de vehículo:

$$T_m = T_0 \left(1 + \left(\frac{\sum_1^n (R_{ij} \times T_{ijt})}{\sum_1^n T_{ijt}} \times \frac{1}{100} \right) \right)^n$$

Donde:

T_{tn} = Tráfico en el tramo T, en el año n.

T_0 = Tráfico en el tramo T, en el año base.

T_{ijt} = Tráfico entre las zonas i y j, que utiliza el tramo T.

R_{ij} = Tasa de generación de viajes.

Las Tasas de generación de viajes entre pares de zonas, se obtuvieron con la relación:

$$R_{ij} = \frac{R_i + R_j}{2}$$

Donde:

R_i = Tasa de generación de viajes de la zona i.

R_j = Tasa de generación de viajes de la zona j.

Las tasas de crecimiento del tráfico por tramos y tipo de vehículo (R_t), estarán dadas por:

$$R_t = \frac{\sum_1^n (R_{ij} \times T_{ijt})}{\sum_1^n T_{ijt}}$$

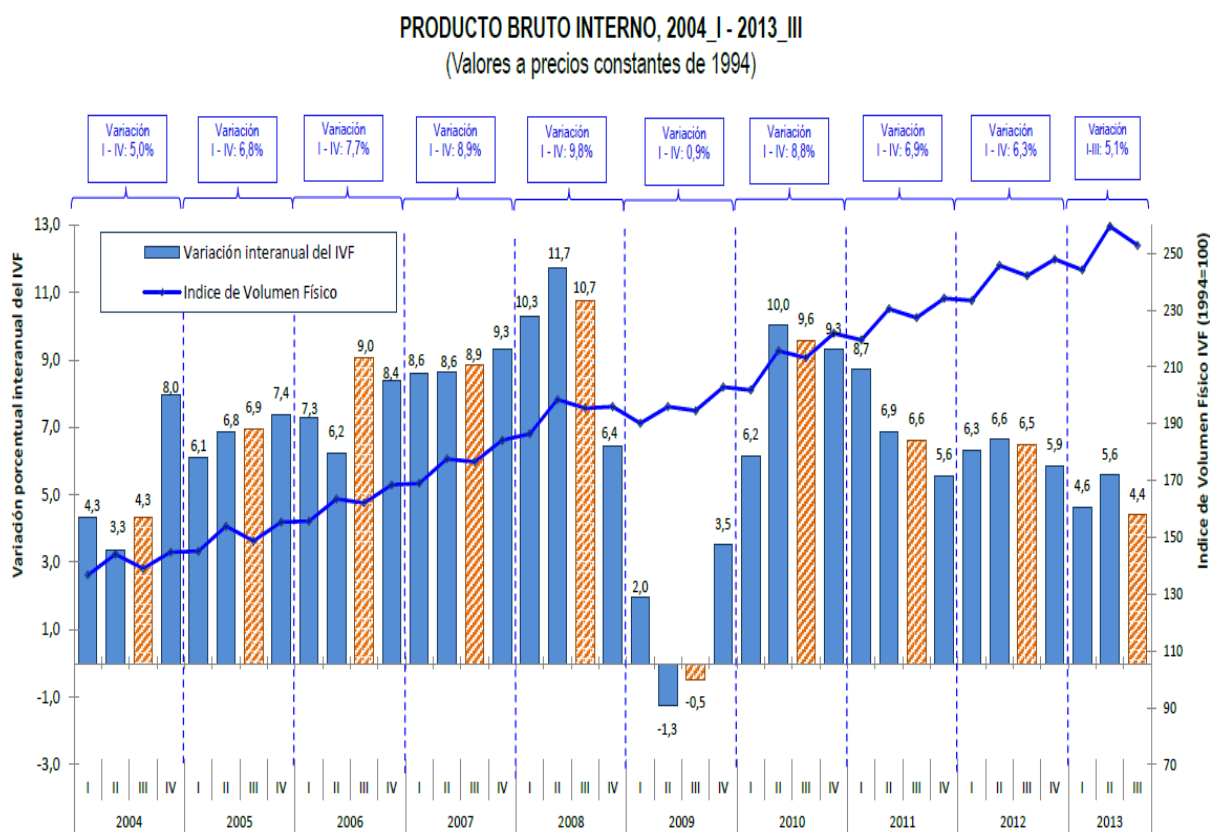
Las tasas de crecimiento del tráfico obtenidas, se aplicaron a todos los tramos del proyecto.

Para establecer las tasas de generación de viajes, se tuvo en cuenta la participación de las variables socio-económicas como el PBI y la población, del departamento de La Libertad y de aquellos que tienen relación con el tráfico que soporta la vía.

Para el presente estudio se han tomado las estadísticas del PBI correspondientes a la serie histórica comprendida entre los años 2001-2012, escenario neutro, sectorial del INEI, que permite tener una tendencia razonable con el desarrollo económico de la zona. Los cálculos se muestran en el anexo respectivo

Se ha calculado la tasa de crecimiento de la población POB que se muestran en el Gráfico 9, obtenidas del INEI Censos de población y vivienda del 2007, considerándose además las proyecciones y estimaciones de crecimiento poblacional del periodo 2001-2007:

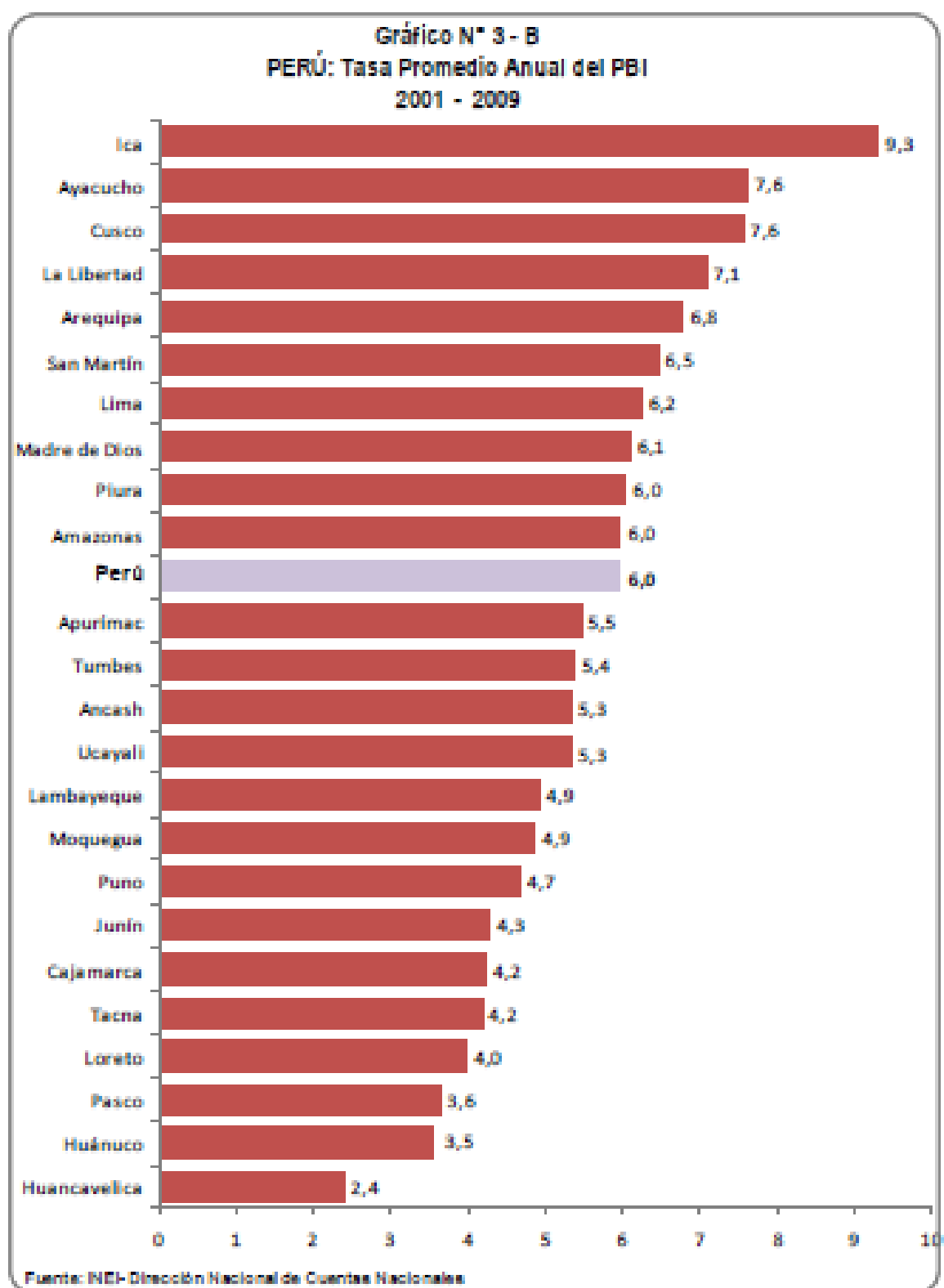
Gráfico 9: Tasa de crecimiento promedio anual Perú



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (2015)

Gráfico 10: Tasa Promedio Anual PBI por región



Fuente: INEI Compendio estadístico 2011

Tabla 41: Tasa Promedio Crecimiento Poblacional

Proyección de crecimiento Poblacional 2012 - 2015	
Región	Tasa de Crecimiento
Amazonas	0.41%
Ancash	0.56%
Arequipa	1.11%
Cajamarca	0.35%
La Libertad	1.25%
Lambayeque	0.84%
Lima	1.55%
Piura	0.82%
San Martín	1.40%
Tumbes	1.36%

Fuente: INEI 2014

Las Tasas de población empleadas se han actualizado empleando la información reciente del INEI para el periodo 2012-2015.

Las tasas de generación de viajes se obtuvieron considerando para la carretera en estudio, los promedios ponderados de las tasas de generación de viajes para cada tipo de vehículo y por pares de zonas según orígenes y destinos de las encuestas correspondientes. Se establecieron zonas de tránsito, cuyas matrices se muestran en los anexos.

Las tasas de generación de viajes se calcularon para cada tipo de vehículo considerando como variable la elasticidad del tráfico, de acuerdo a lo siguiente:

9.1.2 Autos

Las tasas de generación de viajes, por zonas de tráfico, se estimaron con la relación:

$$R_{ai} = R_{pi} \times E_{li}$$

Donde:

R_{ai} = Tasa de generación de viajes en autos.

R_{pi} = Tasa de crecimiento de POB

E_{1i} = Elasticidad del tráfico en autos.

9.1.3 Camionetas

Las tasas de generación de viajes, por zonas de tráfico, se estimaron con la relación:

$$R_{ki} = R_{pbi/h} \times E_{2i}$$

Donde:

R_{ki} = Tasa de generación de viajes en camionetas.

$R_{pbi/h}$ = Tasa de crecimiento de la población.

E_{2i} = Elasticidad del tráfico en camionetas.

9.1.4 Micros

Las tasas de generación de viajes, por zonas de tráfico, se estimaron con la relación:

$$R_{mi} = R_{pi} \times E_{4i}$$

Donde:

R_{mi} = Tasa de generación de viajes en micros.

R_{pi} = Tasa de crecimiento de la población.

E_{3i} = Elasticidad del tráfico en micros.

9.1.5 Omnibuses

Las tasas de generación de viajes, por zonas de tráfico, se estimaron con la relación:

$$R_{oi} = R_{pi} \times E_{4i}$$

Donde:

R_{oi} = Tasa de generación de viajes en ómnibus.

R_{pi} = Tasa de crecimiento de la población.

E_{4i} = Elasticidad del tráfico en ómnibus.

9.1.6 Camiones

Las tasas de generación de viajes, por zonas de tráfico, se estimaron con la relación:

$$R_{ci} = R_{pbi} \times E_{5i}$$

Donde:

R_{ci} = Tasa de generación de viajes en camiones de la zona i.

R_{pbi} = Tasa de crecimiento del Producto Bruto Interno de la zona i.

E_{5i} = Elasticidad del tráfico en camiones.

9.2 Elasticidad

La Elasticidad se calcula relacionando las estadísticas de los vehículos inscritos en el Departamento de Lima, con el valor del PBI total, se hace la aclaración de que hasta la fecha no existe una estadística confiable del parque automotor, puesto que no hay un registro de bajas de los vehículos siniestrados, por tanto no se puede partir de un numerador errado por que los resultados serían falsos, por ese motivo se ha tomado la

Elasticidad utilizada para otros estudios similares en la zona y aceptadas por el MTC, debido a que al REHABILITARSE Y/O MEJORARSE O EFECTUAR UN MANTENIMIENTO PERIODICO en la carretera, el crecimiento del Parque automotor se va a incrementar.

Las Elasticidades consideradas en el proyecto se muestran en la *Tabla 42*

Tabla 42: Elasticidad del Tráfico por tipo de vehículo

Tipo Vehículo	Elasticidades
Autos	1.00
Camionetas	1.10
C Rural (Combi)	1.00
Micros	0.80
Buses	1.00
Camiones	1.00
Articulados	1.00

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Tabla 43: Elasticidad del Tráfico por departamento

Tasa Crecimiento PBI/HAB	
Periodo 2007-2012	
Amazonas	5.51
Ancash	2.20
Arequipa	3.63
Cajamarca	3.18
La Libertad	3.31
Lambayeque	4.49
Lima	4.11
Piura	3.76
San Martín	3.94
Tumbes	4.14

Fuente: INEI 2013, Cuentas Nacionales

Tabla 44: Tasa de crecimiento Estación Virú

Tasa de Crecimiento Viru	
Tipo de vehículo	Tasas
AUTOS	3.06
CAMIONETAS	0.47
COMBI	0.44
MICRO	0.33
BUSES	0.44
CAMIONES	5.94
ARTICULADOS	6.68

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

9.3 Proyección de Tráfico Normal

La proyección del tráfico normal obtenido a partir del IMDa, para vehículos de pasajeros y carga, se obtuvo aplicando las tasas de crecimiento propuestas, al IMD por tipo de vehículo del año base (2014).

El resumen de los resultados de la proyección del tráfico normal por período de cinco años y por tipo de vehículo se muestra en los siguientes tablas.

Tabla 45: Proyecciones de Trafico Estación 07 Puente Santa

TRAMO: SANTA - VIRU - DV. SALAVERRY

PROYECCIONES DEL TRAFICO AÑO

ESTACION: E7

TRAFICO NORMAL	AÑO						
	2014	2015	2020	2025	2030	2035	2040
AUTO/SW	905	933	1084	1260	1465	1703	1980
CAMIONETA PICK UP/PANEL	606	609	623	638	653	668	684
CAMIONETA RURAL	94	94	96	99	101	103	105
MICRO	37	37	38	38	39	40	40
BUSES	795	798	816	834	853	872	891
CAMION 2E	479	507	677	904	1206	1610	2149
CAMION 3E	285	302	403	538	718	958	1279
CAMION 4E	83	88	117	157	209	279	372
ARTICULADO	1359	1450	2003	2768	3825	5285	7302
TOTAL	4,643	4,818	5,857	7,236	9,069	11,518	14,802

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Tabla 46: Proyecciones de Trafico Estación 08 Chao

TRAMO: SANTA - VIRU - DV. SALAVERRY

PROYECCIONES DEL TRAFICO AÑO

ESTACION: E8

TRAFICO NORMAL	AÑO						
	2014	2015	2020	2025	2030	2035	2040
AUTO/SW	719	741	861	1001	1164	1353	1573
CAMIONETA PICK UP/PANEL	810	814	833	852	872	893	914
CAMIONETA RURAL	542	544	556	569	581	594	607
MICRO	87	87	89	90	92	93	95
BUSES	1024	1029	1051	1075	1098	1123	1148
CAMION 2E	538	570	761	1015	1355	1808	2413
CAMION 3E	462	489	653	872	1164	1553	2073
CAMION 4E	79	84	112	149	199	266	354
ARTICULADO	1468	1566	2164	2990	4131	5709	7888
TOTAL	5,729	5,924	7,080	8,613	10,656	13,392	17,065

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Tabla 47: Proyecciones de Trafico Estación 09 San José

TRAMO: SANTA - VIRU - DV. SALAVERRY

PROYECCIONES DEL TRAFICO AÑO

ESTACION: E9

TRAFICO NORMAL	AÑO						
	2014	2015	2020	2025	2030	2035	2040
AUTO/SW	779	803	933	1085	1261	1466	1704
CAMIONETA PICK UP/PANEL	759	763	780	799	818	837	856
CAMIONETA RURAL	285	286	293	299	306	312	319
MICRO	260	261	265	270	274	279	284
BUSES	814	818	836	854	873	893	912
CAMION 2E	605	641	855	1142	1524	2034	2714
CAMION 3E	358	379	506	676	902	1203	1606
CAMION 4E	84	89	119	159	212	282	377
ARTICULADO	1382	1474	2037	2815	3889	5374	7426
TOTAL	5,326	5,514	6,624	8,099	10,059	12,680	16,198

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Tabla 48: Proyecciones de Trafico Estación 10 El Carmelo

TRAMO: SANTA - VIRU - DV. SALAVERRY

PROYECCIONES DEL TRAFICO AÑO

ESTACION: E10

TRAFICO NORMAL	AÑO						
	2014	2015	2020	2025	2030	2035	2040
AUTO/SW	1205	1242	1444	1678	1951	2268	2636
CAMIONETA PICK UP/PANEL	989	994	1017	1041	1065	1090	1116
CAMIONETA RURAL	300	301	308	315	322	329	336
MICRO	348	349	355	361	367	373	380
BUSES	934	938	959	980	1002	1024	1047
CAMION 2E	571	605	807	1078	1438	1919	2562
CAMION 3E	384	407	543	725	967	1291	1723
CAMION 4E	122	129	173	230	307	410	547
ARTICULADO	1856	1980	2736	3780	5223	7218	9973
TOTAL	6,709	6,945	8,342	10,188	12,642	15,922	20,320

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Tabla 49: Proyecciones de Trafico Estación 11 Salaverry

TRAMO: DV. SALAVERRY - PUERTO SALAVERRY

PROYECCIONES DEL TRAFICO AÑO

ESTACION: E11

TRAFICO NORMAL	AÑO						
	2014	2015	2020	2025	2030	2035	2040
AUTO/SW	2745	2829	3288	3823	4444	5166	6005
CAMIONETA PICK UP/PANEL	731	734	752	769	787	806	825
CAMIONETA RURAL	496	498	509	520	532	543	555
MICRO	553	555	564	574	583	593	603
BUSES	13	13	13	14	14	14	15
CAMION 2E	448	475	633	845	1128	1506	2010
CAMION 3E	232	246	328	438	584	780	1041
CAMION 4E	44	47	62	83	111	148	197
ARTICULADO	566	604	834	1153	1593	2201	3041
TOTAL	5,828	6,001	6,983	8,219	9,776	11,757	14,292

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Tabla 50: Proyecciones de Trafico Estación 12 desvio Salaverry Trujillo

TRAMO: DV. SALAVERRY - TRUJILLO

PROYECCIONES DEL TRAFICO AÑO

ESTACION: E12

TRAFICO NORMAL	AÑO						
	2014	2015	2020	2025	2030	2035	2040
AUTO/SW	6391	6586	7656	8900	10346	12027	13981
CAMIONETA PICK UP/PANEL	2438	2449	2507	2566	2626	2688	2751
CAMIONETA RURAL	1910	1918	1961	2004	2048	2093	2139
MICRO	1106	1110	1128	1147	1167	1186	1206
BUSES	1083	1088	1112	1137	1162	1187	1214
CAMION 2E	1406	1490	1988	2653	3541	4726	6307
CAMION 3E	730	773	1032	1378	1839	2454	3275
CAMION 4E	122	129	173	230	307	410	547
ARTICULADO	1987	2120	2929	4047	5592	7727	10677
TOTAL	17,173	17,663	20,486	24,062	28,628	34,498	42,097

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

10. Estudio de cargas

10.1 Censo de carga y pesaje

Para efectuar el censo de carga en las cuatro estaciones de carga previstas en este estudio de tráfico, se evaluó en primera instancia las condiciones de cada ubicación, siendo el factor preponderante el tema de seguridad vial, por tratarse de una actividad intrusiva al flujo de vehículos pesado del transporte de personas y mercancías.

Se empleó un equipo de pesaje portátil marca IRD-PAT modelo DAW300PC de peso por ejes en la modalidad de pesaje dinámico o pesaje en movimiento, por las características del equipo y modalidad de pesaje, los rangos de precisión de las mediciones de pesos por eje y peso bruto vehicular se encuentran en el rango de +/- 5%.

Ver en anexos el cálculo de número de repeticiones de ejes equivalentes para su Consideración en la Deflectometría

11. Estudio de velocidades

11.1 Metodología para medir la velocidad

En este apartado, la medición de la velocidad está referida a la velocidad de desplazamiento de un vehículo a lo largo de camino o ruta, lo cual denominaremos velocidad de viaje. Con la finalidad de establecer esta velocidad de viaje, en los estudios de tráfico en Perú se aplican dos métodos: el Método de la técnica de la placa de matrícula y el método del vehículo de prueba:

El método elegido para determinar la velocidad de recorrido de los vehículos fue mediante el método del plaqueo.

11.2 Resultados del Control de la velocidad

El método elegido para determinar la velocidad de recorrido de los vehículos fue mediante el método del plaqueo, basados en el tiempo por la distancia recorrida.

$$\text{Velocidad}_{(km/h)} = \frac{\text{distancia recorrida}}{\text{tiempo}}$$

El trabajo del campo comprendió dos etapas:

- a. Selección de los tramos representativos para el estudio.
- b. Efectuar las observaciones de campo.

En los tramos elegidos, se pudo comprobar que no existió limitación o barrera de desplazamiento de los vehículos (cierres de la vía), realizado durante un día típico.

Los tramos elegidos fueron:

Tramo IV: Peaje Virú – Alto Moche del Km 526 al Km 556

En cada punto de control se ubicó un anotador, provisto del formato necesario y de un reloj cronometrado, marcando en un formato pre-establecido para anotar el vehículo registrado basado en sus placas, tipo, el color, hora, minutos, segundos.

El procesamiento de la Información consistió en cruzar la información de los últimos dígitos de las placas, tipo de vehículo y color, obtenida en cada uno de los puntos de control, luego se efectuó el cálculo de la velocidad para cada uno de los vehículos hallados que cubrieron la distancia entre las dos ubicaciones de control.

Para el cálculo de la velocidad promedio, se ha utilizado la media aritmética de todos los vehículos hallados en los dos puntos de control.

Los resultados del control de velocidad en cada uno de los tramos homogéneos se presenta a continuación;

En el tramo peaje de Virú – Alto Moche, el desplazamiento de los vehículos se realizó en una zona rural, con la presencia de accesos privados a empresas agroindustriales con lo cual se reduce los promedios de velocidad de todos los vehículos.

Tabla 63: Control de Velocidad Peaje Virú – Alto Moche (Trujillo)

Tramo IV	
Tipo	Velocidad promedio km/h
B2	75.74
B3	96.17
C2	79.41
C3	54.52
2S3	52.40
3S2	66.55
3S3	66.34
3T2	62.43
3S4	48.71
Auto	83.80
CR	74.71
Micro	67.51
Pick Up	77.61
SW	76.46
Van	93.49

Fuente: Elaboración propia

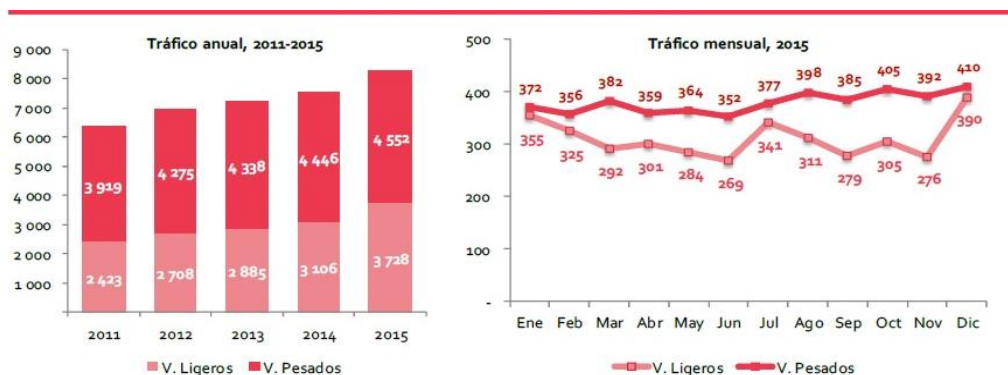
12. Tráfico

Durante el 2015, el total de vehículos que transitaron por la infraestructura vial concesionada a AUNOR ascendió a 8,28 millones de vehículos, lo cual representó un incremento del 9,6% respecto del año 2014.

Conforme se aprecia en el gráfico siguiente, en el 2015 se ha mantenido la tendencia creciente del tráfico de vehículos registrada en los últimos cinco años. Del total de vehículos contabilizados en 2015, 3,7 millones de vehículos correspondieron a vehículos ligeros (45%); mientras que, 4,5 millones de vehículos correspondieron a vehículos pesados (55%).

Tal como se aprecia, en el gráfico a continuación, en 2015, se incrementó tanto el flujo de vehículos ligeros, como el flujo de vehículos livianos; aumentando 20% y 2,4%, respectivamente, en comparación con el año anterior. En efecto, entre 2014 y 2015, se registraron por las unidades de peaje de la Concesión, 622 mil vehículos ligeros adicionales y solo 105 mil vehículos pesados adicionales

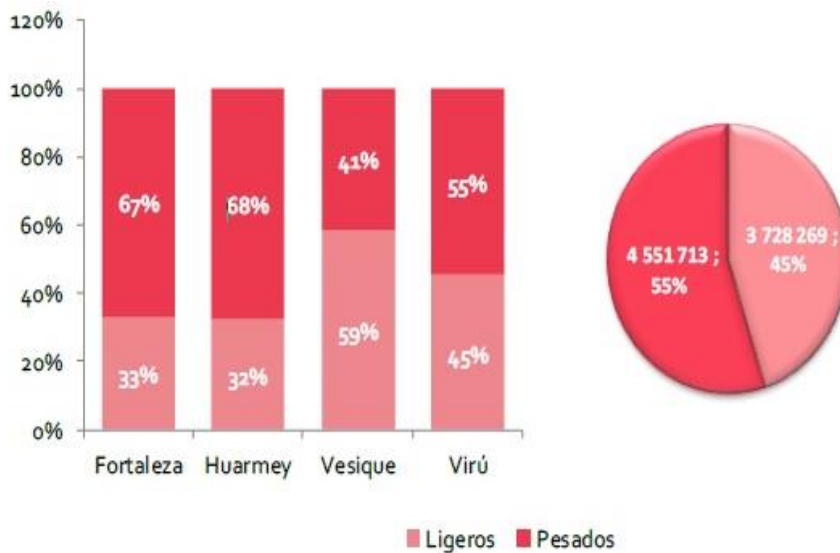
Gráfico 11: Evolución del tráfico vehicular por tipo de vehículo (en miles de unidades vehiculares)



Fuente: informe de desempeño Gerencia de Regulación y Estudios Económicos- OSITRAN- Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público – OSITRAN 2015.

Al analizar la evolución del tráfico mensual durante 2015, se puede apreciar que la mayor afluencia de vehículos pesados se produjo en el último trimestre (octubre, noviembre y diciembre), mientras que en el caso de vehículos ligeros, los meses que registran los mayores niveles de tráfico fueron enero, julio y diciembre, meses que coinciden con la temporada de vacaciones de verano, fiestas patrias y las fiestas navideñas y de fin de año.

Gráfico 12: Estructura del tráfico por tipo de vehículo (2015) en unidades vehiculares



Fuente: informe de desempeño Gerencia de Regulación y Estudios Económicos- OSITRAN- Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público – OSITRAN 2015

En conclusión, los factores destructivos sin control de carga han resultado muy altos sobre todo en los camiones articulados.

Se ha confeccionado cuadros para el cálculo de los EAL sin control de carga, es decir la carga real encontrada en los pesos realizados en el campo y un cuadro con control de carga, considerando solamente aquellos vehículos que han pasado con sobrecargas

y cuyos factores de carga resultan mayores a lo dispuesto por el MTC.

Se recomienda que el incremento de los camiones de 2 y 3 ejes y de articulados conllevará al transporte de mayores cargas, siendo esto perjudicial para el pavimento, requiriéndose para el control de pesos, implementación de estaciones de pesaje y, también los controles de pesos sorpresivos, ya que muchas veces los transportistas encuentran caminos paralelos a la vía principal a fin de evadir los controles estables.

13. Mediciones de Deflectometría y evaluación

13.1 Estructural de la carretera asfaltada

La Compañía OHL, solicitó a TNM Limitada Sucursal Perú, prestar los Servicios de Ingeniería para la medición de deflexiones en los tramos del proyecto son, Santa – Virú, Virú – Trujillo.

Las longitudes totales y localización detallada de los tramos se presentan a continuación.

Tabla 64: Sectores viales objeto de los Servicios

Tramo	Descripción	Superficie	Inicio (km⁹)	Fin (km)	Longitud (km)
4	Santa – Virú	Asfáltica	448+000	513+000	65.00
5	Virú – Trujillo	Asfáltica	528+000	557+000	29.00

Fuente: Informe de desempeño concesión vial red 4 2015

A continuación, se presenta la metodología general empleada:

a. Recopilación de información existente

➤ Estructura de pavimento

- Información de tránsito
- b. Trabajos de campo
 - Mediciones de deflexiones
- c. Evaluación de la condición estructural, en función a las deflexiones, espesores de pavimento existente, y al tránsito esperado.
 - Determinación de las propiedades estructurales del pavimento a partir de las mediciones de deflexiones (número estructural, módulo equivalente del pavimento y módulo resiliente de la subrasante).
 - Definición de sectores según deflexión (Dfo), número estructural (SN), módulo resiliente (Mr), módulo equivalente (Ep), rugosidad y tránsito.
 - Cálculo del número estructural requerido para los próximos años y determinación del cumplimiento de la vida residual del pavimento existente.
 - Cálculo de los espesores de refuerzo necesarios para cumplir con el período evaluado.

13.2 Recopilación de la información existente

Para el presente estudio se recopiló información de la estructura de pavimento y del tránsito. A continuación se resume lo más relevante para el presente estudio.

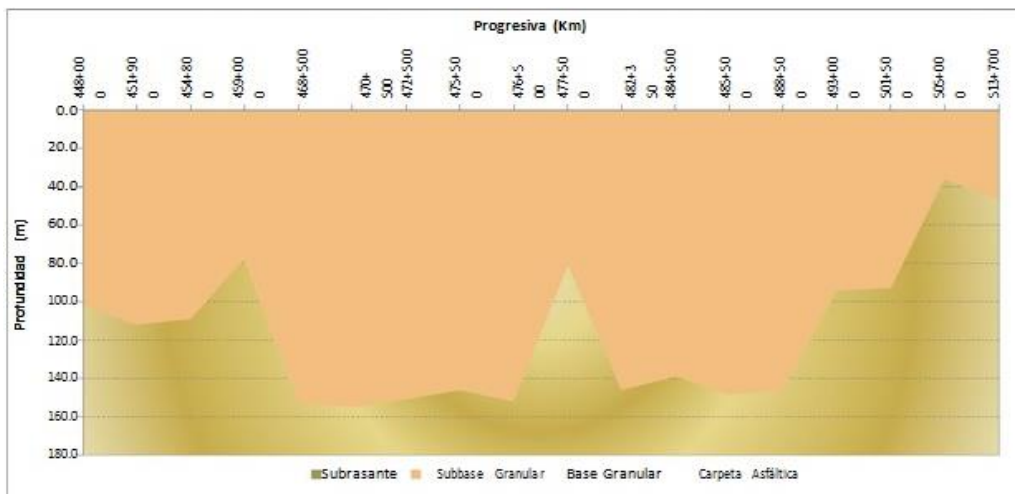
13.3 Espesores de pavimento

El tramo Santa – Virú tiene una carpeta asfáltica con un espesor variable de 11 a 23 cm, una base granular con un espesor variable de 12 a 35 cm y una subbase granular con un espesor variable de 10 a 120 cm.

El tramo Virú – Trujillo tiene una carpeta asfáltica con un espesor variable de 11 a 23 cm, una base granular con un espesor variable de 10 a 18 cm y una subbase granular con un espesor variable de 10 a 73 cm.

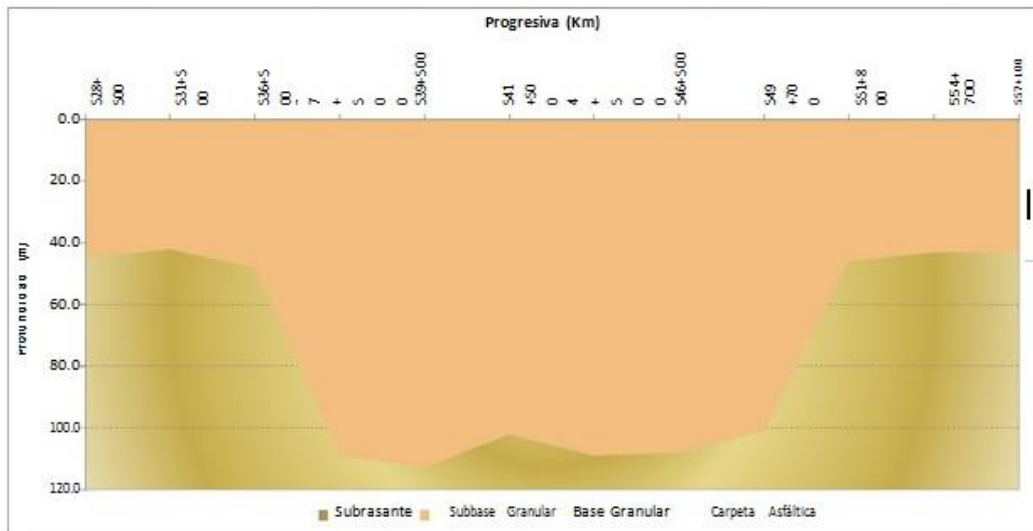
Los espesores reportados de carpeta asfáltica, base granular y subbase granular se presentan gráficamente en la Figura 8 y Figura 9, y por subtramo en la Tabla 8 y Tabla 9. Dichos espesores fueron empleados según se detalla más adelante para procesar las mediciones de Deflectometría y calcular el módulo de la subrasante (M_r), el módulo equivalente del pavimento (E_p) y el número estructural efectivo (S_{Nef}).

Gráfico 13: Espesores de las capas del pavimento Tramo: Santa – Virú (Carril derecho e izquierdo)



Fuente: Informe de deflexiones y evaluación estructural T.N.M. (2015)

Gráfico 14: Espesores de las capas del pavimento Tramo – Virú – Trujillo (Carril Derecho e izquierdo)



Fuente: Informe de deflexiones y evaluación estructural T.N.M. (2015)

Tabla 65: Espesores de la estructura de pavimento Tramo: Santa – Virú (Carril Derecho e Izquierdo)

Progresiva Inicial (km)	Progresiva Final (km)	Tipo rodadura	Espesor rodadura (cm)	Tipo de base	Espesor de base (cm)	Tipo subbase	Espesor subbase (cm)
448+000	448+950	C asf	9.1	Granular	30.9	Granular	
448+950	451+900	C asf	12.0	Granular	35.0	Granular	55.0
451+900	454+800	C asf	22.0	Granular	20.0	Granular	70.0
454+800	459+000	C asf	19.0	Granular	20.0	Granular	70.0
459+000	468+500	C asf	18.0	Granular	20.0	Granular	40.0
468+500	470+500	C asf	21.0	Granular	12.0	Granular	120.0

470+500	472+500	C asf	23.0	Granular	12.0	Granular	120.0
472+500	475+500	C asf	19.0	Granular	12.0	Granular	120.0
475+500	476+500	C asf	16.0	Granular	15.0	Granular	115.0
476+500	477+500	C asf	22.0	Granular	15.0	Granular	115.0
477+500	482+350	C asf	16.0	Granular	20.0	Granular	45.0
482+350	484+500	C asf	18.0	Granular	18.0	Granular	110.0
484+500	485+500	C asf	11.0	Granular	18.0	Granular	110.0
485+500	488+500	C asf	20.2	Granular	18.0	Granular	110.0
488+500	493+000	C asf	18.6	Granular	18.0	Granular	110.0
493+000	501+500	C asf	14.2	Granular	30.0	Granular	50.0
501+500	505+000	C asf	12.6	Granular	30.0	Granular	50.0
505+000	513+000	C asf	14.0	Granular	12.0	Granular	10.0

Fuente: informe de deflexiones y evaluación estructural T.N.M. (2015)

Tabla 66: Espesores de la estructura de pavimento Tramo: Virú – Trujillo (Carril Derecho e Izquierdo)

Progresiva Inicial (km)	Progresiva Final (km)	Tipo rodadura	Espesor rodadura (cm)	Tipo de base	Espesor de base (Cm)	Tipo subbase	Espesor subbase (cm)
528+000	528+500	C asf	22.0	Granular	10.0	Granular	15.0
528+500	531+500	C asf	19.8	Granular	10.0	Granular	15.0
531+500	536+500	C asf	17.0	Granular	10.0	Granular	15.0
536+500	537+500	C asf	23.0	Granular	10.0	Granular	15.0
537+500	539+500	C asf	19.0	Granular	17.0	Granular	73.0

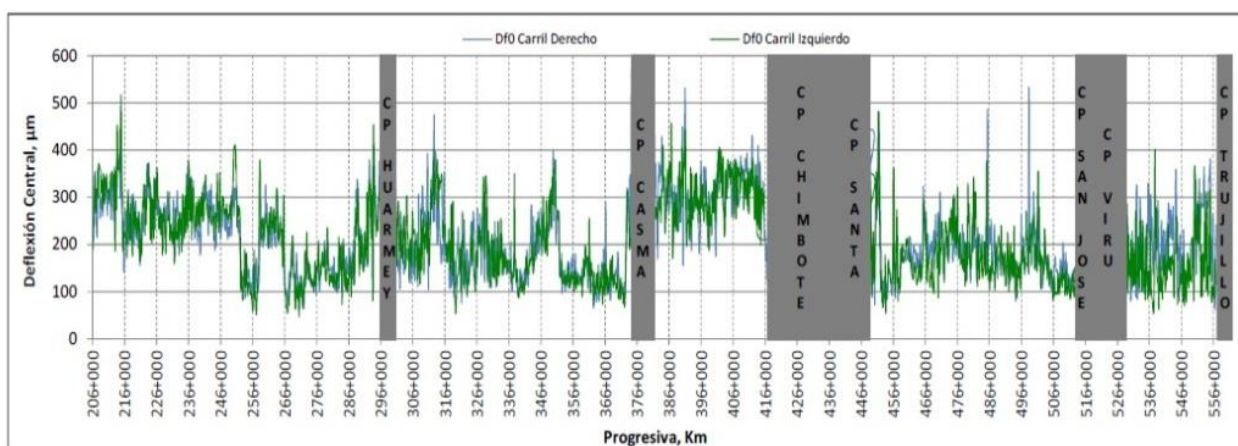
539+500	541+500	C asf	23.0	Granular	17.0	Granular	73.0
541+500	544+500	C asf	12.0	Granular	17.0	Granular	73.0
544+500	546+500	C asf	19.0	Granular	17.0	Granular	73.0
546+500	549+700	C asf	18.0	Granular	17.0	Granular	73.0
549+700	551+800	C asf	11.0	Granular	17.0	Granular	73.0
551+800	554+700	C asf	13.0	Granular	18.0	Granular	15.0
554+700	557+000	C asf	15.0	Granular	18.0	Granular	10.0

Fuente: informe de deflexiones y evaluación estructural T.N.M. (2015)

13.4 Evaluación de la condición estructural

La evaluación de la condición estructural se realizó en este estudio en función de los resultados obtenidos de las mediciones de las deflexiones, ya que son una medida de la respuesta del conjunto “pavimento-subrasante” frente a una determinada sollicitación. El análisis de las deflexiones permite determinar la variabilidad de las propiedades de los materiales y del proceso constructivo, y términos globales permite diferenciar secciones de distinta capacidad estructural en un mismo tramo.

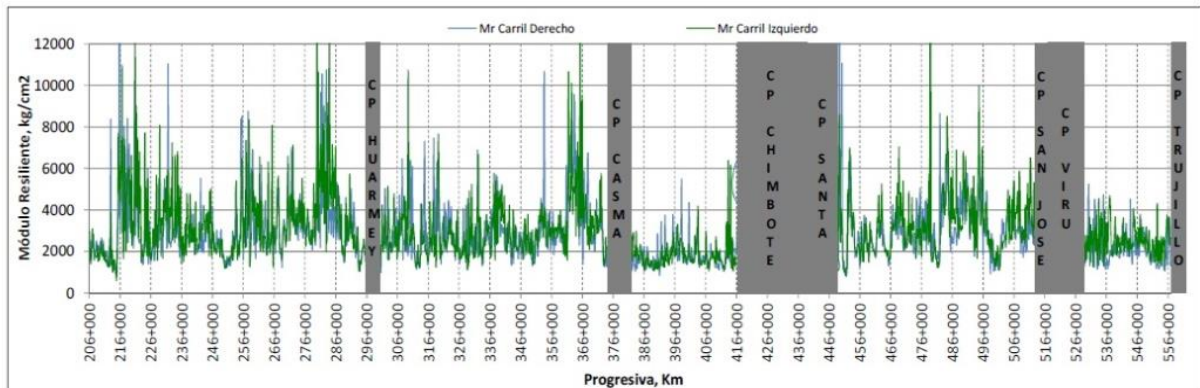
Gráfico 15: Superposición de la deflexión central de los carriles derecho e izquierdo a 40 KN



Fuente: Informe de deflexiones y evaluación estructural T.N.M. (2015)

En el tramo comprendido entre Santa- desvío Salaverry, de las mediciones realizadas se observan sectores particulares con homogéneas y bajas deflexiones con resultados obtenidos dispersos. donde la respuesta de la estructura de pavimento es más uniforme.

Gráfico 16: Distribución del módulo resiliente retrocalculado



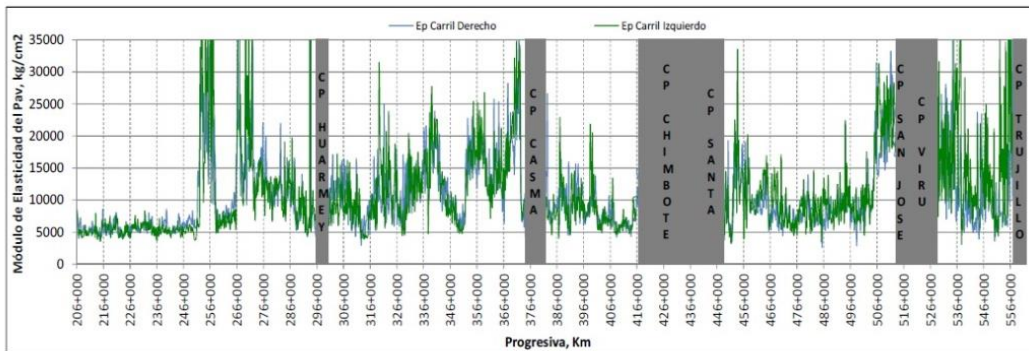
Fuente: Informe de deflexiones y evaluación estructural T.N.M. (2015)

El procedimiento de retroanálisis de la AASHTO recomienda para la determinación del módulo resiliente de diseño a partir de las mediciones deflectométricas, la utilización de un factor de ajuste (C) para hacer consistentes los valores retrocalculados con el valor usado en la ecuación de diseño.

El promedio del módulo resiliente encontrado para el carril derecho es de 2,834 kg/cm², con un valor mínimo de 620 kg kg/cm² y un valor máximo de 16,665 kg kg/cm², mientras que para el carril izquierdo, el promedio del módulo resiliente encontrado es de 3,013 kg/cm², con un valor mínimo de 621 kg kg/cm² y un valor máximo de 17,423 kg kg/cm².

Los resultados comprendidos entre Santa y Virú – Trujillo son más homogéneos, con resultados mucho más dispersos.

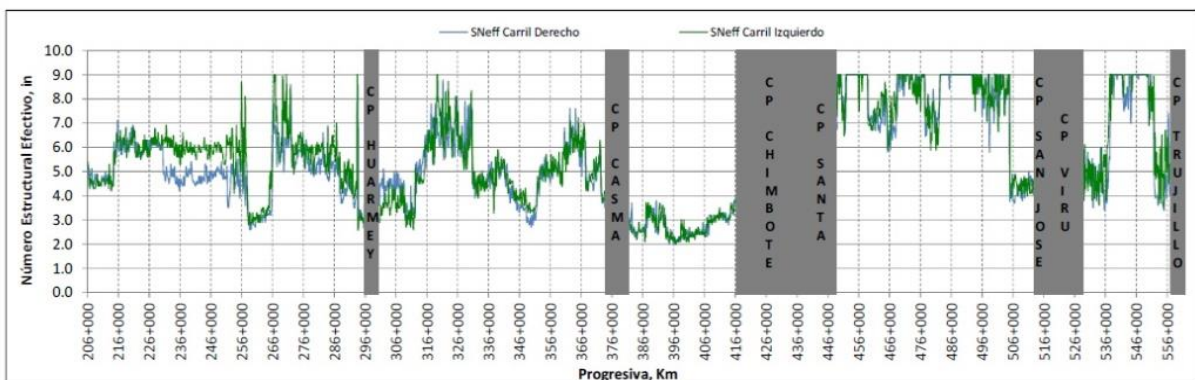
Gráfico 17: Distribución del módulo equivalente del pavimento



Fuente: Informe de deflexiones y evaluación estructural T.N.M. (2015)

En general, a excepción del sectores (Km 457+000 al Km 505+000), el módulo equivalente del pavimento encontrado a lo largo de todos los tramos es muy irregular. Los sectores mencionados como excepcionales tienen módulos equivalente mucho más homogéneos.

Gráfico 18: Distribución del módulo equivalente del pavimento



Fuente: Informe de deflexiones y evaluación estructural T.N.M. (2015)

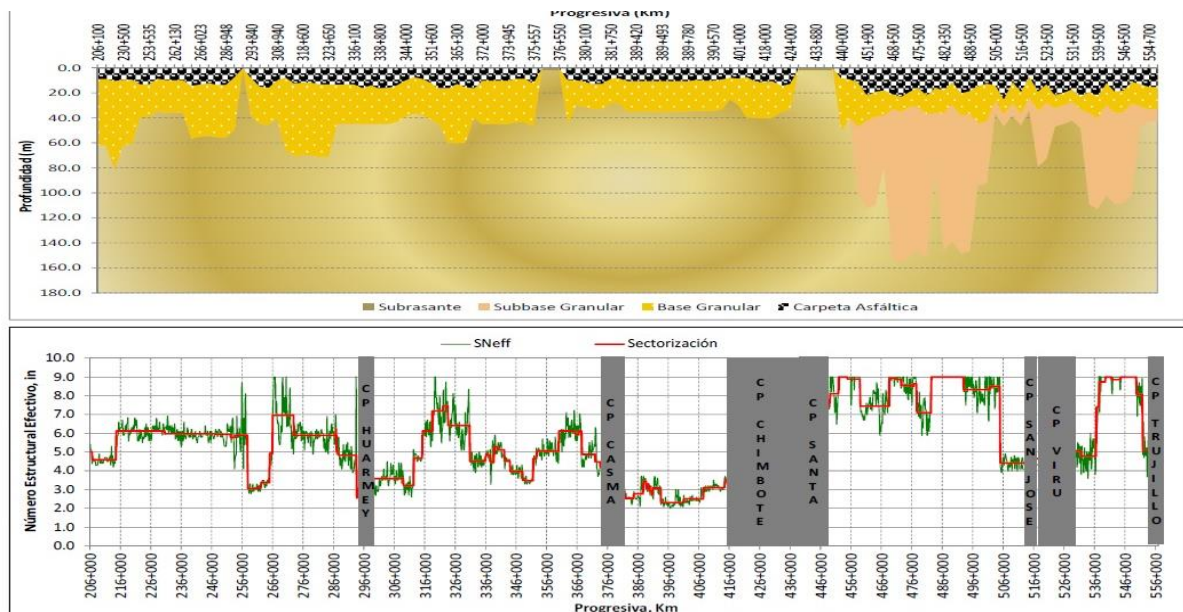
En concordancia con los resultados de deflexiones y módulo equivalente, se destacan los sectores (Km 448+000 al Km 505+000 y Km 537+500 al Km 551+900), donde se

presentan deflexiones muy bajas, módulos equivalentes altos, y capacidad estructural alta en términos del SNef. Por el contrario, se destacan los sectores comprendidos entre Km 416+400, Km 505+000 al Km 509+800, Km 531+700 al Km 533+900, Km 535+600 al Km 536+400, y del Km 552+200 al Km 555+800, como los sectores con más baja capacidad estructural en función del SNef ($SNef < 4.0$).

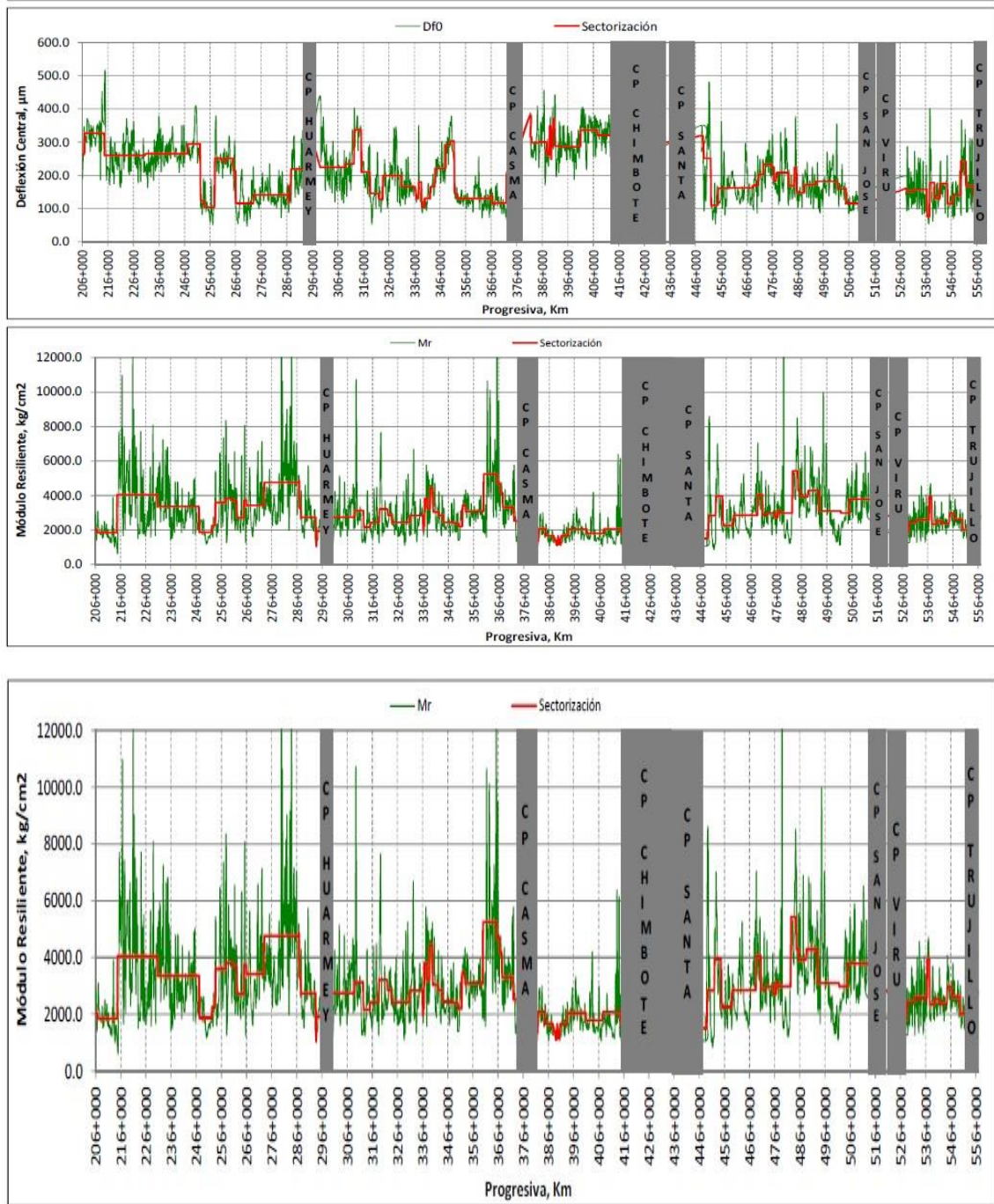
13.5 Sectorización del tramo

Las secciones o tramos homogéneos de calzada son aquellos que presentan un patrón similar en su comportamiento en términos de sus características ingenieriles tales como las propiedades de las capas componentes del pavimento, las características similares del material de fundación, etc. Las variables consideradas para la presente evaluación fueron: Deflexión central (Do), número estructural efectivo (SNeff), módulo resiliente de la subrasante (Mr) y módulo equivalente del pavimento (Ep).

Gráfico 19: Superposición de variables (secciones homogéneas)



Continúa gráfico 19



Fuente: Informe de deflexiones y evaluación estructural T.N.M. (2015)

Con base en la superposición de las variables se determinó la sectorización respectiva y se realizó un procesamiento estadístico de la información, obteniéndose los valores promedio de los resultados para cada uno de los sectores homogéneos determinados.

El resumen se presenta en la Tabla 67.

Tabla 67: Resumen de variables por sectores homogéneos

CARRIL DERECHO							
Sector	Progresiva		Longitud	Do	Mr	EP	Sneff
	Inicio (Km)	Fin (Km)	(km)	(μ m)	(PSI)	Kg/cm2	
Ciudad de Chimbote							
70	448.00	448.95	4.45	378.2	15782	4181	7.06
71	448.95	451.90	3.90	236.9	58850	8131	8.21
72	451.90	454.80	2.90	125.5	51132	13491	9.00
73	454.80	459.00	4.20	144.5	34022	12421	8.90
74	459.00	468.50	9.50	185.4	37603	9119	7.00
75	468.50	470.50	2.00	220.7	43393	6560	8.75
76	470.50	472.50	2.00	210.5	36333	7331	8.88
77	472.50	475.50	3.00	214.4	40928	6929	8.75
78	475.50	476.50	1.00	193.6	51754	7339	8.84
79	476.50	477.50	1.00	180.8	47792	8105	9.00
80	477.50	482.35	4.85	184.6	40562	9130	7.27
81	482.35	484.50	2.15	195.4	66902	6938	9.00
82	484.50	485.50	1.00	233.6	54624	7102	8.88
83	485.50	488.50	3.00	195.8	42467	7450	9.00
84	488.50	493.00	4.50	159.3	60820	8860	8.97
85	493.00	501.50	8.50	193.0	41311	8934	8.26
86	501.50	505.00	3.50	158.7	45249	10512	8.22

CARRIL IZQUIERDO							
Sector	Progresiva		Longitud	Do	Mr	EP	Sneff
	Inicio (Km)	Fin (Km)	(km)	(μ m)	(PSI)	Kg/cm2	
Ciudad de Chimbote							
68	448.00	448.95	4.45	319	21486	4814	7.42
69	448.95	451.90	3.90	251	56453	7332	9.00
70	451.90	454.80	2.90	109	32096	16231	8.90
71	454.80	459.00	4.20	161	40691	11652	7.44
72	459.00	468.50	9.50	162	57913	10933	8.93
73	468.50	470.50	2.00	170	41155	9356	8.87
74	470.50	472.50	2.00	202	42276	7519	8.53
75	472.50	475.50	3.00	234	38527	6237	8.50
76	475.50	476.50	1.00	226	44711	6713	8.64
77	476.50	477.50	1.00	183	42528	8165	7.09
78	477.50	482.35	4.85	208	77383	8600	9.00
79	482.35	484.50	2.15	169	61150	8208	9.00
80	484.50	485.50	1.00	224	55999	7158	9.00
81	485.50	488.50	3.00	147	61167	9945	9.00
82	488.50	493.00	4.50	172	44174	8405	8.32
83	493.00	501.50	8.50	182	42473	9421	8.49
84	501.50	505.00	3.50	160	54032	10269	4.42
85	505.00	513.00	8.70	115		23264	

87	505.00	513.00	8.70	134.1	43929	21151	4.27
Centro Poblado Virú							
88	528.00	528.50	3.00	240	18345	12441	4.63
89	528.50	531.50	3.00	167	32746	15689	4.81
90	531.50	536.50	5.00	188	32340	16546	4.52
91	536.50	537.50	1.00	185	24293	14878	5.02
92	537.50	539.50	2.00	198	31475	8310	8.84
93	539.50	541.50	2.00	180	31460	9214	8.98
94	541.50	544.50	3.00	239	32906	7257	8.08
95	544.50	546.50	2.00	166	32855	11121	8.94
96	546.50	549.70	3.20	156	34538	11227	8.99
97	549.70	551.80	2.10	243	27772	7420	7.68
98	551.80	554.70	2.90	288	19406	7832	3.94
99	554.70	557.00	2.40	197	29961	19668	4.75
Ciudad de Trujillo							

Centro Poblado Virú							
86	528.00	528.50	3.00	160	34806	17900	5.05
87	528.50	531.50	3.00	153	36776	18834	4.77
88	531.50	536.50	5.00	158	56206	18853	7.40
89	536.50	537.50	1.00	76	33374	36147	8.73
90	537.50	539.50	2.00	178	36114	12096	9.00
91	539.50	541.50	2.00	130	33867	13477	8.85
92	541.50	544.50	3.00	175	42249	9829	9.00
93	544.50	546.50	2.00	114	37249	15484	8.99
94	546.50	549.70	3.20	140	28580	12816	8.05
95	549.70	551.80	2.10	243	32408	7695	5.09
96	551.80	554.70	2.90	167	39661	18304	5.36
97	554.70	557.00	2.40	131		26323	
Ciudad de Trujillo							

Fuente: Informe de deflexiones y evaluación estructural T.N.M. (2015)

13.6 Determinación de la vida residual del pavimento

Con el objeto de determinar la vida residual del pavimento se calculó la cantidad de ejes equivalentes admisibles para el diseño asociado a la pérdida de la suficiencia estructural de cada uno de los sectores homogéneos definidos.

La metodología utilizada para el análisis de la vida residual del pavimento consistió en el tráfico, expresado en ejes equivalentes de diseño, a partir de los parámetros obtenidos por retrocálculo de número estructural efectivo (S_{Neff}) y módulo resiliente

de la subrasante (Mr) para cada sector homogéneo. Posteriormente, el valor obtenido de ejes equivalentes se comparó con la cantidad de ejes finales calculada para el período de 10 años y de esta manera se determinó si el pavimento cuenta con la vida residual necesaria para cumplir con este período:

De la Tabla 68 a la Tabla 69 se presentan los valores calculados de los ejes equivalentes residuales o remanentes comparados con los ejes de diseño correspondientes al período de evaluación de 10 años, denotando los sectores con incumplimiento estructural en el corredor.

Tabla 68. Comparación de los Ejes Equivalentes, Santa-desvio Salaverry, Carril

Derecho

Sector	Progresiva		Longitud(km)	S _{Neff}	R (%)	Z _r	S _o	P _i	P _f	M _{rr} (psi)	ESAL Remanente	ESAL Diseño
	Inicio (Km)	Fin (Km)										
71	448.950	451.900	2.95	8.21	95	-1.645	0.45	3.6	2.0	58,850	>100,000,000	23,897,984
72	451.900	454.800	2.90	9.00	95	-1.645	0.45	3.8	2.0	51,132	>100,000,000	23,897,984
73	454.800	459.000	4.20	8.90	95	-1.645	0.45	4.0	2.0	34,022	>100,000,000	23,897,984
74	459.000	468.500	9.50	7.00	95	-1.645	0.45	4.0	2.0	37,603	>100,000,000	23,897,984
75	468.500	470.500	2.00	8.75	95	-1.645	0.45	4.0	2.0	43,393	>100,000,000	23,897,984
76	470.500	472.500	2.00	8.88	95	-1.645	0.45	3.9	2.0	36,333	>100,000,000	23,897,984
77	472.500	475.500	3.00	8.75	95	-1.645	0.45	4.0	2.0	40,928	>100,000,000	23,897,984
78	475.500	476.500	1.00	8.84	95	-1.645	0.45	4.0	2.0	51,754	>100,000,000	23,897,984
79	476.500	477.500	1.00	9.00	95	-1.645	0.45	4.0	2.0	47,792	>100,000,000	23,897,984
80	477.500	482.350	4.85	7.27	95	-1.645	0.45	3.7	2.0	40,562	>100,000,000	23,897,984
81	482.350	484.500	2.15	9.00	95	-1.645	0.45	3.7	2.0	66,902	>100,000,000	23,897,984

82	484.500	485.500	1.00	8.88	95	-1.645	0.45	3.7	2.0	54,624	>100,000,000	23,897,984
83	485.500	488.500	3.00	9.00	95	-1.645	0.45	3.8	2.0	42,467	>100,000,000	23,897,984
84	488.500	493.000	4.50	8.97	95	-1.645	0.45	3.8	2.0	60,820	>100,000,000	23,897,984
85	493.000	501.500	8.50	8.26	95	-1.645	0.45	4.0	2.0	41,311	>100,000,000	23,897,984
86	501.500	505.000	3.50	8.22	95	-1.645	0.45	4.0	2.0	45,249	>100,000,000	23,897,984
87	505.000	513.000	8.00	4.27	95	-1.645	0.45	4.0	2.0	43,929	>100,000,000	23,897,984
Centro Poblado Virú												
88	528.000	528.500	0.50	4.63	95	-1.645	0.45	3.3	2.0	18,345	20,800,000	24,169,813
89	528.500	531.500	3.00	4.81	95	-1.645	0.45	3.4	2.0	32,746	>100,000,000	24,169,813
90	531.500	536.500	5.00	4.52	95	-1.645	0.45	3.2	2.0	32,340	57,700,000	24,169,813
91	536.500	537.500	1.00	5.02	95	-1.645	0.45	3.2	2.0	24,293	56,800,000	24,169,813
92	537.500	539.500	2.00	8.84	95	-1.645	0.45	3.2	2.0	31,475	>100,000,000	24,169,813
93	539.500	541.500	2.00	8.98	95	-1.645	0.45	3.2	2.0	31,460	>100,000,000	24,169,813
94	541.500	544.500	3.00	8.08	95	-1.645	0.45	3.5	2.0	32,906	>100,000,000	24,169,813
95	544.500	546.500	2.00	8.94	95	-1.645	0.45	3.4	2.0	32,855	>100,000,000	24,169,813
96	546.500	549.700	3.20	8.99	95	-1.645	0.45	3.6	2.0	34,538	>100,000,000	24,169,813
97	549.700	551.800	2.10	7.68	95	-1.645	0.45	3.3	2.0	27,772	>100,000,000	24,169,813
98	551.800	554.700	2.90	3.94	95	-1.645	0.45	3.7	2.0	19,406	13,600,000	24,169,813
99	554.700	557.000	2.30	4.75	95	-1.645	0.45	3.5	2.0	29,961	99,900,000	24,169,813
Ciudad de Trujillo												

Fuente: Informe de deflexiones y evaluación estructural T.N.M. (2015)

Tabla 69. Comparación de los Ejes Equivalentes, Santa- desvio Salaverry, Carril Izquierdo

Sector	Progresiva		Longitud(km)	SNeff	R (%)	Zr	So	Pi	Pf	Mrr (psi)	ESAL Remanente	ESAL Diseño
	Inicio (Km)	Fin (Km)										
68	448.950	451.900	2.95	9.00	95	-1.645	0.45	3.7	2.0	56,453	>100,000,000	23,897,984
69	451.900	454.800	2.90	8.90	95	-1.645	0.45	3.7	2.0	32,096	>100,000,000	23,897,984
70	454.800	459.000	4.20	7.44	95	-1.645	0.45	3.7	2.0	40,691	>100,000,000	23,897,984
71	459.000	468.500	9.50	8.93	95	-1.645	0.45	4.1	2.0	57,913	>100,000,000	23,897,984
72	468.500	470.500	2.00	8.87	95	-1.645	0.45	4.0	2.0	41,155	>100,000,000	23,897,984
73	470.500	472.500	2.00	8.53	95	-1.645	0.45	4.0	2.0	42,276	>100,000,000	23,897,984
74	472.500	475.500	3.00	8.50	95	-1.645	0.45	4.0	2.0	38,527	>100,000,000	23,897,984
75	475.500	476.500	1.00	8.64	95	-1.645	0.45	4.0	2.0	44,711	>100,000,000	23,897,984
76	476.500	477.500	1.00	7.09	95	-1.645	0.45	4.0	2.0	42,528	>100,000,000	23,897,984
77	477.500	482.350	4.85	9.00	95	-1.645	0.45	3.6	2.0	77,383	>100,000,000	23,897,984
78	482.350	484.500	2.15	9.00	95	-1.645	0.45	3.5	2.0	61,150	>100,000,000	23,897,984
79	484.500	485.500	1.00	9.00	95	-1.645	0.45	3.5	2.0	55,999	>100,000,000	23,897,984
80	485.500	488.500	3.00	9.00	95	-1.645	0.45	3.7	2.0	61,167	>100,000,000	23,897,984
81	488.500	493.000	4.50	8.32	95	-1.645	0.45	3.9	2.0	44,174	>100,000,000	23,897,984
82	493.000	501.500	8.50	8.49	95	-1.645	0.45	4.0	2.0	42,473	>100,000,000	23,897,984
83	501.500	505.000	3.50	4.42	95	-1.645	0.45	4.0	2.0	54,032	>100,000,000	23,897,984
84	505.000	513.000	8.00	4.43	95	-1.645	0.45	4.0	2.0	54035	>100,000,000	23,897,984
Centro Poblado Virú												
85	528.000	528.500	0.50	5.05	95	-1.645	0.45	3.5	2.0	34,806	>100,000,000	24,169,813
86	528.500	531.500	3.00	4.77	95	-1.645	0.45	3.4	2.0	36,776	>100,000,000	24,169,813

87	531.500	536.500	5.00	7.40	95	-1.645	0.45	3.4	2.0	56,206	>100,000,000	24,169,813
88	536.500	537.500	1.00	8.73	95	-1.645	0.45	3.4	2.0	33,374	>100,000,000	24,169,813
89	537.500	539.500	2.00	9.00	95	-1.645	0.45	3.5	2.0	36,114	>100,000,000	24,169,813
90	539.500	541.500	2.00	8.85	95	-1.645	0.45	3.6	2.0	33,867	>100,000,000	24,169,813
91	541.500	544.500	3.00	9.00	95	-1.645	0.45	3.5	2.0	42,249	>100,000,000	24,169,813
92	544.500	546.500	2.00	8.99	95	-1.645	0.45	3.5	2.0	37,249	>100,000,000	24,169,813
93	546.500	549.700	3.20	8.05	95	-1.645	0.45	3.4	2.0	28,580	>100,000,000	24,169,813
94	549.700	551.800	2.10	5.09	95	-1.645	0.45	3.4	2.0	32,408	>100,000,000	24,169,813
95	551.800	554.700	2.90	5.36	95	-1.645	0.45	3.8	2.0	39,661	>100,000,000	24,169,813
96	554.700	557.000	2.30	5.33	95	-1.645	0.45	3.8	2.0	36,728	>100,000,000	24,169,813
Ciudad de Trujillo												

Fuente: Informe de deflexiones y evaluación estructural T.N.M. (2015)

De los resultados anteriores se obtuvieron los sectores cuyo número de ejes equivalentes remanentes fue menor a la cantidad de ejes de diseño, incumpliendo de esta manera con el período evaluado de 10 años. La Tabla 70 resume los sectores que no alcanzan una vida residual de 10 años.

Tabla 70: Sectores que no cumplen con una vida remanente de 10 años

Sector	Progresiva Inicial (km)	Progresiva Final (km)	Longitud (km)	Carril
53	401+000	407+500	6.500	Derecho
54	401+000	407+500	6.500	Izquierdo
55	407+500	414+500	7.000	Derecho
56	407+500	414+500	7.000	Izquierdo
57	414+500	416+800	2.300	Izquierdo

58	528+000	528+500	0.500	Derecho
59	551+800	554+700	2.900	Derecho
Total			32.7	

Fuente: Informe de deflexiones y evaluación estructural T.N.M. (2015)

Complementariamente, la Tabla 71 presenta los sectores que si bien cumplen actualmente con el valor de ejes equivalentes correspondientes al período de 10 años, se han observado debido a que se encuentran cerca del valor de diseño y cualquier modificación en la capacidad estructural del pavimento o crecimiento de tránsito afectaría su valor y podría disminuir la vida residual de la estructura a un período menor de 10 años.

Tabla 71: Sectores que no cumplen con una vida remanente de 10 años

Sector	Progresiva Inicial (km)	Progresiva Final (km)	Longitud (km)	Carril
7	414+500	416+800	2.300	Derecho
8	531+500	536+500	5.000	Derecho
9	536+500	537+500	1.000	Derecho
Total			8.300	

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Finalmente, como producto de la evaluación de los resultados anteriores, se expone la Tabla 72 con los resultados del cálculo de los espesores necesarios para alcanzar el período de servicio 10 años en los sectores con incumplimiento estructural o vida residual insuficiente. Para este análisis se han agrupado los sectores adyacentes y se han propuesto actividades de rehabilitación para ambos carriles, con el fin de representar la condición real de intervención durante el proceso constructivo.

Tabla 72: Resultados del refuerzo estructural para ambos carriles

Sector	Progresiva Inicial (km)	Progresiva Final (km)	Longitud (km)	Espesor de Refuerzo (cm)
6	525+500	528+500	3.000	3.0
7	551+800	554+700	2.900	3.0
Total			5.900	

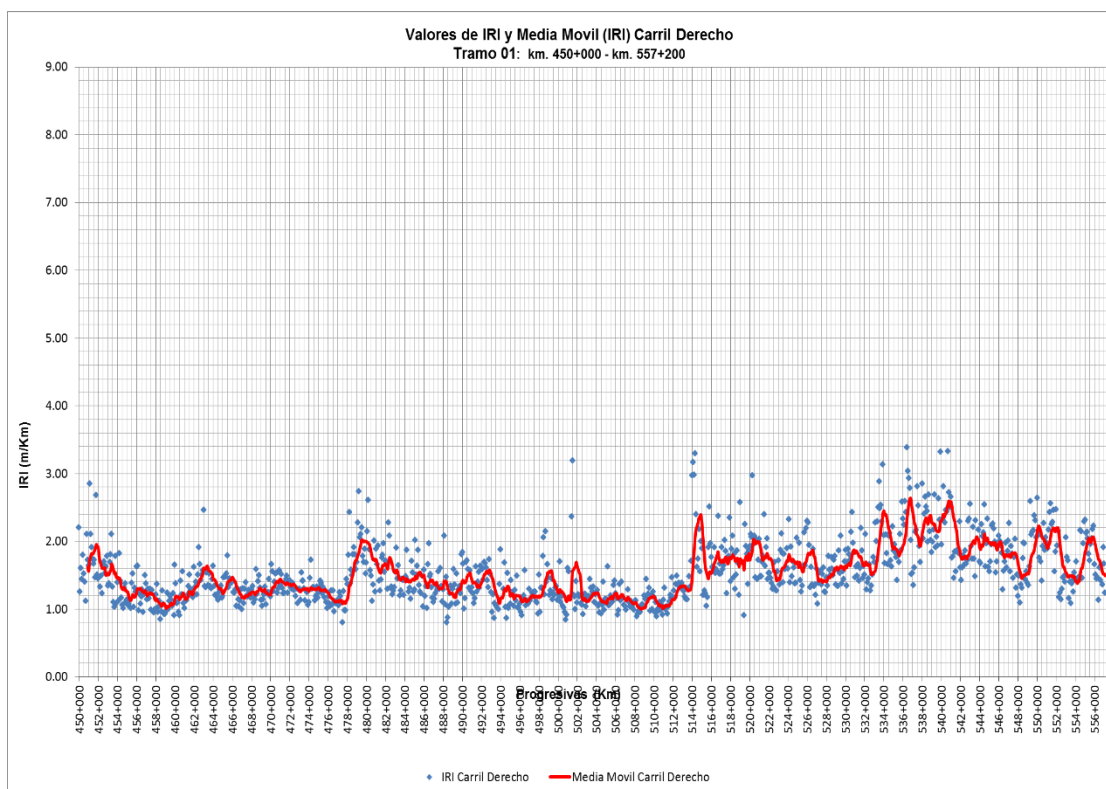
Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Esta última longitud calculada corresponde al 24.4% aproximadamente de kilómetros que deberían intervenir, de acuerdo a la evaluación estructural realizada.

14. Medición del IRI.

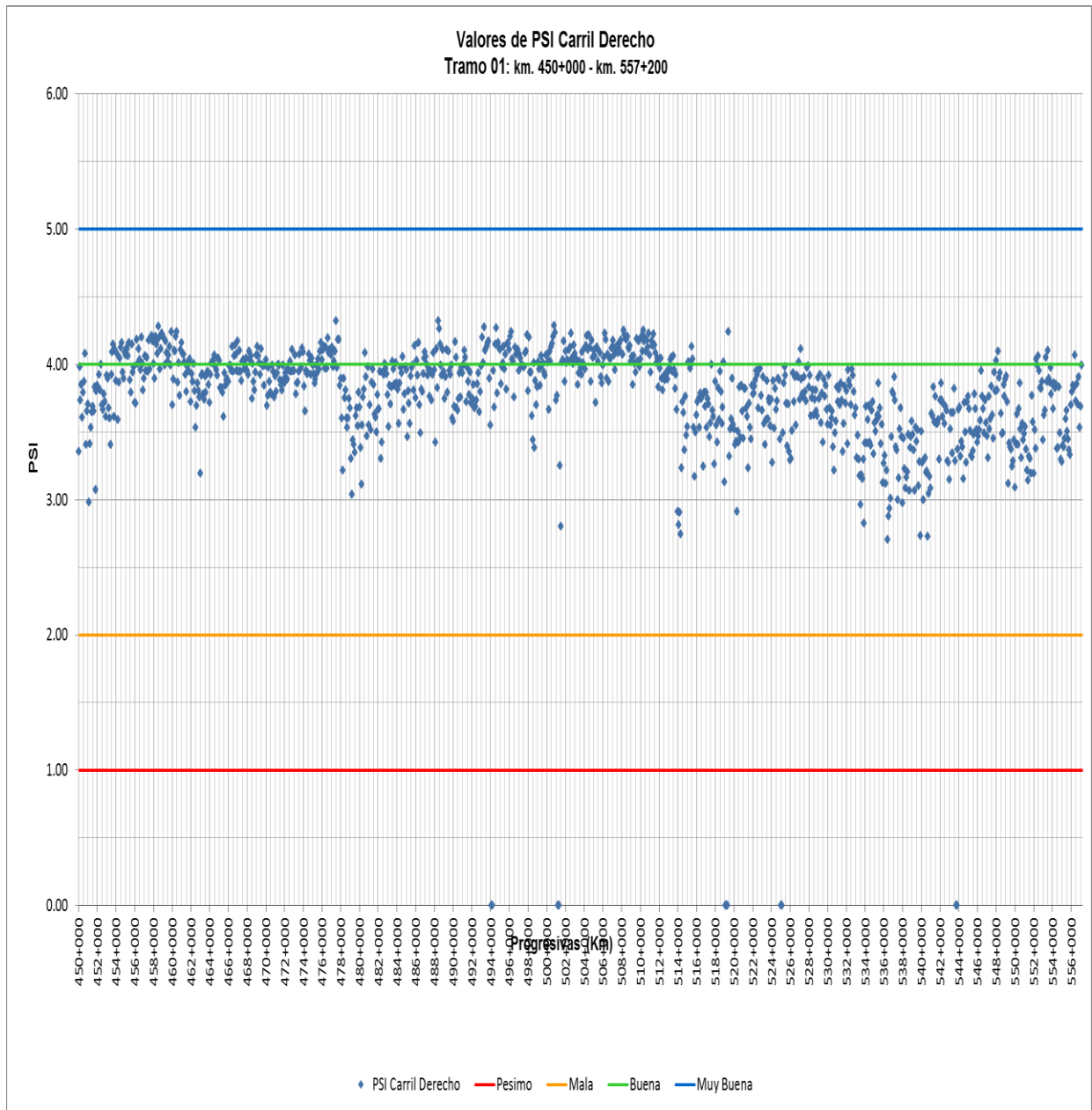
Se ha realizado haciendo uso del Bump Integrator en segmentos de 200m del carril izquierdo y derecho de cada uno de los tramos evaluados.

Gráfico 20: Valores de IRI y Media Móvil (IRI) Carril Derecho



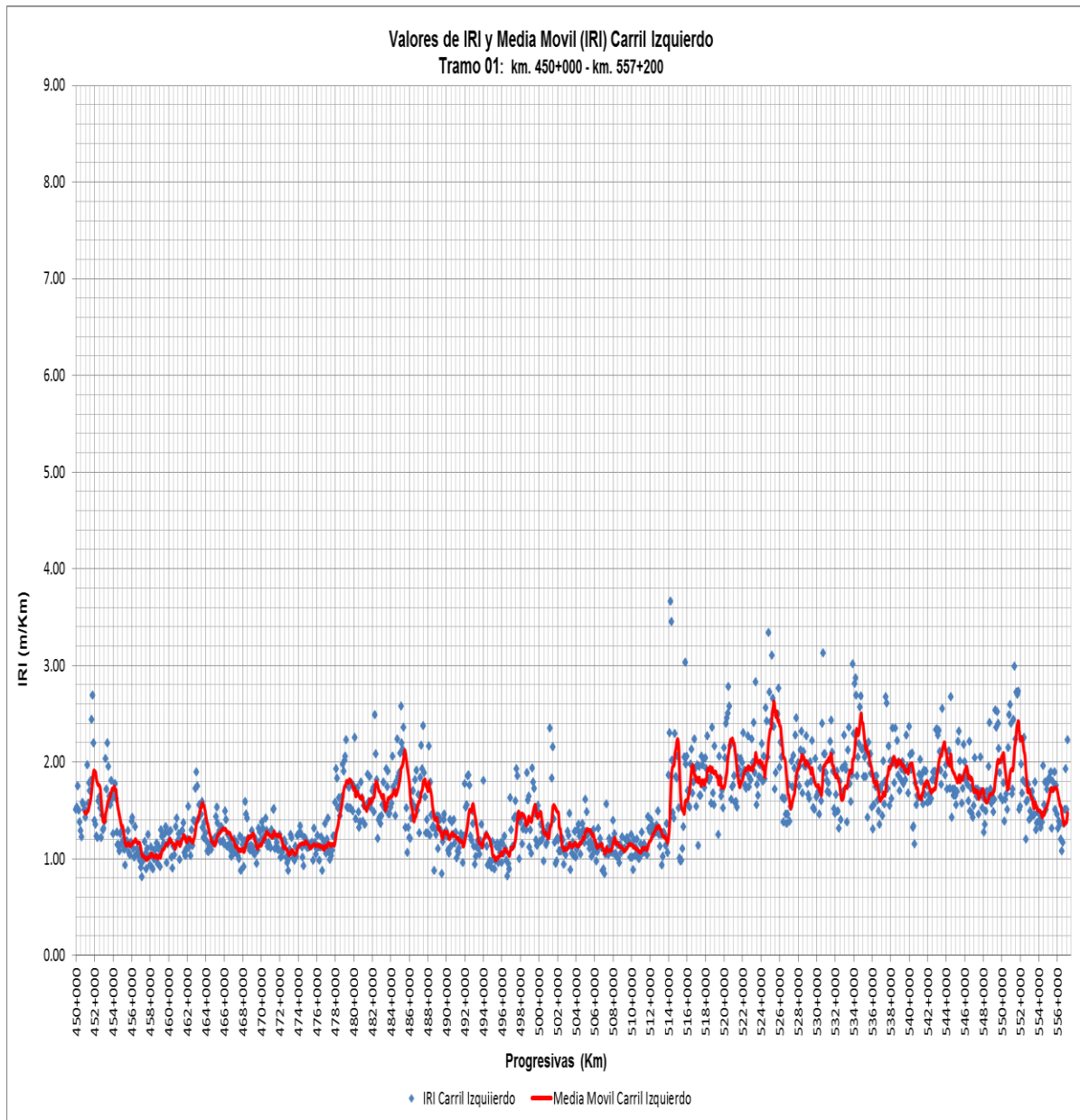
Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Gráfico 21: Valores de PSI Carril Derecho



Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Gráfico 22: Valores de IRI y Media Movil (IRI) Carril Izquierdo



Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

15. Modalidades de Conservación

Analizando los diferentes esquemas, la modalidad de Niveles de Servicio es la mejor opción para la conservación vial, es vista que tiene un proceso para intervenir la cual empieza con un inventario inicial para luego elaborar y proponer un Plan de Gestión Vial por el periodo contractual, la cual cuenta con las etapas de conservación rutinaria antes, conservación periódica, conservación rutinaria después, inventarios viales, plan de atención de emergencias viales, plan de contingencias; la cual es supervisada por un equipo de funcionarios designados por la Entidad Contratante en toda la duración del servicio, por lo que de incumplir con los indicadores de servicio o las obligaciones contractuales señaladas en los términos de referencia, se aplicaran multas y/o penalidad por incumplimiento del contrato. Estos contratos buscan la consolidación de “corredores económicos”, a través de la intervención en Corredores Viales que favorezcan el desarrollo sostenido y la mejora en el nivel de competitividad de las diversas poblaciones del interior del País en carreteras.

Es por ello, que sabiendo que la vía no puede estar abandonada se continuara con el mantenimiento bajo la modalidad de concesión.

Por lo que con la experiencia obtenida en la conservación por niveles de servicio, se sabe cuáles han sido las mayores actividades (metrados) y la situación actual de la vía a través de los inventarios viales, por lo que la siguiente intervención se podría ejecutar en base al Modelo de Gestión propuesto.

Tabla 73: Evaluación de las modalidades

Modalidad	Abarca a los dos tipos de mantenimiento	Duración Pluri Anual	Especialización en labores	Liberación a carga al estado	Respuesta a Emergencias	Realiza actividades de gestión y conservación	Contrata con un solo ejecutor MR y MP	De acuerdo al tráfico de la vía	Posibilita variaciones en el presupuesto	Puntaje
Administración Directa	1	1	1	0	1	1	0	0	1	6
Niveles de Servicio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Concesión	1	1	1	1	1	1	1	0	0	7
Valorización	SI	1								
	NO	0								

Fuente: Gestión para la conservación vial (2015)

Tabla 74. Resumen de Nivel de Servicio para Calzada y Berma.

NIVEL DE SERVICIO PARA:		CALZADA			BERMA		
		Tratamiento Superficial	Concreto Asfáltico		Tratamiento Bituminoso	Concreto Asfáltico	
PARÁMETRO	MEDIDA	NIVEL DE SERVICIO	NIVEL DE SERVICIO	PLAZO MÁX. DÍAS	NIVEL DE SERVICIO	NIVEL DE SERVICIO	PLAZO MÁX. DÍAS
Reducción del ancho de la superficie de rodadura	Porcentaje máximo de reducción del ancho	0%	0%	14	10%	10%	14
Reducción del paquete estructural existente en la toma de posesión	Porcentaje máximo de reducción del espesor de cada capa	--	10%	14	--	--	--
Huecos	Porcentaje máximo de área con huecos	0%	0%	2	0%	0%	2
Fisuras	Porcentaje máximo de área con fisuras mayores a 5 mm de grosor	0%	0%	7	--	0%	7
	Porcentaje máximo de área con fisuras entre 2.5 y 5 mm.	--	15%	7	--	15%	7
	Porcentaje máximo de	--	--	--	0%	0%	7

NIVEL DE SERVICIO PARA:		CALZADA			BERMA		
		Tratamiento Superficial	Concreto Asfáltico		Tratamiento Bituminoso	Concreto Asfáltico	
PARÁMETRO	MEDIDA	NIVEL DE SERVICIO	NIVEL DE SERVICIO	PLAZO MÁX. DÍAS	NIVEL DE SERVICIO	NIVEL DE SERVICIO	PLAZO MÁX. DÍAS
	área con fisuras con nivel de severidad alto						
Parches	Porcentaje máximo de parches en mal estado (niveles de severidad medio a alto)	0%	0%	2	0%	0%	7
Ahuellamiento	Porcentaje máximo de área con ahuellamiento mayor que 12 mm	0%	0%	14	--	--	--
Hundimiento	Porcentaje máximo de área con hundimiento mayores que 25 mm	0%	0%	7	--	--	--
	Porcentaje máximo de área con hundimiento mayores que 50 mm	--	--	--	2%	2%	7
Exudación	Porcentaje máximo de área con exudación (sumados ambos niveles de severidad medio y alto)	0%	0%	7	10%	10%	7
Existencia de material suelto	Porcentaje máximo de área con material suelto	0%	0%	1	5%	5%	1
Existencia de obstáculos	Cantidad máxima de obstáculos	0%	0%	1	0	0	1
Peladuras	Porcentaje máximo de área con peladuras	0%	0%	7	--	--	--
Desprendimiento de borde	Porcentaje máximo de desprendimiento de bordes	0%	0%	7	--	--	--

NIVEL DE SERVICIO PARA:		CALZADA			BERMA		
		Tratamiento Superficial	Concreto Asfáltico		Tratamiento Bituminoso	Concreto Asfáltico	
PARÁMETRO	MEDIDA	NIVEL DE SERVICIO	NIVEL DE SERVICIO	PLAZO MÁX. DÍAS	NIVEL DE SERVICIO	NIVEL DE SERVICIO	PLAZO MÁX. DÍAS
Grietas longitudinales en el centro de la calzada y en los bordes	Porcentaje máximo de grietas longitudinales	0%	0%	7	--	--	--
Desnivel entre calzada y berma	Altura máxima (calzada - berma) del desnivel	--	--	--	15 mm	15 mm	7
	Porcentaje máximo de la longitud con desnivel superior a 0 mm e inferior a 15 mm	--	--	--	10%	10%	
Desprendimiento de bordes de berma.	Porcentaje máximo de desprendimiento de bordes	--	--	--	0%	0%	7
Rugosidad para recepción de las Obras	Rugosidad media móvil máxima, con un intervalo de 1 Km.	2.5 IRI	2.0 IRI	30	--	--	--
Rugosidad durante el período de Conservación o servicio	Rugosidad media móvil máxima, con un intervalo de 1 Km..	4.0 IRI	3.5 IRI	30	--	--	--

Fuente: Apéndice 2, Anexo I (Índices de Serviciabilidad) “Procedimientos para la Conservación, Explotación y para el Control de la Gestión del Concesionario de los Tramos Viales de la Red Vial N° 4”

De acuerdo a los resultados de las evaluaciones se realizaron los análisis para identificar los sectores con incumplimientos de acuerdo a los niveles de servicio y lo dispuesto en el Apéndice 2, Anexo 1 del Contrato de Concesión RV4, relativo a los pavimentos y bermas de esta carretera.

Este análisis se llevó a cabo para las dos pistas de la ruta en estudio y se puede

concluir lo siguiente:

- Se identificaron en la Ruta 1N aproximadamente 52 kilómetros con incumplimientos de los niveles de servicio, principalmente por IRI y agrietamiento.
- Por otro lado, si bien no son exigidos a cumplir dentro de los niveles de servicio, se identificaron 76 km de incumplimiento de resistencia al deslizamiento, los cuales pueden generar problemas de seguridad a los usuarios.
- Respecto de la Vida remanente de los pavimentos, existen cuatro tramos en la Ruta 1N que, comparando con los Números de Ejes Equivalente de Diseño, no lograrían cumplir la cantidad de ejes equivalentes necesarios hasta el final del periodo de concesión solicitado para 10 años, tramos que tienen una alta probabilidad de fallar antes de cumplir su vida útil. Estos son:

Pista 1: Sector 7 (Km. 515.700 – Km. 516.500) se requiere espesor de 8.5 cm

Sector 8 (Km. 519.500 – Km. 520.700) se requiere espesor de 8.8 cm.

Pista 2: Sector 8 (Km. 520.700 – Km. 519.500) se requiere espesor de 10.1 cm

Sector 7 (Km. 516.500 – Km. 515.700) se requiere espesor de 5.0 cm

La propuesta de rehabilitación para la puesta a punto contempla intervenciones a la calzada considerando las siguientes actividades de conservación: Tratamiento de Fisuras, Fresado y reposición y recapeo asfáltico en toda la faja (calzada y bermas). Considerando todas las áreas a intervenir en Ruta 1 N, tenemos una superficie total afectada de 578.091 m².

Los resultados de la evaluación de espesores de berma se cuantificaron 11 puntos con incumplimiento respecto del espesor de berma de la Puesta a Punto. Estas bermas deberán alcanzar el espesor requerido de Puesta a Punto o alcanzar espesores de nivelación en la intervención del pavimento. La diferencia de espesor cuantificada en promedio es de 0.36 cm respecto del espesor de Puesta a Punto que fluctúa entre 1.00

cm y 1.40 cm. Por otro lado, se detectaron dos grandes sectores con desnivel entre berma y calzada, que contienen a los sectores de incumplimiento de espesor. Para ellos, se recomienda nivelar con concreto asfáltico en caliente.

Por otro lado, se recomiendan intervenciones para los indicadores que, si bien no son exigidos a cumplir en el contrato de concesión, si son importantes tener en cuenta por temas de seguridad y capacidad estructural de los pavimentos. A este respecto, se propone efectuar para solucionar temas de fricción, un Chip Seal, y para mejorar la capacidad estructural de los tramos, un fresado y posteriormente un recapeo asfáltico. Sin embargo, muchos de estos tramos que tienen tanto problemas de fricción como falta de capacidad estructural, se está recomendado (por incumplimientos de niveles de servicio) efectuar recapeo asfáltico, el cual solucionaría ambas deficiencias

De acuerdo a cada tramo con incumplimiento se proponen acciones de conservación destinadas a recuperar el estándar de la ruta para su explotación y la cantidad a intervenir, las cuales se resumen en la Tabla 39 para Ruta 1N

Tabla 75: Resumen propuesta intervención y cantidad a intervenir por incumplimientos de niveles de servicio, Ruta 1N.

Propuesta de Intervención	Superficie Afectada (m²)	
	Calzada	Berma (ambos costados)
Tratamiento de Fisuras	6.644	
Fresado y Reposición	2.319	--
Recapeo Asfáltico*	569.128	--
Concreto Asfáltico	--	196.400

* Incluye Bermas de ambos costados

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

16. Modalidades de Ejecución de Conservación Vial

Para la ejecución de la conservación se emplea los siguientes esquemas:

Tabla 76: Esquemas de ejecución de la conservación.

Modalidad	Criterios
Administración Directa	Se aplica con los recursos, mano de obra, equipo, herramientas y materiales propios de la Entidad como también con la contratación de microempresas, sea de la red vial nacional, departamental o vecinal, de acuerdo a los procesos de La Ley de Contrataciones y Adquisiciones del Estado y su Reglamento.
Niveles de Servicio	El proveedor o Contratista Conservador que celebre un contrato con la Entidad, de conformidad con las disposiciones de la Ley de Contrataciones y Adquisiciones del Estado y su Reglamento, será el encargado de la Gestión de Conservación Vial (planificación, organización, financiamiento, ejecución, control y operación), por un periodo de 05 años, la cual es supervisada por la misma Entidad.
Concesión	El esquema de concesión, tiene la particularidad de no ser aplicativo a vías de bajo o medio tráfico, por la dificultad que resulta el cobro de un peaje, para equipar costos de conservación y operación, con los invertidos en la vía.

Fuente: Gestión para la conservación vial (2015)

17. Evaluación técnica – económica del proyecto (HDM V)

Se efectuará, de manera permanente y desde la Toma de Posesión, las siguientes actividades de Conservación a lo largo de toda la vía:

- Conservación Rutinaria
- Conservación Periódica
- Emergencia Vial
- Programa de Evaluación de Niveles de Servicio
- Programa de Evaluación de la Gestión de Conservación de la Vía
- Evaluaciones Continuas
- Evaluaciones Semestrales
- Evaluaciones Anuales

18. Umbrales y políticas de conservación y mantenimiento

18.1 Umbrales de Deterioro

El conocer la definición de los Umbrales de Deterioro, es decir, la condición mínima admisible de uno de los elementos a ser conservados o mantenidos, permite plantear las Políticas de Conservación consistentes con ellos.

En el Apéndice 2 “Parámetros de Condición y Serviciabilidad Exigibles de Concesiones Viales (Niveles de Servicio Individuales y Plazos de Respuesta)” del **“Proyecto de Versión Final del Contrato de Concesión”**, se definen los Umbrales de Deterioro,

Sin perjuicio de lo anterior, a continuación se mostrarán las características mínimas con que debe contar la Superficie de Rodado, según se define en el Apéndice 2 “Parámetros de Condición y Serviciabilidad Exigibles de Concesiones Viales (Niveles de Servicio Individuales y Plazos de Respuesta)”, puesto que las Actividades de

Conservación relacionadas con ellas involucran una alta componente de los Costos de Conservación y Mantenimiento de una vía Concesionada.

19. Políticas de Conservación y Mantenimiento

19.1 Estándares de Conservación Superficie de Rodado

Para el presente Estudio y de manera de obtener la Política de Conservación y Mantenimiento (Conservación Diferida) más apropiada, se definieron tres Políticas de Conservación y Mantenimiento, para la nueva calzada, donde cada una de ellas se compone de una serie de Actividades de Conservación a ser aplicadas sobre la Carpeta de Rodado, donde éstas son las siguientes:

Tabla 77: Costos Unitarios de Actividades de Conservación en Carpeta de rodado

Actividad	Costos a Precios Financieros	
	Unidad	(US\$)
Micro Pavimento 15 mm	US\$/m2	4,60
Parchado Superficial	US\$/m2	25,00
Parchado Profundo	US\$/m2	39,00
Sello Asfáltico	US\$/m2	2,50
Slurry Seal	US\$/m2	3,00
Tratamiento Superficial	US\$/m2	4,30
Refuerzo de 50 mm	US\$/m2	7,00
Tratamiento de Fisuras	US\$/m2	1,43
Mantenimiento de Bermas	US\$/m2	1,00
Reparación de Bordos	US\$/m2	26,4

Fuente: Elaboración propia

20. Mantenimiento de la infraestructura, conservación y mantenimiento rutinario y periódico

Comprende las siguientes partidas:

a. Partidas de conservación rutinaria:

- Señalización vertical
- Elementos reflectantes en pavimentos
- Seguridad vial
- Drenaje y saneamiento
- Aéreas verdes y paisajismo
- Limpieza de faja
- Puentes y estructuras

d. Partidas de conservación periódica:

- Análisis y estudios, de evaluación estructural,
- Señalización horizontal
- Señalización vertical
- Puentes y estructuras

21. Modelación HDM

Puesto que el presente estudio consiste en determinar el Plan de Conservación y Mantenimiento de la Red Vial N° 4 se ha determinado que la herramienta más apropiada para estimar los Deterioros de los Pavimentos, y por consiguiente las actividades a implementar a un nivel anual y sus costos asociados, es el programa HDM - III (Highway Design Maintenance Standard Model), el que es auspiciado y desarrollado por el Banco Mundial, entre otras instituciones.

El ámbito de HDM, supera las evaluaciones tradicionales de los proyectos, para

proporcionar un potente sistema para el análisis de la gestión de carreteras y de las alternativas de inversión.

Los estándares de conservación están relacionados con los objetivos o niveles de condición y respuesta que el Concedente y Concesionario de la carretera desea alcanzar. Los cuales buscan obtener objetivos específicos relacionados con las características funcionales de la carretera.

La tasa de deterioro del firme está directamente afectada por los estándares de conservación aplicados a reparar defectos en la superficie del firme, como fisuras, desprendimiento de áridos, baches, etc., o a conservar la integridad estructural del firme (por ejemplo, tratamientos superficiales, refuerzos, etc.), permitiendo así que la carretera soporte el tráfico para el que ha sido diseñada.

En HDM, un estándar se define por un grupo de operaciones o trabajos con un claro criterio de intervención que determinará cuándo se llevarán a cabo.

Cada estándar, es predefinido de acuerdo a la condición de la capa de rodadura a la que será aplicado, a las características estacionales del tráfico y a la práctica operacional general del estudio, basada en consideraciones económicas, ambientales y de ingeniería. Los estándares se agrupan en dos tipos para efectos de entrada de datos (i) de conservación y ii) de mejoramiento), en la presente evaluación de estrategias de mantenimiento, solo aplicaremos los estándares de conservación.

El programa HDM Iv, permite la modelación del comportamiento del pavimento, prediciendo anualmente la evolución de los deterioros, considerando las solicitaciones a que está sometido y los efectos de los estándares de conservación asignados a cada tramo de camino, entregando, principalmente costos de conservación de las alternativas evaluadas.

Para realizar lo anterior se requiere contar con la identificación de la red vial a

analizar, sus características físicas y de estado, antecedentes de tránsito, en especial los factores de equivalencia de carga o estratigrafías de pesos de los vehículos pesados y la definición de estándares de conservación, entre otros aspectos.

Para realizar esta evaluación se requiere contar con la siguiente información:

- a. Identificación de la Red Vial:** Identificación de los tramos de caminos a evaluar, considerando los kilometrajes de inicio y fin de cada tramo.
- b. Caracterización de la Red Vial:** Información de las características físicas y de estado de los caminos a evaluar, la información requerida para los caminos pavimentados es:
 - Tipo de Carpeta de Rodadura.
 - Tipo y Espesores de las Capas Estructurales.
 - Tipo de Calzada (Simple o Doble).
 - Geometría: Características Generales de Pendiente y Curvatura.
 - Indicadores de Estado: IRI, Agrietamiento, Baches.
- c. Antecedentes de Tránsito:** Información del tránsito solicitante de esta red, es la siguiente:
 - TMDA (Tránsito Medio Diario Anual)
 - Tasas de Crecimiento, por Tipo de Vehículo
 - Composición Vehicular, por Tipo de Vehículo
 - Estratigrafías de Pesos o Ejes Equivalentes, por Tipo de Vehículo.
- d. Criterios de Tramificación:** Para una adecuada evaluación de la red vial considerada, es necesario definir criterios de tramificación, es decir, definir tramos de caminos con características similares. Estos criterios son tipo de carpeta de rodadura y nivel de tránsito.

- e. Estándares de Conservación:** Para la ejecución de la evaluación es necesario definir estándares de conservación para caminos, en este caso, pavimentados. Estos estándares deben contener los umbrales de intervención, acciones de conservación a ejecutar y sus costos. Para el caso de estándares de conservación de caminos pavimentados:
- f. Umbrales de Intervención:** definición de indicadores que permiten la aplicación de algún tipo de intervención, por categoría de camino. Estos indicadores son: IRI, Agrietamiento, Ahuellamiento y Baches, Tránsito, o programada cada cierto número de años.
- Acciones de Conservación: Conservación Rutinaria, Bacheos, Sellos Asfálticos, Recapeos, Rehabilitaciones, Cepillados, etc.
 - Costos de Acciones de Conservación: Costos de cada tipo de Conservación.
- g. Otros Antecedentes:** Definición de aspectos que permitan la evaluación tales como: Tasa de descuento, año de inicio y periodo de evaluación.

Alternativa 1

H D M - 4

Resumen de indicadores económicos

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Nombre del estudio: **dv salaverry-santa**

Fecha de ejecución: **27/02/2017**

Unidad monetaria: **US Dollar (millones)**

AÑO	TRAMO	DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS	CODIGO	COSTO ECONOMICO	COSTO FINANCIERO	CANTIDAD
2015	(04) Tram	RV4 - Tramos ALT 1	RV4	51,673,684.00	65,409,776.00	91.70 km
			<i>Costo total anual:</i>	51,673,684.00	65,409,776.00	
2016	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2017	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2018	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2019	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2020	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Fresado y Reposició	FR80	18,884,250.00	25,179,000.00	1,007,160.00
			<i>Costo total anual:</i>	19,092,150.00	25,456,200.00	
2021	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2022	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2023	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2024	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	

2025	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Fresado y Reposició	FR80	18,884,250.00	25,179,000.00	1,007,160.00
			<i>Costo total anual:</i>	19,092,150.00	25,456,200.00	
2026	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2027	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2028	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2029	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2030	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Fresado y Reposició	FR80	18,884,250.00	25,179,000.00	1,007,160.00
			<i>Costo total anual:</i>	19,092,150.00	25,456,200.00	
2031	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2032	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2033	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2034	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
			Costo total por alternativa:	112,276,534.00	146,213,576.00	

Fuente: elaboración propia

Alternativa 2

H D M - 4

Resumen de indicadores económicos

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Nombre del estudio: **dv salaverry-santa**

Fecha de ejecución: **27/02/2017**

Unidad monetaria: **US Dollar (millones)**

AÑO	TRAMO	DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS	CODIGO	COSTO ECONOMICO	COSTO FINANCIERO	CANTIDAD
2015	(04) Tram	RV4 - Tramos ALT 1	RV4	51,843,332.00	65,624,420.00	91.70 km
			<i>Costo total anual:</i>	51,843,332.00	65,624,420.00	
2016	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2017	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2018	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2019	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2020	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Fresado y Reposició	FR80	18,884,250.00	25,179,000.00	1,007,160.00
			<i>Costo total anual:</i>	19,092,150.00	25,456,200.00	
2021	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2022	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2023	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	

2024	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2025	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Fresado y Reposició	FR80	18,884,250.00	25,179,000.00	1,007,160.00
			<i>Costo total anual:</i>	19,092,150.00	25,456,200.00	
2026	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2027	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2028	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2029	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2030	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Fresado y Reposició	FR80	18,884,250.00	25,179,000.00	1,007,160.00
			<i>Costo total anual:</i>	19,092,150.00	25,456,200.00	
2031	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2032	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2033	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2034	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
			Costo total por alternativa:	112,446,182.00	146,428,220.00	

Fuente: elaboración propia

Alternativa base

H D M - 4

Resumen de indicadores económicos

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Nombre del estudio:

dv salaverry-santa

Fecha de ejecución:

27/02/2017

Unidad monetaria:

US Dollar (millones)

AÑO	TRAMO	DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS	CODIGO	COSTO ECONOMICO	COSTO FINANCIERO	CANTIDAD
2015	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Fresado y Reposició	FR80	12,474,000.00	16,632,000.00	665,280.00 sq
			<i>Costo total anual:</i>	12,681,900.00	16,909,200.00	
2016	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2017	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2018	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2019	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2020	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Fresado y Reposició	FR80	12,474,000.00	16,632,000.00	665,280.00 sq
			<i>Costo total anual:</i>	12,681,900.00	16,909,200.00	
2021	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2022	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2023	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2024	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	

2025	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Fresado y Reposició	FR80	12,474,000.00	16,632,000.00	665,280.00 sq
			<i>Costo total anual:</i>	12,681,900.00	16,909,200.00	
2026	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2027	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2028	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2029	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2030	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Fresado y Reposició	FR80	12,474,000.00	16,632,000.00	665,280.00 sq
			<i>Costo total anual:</i>	12,681,900.00	16,909,200.00	
2031	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2032	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2033	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2034	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
			Costo total por alternativa:	54,054,000.00	72,072,000.00	

Fuente: elaboración propia

V. DISCUSIÓN

Los resultados muestran que realizando un mantenimiento rutinario y periódico no se puede reducir los costos de mantenimiento vial en un 20 %, por el contrario hay un aumento en el presupuesto debido al aumento de vehículos que transitan por la ruta desvío Salaverry – Santa, sin embargo es primordial que se realice este mantenimiento ya que de ese modo se conservará las condiciones físicas de las carreteras, lo que generará la satisfacción de los usuarios y un menor impacto ambiental; este documento se ha centrado en la aplicación de un modelo de gestión que privilegie el actuar a manera de prevención, es decir se trata de crear conciencia y generar un cambio en la práctica tradicional del trabajo, de actuar para reparar lo dañado por el de actuar para evitar que se dañe. Lo que se pretende es ir modificando progresivamente el quehacer institucional actual en el que prevalecen las acciones correctivas por el que prevalezcan las acciones preventivas, esto no solo generará una reducción en los costos de mantenimiento vial sino también un menor impacto ambiental y a la vez un mayor beneficio para los usuarios. Lo que se requiere es realizar un mantenimiento rutinario con intervenciones diarias para preservar las condiciones de los elementos de las carreteras y evitar que se produzca el deterioro prematuro. Del mismo modo efectuar un mantenimiento periódico en forma cíclica (una vez al año), con operaciones oportunas para recuperar la condición vial afectada por el uso.

Esta práctica conlleva a mantener siempre limpias las obras de drenaje, limpiar los cauces para conservar la capacidad hidráulica de las obras, estabilizar y proteger los taludes, cuidar la vegetación permanentemente, mantener adecuadamente las señales, cuidar las estructuras viales, reponer periódicamente los afirmados y corregir los defectos que se presenten en la plataforma, entre otras. Con la realización de un mantenimiento rutinario

se puede decir que mejorará el estado de las carreteras y cuando éstas se encuentren en buenas condiciones se podrá realizar un mantenimiento periódico para volver a las condiciones iniciales.

Al respecto, es de mencionar que en algunos países se utiliza el Índice de Rugosidad Internacional -IRI- para definir cuándo se deben implementar la intervención de mantenimiento periódico. Para la Red Vial Departamental No Pavimentada se ha establecido la clasificación del Estado de la Superficie de Rodadura en función de ciertos criterios sobre los elementos y condiciones del camino y un cierto valor referencial del IRI.

Las principales características físicas que se deben mantener en las carreteras para garantizar condiciones satisfactorias al tránsito vehicular son la capacidad de soporte y la regularidad superficial. La capacidad de soporte se refiere a la resistencia estructural de la vía para soportar las cargas vehiculares que circulan repetidamente por ella. Con tal propósito es necesario utilizar material granular con partículas duras, resistentes a la abrasión, durables, sin partículas planas, blandas o desintegrables y sin materia orgánica, terrones de arcilla u otras sustancias perjudiciales. Estas características se definen mediante especificaciones técnicas. La regularidad superficial se refiere a las condiciones físicas de la superficie por donde circulan los vehículos en cuanto a la rugosidad, las deformaciones, la textura, el estado y la limpieza. Al respecto, es de resaltar que defectos como baches, ondulaciones, encalaminados, ahuellamientos, piedras sueltas u obstáculos en la plataforma, entre otros, afectan drásticamente la comodidad, la seguridad y la economía de los usuarios. Esta característica de la regularidad superficial se determina mediante el Índice de Rugosidad Internacional - IRI. Las anteriores consideraciones conllevan a utilizar materiales granulares seleccionados y compactados debidamente para que proporcionen las condiciones de soporte y de circulación requeridas.

Lo que se pretende es generar conciencia en el sector privado y público y que se pueda dar un cambio progresivo y diferente al que se viene realizando en la actualidad, los beneficios que se logren beneficiarán en el aspecto económico, político y social ya que se trata de informar sobre los criterios de sostenibilidad que se deben de emplear para que de ese modo se pueda preservar nuestros recursos para las generaciones futuras.

VI. PROPUESTA.

1. Generalidades

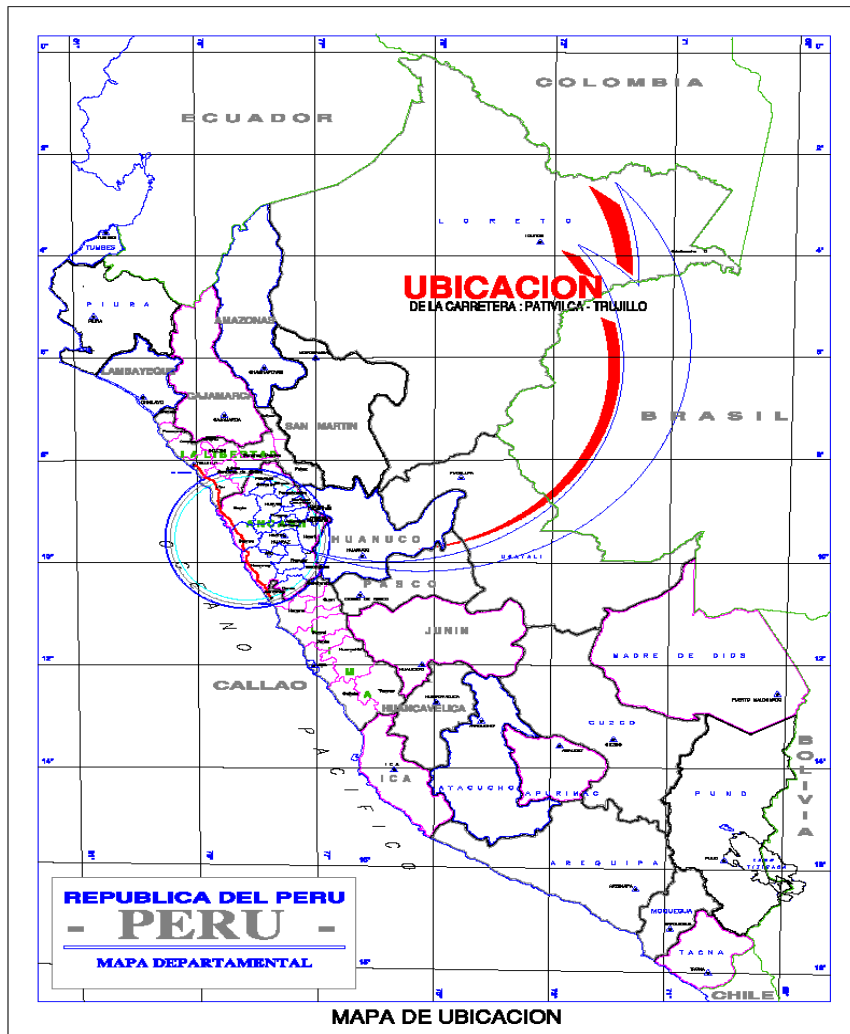
Nuestra propuesta, se fundamenta en la aplicación de una adecuada administración en la conservación vial, la cual involucra actividades de mantenimiento rutinario y periódico, de manera complementaria, en el momento justo y con acciones estrictamente necesarias, mediante la ejecución en periodos establecidos, y con permanencia permanente que permita tener vías en estado óptimo, brindando seguridad, rapidez y comodidad.

2. Ubicación y descripción del área de trabajo

El proyecto atraviesa longitudinalmente La Libertad, que se localizan al norte de la capital del Perú; la Red Vial No. 4, materia del presente Estudio, se desarrolla entre las progresivas KM. 557+200 al KM. 206+700 de la Carretera Panamericana Norte (Ruta 01N), cuyo inicio contractual es a la altura del Desvío al Puerto Salaverry, definido como Empalme Ruta 01N)

La vía en Estudio discurre por la costa norte del país, en una topografía ondulada a accidentada, atravesando diferentes localidades y poblados.

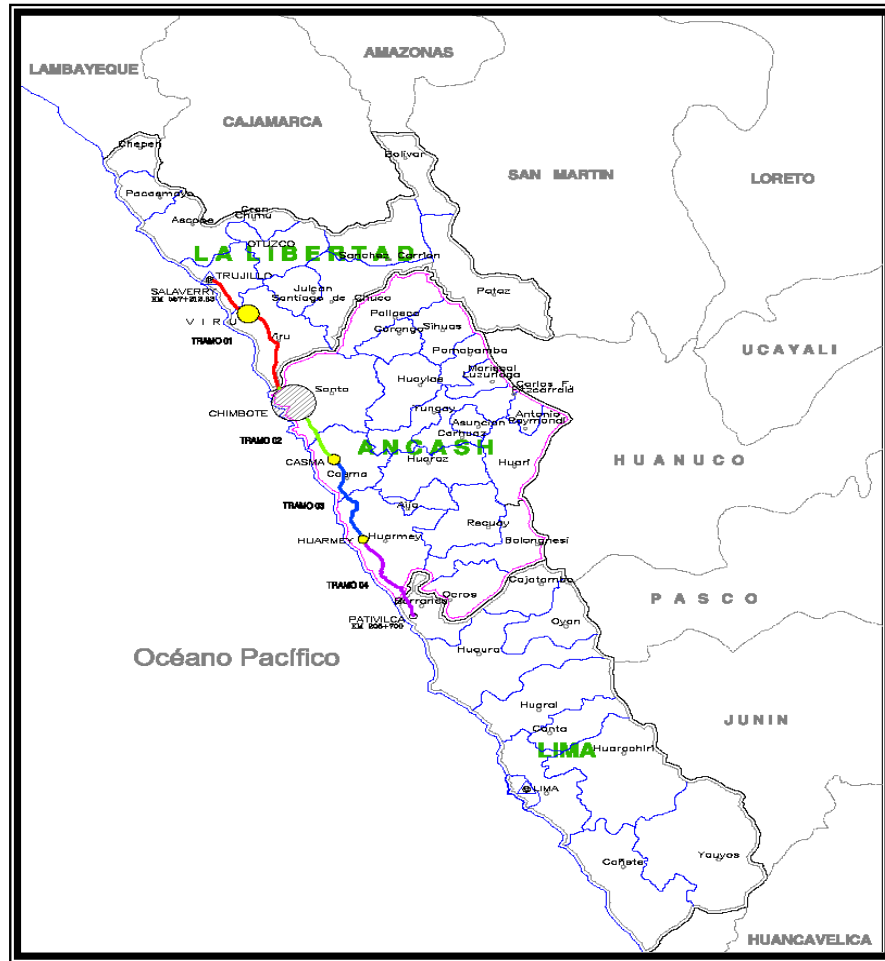
Imagen 23: Ubicación del proyecto



Fuente: Informe de mapas viales del Ministerio de transportes y comunicaciones.

(2016)

Imagen 24: Localización del proyecto



Fuente: Informe de mapas viales del Ministerio de transportes y comunicaciones.

(2016)

3. Características técnicas de la vía.

Las características técnicas de la ruta a evaluar se presentan en la 78.

Tabla 78:. Características técnicas de la vía.

Características Técnicas de la Vía	
Red Vial	Ruta 01N
Clasificación	Primera Clase
Velocidad directriz	90 Km./h
Ancho de la vía	10.20 - 11.20 - 12.30 - 12.70 - 14.80 m
Superficie de Rodadura	Asfaltado
Ancho de la superficie de rodadura	7.20 - 9.90 - 10.30 - 12.40 m
Bermas	1.20 - 1.80 - 2.00 m a cada lado
Espesor de sub base	0.20 m
Espesor de base	0.20 m
Bombeo	2.00%
Altitud Mínima	1.846 m.s.n.m. en KM 462+880
Altitud Máxima	369.477 m.s.n.m. en Cumbre Coscomba

Fuente: “Mantenimiento Periódico de la Carretera: Panamericana Norte (Ruta 1N), Tramo: Pte Santa - Ovalo Industrial - El Milagro" (L.P.N. N°0003-2008 - MTC/20) Informe de la Situación de la Obra para su Recepción.

El Manual de Diseño de Diseño Geométrico para Carreteras - DG-2001 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones – MTC, cataloga a la vía en estudio como una Autopista 2ª Clase o Dual, con control parcial de accesos y, velocidades de operación en función de la orografía, y con velocidad mayor a 80 km/h (Velocidad Directriz) para vehículos ligeros; y cuyo diseño es complementado por la norma AASHTO.

4. Topografía

Por su ubicación este territorio está en la región costa del Perú, con una topografía plana - ondulada.

5. Clima.

El clima es variado, varía según la estación del año pero los más acentuados son las épocas de verano que está comprendido entre los meses de Enero a Abril, caracterizado por la presencia del sol, que eleva la temperatura aproximada de 14° C a 28° C.

6. Tipo de Suelo

El suelo predominante es arenoso.

Tabla 79: Coordenadas UTM del Inicio y final de las carreteras de la Red Vial N° 4

CARRETERA	INICIO		FIN	
	Este	Norte	Este	Norte
PE- 1N Pativilca – desvio Salaverry	851,058.7	8'817,560.3	720,636.3	9'095,851.0
PE-10 desvio Salaverry – Puerto de Salaverr4y	720,723.7	9'095,782.6	772,689.1	9'090,351.4

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

➤ **Estudio de la Segunda calzada de la Red Vial N° 4**

Tabla 80: Estaciones de conteo en el EDI de la Segunda calzada

CARRETERA	TRAMO	ESTACIÓN	NOMBRE	KM
R-01N	Santa – Virú	E-6	Santa	448+900
R-01N	Virú – desvio Puerto Salaverry	E-7	Virú	524+500
R-01N	desvio Puerto Salaverry – Trujillo	E-8	Trujillo Sur	563+000

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

7. Población local

Esta población está conformada por distintos grupos, los cuales serán impactados, ya que se encuentran en el ámbito de acción del proyecto. En la Tabla se muestra detalle de los Distritos, Provincias y Departamentos por donde discurre la Infraestructura con indicación del código UBIGUEO y la población estimada en el año 2015 que asciende a un total de 695,605 habitantes.

Tabla 81: Ámbito de actuación

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	POBLACIÓN 2016
ANCASH		Comandante Noel (020803)	2,065
	Santa	Samanco	4,563

	(021800)	(021807)	
		Nuevo Chimbote (020809)	146,444
		Chimbote (021801)	216,154
		Coishco (021803)	15,760
		Santa (021808)	20,288
La Libertad (13)	Virú (131200)	Guadalupito (131201)	9,126
		Virú (131201)	64,752
		Chao (131202)	37,681
	Trujillo (130100)	Salaverry (130109)	17,633
Total			695,605

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) la población afectada en el Área directa alcanza los 705,840 habitantes en el año 2016 y se estima que en el 2017 serán 717,029 cuyo desglose por distritos se muestra en la Tabla 8.

Se observa que la tasa de crecimiento desde 2007 se mantiene constante en torno al 1.6%.

Tabla 82: Población censada en el Área de Influencia

DISTRITO	UBIGUEO	POBLACIÓN 2007	POBLACIÓN 2012	POBLACIÓN 2014	PREVISIÓN 2015
SANTA	021808	18,539	19,790	20,288	20,532

GUADALUPI TO	131203	6,408	8,260	9,126	9,588
VIRÚ	131201	49,161	59,974	64,752	67,228
CHAO	131202	23,337	32,933	37,681	40,272
SALAVERR Y	130109	14,374	16,658	17,633	18,129
Total AI		633,774	683,924	705,840	717,029
Tasa crecimiento		-	1.53%	1.59%	1.59%

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Se considera como Área de influencia ampliada a las provincias completas de Santa, Trujillo, Virú

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) la población afectada en el Área indirecta alcanza los 1,711,666 habitantes en el año 2015 y se estima que en el 2016 serán 1,736,851, con una tasa de crecimiento del 1.5% y un desglose por provincias según se muestra en la Tabla 8.

Tabla 83: Población censada en el Área de Influencia Ampliada

PROVINCIA	UBIGUE O	POBLACI ÓN 2014	POBLACI ÓN 2015	POBLACI ÓN 2016	PREVISI ÓN 2017
SANTA	021800	408,575	427,157	434,646	438,290
VIRÚ	131200	78,906	101,167	111,559	117,088
TRUJILLO	130100	843,588	914,036	942,729	957,010
Total AIA		1,542,198	1,661,580	1,711,666	1,736,851
Tasa crecimiento		-	1.50%	1.50%	1.47%

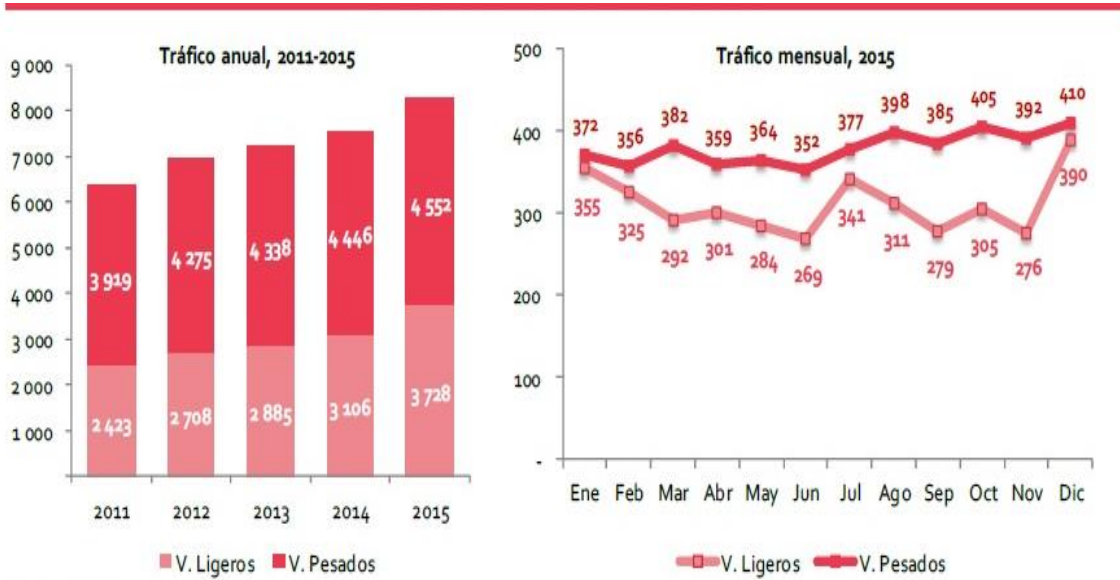
Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

El 40% de la población del Área de influencia ampliada (0.7 millones) vive en el Área de influencia directa, esto es, aquellos distritos por los que pasa el proyecto.

8. Tráfico

Durante el 2015, el total de vehículos que transitaron por la infraestructura vial concesionada a AUNOR ascendió a 8,28 millones de vehículos, lo cual representó un incremento del 9,6% respecto del año 2014. Conforme se aprecia en el gráfico siguiente, en el 2015 se ha mantenido la tendencia creciente del tráfico de vehículos registrada en los últimos cinco años.

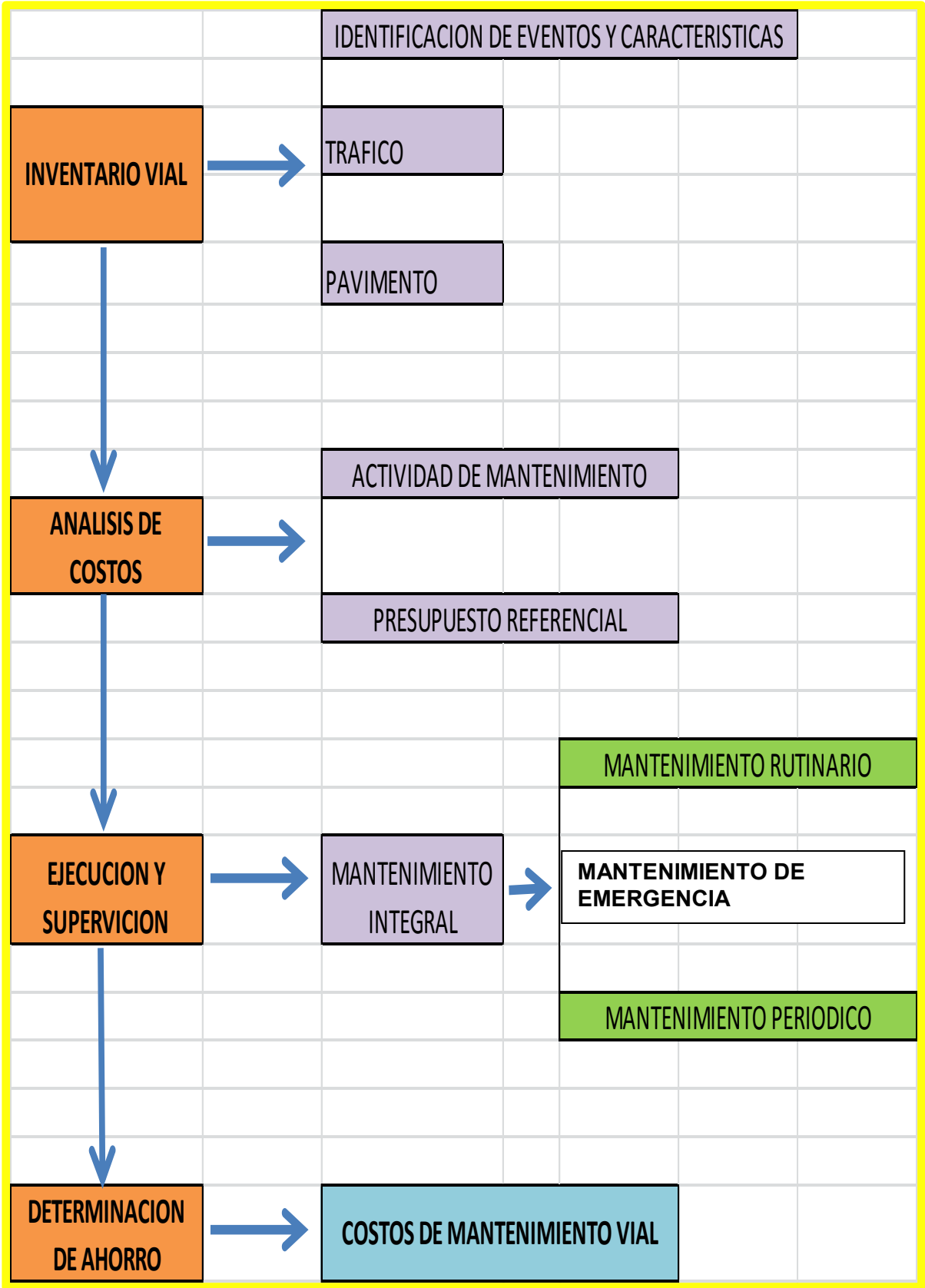
Gráfico 23: Tráfico anual 2011 - 2015



Fuente: informe de desempeño Gerencia de Regulación y Estudios Económicos-OSITRAN- Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público – OSITRAN 2015.

9. Metodología-Modelo operativo

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



Fuente: elaboración propia

A continuación se muestran las valoraciones que se dieron a cada modalidad de ejecución de la conservación vial de acuerdo a las nueve (9) interrogantes plasmadas en la matriz con referencia a la tabla 84, teniendo en cuenta como respuesta “**Si**” el valor de uno (1) y respuesta “**No**” el valor cero (0):

Tabla 84: Evaluación de las modalidades

Modalidad	Abarca a los tipos de mantenimiento	Duración Pluri Anual	Especialización en labores	Libera carga al estado	Responde a Emergencias	Realiza actividades de gestión y conservación	Contrata con un solo ejecutor MR y MP	De acuerdo al tráfico de la vía	Posibilidad variaciones en el presupuesto	Puntaje
Administración Directa	1	1	1	0	1	1	0	0	1	6
Niveles de Servicio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Concesión	1	1	1	1	1	1	1	0	0	7
Valorización	SI	1								
	NO	0								

Fuente: Gestión para la conservación vial (2015)

Analizando los diferentes esquemas o modalidades, se escoge el **mantenimiento NIVELES DE SERVICIO** ya que obtuvo la mayor valoración con respecto a las demás modalidades resultando nueve (9), tal como se muestra en el cuadro N° 35; este tipo de contrato combina acciones

de mantenimiento periódico y rutinario, con la prestación de servicios a los usuarios.

precio unitario, mientras las de mantenimiento rutinario se reconocen por cuotas fijas mensuales durante el desarrollo del contrato, siempre y cuando la vía cumpla con los indicadores de estado señalados en los documentos del contrato.

La ventaja es que se contrata con un solo operador, el cual estará a cargo de todas las actividades de conservación durante un periodo largo, lo cual permite la presencia de acciones de mantenimiento permanentes.

10. Evaluación económica

Se ha Realizado la evaluación económica del proyecto, demostrando que las actividades de rehabilitación y mejoramiento, así como las políticas de mantenimiento propuestas para el periodo de estudio, son viables desde una perspectiva social.

11. Metodología

La herramienta del estudio ha sido el software de gestión de infraestructura vial HDM inició su desarrollo en el ámbito de administración de proyectos y carreteras en el año 95 con el modelo de estándares de conservación y diseño de carreteras (Highway Design and Maintenance Standard Models, HDM-III), desarrollado por el Banco Mundial, y viene siendo usado desde hace más de dos décadas para combinar la evaluación técnica y económica de proyectos viales, preparar programas de inversión y analizar estrategias en redes de carreteras. En la actualidad, el software ha evolucionado ampliando el alcance

inicial, dando como resultado la herramienta de desarrollo y gestión de carreteras HDM-4 (Highway Development and Management Tool).

El ámbito del software HDM-4 versión 2.08 se ha ampliado considerablemente, superando las evaluaciones tradicionales de los proyectos, para proporcionar un potente sistema para el análisis de gestión de carreteras y de alternativas de inversión. El efecto más

importante es la reducción de los costos de operación de vehículos y el aumento de la velocidad de desplazamiento que se derivan de la adaptación de las sub-modelos para la mejora de la eficiencia de los vehículos motorizados.

La metodología empleada es la siguiente:

- Modelar el escenario base, que viene a ser la situación actual SIN proyecto, con la política de mantenimiento necesaria.

- Modelar las situaciones CON proyecto, que es la alternativa técnica planteada por Urci Consultores, con la política de mantenimiento propuesta según sea el caso.

- Ingreso de datos de Configuración del proyecto para los tramos

- Ingreso de datos de tránsito: flota vehicular y costos asociados

- Ingreso de datos de alternativas y costos asociados

- Empleo de la herramienta “proyecto” para calcular los modelos de deterioro de las alternativas, asignación de costos, cálculo de beneficios a la población
- Cálculo del Valor Actual Neto (VAN) de las alternativas planteadas
- Verificación de la alternativa óptima

Los insumos para la evaluación económica fueron:

- Información general del proyecto
- Estudio de tránsito
- Diseño estructural de los pavimentos por tramos
- Presupuesto

12. Situación actual (alternativa base sin proyecto)

La Red Vial N° 4 incluye un tramo de la carretera Panamericana PE-1N perteneciente a la Red Vial Nacional según el Sistema Nacional de Carreteras (SINAC) que discurre desde el K.M. 206+700 hasta el K.M. 557+200 y la carretera de acceso al Puerto de Salaverry incluida como ruta nacional PE-10 en el SINAC, atravesando los Departamentos de Lima, Ancash y La Libertad

Para la descripción de la infraestructura contemplada en el Estudio de Pre Inversión, se han establecido algunos sectores, cuyos datos se muestran en la Tabla 85, de los que 10 son en la Panamericana Norte y el undécimo es la carretera PE-10 de acceso al Puerto de Salaverry.

Tabla 85: Sectorización de la carretera

8	PE-01N	Santa - Virú	448+640	512+850	64,210	Duplicación	Tramo IB EDI 2ª calzada
9	PE-01N	Zona urbana d	512+850	528+250	15,400	Rehabilitación	Evitamiento de Virú - Chao
10	PE-01N	Virú-Dv. Salav	528+250	557+200	28,950	Duplicación	Tramo IA EDI 2ª calzada
11	PE-10	Dv. Salaverry -	0+000	5+800	5,800	Rehabilitación	Dv. a Salaverry

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

La Red Vial 4, por el alto volumen de tránsito que contiene, tiene la categoría de carretera. El trazo de la calzada existente no cumple con las secciones normativas propias de su categoría, encontrándose secciones con estándares menores que lo exigido para una carretera de su categoría.

12.1 Descripción general del proyecto

El proyecto contempla el reajuste de las secciones existentes a fin de que cumplan con la normatividad vial exigida.

El reajuste considera principalmente:

- Ajuste en el desarrollo de las secciones

- Ajuste en peralte en algunos tramos de la calzada existente

- Refuerzos Asfálticos en algunas secciones

- Pavimentos Nuevos en secciones puntuales

- Construcción de puentes y Obras de Arte

- Disposición de nueva señalización y elementos de contención

Para poder cumplir los requisitos de la normatividad peruana vigente se plantea intervenir la calzada existente de la siguiente manera:

- Calzada Existente: ancho de 7.20 metros (3.60 por sentido) y bermas laterales de 1.50 metros,

- Calzada Definitiva: ancho de 7.20 metros (3.60 por carril), una berma lateral exterior de 2.50 metros, y una berma interior de 1.20 metros.

En detalle, se pueden considerar las siguientes posibilidades de actuación a los largo de los 4 Tramos en la Red Vial N°4 y 1 Tramo adicional en el desvío al Puerto de Salaverry (notar que esto emula el estado deseado de los pavimentos, que se obtendrán una vez realizadas las reparaciones menores y el refuerzo propuesto.

Tabla 86: Sectorización pavimento nueva ejecución

TRAMIFICACIÓN RED VIAL 4	SECTOR	DE	HASTA	CARPETA ASFÁLTICA (CM)	BASE	SUBBASE
					(cm)	(cm)
Tramo 1	12	450+000	501+000	12.5	25	27.5
	13	501+000	523+000	12.5	30	40
	14	523+000	531+000	12.5	30	42.5
	15	531+000	557+200	12.5	30	47.5

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

12.2 Resultados de las corridas en HDM4 versión 2.08 – INDICADORES

RENTABILIDAD

Todos los reportes del Estudio de Evaluación realizado, obtenidos a través del software HDM-4 versión 2.08, se encuentran en el Anexo de Datos de Entrada y Principales Reportes de la Evaluación Social que acompaña al presente Estudio. A modo de resumen cabe destacar:

- La alternativa seleccionada es la ALTERNATIVA 1

Tabla 87: Indicadores de Rentabilidad

Alternativa	Valor presente de los costos totales de la agencia (RAC)	Valor presente de los costos de inversión de la agencia (CAP)	Incremento en costos de la agencia (C)	Decremento en costos de usuario (B)	Beneficios exógenos netos (E)	Valor presente	Relación	Relación	Tasa interna
						neto	VPN/costo	VPN/costo	de retorno
						(VPN = B+E-C)	(VPN/RAC)	(VPN/CAP)	(TIR)
Alternativa base	120.863	112.886	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Alternativa 1	300.635	293.460	179.772	346.334	0.000	166.562	0.554	0.568	16.8 (1)
Alternativa 2	301.276	294.101	180.413	346.334	0.000	165.920	0.551	0.564	16.8 (1)

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

12.3 Análisis de Sensibilidad

El análisis de sensibilidad tiene por finalidad el determinar los factores que pueden afectar los flujos de beneficios y costos sociales; analizar el comportamiento de los indicadores de rentabilidad de las alternativas relativos al cambio de algún factor preponderante; y definir los rangos de variación de los factores que no afecten la selección de la alternativa o que el proyecto podrá enfrentar sin afectar su rentabilidad social.

12.4 Incremento en 40%

En la Tabla 88 se muestran los indicadores de rentabilidad para un incremento de la inversión inicial del 40%.

Tabla 88: Indicadores de Rentabilidad con incremento del 40%

Alternativa	Valor presente de los costos totales de la agencia (RAC)	Valor presente de los costos de inversión de la agencia (CAP)	Incremento en costos de la agencia	Decremento en costos de usuario	Beneficios exógenos netos	Valor presente	Relación	Relación	Tasa interna
			(VPN = B+E-C)	(VPN/RAC)	(VPN/CAP)	(TIR)			
Alternativa base	120.863	112.886	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Alternativa 1	300.635	293.460	215.887	346.334	0.000	130.447	0.434	0.445	14.4 (1)
Alternativa 2	301.276	294.101	216.656	346.334	0.000	129.677	0.430	0.441	14.4 (1)

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

En este escenario, el VAN se reduce a **112,276**, millones de dólares y el TIR baja a 14.4%. La alternativa 1 es siempre la más ventajosa desde el punto de vista social.

Con un modelo aplicable de conservación vial, daremos un mantenimiento oportuno y programado, que ayudará a mantener los estándares funcionales, proporcionando una vida útil de acuerdo al periodo de diseño.

Se asegura una vía en condiciones óptimas, que cubrirá las necesidades de los usuarios en lo referente a la seguridad, rapidez y comodidad, incrementando un mayor desarrollo de la región, tanto social, económico y turístico, dinamizando los viajes y por ende la economía de las poblaciones beneficiadas.

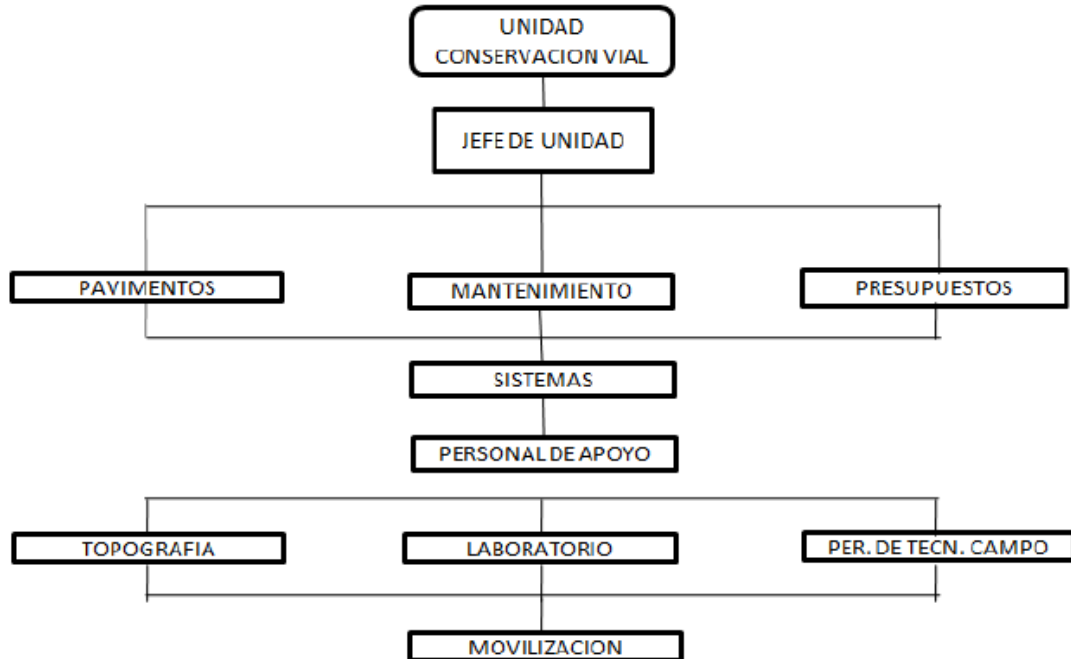
13. Administración

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

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

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

El personal técnico, de apoyo, se encuentra demarcado dentro del siguiente organigrama.



Fuente: Provias nacional (2015)

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

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

- Evaluación periódica de la condición de la infraestructura.

- Priorización de acciones.
- Cantidad de trabajo a realizar.
- Costos de las acciones.
- Organización y programación.
- Asignación de recursos financieros.
- Cronograma de ejecución.
- Realización y control.
- Cierre de proyectos.
- Las ventajas de la aplicación de un sistema de gestión de conservación, es que ofrece a los administradores viales una herramienta de aplicación, para administrar eficientemente los recursos disponibles, mediante la planeación, ejecución, control de los proyectos.
- Se optimizará las inversiones en la infraestructura vial, proporcionando niveles de servicio satisfactorio a los usuarios, disminuyendo los costos de operación vehicular, los costos de las actuaciones de conservación en relación a las de mejoramiento y/o rehabilitación, reduciendo además del tiempo de recorrido y los índices de accidentes de tránsito.

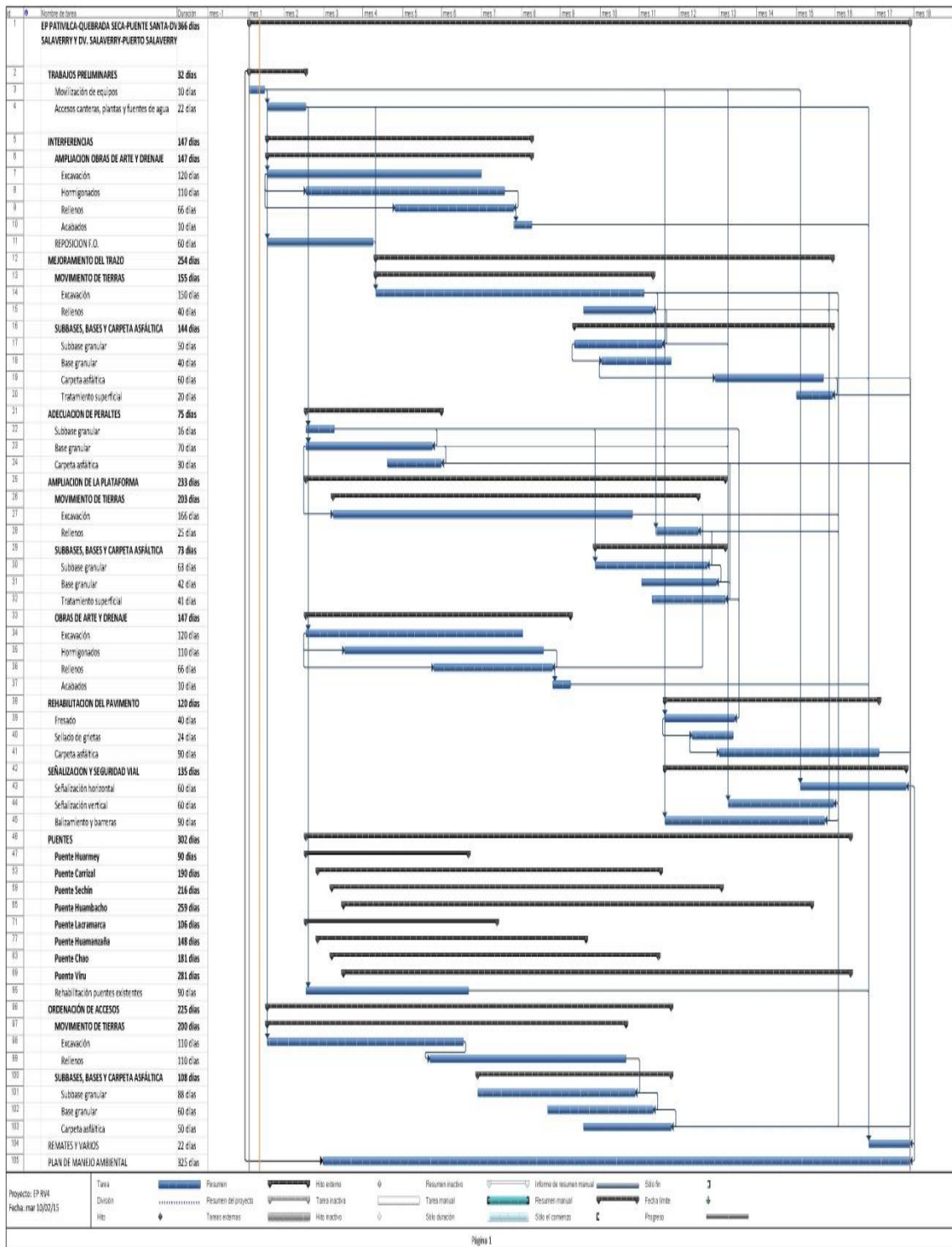
14. Previsión de evaluación

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

Con la base de que los diseños tienen cierto grado de confiabilidad, que el tráfico, se basa en proyecciones que están sujetas a variaciones temporales, y con las condicionantes climáticas, que tampoco se pueden predecir a ciencia cierta, el deterioro de la vía se hace también impredecible, lo que se realiza con los programas computacionales son supuesto de cómo podría deteriorarse la vía, si esta está sometida a los condicionantes indicados en el ingreso de datos, es por ello la necesidad de la verificación en campo, si las predicciones del deterioro se están cumpliendo, o de ser el caso realizar ajustes, cada año, con ello asegurar el modelo de las intervenciones de mantenimiento vial.

15. Cronograma de actividades

La programación general de las obras queda como sigue A 365 DIAS DEL AÑO.



a. Alternativa 1

H D M - 4

Resumen de indicadores económicos

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Nombre del estudio: **dv salaverry-santa**

Fecha de ejecución: **27/02/2017**

Unidad monetaria: **US Dollar (millones)**

AÑO	TRAMO	DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS	CODIGO	COSTO ECONOMICO	COSTO FINANCIERO	CANTIDAD
2015	(04) Tram	RV4 - Tramos ALT 1	RV4	51,673,684.00	65,409,776.00	91.70 km
			<i>Costo total anual:</i>	51,673,684.00	65,409,776.00	
2016	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2017	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2018	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2019	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2020	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Fresado y Reposició	FR80	18,884,250.00	25,179,000.00	1,007,160.00
			<i>Costo total anual:</i>	19,092,150.00	25,456,200.00	
2021	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2022	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2023	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2024	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	

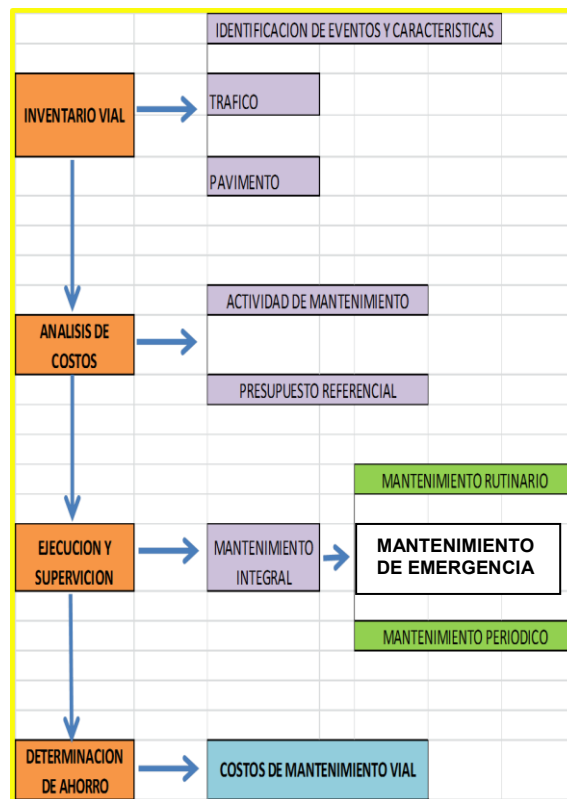
2025	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Fresado y Reposició	FR80	18,884,250.00	25,179,000.00	1,007,160.00
			<i>Costo total anual:</i>	19,092,150.00	25,456,200.00	
2026	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2027	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2028	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2029	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2030	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Fresado y Reposició	FR80	18,884,250.00	25,179,000.00	1,007,160.00
			<i>Costo total anual:</i>	19,092,150.00	25,456,200.00	
2031	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2032	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2033	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
2034	(04) Tram	Mantenimient	RUT	207,900.00	277,200.00	91.70 km
		Sellado de Grietas	SG	0	0	0.00 sq m
			<i>Costo total anual:</i>	207,900.00	277,200.00	
			Costo total por alternativa:	112,276,534.00	146,213,576.00	

Fuente: elaboración propia

CONCLUSIONES

- La conservación vial de acuerdo al análisis planteado por HDM-4 en el tramo desvío Salaverry - santa y de acuerdo a los indicadores de rentabilidad incrementan en un 40% y el VAN (valor actual neto) se reduce a 112,276 millones de dólares y el TIR (tasa interna de retorno) bajo en un 14.4 %. Indicando que la alternativa 1 es la más ventajosa desde el punto de vista social.
- La conservación vial de acuerdo a los costos económicos en el tramo desvío Salaverry- santa es de 207,900.00 dólares anuales y cada 5 años es de 12,681,900.00 millones dando un costo total de la alternativa base de 54,054.000.00 millones en 20 años en comparación con la alternativa 1 los costos económicos en el tramo desvío Salaverry- santa es de 207,900.00 dólares anuales y cada 5 años es de 19,092,150.00 millones dando un costo total de 112,276,534.00 millones de dólares
- La conservación vial de acuerdo a los costos financieros en el tramo desvío Salaverry- santa es de 277,200.00 dólares anuales y cada 5 años es de 16,909,200.00 millones dando un costo total de la alternativa base de 72.072.000.00 millones en 20 años en comparación con la alternativa 1 los costos financieros en el tramo desvío Salaverry- santa es de 277,200.00 dólares anuales y cada 5 años es de 25,456,200.00 millones dando un costo total de 146,213,576.00 millones de dólares

- Se concluye que con el modelo aplicable de conservación vial, daremos un mantenimiento oportuno y programado, que ayudará a mantener los estándares funcionales, proporcionando una vida útil de acuerdo al periodo de diseño. Se asegura una vía en condiciones óptimas, que cubrirá las necesidades de los usuarios en lo referente a la seguridad, rapidez y comodidad, incrementando un mayor desarrollo de la región, tanto social, económico y turístico, dinamizando los viajes y por ende la economía de las poblaciones beneficiadas.



- La conservación periódica tiene el objetivo de recuperar las condiciones iniciales de Serviciabilidad de la carretera contratada, llevándola a los niveles de servicio que serán requeridos durante el contrato de conservación vial, de acuerdo con las actividades descritas en las Especificaciones Técnicas

Generales para la conservación de Carreteras, Manual para la conservación de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito y de acuerdo a las condiciones que se encuentren en la etapa de entrega de terreno según el Informe Técnico de la Situación inicial.

- Se debe realizar un mantenimiento rutinario para conservar la carreteo y toda su infraestructura en óptimas condiciones de operación, transitabilidad, seguridad y confort, controlar el deterioro prematura de la infraestructura vial
- El tráfico es un factor determinante, pues si está mal concebido, se puede dar el caso de que la vía se exponga a una mayor repetición de cargas de tráfico provocando que la estructura se deteriore, por lo que se debe evaluar continuamente el tráfico presente en la vía.
- Las instituciones deberán invertir en la capacitación y actualización de su personal técnico, lo cual brindará un mayor panorama de actividades, con nuevas tecnologías, metodologías, que hagan de la conservación vial una política e implantar una búsqueda de mejorar nuestras redes viales
- Los resultados muestran que realizando un mantenimiento rutinario y periódico no se puede reducir los costos de mantenimiento vial por el contrario hay un aumento en el presupuesto de un 40% debido al aumento de vehículos que transitan por la ruta que desvío Salaverry – Santa, sin embargo es primordial que se realice este mantenimiento ya que de ese modo se

conservará las condiciones físicas de las carreteras, lo que generará la satisfacción de los usuarios y un menor impacto ambiental; este documento se ha centrado en la aplicación de un modelo de gestión que privilegie el actuar a manera de prevención, es decir se trata de crear conciencia y generar un cambio en la práctica tradicional del trabajo, de actuar para reparar lo dañado por el de actuar para evitar que se dañe.

RECOMENDACIONES

- Considerar en el modelo de gestión los criterios de sostenibilidad para reducir los costos operación vehicular

- Considerar eventos extraordinarios climatológicos para incorporar financiamiento

- Resulta evidente la importancia que tienen las acciones preventivas para evitar ciertos deterioros y daños mayores. Si bien es cierto que las acciones preventivas poseen una efectividad temporal y que las acciones correctivas serán siempre necesarias, la utilización aislada de estas últimas no representa la mejor estrategia desde el punto de vista técnico, de servicio al usuario, ni económico.

- Los planes deben contener ambos tipos de actividades de conservación y mantenimiento, ya que debido a las características propias de los pavimentos, y particularmente a su modo de falla por fatiga, en algún momento requerirán acciones correctivas o de rehabilitación que restituyan sus condiciones a niveles similares a los iniciales. Sin embargo, la tendencia a la conservación implica abandonar el principio de ejecución de actividades como respuesta a daños existentes en niveles intolerables, y planificar y ejecutar las actividades a fin de mantener en todo momento un nivel de servicio superior a aquel

definido como inaceptable, es decir, un nivel tolerable para el usuario y compatible con los beneficios económicos esperados de la inversión realizada en la vía.

- En el mantenimiento vial, si se deja de hacer, el costo para volver a igual situación será mucho mayor, con el agravante en este caso que ese costo de rehabilitación aumentará conforme sea mayor el período en el cual no se realiza el mantenimiento, y además la velocidad con que aumenta ese costo será mayor a medida que pase el tiempo sin realizarlo.
- Las causales para un deficiente mantenimiento de la vía se presentan cuando no hay una oportuna implementación de un programa de mantenimiento, y cuando hay una falla total o insuficiencia de recursos para la implementación del programa.
- Se recomienda que las instituciones involucradas inviertan en la complementación de un Sistema Integral de Gestión Vial, para que realicen un adecuado mantenimiento vial y de esa forma se pueda evitar mayores gastos a largo plazo

BIBLIOGRAFÍA

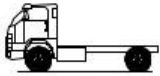

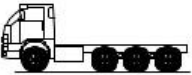
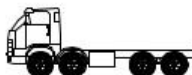

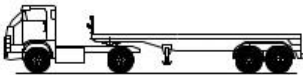
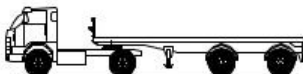

- MINISTERIO DE TRANSPORTES DE PERÚ. 2008. Manual para la conservación de carreteras. Lima Perú. 341 p.
- Méndez, José. 2003. Mantenimiento Rutinario. Manual Técnico (pág 82). Lima Perú.
- Bull, Alberto. 2003. Mejoramiento de la gestión vial con aportes específico del sector público. Santiago de Chile. Chile.
- CÁMARA DE CONSTRUCCIÓN DE BOGOTÁ. 2010. Boletín de mantenimiento vial. Bogotá Colombia.
- ARROYO, José. 2002. Estado superficial y costos de operación en carretas. México DF. México.
- ABRAHAN PIGRAU, Fernando. (2006). En Elaboracion de Diagnostico de la Unidad de Gestion de Carreteras e implementación del Sistema de Carreteras de Provias Nacional
- CORONADO, Jorge. (2001). Condiciones Generales y Especificaciones Tecnicas para actividades de Mantenimiento Contratadas en Base Precios Unitarios; Consejo Sectorial de Ministros de Transporte de Centroamerica
- GLOSARIO DE TÉRMINO EN INFRAESTRUCTURA VIAL, aprobado por RM N° 660-2008-MTC/02, 17.08.2008

ANEXOS

Clasificación vehicular y pesos permitidos

ANEXO IV: PESOS Y MEDIDAS

1. PESOS Y MEDIDAS MÁXIMAS PERMITIDAS

TABLA DE PESOS Y MEDIDAS								
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1 ^º	2 ^º	3 ^º		4 ^º
C2		12,30	7	11	—	—	—	18
C3		13,20	7	18	—	—	—	25
C4		13,20	7	23 ⁽¹⁾	—	—	—	30
8x4		13,20	7+7 ⁽²⁾	18	—	—	—	32
T2S1		20,50	7	11	11	—	—	29
T2S2		20,50	7	11	18	—	—	36
T2Se2		20,50	7	11	11	11	—	40
T2S3		20,50	7	11	25	—	—	43

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017)

Tabla 51: Cálculo de repeticiones de Ejes Equivalentes, Estación Puente Santa

Carretera Panamericana Norte Red Vial N°04
 Tramo Puente Santa - Santa
 Estación E-7 Puente Santa

CÁLCULO DEL N° DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES (8.2 Tn)

AL NORTE		Omnibus			Camiones			Semi Traylor				Traylor			Total	Acumulado	Total
		2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2/2T3	3T2	3T3			
Índice Medio Diario Anual*	2014	81	254	74	245	140	39	7	8	82	541	8	22	16	1517		
FCE x Fcpil		3.451	2.554	2.653	1.578	3.535	3.118	1.212	5.389	5.693	7.152	8.897	8.897	6.789			
Tasa crecimiento = R		2.10	2.10	2.10	4.95	4.95	4.95	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29			
R/100 = r		0.021	0.021	0.021	0.050	0.050	0.050	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053			
Factor de Crecimiento		1.021	1.021	1.021	1.050	1.050	1.050	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053			
Días del año		365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365			
IMDa x Fc x Fp x 365 / 2	2014	51,014	118391	35829	70,556	90,319	22,192	1,548	7,868	85,196	706,135	12,990	35,721	19,824	1,257,584	1,257,584	1.26E+06
	2015	52,086	120877	36581	74,049	94,790	23,291	1,630	8,284	89,703	743,489	13,677	37,611	20,873	1,316,940	2,574,524	2.57E+06
	2016	53,180	123415	37349	77,714	99,482	24,444	1,716	8,722	94,448	782,820	14,400	39,601	21,977	1,379,269	3,953,793	3.95E+06
	2017	54,296	126007	38134	81,561	104,407	25,654	1,807	9,184	99,444	824,231	15,162	41,696	23,139	1,444,722	5,398,515	5.40E+06
	2018	55,437	128653	38935	85,598	109,575	26,924	1,903	9,670	104,705	867,833	15,964	43,901	24,363	1,513,460	6,911,974	6.91E+06
	2019	56,601	131355	39752	89,836	114,999	28,256	2,004	10,181	110,244	913,741	16,809	46,224	25,652	1,585,652	8,497,627	8.50E+06
	2020	57,789	134113	40587	94,282	120,691	29,655	2,110	10,720	116,076	962,078	17,698	48,669	27,009	1,661,477	10,159,104	1.02E+07
	2021	59,003	136930	41439	98,949	126,665	31,123	2,221	11,287	122,216	1,012,972	18,634	51,244	28,438	1,741,121	11,900,225	1.19E+07
	2022	60,242	139805	42309	103,847	132,935	32,664	2,339	11,884	128,681	1,066,558	19,620	53,954	29,942	1,824,781	13,725,006	1.37E+07
	2023	61,507	142741	43198	108,988	139,515	34,280	2,462	12,513	135,488	1,122,979	20,658	56,808	31,526	1,912,665	15,637,671	1.56E+07
	2024	62,799	145739	44105	114,383	146,421	35,977	2,593	13,174	142,656	1,182,385	21,750	59,814	33,194	2,004,990	17,642,660	1.76E+07
	2025	64,117	148,799	45,031	120,045	153,669	37,758	2,730	13,871	150,202	1,244,933	22,901	62,978	34,950	2,101,985	19,744,646	1.97E+07
	2026	65,464	151,924	45,977	125,987	161,276	39,627	2,874	14,605	158,148	1,310,790	24,112	66,309	36,799	2,203,893	21,948,538	2.19E+07
	2027	66,839	155,114	46,943	132,223	169,259	41,589	3,026	15,378	166,514	1,380,131	25,388	69,817	38,746	2,310,966	24,259,504	2.43E+07
	2028	68,242	158,372	47,928	138,768	177,637	43,647	3,186	16,191	175,323	1,453,140	26,731	73,510	40,795	2,423,472	26,682,976	2.67E+07
	2029	69,675	161,698	48,935	145,637	186,431	45,808	3,355	17,048	184,597	1,530,011	28,145	77,399	42,953	2,541,691	29,224,668	2.92E+07
	2030	71,139	165,093	49,962	152,846	195,659	48,075	3,532	17,950	194,362	1,610,948	29,634	81,494	45,225	2,665,920	31,890,588	3.19E+07
	2031	72,632	168,560	51,012	160,412	205,344	50,455	3,719	18,899	204,644	1,696,168	31,202	85,805	47,618	2,796,470	34,687,058	3.47E+07
	2032	74,158	172,100	52,083	168,353	215,508	52,953	3,916	19,899	215,470	1,785,895	32,852	90,344	50,137	2,933,666	37,620,724	3.76E+07
	2033	75,715	175,714	53,177	176,686	226,176	55,574	4,123	20,952	226,868	1,880,369	34,590	95,123	52,789	3,077,855	40,698,579	4.07E+07

* = Vehículos Pesados

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Tabla 52: Cálculo de repeticiones de Ejes Equivalentes, Estación Chao

Carretera Panamericana Norte Red Vial N°04
 Tramo Chao - Guadalupe
 Estación E-8 Chao

CÁLCULO DEL N° DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES (8.2 Tn)

AL NORTE		Omnibus			Camiones			Semi Traylor				Traylor			Total	Acumulado	Total
		2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2/2T3	3T2	3T3			
Índice Medio Diario Anual*	2014	137	283	79	273	239	41	11	7	84	586	2	28	23	1793		
FCE x Fcpll		3.451	2.554	2.653	1.578	3.535	3.118	1.212	5.389	5.693	7.152	8.897	8.897	6.789			
Tasa crecimiento = R		2.10	2.10	2.10	4.95	4.95	4.95	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29			
R/100 = r		0.021	0.021	0.021	0.050	0.050	0.050	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053			
Factor de Crecimiento		1.021	1.021	1.021	1.050	1.050	1.050	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053			
Días del año		365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365			
IMDa x Fc x Fp x 365 / 2	2014	86,284	131908	38250	78,620	154,188	23,330	2,433	6,884	87,274	764,871	3,247	45,464	28,497	1,451,249	1,451,249	1.45E+06
	2015	88,096	134678	39053	82,512	161,820	24,485	2,562	7,249	91,890	805,332	3,419	47,869	30,004	1,518,969	2,970,218	2.97E+06
	2016	89,946	137506	39873	86,596	169,830	25,697	2,697	7,632	96,751	847,934	3,600	50,401	31,592	1,590,056	4,560,274	4.56E+06
	2017	91,834	140394	40710	90,882	178,237	26,969	2,840	8,036	101,870	892,790	3,791	53,067	33,263	1,664,683	6,224,956	6.22E+06
	2018	93,763	143342	41565	95,381	187,060	28,304	2,990	8,461	107,259	940,019	3,991	55,874	35,022	1,743,031	7,967,988	7.97E+06
	2019	95,732	146352	42438	100,102	196,319	29,705	3,148	8,909	112,933	989,746	4,202	58,830	36,875	1,825,292	9,793,279	9.79E+06
	2020	97,742	149425	43329	105,058	206,037	31,176	3,315	9,380	118,907	1,042,103	4,424	61,942	38,826	1,911,664	11,704,944	1.17E+07
	2021	99,795	152563	44239	110,258	216,236	32,719	3,490	9,876	125,197	1,097,230	4,659	65,219	40,880	2,002,361	13,707,304	1.37E+07
	2022	101,891	155767	45168	115,716	226,939	34,339	3,675	10,398	131,820	1,155,274	4,905	68,669	43,042	2,097,603	15,804,907	1.58E+07
	2023	104,030	159038	46117	121,444	238,173	36,038	3,869	10,948	138,793	1,216,388	5,164	72,302	45,319	2,197,624	18,002,531	1.80E+07
	2024	106,215	162378	47085	127,455	249,962	37,822	4,074	11,528	146,135	1,280,735	5,438	76,126	47,716	2,302,670	20,305,202	2.03E+07
	2025	108,446	165788	48,074	133,764	262,335	39,694	4,290	12,137	153,866	1,348,486	5,725	80,154	50,241	2,413,000	22,718,201	2.27E+07
	2026	110,723	169,270	49,084	140,385	275,321	41,659	4,517	12,780	162,005	1,419,821	6,028	84,394	52,898	2,528,884	25,247,085	2.52E+07
	2027	113,048	172,824	50,114	147,334	288,949	43,721	4,755	13,456	170,575	1,494,929	6,347	88,858	55,697	2,650,609	27,897,694	2.79E+07
	2028	115,422	176,454	51,167	154,627	303,252	45,886	5,007	14,167	179,599	1,574,011	6,683	93,559	58,643	2,778,477	30,676,171	3.07E+07
	2029	117,846	180,159	52,241	162,282	318,263	48,157	5,272	14,917	189,099	1,657,276	7,036	98,508	61,745	2,912,802	33,588,973	3.36E+07
	2030	120,321	183,942	53,338	170,314	334,018	50,541	5,551	15,706	199,103	1,744,946	7,409	103,719	65,012	3,053,919	36,642,892	3.66E+07
	2031	122,847	187,805	54,458	178,745	350,551	53,043	5,844	16,537	209,635	1,837,254	7,800	109,206	68,451	3,202,177	39,845,069	3.98E+07
	2032	125,427	191,749	55,602	187,593	367,904	55,668	6,154	17,412	220,725	1,934,444	8,213	114,983	72,072	3,357,945	43,203,014	4.32E+07
	2033	128,061	195,776	56,770	196,879	386,115	58,424	6,479	18,333	232,401	2,036,777	8,648	121,065	75,884	3,521,611	46,724,625	4.67E+07

* = Vehículos Pesados

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Tabla 53: Cálculo de repeticiones de Ejes Equivalentes, Estación San José

Carretera Panamericana Norte Red Vial N°04
 Tramo San Jose - Chao
 Estación E-9 San Jose

CÁLCULO DEL N° DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES (8.2 Tn)

AL NORTE		Omnibus			Camiones			Semi Traylor				Traylor			Total	Acumulado	Total
		2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2/2T3	3T2	3T3			
Índice Medio Diario Anual*	2014	66	262	79	311	180	43	13	11	70	527	17	22	26	1627		
FCE x Fcpl		3.451	2.554	2.653	1.578	3.535	3.118	1.212	5.389	5.693	7.152	8.897	8.897	6.789			
Tasa crecimiento = R		2.10	2.10	2.10	4.95	4.95	4.95	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29			
R/100 = r		0.021	0.021	0.021	0.050	0.050	0.050	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053			
Factor de Crecimiento		1.021	1.021	1.021	1.050	1.050	1.050	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053			
Días del año		365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365			
IMDa x Fc x Fp x 365 / 2	2014	41,567	122120	38250	89,563	116,125	24,469	2,875	10,818	72,728	687,861	27,603	35,721	32,214	1,301,915	1,301,915	1.30E+06
	2015	42,440	124684	39053	93,997	121,873	25,680	3,028	11,391	76,575	724,249	29,063	37,611	33,918	1,363,562	2,665,476	2.67E+06
	2016	43,331	127302	39873	98,650	127,906	26,951	3,188	11,993	80,626	762,562	30,601	39,601	35,712	1,428,296	4,093,772	4.09E+06
	2017	44,241	129976	40710	103,533	134,237	28,285	3,356	12,628	84,891	802,902	32,219	41,696	37,601	1,496,275	5,590,048	5.59E+06
	2018	45,170	132705	41565	108,658	140,882	29,685	3,534	13,296	89,382	845,375	33,924	43,901	39,590	1,567,668	7,157,715	7.16E+06
	2019	46,119	135492	42438	114,036	147,855	31,154	3,721	13,999	94,110	890,096	35,718	46,224	41,685	1,642,648	8,800,363	8.80E+06
	2020	47,088	138337	43329	119,681	155,174	32,697	3,918	14,740	99,089	937,182	37,608	48,669	43,890	1,721,400	10,521,763	1.05E+07
	2021	48,076	141242	44239	125,605	162,855	34,315	4,125	15,519	104,331	986,758	39,597	51,244	46,212	1,804,119	12,325,883	1.23E+07
	2022	49,086	144209	45168	131,823	170,917	36,014	4,343	16,340	109,850	1,038,958	41,692	53,954	48,656	1,891,009	14,216,892	1.42E+07
	2023	50,117	147237	46117	138,348	179,377	37,796	4,573	17,205	115,661	1,093,919	43,897	56,808	51,230	1,982,285	16,199,177	1.62E+07
	2024	51,169	150329	47085	145,196	188,256	39,667	4,815	18,115	121,779	1,151,787	46,220	59,814	53,940	2,078,173	18,277,350	1.83E+07
	2025	52,244	153,486	48,074	152,383	197,575	41,631	5,070	19,073	128,221	1,212,717	48,665	62,978	56,794	2,178,909	20,456,259	2.05E+07
	2026	53,341	156,709	49,084	159,926	207,355	43,691	5,338	20,082	135,004	1,276,869	51,239	66,309	59,798	2,284,746	22,741,005	2.27E+07
	2027	54,461	160,000	50,114	167,843	217,619	45,854	5,620	21,144	142,146	1,344,416	53,950	69,817	62,961	2,395,945	25,136,951	2.51E+07
	2028	55,605	163,360	51,167	176,151	228,391	48,124	5,917	22,263	149,666	1,415,535	56,804	73,510	66,292	2,512,785	27,649,735	2.76E+07
	2029	56,772	166,790	52,241	184,870	239,696	50,506	6,230	23,441	157,583	1,490,417	59,808	77,399	69,799	2,635,555	30,285,290	3.03E+07
	2030	57,965	170,293	53,338	194,021	251,561	53,006	6,560	24,681	165,919	1,569,260	62,972	81,494	73,491	2,764,562	33,049,852	3.30E+07
	2031	59,182	173,869	54,458	203,625	264,014	55,630	6,907	25,986	174,696	1,652,274	66,304	85,805	77,379	2,900,129	35,949,981	3.59E+07
	2032	60,425	177,520	55,602	213,705	277,082	58,384	7,272	27,361	183,938	1,739,680	69,811	90,344	81,472	3,042,595	38,992,577	3.90E+07
	2033	61,694	181,248	56,770	224,283	290,798	61,274	7,657	28,808	193,668	1,831,709	73,504	95,123	85,782	3,192,317	42,184,894	4.22E+07

* = Vehículos Pesados

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Tabla 54: Cálculo de repeticiones de Ejes Equivalentes, Estación El Carmelo

Carretera Panamericana Norte Red Vial N°04
 Tramo Virú -Dv. Salaverry
 Estación E-10 El Carmelo (Virú)

CÁLCULO DEL N° DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES (8.2 Tn)

AL NORTE		Omnibus			Camiones			Semi Trayler				Trayler			Total	Acumulado	Total
		2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2/2T3	3T2	3T3			
Índice Medio Diario Anual*	2014	137	248	81	303	192	62	45	44	84	474	46	33	189	1938		
FCE x Fcpl		3.451	2.554	2.653	1.578	3.535	3.118	1.212	5.389	5.693	7.152	8.897	8.897	6.789			
Tasa crecimiento = R		2.10	2.10	2.10	4.95	4.95	4.95	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29			
R/100 = r		0.021	0.021	0.021	0.050	0.050	0.050	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053			
Factor de Crecimiento		1.021	1.021	1.021	1.050	1.050	1.050	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053			
Días del año		365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365			
IMDa x Fc x Fp x 365 / 2	2014	86,284	115,594	39,218	87,259	123,866	35,280	9,954	43,274	87,274	618,684	74,690	53,582	234,170	1,609,128	1,609,128	1.61E+06
	2015	88,096	118,022	40,042	91,579	129,998	37,027	10,480	45,563	91,890	651,412	78,641	56,417	246,557	1,685,723	3,294,851	3.29E+06
	2016	89,946	120,500	40,882	96,112	136,433	38,859	11,034	47,973	96,751	685,872	82,802	59,401	259,600	1,766,166	5,061,017	5.06E+06
	2017	91,834	123,030	41,741	100,869	143,186	40,783	11,618	50,511	101,870	722,154	87,182	62,543	273,333	1,850,656	6,911,672	6.91E+06
	2018	93,763	125,614	42,618	105,863	150,274	42,802	12,233	53,183	107,259	760,356	91,794	65,852	287,792	1,939,401	8,851,073	8.85E+06
	2019	95,732	128,252	43,512	111,103	157,712	44,920	12,880	55,996	112,933	800,579	96,650	69,336	303,016	2,032,621	10,883,695	1.09E+07
	2020	97,742	130,945	44,426	116,602	165,519	47,144	13,561	58,959	118,907	842,930	101,762	73,003	319,046	2,130,547	13,014,242	1.30E+07
	2021	99,795	133,695	45,359	122,374	173,712	49,478	14,279	62,077	125,197	887,521	107,146	76,865	335,923	2,233,421	15,247,663	1.52E+07
	2022	101,891	136,503	46,312	128,432	182,311	51,927	15,034	65,361	131,820	934,471	112,814	80,931	353,694	2,341,499	17,589,163	1.76E+07
	2023	104,030	139,369	47,284	134,789	191,335	54,497	15,829	68,819	138,793	983,904	118,781	85,213	372,404	2,455,049	20,044,212	2.00E+07
	2024	106,215	142,296	48,277	141,461	200,807	57,195	16,667	72,459	146,135	1,035,953	125,065	89,720	392,104	2,574,354	22,618,566	2.26E+07
	2025	108,446	145,284	49,291	148,463	210,747	60,026	17,548	76,293	153,866	1,090,755	131,681	94,467	412,847	2,699,712	25,318,278	2.53E+07
	2026	110,723	148,335	50,326	155,812	221,178	62,997	18,477	80,328	162,005	1,148,456	138,647	99,464	434,686	2,831,435	28,149,713	2.81E+07
	2027	113,048	151,450	51,383	163,525	232,127	66,115	19,454	84,578	170,575	1,209,209	145,981	104,726	457,681	2,969,853	31,119,566	3.11E+07
	2028	115,422	154,631	52,462	171,620	243,617	69,388	20,483	89,052	179,599	1,273,176	153,704	110,266	481,893	3,115,311	34,234,877	3.42E+07
	2029	117,846	157,878	53,564	180,115	255,676	72,823	21,567	93,763	189,099	1,340,527	161,835	116,099	507,385	3,268,175	37,503,053	3.75E+07
	2030	120,321	161,193	54,689	189,030	268,332	76,428	22,708	98,723	199,103	1,411,441	170,396	122,240	534,225	3,428,828	40,931,881	4.09E+07
	2031	122,847	164,578	55,837	198,387	281,615	80,211	23,909	103,945	209,635	1,486,106	179,409	128,707	562,486	3,597,673	44,529,554	4.45E+07
	2032	125,427	168,035	57,010	208,208	295,554	84,181	25,174	109,444	220,725	1,564,721	188,900	135,515	592,241	3,775,136	48,304,690	4.83E+07
	2033	128,061	171,563	58,207	218,514	310,184	88,348	26,505	115,234	232,401	1,647,495	198,893	142,684	623,571	3,961,661	52,266,351	5.23E+07

* = Vehículos Pesados

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Tabla 55: Cálculo de repeticiones de Ejes Equivalentes, Estación Salaverry

Carretera Panamericana Norte Red Vial N°04
 Tramo Dv. Salaverry - Virú
 Estación E-11 Dv. Salaverry

CÁLCULO DEL N° DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES (8.2 Tn)

AL NORTE		Omnibus			Camiones			Semi Trayler				Trayler			Total	Acumulado	Total
		2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2/2T3	3T2	3T3			
Índice Medio Diario Anual*	2014	6	0	0	219	113	24	15	9	38	198	7	3	5	637		
FCE x Fcpll		3.451	2.554	2.653	1.578	3.535	3.118	1.212	5.389	5.693	7.152	8.897	8.897	6.789			
Tasa crecimiento = R		2.10	2.10	2.10	4.95	4.95	4.95	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29			
R/100 = r		0.021	0.021	0.021	0.050	0.050	0.050	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053			
Factor de Crecimiento		1.021	1.021	1.021	1.050	1.050	1.050	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053			
Días del año		365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365			
IMDa x Fc x Fp x 365 / 2	2014	3,779	0	0	63,069	72,901	13,657	3,318	8,851	39,481	258,438	11,366	4,871	6,195	485,925	485,925	4.86E+05
	2015	3,858	0	0	66,191	76,509	14,333	3,493	9,320	41,569	272,109	11,967	5,129	6,523	511,001	996,926	9.97E+05
	2016	3,939	0	0	69,467	80,296	15,042	3,678	9,813	43,769	286,503	12,600	5,400	6,868	537,376	1,534,301	1.53E+06
	2017	4,022	0	0	72,906	84,271	15,787	3,873	10,332	46,084	301,659	13,267	5,686	7,231	565,117	2,099,418	2.10E+06
	2018	4,106	0	0	76,515	88,442	16,568	4,078	10,878	48,522	317,617	13,969	5,987	7,614	594,295	2,693,714	2.69E+06
	2019	4,193	0	0	80,302	92,820	17,389	4,293	11,454	51,089	334,419	14,708	6,303	8,016	624,985	3,318,699	3.32E+06
	2020	4,281	0	0	84,277	97,415	18,249	4,520	12,060	53,791	352,110	15,486	6,637	8,440	657,266	3,975,964	3.98E+06
	2021	4,371	0	0	88,449	102,237	19,153	4,760	12,698	56,637	370,737	16,305	6,988	8,887	691,219	4,667,183	4.67E+06
	2022	4,462	0	0	92,827	107,298	20,101	5,011	13,369	59,633	390,349	17,167	7,357	9,357	726,931	5,394,114	5.39E+06
	2023	4,556	0	0	97,422	112,609	21,096	5,276	14,077	62,787	410,998	18,075	7,747	9,852	764,495	6,158,609	6.16E+06
	2024	4,652	0	0	102,244	118,183	22,140	5,556	14,821	66,109	432,740	19,032	8,156	10,373	804,005	6,962,614	6.96E+06
	2025	4,749	0	0	107,305	124,033	23,236	5,849	15,605	69,606	455,632	20,038	8,588	10,922	845,564	7,808,178	7.81E+06
	2026	4,849	0	0	112,617	130,173	24,386	6,159	16,431	73,288	479,735	21,098	9,042	11,500	889,277	8,697,455	8.70E+06
	2027	4,951	0	0	118,191	136,616	25,593	6,485	17,300	77,165	505,113	22,215	9,521	12,108	935,257	9,632,712	9.63E+06
	2028	5,055	0	0	124,042	143,379	26,860	6,828	18,215	81,247	531,833	23,390	10,024	12,748	983,621	10,616,333	1.06E+07
	2029	5,161	0	0	130,182	150,476	28,189	7,189	19,179	85,545	559,967	24,627	10,554	13,423	1,034,493	11,650,826	1.17E+07
	2030	5,270	0	0	136,626	157,925	29,585	7,569	20,193	90,070	589,589	25,930	11,113	14,133	1,088,002	12,738,828	1.27E+07
	2031	5,380	0	0	143,389	165,742	31,049	7,970	21,262	94,835	620,779	27,301	11,701	14,881	1,144,288	13,883,116	1.39E+07
	2032	5,493	0	0	150,487	173,946	32,586	8,391	22,386	99,852	653,618	28,746	12,320	15,668	1,203,492	15,086,608	1.51E+07
	2033	5,609	0	0	157,936	182,556	34,199	8,835	23,571	105,134	688,194	30,266	12,971	16,497	1,265,768	16,352,376	1.64E+07

* = Vehículos Pesados

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Tabla 56: Cálculo de repeticiones de Ejes Equivalentes, Estación Salaverry-Trujillo

Carretera Panamericana Norte Red Vial N°04
 Tramo Dev. Salaverry - Salaverry
 Estación E-12 Dv. Salaverry

CÁLCULO DEL N° DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES (8.2 Tn)

AL NORTE		Omnibus			Camiones			Semi Traylor				Traylor			Total	Acumulado	Total
		2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2/2T3	3T2	3T3			
Índice Medio Diario Anual*	2014	162	327	82	668	377	68	21	15	109	733	18	48	61	2689		
FCE x Fcpil		3.451	2.554	2.653	1.578	3.535	3.118	1.212	5.389	5.693	7.152	8.897	8.897	6.789			
Tasa crecimiento = R		2.10	2.10	2.10	4.95	4.95	4.95	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29			
R/100 = r		0.021	0.021	0.021	0.050	0.050	0.050	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053			
Factor de Crecimiento		1.021	1.021	1.021	1.050	1.050	1.050	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053			
Días del año		365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365			
IMDa x Fc x Fp x 365 / 2	2014	102,029	152416	39702	192,374	243,217	38,694	4,645	14,752	113,248	956,741	29,227	77,938	75,579	2,040,562	2,040,562	2.04E+06
	2015	104,171	155617	40536	201,896	255,256	40,610	4,891	15,533	119,239	1,007,353	30,773	82,061	79,577	2,137,512	4,178,073	4.18E+06
	2016	106,359	158885	41387	211,890	267,891	42,620	5,149	16,354	125,547	1,060,641	32,401	86,402	83,786	2,239,313	6,417,386	6.42E+06
	2017	108,593	162222	42256	222,379	281,152	44,730	5,422	17,220	132,188	1,116,749	34,115	90,972	88,219	2,346,215	8,763,602	8.76E+06
	2018	110,873	165628	43144	233,387	295,069	46,944	5,709	18,131	139,181	1,175,825	35,919	95,785	92,885	2,458,479	11,222,080	1.12E+07
	2019	113,201	169106	44050	244,939	309,675	49,267	6,011	19,090	146,543	1,238,027	37,819	100,852	97,799	2,576,379	13,798,460	1.38E+07
	2020	115,579	172658	44975	257,064	325,004	51,706	6,329	20,099	154,296	1,303,518	39,820	106,187	102,973	2,700,206	16,498,666	1.65E+07
	2021	118,006	176284	45919	269,788	341,091	54,266	6,663	21,163	162,458	1,372,474	41,927	111,804	108,420	2,830,262	19,328,928	1.93E+07
	2022	120,484	179985	46883	283,143	357,975	56,952	7,016	22,282	171,052	1,445,078	44,144	117,718	114,155	2,966,869	22,295,797	2.23E+07
	2023	123,014	183765	47868	297,159	375,695	59,771	7,387	23,461	180,100	1,521,523	46,480	123,946	120,194	3,110,363	25,406,160	2.54E+07
	2024	125,597	187624	48873	311,868	394,292	62,730	7,778	24,702	189,628	1,602,011	48,938	130,503	126,552	3,261,097	28,667,257	2.87E+07
	2025	128,235	191,564	49,900	327,305	413,810	65,835	8,189	26,009	199,659	1,686,758	51,527	137,406	133,247	3,419,444	32,086,700	3.21E+07
	2026	130,928	195,587	50,947	343,507	434,293	69,094	8,622	27,385	210,221	1,775,987	54,253	144,675	140,296	3,585,795	35,672,495	3.57E+07
	2027	133,677	199,695	52,017	360,511	455,791	72,514	9,079	28,833	221,342	1,869,937	57,123	152,328	147,717	3,760,563	39,433,058	3.94E+07
	2028	136,484	203,888	53,110	378,356	478,352	76,103	9,559	30,359	233,051	1,968,857	60,145	160,386	155,531	3,944,181	43,377,240	4.34E+07
	2029	139,351	208,170	54,225	397,085	502,031	79,870	10,064	31,965	245,379	2,073,009	63,327	168,871	163,759	4,137,105	47,514,344	4.75E+07
	2030	142,277	212,541	55,364	416,740	526,881	83,824	10,597	33,656	258,360	2,182,671	66,677	177,804	172,422	4,339,813	51,854,158	5.19E+07
	2031	145,265	217,005	56,526	437,369	552,962	87,973	11,157	35,436	272,027	2,298,135	70,204	187,210	181,543	4,552,811	56,406,969	5.64E+07
	2032	148,315	221,562	57,713	459,019	580,333	92,328	11,748	37,310	286,417	2,419,706	73,917	197,113	191,147	4,776,629	61,183,598	6.12E+07
	2033	151,430	226,215	58,925	481,740	609,060	96,898	12,369	39,284	301,568	2,547,709	77,828	207,541	201,258	5,011,825	66,195,423	6.62E+07

* = Vehículos Pesados

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Proyecciones de ESAL's en sentido al sur

➤ Tabla 57: Cálculo de repeticiones de Ejes Equivalentes, Estación Puente Santa Sur

Carretera Panamericana Norte Red Vial N°04
 Tramo Puente Santa - Santa
 Estación E-7 Puente Santa

CÁLCULO DEL N° DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES (8.2 Tn)

AL SUR		Omnibus			Camiones			Semi Trayler				Trayler			Total	Acumulado	Total
		2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2/2T3	3T2	3T3			
Índice Medio Diario Anual*	2014	67	241	79	233	145	44	6	7	69	544	6	26	16	1483		
FCE x Fcpl		3.836	3.049	2.895	3.237	3.322	2.711	3.452	8.115	6.915	5.658	1.855	6.744	4.477			
Tasa crecimiento = R		2.10	2.10	2.10	4.95	4.95	4.95	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29			
R/100 = r		0.021	0.021	0.021	0.050	0.050	0.050	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053			
Factor de Crecimiento		1.021	1.021	1.021	1.050	1.050	1.050	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053			
Días del año		365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365			
IMDa x Fc x Fp x 365 / 2	2014	46,905	134103	41739	137,645	87,918	21,769	3,780	10,367	87,077	561,726	2,031	32,000	13,073	1,180,133	1,180,133	1.18E+06
	2015	47,890	136919	42615	144,459	92,270	22,847	3,980	10,915	91,684	591,442	2,139	33,693	13,764	1,234,616	2,414,749	2.41E+06
	2016	48,895	139794	43510	151,609	96,838	23,978	4,190	11,493	96,534	622,729	2,252	35,475	14,493	1,291,790	3,706,539	3.71E+06
	2017	49,922	142730	44424	159,114	101,631	25,165	4,412	12,101	101,640	655,671	2,371	37,352	15,259	1,351,792	5,058,331	5.06E+06
	2018	50,971	145727	45357	166,990	106,662	26,410	4,646	12,741	107,017	690,356	2,496	39,328	16,066	1,414,767	6,473,098	6.47E+06
	2019	52,041	148787	46309	175,256	111,941	27,718	4,891	13,415	112,678	726,876	2,628	41,408	16,916	1,480,866	7,953,965	7.95E+06
	2020	53,134	151912	47282	183,932	117,483	29,090	5,150	14,124	118,639	765,328	2,767	43,599	17,811	1,550,250	9,504,215	9.50E+06
	2021	54,250	155102	48275	193,036	123,298	30,530	5,422	14,872	124,915	805,814	2,914	45,905	18,753	1,623,085	11,127,300	1.11E+07
	2022	55,389	158359	49288	202,591	129,401	32,041	5,709	15,658	131,523	848,441	3,068	48,334	19,745	1,699,549	12,826,849	1.28E+07
	2023	56,552	161685	50323	212,620	135,807	33,627	6,011	16,487	138,480	893,324	3,230	50,891	20,790	1,779,826	14,606,675	1.46E+07
	2024	57,740	165080	51380	223,144	142,529	35,291	6,329	17,359	145,806	940,580	3,401	53,583	21,890	1,864,113	16,470,788	1.65E+07
	2025	58,952	168,547	52,459	234,190	149,584	37,038	6,664	18,277	153,519	990,337	3,581	56,417	23,048	1,952,614	18,423,403	1.84E+07
	2026	60,190	172,086	53,561	245,782	156,989	38,872	7,017	19,244	161,640	1,042,726	3,771	59,402	24,267	2,045,546	20,468,949	2.05E+07
	2027	61,454	175,700	54,686	257,949	164,760	40,796	7,388	20,262	170,191	1,097,886	3,970	62,544	25,551	2,143,136	22,612,085	2.26E+07
	2028	62,745	179,390	55,834	270,717	172,915	42,815	7,779	21,334	179,194	1,155,964	4,180	65,853	26,902	2,245,622	24,857,707	2.49E+07
	2029	64,062	183,157	57,007	284,118	181,474	44,935	8,190	22,462	188,674	1,217,115	4,401	69,336	28,325	2,353,256	27,210,963	2.72E+07
	2030	65,408	187,003	58,204	298,181	190,457	47,159	8,623	23,651	198,654	1,281,500	4,634	73,004	29,824	2,466,303	29,677,267	2.97E+07
	2031	66,781	190,930	59,426	312,941	199,885	49,493	9,080	24,902	209,163	1,349,292	4,879	76,866	31,402	2,585,040	32,262,307	3.23E+07
	2032	68,184	194,940	60,674	328,432	209,779	51,943	9,560	26,219	220,228	1,420,669	5,137	80,932	33,063	2,709,760	34,972,067	3.50E+07
	2033	69,615	199,034	61,948	344,689	220,163	54,514	10,066	27,606	231,878	1,495,823	5,409	85,214	34,812	2,840,771	37,812,838	3.78E+07

* = Vehículos Pesados

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Tabla 58: Cálculo de repeticiones de Ejes Equivalentes, Estación Chao Sur

Carretera Panamericana Norte Red Vial N°04
 Tramo Chao - Guadalupito
 Estación E-8 Chao

CÁLCULO DEL N° DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES (8.2 Tn)

AL SUR		Omnibus			Camiones			Semi Trayler				Trayler			Total	Acumulado	Total
		2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2/2T3	3T2	3T3			
Índice Medio Diario Anual*	2014	149	295	81	265	223	38	10	8	84	574	2	27	22	1778		
FCE x Fcpl		3.836	3.049	2.895	3.237	3.322	2.711	3.452	8.115	6.915	5.658	1.855	6.744	4.477			
Tasa crecimiento = R		2.10	2.10	2.10	4.95	4.95	4.95	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29			
R/100 = r		0.021	0.021	0.021	0.050	0.050	0.050	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053			
Factor de Crecimiento		1.021	1.021	1.021	1.050	1.050	1.050	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053			
Días del año		365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365			
IMDa x Fc x Fp x 365 / 2	2014	104,310	164151	42795	156,549	135,212	18,801	6,300	11,848	106,007	592,704	677	33,231	17,975	1,390,560	1,390,560	1.39E+06
	2015	106,501	167598	43694	164,299	141,905	19,731	6,633	12,475	111,615	624,058	713	34,989	18,926	1,453,136	2,843,697	2.84E+06
	2016	108,737	171117	44612	172,431	148,929	20,708	6,984	13,135	117,519	657,070	751	36,840	19,927	1,518,761	4,362,458	4.36E+06
	2017	111,021	174711	45548	180,967	156,301	21,733	7,354	13,829	123,736	691,830	790	38,789	20,981	1,587,590	5,950,048	5.95E+06
	2018	113,352	178380	46505	189,925	164,038	22,809	7,743	14,561	130,282	728,427	832	40,841	22,091	1,659,785	7,609,833	7.61E+06
	2019	115,733	182126	47482	199,326	172,158	23,938	8,152	15,331	137,173	766,961	876	43,001	23,260	1,735,517	9,345,351	9.35E+06
	2020	118,163	185950	48479	209,192	180,680	25,123	8,583	16,142	144,430	807,533	922	45,276	24,490	1,814,965	11,160,316	1.12E+07
	2021	120,645	189855	49497	219,548	189,624	26,367	9,037	16,996	152,070	850,252	971	47,671	25,786	1,898,318	13,058,634	1.31E+07
	2022	123,178	193842	50536	230,415	199,010	27,672	9,515	17,895	160,115	895,230	1,023	50,193	27,150	1,985,775	15,044,409	1.50E+07
	2023	125,765	197913	51597	241,821	208,861	29,041	10,019	18,842	168,585	942,588	1,077	52,848	28,586	2,077,543	17,121,952	1.71E+07
	2024	128,406	202069	52681	253,791	219,200	30,479	10,549	19,839	177,503	992,451	1,134	55,644	30,098	2,173,843	19,295,794	1.93E+07
	2025	131,102	206,312	53,787	266,353	230,050	31,988	11,107	20,888	186,893	1,044,951	1,194	58,587	31,691	2,274,904	21,570,699	2.16E+07
	2026	133,856	210,645	54,917	279,538	241,438	33,571	11,694	21,993	196,779	1,100,229	1,257	61,686	33,367	2,380,971	23,951,669	2.40E+07
	2027	136,667	215,069	56,070	293,375	253,389	35,233	12,313	23,157	207,189	1,158,431	1,323	64,950	35,132	2,492,297	26,443,967	2.64E+07
	2028	139,537	219,585	57,248	307,897	265,932	36,977	12,964	24,382	218,149	1,219,712	1,393	68,385	36,991	2,609,152	29,053,119	2.91E+07
	2029	142,467	224,196	58,450	323,138	279,095	38,807	13,650	25,671	229,690	1,284,235	1,467	72,003	38,947	2,731,817	31,784,936	3.18E+07
	2030	145,459	228,904	59,677	339,133	292,910	40,728	14,372	27,029	241,840	1,352,171	1,545	75,812	41,008	2,860,590	34,645,526	3.46E+07
	2031	148,513	233,711	60,930	355,920	307,409	42,744	15,133	28,459	254,633	1,423,701	1,626	79,823	43,177	2,995,782	37,641,308	3.76E+07
	2032	151,632	238,619	62,210	373,539	322,626	44,860	15,933	29,965	268,104	1,499,015	1,712	84,045	45,461	3,137,721	40,779,029	4.08E+07
	2033	154,816	243,630	63,516	392,029	338,596	47,081	16,776	31,550	282,286	1,578,313	1,803	88,491	47,866	3,286,754	44,065,783	4.41E+07

* = Vehículos Pesados

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Tabla 59: Cálculo de repeticiones de Ejes Equivalentes, Estación San José Sur

Carretera Panamericana Norte Red Vial N°04
 Tramo San Jose - Chao
 Estación E-9 San Jose

CÁLCULO DEL Nº DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES (8.2 Tn)

AL SUR		Omnibus			Camiones			Semi Traylor				Traylor			Total	Acumulado	Total
		2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2/2T3	3T2	3T3			
Índice Medio Diario Anual*	2014	67	265	75	294	178	41	12	10	78	541	10	19	24	1614		
FCE x Fcpl		3.836	3.049	2.895	3.237	3.322	2.711	3.452	8.115	6.915	5.658	1.855	6.744	4.477			
Tasa crecimiento = R		2.10	2.10	2.10	4.95	4.95	4.95	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29			
R/100 = r		0.021	0.021	0.021	0.050	0.050	0.050	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053			
Factor de Crecimiento		1.021	1.021	1.021	1.050	1.050	1.050	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053			
Días del año		365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365			
IMDa x Fc x Fp x 365 / 2	2014	46,905	147,457	39,625	173,681	107,927	20,285	7,560	14,810	98,435	558,628	3,385	23,385	19,609	1,261,693	1,261,693	1.26E+06
	2015	47,890	150,554	40,457	182,278	113,270	21,289	7,960	15,593	103,642	588,180	3,564	24,622	20,647	1,319,946	2,581,640	2.58E+06
	2016	48,895	153,715	41,307	191,301	118,876	22,343	8,381	16,418	109,125	619,295	3,753	25,924	21,739	1,381,073	3,962,713	3.96E+06
	2017	49,922	156,944	42,174	200,771	124,761	23,449	8,824	17,287	114,898	652,055	3,952	27,296	22,889	1,445,221	5,407,934	5.41E+06
	2018	50,971	160,239	43,060	210,709	130,936	24,610	9,291	18,201	120,976	686,549	4,161	28,740	24,100	1,512,542	6,920,476	6.92E+06
	2019	52,041	163,604	43,964	221,139	137,418	25,828	9,783	19,164	127,375	722,868	4,381	30,260	25,374	1,583,199	8,503,675	8.50E+06
	2020	53,134	167,040	44,888	232,085	144,220	27,106	10,300	20,178	134,113	761,107	4,612	31,861	26,717	1,657,362	10,161,036	1.02E+07
	2021	54,250	170,548	45,830	243,573	151,359	28,448	10,845	21,245	141,208	801,370	4,856	33,546	28,130	1,735,209	11,896,245	1.19E+07
	2022	55,389	174,129	46,793	255,630	158,851	29,856	11,419	22,369	148,678	843,762	5,113	35,321	29,618	1,816,929	13,713,174	1.37E+07
	2023	56,552	177,786	47,775	268,284	166,714	31,334	12,023	23,552	156,543	888,397	5,384	37,189	31,185	1,902,720	15,615,894	1.56E+07
	2024	57,740	181,520	48,779	281,564	174,967	32,885	12,659	24,798	164,824	935,393	5,669	39,157	32,835	1,992,788	17,608,682	1.76E+07
	2025	58,952	185,332	49,803	295,502	183,628	34,513	13,328	26,110	173,543	984,876	5,968	41,228	34,572	2,087,355	19,696,037	1.97E+07
	2026	60,190	189,224	50,849	310,129	192,717	36,221	14,033	27,491	182,724	1,036,976	6,284	43,409	36,400	2,186,648	21,882,685	2.19E+07
	2027	61,454	193,197	51,917	325,480	202,257	38,014	14,776	28,946	192,390	1,091,832	6,617	45,705	38,326	2,290,910	24,173,595	2.42E+07
	2028	62,745	197,254	53,007	341,592	212,268	39,896	15,557	30,477	202,567	1,149,590	6,967	48,123	40,353	2,400,396	26,573,991	2.66E+07
	2029	64,062	201,397	54,120	358,500	222,776	41,871	16,380	32,089	213,283	1,210,403	7,335	50,669	42,488	2,515,374	29,089,365	2.91E+07
	2030	65,408	205,626	55,257	376,246	233,803	43,944	17,247	33,787	224,566	1,274,433	7,723	53,349	44,736	2,636,124	31,725,489	3.17E+07
	2031	66,781	209,944	56,417	394,870	245,376	46,119	18,159	35,574	236,445	1,341,851	8,132	56,171	47,102	2,762,942	34,488,431	3.45E+07
	2032	68,184	214,353	57,602	414,416	257,522	48,402	19,120	37,456	248,953	1,412,835	8,562	59,143	49,594	2,896,141	37,384,572	3.74E+07
	2033	69,615	218,854	58,811	434,930	270,270	50,798	20,131	39,437	262,123	1,487,574	9,015	62,272	52,218	3,036,047	40,420,619	4.04E+07

* = Vehículos Pesados

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Tabla 60: Cálculo de repeticiones de Ejes Equivalentes, Estación El Carmelo Sur

Carretera Panamericana Norte Red Vial N°04
 Tramo Virú -Dv. Salaverry
 Estación E-10 El Carmelo (Virú)

CÁLCULO DEL N° DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES (8.2 Tn)

AL SUR		Omnibus			Camiones			Semi Traylor				Traylor			Total	Acumulado	Total
		2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2/2T3	3T2	3T3			
Índice Medio Diario Anual*	2014	141	246	82	268	192	60	48	44	73	490	56	42	189	1931		
FCE x Fcpil		3.836	3.049	2.895	3.237	3.322	2.711	3.452	8.115	6.915	5.658	1.855	6.744	4.477			
Tasa crecimiento = R		2.10	2.10	2.10	4.95	4.95	4.95	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29			
R/100 = r		0.021	0.021	0.021	0.050	0.050	0.050	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053			
Factor de Crecimiento		1.021	1.021	1.021	1.050	1.050	1.050	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053			
Días del año		365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365			
IMDa x Fc x Fp x 365 / 2	2014	98,710	136885	43324	158,322	116,416	29,685	30,240	65,163	92,125	505,967	18,958	51,693	154,423	1,501,910	1,501,910	1.50E+06
	2015	100,783	139759	44233	166,159	122,178	31,155	31,839	68,611	96,999	532,732	19,961	54,427	162,592	1,571,428	3,073,338	3.07E+06
	2016	102,899	142694	45162	174,383	128,226	32,697	33,523	72,240	102,130	560,914	21,017	57,307	171,193	1,644,386	4,717,724	4.72E+06
	2017	105,060	145691	46111	183,015	134,573	34,316	35,297	76,062	107,532	590,586	22,129	60,338	180,249	1,720,959	6,438,684	6.44E+06
	2018	107,266	148750	47079	192,075	141,235	36,014	37,164	80,085	113,221	621,828	23,299	63,530	189,784	1,801,332	8,240,015	8.24E+06
	2019	109,519	151874	48068	201,582	148,226	37,797	39,130	84,322	119,210	654,723	24,532	66,891	199,824	1,885,698	10,125,713	1.01E+07
	2020	111,819	155064	49077	211,561	155,563	39,668	41,200	88,782	125,516	689,358	25,830	70,429	210,395	1,974,261	12,099,974	1.21E+07
	2021	114,167	158320	50108	222,033	163,264	41,631	43,380	93,479	132,156	725,825	27,196	74,155	221,524	2,067,237	14,167,211	1.42E+07
	2022	116,565	161645	51160	233,024	171,345	43,692	45,674	98,424	139,147	764,221	28,635	78,078	233,243	2,164,852	16,332,063	1.63E+07
	2023	119,012	165039	52234	244,558	179,827	45,855	48,090	103,631	146,508	804,648	30,149	82,208	245,582	2,267,342	18,599,406	1.86E+07
	2024	121,512	168505	53331	256,664	188,728	48,125	50,634	109,113	154,259	847,214	31,744	86,557	258,573	2,374,958	20,974,364	2.10E+07
	2025	124,063	172,044	54,451	269,369	198,070	50,507	53,313	114,885	162,419	892,032	33,424	91,136	272,251	2,487,963	23,462,327	2.35E+07
	2026	126,669	175,657	55,595	282,703	207,875	53,007	56,133	120,962	171,011	939,220	35,192	95,957	286,654	2,606,632	26,068,960	2.61E+07
	2027	129,329	179,345	56,762	296,696	218,164	55,631	59,103	127,361	180,057	988,905	37,053	101,033	301,817	2,731,257	28,800,217	2.88E+07
	2028	132,045	183,112	57,954	311,383	228,964	58,385	62,229	134,098	189,582	1,041,218	39,013	106,377	317,784	2,862,144	31,662,361	3.17E+07
	2029	134,818	186,957	59,171	326,796	240,297	61,275	65,521	141,192	199,611	1,096,298	41,077	112,005	334,594	2,999,613	34,661,974	3.47E+07
	2030	137,649	190,883	60,414	342,973	252,192	64,308	68,987	148,661	210,171	1,154,293	43,250	117,930	352,294	3,144,004	37,805,979	3.78E+07
	2031	140,539	194,892	61,683	359,950	264,675	67,491	72,637	156,526	221,289	1,215,355	45,538	124,168	370,931	3,295,673	41,101,651	4.11E+07
	2032	143,491	198,984	62,978	377,767	277,777	70,832	76,479	164,806	232,995	1,279,647	47,947	130,737	390,553	3,454,992	44,556,644	4.46E+07
	2033	146,504	203,163	64,301	396,467	291,527	74,338	80,525	173,524	245,320	1,347,340	50,484	137,653	411,213	3,622,358	48,179,002	4.82E+07

* = Vehículos Pesados

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Tabla 61: Cálculo de repeticiones de Ejes Equivalentes, Estación Salaverry Sur

Carretera Panamericana Norte Red Vial N°04
 Tramo Dv. Salaverry - Virú
 Estación E-11 Dv. Salaverry

CÁLCULO DEL N° DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES (8.2 Tn)

AL SUR		Omnibus			Camiones			Semi Trayler				Trayler			Total	Acumulado	Total
		2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2/2T3	3T2	3T3			
Índice Medio Diario Anual*	2014	6	0	0	229	119	20	17	12	44	202	10	2	5	666		
FCE x Fcpl		3.836	3.049	2.895	3.237	3.322	2.711	3.452	8.115	6.915	5.658	1.855	6.744	4.477			
Tasa crecimiento = R		2.10	2.10	2.10	4.95	4.95	4.95	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29			
R/100 = r		0.021	0.021	0.021	0.050	0.050	0.050	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053			
Factor de Crecimiento		1.021	1.021	1.021	1.050	1.050	1.050	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053			
Días del año		365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365			
IMDa x Fc x Fp x 365 / 2	2014	4,200	0	0	135,282	72,154	9,895	10,710	17,772	55,527	208,582	3,385	2,462	4,085	524,055	524,055	5.24E+05
	2015	4,289	0	0	141,979	75,725	10,385	11,276	18,712	58,465	219,616	3,564	2,592	4,301	550,905	1,074,960	1.07E+06
	2016	4,379	0	0	149,007	79,474	10,899	11,873	19,702	61,558	231,234	3,753	2,729	4,529	579,135	1,654,095	1.65E+06
	2017	4,471	0	0	156,383	83,408	11,439	12,501	20,744	64,814	243,466	3,952	2,873	4,768	608,818	2,262,912	2.26E+06
	2018	4,565	0	0	164,124	87,536	12,005	13,162	21,841	68,243	256,345	4,161	3,025	5,021	640,027	2,902,940	2.90E+06
	2019	4,660	0	0	172,248	91,869	12,599	13,859	22,997	71,853	269,906	4,381	3,185	5,286	672,843	3,575,783	3.58E+06
	2020	4,758	0	0	180,774	96,417	13,223	14,592	24,213	75,654	284,184	4,612	3,354	5,566	707,347	4,283,129	4.28E+06
	2021	4,858	0	0	189,722	101,189	13,877	15,364	25,494	79,656	299,218	4,856	3,531	5,860	743,626	5,026,755	5.03E+06
	2022	4,960	0	0	199,113	106,198	14,564	16,176	26,843	83,870	315,046	5,113	3,718	6,170	781,773	5,808,528	5.81E+06
	2023	5,064	0	0	208,970	111,455	15,285	17,032	28,263	88,306	331,712	5,384	3,915	6,497	821,883	6,630,411	6.63E+06
	2024	5,171	0	0	219,314	116,972	16,042	17,933	29,758	92,978	349,260	5,669	4,122	6,841	864,057	7,494,468	7.49E+06
	2025	5,279	0	0	230,170	122,762	16,836	18,882	31,332	97,896	367,736	5,968	4,340	7,202	908,403	8,402,871	8.40E+06
	2026	5,390	0	0	241,563	128,839	17,669	19,881	32,990	103,075	387,189	6,284	4,569	7,583	955,032	9,357,903	9.36E+06
	2027	5,503	0	0	253,520	135,216	18,544	20,932	34,735	108,528	407,671	6,617	4,811	7,985	1,004,062	10,361,965	1.04E+07
	2028	5,619	0	0	266,070	141,910	19,462	22,040	36,572	114,269	429,237	6,967	5,066	8,407	1,055,616	11,417,581	1.14E+07
	2029	5,737	0	0	279,240	148,934	20,425	23,205	38,507	120,314	451,943	7,335	5,334	8,852	1,109,826	12,527,407	1.25E+07
	2030	5,857	0	0	293,062	156,306	21,436	24,433	40,544	126,678	475,851	7,723	5,616	9,320	1,166,827	13,694,235	1.37E+07
	2031	5,980	0	0	307,569	164,044	22,497	25,725	42,689	133,379	501,024	8,132	5,913	9,813	1,226,765	14,921,000	1.49E+07
	2032	6,106	0	0	322,794	172,164	23,611	27,086	44,947	140,435	527,528	8,562	6,226	10,332	1,289,790	16,210,790	1.62E+07
	2033	6,234	0	0	338,772	180,686	24,779	28,519	47,325	147,864	555,434	9,015	6,555	10,879	1,356,062	17,566,852	1.76E+07

* = Vehículos Pesados

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Tabla 62: Ejes Equivalentes, Estación desvío Salaverry – Trujillo Sur

Carretera Panamericana Norte Red Vial N°04
 Tramo Dev. Salaverry - Salaverry
 Estación E-12 Dv. Salaverry

CÁLCULO DEL N° DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES (8.2 Tn)

AL SUR		Omnibus			Camiones			Semi Traylor				Traylor			Total	Acumulado	Total
		2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2/2T3	3T2	3T3			
Índice Medio Diario Anual*	2014	138	291	83	737	353	54	19	15	102	712	20	48	65	2637		
FCE x Fcpl		3.836	3.049	2.895	3.237	3.322	2.711	3.452	8.115	6.915	5.658	1.855	6.744	4.477			
Tasa crecimiento = R		2.10	2.10	2.10	4.95	4.95	4.95	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29			
R/100 = r		0.021	0.021	0.021	0.050	0.050	0.050	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053			
Factor de Crecimiento		1.021	1.021	1.021	1.050	1.050	1.050	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053			
Días del año		365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365			
IMDa x Fc x Fp x 365 / 2	2014	96,610	161,925	43,852	435,385	214,035	26,717	11,970	22,215	128,723	735,201	6,771	59,077	53,108	1,995,588	1,995,588	2.00E+06
	2015	98,638	165,325	44,773	456,936	224,630	28,039	12,603	23,390	135,532	774,093	7,129	62,203	55,918	2,089,209	4,084,797	4.08E+06
	2016	100,710	168,797	45,713	479,554	235,749	29,427	13,270	24,627	142,702	815,042	7,506	65,493	58,876	2,187,467	6,272,264	6.27E+06
	2017	102,825	172,342	46,673	503,292	247,419	30,884	13,972	25,930	150,251	858,158	7,903	68,958	61,990	2,290,597	8,562,861	8.56E+06
	2018	104,984	175,961	47,653	528,205	259,666	32,413	14,711	27,302	158,199	903,554	8,321	72,606	65,270	2,398,845	10,961,706	1.10E+07
	2019	107,189	179,656	48,654	554,352	272,520	34,017	15,489	28,746	166,568	951,352	8,761	76,446	68,722	2,512,473	13,474,179	1.35E+07
	2020	109,440	183,429	49,676	581,792	286,009	35,701	16,308	30,267	175,379	1,001,679	9,225	80,490	72,358	2,631,753	16,105,932	1.61E+07
	2021	111,738	187,281	50,719	610,591	300,167	37,468	17,171	31,868	184,657	1,054,668	9,713	84,748	76,186	2,756,974	18,862,906	1.89E+07
	2022	114,084	191,214	51,784	640,815	315,025	39,323	18,079	33,554	194,425	1,110,460	10,227	89,232	80,216	2,888,437	21,751,343	2.18E+07
	2023	116,480	195,229	52,871	672,535	330,619	41,269	19,036	35,329	204,710	1,169,203	10,768	93,952	84,459	3,026,461	24,777,804	2.48E+07
	2024	118,926	199,329	53,982	705,826	346,984	43,312	20,043	37,198	215,539	1,231,054	11,337	98,922	88,927	3,171,380	27,949,183	2.79E+07
	2025	121,424	203,515	55,115	740,764	364,160	45,456	21,103	39,165	226,941	1,296,177	11,937	104,155	93,631	3,323,544	31,272,728	3.13E+07
	2026	123,974	207,789	56,273	777,432	382,186	47,706	22,219	41,237	238,947	1,364,744	12,568	109,665	98,585	3,483,325	34,756,052	3.48E+07
	2027	126,577	212,152	57,455	815,915	401,104	50,068	23,395	43,419	251,587	1,436,939	13,233	115,466	103,800	3,651,109	38,407,162	3.84E+07
	2028	129,235	216,608	58,661	856,303	420,959	52,546	24,632	45,715	264,896	1,512,953	13,933	121,574	109,291	3,827,307	42,234,469	4.22E+07
	2029	131,949	221,156	59,893	898,690	441,796	55,147	25,935	48,134	278,909	1,592,989	14,670	128,005	115,072	4,012,346	46,246,815	4.62E+07
	2030	134,720	225,801	61,151	943,175	463,665	57,877	27,307	50,680	293,663	1,677,258	15,447	134,777	121,159	4,206,680	50,453,495	5.05E+07
	2031	137,549	230,542	62,435	989,862	486,617	60,742	28,752	53,361	309,198	1,765,985	16,264	141,907	127,569	4,410,782	54,864,276	5.49E+07
	2032	140,438	235,384	63,746	1,038,860	510,704	63,749	30,273	56,184	325,554	1,859,405	17,124	149,414	134,317	4,625,152	59,489,428	5.95E+07
	2033	143,387	240,327	65,085	1,090,284	535,984	66,904	31,874	59,156	342,776	1,957,768	18,030	157,318	141,423	4,850,315	64,339,742	6.43E+07

* = Vehículos Pesados

Fuente: Red vial 4 (2015-2016)

Deterioros o fallas estructurales

➤ Deterioro / falla 1: Piel de cocodrilo

Es la típica falla por fatiga del material, como su nombre lo indica está formada por fisuras interconectadas y se considera una falla mayor. Este tipo de deterioro comienza en la parte inferior de la capa de concreto asfáltico o de la base estabilizada (si existe), donde las tensiones y deformaciones causadas por las cargas de tránsito alcanzan sus mayores valores. Las fisuras se propagan a la superficie en forma de fisuras longitudinales más o menos paralelas. Luego la rotura evoluciona, se unen las fisuras y forman trozos de tamaño más o menos uniforme con bordes agudos y quebrados en un aspecto que hace recordar a la piel de cocodrilo. Las piezas tienen menos de 30 cm en el lado más largo. Tienen lugar en las zonas más sometidas a repetición de cargas.

La piel de cocodrilo no ocurre en refuerzos de concreto asfáltico sobre pavimentos de hormigón, a menos que las losas se hayan desintegrado o que se haya perdido la adherencia entre ambos pavimentos, dado que en la parte inferior del refuerzo de concreto asfáltico no se producen esfuerzos de tracción.

➤ Causas

El deterioro/falla es consecuencia del fenómeno de fatiga de las capas asfálticas sometidas a una repetición de cargas superior a la permisible. Es indicativo de insuficiencia estructural del pavimento. Esta falla comienza en la parte inferior de las capas asfálticas. La fisuración se propaga a la

superficie.

➤ **Niveles de Gravedad**

El criterio principal es el orden de magnitud de la malla.

- Malla grande (> 0.5 m) sin material suelto
- Malla mediana (entre 0.3 y 0.5 m) sin o con material suelto
- Malla pequeña (< 0.3 m) sin o con material suelto

El nivel 1 corresponde a la aparición de la red en la superficie. Las fisuras no tienen generalmente un ancho significativo. Se abren en los niveles 2 y 3.

➤ **Posibles Medidas correctivas**

Según la gravedad de la piel de cocodrilo y su extensión, así como de otros elementos de diagnóstico (deformaciones, deflexión y rugosidad), se consideran:

- Ninguna medida
- Reparaciones por sello o carpeta asfáltica con mezcla en caliente sello o carpeta asfáltica
- Rehabilitación o reconstrucción.

Imagen 5: Piel de cocodrilo

Gravedad 1: Malla grande (> 0.5 m) sin material suelto



Fuente: Manual de inventarios viales. Perú (2013)

Imagen 6: Gravedad 2: Malla mediana (entre 0.30 y 0.5) sin o con material suelto



Fuente: Manual de inventarios viales. Perú (2013)

Imagen 7: Piel de cocodrilo

Gravedad 3: Malla pequeña (< 0.3 m) sin o con material suelto



Fuente: Manual de inventarios viales. Perú (2013)

Deterioro / falla 2: Fisuras longitudinales

➤ **Descripción**

En este rubro se incluyen las fisuras longitudinales de fatiga. Discontinuas y únicas al inicio, evolucionan rápidamente hacia una fisuración continua y muchas veces ramificada antes de multiplicarse debido al tráfico, hasta convertirse en muy cerradas.

➤ **Causas**

El deterioro / falla es consecuencia del fenómeno de fatiga de las capas asfálticas sometidas a una repetición de cargas superior a la permisible. Es indicativo de insuficiencia estructural del pavimento. Esta falla comienza en la parte inferior de las capas asfálticas. La

fisuración se propaga a la superficie.

➤ Niveles de Gravedad

El criterio principal es el orden de magnitud de la malla.

- Fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho ≤ 1 mm)
- Fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm)
- Fisuras gruesas, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 3 mm). También se denominan grietas.
- Fisuras longitudinales y transversales: El nivel 1 corresponde al concepto del AASHTO de «hairline crack » (« fisura como un cabello »), se puede considerar que el ancho es generalmente inferior a un mm. En cuanto a las fisuras abiertas de gravedad 2, se considera que su ancho es generalmente superior a un mm con bordes verticales (sin desintegración de bordes) y menor o igual a 3 mm. Se vuelven gravedad 3 cuando los bordes se desintegran y tienen un ancho superior a 3 mm.

➤ Posibles Medidas correctivas

Según la gravedad de las fisuras y su extensión, así como de otros elementos de diagnóstico (deformaciones, deflexión y rugosidad), se consideran:

- Ninguna medida

- Reparaciones por sello o carpeta asfáltica con mezcla en caliente Sello o carpeta asfáltica
- Rehabilitación o reconstrucción.

Imagen 8: Fisuras longitudinales

Gravedad 1: Fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho \leq 1 mm)



Fuente: Manual de inventarios viales. Perú (2013)

Imagen 9: Fisuras longitudinales

Gravedad 2: Fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm)



Fuente: Manual de inventarios viales. Perú (2013)

Imagen 10: Gravedad 3 – Fisuras gruesas, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 3 mm). También se denominan grietas



Fuente: Manual de inventarios viales. Perú (2013)

Deterioro / falla 3: Deformación por deficiencia estructural

➤ Descripción

Las deformaciones propias de los pavimentos flexibles se caracterizan, en la casi totalidad de los casos, por:

- Las deformaciones por deficiencia estructural, depresiones continuas (deterioro 3^a) o localizadas (deterioro 3b)
- El ahuellamiento (deterioro 4) relacionado con el comportamiento inestable de la capa de rodadura.
- En todos los casos, su gravedad es anotada por la profundidad medida sobre una regla rígida de 1.50 m de longitud colocada transversalmente en la calzada. El presente rubro se refiere a las deformaciones por deficiencia estructural.
- La depresión continua aparece en el trazado de las ruedas, en un ancho superior a 0.8 m, sobre los laterales del pavimento de 0.5 a 0.8 m del borde, debido al asentamiento de los materiales de una o varias capas del pavimento y de la subrasante bajo un tráfico pesado y canalizado.
- La depresión localizada es un hundimiento de la superficie del pavimento en una área localizada del mismo. Concierno generalmente a la totalidad del borde del pavimento. Es una consecuencia de defectos de soporte o de estabilidad debido a una mala calidad de los materiales o a un contenido de agua excesivo.

➤ **Causas**

Los deterioros o fallas 3^a y 3b son consecuencias del fenómeno de fatiga de una o varias capas del pavimento y de la subrasante sometidas a una repetición de cargas superior a la permisible. Es indicativo de insuficiencia estructural del pavimento.

➤ **Niveles de Gravedad**

- Profundidad sensible al usuario < 2 cm
- Profundidad entre 2 cm y 4 cm
- Profundidad \geq 4 cm

➤ **Posibles Medidas correctivas**

Según la gravedad de las deformaciones (ahuellamiento y hundimiento) y su extensión, así como otros elementos de diagnóstico (fisuraciones, deflexión y rugosidad), se consideran

- Ninguna medida
- Reparaciones por carpeta asfáltica con mezcla en caliente carpeta asfáltica
- Carpeta asfáltica
- Rehabilitación o reconstrucción parcial o total (incluyendo el drenaje si fuera necesario).

Imagen 11: Deformaciones (3ª depresión continua longitudinal)

Gravedad 1: Profundidad sensible al usuario < 2 cm



Fuente: Manual de inventarios viales. Perú (2013)

Imagen 12: Gravedad 2 – Profundidad entre 2 cm y 4 cm



Fuente: Manual de inventarios viales. Perú (2013)

Imagen 13: Gravedad 3 – Profundidad > 4 cm



Fuente: Manual de inventarios viales. Perú (2013)

Imagen 14: Deformaciones (3b hundimiento)

Gravedad 2: Profundidad entre 2 cm y 4 cm



Fuente: Manual de inventarios viales. Perú (2013)

Imagen 15: Gravedad 3 – Profundidad > 4 cm



Fuente: Manual de inventarios viales. Perú (2013)

Deterioro / falla 4: Ahuellamiento

➤ Descripción

Las deformaciones propias de los pavimentos flexibles se caracterizan, en la casi totalidad de los casos, por:

- Las deformaciones por deficiencia estructural, depresiones continuas (deterioro 3^a) o localizadas (deterioro 3b)
- El ahuellamiento (deterioro 4) relacionado con el comportamiento inestable de la capa de rodadura

En todos los casos, su gravedad es anotada por la profundidad medida sobre una regla rígida de 1.50 m de longitud colocada transversalmente en la calzada. El presente rubro se refiere a las deformaciones por comportamiento visco-elástico de la capa de rodadura (deterioro 4). La huella aparece en el trazado de las ruedas, en un ancho inferior a 0.8 m, sobre los laterales del

pavimento de 0.5 a 0.8 m del borde, debido a un comportamiento visco-elástico de las de la capa de rodadura bajo un tráfico pesado y canalizado.

➤ **Causas**

Esta puede provenir de las siguientes causas probables:

- Defecto de dosificación del asfalto
- Inadecuación entre el tipo de asfalto y la temperatura de la capa de rodadura
- Inadecuación entre la gradación de los agregados y la temperatura de la capa de rodadura
- Inadecuación n entre la gradación de los agregados y la clase de transito

➤ **Niveles de Gravedad**

- Profundidad ≤ 6 mm
- Profundidad >6 mm y ≤ 12 mm
- Profundidad > 12 mm

➤ **Posibles Medidas correctivas**

Según la gravedad de las deformaciones y su extensión, así como otros elementos de diagnóstico (deflexión y rugosidad), se consideran

- Ninguna medida
- Reparaciones con mezcla en caliente
- Carpeta asfáltica
- Fresado y carpeta asfáltica
- Rehabilitación o reconstrucción parcial o total (incluyendo el drenaje si fuera necesario).
-

Imagen 16: Ahuellamiento

Gravedad 1: Profundidad sensible al usuario ≤ 6 mm



Fuente: Manual de inventarios viales. Perú (2013)

Imagen 17: Gravedad 2: Profundidad >6 mm y ≤ 12 mm



Fuente: Manual de inventarios viales. Perú (2013)

Imagen 18: Gravedad 3 – Profundidad > 12 mm

Se observa un levantamiento de materiales formando cordones a lo largo del trazado de las ruedas.



Fuente: Manual de inventarios viales. Perú (2013)

Deterioro / falla 5: Reparaciones o parchado

➤ Descripción

Las reparaciones están destinadas a mitigar los defectos del pavimento, de manera provisional o definitiva: su número, su extensión y su frecuencia son elementos del diagnóstico. Una reparación reciente enmascara un problema, reparaciones frecuentes lo subrayan. Las reparaciones deben ser calificadas en el momento del examen visual, pues algunas de ellas son tomadas en cuenta para determinar el estado estructural del pavimento. Si la reparación se aplica a deterioros / fallas superficiales y erradica el defecto, no se usara para calificar el estado estructural del pavimento. Si se aplica a la fisuración estructural, se considera como factor agravante. Dichos criterios resultan en los niveles de gravedad definidos más abajo.

➤ **Causas**

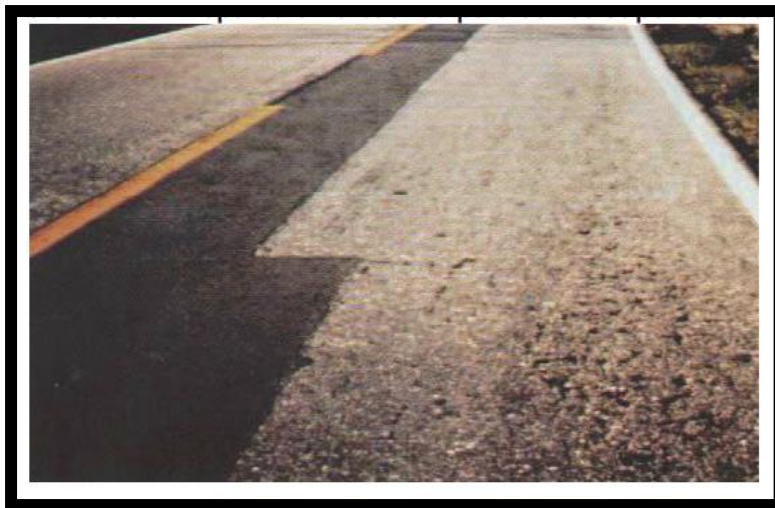
Las reparaciones son indicativas de insuficiencia estructural del pavimento o de deterioros/fallas superficiales. No requieren medidas correctivas.

➤ **Niveles de Gravedad**

- Reparación o parchado para deterioros/ fallas superficiales
- Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en buen estado
- Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en mal estado.

Imagen 19: Reparaciones o parchado

Gravedad 1: Reparación o bacheo para deterioros/fallas superficiales



Fuente: Manual de inventarios viales. Perú (2013)

Imagen 20: Reparaciones o parchado

Gravedad 2: Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en buen estado



Fuente: Manual de inventarios viales. Perú (2013)

Imagen 31: Gravedad 3- Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en mal estado



Fuente: Manual de inventarios viales. Perú (2013)

Deterioros o fallas superficiales

➤ **Deterioro / falla 6: Peladura y Desprendimientos**

➤ **Descripción**

Este deterioro incluye:

- La desintegración superficial de la carpeta asfáltica debida a la pérdida del ligante bituminoso o del agregado (peladura)
- La pérdida total o parcial de la capa de rodadura, (desprendimiento).

➤ **Causas**

Esta falla indica las siguientes causas probables:

- Defecto de adherencia del asfalto o de dosificación del mismo.
- Asfalto defectuoso o endurecido y perdiendo sus propiedades ligantes.
- Agregados defectuosos. (sucios o muy absorbentes)
- Defectos de construcción.
- Efecto de agentes agresivos. (solventes, agua, etc.).

➤ **Niveles de Gravedad**

- Puntual sin aparición de la base granular. (peladura superficial)
- Continuo sin aparición de la base granular o puntual con aparición de la base granular.
- Continuo con aparición de la base granular.

➤ **Posibles Medidas correctivas**

Según la gravedad de los desprendimientos y su extensión, se consideran las siguientes medidas correctivas, en ausencia de otros deterioros/fallas:

- Ninguna medida.

- Reparación con mezcla en caliente o tratamiento superficial.
- Carpeta asfáltica, tratamiento superficial.

Imagen 32: Peladura y desprendimiento

Gravedad 1: Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial)



Fuente: Manual de inventarios viales. Perú (2013)

Imagen 33: Gravedad 2: Puntual sin aparición de la base granular (desprendimiento del concreto asfáltico)



Fuente: Manual de inventarios viales. Perú (2013)

Imagen 34: Desprendimiento

Gravedad 3: Continúo con aparición de la base granular



Fuente: Manual de inventarios viales. Perú (2013)

Deterioro / falla 7: Baches (Huecos)

➤ **Descripción**

Los baches o huecos son consecuencia normalmente del desgaste o de la destrucción de la capa de rodadura. Cuando aparecen, su tamaño es pequeño. Por falta de mantenimiento ellos aumentan y se reproducen en cadena, muchas veces con una distancia igual al perímetro de una rueda de camión.

➤ **Causas**

Esta falla proviene de la evolución de otros deterioros y carencia de conservación vial:

- Desprendimiento
- Fisuración de fatiga.

➤ **Niveles de Gravedad**

- Diámetro < 0.2 m
- Diámetro entre 0.2 y 0.5 m
- Diámetro > 0.5 m.

➤ **Posibles Medidas correctivas**

Según la gravedad de los baches o huecos y su extensión, se consideran las siguientes medidas correctivas, en ausencia de otros deterioros o fallas

- Ninguna medida.
- Reparaciones por carpeta asfáltica con mezcla en caliente.
Rehabilitación o reconstrucción.

Imagen 35: Baches (huecos)

Gravedad 1: Diámetro < 0.2 m



Fuente: Manual de inventarios viales. Perú (2013)

Imagen 36: BACHES (HUECOS)
Gravedad 2: Diámetro entre 0.2 y 0.5 m



Fuente: Manual de inventarios viales. Perú (2013)

Imagen 37: Gravedad 3: Diámetro > 0.



Fuente: Manual de inventarios viales. Perú (2013)

Deterioro / falla 8: Fisuras transversales

➤ **Descripción**

Las fisuras transversales son fracturas del pavimento, transversales (o casi) al eje de la vía.

➤ **Causas**

Esta falla puede provenir de las causas siguientes:

➤ Retracción térmica de la mezcla asfáltica por pérdida de flexibilidad debido a un exceso de filler o envejecimiento del asfalto

➤ Reflexión de grietas de capas inferiores y apertura de juntas de construcción defectuosas.

➤ **Niveles de Gravedad**

- Son iguales a los niveles definidos para las fisuras longitudinales finas (ancho ≤ 1 mm).

- Fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm).

- Fisuras gruesas, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 3 mm).

También se denominan grietas.

- Fisuras longitudinales y transversales: El nivel 1 corresponde al concepto del AASHTO de «hairline crack (fisura como un cabello)», se puede considerar que el ancho es generalmente inferior a un mm. En cuanto a las fisuras abiertas de gravedad 2, se considera que su ancho es generalmente superior a 1 mm con bordes verticales (sin desintegración de bordes) y menor o igual a 3 mm. Se vuelven gravedad 3 cuando los bordes se desintegran y tienen un ancho superior a 3 mm.

➤ **Posibles Medidas correctivas**

Según la gravedad de las fisuras transversales y de los otros deterioros que pueden acompañarlas y su extensión, se consideran las siguientes medidas correctivas

- Ninguna medida
- Reparaciones por carpeta asfáltica con mezcla en caliente Sello
- Rehabilitación o reconstrucción.

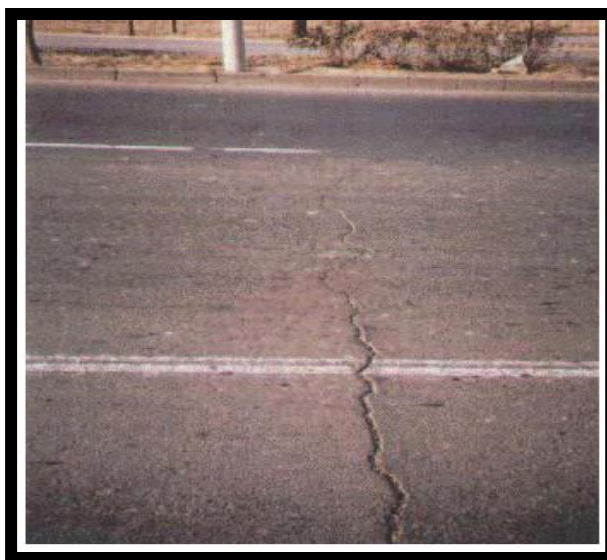
Figura 38: Fisuras transversales

Gravedad 1: Fisuras Finas



Fuente: Manual de inventarios viales. Perú (2013)

Figura 39: Gravedad 2 – Fisuras Medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas



Fuente: Manual de inventarios viales. Perú (2013)

Figura 40: Gravedad 3: Fisuras gruesas corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho >3 mm). También denominadas grietas



Fuente: Manual de inventarios viales. Perú (2013)

Deterioro / falla 9: Exudación

➤ **Descripción**

Este deterioro o falla se manifiesta por un afloramiento de material bituminoso de la mezcla a la superficie del pavimento. Forma una superficie brillante, reflectante, resbaladiza y pegajosa según los niveles del fenómeno.

➤ **Causas**

Esta falla puede provenir de las siguientes causas:

- Excesivo contenido de asfalto en la mezcla
- Bajo contenido de vacíos

➤ **Niveles de Gravedad**

El deterioro o falla aparece por manchas negras aisladas. Luego, el exceso de asfalto forma una película continua en las huellas de canalización del tránsito. El último nivel se caracteriza por la presencia de una cantidad significativa de asfalto libre: la superficie se vuelve viscosa. Los niveles de gravedad correspondientes se listan a continuación.

- Puntual
- Continua
- Continua con superficie viscosa.

➤ **Posibles Medidas correctivas**

Según la gravedad de la exudación y su extensión, se consideran las siguientes medidas correctiva, en ausencia de otros danos

- Ninguna medida
- Carpeta asfáltica

- Fresado y carpeta asfáltica.

Figura 41: Exudación

Gravedad 3: Continua con superficie viscosa



Fuente: Manual de inventarios viales. Perú (2013)