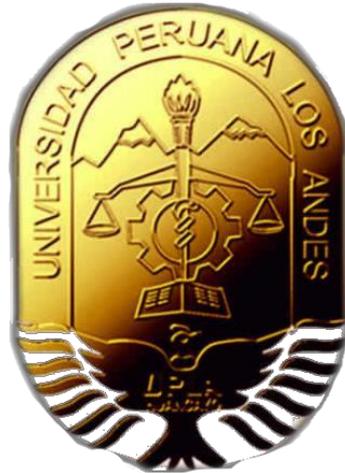


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**EVALUACION Y REHABILITACION CON APORTE
ESTRUCTURAL DE LA AV. FERROCARRIL EN EL
DISTRITO DE CHILCA EN HUANCAYO 2016**

Presentado por:

Bach. AGUSTIN BALDEON, Jedith Claudia.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERA CIVIL

Huancayo – Perú

2017

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Casio Aurelio Torres López
Presidente

Ing. Vladimir Ordoñez Camposano.
Jurado Revisor

Ing. Nataly Lucía Córdova Zorrilla.
Jurado Revisor

Ing. Rando Porras Olarte.
Jurado Revisor

Mg. Miguel Ángel Carlos Canales
Secretario Docente

ASESOR TEMATICO:

ING. MARIA MUERAS

ASESOR METODOLOGICO:

ING. JOSE TUPAC YUPANQUI

DEDICATORIA

A mis padre Julio y Marisol, por todo el apoyo incondicional y la confianza depositada durante toda esta proceso de mi enseñanza; por motivo de superación y a los docentes en mi formación académica, profesional y personal. A mis familiares y amigos que siempre me han ofrecido su apoyo y cariño que muestran en todo este tiempo.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
INDICE DE CONTENIDO	iv
INDICE DE FIGURAS	vii
INDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE ANEXO	x
RESUMEN.....	xi
INTRODUCCION.....	xiii
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.2.1. Problema General.....	4
1.2.2 Problemas Específicos	5
1.3 OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICO	5
1.3.1 Objetivo General	5
1.3.2 Objetivos Específicos	5
1.4 JUSTIFICACIÓN.	5
1.5. HIPÓTESIS	6
1.5.1 Hipótesis General	6
1.5.2 Hipótesis Específicas	6
1.6 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	6
1.6.1 Variables Independientes:	6
1.6.2 Variables Dependientes	7
1.7. MUESTRA Y POBLACIÓN	7
1.7.1 Población:.....	7
1.7.2 Muestra:	7
1.8. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	7
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	9

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	9
2.1.1. Antecedentes Internacionales:	9
2.1.2. Antecedentes Nacionales	10
2.1.3. Antecedentes Regionales.	12
2.2 BASES TEÓRICAS O CIENTÍFICA	12
2.2.1 Rehabilitación	12
2.2.2. Evaluación del Pavimento.....	14
2.3 DEFINICIONES DE TERMINOS	16
2.4 PAVIMENTO.	22
2.5 EVALUACION DE PAVIMENTOS	24
2.5.1. Metodología de Evaluación de Pavimentos Flexibles.....	26
2.6 DETERIORO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE – CALZADA Y BERMA	36
2.6.1 Calzada – Tipos de deterioros / fallas y niveles de gravedad.....	36
2.6.2 Deterioros o Fallas Estructurales	39
2.6.3 DETERIOROS O FALLAS SUPERFICIALES	50
2.7. USO DE LOS GEOSINTETICOS (GEOTEXTIL)	60
2.7.1. Concepto de Geotextil	61
2.7.2 Características de los geosinteticos empleados en pavimentación	62
2.7.3. Los Geosinteticos en la Repavimentación, y/o Rehabilitación de Pavimentos.	62
2.7.4 Propiedades de los geotextiles.....	63
2.7.5. Comparaciones Entre Geotextiles Tejidos Y No Tejidos.....	67
CAPITULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN	69
3. ÁMBITO DE ESTUDIO	69
3.1 METODO QUE RESUELVE EL PROBLEMA	69
3.2 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	72
3.2.1 Tipo de investigación.....	72
3.2.2 Nivel de investigación	72
3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACION	73

3.4. DISEÑO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS	73
3.5. MUESTRA Y POBLACIÓN	75
3.5.1. Población:	75
3.5.2. Muestra	76
3.6. TÉCNICA DE RECOPIACIÓN DE DATOS.	76
3.7. VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO	77
CAPITULO IV: PRESENTACION DE RESULTADOS	78
4.1. EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO.	78
4.1.1. Información de referencia.	78
4.1.2. Características Principales y puntos particulares de la Vía en Evaluación	79
4.1.3. Inventario de la Condición del Pavimento.	80
4.1.4. Determinación de los deterioros o fallas mediante el Inventario de Condición del Pavimento	84
4.2 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL	101
4.2.1. Evaluación Estructural del Pavimento de la Av. Ferrocarril, Tramo Av. Huancavelica a la Av. 9 de diciembre.	102
4.2.2 Cálculo de la Estructura del Pavimento.	109
CAPITULO V: DISCUSION DE LOS RESULTADOS	112
5.1. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	112
CONCLUSIONES	116
RECOMENDACIONES	118
APORTE	120
REFERENCIA BIBLIOGRAFIA	121

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: CAMINO CON ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE.....	20
FIGURA 2: ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	23
FIGURA 3: DEFINICION DE LOS LIMITES DE FAJAS (CARRILES Y BERMAS) DE CARRETERAS PAVIMENTADAS.....	30
FIGURA 4: DEFINICION DE LOS LIMITES DE FAJAS (CARRILES Y BERMAS) DE CARRETERAS PAVIMENTADAS.....	31
FIGURA 5: PIEL DE COCODRILO GRAVEDAD 1	40
FIGURA 6: PIEL DE COCODRILO (GRAVEDAD 2).....	41
FIGURA 7: PIEL DE COCODRILO (GRAVEDAD 3).....	41
FIGURA 8: FISURAS LONGITUDINALES	43
FIGURA 9: DEFORMACIONES	45
FIGURA 10: DEFORMACIONES (GRAVEDAD 2 Y 3).....	46
FIGURA 11: AHUELLAMIENTO.....	48
FIGURA 12: REPARACION O PARCHADO (Gravedad 1)	49
FIGURA 13: REPARACION O PARCHADO (Gravedad 2)	50
FIGURA 14: PELADURA Y DESPRENDIMIENTO	52
FIGURA 15: BACHES	53
FIGURA 16: FISURAS TRANSVERSALES.....	55
FIGURA 17: GEOTEXTIL.....	63
FIGURA 18: ESPECIFICACIONES GEOTEXTIL.....	68

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: TIPOS DE MATERIALES PARA BASE Y SUBBASE.....	34
TABLA 2: TIPOS DE MATERIALES DE SUBRASANTE.....	34
TABLA 3: DETERIOROS O FALLAS DE PAVIMENTOS ALFALTADOS	38
TABLA 4: CLASE DE EXTENSION DE LOS DAÑOS DE LOS PAVIMENTOS	56
TABLA 5: CLASE DENSIDAD DE LOS BACHES (HUECOS) DE LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES.....	57
TABLA 6: ANCHO DE INFLUENCIA DE LAS FISURAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES ASIGNADO SEGÚN SU GRAVEDAD.	57
TABLA 7: TABLA PARA CALIFICACION PARA CADA TIPO DE DETERIORO O FALLA DE RODADURA POR SECCIONES DE 200 m. DE CARRETERAS CON PAVIMENTO FLEXIBLE.....	58
TABLA 8: INVENTARIO DE FALLAS CARRIL LADO OESTE - SENTIDO DE NORTE A SUR (AV. HUANCVELICA - AV. 9 DE DICIEMBRE)	81
TABLA 9: INVENTARIO DE FALLAS CARRIL LADO ESTE - SENTIDO DE NORTE A SUR (AV. AV. HUANCVELICA - AV.9 DE DICIEMBRE)	84
TABLA 10: CALIFICACION PARA CADA TIPO DE FALLA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA AV. FERROCARRIL, CARRIL LADO	85
TABLA 11: RESULTADOS DE LA CALIFICACION DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO DE LA AV. FERROCARRIL CARRIL LADO ESTE	92
TABLA 12: CALIFICACION PARA CADA TIPO DE FALLA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA AV. FERROCARRIL, CARRIL LADO OESTE; EN SENTIDO DE NORTE A SUR	¡Error! Marcador no definido.
TABLA 13: RESULTADOS DE LA CALIFICACION DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO DE LA AV. FERROCARRIL CARRIL LADO OESTE.....	101
TABLA 14: CARACTERIZACIÓN DEL SUELO DE FUNDACIÓN O SUB RASANTE EN LA AV. FERROCARRIL LADO ESTE.	103

TABLA 15: VALOR RELATIVO DE SOPORTE CALIFORNIA DEL SUELO DE FUNDACIÓN O SUB RASANTE.....	104
TABLA 16: CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CALICATA C – 2, DE SUB BASE Y BASE GRANULAR EN LA AV. FERROCARRIL LADO OESTE.	106
TABLA 17: CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CALICATA C – 3, DE SUB BASE Y BASE GRANULAR EN LA AV. FERROCARRIL LADO OESTE.	106
TABLA 18: VALOR RELATIVO DE SOPORTE CALIFORNIA DEL SUELO DE SUB BASE Y BASE GRANULAR CALICATA C – 2.	107
TABLA 19: VALOR RELATIVO DE SOPORTE CALIFORNIA DEL SUELO DE SUB BASE Y BASE GRANULAR CALICATA C – 3.	108
TABLA 20: ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ACTUAL	111
TABLA 21: PUNTOS CRITICOS PARA INTERVENCION DE MANTENIMIENTO- LADO ESTE.....	114
TABLA 22: PUNTOS CRITICOS PARA INTERVENCION DE MANTENIMIENTO- LADO OESTE.....	115

INDICE DE ANEXO

Anexo N° 01: Matriz de Consistencia

Anexo N° 02: Operacionalización de Variables

Anexo N° 03: Caracterización del suelo de fundación (Calicata c-1)

Anexo N° 04: Caracterización del suelo de las capas Sub Base y Base (Calicata c-2 y c-3)

Anexo N° 05: Validación del Instrumento de Investigación

Anexo N° 06: Planos

Anexo N° 07: Especificaciones Técnicas de Geosintéticos

Anexo N° 08: Lavado Asfáltico

Anexo N° 09: Panel Fotográfico

Anexo N° 10: Presupuesto

RESUMEN

En la presente investigación se ha planteado como problema general: ¿Cuál es el aporte estructural adecuado en función de la evaluación del pavimento en la Av. Ferrocarril en el tramo: Av. Huancavelica a la Av. 9 de diciembre del distrito de Chilca?, siendo el objetivo general: Determinar el aporte estructural adecuado en función de la evaluación del pavimento en la Av. Ferrocarril en el tramo: Av. Huancavelica a la Av. 9 de diciembre del distrito de Chilca y la hipótesis general que debe contrastarse es: “El aporte estructural adecuado en función de la evaluación del pavimento en la Av. Ferrocarril en el tramo Av. Huancavelica a la Av. 9 de diciembre del distrito de Chilca, es un geotextil”.

El tipo de investigación es aplicada o tecnológica, con un enfoque cuantitativo; el diseño es no experimental de corte transversal o transeccional, con un nivel de investigación: Descriptivo-correlacional. La población está conformada por el Sistema vial del distrito de Chilca, de esta se seleccionó una muestra no aleatoria o dirigida, conformada por el pavimento flexible de la Av. Ferrocarril, Tramo Av. Huancavelica a la Av. 9 de diciembre – distrito de Chilca, Huancayo, de acuerdo al problema de investigación; además se realizó el estudio de tráfico, ensayos: CBR, Protor Modificado y Limites de Atterberg.

La principal conclusión del estudio es: El aporte estructural adecuado en función de la evaluación del pavimento en la Av. Ferrocarril en el tramo Av. Huancavelica a la Av. 9 de diciembre del distrito de Chilca, es el geotextil tejido, que de acuerdo a sus características es el más adecuado de aplicar para el presente caso, y el aporte estructural para la capa Base será del 6,2 % del CBR, y mantendrá la humedad normal que requiere el suelo y no pierda estabilidad, las alternativas de mantenimiento es: Mantenimiento Periódico en la calzada lado Este, en las progresivas: 0 + 300 a la 0 + 400 km., y la progresiva 1 + 350 a la 1 + 365

y en la calzada lado Oeste, en las progresivas 0 + 340 a la 0 + 360, en un área total de 1,834.00 m², que consiste en la colocación o Refuerzo con Geotextil Tejido y un Mantenimiento Rutinario en la calzada Oeste, en la progresiva: 0 + 536 a la 0 + 716 km., que consiste en Sello Asfáltico (riego de imprimación en la capa de rodadura).

PALABRAS CLAVE: Condición del pavimento, fallas estructurales, fallas superficiales, medidas correctivas, geotextil.

INTRODUCCION

Las vías son un patrimonio del Estado Peruano, que deben tener las condiciones adecuadas de servicio para el fin que fueron construidas el de lograr el desarrollo socio económico de las poblaciones que interconectan, estos fines han motivado el estudio de monitoreo, determinación de las condiciones de un pavimento, los resultados de la condición del pavimento y plantear las alternativas de solución para el mantenimiento rutinario, periódico y rehabilitación aplicando técnicas de ingeniería para lograr tales fines.

En el Capítulo I, se manifestara los problemas, objetivos e hipótesis y variables que se tendrá en la evaluación del área de investigación, durante el proceso de desarrollo del estudio.

En el Capítulo II, se manifestara los antecedentes, bases teóricas y marco conceptual y descripciones de las Normas vigentes, que conlleven al desarrollo del estudio.

En el capítulo III, se manifestara la metodología de la investigación, las poblaciones, muestras y métodos que se usaran en la recopilación y evaluación de la vía mediante inventario de la condición del pavimento.

En el capítulo IV, se presentara los resultados obtenidos de un inventario de la condición del pavimento en el tramo de la Av. Ferrocarril en el distrito de Chilca, la determinación de la estructura del pavimento mediante la evaluación de la capacidad de soporte de las diferentes capas de la estructura del pavimento, mediante ensayos de laboratorio, y evaluación estructural por método AASTHO 1993.

En el capítulo V, se realizará la discusión de resultados del inventario de la condición del pavimento, las actividades de mantenimiento y/o rehabilitación a fin de lograr un servicio adecuado y confort de la vía, mediante actividades de monitoreo, programación del mantenimiento rutinario y/o periódico

Jedith Claudia Agustin Baldeon

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

El desarrollo de la vialidad en nuestro País, Región y Provincia es de una gran necesidad a fin de mejorar la comunicación y desarrollo socio económico, pero dada la geografía accidentada y presentan diversas dificultades que impiden superar obstáculos y para mejorar la accesibilidad entre los pueblos, es necesario una integración que pueda vencer las dificultades y unir los pueblos mediante vías adecuadas que presten un servicio eficiente, confort y continuidad permanente; que el usuario no sufra percances y llegue feliz a su destino.

Las vías modernas, que presten un adecuado servicio deben contar con características de permanente servicio, desde la concepción del proyecto, su ejecución y conservación programada a efectos de no presentar en forma prematura deficiencias que no permitan un servicio adecuado. En esta controversia, muchas vías pavimentadas en nuestro medio local han sido abandonadas y descuidadas por las Entidades encargadas en mantener su servicio de forma eficiente, olvidando que los usuarios se ven afectados por vías deficientes y sin mantenimiento, afectadas con una reducción en su tiempo de servicio.

La conservación del patrimonio vial del Estado requiere de un sistema de procesamientos técnicos especializados, que deben ser controlados mediante un monitoreo permanente de la condición vial para los diversos tramos que deben conformar parte de un programa de mantenimiento y conservación, y que debe iniciarse luego de su ejecución, como un mantenimiento rutinario de ejecución anual, continuando con un mantenimiento periódico, que en base al índice de crecimiento poblacional, que redundará en un crecimiento vehicular, se debe programar el mantenimiento periódico, o sea ante un mayor servicio de las vías con crecimiento vehicular, este tiempo será cada vez más reducido y con mayor eficacia posible.

Para los diversos trabajos de mantenimiento rutinario y periódico, se debe evaluar la condición de la vía o pavimento a fin de conocer los tipos de fallas que se van presentando durante el servicio que presta; las condiciones climatológicas cambiantes que se van presentando, han variado y dificultado las condiciones de las vías, considerándose principalmente que las lluvias se vienen presentando con mayor intensidad y frecuencia, hecho que perjudica la capacidad de drenar de forma más corta u rápida, ocasionando grandes problemas, tal como el fenómeno de hidropelena, cuando los vehículos realizan la acción de frenado, y que por el exceso de aguas en las vías, los vehículos no pueden paralizar su marcha y continúan deslizándose hasta ocasionar accidentes o percances de consecuencias lamentables.

La conservación vial se pueden definir como un conjunto de actividades de trabajos de ingeniería vial, que deben realizarse de forma preventiva a fin de evitar el deterioro prematuro de los componentes que conforman la vía. Por esta causa las actividades de monitoreo, programación del mantenimiento rutinario y/o periódico deben asumirse con las responsabilidades del caso por las Entidades encargadas de los tres niveles de carreteras, tal como Las vías Nacionales a cargo del Ministerio de

Transportes y Comunicaciones, los vías departamentales a cargo de los Gobiernos Regionales y por último las vías locales a cargo de los Gobiernos Locales. Frente a esta problemática, surge la necesidad de presentar una forma adecuada de aplicación de la normatividad emitida por el ente rector, que es el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, que ha emitido un Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial, del 2014, que es de obligada aplicación en los tres niveles de vías en nuestro País.

El desarrollo vial en la ciudad de Huancayo, específicamente aún más en el distrito de Chilca, al haberse convertido en un polo de desarrollo creciente por la pequeñas empresas establecidas, tanto forestales, zapaterías, metal mecánica, comercios, restaurantes, que por su necesidad de materia prima e insumos requieren de transporte pesado y con mayor frecuencia, actividad que ha incrementado el tráfico vehicular en las diversas avenidas y calles en el distrito de Chilca.

Ante esta coyuntura nos hemos atrevido a plantear un tema de investigación consistente en la evaluación y reforzamiento estructural de una vía principal, toda vez que visualmente presenta deformaciones permanentes que se vienen acrecentando y pronto colapsaran la vía pavimentada, pero a su vez el objetivo de este estudio es lograr una evaluación mediante un **Inventario de Condición del Pavimento**, y en un cruce de la Av. Ferrocarril con la Av. Leoncio Prado el pavimento ha colapsado, esta vía aproximadamente fue construido el año 2011 lado derecho (lado oeste), el otro carril se mantiene su estado estructural en el lado izquierdo siendo construido el año 2010 por la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones; tanto la evaluación determinará un mejoramiento en el paquete estructural y para luego determinar la ubicación en uno de los niveles, un aporte estructural, que será mediante un GEOTEXTIL, y seleccionada de acuerdo a los resultados de evaluación de las calicatas

del suelo de los puntos identificados como críticos por su estado de funcionamiento, los mismos que han sido extraídas en la vía en evaluación (para lavado del asfalto) , muestras que serán evaluadas en un laboratorio especializado de la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones Junín, sus resultados conllevaran a la conclusión del asfalto colocado demostrándose la cantidad de cemento asfáltico del 6.80% (cuyo resultado es equivalente al más- menos al 30 galones por m³ de asfalto), entonces concluyéndose que la falla es estructural desde el suelo de fundación (sub rasante), dando lugar a la rehabilitación con aporte estructura de uso del GEOTEXTIL en vía Av. Ferrocarril, tramo Av. Huancavelica hasta la Av. 9 de Diciembre del distrito de Chilca., por la intersección de la línea férrea y la interrupción o corte del asfaltado.

El diseño estructural de pavimentos exige que la superficie de rodadura presente condiciones adecuadas a fin de prestar un buen servicio y seguridad a los transportistas de la zona como una vía principal que conecta los anexos de Llamus, Auquimarca y el distrito de Huancán y presente sostenibilidad en el transcurso del tiempo, convirtiéndose en vías alternas a la carretera central.

En tal sentido se recomienda el mantenimiento de las vías a nivel de asfaltado cada cinco años por lo general con un sello asfáltico, en condiciones cuando la plataforma vehicular se encuentra desgastada.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General

¿Cuál es el aporte estructural adecuado en función de la evaluación del pavimento en la Av. Ferrocarril en el tramo: Av. Huancavelica a la Av. 9 de diciembre del distrito de Chilca?

1.2.2 Problemas Específicos

- A. ¿Cuáles es la condición del estado actual del pavimento en la Av. Ferrocarril en el tramo: Av. Huancavelica a la Av. 9 de diciembre del distrito de Chilca?
- B. ¿Cuál es la conformación de la estructura del pavimento en la Av. Ferrocarril en el tramo: Av. Huancavelica a la Av. 9 de diciembre del distrito de Chilca?
- C. ¿Cuáles son las alternativas de Mantenimiento y/o rehabilitación considerando su capacidad estructural en el pavimento de la Av. Ferrocarril en el tramo: Av. Huancavelica a la Av. 9 de diciembre del distrito de Chilca?

1.3 OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICO

1.3.1 Objetivo General

Determinar el aporte estructural adecuado en función de la evaluación del pavimento en la Av. Ferrocarril en el tramo: Av. Huancavelica a la Av. 9 de diciembre del distrito de Chilca.

1.3.2 Objetivos Específicos

- A. Determinar la condición del estado actual del pavimento en la Av. Ferrocarril en el tramo: Av. Huancavelica a la Av. 9 de diciembre del distrito de Chilca
- B. Comprobar la conformación de la estructura del pavimento en la Av. Ferrocarril en el tramo: Av. Huancavelica a la Av. 9 de diciembre del distrito de Chilca.
- C. Determinar las alternativas de mantenimiento y/o rehabilitación considerando aporte estructural ante el estado de deterioro (fallas) de la vía en la Av. Ferrocarril en el tramo: Av. Huancavelica a la Av. 9 de diciembre del distrito de Chilca.

1.4 JUSTIFICACIÓN.

La evaluación de la condición del pavimento que se efectuará en una longitud de 1+380 km, en ambos carriles (lado este y lado oeste), con un área total de **27,744.00m²** aprox. en la Av. Ferrocarril en el distrito de Chilca, considerando que la superficie en dicha

zona con una pendiente cero, dificultando para un sistema de drenaje que perjudica la estructura del pavimento, por lo tanto se plantea, que la investigación contemplara la evaluación de la condición del pavimento en ambos carriles, con la finalidad de determinar la falla estructural desde la sub rasante suelo de fundación (no ha sido bien tratada) que presenta el pavimento y que conllevará a plantear el tipo de mantenimiento con el objetivo de prestar un servicio adecuado hasta cumplir el periodo de diseño de 20 años.

1.5. HIPÓTESIS

1.5.1 Hipótesis General

El aporte estructural adecuado en función de la evaluación del pavimento en la Av. Ferrocarril en el tramo Av. Huancavelica a la Av. 9 de diciembre del distrito de Chilca, es un geotextil.

1.5.2 Hipótesis Específicas

- A. La condición del estado actual del pavimento en la Av. Ferrocarril en el tramo: Av. Huancavelica a la Av. 9 de diciembre del distrito de Chilca es regular.
- B. La conformación regular de la estructura del pavimento de la Av. Ferrocarril en el tramo: Av. Huancavelica a la Av. 9 de diciembre del distrito de Chilca, corresponden a fallas permanentes o requieren de un mantenimiento y/o rehabilitación, para mejorar su capacidad estructural.
- C. El planteamiento y la aplicación de las alternativas de rehabilitación que mejorará la capacidad estructural y servicio del pavimento en la Av. Ferrocarril.

1.6 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

1.6.1 Variables Independientes:

REHABILITACION CON APORTE ESTRUCTURAL

- INDICADOR: Tipo de mantenimiento

- INDICE: Condición reparada
- UNIDAD: Área m²
- INSTRUMENTO: Manual de Geosintéticos y Manual MTC

1.6.2 Variables Dependientes

EVALUACION DEL PAVIMENTO

- INDICADOR: Condición del pavimento
- INDICE: Gravedad de los daños
- UNIDAD: Leve, moderado, severo
- INSTRUMENTO: Manual MTC - 2014

1.7. MUESTRA Y POBLACIÓN

1.7.1 Población:

En nuestro estudio de investigación la población está conformada por el Sistema vial del distrito de Chilca

1.7.2 Muestra:

El tipo de muestreo es no aleatorio o dirigido, para el efecto de selección el pavimento flexible de la Av. Ferrocarril, Tramo Av. Huancavelica a la Av. 9 de diciembre – distrito de Chilca, Huancayo, de acuerdo a las condiciones que tiene el problema de investigación.

1.8. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

1.8.1. Tipo de investigación:

La investigación es de tipo aplicada o tecnológico ya que se aplica en la solución del problema para el Mantenimiento y mejoramiento del pavimento

1.8.2. Nivel de investigación:

El nivel de la investigación es: Descriptivo – Explicativo, progresivos permite lograr resultados positivos en la investigación, que demostrarán; que mediante una las siguientes preguntas:

- **¿Quién** está implicado en la investigación? , la condición actual de servicio que presta el pavimento. en la Av. Ferrocarril.
- **¿Dónde** se llevó a cabo la investigación? En la Av. Ferrocarril Tramo Av. Huancavelica a la Av. 9 de diciembre en el distrito de Chilca, Huancayo.
- **¿Por qué** se espera que ocurra algo? La condición actual regular de servicio que presta el pavimento en la Av. Ferrocarril.
- **¿Cómo** sabemos que ha ocurrido el efecto?, por la evaluación del pavimento mediante la aplicación de un Inventario de Condición del pavimento, según el Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación, versión 2.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

2.1.1. Antecedentes Internacionales:

La Bachiller Nataly Fernanda Chinchí Auquilla, presenta su Tesis titulada “Análisis Funcional del Estado Actual del Pavimento Flexible de la Vía Riobamba – Penipe en la Provincia de Chimborazo” – Ecuador , julio del 2016, en la Universidad Nacional de Chimborazo en la Facultad de Ingeniería Civil, en la que plantea la problemática siguiente: Para la conservación de una vía, es necesario que se realice intervenciones de mantenimiento rutinario y periódico que ayudan a evitar el deterioro acelerado de la vía que únicamente puede ser corregido con intervenciones de rehabilitación o reconstrucción, lo que implica elevados costos que no pueden ser financiados en su totalidad, y que hasta el momento de ser intervenidas generan un índice de servicialidad bajo provocando inseguridad para la población y para los conductores.

El Ministerio de Transporte y Obras públicas (Subsecretaría Regional 3, Chimborazo) es la única institución encargada de la administración de la vía Riobamba - Penipe por formar parte de la red colectora E 490, que se une con la nueva

vía Cahuají empalme Ambato Baños, siendo una ruta de comunicación, turismo y comercialización entre la provincia de Chimborazo con la región amazónica, sin embargo a pesar de la importancia de esta vía no ha sido intervenida con actividades de mantenimiento hace 4 años.

En base a la metodología del índice de condición En base a la metodología del índice de condición del pavimento (PCI), la vía Riobamba-Penipe de longitud 20 Km fue analizada para conocer su estado funcional encontrándose en el grupo de estado “regular”, sin embargo según el índice de servicialidad que presenta se encuentra en estado “bueno”, como actividades complementarias se realiza el conteo vehicular, el inventario vial de los sistemas de drenaje y señalización para conocer su estado y su incidencia en la vía.

A partir de los datos obtenidos formula un plan de mantenimiento por etapas para un periodo de 5 años basado en la priorización de los tramos y la optimización de recursos debido a las restricciones presupuestarias que se tiene para realizar un mantenimiento integral.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

El Bachiller Edgar Daniel Rodríguez Velásquez, en su Tesis “Cálculo del Índice de Condición del Pavimento Flexible en la Av. Luis Montero distrito de Castilla, Piura 5 de octubre del 2009. Sustentado en la Universidad de Piura facultad de Ingeniería Civil, menciona: La necesidad de mejorar el estado en que se encuentran los pavimentos urbanos en la ciudad de Piura, es una preocupación que afecta a todos los ciudadanos en general. La realidad que se vive es alarmante, pues es imposible tener un viaje seguro y placentero, debido a las innumerables fallas presentes en el pavimento, que lo van deteriorando poco a poco y disminuyendo su servicialidad.

La solución más evidente a este problema, sería reparar el pavimento dañado y dejarlo en una condición óptima. Para lograrlo es necesario conocer el estado real en el que se encuentra la pista a reparar, para saber exactamente qué técnica aplicar. Pero el problema no termina ahí. No basta sólo con reparar el daño, sino que es necesario evaluar el comportamiento de la vía después de la reparación y saber cuándo es necesario darle el mantenimiento correspondiente para evitar repararlo nuevamente e incurrir a gastos innecesarios. Un método de evaluación del comportamiento del pavimento es el “Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos” (ASTM D6433-03) o mejor conocido como “Método PCI” (Pavement Condition Index); que por medio de inspecciones visuales determina el estado en que se encuentra una vía, dependiendo del tipo, cantidad y severidad de las fallas presentes.

En esta tesis se hará referencia a la aplicación del método PCI, para pavimento flexible (asfáltico), en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla, provincia de Piura – Piura. Se inspeccionará cada falla existente y siguiendo el procedimiento descrito en el método, se estimará el estado real del pavimento.

La tesis tiene como objetivo aplicar el método PCI para determinar el Índice de Condición de Pavimento en la Av. Luis Montero. Mil doscientos metros lineales de pista han sido estudiados a detalle para identificar las fallas existentes y cuantificar el estado de la vía.

La tesis se ha dividido en cinco capítulos. El primero es el marco teórico, donde se define el concepto de pavimento, su clasificación y se explica la problemática que se vive en Piura. El segundo capítulo trata de las fallas más comunes que afectan a los pavimentos urbanos flexibles. En el tercero, se explica el procedimiento del método: el muestreo de unidades, el cálculo del PCI, los criterios de inspección, etc. En el

capítulo cuatro, se describe la zona de estudio y se detalla el procedimiento de inspección realizado. En el último capítulo se presentan las hojas de registro, con el respectivo cálculo del índice de condición de pavimento para cada unidad de muestra analizada.

2.1.3. Antecedentes Regionales.

En Julio del 2016; la Municipalidad Provincial de Chupaca, en su Plan de Desarrollo Concertado (PDC – Municipalidad Provincial de Chupaca – 2016) ha considerado el mejoramiento de vías del ámbito local diferente sobras de mantenimiento y conservación vial en su área urbana, específicamente en la Obra: “Mejoramiento y Recapeado en la Av. Los Héroes, distrito Chupaca, Provincia Chupaca, Región Junín” que comprende la ejecución de una rehabilitación en un área de 3,000 m², con el recapeado con mezcla asfáltica en caliente en un espesor de 1 pulgada, y mejorando la capacidad estructural la aplicación de un manto geotextil tejido (tipo tela) con la finalidad de evitar la reflexión de fallas (grietas o fisuras longitudinales y/o transversales sobre el pavimento rígido). La ejecución se realizó en Julio del 2016, mediante un Convenio con la Dirección Regional de Transportes Junín, a cargo de personal especializado de la Sub Dirección de Infraestructura, Acuático y Aéreo y la Municipalidad Provincial de Chupaca se han ejecutado trabajos de rehabilitación con. A la fecha los trabajos ejecutados y el pavimento se encuentran en buenas condiciones adecuadas de operatividad

2.2 BASES TEÓRICAS O CIENTÍFICA

2.2.1 Rehabilitación

Según **Yarango, Pág. 61.Tesis UNIVERSIDAD RICARDO PALMA 2014**, La rehabilitación es la actividad necesaria para “devolver” a la estructura de pavimento las condiciones de soporte de carga con las que inicialmente se construyó así como su

nivel de servicio en términos de seguridad y comodidad. Un pavimento puede presentar dos tipos de rehabilitación, superficial o estructural.

La información con la cual se podría contar, es la siguiente:

- El diseño del pavimento original.
- Los espesores de las capas construidas, junto con cualquier cambio en los diseños especificados del pavimento.
- Los resultados de los procesos y los ensayos de control de calidad desarrollados durante la construcción.

- **Deterioro físico del pavimento**

Según, el **M5.1 Catalogo de deterioros de pavimentos flexibles. Volumen n° 11, 2002. pag 2**, Los deterioros de un pavimento incluidos se consideran los más relevantes. Se han agrupado en tres grandes categorías; los de superficie, los de estructura y lo que encuentran su origen en la construcción.

Los deterioros dentro de las tres grandes categorías se agrupan a su vez en las subcategorías de:

- Desprendimientos
- Alisamientos
- Exposición de agregados
- Deformaciones
- Agrietamientos

- **Mantenimiento del pavimento.**

Según, **Normas técnicas de proyecto y construcción para obras de viabilidades del estado de baja california. pág. 10**, Se denomina Mantenimiento de Pavimentos, al conjunto de acciones que se desarrollan en forma constante y periódica para evitar el deterioro o la destrucción prematura de los pavimentos existentes, con la finalidad

de conservar el uso y buen estado físico de la estructura vial, para preservarla en condiciones adecuadas de operación y servicio, ofreciendo seguridad y comodidad al usuario.

El mantenimiento o conservación de los pavimentos, garantiza la inversión inicial de construcción, disminuye el costo de explotación y alarga la vida tanto de la vialidad como de los vehículos que la utilizan. Más que una solución de economía, es una solución de alta técnica de Ingeniería y por lo tanto los trabajos deben efectuarse oportunamente ya que de ello depende el que los gastos que se hagan sean mínimos.

2.2.2. Evaluación del Pavimento

Según Armijos. (2009). La evaluación de pavimentos consiste en un informe, en el cual se presenta el estado en el que se halla la superficie del mismo, para de esta manera poder adoptar las medidas adecuadas de reparación y mantenimiento, con las cuales se pretende prolongar la vida útil de los pavimentos, es así, que es de suma importancia elegir y realizar una evaluación que sea objetiva y acorde al medio en que se encuentre.

- Inventario de condición del pavimento

Según, el **Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial” versión marzo. 2014. pag 58**, El objetivo principal del inventario de condición de un pavimento es elaborar los inventarios detallados para establecer el estado actual de la vía y las medidas a realizar para la programación y ejecución de las actividades de conservación vial.

Las labores son esencialmente las siguientes:

- Información de referencia, que se realizaran de acuerdo a listas y formatos establecidos en el “Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial” versión marzo. 2014.

- Identificar las características principales y los puntos particulares.
 - Preparar los cronogramas y la logística de los inventarios.
 - Contar con información disponible (mapas, inventarios anteriores, informes técnicos y otros)
- **Comportamiento del pavimento.**

Según, el **Manual de Mantenimiento y Rehabilitación de pavimento flexible. Versión 2005. pag 2**, Existen diversos conceptos básicos que deben tenerse en cuenta al analizar el comportamiento de un pavimento. En este sentido es importante tener presente que su estructura sufrirá con el tiempo daño y deterioro aun cuando sea adecuadamente diseñado y construido de acuerdo con todas las especificaciones y normas de calidad. Mientras las demás obras de ingeniería tienen una vida indefinida, los pavimentos viales tienen una vida definida; aún con un mantenimiento óptimo alcanzarán un punto de falla. Los pavimentos son probablemente la única estructura de ingeniería que se diseña para que falle dentro de un periodo específico de tiempo.

El modo de deterioro varía sustancialmente, en función de la interacción de varios parámetros, que adicionalmente controlan la rata de deterioro, ellos son:

- a. La estructura (resistencia) del pavimento, incluyendo la subrasante.
- b. El volumen de tráfico y el tipo de cargas.
- c. Políticas de mantenimiento.

- **Fallas en el pavimento.**

Según, el **Manual de Mantenimiento y Rehabilitación de pavimento flexible. Versión 2005. pag 2**, En general la falla de un pavimento puede clasificarse como estructural o funcional. La falla estructural está asociada con la capacidad de carga del pavimento y normalmente se refiere a la fatiga de la estructura. La falla

funcional es generalmente definida como la incapacidad del pavimento para proveer una superficie que permita un rodaje confortable, seguro y económico de los vehículos.

Adicionalmente, los modos de deterioro o falla son normalmente divididos en: asociados o no asociados con cargas, siendo los primeros, inducidos por el tráfico en la estructura del pavimento.

Las fallas no asociadas con carga se refieren a las producidas por el medioambiente y condiciones atmosféricas, calidad de construcción y/o materiales, y problemas especiales, tales como: temperatura y humedad, características de los suelos y materiales y diseños inadecuados de ingeniería.

2.3 DEFINICIONES DE TERMINOS

1. Pavimento:

Según **Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial –versión – MTC -2008, pag.11** Estructura construida sobre la subrasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: subbase, base y rodadura.

2. Asfalto:

Según **Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial –versión – MTC -2008, pag.11** Material cementante, de color marrón oscuro a negro, constituido principalmente por betunes de origen natural u obtenidos por refinación del petróleo. El asfalto se encuentra en proporciones variables en la mayoría del crudo de petróleo.

3. Asfalto de Imprimación.

Según **Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial –versión – MTC -2008, pag.11** Asfalto fluido de baja viscosidad (muy líquido que por aplicación penetra en una superficie no bituminosa)

4. Emulsión Asfáltica

Según **Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial –versión – MTC -2008, pag.24** Una emulsión de cemento asfáltico y agua que contiene una cantidad de agente emulsivo (aminas)

5. Fallas estructurales de un pavimento flexible:

Son las fallas que se presentan en las capas estructurales de un pavimento flexible.

6. Fallas Superficiales de un Pavimento:

Fallas superficiales de un pavimento flexible: Son las fallas que se presentan en la capa superior del pavimento o capa de rodadura, presentándose por fatiga o por envejecimiento de los materiales.

7. Carpetas asfálticas

Según **Olivera, (1994)**. Antes de explicar los diferentes tipos de carpetas asfálticas, es importante saber que para construir cualquiera de ellas, se debe contar con una base debidamente conformada, compactada, impregnada y seca.

8. Geotextil

Según **Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial –versión – MTC -2008, pag.30** Material de construcción sintético u orgánico que existe en grandes variedades y tiene una amplia gama de aplicaciones en obras viales. En este caso para evitar que el napa freática que se eleve a la superficie de la plataforma (carpeta asfáltica)

9. Fisuras Finas:

Según, el **Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial” versión marzo. 2014. pag 21**, Son hendiduras o rajaduras delgadas que también se denomina microfisuras, de varios orígenes, con un ancho igual o menor a 1mm.

10. Fisuras Media:

Según, el **Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial” versión marzo. 2014. pag 21**, Son hendiduras o rajaduras abiertas y/o ramificadas sin pérdida de material, de varios orígenes, con ancho mayor a 1mm y menor o igual a 3mm.

11. Fisuras Gruesa (Grietas):

Según, el **Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial” versión marzo. 2014. pag 21**, Son hendiduras o rajaduras abiertas y/o ramificadas con pérdida de material denominada también grietas, de varios orígenes, con un ancho mayor a 3mm.

12. Pavimentos flexibles:

Según Montejo, Ingeniería de Pavimentos para carreteras. Pag 2, Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoya generalmente sobre capas no rígidas, la base y la sub-base. No obstante puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de la necesidad particulares de cada obra.

13. Sub Base

Según **German Vivar Romero – “Diseño y Construcción de Pavimentos, pág 7**, que tiene como función primaria de protección (drenante y anticontaminante) de la base de un pavimento flexible; y una función resistente pudiendo ser granular o estabilizado.

14. Base

Según **German Vivar Romero** – “**Diseño y Construcción de Pavimentos**, pág 7, que es el principal elemento estructural en los pavimentos flexibles, pueden ser de agregados aglomerados con asfalto (como en el caso de las bases negras y estabilizadas), de agregados aglomerados con cemento portland (como en el caso de las bases estabilizadas con concreto y compactados con rodillo), o de suelos sin aglomerar como en el caso de las bases de grava.

15. Capa de desgaste o superficie de rodadura

Según **German Vivar Romero** – “**Diseño y Construcción de Pavimentos**, pág 7, que es la capa más superficial, que estará en contacto con las sollicitaciones y tiene como función principal el proporcionar una superficie suave al deslizamiento y resistente al desgaste.

Clases o Tipos de pavimentos flexibles:

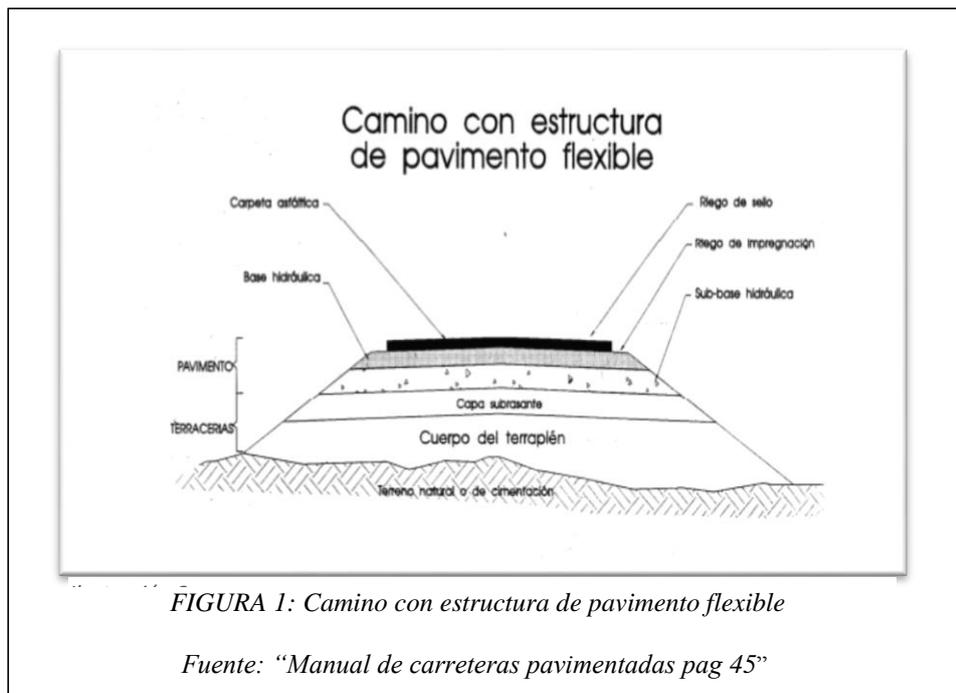
- Mezcla en frío.
- Mezcla asfáltica en caliente (HMA)

Las mezclas asfálticas pueden ser estructuradas de las siguientes formas:

- Convencionales: carpeta de rodadura de mezcla asfáltica, base granular y sub base granular.
- De Profundidad parcial: carpeta de rodadura, base estabilizada o granular y sub base granular o estabilizada.
- Profundidad total (full depth): todas las capas hasta el nivel de la sub rasante están compuestas por materiales asfálticos.

Los pavimentos flexibles son aquellos que tienen un revestimiento asfáltico sobre una capa base granular que se puede apreciar en la figura N°02. La distribución de tensiones y deformaciones generadas en la estructura por las cargas de rueda del

tráfico, se da de tal forma que las capas de revestimiento y base absorben las tensiones verticales de compresión del suelo de fundación por medio de la absorción de tensiones cortantes. En este proceso ocurren tensiones de deformación y tracción en la fibra inferior del revestimiento asfáltico, que provocará su fisuración o falla, por fatiga por la repetición de las cargas de tráfico. Al mismo tiempo la repetición de las tensiones y deformaciones verticales de compresión que actúan en todas las capas del pavimento producirán la formación de hundimientos en la trilla de rueda, cuando el tráfico tiende a ser canalizado, y la ondulación longitudinal de la superficie cuando la heterogeneidad del pavimento fuera significativa.



16. Fallas en el pavimento.

Según, el **Manual de Mantenimiento y Rehabilitación de pavimento flexible. Versión 2005. pag 2**, En general la falla de un pavimento puede clasificarse como estructural o funcional. La falla estructural está asociada con la capacidad de carga del pavimento y normalmente se refiere a la fatiga de la estructura. La falla funcional

es generalmente definida como la incapacidad del pavimento para proveer una superficie que permita un rodaje confortable, seguro y económico de los vehículos.

17. Piel de cocodrilo

Según el **Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial**” versión **marzo. 2014. pág. 88**. La piel de cocodrilo está constituida por fisuras que forman polígonos irregulares de ángulos agudos. Puede ser en su principio, poco grave, mostrando polígonos incompletos dibujados en la superficie por fisuras cerradas (es decir, de ancho nulo). El tamaño de la malla disminuye luego bajo el efecto de las condiciones climáticas y del tráfico. Las fisuras se abren y se observan pérdidas de material en sus bordes.

18. Reparaciones o parchado

Según el **Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial**” versión **marzo. 2014. pág. 95**. Las reparaciones están destinadas a mitigar los defectos del pavimento, de manera provisional o definitiva: su número, extensión y frecuencia son elementos del diagnóstico. Las reparaciones representan fallas y deben ser calificadas en el momento del examen visual, pueden ser tomadas 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 este estado. Si se aplica a la fisuración estructural, se considera como factor agravante, de estos conceptos resultan los niveles de gravedad.

19. Baches (Huecos)

Según el **Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial**” versión **marzo. 2014. pág. 99**. Los baches o huecos son consecuencia normalmente del desgaste o de la destrucción de la capa de rodadura. Al inicio su tamaño es pequeño,

por falta de mantenimiento estos aumentan y crecen en cadena, muchas veces con una distancia igual al perímetro de una rueda de camión.

20. Geotextiles Tejidos

Según el **Manual Geosistemas PAVCO – Soluciones Geotextiles – Tejidos y No Tejidos, pág. 2**. Son aquellos formados por cintas de alta resistencia. Están conformados mediante cintas de polipropileno en sentido de urdimbre (sentido longitudinal) y de trama (sentido transversal). Es el tejido más simple y eficiente, conocido también como uno arriba y uno abajo, dando como resultado una estructura plana. Su resistencia a la tracción es de tipo biaxial (en los dos sentidos de su fabricación). Gracias a su estructura y las características de las cintas empleadas, son reconocidos por tener altas resistencias y bajas deformaciones; su aplicación está orientada al refuerzo de vías, muros, terraplenes y cimentaciones.

2.4 PAVIMENTO.

Según **German Vivar Romero – “Diseño y Construcción de Pavimentos, pág. 1**, define Un pavimento es un elemento estructural monocapa o multicapas apoyado en toda su superficie , diseñado y construido para soportar cargas estáticas y/o móviles durante un periodo de tiempo predeterminado, durante el que necesariamente deberá de recibir algún tipo de tratamiento tendiente a prolongar su “vida de servicio” Estando formado por una o varias capas de espesores y calidades que se colocan sobre el terreno preparado para soportarlo , tienen por su función más importante el proporcionar una superficie resistente al desgaste y suave al deslizamiento; y un cuerpo estable y permanente bajo la acción de cargas Ver figura N°02.

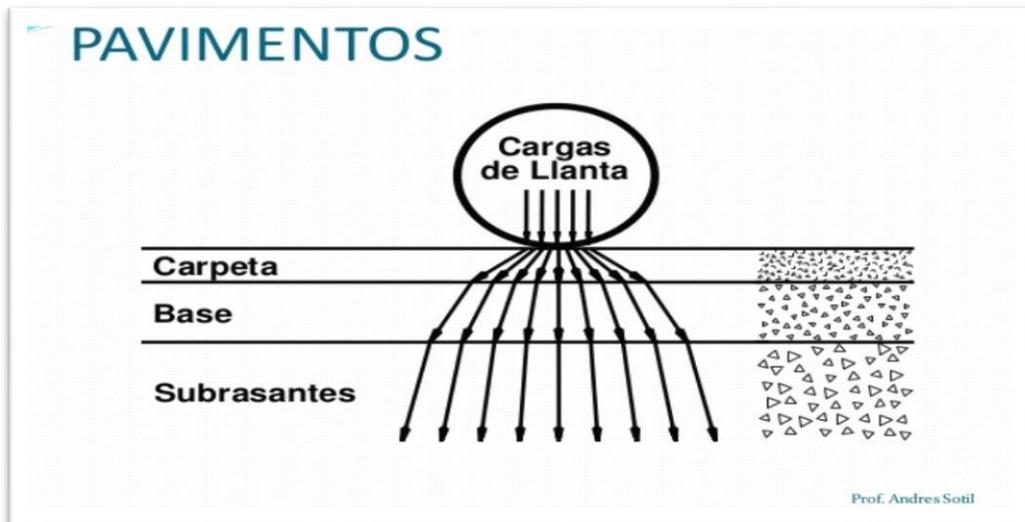


FIGURA 2: Estructura del pavimento

Fuente: German Vivar Romero – “Diseño y construcción de pavimentos

Desde el punto de vista del usuario, el pavimento es una superficie que debe brindar comodidad y seguridad cuando se transite sobre la vía, y sostenible en el tiempo. Debe proporcionar un servicio adecuado a las personas evitando incomodidad en la transitabilidad, en tiempo, contaminación y otros malestares que su carencia las produce.

Las diferentes capas de material seleccionado que conforman el paquete estructural, reciben directamente las cargas de tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada. Es por ello que todo pavimento deberá presentar la resistencia adecuada para soportar los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua, así como abrasiones y punzonamientos (esfuerzos cortantes) producidos por el paso de personas o vehículos, o la compresión de elementos que se apoyan sobre la vía y sus capas estructurales. Otras condiciones necesarias para garantizar el apropiado funcionamiento de un pavimento son el ancho de la vía; el trazo horizontal y vertical definido por el diseño geométrico; y la adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento, aún en condiciones húmedas, que eviten fenómenos perjudiciales para el usuario tal como; el

hidroplano (que es un fenómeno por acumulación de agua o humedad en la superficie de la vía que evita el frenado del vehículo y que pueden ocasionar accidentes)

Tipos de pavimentos

German Vivar Romero – “Diseño y Construcción de Pavimentos, Pág. 2. Los tipos de pavimentos se pueden clasificar en:

- **La calidad de los materiales empleados en su construcción;** afirmados, empedrados, estabilizados y aglomerados o mezclas asfálticas o de cemento portland.
- **Su estructura:** simples y reforzados (refuerzo principal, refuerzo secundario o ambos.)
- **El tipo de sollicitación que soportan a lo largo de su vida de servicio o el uso al que están destinados:** urbanos, industriales, de carreteras, de aeropuertos o deportivos. El periodo de vida para el que son diseñados y construidos: temporales y definitivos.
- **La forma en que se distribuyen las cargas al terreno:**
 - a) Pavimentos flexibles, las cargas uniformemente distribuidas por el peso de los vehículos, mediante los neumáticos, y cargas diversas de acuerdo al tonelaje de cada vehículo.

2.5 EVALUACION DE PAVIMENTOS

Según Elaboración propia-texto Ingeniería de Pavimentos ICG - 2013 M.Sc- José Rafael Menéndez Acurio Pág. 222. La incidencia de factores de diversos orígenes determina alteraciones de la superficie de rodamiento de los pavimentos que afectan la seguridad, comodidad y velocidad con que debe circular el tránsito vehicular presente y futuro.

La finalidad fundamental de todo proceso de **mantenimiento o refuerzo estructural** de los pavimentos en servicio, es corregir los defectos mencionados para alcanzar un

grado de transitabilidad adecuado durante un periodo de tiempo suficientemente prolongado que justifique la inversión necesaria.

Los defectos que se puedan presentar obedecen a diversas causas y factores, los que se mencionan a continuación:

- Diseños deficientes (ejemplos: empleo de métodos de diseño que resultan inadecuados en la actualidad: deficiente selección de materiales y de las características de los materiales empleados, incorrecta evaluación del tránsito existente y previsto durante el periodo de diseño del pavimento).
- Deficiencias durante el proceso constructivo en la calidad real de los materiales, espesor de la capa colocada o en las operaciones de construcción, particularmente en la densificación de las capas.
- Deficiente trazo geométrico de la vía, transversal y longitudinal, que afecta en las acumulaciones y deficiente drenaje de aguas pluviales que perjudican por filtración a las capas internas del pavimento.
- Factores climáticos regionales desfavorables (ejemplos. Elevación del nivel freático, inundaciones, lluvias prolongadas, insuficiencia de drenaje superficial)
- Incremento elevado o no considerado de las cargas circulantes en el pavimento y de su frecuencia con respecto a las previstas en el diseño original,
- Carencia y/o inadecuado mantenimiento por escasez de recursos económicos disponibles, selección de materiales y equipos, maquinaria especializada y personal capacitado. Fuente Elaboración propia-texto Ingeniería de Pavimentos ICG - 2013 M.Sc- José Rafael Menéndez Acurio Pág. 222.

2.5.1. Metodología de Evaluación de Pavimentos Flexibles

2.5.1.1 Aspectos generales del inventario de condición del pavimento

Según, el **Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial” versión marzo. 2014. pag 58**, El objetivo principal del inventario de condición de un pavimento es elaborar los inventarios detallados para establecer el estado actual de la vía y las medidas a realizar para la programación y ejecución de las actividades de conservación vial.

Las labores son esencialmente las siguientes:

- Información de referencia, que se realizaran de acuerdo a listas y formatos establecidos en el “Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial” versión marzo. 2014.
- Identificar las características principales y los puntos particulares.
- Preparar los cronogramas y la logística de los inventarios.
- Contar con información disponible (mapas, inventarios anteriores, informes técnicos y otros)

2.5.1.2. Información de referencia.

Según, el **Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial” versión marzo. 2014. pág. 58**La información de referencia incluye la codificación de la carretera, calzada, los carriles y las bermas, así como los puntos de referencia. Se establecerá un código de inventario a fin de introducir puntos de referencia para identificar los diferentes puntos de escape, ramales, cruces e intercambios, etc.

Identificación de las carreteras

Según, el **Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial” versión marzo. 2014. pag 59** En el caso general, las carreteras nacionales se identifican por el código de las rutas que aparece en el Clasificador de Rutas del

Sistema Nacional de Carreteras vigente del Ministerio de Transportes. Identificados dentro del rango de 01 – 99, el código oficial incluye dos cifras y a veces una letra .Las carreteras departamentales y comunales utiliza códigos mayores de 100. Para reservar posibilidades de expansión en las carreteras no nacionales, se utiliza una codificación con tres cifras y una letra, es decir cuatro posiciones:

- 3 cifras : 0 xx
- A veces un letra (A, B, C, N o S).

Descripción de las carreteras.

La descripción de las carreteras debe incluir:

- Código de la carretera.
- Descripción (texto libre)
- Ubicación del inicio (texto libre)
- Ubicación del fin (texto libre)
- Longitud.

Según, el **Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial”** versión marzo. 2014. pág. 60

Identificación de las calzadas

Según, el **Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial”** versión marzo. 2014. pág. 60 El número de calzadas de una carretera pueden variar (generalmente es de 1 ó 2) según su progresiva. Para identificarlas, se usa un código de 2 dígitos. Para describir cada una, se indica su sentido y la ubicación de su inicio. Dichos parámetros se define a continuación:

Sentido de una calzada

- CD (Creciente – Decreciente) para una calzada simple donde los carriles no son reservados a un solo sentido de tráfico; es el caso general de las carreteras de dos carriles.
- UC (Únicamente – Creciente) para una calzada donde el tráfico se desplaza en un sentido +único en todos sus carriles, en este caso en el sentido de los PR crecientes.
- UD (Únicamente – Decreciente) para una calzada donde el tráfico se desplaza en un sentido único en todos los carriles, en este caso en el sentido de los PR decrecientes.

Código de las calzadas

Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial” versión marzo. 2014. pág. 62, se puede usar cualquier símbolo, de dos dígitos, para la codificación de las calzadas, se detallan a continuación

Ubicación del inicio de una calzada

El inicio de una calzada se define por la progresiva de dicho punto desde el inicio de la carretera, y un PR ubicado en el sitio exacto del cambio de calzada. La progresiva se define como:

- Calzadas de sentido decreciente CD, o de sentido creciente de tráfico vehicular deben ser UC y UD de la misma longitud.

2.5.1.3 Codificación de los carriles y bermas

Los carriles y bermas de las carreteras pavimentadas se consideran bajo el rubro “faja” se identifican por el código de está y se describen por su ancho

Calzada pavimentada de doble sentido

Las fajas se codifican de derecha a izquierda, a partir de 1. En el caso general, la berma derecha recibe el código 1, los carriles los código 2 y 3, la berma izquierda el código 4. Si la calzada tiene más de dos carriles (por ejemplo, en caso de carril de ascenso), se ajusta la codificación a partir del código 1 para la berma derecha.

Carretera de dos calzadas

Una carretera de dos calzadas en general tiene una berma central y bermas laterales. La berma o separador central se considera como un elemento de la calzada de sentido UC y no recibe código de faja; se considera como un elemento de la carretera, Los carriles y la berma lateral si se codifican a partir de la berma central: el carril de tránsito rápido de las calzadas de sentido UC y UD recibe el código 1.

Códigos adicionales de faja.

En la base de datos se identifican por un número, 1; 2; 3...para describir cada carril y berma. En muchos casos, los datos son idénticos para todos los carriles (por ejemplo, capas del pavimento) o todas las fajas (por ejemplo, tipo del suelo de la subrasante). En estos casos, se puede usar los códigos siguientes en los formatos de actualización de la base de datos, con el fin de evitar repeticiones inútiles de datos:

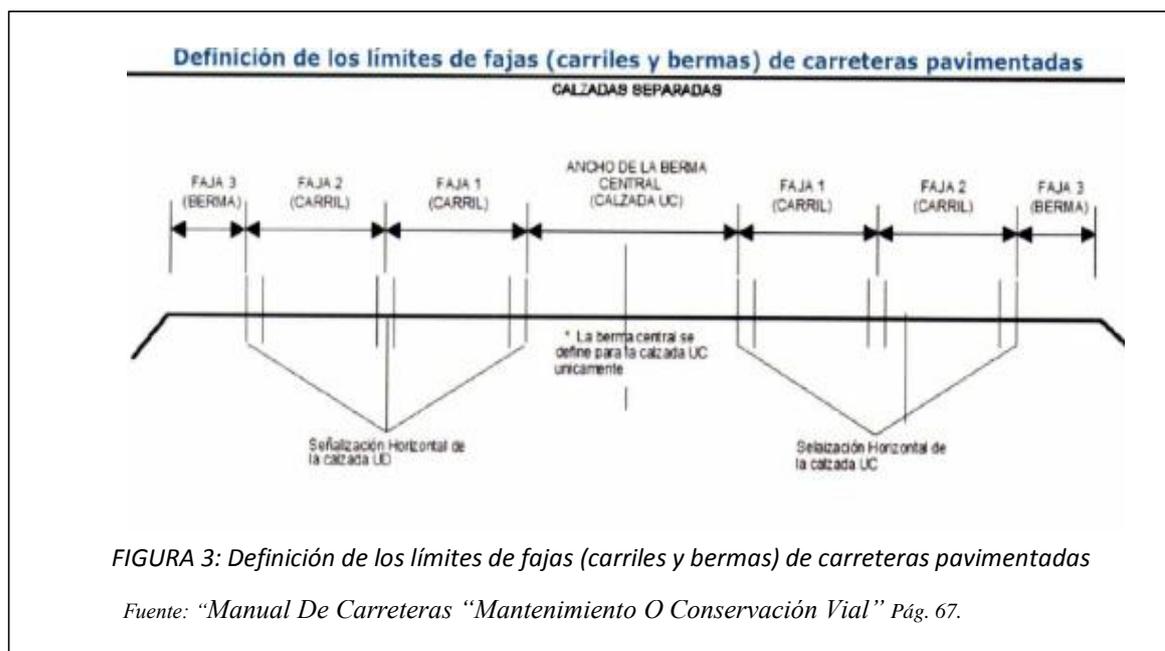
Códigos adicionales de faja:	Carriles y bermas
BI	Berma izquierda
BD	Berma derecha
C	Todos los carriles
T	Todos los carriles y berma

Trazado de las carreteras y ubicación de los PR

El trazado puede realizarse con un GPS, incluyendo longitud, latitud, altitud; y las distancias por el odómetro, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Código de la carretera/ calzada / carril.
- Coordenadas de las medidas de la trayectoria
- Distancia desde el origen.
- Fecha del inventario.

Los límites de fajas (carriles y bermas) de carreteras pavimentadas se adjunta en la siguiente figura.





PERÚ

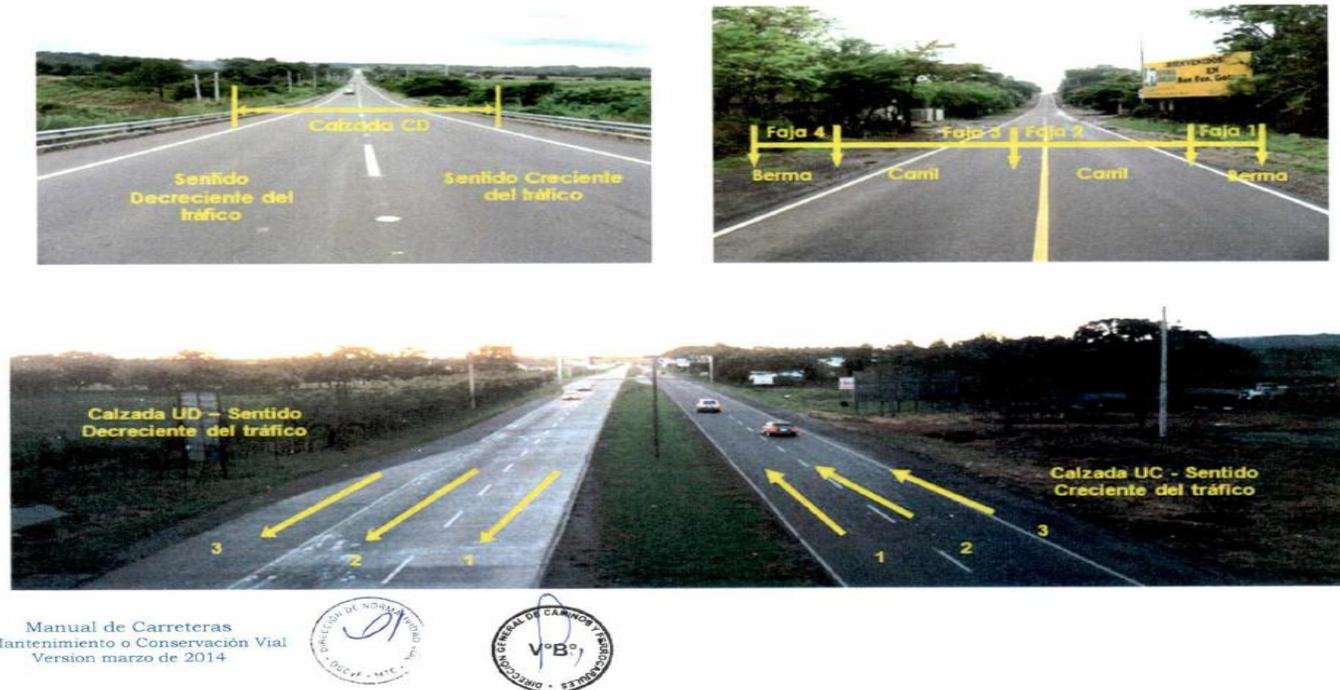
Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Transportes

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles

PAG. 68

FIGURA 4.0.3



Manual de Carreteras
Mantenimiento o Conservación Vial
Version marzo de 2014



FIGURA 4: definición de los límites de fajas (carriles y bermas) de carreteras pavimentadas

Fuente: "Manual De Carreteras "Mantenimiento O Conservación Vial" Pág. 68.

Puntos críticos

Según el **Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial” versión marzo. 2014. pág. 69**, se consideran bajo este rubro, a los lugares, sectores o tramos de la vía que se vean afectados por fenómenos de la naturaleza que afectan la normal transitabilidad de las carreteras y que por lo general, son los huayco, erosiones, socavaciones, inestabilidad de taludes, derrumbes y otros.

Se recolectan los tipos de datos siguientes de acuerdo a los formatos PUNTOS CRITICOS (IC – 08) del anexo A.

- Código carretera / calzada
- Inicio / fin
- Lado derecho, izquierdo, ambos
- Clase: erosión, huayco, socavaciones, inestabilidad de taludes y otros.
- Fecha de inventario.
- Los datos tendrán carácter descriptivo únicamente. Dicha tarea no se considera de la conservación vial rutinaria de las carreteras; se refiere a tareas excepcionales que requieren estudios específicos a realizar por las entidades involucradas.⁵

Plataforma

Según el **Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial” versión marzo. 2014. pág. 70**, la plataforma corresponde a la superficie superior de una carretera, incluye calzada, bermas y cunetas.

2.5.1.4 Recopilación de datos existentes

Según el **Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial” versión marzo. 2014. pág. 70**, los principales datos por recolectar se listan en los formatos ESTRUCTURA DE PAVIMENTO del Anexo A, que incluyen:

- Tipo, espesor, año de colocación de cada capa de pavimento
- Tipo, CBR, clasificación del suelo de la subrasante.

Con respecto a la subrasante, se indican la clasificación AASHTO y el valor de CBR medido a 95% de la densidad máxima definida por el ensayo Proctor Modificado después de 4 días de inmersión en agua.

- Formato ESTRUCTURA DE PAVIMENTO – CARRETERAS PAVIMENTADAS (IC – 11)
- Capa de rodadura y base asfáltica, base granular, y subbase.
- Subrasante.

Tipos de Materiales

Los tipos de materiales por considerar se alistan a continuación de acuerdo con los formatos ESTRUCTURA DE PAVIMENTO.

TABLA 1: Tipos de materiales para base y subbase

Código	Abreviación	Descripción
1	GNAT	Grava Natural
2	GCLA	Grava Clasificada
3	GTRI	Grava Triturada
4	AEN	Arena
5	GCEM	Grava Estabilizada por Cemento
6	ESTR	Estructura (Puente/Pontón)
7	SARE	Suelo Arenoso Cohesivo
8	SLIM	Suelo Limoso
9	OTRO	Otro tipo
10	DESC	Dato Desconocido

Fuente: "Manual De Carreteras "Mantenimiento O Conservacion Vial, Pág. 72

TABLA 2: Tipos de materiales de sub rasante

Tipos de Materiales de Subrasante		
Código	Abreviación	Descripción
1	SARC	Suelo Arenoso
2	SARE	Suelo Arenoso Cohesivo
3	SLIM	Suelo Limoso
4	SRP	Suelo Ripioso
5	SCON	Suelo Conglomerado
6	SROC	Suelo Rocoso
7	GNAT	Frava Natural
8	AREN	Arena No Cohesiva
9	OTRO	Otro Tipo
10	DESC	Dato Desconocido

Fuente: "Manual De Carreteras "Mantenimiento O Conservacion Vial" Pág. 72

Investigaciones geotécnicas en el terreno

Según el **Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial” versión marzo. 2014. pág.72**, el objetivo de la recolección de datos existentes es recolectar los datos descritos arriba para cada tramo homogéneo en cuanto a pavimento y subrasante:

- Tipo, espesor, año de colocación de cada capa del pavimento
- Tipo, CBR, clasificación del suelo de la subrasante.

Cuando los datos o si su confiabilidad es dudosa (datos propiamente dichos o ubicación), se necesita definir un programa de investigaciones geotécnicas en el terreno basado en calicatas para medir el espesor de las capas, calificar dichas capas y obtener muestras representativas de la subrasante. Las calicatas para las carreteras pavimentadas están ubicadas que no presentan huecos o baches, al lado de la capa de rodadura. Abarcan parte de la berma y de la calzada (máximo 50 cm dentro de la calzada). La profundidad es de 1 metro aproximadamente si se necesita sacar una muestra de la subrasante. Cuando se necesitan investigaciones en el terreno de la frecuencia es de una calicata cada 10 km. Pueden ensayos de laboratorio: se refieren al CBR de la subrasante y a los ensayos requeridos para la clasificación de su suelo (granulometría e índice de plasticidad).

Deterioros en la plataforma (calzada y bermas)

Según **Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial” versión marzo. 2014. pág. 60** El Los deterioros o falla en la calzada son parámetros básicos para el diagnóstico de la condición de las mismas. Deben identificarse y calificarse según los criterios lo más objetivos posibles. En el Manual, se emplea un catálogo de

deterioros viales significativos. Su objeto es la clasificación y cuantificación de los deterioros de carreteras pavimentadas por inventariar en la red vial. Para cada tipo de deterioro, se definen tres niveles de gravedad. El carácter práctico de dicho catalogo es fundamental para tener una cierta probabilidad de éxito. Su fin es describir los deterioros que influyen en los costos de obras de mantenimiento de manera significativa a nivel de la red vial.

A continuación se listan los tipos de daños en las calzadas del pavimento flexible seleccionado y sus criterios considerados por el catálogo. Luego se detallarán los procesos para definir índices sintéticos de la condición de los pavimentos.

2.6 DETERIORO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE – CALZADA Y BERMA

2.6.1 Calzada – Tipos de deterioros / fallas y niveles de gravedad

Según el **Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial” versión marzo. 2014. pág. 61**

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, la carpeta delgada de concreto asfáltico o tratamiento superficial).

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 superficial.

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

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

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 material, o por una condición local particular que el tráfico acentúa. Además, pueden resultar de la evolución de deterioros o fallas estructurales.

Se distinguen los siguientes:

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

El catalogo propone los tipos de deterioros o fallas en cuanto a la calzada de pavimento flexible, se adjunta en la siguiente tabla.

TABLA 3: Deterioros o fallas de pavimentos asfaltado

Clasificación de los deterioros/fallas	Código de deterioro falla	Deterioro / falla	Gravedad
Deterioros o Fallas Estructurales	1	Piel de cocodrilo	1: Malla grande > 0.5 m sin material suelto
			2: Malla mediana entre 0.3 y 0.5 m sin o con material suelto
	2	Fisuras longitudinales	3: Malla pequeña <0.3 m sin o con material suelto
			1: Fisuras finas en las huellas de tránsito ancho <= 1 mm.
	3	Deformación por deficiencia estructural	2: Fisuras medianas corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas ancho > 1 mm y <= 3 mm.
			3: Fisuras gruesas corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas ancho > 3 mm, también se denominan grietas.
	4	Ahuellamiento	1: Profundidad sensible al usuario <2 cm
			2: Profundidad entre 2 cm y 4 cm
5	Reparaciones o parchados	3: Profundidad > cm.	
		1: Profundidad sensible al usuario pero <= 6 mm	
6	Peladura y Desprendimiento	2: Profundidad > 6 mm y <= 12 mm	
		3: Profundidad > 12 mm.	
7	Baches (huecos)	1: Reparación o parchado para deterioros superficiales	
		2: Reparación de piel de cocodrillo o de fisuras longitudinales en buen estado.	
8	Fisuras transversales	3: Reparación de piel de cocodrillo o de fisuras longitudinales, en mal estado.	
		1: Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial)	
Superficiales	8	Fisuras transversales	2: Continuo sin aparición de la base granular o puntual con aparición de la base granular
			3: Continuo con la aparición de la base granular
Superficiales	8	Fisuras transversales	1: Diámetro < 0.2 mm
			2: Diámetro entre 0.2 y 0.5m.
Superficiales	8	Fisuras transversales	3: Diámetro > 05 m
			1: Fisuras finas ancho <= 1 mm
Superficiales	8	Fisuras transversales	2: Fisuras medianas corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas 1 mm y <= 3 mm
			3: Fisuras gruesas corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho >3 mm, también se denominadas grietas)

Fuente: “Manual De Carreteras “Mantenimiento O Conservación Vial” Pág. 87

2.6.2 Deterioros o Fallas Estructurales

1. Deterioro / falla 1: Piel de cocodrilo

Según el **Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial**” versión **marzo. 2014. pág. 88**

Descripción

La piel de cocodrilo está constituida por fisuras que forman polígonos irregulares de ángulos agudos. Puede ser en su principio, poco grave, mostrando polígonos incompletos dibujados en la superficie por fisuras cerradas (es decir, de ancho nulo). El tamaño de la malla disminuye luego bajo el efecto de las condiciones climáticas y del tráfico. Las fisuras se abren y se observan pérdidas de material en sus bordes.

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.

- 1:** Malla grande (mayor 0.5 m) sin material suelto
- 2:** Malla mediana (entre 0.3 y 0.5 m) sin o con material suelto
- 3:** Malla pequeña (menor 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 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.



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



FIGURA 6: Piel de cocodrilo (gravedad 2)

Gravedad 2: Malla Mediana (entre 0.30 y 0.5 m) sin material suelto

FUENTE: "Manual De Carreteras "Mantenimiento O Conservación Vial" Pág. 89

1: PIEL DE COCODRILO

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



FIGURA 7: Piel de cocodrilo (gravedad 3)

Gravedad 3: Malla Pequeña (menor a 0.30 m) sin material suelto

□ *FUENTE: "Manual De Carreteras "Mantenimiento O Conservación Vial" Pág. 90*

2. Deterioro / falla 2: Fisuras longitudinales

Según el **Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial” versión marzo. 2014. pág. 89**

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.

Niveles de Gravedad

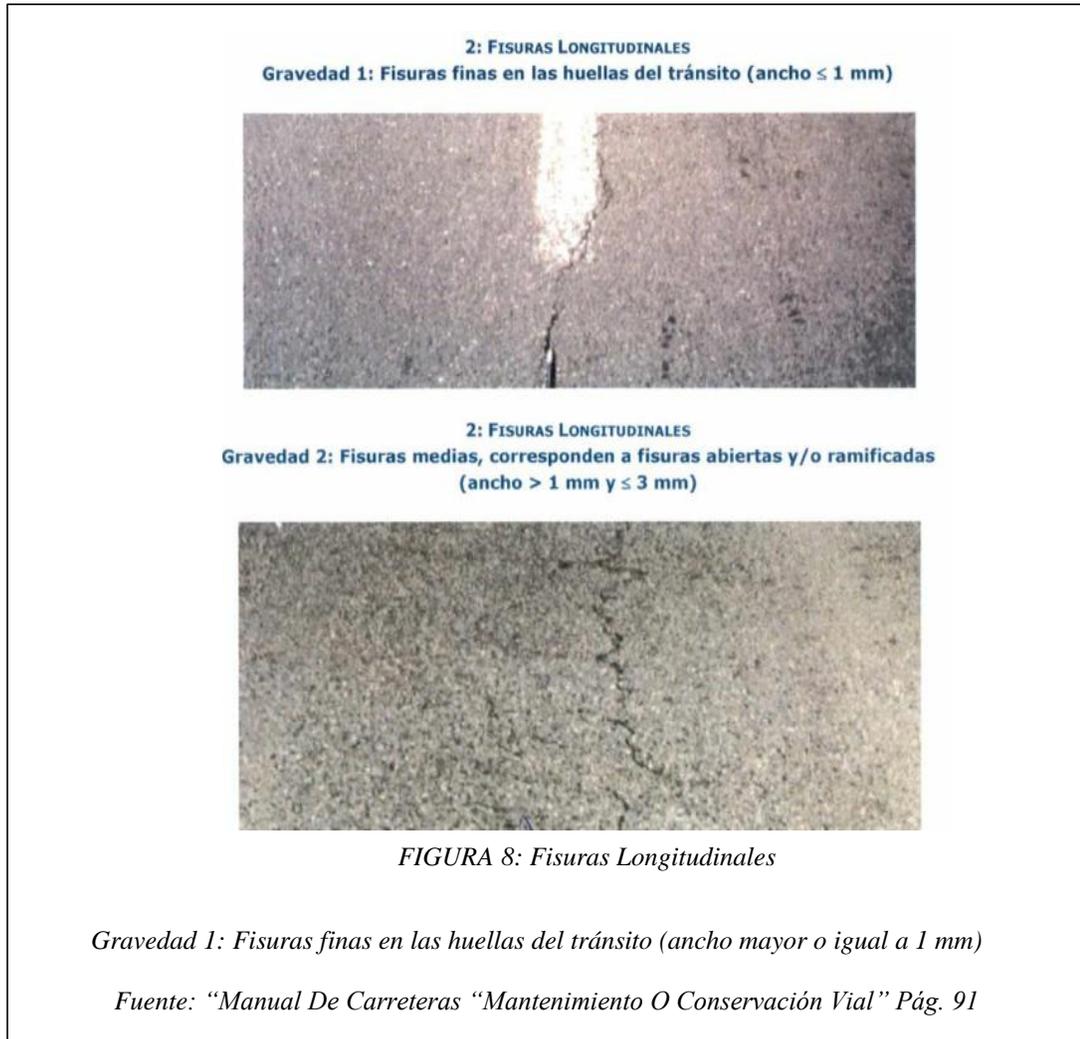
- 1: Fisuras finas en las huellas de tránsito (ancho mayor o igual a 1 mm)
- 2: Fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho mayor a 1 mm y menor o igual a 3 mm)
- 3: Fisuras gruesas, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho mayor a 3 mm).

Fisuras longitudinales y transversales: El nivel 1 corresponde al concepto AASHTO de “hairline crack” (fisura como un cabello), se puede considerar que el ancho es generalmente < 1 mm. En cuanto a las fisuras abiertas de gravedad 2, se considera que su ancho es generalmente > 1 mm con bordes verticales (sin desintegración de bordes) y $< o$ igual a 3 mm. Se vuelven de gravedad 3 cuando los bordes se desintegran y tienen un ancho > 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
- Sellos o carpeta asfáltica
- Rehabilitación o reconstrucción.



3. Deterioro / falla 3: Deformación por deficiencia estructural

Según el **Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial** versión marzo. 2014. **pág. 91**

Descripción

Las deformaciones propias de los pavimentos flexibles se caracterizan, en casi la totalidad de los casos, de acuerdo al detalle siguiente:

- 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. 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 0.8m del borde, debido al asentamiento de los materiales de una o varias capas del pavimento y de la subrasante bajo un tráfico pesado.

La depresión localizada es un hundimiento de la superficie del pavimento en un área localizada del mismo. Concerniente generalmente a la totalidad del borde del pavimento. Es una consecuencia del efecto 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 3a y 3b son consecuencias del fenómeno de fatiga de una o varias 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

1: Profundidad sensible al usuario < 2 cm

2: Profundidad entre 2 cm y 4 cm

3: 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 (figuraciones, deflexión y rugosidad) se consideran:

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





4. Deterioro / falla 4: Ahuellamiento

Según el **Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial** versión marzo. 2014. pág. 94

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 el 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 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 entre la gradación de los agregados y la calase de tránsito.

Niveles de Gravedad

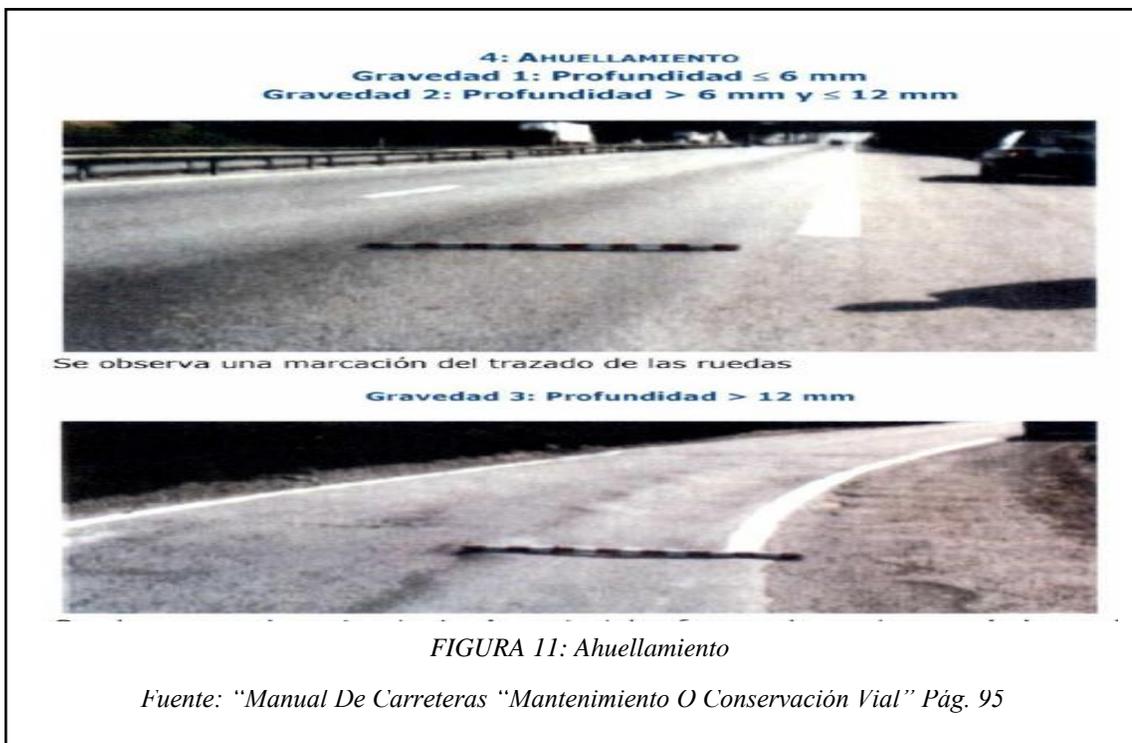
- 1: Profundidad < igual 6 mm
- 2: Profundidad > 6 mm y < igual 12 mm
- 3: Profundidad > 12 mm

Posibles medidas correctivas

Según la gravedad de las deformaciones 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)



5. Deterioro / falla 5: Reparaciones o parchado

Según el **Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial**” versión marzo. 2014. pág. 95

Descripción

Las reparaciones están destinadas a mitigar los defectos del pavimento, de manera provisional o definitiva: su número, extensión y frecuencia son elementos del diagnóstico. Las reparaciones representan fallas y deben ser calificadas en el momento del examen visual, pueden ser tomadas 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 este estado. Si se aplica a la fisuración

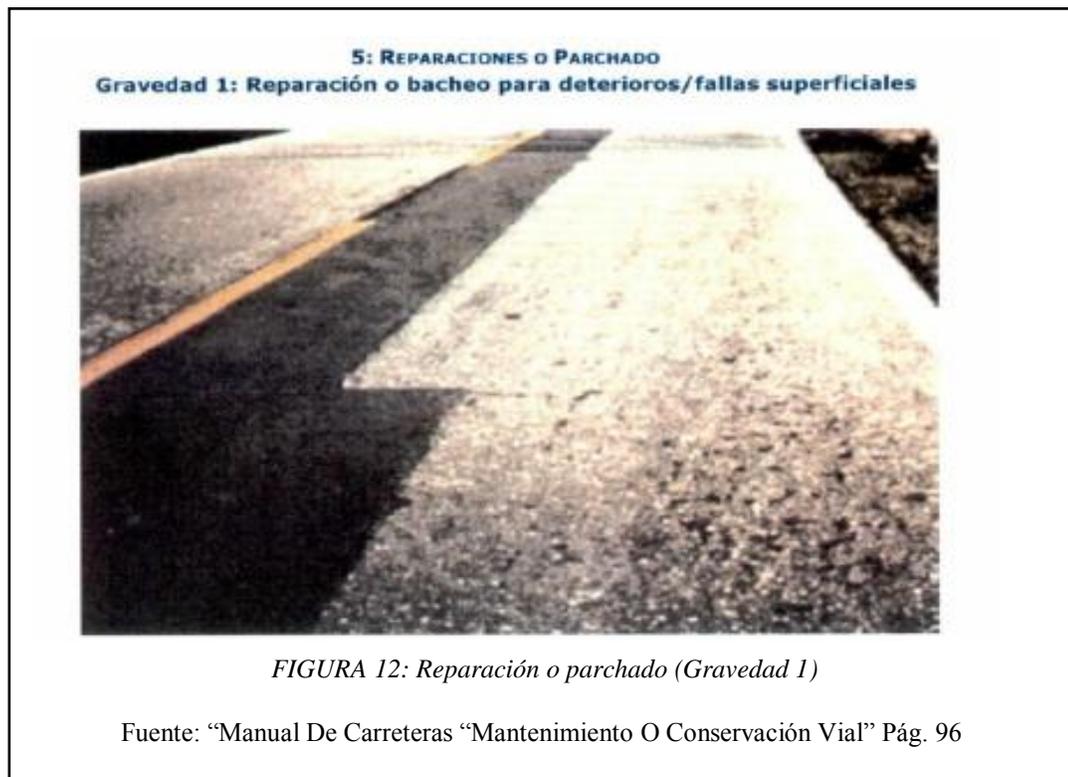
estructural, se considera como factor agravante, de estos conceptos resultan los niveles de gravedad.

Causas

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

Niveles de Gravedad

- 1: Reparación o parchado para deterioros 7 fallas superficiales
- 2: Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en buen estado
- 3: Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en mal estado.



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



FIGURA 13: Reparación o parchado (Gravedad 2)

Fuente: "Manual De Carreteras "Mantenimiento O Conservación Vial" Pág. 96

2.6.3 DETERIOROS O FALLAS SUPERFICIALES

Según el **Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial” versión marzo. 2014. pág. 97**

1. Deterioro / falla 6: Peladura y desprendimientos

Descripción

Este deterioro incluye:

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

Causas

Esta falla indica las siguientes causas:

- Defecto de adherencia del asfalto o 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

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

2: Continuo sin aparición de la base granular o puntual con aparición de la base granular

3: Continuo con la 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
- Reparaciones con mezcla en caliente o tratamiento superficial
- Carpeta asfáltica, tratamiento superficial





2. Deterioro / falla 7: Baches (Huecos)

Según el **Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial” versión marzo. 2014. pág. 99**

Descripción

Los baches o huecos son consecuencia normalmente del desgaste o de la destrucción de la capa de rodadura. Al inicio su tamaño es pequeño, por falta de mantenimiento estos aumentan y crecen 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

- 1: Diámetro < 0.2 m
- 2: Diámetro entre 0.2 y 0.5 m
- 3: 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.



3. Deterioro / falla 8: Fisuras transversales

Según el **Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial**” versión marzo. 2014. pág. 100

Descripción

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

Causas

Esta falla proviene de las siguientes causas:

- Retracción térmica de la mezcla asfáltica por pérdida de flexibilidad debido a un exceso de filler (finos pasante la malla N° 200) o envejecimiento del asfalto
- Reflexión de grietas de capas inferiores y apertura de juntas de construcción.

Niveles de Gravedad

Son iguales a los niveles definidos para las fisuras longitudinales

1: Finas (ancho $< 0 = 1$ mm).

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

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

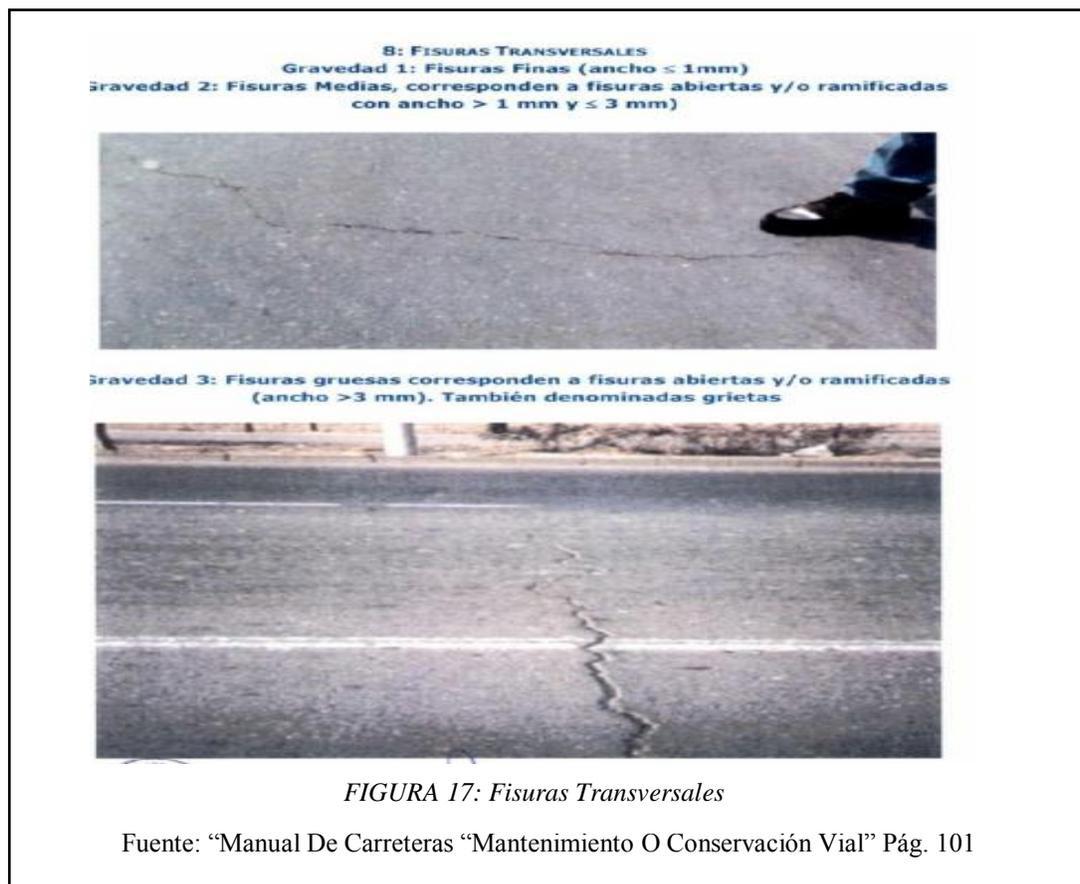
Fisuras longitudinales y transversales: El nivel 1 corresponden al concepto del AASHTO de “hairline crack” (fisura como un cabello), se puede considerar que el ancho es inferior a 1.0mm. En cuanto a las fisuras abiertas de gravedad 2, se

considera que su ancho es 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 acompañan y su extensión, se consideran las siguientes medidas correctivas:

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



2.6.4 Proceso de los datos básicos de deterioros / fallas

Según el **Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial**” versión **marzo. 2014. pág. 104**. El objeto del proceso es calificar la condición superficial de un pavimento flexible (asfáltico) de la carretera por secciones de 200 m de calzada. Para cada sección de 200 m se califica la condición de la capa de rodadura del pavimento de la calzada, considerando cada tipo de deterioro o falla según el nivel de gravedad de dicho tipo y su clase de extensión.

El inicio y fin del nivel de gravedad de cada tipo de deterioro o falla observado tienen que localizarse. Luego dichos datos básicos se procesan aplicando una tabla N° 4 de valoración que define la clase de extensión para la longitud de la sección de 200 m que presenta el deterioro, tabla N°5, que se aplica para baches o huecos, y la tabla, que precisa el ancho de influencia de las fisuras longitudinales y transversales según la gravedad del deterioro o falla y la tabla, que describe el proceso de calificación de condición superficial según el tipo de deterioro o falla.

TABLA 5: Clase de extensión de los daños de los pavimentos

CLASE	DESCRIPCION	CRITERIO DE EXTENSION (% de la Longitud de la sección)
1	Leve	Menor que el 10 %
2	Moderado	entre 10 y 30 %
3	Severo	mayor que el 30 %

Fuente: Manual De Carreteras - Mantenimiento O Conservación Vial – 2014, Pág. 105

En cuanto a baches (huecos), se necesita una información adicional para calificar su “densidad” en la sección afectada, numero de baches (huecos) por sección de 200 m.

Se usa la escala siguiente.

TABLA 6: Clase densidad de los baches (huecos) de los pavimentos flexibles

CLASE	DESCRIPCION	CRITERIO DE DENSIDAD DE BACHES (HUECOS) (número / 200 m)
1	Leve	Menor a 4
2	Moderado	Entre 4 y 10
3	Severo	Mayor a 10

Fuente: Manual De Carreteras - Mantenimiento O Conservación Vial – 2014, Pág. 105

Para el cálculo del área de las fisuras longitudinales y transversales se tomará en cuenta la longitud de las fisuras por un ancho de influencia asignado según la gravedad del deterioro o falla.

TABLA 7: Ancho de influencia de las fisuras longitudinales y transversales asignado según su gravedad.

GRAVEDAD	ANCHO DE INFLUENCIA (m)
1	0.10 m
2	0.30 m
3	0.50 m

Fuente: Manual De Carreteras - Mantenimiento O Conservación Vial – 2014, Pág. 105

TABLA 8: Tabla para calificación para cada tipo de deterioro o falla de rodadura por secciones de 200 m. de carreteras con pavimento flexible.

Clasificación de los Deterioros / Fallas	Código de daño	Deteriores / Fallas	Gravedad (G)	Medidas: Área de deterioro (A) (m²) Número de deterioros (N) Longitud del deterioro (L) (m)	Ancho de la Sección Evaluada (a) (m)	Longitud de la Sección Evaluada (l) (m)	Área de la Sección Evaluada (A _E) (m²)	Porcentaje de Extensión del deterioro/falla (EF%)	Extensión Promedio Ponderada	Porcentaje de Condición Según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla			Puntaje de Condición Resultante Por Cada Tipo de Deterioro/Falla
										0: Sin Deterioros o Fallas	1: Leve EF = menor a 15%	2: Moderado EF = entre 16% y 35%	
CALCULO Deteriores e Fallas Estructurales	1	Pav de concreto	1. Mala granza (> 0.5 m) sin material suelto	Área (A _D) = L x G x 0.15 (m²) A _D = Longitud x Ancho del deterioro	ancho calzada	100	ancho calzada ²	EF _D = A _D / A _E x 100		0 = 0 y < 40 = 40 y < 200 = 200			
			2. Mala mediana (entre 0.3 y 0.4 m) con o con material suelto	Área (A _D) = Caso 1 Gravedad 2 A _D = Longitud x Ancho del deterioro	ancho calzada	200	ancho calzada ² x 200	EF _D = A _D / A _E x 100	EF _D = (EF _{D1} x A _{D1} + EF _{D2} x A _{D2} + EF _{D3} x A _{D3}) / (A _{D1} + A _{D2} + A _{D3})				
			3. Mala señalera (> 0.3 m) sin o con material suelto	Área (A _D) = Caso 1 Gravedad 3 A _D = Longitud x Ancho del deterioro	ancho calzada	300	ancho calzada ² x 300	EF _D = A _D / A _E x 100					
	2	FUEGOS longitudinales	1. Fuegos fijos en las juntas de dilatación (ancho < 1 mm)	Área (A _D) = Caso 2 Gravedad 1 A _D = Longitud x 0.15 (Ancho de influencia)	ancho calzada	300	ancho calzada ² x 300	EF _D = A _D / A _E x 100		EF _D = (EF _{D1} x A _{D1} + EF _{D2} x A _{D2} + EF _{D3} x A _{D3}) / (A _{D1} + A _{D2} + A _{D3})			
			2. Fuegos móviles corresponden a Fuegos abiertos ya cerrados (ancho < 1 mm a 2 mm)	Área (A _D) = Caso 2 Gravedad 2 A _D = Longitud x 0.25 (Ancho de influencia)	ancho calzada	300	ancho calzada ² x 300	EF _D = A _D / A _E x 100					
			3. Fuegos gruesos corresponden a fuegos abiertos ya cerrados (ancho < 3 mm). También se denominan grietas.	Área (A _D) = Caso 2 Gravedad 3 A _D = Longitud x 0.35 (Ancho de influencia)	ancho calzada	300	ancho calzada ² x 300	EF _D = A _D / A _E x 100					
	3	Deformación por deflexión estructural	1. Profundidad sensible al usuario > 2 cm	Área (A _D) = Caso 3 Gravedad 1 A _D = Longitud x Ancho del deterioro	ancho calzada	200	ancho calzada ² x 200	EF _D = A _D / A _E x 100	EF _D = (EF _{D1} x A _{D1} + EF _{D2} x A _{D2} + EF _{D3} x A _{D3}) / (A _{D1} + A _{D2} + A _{D3})				
			2. Profundidad entre 1 cm y 2 cm	Área (A _D) = Caso 3 Gravedad 2 A _D = Longitud x Ancho del deterioro	ancho calzada	200	ancho calzada ² x 200	EF _D = A _D / A _E x 100					
			3. Profundidad < 1 cm	Área (A _D) = Caso 3 Gravedad 3 A _D = Longitud x Ancho del deterioro	ancho calzada	200	ancho calzada ² x 200	EF _D = A _D / A _E x 100					
	4	Anillo asfáltico	1. Profundidad sensible al usuario entre < 5 mm	Área (A _D) = Caso 4 Gravedad 1 A _D = Longitud x Ancho del deterioro	ancho calzada	300	ancho calzada ² x 300	EF _D = A _D / A _E x 100	EF _D = (EF _{D1} x A _{D1} + EF _{D2} x A _{D2} + EF _{D3} x A _{D3}) / (A _{D1} + A _{D2} + A _{D3})				
			2. Profundidad < 6 mm y < 12 mm	Área (A _D) = Caso 4 Gravedad 2 A _D = Longitud x Ancho del deterioro	ancho calzada	300	ancho calzada ² x 300	EF _D = A _D / A _E x 100					
			3. Profundidad < 12 mm	Área (A _D) = Caso 4 Gravedad 3 A _D = Longitud x Ancho del deterioro	ancho calzada	300	ancho calzada ² x 300	EF _D = A _D / A _E x 100					
	5	Reparaciones o parchados	1. Reparación o parchado con deterioro superficial	Área (A _D) = Caso 5 Gravedad 1 A _D = Longitud x Ancho del deterioro	ancho calzada	200	ancho calzada ² x 200	EF _D = A _D / A _E x 100	EF _D = (EF _{D1} x A _{D1} + EF _{D2} x A _{D2} + EF _{D3} x A _{D3}) / (A _{D1} + A _{D2} + A _{D3})				
			2. Reparación de grietas longitudinales, en sub-entado	Área (A _D) = Caso 5 Gravedad 2 A _D = Longitud x Ancho del deterioro	ancho calzada	200	ancho calzada ² x 200	EF _D = A _D / A _E x 100					
			3. Reparación de grietas longitudinales, en ras-entado	Área (A _D) = Caso 5 Gravedad 3 A _D = Longitud x Ancho del deterioro	ancho calzada	200	ancho calzada ² x 200	EF _D = A _D / A _E x 100					

Continua....

Clasificación de los Deterioros / Fallas	Código de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas Área de deterioro Aij (m²) Número de deterioros (Ni) Longitud del deterioro (Lij)	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (m²) As	Porcentaje de Extensión del deterioro/falla (EFij)	Extensión Promedio Ponderada	Puntaje de Condición Según Extensión de Caña Tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de Condición Resultante Por Cada Tipo de Deterioro/Falla
										0: Sin Deterioros o sin fallas	1: Low EFP - Menor a 10%	2: Moderado EFP - entre 10% y 30%	3: Severo EFP - mayor a 30%	
CAI ZANCA Deterioros o Fallas superficiales	6	Pisadura y Desprendimiento	1: Puntual sin aparición de la base granular (calzadura superficial)	Área (A ₆₁) Daño 6 Gravedad 1 A ₆₁ = Longitud x Ancho (del deterioro)	ancho calzada	200	ancho calzada x 200	EF ₆₁ = (A ₆₁ /As) x 100	$EFp = [(EF_{61} \times A_{61} + EF_{62} \times A_{62} + EF_{63} \times A_{63}) / (A_{61} + A_{62} + A_{63})]$	0	≥ 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	
			2: Continuo sin aparición de la base granular o puntual con aparición de la base granular.	Área (A ₆₂) Daño 6 Gravedad 2 A ₆₂ = Longitud x Ancho (del deterioro)	ancho calzada	200	ancho calzada x 200	EF ₆₂ = (A ₆₂ /As) x 100						
			3: Continuo con aparición de la base granular	Área (A ₆₃) Daño 6 Gravedad 3 A ₆₃ = Longitud x Ancho (del deterioro)	ancho calzada	200	ancho calzada x 200	EF ₆₃ = (A ₆₃ /As) x 100						
	7	Rachas (fisuras)	1: Diámetro < 0,2 m	Número (N ₇₁) Daño 7 Gravedad 1					$EFp = N_{71} + N_{72} + N_{73}$	0	≥ 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	
			2: Diámetro entre 0,2 y 0,5 m	Número (N ₇₂) Daño 7 Gravedad 2										
			3: Diámetro > 0,5 m	Número (N ₇₃) Daño 7 Gravedad 3										
	8	Fisuras transversales	1: Fisuras Finas (ancho < 1 mm)	Área (A ₈₁) Daño 8 Gravedad 1 A ₈₁ = Longitud x 0,1 (Ancho de influencia)	ancho calzada	200	ancho calzada x 200	CF ₈₁ = (A ₈₁ /As) x 100	$CFp = [(CF_{81} \times A_{81} + CF_{82} \times A_{82} + CF_{83} \times A_{83}) / (A_{81} + A_{82} + A_{83})]$	0	≥ 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	
			2: Fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm < 3 mm)	Área (A ₈₂) Daño 8 Gravedad 2 A ₈₂ = Longitud x 0,2 (Ancho de influencia)	ancho calzada	200	ancho calzada x 200	EF ₈₂ = (A ₈₂ /As) x 100						
			3: Fisuras gruesas, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 3 mm). También se denominan grietas.	Área (A ₈₃) Daño 8 Gravedad 3 A ₈₃ = Longitud x 0,30 (Ancho de influencia)	ancho calzada	200	ancho calzada x 200	EF ₈₃ = (A ₈₃ /As) x 100						
	9	Exfoliación	1: Puntual	Área (A ₉₁) Daño 9 Gravedad 1 A ₉₁ = Longitud x Área (del deterioro)	ancho calzada	200	ancho calzada x 200	CF ₉₁ = (A ₉₁ /As) x 100	$CFp = [(CF_{91} \times A_{91} + CF_{92} \times A_{92} + CF_{93} \times A_{93}) / (A_{91} + A_{92} + A_{93})]$	0	≥ 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	
			2: Continuo	Área (A ₉₂) Daño 9 Gravedad 2 A ₉₂ = Longitud x Ancho (del deterioro)	ancho calzada	200	ancho calzada x 200	EF ₉₂ = (A ₉₂ /As) x 100						
			3: Continuo con superficie vaciada	Área (A ₉₃) Daño 9 Gravedad 3 A ₉₃ = Longitud x Ancho (del deterioro)	ancho calzada	200	ancho calzada x 200	EF ₉₃ = (A ₉₃ /As) x 100						
BERMAS Pavimentadas y No Pavimentadas	10	Daños Puntuales	1: Daño puntual (bacheo o huecos, empujón)	Área (A ₁₀₁) Daño 10 Gravedad 1 A ₁₀₁ = Longitud x Ancho (del deterioro)	ancho borma	200	ancho bormas x 200	EF ₁₀₁ = (A ₁₀₁ /As) x 100	$CFp = [(CF_{101} \times A_{101} + CF_{102} \times A_{102} + CF_{103} \times A_{103}) / (A_{101} + A_{102} + A_{103})]$	0	≥ 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	
			2: Daño en menos del 30 % de la longitud	Área (A ₁₀₂) Daño 10 Gravedad 2 A ₁₀₂ = Longitud x Ancho (del deterioro)	ancho borma	200	ancho bormas x 200	EF ₁₀₂ = (A ₁₀₂ /As) x 100						
			3: Daño en más del 30 % de la longitud	Área (A ₁₀₃) Daño 10 Gravedad 3 A ₁₀₃ = Longitud x Ancho (del deterioro)	ancho borma	200	ancho bormas x 200	EF ₁₀₃ = (A ₁₀₃ /As) x 100						
11	Desnivel Calzada - Rama	1: Desenivel leve < 15 mm	Longitud (L ₁₁₁) Daño 11 Gravedad 1		200		EF ₁₁₁ = (L ₁₁₁ /200) x 100	$EFp = [(EF_{111} \times L_{111} + EF_{112} \times L_{112} + EF_{113} \times L_{113}) / (L_{111} + L_{112} + L_{113})]$	0	≥ 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100		
		2: Desenivel moderado entre 15 y 50 mm	Longitud (L ₁₁₂) Daño 11 Gravedad 2		200		EF ₁₁₂ = (L ₁₁₂ /200) x 100							
		3: Desenivel severo > 50 mm	Longitud (L ₁₁₃) Daño 11 Gravedad 3		200		EF ₁₁₃ = (L ₁₁₃ /200) x 100							
SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN														

Fuente: Manual De Carreteras - Mantenimiento O Conservación Vial – 2014.,

2.7. USO DE LOS GEOSINTETICOS (GEOTEXTIL)

Según el *Manual de Diseño Geosistemas PAVCO* pág. 3 El concepto de reforzar suelos ha permanecido vigente ante las crecientes necesidades de la humanidad, tanto que en 1926 se dio el primer intento de uso de fibras sintéticas en el refuerzo de una estructura de pavimentación. El propulsor de dicho experimento fue el Departamento de Vías de Carolina del Sur en Estados Unidos (Koerner, 1997). El ensayo consistió en disponer una gruesa capa de algodón sobre la capa de base del pavimento flexible para luego verter asfalto caliente sobre la fibra y protegerlo con una delgada capa de arena. Los resultados del experimento fueron publicados en 1935, mostrando una reducción de las fallas localizadas y el agrietamiento en la estructura y buenas condiciones de servicio antes de que la fibra se deteriorara completamente. Este proyecto demostró la relevancia de usar cuerpos ajenos al material, que cumplan las funciones de mejoramiento del material natural propias de las fibras sintéticas que conocemos hoy en día.

El desempeño general de los geosintéticos permite proveer soluciones eficientes a la ingeniería en diversas escalas. Su amplio uso se ha alcanzado gracias a las ventajas comparativas frente a otros métodos de mejoramiento de condiciones in-situ dentro de las cuales se destacan: a) un mejor desempeño de la función específica: por su estricto control de calidad y desarrollo tecnológico están calificados en el cumplimiento de funciones específicas y b) economía en su uso: ya sea por menor inversión inicial o por prolongación de la vida útil de la estructura.

2.7.1. Concepto de Geotextil

Un **geotextil** es una tela permeable y flexible de fibras sintéticas, principalmente polipropileno y poliéster, las cuales se pueden fabricar de forma no tejida (non woven) o tejida (woven) dependiendo de su uso o función a desempeñar.

Fuente Internet.

- Se fabrican generalmente desde 90 hasta 400g/m² y sus principales aplicaciones son: el control de la erosión, el refuerzo de suelos, la filtración y separación entre capas de materiales, el proporcionar una capa drenante y la protección de geosintéticos.
- El mercado de los geotextiles es sumamente extenso y se fabrican en los Estados Unidos, Canadá, Europa y Asia. Se fabrican una gran cantidad de geotextiles con las más variadas características:
- Algunos geotextiles tienen un espesor de algunos milímetros y una estructura permeable. Estos pueden constituirse en drenes.
- Otros geotextiles son impermeables, estos pueden ser utilizados para impermeabilizar canales o embalses, ya sea recubriéndolos con una camada de tierra o utilizándolos para aumentar la impermeabilidad de revestimientos de cemento.
- Algunos geotextiles son resistentes a la tracción, estos pueden ser utilizados para aumentar la resistencia del suelo frente a deslizamientos, llegándose a formar taludes estructurados con geotextiles.

2.7.2 Características de los geosintéticos empleados en pavimentación

Según el **Manual de Diseño Geosistemas PAVCO** **pág. 5**

Para analizar y comprender la evolución de los geosintéticos, es necesario estudiar su naturaleza, funcionalidad y ventajas dentro del desarrollo de un proyecto de pavimentación. Los principales geosintéticos empleados en este tipo de proyectos son los geotextiles, las geomallas, los geobloques y los geodrenes.

En la literatura existe una gran cantidad de bibliografía sobre el uso, las experiencias, las ventajas y las desventajas de los materiales geosintéticos en proyectos geotécnicos (**Koerner, 1997; PAVCO, 2002; Tensar, 2002; DaSilva, 1994; FAO, 2001, entre otros**). En términos generales, se puede afirmar que estos materiales han revolucionado el diseño y construcción de obras civiles alrededor del mundo. Su importancia radica en que son eficientes en la solución en problemas tradicionales que involucran suelos naturales con dificultades (baja capacidad portante, agua libre, contaminación de suelos granulares con suelos finos de baja calidad, etc.).

2.7.3. Los Geosintéticos en la Repavimentación, y/o Rehabilitación de Pavimentos.

Según (Koerner, 1997; PAVCO, 2002; Tensar, 2002; DaSilva, 1994; FAO, 2001,

En los geosintéticos empleados para tareas de mantenimiento y/o rehabilitación de pavimentos se cuentan con diversos tipos, los empleados y recomendados para este tipo de trabajo, son

Geotextil Tejido

La tela o la malla están tejidas con fibras en dos direcciones, (trama y urdimbre).

Pueden ser:

- a. Tejidos planos.

b. Tricotados.



FIGURA 18: Geotextil

Fuente: <http://www.controlerosion.es/productos/geotextiles>

2.7.4 Propiedades de los geotextiles.

Según el Manual de Diseño Geosistemas PAVCO. El geotextil es una malla compuesta por fibras sintéticas cuyas funciones principales se basan en su resistencia mecánica a la perforación y tracción, y a su capacidad drenante. Sirven en la construcción de sub-bases de carreteras y ferrocarriles, en presas, evitan posibles erosiones realizan funciones de drenaje en canales, muros de contención, etc.

Los geotextiles sirven para separar suelos de diferente granulometría estabilizando el terreno, para protección de láminas impermeabilizantes. Los geotextiles pueden desempeñar distintas funciones:

Separación

Según el Manual de Diseño Geosistemas PAVCO pág. 5. La separación impide el contacto entre dos superficies de distintas propiedades físicas, lo cual evita su mezcla y contaminación aunque permite el flujo libre de líquidos filtrándolos a través del geotextil, puede ser entre dos capas diferentes de suelo aportado o entre suelo natural y de aporte.

En la función de separación deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Resistencia a la tracción.
- Resistencia al punzonamiento.
- Elongación a la rotura.
- Perforación dinámica por caída libre de cono.
- Abertura de poros eficaz.
- Espesor del geotextil.

Filtración

Según el Manual de Diseño Geosistemas PAVCO pág. 5. La filtración es la propiedad de retención de un material de ciertas partículas sometidas a fuerzas hidrodinámicas al tiempo que permite el paso de fluidos. La función de filtro debe garantizar su estabilidad hidráulica.

En esta función de filtración deben tenerse en cuenta los siguientes parámetros:

- Permeabilidad.
- Abertura eficaz de los poros.

- Espesor del geotextil.

Drenaje

Según el Manual de Diseño Geosistemas PAVCO pág. 5 El drenaje es el proceso mediante el cual se realiza el pasaje de un lugar a otro de un fluido (líquido o gas), evacuándolo. De esta manera se efectúa la eliminación por evacuación en el espesor del geotextil sin producir el lavado de finos.

En esta función de drenaje deben tenerse en cuenta los siguientes parámetros:

- Permeabilidad en el plano del geotextil
- Espesor del geotextil

Refuerzo

Según el Manual de Diseño Geosistemas PAVCO pág. 6 El refuerzo del geotextil se consigue por las propiedades que poseen ciertos geotextiles, mejorando sus propiedades mecánicas y disminuyendo el nivel de cargas sobre el terreno porque realiza un trabajo de homogeneizar las cargas sobre una superficie extensa.

Consideramos dos tipos de refuerzos:

Refuerzo en la tracción, eliminando las fuerzas de vuelco. Por ejemplo: en muros de contención, por intercalación del geotextil hacia el interior del muro.

Estabilización del suelo mediante confinamiento de partículas evacuando por supresión el agua contenida.

En esta función de refuerzo deben tenerse en cuenta los siguientes parámetros:

Resistencia mecánica a la tracción, punzonamientos y desgarró. Fatiga y fricción contra el terreno. Además ayuda a mejorar la calidad de soporte del suelo.

El geotextil tejido de Repavimentación funciona como una intercepta en la estructura de pavimento y es usado para prevenir o reducir el calçado de grietas, la aparición de grietas del tipo de piel de cocodrilo y los fenómenos de ahuellamiento y corrugamiento. Las dos funciones básicas que cumple el geotextil impregnado con asfalto, se relacionan a continuación:

Barrera Impermeabilizadora

Según el Manual de Diseño Geosistemas PAVCO, debido a el agua que se alcanza a infiltrar se ablandan los suelos afectando los parámetros de resistencia y deformabilidad de la estructura, además el incremento de presiones de poros reduce los esfuerzos efectivos del suelo, disminuyendo la disipación de los esfuerzos producidos por cargas de tráfico a través de las capas granulares, siendo estos transmitidos directamente por el agua que se encuentra entre las partículas de suelo a la subrasante. Con el fin de evitar las situaciones anteriores, es necesario la colocación de una barrera Impermeabilizadora que detenga el proceso de infiltración, prolongando la vida útil del pavimento, disminuyendo los costos de mantenimiento y posponiendo un nuevo proceso de repavimentación.

El geotextil tejido de pavimentación y repavimentación, sirve como medio para albergar una cantidad determinada de asfalto residual hasta lograr su saturación, además de una cantidad adicional para permitir la adhesión del geotextil a la superficie antigua (capa

asfáltica inferior) y a la nueva capa de rodadura. Según el Manual de Diseño Geosistemas PAVCO

El geotextil para repavimentación alivia parcialmente la transferencia de esfuerzos inducidos por el tráfico en la cercanía de las grietas, actuando como una capa aliviadora de esfuerzos.

2.7.5. Comparaciones Entre Geotextiles Tejidos Y No Tejidos

Según el **Manual Geosistemas PAVCO – Soluciones Geotextiles – Tejidos y No Tejidos, pág. 2.**

GEOTEXTILES TEJIDOS

Son aquellos formados por cintas de alta resistencia. Están conformados mediante cintas de polipropileno en sentido de urdimbre (sentido longitudinal) y de trama (sentido transversal). Es el tejido más simple y eficiente, conocido también como uno arriba y uno abajo, dando como resultado una estructura plana. Su resistencia a la tracción es de tipo biaxial (en los dos sentidos de su fabricación). Gracias a su estructura y las características de las cintas empleadas, son reconocidos por tener altas resistencias y bajas deformaciones; su aplicación está orientada al refuerzo de vías, muros, terraplenes y cimentaciones.

FUNCIONES

- Separación.
- Refuerzo.
- Estabilización.
- Repavimentación.

GEOTEXTILES TEJIDOS

ESPECIFICACIÓN INTERNACIONAL GEOTEXTIL PAVCO T2400



Es un Geotextil Tejido de polipropileno, conformado por un sistema de cintas planas, tejidas entre sí. Este Geotextil se produce en una de las plantas de PAVCO S.A., bajo un Sistema de Gestión de Calidad de acuerdo con los requerimientos de la Norma de Calidad ISO 9001:2000. Es altamente resistente a la degradación biológica y química, que normalmente se encuentra en los suelos. Los valores de las propiedades que aparecen en esta especificación¹ son obtenidos en el Laboratorio de Control de Calidad de Geotextiles PAVCO S.A.

	PROPIEDADES	NORMA	UNIDAD	VALOR TÍPICO ²
MECÁNICAS	Método Grab Resistencia a la Tensión Elongación	ASTM D 4632	N (lb) %	1560 (351) 20
	Método de la Tira Ancha Sentido Longitudinal Elongación	ASTM D 4595	kN / m %	40 22
	Sentido Transversal Elongación	ASTM D 4595	kN / m %	43 16
	Resistencia al Punzamiento	ASTM D 4833	N (lb)	780 (176)
	Resistencia al Punzamiento CBR	ASTM D 6241	kN	6.2
	Resistencia al Rasgado Trapezoidal	ASTM D 4533	N (lb)	570 (128)
	Método Bullen - Bust Resistencia al Estallido	ASTM D 3786	Kpa (psi)	5141 (745)
HIDRAULICAS	Tamaño de Abertura Aparente	ASTM D 4751	mm (No Tamiz)	0.850(20)
	Permeabilidad	ASTM D 4491	cm/s	12 X 10 ⁻⁶
	Permitividad	ASTM D 4491	s ⁻⁵	1.0
	Tasa de Flujo	ASTM D 4491	l/min /m ²	2900
FÍSICAS	Espesor	ASTM D 5199	mm	1.2
	Resistencia UV (% Retenido@500 hr)	ASTM D 4355	%	> 70
	Rolló Ancho	Medido	m	3.85
	Rolló Largo	Medido	m	100
	Rolló Area	Calculado	m ²	385

FIGURA 19: Especificaciones Geotextil

Fuente: Manual Geosistemas Pavco – Soluciones Geotextiles – Tejidos Y No Tejidos, Pág. 2

CAPITULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3. ÁMBITO DE ESTUDIO

El ámbito de estudio de investigación se desarrolló en la provincia de Huancayo, distrito de Chilca, en la Av. Ferrocarril, en el tramo Av. Huancavelica a la Av. 9 de Diciembre.

3.1 METODO QUE RESUELVE EL PROBLEMA

3.1.1 Métodos observacional

Tomando como base la ciencia como un conjunto de conocimientos organizados con el objetivo de conocer la veracidad de los hechos teniendo en cuenta que es un proceso continuo de búsqueda de conocimiento. La Observación es la base directa del investigador que propone la explicación de los hechos observados y elabora una Hipótesis, por lo tanto para la presente investigación se ha adoptado el **método observacional**. Fuente Texto Metodología de la Investigación – UPLA, pág. 56.

Mediante la presente tesis se realizará la evaluación de la condición del pavimento en la Av. Ferrocarril del distrito de Chilca, de la provincia de Huancayo, en una **longitud de 1,380 metros lineales**, en ambos lados (este y oeste) en un **área total 27,744 m²**, comprendido en el tramo Av. Huancavelica y la Av. 9 de Diciembre.

Del resultado de la evaluación de condición del pavimento en el mencionado tramo se determinará el tipo de mantenimiento a realizarse, juntamente se evaluará la estructura del pavimento encontrado, y realizar un cálculo de la estructura del pavimento con el previo análisis de los ejes equivalentes que en la actualidad transitan sobre este tramo de vía, toda vez que de acuerdo a las primeras inspecciones visuales, se han determinado áreas con deterioro excesivo y fallas críticas que vienen afectado el confort y servicio que debe prestar la vía, perjudicando a los usuarios en demoras en su viaje, mayor consumo de combustible, gastos de mantenimiento en sus unidades vehiculares, toda vez que esta vía interconecta a una vía nacional como es la ruta nacional PE 3S, R40 y R45, que unen a la Provincia de Huancayo, con los distritos de Víques, Haucrapuquio, etc. Y toda la zona sur de la provincia de Huancayo, y por la ruta nacional PE 3S, se interconecta con la región Huancavelica.

Luego se determinara, las causas de las deficiencias presentadas en la evaluación de la condición del pavimento, con la finalidad de mejorar los tramos deficientes y sean rehabilitados mediante un aporte estructural que mejoren las condiciones y tiempo de servicio, este mejoramiento comprenderá el empleo de un **geotextil tejido**, que por su textura de tejido cruzada ofrecerá mayor resistencia al punzonamientos (agujeramiento) y mayor capacidad de impermeabilización, haciendo una suma de los cualidades incrementará la capacidad estructural del suelo Base, en las áreas deterioradas, que permita formar una barrera impermeable ubicada de forma horizontal que cubra toda la sección de la vía y pueda formar parte de un canal de drenaje, que logre eliminar los excesos y acumulaciones de humedad y/o aguas pluviales, y mejore la capacidad de soporte del suelo de fundación o del suelo de

préstamo en las capas sub base o base de acuerdo al resultado de los estudios de mecánica de suelos, estudio que se han efectuado en el laboratorio de mecánica de suelos, concreto y asfalto de la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones Junín.

3.1.2 Métodos específicos

a) Método descriptivo.

Granados y Ortiz (2011) exponen que: “El método descriptivo es un conjunto de procedimientos que permite el acopio de informaciones sobre un hecho actual, tendiente a una interpretación correcta en base a los datos o aspectos descubiertos” (p. 156).

b) Método lógico de inducción incompleta.

Granados y Ortiz (2011) exponen que: “El método de inducción incompleta es la inferencia general acerca de un problema de investigación, inferida del estudio de una sola parte de los elementos homogéneos que integran el sistema de investigación” (p. 227).

c) Método estadístico.

Granados y Ortiz (2011) exponen que: El método estadístico es un conjunto de procedimientos que permite, a partir de las informaciones estadísticas, efectúe un análisis de la misma con el objeto de realizar nuevas acciones tendientes a ampliar, modificar o sustituir las estadísticas existentes y obtener así conclusiones validas sobre el fenómeno no estudiado (p. 222).

d) Método hipotético – deductivo.

Granados y Ortiz (2011) exponen que: El método hipotético-deductivo es el procedimiento que sigue el investigador para hacer de su actividad una práctica científica; asimismo tiene varios pasos esenciales: observación del fenómeno a estudiar, creación de una hipótesis para explicar dicho fenómeno, deducción de consecuencias o proposiciones más elementales que la propia hipótesis, y verificación o comprobación de la verdad de los enunciados deducidos comparándolos con la experiencia (p.228).

3.2 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.2.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación para el presente estudio será de una investigación aplicada y tecnológico. Las variables que se obtendrán en el presente estudio serán las muestras de las fallas superficiales y estructurales que ha causado que la vía en estudio presente fallas posiblemente en un tiempo prematuro de servicio para el cual fue diseñado, y que luego de su evaluación nos permitirá llegar a conclusiones definitivas sobre el tipo de intervención para su mantenimiento y/o rehabilitación.

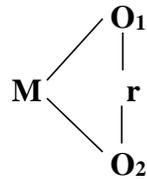
3.2.2 Nivel de investigación

Este planteamiento de nivel de investigación será explicado mediante un inventario de la condición del pavimento en la mencionada vía, que explica los tipos de fallas a nivel superficial y estructural, los resultados y conclusiones de este estudio constituyen el nivel de aplicación de conocimientos sobre el tema de evaluación y análisis estructural de la vía corresponde a un profundo estudio de los pavimentos, en su diseño, ejecución, comportamiento y mantenimiento y/o rehabilitación.

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

El diseño de investigación es no experimental, de corte trasversal o transeccional, correlacional – causal

Mertens (2005) señala que la investigación no experimental es apropiada para variables que no pueden o deben ser manipuladas o resulta complicado hacerlo.



Donde:

M = Muestra

O₁ = Variable 1

O₂ = Variable 2

r = Relación de las variables de estudio

M es la muestra en la que se realiza el estudio y los subíndices 1 y 2 en cada O nos indican las observaciones obtenidas en cada una de las variables distintas. La r hace mención a la posible relación existente entre variables estudiadas.

Carrasco (2005) dice: Los diseños correlacionales tienen la particularidad de permitir al investigador, analizar y estudiar la relación de hechos y fenómenos de la realidad (variables), para conocer su nivel de influencia o ausencia de ellas, buscan determinar el grado de relación entre las variables que se estudia.

3.4. DISEÑO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS

Para la comprobación de la hipótesis, se requiere de contrastar ciertos procedimientos a fin de demostrar su verdad; mediante el estudio de diversos autores que nos muestran

con sus particularidades de sus planteamientos, concluyendo, que la aplicación de cuál podría ser el más aplicativo al presente estudio, como señala **Oseda (2008)**, se resume a 6 pasos, y estando en este último paso, se tiene ya la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis ; atendiendo a este planteamiento, que a criterio propio es el más coherente; sin dejar de lado otros planteamientos, se ha optado por seguir estos pasos para el contraste de la hipótesis:

- **Obtención de muestras**, la toma de muestras de las capas deterioradas de los puntos críticos (fallas) del pavimento en ambos carriles de la Av. Ferrocarril.
- **Procesamiento de Datos**, De las muestras tomadas mediante calicatas, se ha procesado ensayos respectivos de acuerdo a normatividad del Ministerio de Transportes, según el Manual de Ensayos de Materiales E 2016 – MTC a cargo del Laboratorio especializado en Huancayo de la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones Junín, conjuntamente se ha realizado la ubicación, toma de muestras, medición de las diferentes fallas superficiales del pavimento en la Av. Ferrocarril, Tramo Av. Huancavelica a la Av. 9 de diciembre
- **Análisis de Datos** , mediante la aplicación del Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial – 2014, se ha aplicado la evaluación del pavimento, mediante el método Inventario de Condición del Pavimento , que tiene base en el método IPC (Índice de Condición del Pavimento), siendo la diferencia , que el primero es una Norma Peruana , emitida por el Ministerio de Transportes , entidad

- **Evaluación de Resultados**, de acuerdo a los resultados de la aplicación del Inventario de Condición del Pavimento, se determinara los puntos críticos (fallas) del pavimento que ofrecen un inadecuado servicio.
- **Alternativas de Mantenimiento**, de acuerdo a los resultados de puntos críticos ubicados en el pavimento de la Av. Ferrocarril , se evaluará el mantenimiento que se debe aplicar para mejorar la servicialidad, en el caso de los puntos con deterioro excesivo se aplicará un mejoramiento estructural para alargar la vida de servicio del pavimento, con el aporte de un Geotextil Tejido a fin de impermeabilizar la capa del suelo Base y color un nueva capa de mezcla asfáltica, recuperando su estado ideal para un servicio adecuado, específicamente en los cruces de la vía férrea, ubicados en la Av. Ferrocarril y la Av. Leoncio Prado (ambos carriles) y el cruce de la Av. Ferrocarril y la Av. 9 de diciembre.
- **Conclusiones y Recomendaciones**, La conclusión será que el pavimento Flexible en la Av. Ferrocarril, requiere de aplicar oportunamente trabajos de Mantenimiento Rutinario y Periódico y, mediante la aplicación de un sello asfáltico y otros con refuerzo estructural en las áreas críticas (puntos críticos) con la aplicación de un material Geotextil Tejido, ambos en un Plan de Mantenimiento.

3.5. MUESTRA Y POBLACIÓN

3.5.1. Población:

En nuestro estudio de investigación se tiene a: Sistema vial del distrito de Chilca. El estudio de investigación nos ubica en el distrito de Chilca, perteneciente a la provincia de Huancayo, de la región Junín, específicamente en la Av. Ferrocarril , en el tramo

de la Av. Huancavelica y la Av. 9 de Diciembre, que por su importancia de interconexión vial con los distritos de la zona sur del provincia de Huancayo, e interconexión con la región Huancavelica, aumenta su importancia ; donde la muestra es el inventario de la condición de servicialidad del pavimento, tanto a nivel superficial y estructural, para determinar las causas de su falla en determinados tramos.

En la tesis la población es del tipo finita, por conocerse el inicio y el fin del tramo de la vía en estudio. En este caso estará definida por las fallas superficiales, que son identificables y medibles, de igual forma las fallas estructurales que se tomarán muestras de las zonas más afectadas a fin de realizar un cálculo del paquete estructural y determinar sus condiciones de continuidad de servicio en la vía o su posibilidad de rehabilitación, ésta evaluación tendrá como soporte el estudio de mecánica de suelos a fin de determinar su condición estructural.

3.5.2. Muestra

El tipo de muestreo es no aleatorio o dirigido, para el efecto de selección el pavimento flexible de la Av. Ferrocarril, Tramo Av. Huancavelica a la Av. 9 de diciembre – distrito de Chilca, Huancayo, de acuerdo a las condiciones que tiene el problema de investigación.

3.6. TÉCNICA DE RECOPIACIÓN DE DATOS.

Según, el Manual de Carreteras Mantenimiento o conservación 2014, pág 104. La técnica de recopilación de datos será in situ (en el propio lugar) efectuando un inventario físico de las condiciones del pavimento, detectándose las fallas, tanto superficiales las mismas que serán visibles, identificables y medibles, mediante un proceso de calificación de la condición superficial del pavimento flexible, realizándose

desde un inicio de la vía hasta el final del tramo determinándose el tipo de deterioro o falla detectado y localizado. Luego dichos datos básicos se procesan aplicando una tabla de valoración que define la clase de extensión para una determinada longitud de la sección, que se aplica para baches o huecos, y otro que precisa el ancho de influencia de las fisuras longitudinales y transversales según la gravedad del deterioro o falla, que describe el proceso de calificación de condición superficial según el tipo de deterioro o falla

3.7. VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

- a) La validación de contenido del instrumento estará validado a cargo de los asesores, expertos (Temático y Metodológico), quienes aprobaran el trabajo.

Según Carrasco (2005) “La validación de contenido es la evaluación del instrumento de investigación respecto a la coherencia, veracidad, secuencia y dominio del contenido (variables, indicadores e índices), de aquello que se mide” (p. 337).

- b) La confiabilidad del instrumento de validación se realizará mediante la utilización del Alfa de Cronbach.

Según Carrasco (2005) “La confiabilidad es la cualidad o propiedad de un instrumento de medición, que le permite obtener los mismos resultados, al aplicarse una o más veces a la misma persona o grupo de personas en diferentes periodos de tiempo” (p. 339).

CAPITULO IV: PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1. EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO.

Para la evaluación de la condición del pavimento se empleará la normatividad vigente contenida en el **“Manual de Carreteras - Mantenimiento o Conservación Vial” vigente a partir de marzo del 2014**, emitido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, ente rector en este rubro y de cumplimiento por las entidades de Gobierno Nacional, Regional y Local a cargo de las carreteras de su jurisdicción, para lo cual, se va a detallar mediante Cuadros de Evaluación de acuerdo a lo establecido en el referido Manual.

Las tareas son esencialmente las siguientes:

- Información de referencia, que indicará el inicio y final de la vía para evaluar por cintas o franjas y la orientación correspondiente.
- Identificar las características principales y los puntos particulares.
- Inventario de la Condición del Pavimento.

4.1.1. Información de referencia.

La vía pavimentada en evaluación cuenta con la siguiente ubicación:

- Región : Junín.
- Provincia : Huancayo.
- Distrito : Chilca.

La vía pavimentada cuenta con las siguientes características:

- Vía pavimentada : Av. Ferrocarril
- Tramo inicio : Av. Huancavelica
- Tramo final : Av. 9 de diciembre.

4.1.2. Características Principales y puntos particulares de la Vía en Evaluación

La Av. Ferrocarril, en los tramos mencionados cuenta con las siguientes características:

- Longitud : 1,380.00 metros lineales (1+380 Km)
- Ancho de sección : variable
- Longitud de vía pavimentada del lado Oeste: 1,380 ml. **construida en el año 2011 por la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones Junín.**
- Longitud de vía pavimentada del lado Este: 1380 ml. **construida en el año 2010 por la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones Junín.**
- Estructura del pavimento:
 - Sub rasante o suelo natural (profundidad) : 0.60 m.
 - Sub Base granular suelo de préstamo (espesor) : 0.30 m
 - Base granular suelo de préstamo (espesor) : 0.20 m
 - Capa asfáltica en caliente (espesor) : 0.0762 m

- Vías que interconecta :
 - Nor Oeste ; Av. Huancavelica
 - Sur Oeste : Av. 9 de Diciembre
 - Oeste cruce : Av. Leoncio Prado (Auquimarca)
 - Este cruce : Av. Leoncio Prado (Huancavelica)

4.1.3. Inventario de la Condición del Pavimento.

Para iniciar el inventario de la condición del pavimento se debe tener las siguientes consideraciones:

- Identificación de los Carriles

La Av. Ferrocarril, en los tramos de la Av. Huancavelica a la Av. 9 de Diciembre, en la dirección de Norte a Sur , cuenta con dos secciones de ancho variable de 9.10 a 9.25 metros, **el carril del lado oeste** , cuenta con una sección de estacionamiento de 1.90 m., y dos franjas de 3.60 m., cada una considerándose una calzada de tránsito creciente (UC) desde la Av. Huancavelica hasta el cruce con la vía férrea con la Av. Leoncio Prado con dirección a la Carretera Nacional PS 3 , que interconecta con las poblaciones de la zona sur de Huancayo y la Región Huancavelica con una denominación de F-1, F-2 y F3 ; consecutivamente, identificación establecida en el Manual en la página 87 , 88.

En **el carril del lado este**, se cuenta de igual forma con una calzada de sección de 9.20 m. y otras variables con incrementos de 0.05 m., con la diferencia de no contar con estacionamiento, se ha dado la denominación de franjas: F - 4 y F – 5, con dimensión de 4.60 m cada una, con un sentido de tráfico creciente (UC) desde la progresiva 0+350 específicamente desde el cruce de vía férrea hacia la Av. Leoncio

Prado, interconectando con la zona urbana de Huancayo. El estado superficial del pavimento en la Av. Ferrocarril, en primera condición desde el inicio del tramo seleccionado, Av. Ferrocarril con inicio en la Av. Huancavelica presenta fallas de diversos tipos, tales como:

- **Fallas Superficiales:**
 - Peladura o desprendimiento.
 - Baches (huecos)
 - Fisuras transversales.
- **Fallas Estructurales**
 - Piel de cocodrilo.
 - Fisuras longitudinales
 - Deformación por deficiencia estructural
 - Ahuellamiento.
 - Reparaciones o parchado

TABLA 9: Inventario de fallas carril lado Oeste - sentido De Norte a Sur (Av. Huancavelica - Av. 9 De Diciembre)

	PROGRESIVA	UBICACIÓN	N°	DIMENSIONES	AREA m2
1	0+000	F - 2	Desnivel	2.0 cm	
2		F - 3	Desnivel	2.1 cm	
3	0+05	F - 2	Piel de Cocodrilo	1 x 5 m e= 3 cm	5.00
4	0+07	F - 2	Peladura	7.4 x 0.9 m	6.66
5	0+012	F - 3			
6	0+020	F -1	Hundimiento	e = 2.6 cm	
7	0+025	F -1	Piel de Cocodrilo	1.0 x 5.0 m e= 2 cm	5.00
8	0+032	F -1	Hundimiento	e= 2.6 cm	
9	0+038	F - 3	Piel de Cocodrilo	5.0 x 7.0 m , e= 2.5 cm	35.00
10	0+045	F - 3	Falla Longitudinal	30 m x 1.3 cm	0.39
11	0+058	F -1	Desnivel con badén	4 x 0.3 m, e= 2.60	1.20
12	0+067	F -2	Bache	0.8 x 0.6 m, e=2.8	0.48

13	0+075	F -2	Bache	0.6 x 0.6 m, e= 3.0 cm	0.36
14	0+096	F -1	Bache	0.6 X 0.7 m e=1.5 cm	0.42
15	0+115	F -1	Bache	0.5 x 0.6 m e 3.6 cm	0.30
16	0+146	F -2	Peladura extrema	2.0 x 0.4 m	0.80
17	0+174	F -2	Piel de Cocodrilo	1.20 x 2.20 m	2.64
18	0+202	F -1	Diagonal con parche	0.47 x 11.30 m e= 2.30 cm	5.31
19	0+228	F -2			
20	0+272	F -3			
21	0+285	F -3	Desnivel	e = 0.6 cm	
22	0+325	F -1	Desgaste	2.25x 20.0 m e=6.5 cm	45.00
23	0+340	F -1	Bache profundo	2.50 x 17.40 m e= 6.5 cm	43.50
24	0+350	F -2	Bache profundo	6.3 x 2.75 m e=4.5 cm	17.0
25		F -3			
26	0+360	F -3	Pavimento rígido bache	18.5 x 7.0 m e=4.5 cm	129.50
27	0+357	F -3	Fisuras	18.5 x 3.5 m e = 5.0cm	64.75
28	0+366	F -2	Fisuras en Badén	6.8 x 3.5 m., e=4.0 cm	23.80
29	0+370	F -2	Beche	20.0 x 7.0 m., e = 4.6 cm.	140.00
30		F -3			

29	0+420	F -1	Peladura	9.00 x 30.5 m.	274.50
30		F -2			
31	0+450	F -2	Fisura Longitudinal	50.0 m e= 4.4 cm.	2.00
32	0+536	F - 1 / F - 2	Peladura	30.0 x 9.10 m.	273.00
33	0+550	F - 1 / F - 2	Peladura	13.4 x 9.10 m., e= 1.5 cm.	122.0
34	0+572	F - 1 / F - 2	Peladura	9.5 x 8.947 m e= 1.8 cm.	85.00
36	0+610	F - 1 / F - 2	Peladura	14.0 x 8.92 m., e= 1.0 cm.	125.00
37	0+680	F - 1 / F - 2	Peladura	15.5 x 9.03 m , e= 1.1 cm	140.00
38	0+720	F - 1 / F - 2	Peladura	110.0 x 9.00 m., e= 1.15 cm	990.00
39	0+739	EJE	Bache	0.40 x 1.00 m., e = 2.1 cm.	0.40
40	0+740	F -2	Bache	0.40 x 0.30 m e0 1.5 cm.	0.12
41	0+760	F - 1	Fisura Longitudinal	0.15 x 15.0 m	2.25
42	0+770	F -2	Bache	1.00 x 0.50 m e= 2.6 cm.	0.50
43	0+931	EJE	Bache	0.60 x 2.0 m.	1.20
44	0+951	F - 2	Bache	1.30 X 1.00 m., e = 2.5 cm.	1.30

45	0+979	F - 2	Bache	0.60 x 0.30 m e= 3.7 cm	1.80
46	0+982	F - 2	Bache	0.30 x 0.30 m. e= 2.7 cm.	0.90
47	1+010	F - 2	Peladura	52.0 x 8.00 m.	416.00
48	1+111	F - 2	Bache	0.40 x 3.70 m., e= 2.7 cm.	1.48
49	1+152	F - 2	Bache	1.20 x 0.80 m. e= 2.6 cm.	0.96
50	1+349	F - 1	Bache	1.50 x 1.20 m., e= 3.10 cm.	1.80
51	1+350	F - 2	Bache	1.00 x 1.10 m., e= 5.00 cm.	1.10
				AREA TOTAL EVALUADA LADO OESTE	14,094 m2

Fuente: Elaboración Propia.

Las fallas ubicadas de acuerdo al Inventario de Condición del Pavimento, en el carril lado Oeste, con una área evaluada de 14,094.00 m², de lo que se ha ubicado puntos muy críticos que corresponden en las progresivas: 0+340 a 0+360, en un área de 190.00 m², más adelante en el mismo carril Oeste, se ha ubicado un tramo crítico de peladura (desgaste superficial) en las progresivas 0 +536 a 0 + 716 km., con una extensión considerable de 1,735.00 m². Las fallas se detallan en el Cuadro N° 9.

De igual forma se ha realizado las identificaciones y mediciones de las fallas en la calzada Este del pavimento, con sentido de Norte a Sur iniciando en la progresiva 0+000 a 1+380 km, que en tramos críticos como en el cruce de la Av. Ferrocarril y la Av. Leoncio Prado el pavimento se encuentra en estado deteriorado, con baches profundos, sin drenaje, con acumulaciones de aguas pluviales concluyendo que la capa asfáltica se encuentra deteriorado, en la progresiva 0+300 a 0+400 km, de sección variable por ser un cruce que presenta forma de delta, resultando un área total de 1344.00 m², y la parte final entre las progresivas 1+350 a 1+365 km, en un área de 300.0 m², ambos puntos críticos en una área de 1,644.00 m², que indican apariencia de fallas

estructural, por lo que se ha decidido realizar una calicata en la progresiva 0+350 km con el objetivo de determinar la condición del suelo natural o sub rasante, evaluar y comprobar la estructura del pavimento en esta progresiva. Se adjunta la Tabla N° 09, de Fallas ubicadas en la calzada Este de la Av. Ferrocarril.

TABLA 10: Inventario de fallas carril lado Este - sentido de Norte a Sur (Av. Huancavelica - AV.9 De Diciembre)

TRAMO DE EVALUACIÓN : CRUCE AV: FERROCARRIL _ AV: LEONCIO PRADO

1	0+ 300	F 4 - F 5	Bache profundo	40.00 x 9.25 m e = 8.1 cm	370.00 m ²
2	0+325	F 4 - F 5	Bache profundo	14.00 x 12.07 m. e = 11.5 cm.	169.00 m ²
3	0+400	F 4 - F 5	Bache profundo	46.00 x 17.50 e= 9.45 cm.	805.00 m ²
					1,344.00 m ²

TRAMO DE EVALUACION: CRUCE AV.FERROCARRIL – 9 DE DICIEMBRE

4	1+350	F - 4 , F - 5	Bache profundo	16.47 x 8.4 m e = 10.1 cm	138.10 m ²
6	1+ 365	F - 4 , F - 5	Bache profundo	19.39 x 8.35 m e = 9.2 cm	161.90 m ²
				AREA TOTAL EVALUADA LADO ESTE	13,650.00 m²

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.4. Determinación de los deterioros o fallas mediante el Inventario de Condición del Pavimento

Los deterioros o 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), Fuente Elaboración propia.

TABLA 11: Calificación para cada tipo de falla de la capa de rodadura de la Av. Ferrocarril, carril lado Este; en sentido de Norte a Sur

CALIFICACIÓN PARA CADA TIPO DE DETERIORO O FALLA DE LA CAPA DE RODADURA POR SECCIÓN DE 200 M. DE CARRETERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE															
UBICACIÓN : AV. FERROCARRIL - TRAMO AV. HUANCAVELICA A AV. 9 DE DICIEMBRE LADO : ESTE SENTIDO : NORTE A SUR															
PROGRESIVA: 0+000 A 0+200 Km															
CLASIFICACIÓN DE LOS DETERIOROS O FALLAS	CODIGO DE DISEÑO	DETERIOROS/FALLAS	GRAVEDAD (G)	MEDIDAS LONG. X GRAVEDAD DEL DAÑO (A _g)	ANCHO DE LA SECCIÓN EVALUADA (m)	LONGITUD DE LA SECCIÓN EVALUADA (m.L)	AREA DE LA SECCIÓN EVALUADA (m ²)	PORCENTAJE DE EXTENSIÓN DEL DETERIORO O FALLA EF	EXTENSIÓN PROMEDIO PONDEADA	PUNTAJE DE CONDICIÓN SEGÚN EXTENSIÓN DE CADA TIPO DE DETERIORO / FALLA				PUNTAJE DE CONDICIÓN RESULTANTE POR CADA TIPO DE DETERIORO	
										0: SIN DETERIORO DE FALLA	1:LEVE Efp=menor de 10%	2:MODERADO Efp=entre 10% y 30%	3: SEVERO Efp=mayor a 30%		
CALZADAS DETERIOROS O FALLAS ESTRUCTURALES	1	Piel de Cocodrilo		0.0	9.1	200	1820	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
				0.0	9.1	200	1820	0.000							
				0	9.1	200	1820	0.000							
	2	Fisuras Longitudinales	3	1.2	9.1	200	1820	0.066	0.09	0	20	0	0	20	
			3	1.95	9.1	200	1820	0.107							
			3	1.35	9.1	200	1820	0.074							
	3	Deformaciones por deficiencia estructural		0	9.1	200	1820	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
				0	9.1	200	1820	0.000							
				0	9.1	200	1820	0.000							
	4	Ahuellamiento		0	9.1	200	1820	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
				0	9.1	200	1820	0.000							
				0	9.1	200	1820	0.000							
	5	Reparaciones o Parchados		0	9.1	200	1820	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
				0	9.1	200	1820	0.000							
				0	9.1	200	1820	0.000							
CALZADA DETERIOROS O FALLAS SUPERFICIALES	6	Peladura y desprendimiento	2	280	9.1	200	1820	15.385	15.38	0	0	60	0	60	
				0.0	9.1	200	1820	0.000							
				0.0	9.1	200	1820	0.000							
	7	Baches (huecos)		0.0	9.1	200	1820	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
				0.0	9.1	200	1820	0.000							
				0.0	9.1	200	1820	0.000							
				0.0	9.1	200	1820	0.000							
	8	Fisuras Transversales		0	9.1	200	1820	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
				0	9.1	200	1820	0.000							
				0	9.1	200	1820	0.000							
	9	Exudación		0	9.1	200	1820	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
				0	9.1	200	1820	0.000							
				0	9.1	200	1820	0.000							
												TOTAL 200 m.l.			80.0

CALIFICACIÓN PARA CADA TIPO DE DETERIORO O FALLA DE LA CAPA DE RODADURA POR SECCIÓN DE 200 M. DE CARRETERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE															
UBICACIÓN : AV. FERROCARRIL - TRAMO AV. HUANCVELICA A AV. 9 DE DICIEMBRE LADO ESTE - SENTIDO : NORTE A SUR (CRUCE AV. FERROCARRIL - AV. LEONCIO PRADO)															
PROGRESIVA: 0+201 A 0+400 Km															
CLASIFICACIÓN DE LOS DETERIOROS O FALLAS	CODIGO DE DISEÑO	DETERIOROS/FALLAS	GRAVEDAD (G)	MEDIDAS LONG. X GRAVEDAD DEL DAÑO (A11)	ANCHO DE LA SECCIÓN EVALUADA (m)	LONGITUD DE LA SECCIÓN EVALUADA (m.L.)	AREA DE LA SECCIÓN EVALUADA (m2)	PORCENTAJE DE EXTENSIÓN DEL DETERIORO O FALLA EF	EXTENSIÓN PROMEDIO PONDEADA	PUNTAJE DE CONDICIÓN SEGÚN EXTENSIÓN DE CADA TIPO DE DETERIORO / FALLA				PUNTAJE DE CONDICIÓN RESULTANTE POR CADA TIPO DE DETERIORO	
										0: SIN DETERIORO DE FALLA	1:LEVE Efp=menor de 10%	2:MODERADO Efp=entre 10% y 30%	3: SEVERO Efp=mayor a 30%		
CALZADAS DETERIOROS O FALLAS ESTRUCTURALES	1	Piel de Cocodrilo		0	9.3	200	1860	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
				0	9.3	200	1860	0.000							
				0	9.3	200	1860	0.000							
	2	Fisuras Longitudinales		3	2.4	9.3	200	1860	0.129	0.17	0	20	0	0	20
				3	3.9	9.3	200	1860	0.210						
				3	2.7	9.3	200	1860	0.145						
	3	Deformaciones por deficiencia estructural		3	241.8	9.3	200	1860	13.000	11.08	0	0	100	0	100
				3	147.87	9.3	200	1860	7.950						
				0	9.3	200	1860	0.000							
	4	Ahuellamiento			0	9.3	200	1860	0.000	0.00	0	0	0	0	0
					0	9.3	200	1860	0.000						
					0	9.3	200	1860	0.000						
	5	Reparaciones o Parchados			0	9.3	200	1860	0.000	0.00	0	0	0	0	0
					0	9.3	200	1860	0.000						
					0	9.3	200	1860	0.000						
CALZADA DETERIOROS O FALLAS SUPERFICIALES	6	Peladura y desprendimiento		0	9.3	200	1860	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
				0	9.3	200	1860	0.000							
				0	9.3	200	1860	0.000							
	7	Baches (huecos)			0.0	9.3	200	1860	0.000	0.00	0	0	0	0	0
					0.0	9.3	200	1860	0.000						
					0.0	9.3	200	1860	0.000						
					0.0	9.3	200	1860	0.000						
	8	Fisuras Transversales			0	9.3	200	1860	0.000	0.00	0	0	0	0	0
					0	9.3	200	1860	0.000						
	9	Exudación			0	9.3	200	1860	0.000	0.00	0	0	0	0	0
					0	9.3	200	1860	0.000						
					0	9.3	200	1860	0.000						
											TOTAL 200 m.l.			120.0	

CALIFICACIÓN PARA CADA TIPO DE DETERIORO O FALLA DE LA CAPA DE RODADURA POR SECCIÓN DE 200 M. DE CARRETERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE														
UBICACIÓN : AV. FERROCARRIL - TRAMO AV. HUANCAVELICA A AV. 9 DE DICIEMBRE LADO : ESTE - SENTIDO : NORTE A SUR														
PROGRESIVA: 0+401 a 0+600 Km														
CLASIFICACIÓN DE LOS DETERIOROS O FALLAS	CODIGO DE DISEÑO	DETERIOROS/FALLAS	GRAVEDAD (G)	MEDIDAS LONG. X GRAVEDAD DEL DAÑO (m)	ANCHO DE LA SECCIÓN EVALUADA (m)	LONGITUD DE LA SECCIÓN EVALUADA (m.L)	AREA DE LA SECCIÓN EVALUADA (m2)	PORCENTAJE DE EXTENSIÓN DEL DETERIORO O FALLA EF	EXTENSIÓN PROMEDIO PONDEADA	PUNTAJE DE CONDICIÓN SEGÚN EXTENSIÓN DE CADA TIPO DE DETERIORO / FALLA				PUNTAJE DE CONDICIÓN RESULTANTE POR CADA TIPO DE DETERIORO
										0: SIN DETERIORO DE FALLA	1:LEVE Efp=menor de 10%	2:MODERADO Efp=entre 10% y 30%	3: SEVERO Efp=mayor a 30%	
CALZADAS DETERIOROS O FALLAS ESTRUCTURALES	1	Piel de Cocodrilo		0.0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0.0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	2	Fisuras Longitudinales		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	8	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	3	Deformaciones por deficiencia estructural		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	4	Ahuellamiento		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	5	Reparaciones o Parchados		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
CALZADA DETERIOROS O FALLAS SUPERFICIALES	6	Peladura y desprendimiento		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	7	Baches (huecos)		0.0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0.0	9.25	200	1850	0.000						
				0.0	9.25	200	1850	0.000						
				0.0	9.25	200	1850	0.000						
	8	Fisuras Transversales		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
9	Exudación		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
			0	9.25	200	1850	0.000							
			0	9.25	200	1850	0.000							
			0	9.25	200	1850	0.000							
											TOTAL 200 m.L.	0.0		

CALIFICACIÓN PARA CADA TIPO DE DETERIORO O FALLA DE LA CAPA DE RODADURA POR SECCIÓN DE 200 M. DE CARRETERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE														
UBICACIÓN : AV. FERROCARRIL - TRAMO AV. HUANCAVELICA A AV. 9 DE DICIEMBRE LADO : ESTE - SENTIDO : NORTE A SUR														
PROGRESIVA: 0+601 A 0+800 Km														
CLASIFICACIÓN DE LOS DETERIOROS O FALLAS	CODIGO DE DISEÑO	DETERIOROS/FALLAS	GRAVEDAD (G)	MEDIDAS LONG. X GRAVEDAD DEL DAÑO (A-g)	ANCHO DE LA SECCIÓN EVALUADA (m)	LONGITUD DE LA SECCIÓN EVALUADA (m.L)	AREA DE LA SECCIÓN EVALUADA (m2)	PORCENTAJE DE EXTENSIÓN DEL DETERIORO O FALLA EF	EXTENSIÓN PROMEDIO PONDEADA	PUNTAJE DE CONDICIÓN SEGÚN EXTENSIÓN DE CADA TIPO DE DETERIORO / FALLA				PUNTAJE DE CONDICIÓN RESULTANTE POR CADA TIPO DE DETERIORO
										0: SIN DETERIORO DE FALLA	1:LEVE Efp=menor de 10%	2:MODERADO Efp=entre 10% y 30%	3: SEVERO Efp=mayor a 30%	
CALZADAS DETERIOROS O FALLAS ESTRUCTURALES	1	Piel de Cocodrilo		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	2	Fisuras Longitudinales		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	3	Deformaciones por deficiencia estructural		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	4	Ahuellamiento		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	5	Reparaciones o Parchados		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
CALZADA DETERIOROS O FALLAS SUPERFICIALES	6	Peladura y desprendimiento		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	7	Baches (huecos)		0.0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	3	0	0	0
				0.0	9.25	200	1850	0.000						
				0.0	9.25	200	1850	0.000						
				0.0	9.25	200	1850	0.000						
	8	Fisuras Transversales		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	9	Exudación		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
			0	9.25	200	1850	0.000							
			0	9.25	200	1850	0.000							
											TOTAL 200 m.l.	0.0		

CALIFICACIÓN PARA CADA TIPO DE DETERIORO O FALLA DE LA CAPA DE RODADURA POR SECCIÓN DE 200 M. DE CARRETERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE														
UBICACIÓN : AV. FERROCARRIL - TRAMO AV. HUANCAVELICA A AV. 9 DE DICIEMBRE LADO : ESTE - SENTIDO : NORTE A SUR														
PROGRESIVA: 0+801 A 1+000 Km														
CLASIFICACIÓN DE LOS DETERIOROS O FALLAS	CODIGO DE DISEÑO	DETERIOROS/FALLAS	GRAVEDAD (G)	MEDIDAS LONG. X GRAVEDAD DEL DAÑO (A ₁₊₁₀)	ANCHO DE LA SECCIÓN EVALUADA (m)	LONGITUD DE LA SECCIÓN EVALUADA (m.L)	AREA DE LA SECCIÓN EVALUADA (m2)	PORCENTAJE DE EXTENSIÓN DEL DETERIORO O FALLA EF	EXTENSIÓN PROMEDIO PONDEADA	PUNTAJE DE CONDICIÓN SEGÚN EXTENSIÓN DE CADA TIPO DE DETERIORO / FALLA				PUNTAJE DE CONDICIÓN RESULTANTE POR CADA TIPO DE DETERIORO
										0: SIN DETERIORO DE FALLA	1:LEVE Efp=menor de 10%	2:MODERADO Efp=entre 10% y 30%	3: SEVERO Efp=mayor a 30%	
CALZADAS DETERIOROS O FALLAS ESTRUCTURALES	1	Piel de Cocodrilo		0.0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0.0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	2	Fisuras Longitudinales		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	8	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	3	Deformaciones por deficiencia estructural		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	4	Ahuellamiento		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	5	Reparaciones o Parchados		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
CALZADA DETERIOROS O FALLAS SUPERFICIALES	6	Peladura y desprendimiento		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	7	Baches (huecos)		0.0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	3	0	10	0
				0.0	9.25	200	1850	0.000						
				0.0	9.25	200	1850	0.000						
				0.0	9.25	200	1850	0.000						
	8	Fisuras Transversales		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
9	Exudación		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
			0	9.25	200	1850	0.000							
			0	9.25	200	1850	0.000							
			0	9.25	200	1850	0.000							
											TOTAL 200 m.L.		0.0	

CALIFICACIÓN PARA CADA TIPO DE DETERIORO O FALLA DE LA CAPA DE RODADURA POR SECCIÓN DE 200 M. DE CARRETERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE

UBICACIÓN : AV. FERROCARRIL - TRAMO AV. HUANCAVELICA A AV. 9 DE DICIEMBRE LADO : ESTE - SENTIDO : NORTE A SUR

PROGRESIVA: 1+001 A 1+200 Km

CLASIFICACIÓN DE LOS DETERIOROS O FALLAS	CODIGO DE DISEÑO	DETERIOROS/FALLAS	GRAVEDAD (G)	MEDIDAS LONG. X GRAVEDAD DEL DAÑO (A.G)	ANCHO DE LA SECCIÓN EVALUADA (m)	LONGITUD DE LA SECCIÓN EVALUADA (m.L)	AREA DE LA SECCIÓN EVALUADA (m2)	PORCENTAJE DE EXTENSIÓN DEL DETERIORO O FALLA EF	EXTENSIÓN PROMEDIO PONDEADA	PUNTAJE DE CONDICIÓN SEGÚN EXTENSIÓN DE CADA TIPO DE DETERIORO / FALLA				PUNTAJE DE CONDICIÓN RESULTANTE POR CADA TIPO DE DETERIORO
										0: SIN DETERIORO DE FALLA	1:LEVE Efp=menor de 10%	2:MODERADO Efp=entre 10% y 30%	3: SEVERO Efp=mayor a 30%	
CALZADAS DETERIOROS O FALLAS ESTRUCTURALES	1	Piel de Cocodrilo		0.0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0.0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	2	Fisuras Longitudinales		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	3	Deformaciones por deficiencia estructural		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	4	Ahuellamiento		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	5	Reparaciones o Parchados		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
CALZADA DETERIOROS O FALLAS SUPERFICIALES	6	Peladura y desprendimiento		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	7	Baches (huecos)		0.0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	<4	4 y 10	>10	0
				0.0	9.25	200	1850	0.000						
				0.0	9.25	200	1850	0.000						
	8	Fisuras Transversales		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	3	0	10	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	9	Exudación		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
											TOTAL 200 m.l.	0.0		

CALIFICACIÓN PARA CADA TIPO DE DETERIORO O FALLA DE LA CAPA DE RODADURA POR SECCIÓN DE 200 M. DE CARRETERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE														
UBICACIÓN : AV. FERROCARRIL - TRAMO AV. HUANCVELICA A AV. 9 DE DICIEMBRE (CRUCE AV. 9 E DICIEMBRE AV. FERROCARRIL)										LADO : ESTE - SENTIDO : NORTE A SUR				
PROGRESIVA: 1+201 A 1+350 Km														
CLASIFICACIÓN DE LOS DETERIOROS O FALLAS	CODIGO DE DISEÑO	DETERIOROS/FALLAS	GRAVEDAD (G)	MEDIDAS LONG. X GRAVEDAD DEL DAÑO (A/m)	ANCHO DE LA SECCIÓN EVALUADA (m)	LONGITUD DE LA SECCIÓN EVALUADA (m.l.)	AREA DE LA SECCIÓN EVALUADA (m2)	PORCENTAJE DE EXTENSIÓN DEL DETERIORO O FALLA EF	EXTENSIÓN PROMEDIO PONDEADA	PUNTAJE DE CONDICIÓN SEGÚN EXTENSIÓN DE CADA TIPO DE DETERIORO / FALLA				PUNTAJE DE CONDICIÓN RESULTANTE POR CADA TIPO DE DETERIORO
										0: SIN DETERIORO DE FALLA	1:LEVE Efp=menor de 10%	2:MODERADO Efp=entre 10% y 30%	3: SEVERO Efp=mayor a 30%	
CALZADAS DETERIOROS O FALLAS ESTRUCTURALES	1	Piel de Cocodrilo		0.0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0.0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	2	Fisuras Longitudinales		0	9.25	200	1850	0.000	0.11	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	3	Deformaciones por deficiencia estructural		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	4	Ahuellamiento		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	5	Reparaciones o Parchados		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
CALZADA DETERIOROS O FALLAS SUPERFICIALES	6	Peladura y desprendimiento		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	7	Baches (huecos)	3	21.6	9.25	200	1850	1.168	5.77	0	0	100	0	100
			3	121.9	9.25	200	1850	6.589						
				0.0	9.25	200	1850	0.000						
				0.0	9.25	200	1850	0.000						
	8	Fisuras Transversales		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	9	Exudación		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
												TOTAL 150 m.l.		

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 12: Resultados de la calificación de la condición del pavimento de la Av. Ferrocarril carril Lado Este

CALIFICACIÓN DE CONDICIÓN A CADA 200 m			
PROGRESIVA	CALIFICACIÓN	CONDICIÓN INICIAL	TIPO DE CONDICIÓN
	INICIAL	1000	BUENO
0+000 - 0+200	80	920	BUENO
0+201 - 0+400	220	780	REGULAR
0+401 - 0+600	0		BUENO
0+ 601 - 0 +800	0		BUENO
0+801 - 1+000	0		BUENO
1+001 - 1+ 200	0		BUENO
1+201 - 1 + 350	200	800	REGULAR

Fuente. Elaboración Propia.

La calificación de condición superficial del pavimento flexible resultante del carril lado Este, de la Av. Ferrocarril es de condición REGULAR, de acuerdo a la calificación de condición superficial del pavimento flexible se podrá estimar el tipo de conservación a ejecutarse en cada sección de 200 metros lineales.

TABLA 13: Calificación para cada tipo de falla de la capa de rodadura de la Av. Ferrocarril, carril lado Oeste; en sentido de Norte a Sur

CALIFICACIÓN PARA CADA TIPO DE DETERIORO O FALLA DE LA CAPA DE RODADURA POR SECCIÓN DE 200 M. DE CARRETERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE														
UBICACIÓN : AV. FERROCARRIL - TRAMO AV. HUANCVELICA A AV. 9 DE DICIEMBRE LADO : OESTE SENTIDO : NORTE A SUR														
PROGRESIVA: 0+000 A 0+200 Km														
CLASIFICACIÓN DE LOS DETERIOROS O FALLAS	CODIGO DE DISEÑO	DETERIOROS/FALLAS	GRAVEDAD (G)	MEDIDAS LONG. X GRAVEDAD DEL DAÑO (A.L.)	ANCHO DE LA SECCIÓN EVALUADA (m)	LONGITUD DE LA SECCIÓN EVALUADA (m.L.)	AREA DE LA SECCIÓN EVALUADA (m2)	PORCENTAJE DE EXTENSIÓN DEL DETERIORO O FALLA EF	EXTENSIÓN PROMEDIO PONDEADA	PUNTAJE DE CONDICIÓN SEGÚN EXTENSIÓN DE CADA TIPO DE DETERIORO / FALLA				PUNTAJE DE CONDICIÓN RESULTANTE POR CADA TIPO DE DETERIORO
										0: SIN DETERIORO DE FALLA	1:LEVE Efp=menor de 10%	2:MODERADO O Efp=entre 10% y 30%	3: SEVERO Efp=mayor a 30%	
CALZADAS DETERIOROS O FALLAS ESTRUCTURALES	1	Piel de Cocodrilo	1	25.0	9.1	200	1820	1.374	1.33	0	40	0	0	40
			1	25.0	9.1	200	1820	1.374						
			1	22.2	9.1	200	1820	1.220						
	2	Fisuras Longitudinales	3	27.5	9.1	200	1820	1.511	1.29	0	20	0	0	20
			2	6.75	9.1	200	1820	0.371						
			0	9.1	200	1820	0.000							
	3	Deformaciones por deficiencia estructural	0	9.1	200	1820	0.000	0.00	0	0	0	0	0	0
			0	9.1	200	1820	0.000							
			0	9.1	200	1820	0.000							
	4	Ahuellamiento	3	3.6	9.1	200	1820	0.198	0.20	0	20	0	0	20
			0	9.1	200	1820	0.000							
			0	9.1	200	1820	0.000							
	5	Reparaciones o Parchados	0	9.1	200	1820	0.000	0.00	0	0	0	0	0	0
			0	9.1	200	1820	0.000							
			0	9.1	200	1820	0.000							
CALZADA DETERIOROS O FALLAS SUPERFICIALES	6	Peladura y desprendimiento	1	58.7	9.1	200	1820	32.253	30.94	0	0	0	80	80
			1	455.0	9.1	200	1820	25.000						
			1	620.0	9.1	200	1820	34.066						
	7	Baches (huecos)	2	7.0	9.1	200	1820	0.382	0.54	0	20	0	0	20
			2	7.9	9.1	200	1820	0.435						
			2	12.0	9.1	200	1820	0.662						
			2	9.0	9.1	200	1820	0.495						
	8	Fisuras Transversales	4.4	9.1	200	1820	0.242	0.33	0	20	0	0	0	20
			5.1	9.1	200	1820	0.282							
			7.7	9.1	200	1820	0.420							
	9	Exudación	0	9.1	200	1820	0.000	0.00	0	0	0	0	0	0
			0	9.1	200	1820	0.000							
			0	9.1	200	1820	0.000							
												TOTAL 200 m.l.		200.0

CALIFICACIÓN PARA CADA TIPO DE DETERIORO O FALLA DE LA CAPA DE RODADURA POR SECCIÓN DE 200 M. DE CARRETERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE														
UBICACIÓN : AV. FERROCARRIL - TRAMO AV. HUANCVELICA A AV. 9 DE DICIEMBRE LADO : OESTE SENTIDO : NORTE A SUR														
PROGRESIVA: 0+201 A 0+400 Km														
CLASIFICACIÓN DE LOS DETERIOROS O FALLAS	CODIGO DE DISEÑO	DETERIOROS/FALLAS	GRAVEDAD (G)	MEDIDAS LONG. X GRAVEDAD DEL DAÑO (A.L.)	ANCHO DE LA SECCIÓN EVALUADA (m)	LONGITUD DE LA SECCIÓN EVALUADA (m.L.)	AREA DE LA SECCIÓN EVALUADA (m2)	PORCENTAJE DE EXTENSIÓN DEL DETERIORO O FALLA EF	EXTENSIÓN PROMEDIO PONDEADA	PUNTAJE DE CONDICIÓN SEGÚN EXTENSIÓN DE CADA TIPO DE DETERIORO / FALLA				PUNTAJE DE CONDICIÓN RESULTANTE POR CADA TIPO DE DETERIORO
										0: SIN DETERIORO DE FALLA	1:LEVE Efp=menor de 10%	2:MODERAD O Efp=entre 10% y 30%	3: SEVERO Efp=mayor a 30%	
CALZADAS DETERIOROS O FALLAS ESTRUCTURALES	1	Piel de Cocodrilo	1	11.6	9.1	200	1820	0.635	0.63	0	7	0	0	7
				0.0	9.1	200	1820	0.000						
				0	9.1	200	1820	0.000						
	2	Fisuras Longitudinales	3	5.55	9.1	200	1820	0.305	0.25	0	6	0	0	6
			3	2.04	9.1	200	1820	0.112						
				0	9.1	200	1820	0.000						
	3	Deformaciones por deficiencia estructural		0	9.1	200	1820	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.1	200	1820	0.000						
				0	9.1	200	1820	0.000						
	4	Ahuellamiento	2	3.6	9.1	200	1820	0.198	0.20	0	4	0	0	4
				0	9.1	200	1820	0.000						
				0	9.1	200	1820	0.000						
	5	Reparaciones o Parchados	1	5.311	9.1	200	1820	0.292	0.29	0	3	0	0	3
				0	9.1	200	1820	0.000						
				0	9.1	200	1820	0.000						
CALZADA DETERIOROS O FALLAS SUPERFICIALES	6	Peladura y desprendimiento	1	600	9.1	200	1820	32.967	35.93	0	0	0	80	80
				700.0	9.1	200	1820	38.462						
				0.0	9.1	200	1820	0.000						
	7	Baches (huecos)	3	130.5	9.1	200	1820	7.170	19.31	0	0	0	100	
			3	388.5	9.1	200	1820	21.346						
			3	420.0	9.1	200	1820	23.077						
				0.0	9.1	200	1820	0.000						
	8	Fisuras Transversales		0	9.1	200	1820	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.1	200	1820	0.000						
				0	9.1	200	1820	0.000						
	9	Exudación		0	9.1	200	1820	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.1	200	1820	0.000						
			0	9.1	200	1820	0.000							
											TOTAL 200 m.l.		200.0	

CALIFICACIÓN PARA CADA TIPO DE DETERIORO O FALLA DE LA CAPA DE RODADURA POR SECCIÓN DE 200 M. DE CARRETERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE

UBICACIÓN: AV. FERROCARRIL - TRAMO AV. HUANCVELICA A AV. 9 DE DICIEMBRE LADO : OE STE - SENTIDO : NORTE A SUR

PROGRESIVA: 0+401 a 0+600 Km

CLASIFICACIÓN DE LOS DETERIOROS O FALLAS	CODIGO DE DISEÑO	DETERIOROS/FALLAS	GRAVEDAD (G)	MEDIDAS LONG. X GRAVEDAD DEL DAÑO (A x B)	ANCHO DE LA SECCIÓN EVALUADA (m)	LONGITUD DE LA SECCIÓN EVALUADA (m.l.)	AREA DE LA SECCIÓN EVALUADA (m2)	PORCENTAJE DE EXTENSIÓN DEL DETERIORO O FALLA EF	EXTENSIÓN PROMEDIO PONDEADA	PUNTAJE DE CONDICIÓN SEGÚN EXTENSIÓN DE CADA TIPO DE DETERIORO / FALLA				PUNTAJE DE CONDICIÓN RESULTANTE POR CADA TIPO DE DETERIORO	
										0: SIN DETERIORO DE FALLA	1:LEVE Efp=menor de 10%	2:MODERADO Efp=entre 10% y 30%	3: SEVERO Efp=mayor a 30%		
CALZADAS DE DETERIOROS O FALLAS ESTRUCTURALES	1	Piel de Cocodrilo		0.0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
				0.0	9.25	200	1850	0.000							
				0	9.25	200	1850	0.000							
	2	Fisuras Longitudinales	3	125	9.25	200	1850	6.757	6.09	0	40	0	0	40	
				65	9.25	200	1850	3.514							
				125	9.25	200	1850	6.757							
	3	Deformaciones por deficiencia estructural		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
				0	9.25	200	1850	0.000							
				0	9.25	200	1850	0.000							
	4	Ahuellamiento		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
				0	9.25	200	1850	0.000							
				0	9.25	200	1850	0.000							
	5	Reparaciones o Parchados	2	0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
				0	9.25	200	1850	0.000							
				0	9.25	200	1850	0.000							
CALZADA DETERIOROS O FALLAS SUPERFICIALES	6	Peladura y desprendimiento	2	457	9.25	200	1850	24.703	33.56	0	0	0	100	100	
				2	405	9.25	200	1850							21.892
				2	819	9.25	200	1850							44.270
				0	9.25	200	1850	0.000							
	7	Baches (huecos)	3	3.0	9.25	200	1850	0.162	0.13	0	20	0	0	20	
				3	0.9	9.25	200	1850							0.049
				3	0.2	9.25	200	1850							0.010
				0.0	9.25	200	1850	0.000							
	8	Fisuras Transversales	1	25	9.25	200	1850	1.351	1.42	0	20	0	0	20	
				1	32	9.25	200	1850							1.730
				1	18	9.25	200	1850							0.973
	9	Exudación		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
				0	9.25	200	1850	0.000							
				0	9.25	200	1850	0.000							
												TOTAL 200 m.l	180.0		

CALIFICACIÓN PARA CADA TIPO DE DETERIORO O FALLA DE LA CAPA DE RODADURA POR SECCIÓN DE 200 M. DE CARRETERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE

UBICACIÓN: AV. FERROCARRIL - TRAMO AV. HUANCAMELICA A AV. 9 DE DICIEMBRE LADO : OESTE - SENTIDO : NORTE A SUR

PROGRESIVA: 0+601 A 0+800 Km

CLASIFICACIÓN DE LOS DETERIOROS O FALLAS	CODIGO DE DISEÑO	DETERIOROS/FALLAS	GRAVEDAD (G)	MEDIDAS LONG. X GRAVEDAD DEL DAÑO (cm)	ANCHO DE LA SECCIÓN EVALUADA (m)	LONGITUD DE LA SECCIÓN EVALUADA (m.l.)	AREA DE LA SECCIÓN EVALUADA (m2)	PORCENTAJE DE EXTENSIÓN DEL DETERIORO O FALLA EF	EXTENSIÓN PROMEDIO PONDEADA	PUNTAJE DE CONDICIÓN SEGÚN EXTENSIÓN DE CADA TIPO DE DETERIORO/FALLA				PUNTAJE DE CONDICIÓN RESULTANTE POR CADA TIPO DE DETERIORO
										0: SIN DETERIORO DE FALLA	1:LEVE Efp=menor de 10%	2:MODERADO Efp=entre 10% y 30%	3: SEVERO Efp=mayor a 30%	
CALZADAS DE DETERIOROS O FALLAS ESTRUCTURALES	1	Piel de Cocodrilo		0.0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0.0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	2	Fisuras Longitudinales	2	4.5	9.25	200	1850	0.243	0.24	0	8	0	0	8
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	3	Deformaciones por deficiencia estructural		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	4	Ahuellamiento		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	5	Reparaciones o Parchados	2	0.6	9.25	200	1850	0.032	0.03	0	4	0	0	4
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
CALZADA DE DETERIOROS O FALLAS SUPERFICIALES	6	Peladura y desprendimiento	1	1440	9.25	200	1850	77.838	77.84	0	0	0	100	100
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	7	Baches (huecos)	3	1.2	9.25	200	1850	0.065	0.07	0	8	0	0	8
				0.4	9.25	200	1850	0.019						
				1.5	9.25	200	1850	0.081						
				0.0	9.25	200	1850	0.000						
	8	Fisuras Transversales	1	85	9.25	200	1850	4.595	17.72	0	0	50	0	50
				55	9.25	200	1850	2.973						
				35	9.25	200	1850	1.892						
	9	Exudación		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
												TOTAL 200 m.l	170.0	

CALIFICACIÓN PARA CADA TIPO DE DETERIORO O FALLA DE LA CAPA DE RODADURA POR SECCIÓN DE 200 M. DE CARRETERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE

UBICACIÓN: AV. FERROCARRIL - TRAMO AV. HUANCAMELICA A AV. 9 DE DICIEMBRE LADO : OESTE - SENTIDO : NORTE A SUR
 PROGRESIVA: 0+601 A 0+800 Km

CLASIFICACIÓN DE LOS DETERIOROS O FALLAS	CODIGO DE DISEÑO	DETERIOROS/FALLAS	GRAVEDAD (G)	MEDIDAS LONG. X GRAVEDAD DEL DAÑO (A x B)	ANCHO DE LA SECCIÓN EVALUADA (m)	LONGITUD DE LA SECCIÓN EVALUADA (m.L.)	AREA DE LA SECCIÓN EVALUADA (m2)	PORCENTAJE DE EXTENSIÓN DEL DETERIORO O FALLA EF	EXTENSIÓN PROMEDIO PONDEADA	PUNTAJE DE CONDICIÓN SEGÚN EXTENSIÓN DE CADA TIPO DE DETERIORO/FALLA				PUNTAJE DE CONDICIÓN RESULTANTE POR CADA TIPO DE DETERIORO
										0: SIN DETERIORO DE FALLA	1:LEVE Efp=menor de 10%	2:MODERADO Efp=entre 10% y 30%	3: SEVERO Efp=mayor a 30%	
CALZADAS DE DETERIOROS O FALLAS ESTRUCTURALES	1	Piel de Cocodrilo		0.0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0.0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	2	Fisuras Longitudinales	2	4.5	9.25	200	1850	0.243	0.24	0	8	0	0	8
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	3	Deformaciones por deficiencia estructural		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	4	Ahuellamiento		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	5	Reparaciones o Parchados	2	0.6	9.25	200	1850	0.032	0.03	0	4	0	0	4
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
CALZADA DE DETERIOROS O FALLAS SUPERFICIALES	6	Peladura y desprendimiento	1	1440	9.25	200	1850	77.838	77.84	0	0	0	100	100
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	7	Baches (huecos)	3	1.2	9.25	200	1850	0.065	0.07	0	8	0	0	8
				0.4	9.25	200	1850	0.019						
				1.5	9.25	200	1850	0.081						
				0.0	9.25	200	1850	0.000						
	8	Fisuras Transversales	1	85	9.25	200	1850	4.595	17.72	0	0	50	0	50
				55	9.25	200	1850	2.973						
				35	9.25	200	1850	1.892						
	9	Exudación		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0
				0	9.25	200	1850	0.000						
				0	9.25	200	1850	0.000						
	TOTAL 200 m.l													170.0

CALIFICACIÓN PARA CADA TIPO DE DETERIORO O FALLA DE LA CAPA DE RODADURA POR SECCIÓN DE 200 M. DE CARRETERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE

UBICACIÓN : AV. FERROCARRIL - TRAMO AV. HUANCAVELICA A AV. 9 DE DICIEMBRE LADO : OESTE - SENTIDO : NORTE A SUR

PROGRESIVA: 0+801 A 1+000 Km

CLASIFICACIÓN DE LOS DETERIOROS O FALLAS	CODIGO DE DISEÑO	DETERIOROS/FALLAS	GRAVEDAD (G)	MEDIDAS LONG. X GRAVEDAD DEL DAÑO (cm)	ANCHO DE LA SECCIÓN EVALUADA (m)	LONGITUD DE LA SECCIÓN EVALUADA (m.L)	AREA DE LA SECCIÓN EVALUADA (m2)	PORCENTAJE DE EXTENSIÓN DEL DETERIORO O FALLA EF	EXTENSIÓN PROMEDIO PONDEADA	PUNTAJE DE CONDICIÓN SEGÚN EXTENSIÓN DE CADA TIPO DE DETERIORO / FALLA				PUNTAJE DE CONDICIÓN RESULTANTE POR CADA TIPO DE DETERIORO
										0: SIN DETERIORO DE FALLA	1:LEVE Efp=menor de 10%	2:MODERADO Efp=entre 10% y 30%	3: SEVERO Efp=mayor a 30%	
CALZADAS DETERIOROS O FALLAS ESTRUCTURALES	1	Piel de Cocodrilo	0.0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
			0.0	9.25	200	1850	0.000							
			0	9.25	200	1850	0.000							
	2	Fisuras Longitudinales	0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
			0	9.25	200	1850	0.000							
			0	9.25	200	1850	0.000							
	3	Deformaciones por deficiencia estructural	0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
			0	9.25	200	1850	0.000							
			0	9.25	200	1850	0.000							
	4	Ahuellamiento	0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
			0	9.25	200	1850	0.000							
			0	9.25	200	1850	0.000							
	5	Reparaciones o Parchados	0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
			0	9.25	200	1850	0.000							
			0	9.25	200	1850	0.000							
CALZADA DETERIOROS O FALLAS SUPERFICIALES	6	Peladura y desprendimiento	2	450	9.25	200	1850	24.324	23.17	0	0	50	0	50
			2	405	9.25	200	1850	21.892						
			0	9.25	200	1850	0.000							
			0	9.25	200	1850	0.000							
	7	Baches (huecos)	3	3.9	9.25	200	1850	0.211	0.18	0	0	50	0	50
			3	0.5	9.25	200	1850	0.029						
			3	0.3	9.25	200	1850	0.015						
			0.0	9.25	200	1850	0.000							
	8	Fisuras Transversales	0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
			0	9.25	200	1850	0.000							
			0	9.25	200	1850	0.000							
	9	Exudación	0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
0			9.25	200	1850	0.000								
0			9.25	200	1850	0.000								
											TOTAL 200 m.l.	100.0		

CALIFICACIÓN PARA CADA TIPO DE DETERIORO O FALLA DE LA CAPA DE RODADURA POR SECCIÓN DE 200 M. DE CARRETERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE

UBICACIÓN : AV. FERROCARRIL - TRAMO AV. HUANCAVELICA A AV. 9 DE DICIEMBRE LADO : OESTE - SENTIDO : NORTE A SUR

PROGRESIVA: 1+001 A 1+200 Km

CLASIFICACIÓN DE LOS DETERIOROS O FALLAS	CODIGO DE DISEÑO	DETERIOROS/FALLAS	GRAVEDAD (G)	MEDIDAS LONG. X GRAVEDAD DEL DAÑO (cm)	ANCHO DE LA SECCIÓN EVALUADA (m)	LONGITUD DE LA SECCIÓN EVALUADA (m.L)	AREA DE LA SECCIÓN EVALUADA (m2)	PORCENTAJE DE EXTENSIÓN DEL DETERIORO O FALLA EF	EXTENSIÓN PROMEDIO PONDEADA	PUNTAJE DE CONDICIÓN SEGÚN EXTENSIÓN DE CADA TIPO DE DETERIORO / FALLA				PUNTAJE DE CONDICIÓN RESULTANTE POR CADA TIPO DE DETERIORO
										0: SIN DETERIORO DE FALLA	1:LEVE Efp=menor de 10%	2:MODERAD O Efp=entre 10% y 30%	3: SEVERO Efp=mayor a 30%	
CALZADAS DETERIOROS O FALLAS ESTRUCTURALES	1	Piel de Cocodrilo	0.0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
			0.0	9.25	200	1850	0.000							
			0	9.25	200	1850	0.000							
	2	Fisuras Longitudinales	0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
			0	9.25	200	1850	0.000							
			0	9.25	200	1850	0.000							
	3	Deformaciones por deficiencia estructural	0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
			0	9.25	200	1850	0.000							
			0	9.25	200	1850	0.000							
	4	Ahuellamiento	0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
			0	9.25	200	1850	0.000							
			0	9.25	200	1850	0.000							
	5	Reparaciones o Parchados	0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
			0	9.25	200	1850	0.000							
			0	9.25	200	1850	0.000							
CALZADA DETERIOROS O FALLAS SUPERFICIALES	6	Peladura y desprendimiento	2	4.4	200	1850	22.486	22.49	0	0	20	0	20	
			0	9.25	200	1850	0.000							
			0	9.25	200	1850	0.000							
			0	9.25	200	1850	0.000							
	7	Baches (huecos)	3	4.4	200	1850	0.240	0.21	0	20	0	0	20	
			3	2.9	200	1850	0.156							
			0.0	9.25	200	1850	0.000							
			0.0	9.25	200	1850	0.000							
	8	Fisuras Transversales	0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
			0	9.25	200	1850	0.000							
	9	Exudación	0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
			0	9.25	200	1850	0.000							
										TOTAL 200 m.l.			40.0	

CALIFICACIÓN PARA CADA TIPO DE DETERIORO O FALLA DE LA CAPA DE RODADURA POR SECCIÓN DE 200 M. DE CARRETERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE

UBICACIÓN : AV. FERROCARRIL - TRAMO AV. HUANCAVELICA A AV. 9 DE DICIEMBRE LADO : OESTE - SENTIDO : NORTE A SUR

PROGRESIVA: 1+201 A 1+350 Km

CLASIFICACIÓN DE LOS DETERIOROS O FALLAS	CODIGO DE DISEÑO	DETERIOROS/FALLAS	GRAVEDAD (G)	MEDIDAS LONG. X GRAVEDAD DEL DAÑO (A x G)	ANCHO DE LA SECCIÓN EVALUADA (m)	LONGITUD DE LA SECCIÓN EVALUADA (m.L)	AREA DE LA SECCIÓN EVALUADA (m2)	PORCENTAJE DE EXTENSIÓN DEL DETERIORO O FALLA EF	EXTENSIÓN PROMEDIO PONDEADA	PUNTAJE DE CONDICIÓN SEGÚN EXTENSIÓN DE CADA TIPO DE DETERIORO / FALLA				PUNTAJE DE CONDICIÓN RESULTANTE POR CADA TIPO DE DETERIORO	
										0: SIN DETERIORO DE FALLA	1:LEVE Efp=menor de 10%	2:MODERADO Efp=entre 10% y 30%	3: SEVERO Efp=mayor a 30%		
CALZADAS DETERIOROS O FALLAS ESTRUCTURALES	1	Piel de Cocodrilo		0.0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
				0.0	9.25	200	1850	0.000							
				0	9.25	200	1850	0.000							
	2	Fisuras Longitudinales		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
				0	9.25	200	1850	0.000							
				0	9.25	200	1850	0.000							
	3	Deformaciones por deficiencia estructural		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
				0	9.25	200	1850	0.000							
				0	9.25	200	1850	0.000							
	4	Ahuellamiento		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
				0	9.25	200	1850	0.000							
				0	9.25	200	1850	0.000							
	5	Reparaciones o Parchados		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
				0	9.25	200	1850	0.000							
				0	9.25	200	1850	0.000							
CALZADA DETERIOROS O FALLAS SUPERFICIALES	6	Peladura y desprendimiento		320	9.25	200	1850	17.297	22.16	0	0	50	0	50	
				120	9.25	200	1850	6.486							
				205	9.25	200	1850	11.081							
				85	9.25	200	1850	4.595							
	7	Baches (huecos)		3	5.4	9.25	200	1850	0.292	0.25	0	3	0	0	3
				3	3.3	9.25	200	1850	0.178						
				0.0	9.25	200	1850	0.000							
				0.0	9.25	200	1850	0.000							
	8	Fisuras Transversales		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
				0	9.25	200	1850	0.000							
				0	9.25	200	1850	0.000							
	9	Exudación		0	9.25	200	1850	0.000	0.00	0	0	0	0	0	
			0	9.25	200	1850	0.000								
			0	9.25	200	1850	0.000								
											TOTAL 200 m.l.	53.0			

Fuente : Elaboración Propia

TABLA 14: Resultados de la calificación de la condición del pavimento de la Av. Ferrocarril carril lado Oeste

CALIFICACIÓN DE CONDICIÓN A CADA 200 m			
PROGRESIVA	CALIFICACIÓN	CONDICIÓN	TIPO DE CONDICIÓN
0+000 - 0+200	20	980	BUENO
0+201 - 0+400	200	800	REGULAR
0+401 - 0+600	40	960	BUENO
0+ 601 - 0 +800	200	830	REGULAR
0+801 - 1+000	100	900	REGULAR/BUENO
1+001 - 1+ 200	40	960	BUENO
1+201 - 1 + 350	53	947	BUENO

Fuente: Elaboración Propia.

4.2 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL

La evaluación estructural determina el refuerzo que un pavimento requiere para soportar el tráfico sin desarrollar fallas estructurales apreciables. La intención de la evaluación estructural es determinar el refuerzo actual del pavimento y predecir la vida de servicio futura para el tráfico que la utilizará. Cuando se encuentra que un pavimento es insuficiente para su utilización actual o futura, la evaluación forma una base para diseñar las mejoras necesarias para prestar un servicio adecuado apropiado.

La estructura del pavimento puede ser inadecuada por alguna razón. El pavimento puede simplemente exceder su vida de diseño (el volumen de tráfico y las cargas pueden incrementarse a un nivel mayor que el utilizado en el diseño original, por lo que la vida de servicio se reduce, las propiedades de los materiales pueden experimentar cambios bajo las condiciones de operación), o causas externas que deben ser identificadas por el evaluador, esto podría reducir la capacidad del material en la estructura del pavimento. Muchos pavimentos existentes fueron construidos antes del desarrollo de los procedimientos de diseño que toman en cuenta las relaciones entre las capacidades de

carga (CBR) de la sub rasante, resistencia de los materiales del pavimento y las cargas de tráfico, por lo que no cumplen con las especificaciones estructurales que requiere el pavimento para prestar un servicio adecuado y sostenible en su tiempo de diseño Fuente Elaboración Propia.

4.2.1. Evaluación Estructural del Pavimento de la Av. Ferrocarril, Tramo Av. Huancavelica a la Av. 9 de diciembre.

En el desarrollo de la investigación del estado superficial mediante la evaluación de la condición del pavimento, se ha determinado áreas o zonas extremadamente deteriorados al estado de encontrarse en destrucción total , tal es el caso del carril del lado Este , entre las progresivas 0+300 a la 0+400, precisamente en el cruce con la vía férrea del Ferrocarril Central del Perú , que se encuentra administrado por la empresa privada ferrovías, que realiza servicio de la ciudad de Huancayo en la región Junín hasta la ciudad de Huancavelica, en la región Huancavelica. Fuente Elaboración Propia

Para lo cual se ha planteado efectuar las siguientes investigaciones:

- Capacidad de soporte del suelo Sub Rasante.
- Capacidad de soporte de las capas estructurales Sub Base y Base.
- Calculo de la estructura del pavimento.
- Verificación de características granulométricas y % porcentaje de asfalto de la capa asfáltica. Fuente Elaboración Propia

Capacidad de soporte del suelo de Fundación o Sub Rasante.

El suelo de Fundación sub rasante es el soporte de la estructura de un pavimento y puede predecir el comportamiento de la estructura y que puede ser afectado por muchos factores. El efecto del suelo influye en la definición del trazo geométrico y las

dimensiones de la estructura del pavimento, de igual forma el análisis de esta capa también pueden proporcionar información para los trabajos de mantenimiento que será requerido durante la vida útil del pavimento (Ingeniería de Pavimentos, ICG, Pág. 27)

Para el desarrollo de investigación del suelo de Fundación o Sub Rasante, se ha recurrido al Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto de la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones Junín, a fin de realizar los Ensayos de Laboratorio, obteniéndose los siguientes resultados:

En la Tabla N°14, se presentan los resultados de caracterización del suelo de Fundación, y los resultados de la Capacidad de Soporte California (CBR), correspondiendo a un 6.9 % del CBR. Fuente Elaboración Propia

TABLA 15: Caracterización del suelo de fundación o sub rasante en la Av. Ferrocarril lado Este.

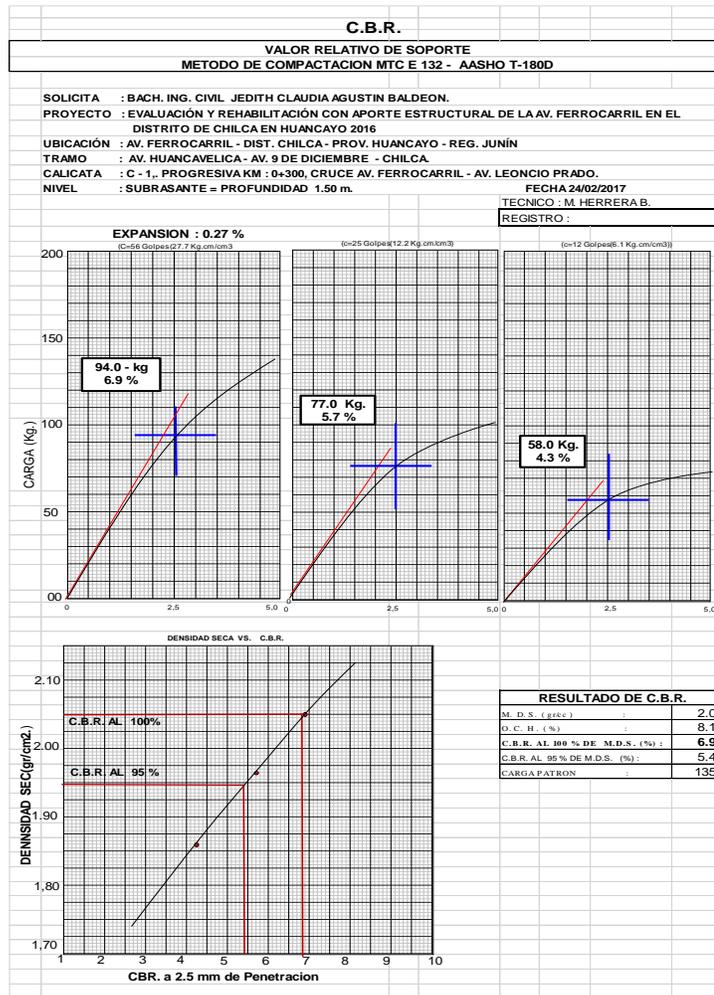
CARACTERIZACION DEL SUELO DE FUNDACIÓN O SUB RASANTE				
DESCRIPCIÓN : CALICATA C - 1				
PROGRESIVA : 0 + 300 LADO ESTE				
UBICACIÓN : AV. FERROCARRIL - CRUCE CON LA AV. LEONCIO PRADO - CHILCA.				
N°	DESCRIPCION DEL ENSAYO	NORMA	RESULTADO	
1	Clasificación del Suelo	MTC - 107	SM	A -4 (0)
2	Contenido de Humedad del suelo	MTC - 108	10.5	%
3	Límite Líquido	MTC - 110	21.50	%
4	Límite Plástico	MTC - 111	18.31	%
5	Índice de Plasticidad	MTC - 111	3.20	%
Proctor Modificado				
6	Máxima Densidad Seca	MTC - 115	2.05	Kg/cm3
7	Óptimo Contenido de Humedad	MTC - 115	8.10	%
Capacidad de Soporte California				
8	CBR.	MTC E 132	6.90	%
9	Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	36.50	%

Fuente. Elaboración Propia.

Valor Relativo de Soporte de la capa estructural Sub Base y Base Granular (MTC E 132 – NTP. 339.145 1999

Estructuralmente en un pavimento flexible corresponde a la capa de suelo de préstamo, material que pertenece a una cantera con suelo granular que debe contar con una caracterización especial a fin de incrementar la capacidad de soporte, este material debe de cumplir los requisitos mínimos establecidos en la sección 402 del Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG 2013, Pág. 35.

TABLA 16: Valor relativo de soporte california del suelo de fundación o sub rasante



.Fuente: Elaboración Dirección Regional De Transportes Y Comunicaciones Junín

Los requisitos que establece el Manual EG 2013, solicita que el **Valor Relativo de Soporte CBR, para Sub Base** es:

Valor Relativo de Soporte CBR en Sub Base Granular	Mínimo 40 %
--	-------------

- Referido a la Máxima Densidad Seca y una penetración de 0.1” (2.5 mm)

Fuente: Manual Eg 2013,

De igual forma para Los requisitos que establece el Manual EG 2013, solicita que el **Valor Relativo de Soporte CBR, para Base** es:

Valor Relativo de Soporte CBR en Sub Base Granular, para carreteras de 2da y 3ra clase, o con un tráfico en ejes equivalentes menor o igual 1 000,000	Mínimo 80 %
---	-------------

- Referido a la Máxima Densidad Seca y una penetración de 0.1” (2.5 mm)

Fuente: Manual Eg 2013,

De los ensayos realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto de la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones Junín, se han realizado dos calicatas:

- Calicata en suelo Sub Base y Base, C – 2, en la progresiva 0+538 Km. con los resultados:
- Calicata en suelo Sub Base y Base, C – 3, en la progresiva 1 + 180 Km. con los resultados:

TABLA 17: Caracterización del suelo calicata C – 2, de sub base y base granular en la Av. Ferrocarril lado Oeste.

CARACTERIZACION DEL SUELO DE SUB BASE Y BASE				
DESCRIPCIÓN : CALICATA C - 2				
PROGRESIVA : 0 + 538 LADO OESTE				
UBICACIÓN : AV. FERROCARRIL - CHILCA.				
ESTRATO : SUB BASE Y BASE GRANULAR.				
N°	DESCRIPCION DEL ENSAYO	NORMA	RESULTADO	
1	Clasificación del Suelo	MTC - 107	GW - GM	A – 1-a(0)
2	Contenido de Humedad del suelo	MTC - 108	6.50	%
3	Límite Líquido	MTC - 110	16.60	%
4	Límite Plástico	MTC - 111	15.63	%
5	Índice de Plasticidad	MTC - 111	0.97	%
Proctor Modificado				
6	Máxima Densidad Seca	MTC - 115	2.26	Kg/cm3
7	Óptimo Contenido de Humedad	MTC - 115	5.30	%
Capacidad de Soporte California				
8	CBR.	MTC E 132	83.76	%
9	Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	31.20	%

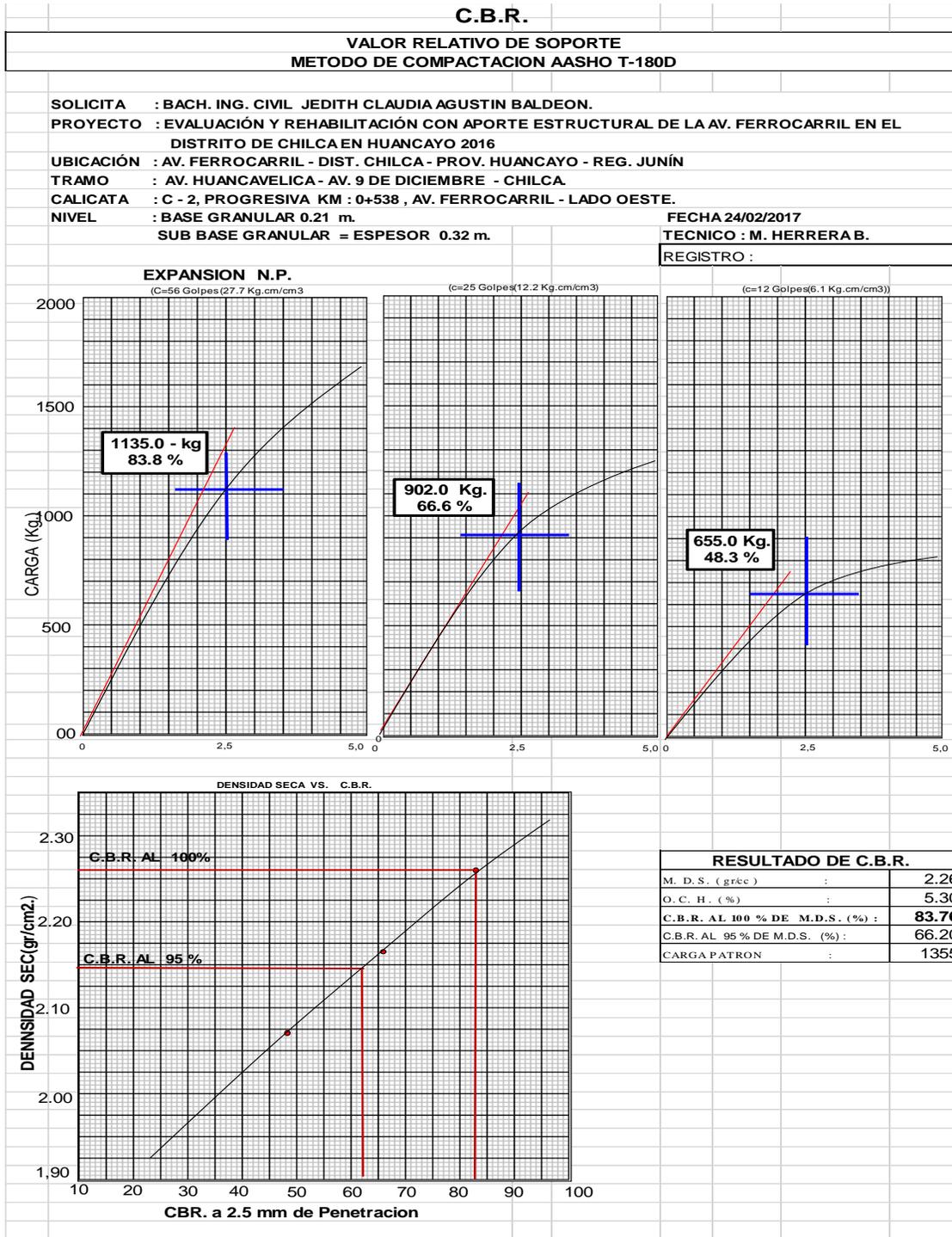
Fuente. Elaboración Propia

TABLA 18: Caracterización del suelo calicata C – 3, de sub base y base granular en la Av. Ferrocarril lado Oeste.

CARACTERIZACION DEL SUELO DE SUB BASE Y BASE				
DESCRIPCIÓN : CALICATA C - 3				
PROGRESIVA : 1 + 180 LADO OESTE				
UBICACIÓN : AV. FERROCARRIL - CHILCA.				
ESTRATO : SUB BASE Y BASE GRANULAR.				
N°	DESCRIPCION DEL ENSAYO	NORMA	RESULTADO	
1	Clasificación del Suelo	MTC - 107	GP - GC	A – 2a(0)
2	Contenido de Humedad del suelo	MTC - 108	6.50	%
3	Límite Líquido	MTC - 110	26.30	%
4	Límite Plástico	MTC - 111	19.61	%
5	Índice de Plasticidad	MTC - 111	6.70	%
Proctor Modificado				
6	Máxima Densidad Seca	MTC - 115	2.265	Kg/cm3
7	Óptimo Contenido de Humedad	MTC - 115	5.20	%
Capacidad de Soporte California				
8	CBR.	MTC E 132	84.0	%
9	Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	30.70	%

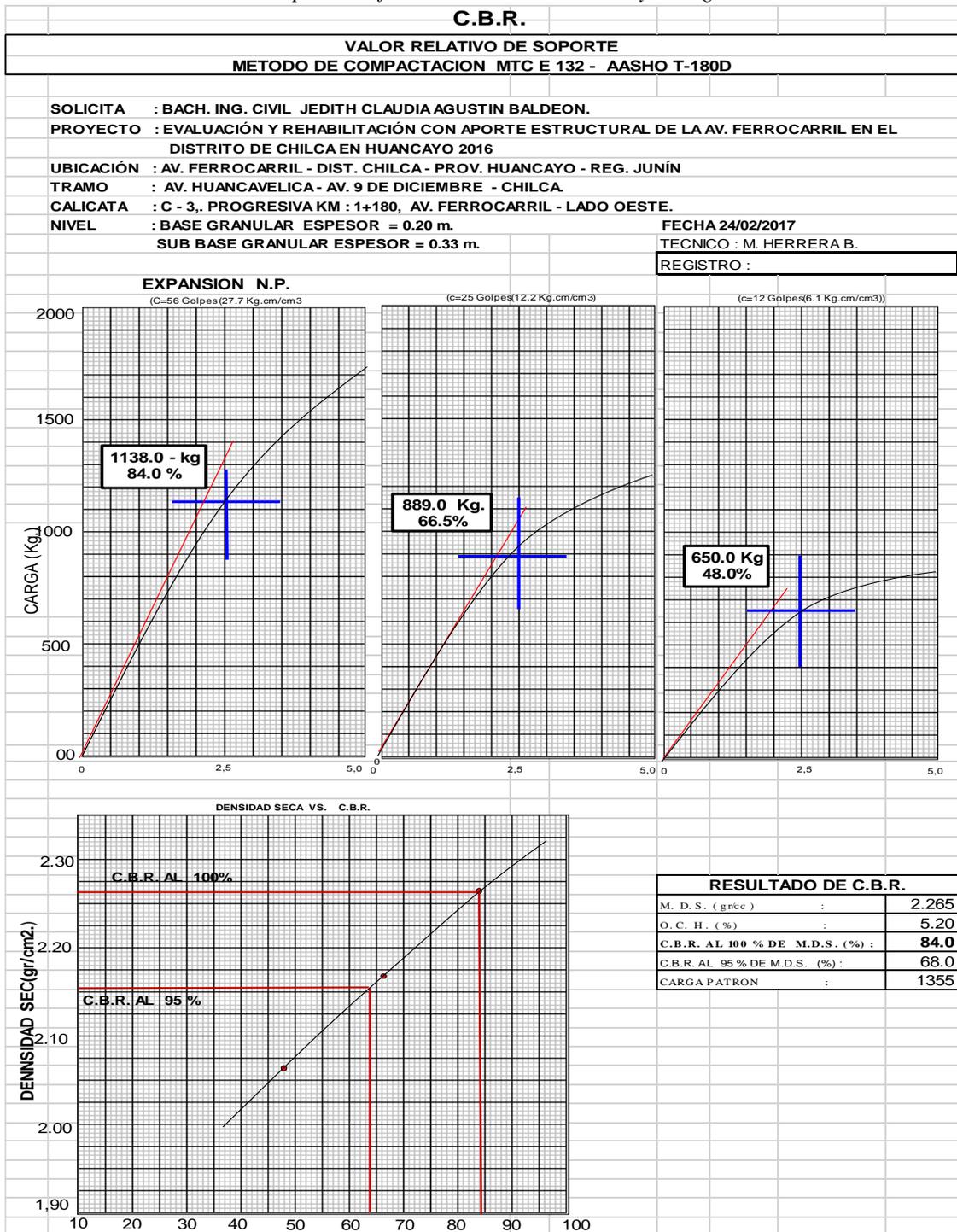
Fuente. Elaboración Propia

TABLA 19: Valor relativo de soporte california del suelo de sub base y base granular calicata C - 2.



Fuente: Elaboración Dirección Regional De Transportes Y Comunicaciones Junín

TABLA 20: Valor relativo de soporte califormia del suelo de sub base y base granular calicata C – 3



.Fuente: Elaboración Dirección Regional De Transportes Y Comunicaciones Junín

4.2.2 Cálculo de la Estructura del Pavimento.

En el “Manual de Carreteras –Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección Suelos y Pavimentos, aprobado con Resolución Directoral N° 10 – 2014 – MTC /14, del año 2014, en su capítulo XII “PAVIMENTOS FLEXIBLES” pág. 127 al 140; presenta una metodología para el diseño estructural de un pavimento flexible, para dimensionar de las secciones del pavimento, siguiendo el procedimiento de una metodología adoptada de:

- Método AASHTO Guide for Design of Pavement Structures (Guía para el Diseño de Estructuras de Pavimentos) 1993.

Típicamente el diseño de los pavimentos es mayormente influenciado por los parámetros básicos:

- Las cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento.
- Las características de la sub rasante sobre la que se asienta el pavimento.

A fin de verificar si estos dos factores anteriores han cumplido con influenciar el diseño de la estructura del pavimento flexible en la Av. Ferrocarril, en el Tramo Av. Huancavelica y la Av. 9 de Diciembre, se ha procedido a realizar las etapas de cálculo de la metodología AASHTO 1993, hasta determinar el Número Estructural Propuesto (SNR) , y aplicando la ecuación:

Donde:

- **a1 x d1** = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subba, respectivamente.

- $a_2 \times d_2 \times m_2$ = espesores en cm. de las capas: superficial, base y sub base, respectivamente.
- $a_3 \times d_3 \times m_3$ = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente.

De los cálculos efectuados, habiendo realizado el conteo vehicular que soporta la Av. Ferrocarril, y demás procedimientos, que se adjuntan en el Anexo a mayor detalle, se muestran los resultados siguientes:

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

3.44	<	3.53	OK
------	---	------	----

NUMERO ESTRUCTURAL	"SN"
SN	3.44
SN base	1.83
SN sub base	2.18

ESTRUCTURACIÓN	"ai"
a1	0.17
a2	0.052
a3	0.047

DRENAJE	"mi"
m2	1
m3	0.8

$$D_1^* \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

$$SN_1^* = a_1 D_1^* \geq SN_1$$

$$D_1^* \geq \frac{SN_1 \cdot SN_1^*}{a_1 \cdot m_2}$$

$$SN_1^* + SN_2^* \geq SN_2$$

$$D_3^* \geq \frac{SN_3 \cdot (SN_1^* + SN_2^*)}{a_2 \cdot m_3}$$

TABLA 21: Estructura del pavimento actual

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ACTUAL		
ESPEJOR CARPETA ASFALTICA (cm)		
	TEORICO	PROPUESTO
SN base	1.83	1.36
D1	10.76	8.0
ESPEJOR BASE GRANULAR (cm)		
	TEORICO	PROPUESTO
SN sub base	2.18	1.04
D2	15.77	20
ESPEJOR SUB BASE GRANULAR (cm)		
	TEORICO	PROPUESTO
SN	3.44	1.13
D3	27.66	30

Fuente: Elaboración Propia.

CAPITULO V: DISCUSION DE LOS RESULTADOS

5.1. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Luego de haber efectuado la evaluación de la condición del Pavimento en la Av. Ferrocarril, Tramo Av. Huancavelica y la Av. 9 de Diciembre, en la que se determina el estado actual que presta servicio al usuario, se ha logrado determinar el tipo de mantenimiento y/o rehabilitación que el pavimento requiere para continuar prestando servicio y confort al usuario por cada carril.

Para el análisis de la estructura del pavimento sea contado con los resultados obtenidos en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto de la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones Junín, de la Capacidad de Soporte California (Valor Relativo de Soporte) CBR; lo que nos muestra que el material empleado en toda la extensión de la obra de pavimentación en la Av. Ferrocarril, es el adecuado, resultando en cada calicata, lo siguiente:

- Calicata N° 1: C – 1, nivel Sub Rasante, con un CBR de 6.94 %, considerado como un **suelo regular**, apto para la construcción de pavimento flexible, tal como lo aprueba la Norma: Resolución Directoral N°10-2014-MTC/14, versión 2014 del “Manual de Carreteras” Sección Suelos y Pavimentos, pág. 35.

- Calicata N° 2: C – 2, nivel Sub Base y Base granular, con un de **83.76 % del CBR**, considerado como un **suelo bueno**, apto para formar parte de la estructura del pavimento, tanto en las capas de sub base y base granular, tal como establece la Norma: Resolución Directoral N°10-2014-MTC/14, versión 2014 del “Manual de Carreteras” Sección Suelos y Pavimentos, pág.113 y 114.
- Calicata N° 3: C – 3, nivel Sub Base y Base granular, con un de **84.00 % del CBR**, considerado como un **suelo bueno**, apto para formar parte de la estructura del pavimento, tanto en las capas de sub base y base granular, tal como establece la Norma: Resolución Directoral N°10-2014-MTC/14, versión 2014 del “Manual de Carreteras” Sección Suelos y Pavimentos, pág.113 y 114.
- Nos resultados presentados del laboratorio nos permite deducir que el suelo tanto en sub Rasante, Sub Base y Base granular, son los adecuados para conformar la estructura del pavimento, de igual forma evaluada la capa asfáltica, se encuentra con resultados por encima del 6.0 % del contenido de cemento asfáltico, de lo que nos muestra que la capa asfáltica cumple con los requisitos de calidad.
- De acuerdo a las evaluaciones realizadas se puede establecer que el contenido óptimo de humedad (COH) es de 8.10 % a una Máxima Densidad Seca (MDS) de 2.05 en la Sub Rasante, de acuerdo a los ensayos realizados se han encontrado un elevado contenido de humedad de 10.5 % , hecho que nos indica que la capa Sub Rasante se ha desestabilizado o ha perdido estabilidad por el exceso de humedad perdiendo la Capacidad de Soporte, causa que se ha destruido el pavimento en la progresivas 0 + 300 a 0 + 400 en una área de 1,344 m², y para su mantenimiento se requiere de una estabilización de las capas, suelo Sub Rasante, Sub Base y Base,

por tanto se concluye que el empleo de un material geosintético, específicamente **un Geotextil Tejido**, donde el aporte estructural en estos tramos críticos, determinados por la evaluación Inventario de la Condición del Pavimento, es el mejoramiento estructural con la aplicación de un material Geotextil Tejido, tipo T 2400, de la marca Pavco, que tiene la principal característica de incrementar al suelo en un 6.2 % el CBR (Capacidad de Soporte del Suelo), de acuerdo a las especificaciones técnicas, que por sus características drena y filtra la humedad excesiva, a fin de mejorar estructuralmente al pavimento, mínimamente en los 3 puntos críticos, tramos:

- Carril o Calzada lado Este, en las progresivas 0 + 300 a 0 + 400 km, en un área de 1,344.00 m².
- Carril o Calzada lado Este, en las progresivas 1 + 350 a 1 + 365 km, en un área de 300.00 m².
- Carril o Calzada lado Oeste, en las progresivas 0 + 340 a 0 + 360 km, en un área de 190.00 m².
- **El costo del Mantenimiento Periódico es de S/ 184,738.82**, que se adjunta en los anexos.

TABLA 22: Puntos críticos para intervención de mantenimiento- lado Este

PUNTOS CRITICOS PARA INTERVENCION DE MANTENIMIENTO				
EVALUACION AV. FERROCARRIL TRAMO AV. HUANCVELICA A AV. 9 DE DICIEMBRE				
SENTIDO : DE NORTE A SUR		CARRIL : LADO ESTE		AREA EVALUADA: 13,650 M2
PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	AREA DE INTERVENCIÓN	MANTENIMIENTO	TIPO DE ACTIVIDAD
0 + 300	0 + 400	1,344.00 m ²	PERIÓDICO	REPARACIÓN /MEJORAMIENTO
1 + 350	1 + 365	300.00 m ²	PERIÓDICO	REPARACIÓN /MEJORAMIENTO

Fuente: Elaboración Propia

- De la evaluación efectuada en el pavimento, específicamente en el Carril o Calzada lado Oeste , sea determinado un desgaste excesivo entre las progresivas 0 + 536 a la 0 + 720 km., lo que no indica la aplicación de un Mantenimiento Rutinario, en una área de 1,344.00 m²; que comprende en un sello asfáltico con un riego de imprimación y un sello de arena fina, y una compactación con rodillo de neumáticos , a fin de recuperar la textura cerrada (fina) de la superficie, para brindar un deslizamiento y confort de los vehículos. El **costo del Mantenimiento Rutinario es de S/ 15,181.25**, que se adjunta en los anexos.

TABLA 23: Puntos críticos para intervención de mantenimiento- lado Oeste

PUNTOS CRITICOS PARA INTERVENCION DE MANTENIMIENTO				
EVALUACION AV. FERROCARRIL TRAMO AV. HUANCVELICA A AV. 9 DE DICIEMBRE				
SENTIDO : DENORTE A SUR		CARRIL : LADO OESTE		AREA EVALUADA: 14,094 M ²
PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	AREA DE INTERVENCIÓN	MANTENIMIENTO	TIPO DE ACTIVIDAD
0 + 340	0 + 360	190.00 m ²	PERIÓDICO	REPARACIÓN /MEJORAMIENTO
0 +536	0 + 720	1,735.00 m ²	RUTÍNARIO	SELLO ASFÁLTICO

Fuente: Elaboración Propia

- De acuerdo al Inventario de Condición del Pavimento, los demás tramos no requieren de la aplicación de un mantenimiento inmediato, lo que se plantea que en una segunda evaluación en los próximos dos (2 años), se efectúe a fin de determinar qué tipo de Mantenimiento se aplicará.

CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que se han llegado de acuerdo a los objetivos planteados en el estudio y su desarrollo en los capítulos anteriores, se detallan a continuación:

1. La condición actual del pavimento flexible en la Av. Ferrocarril, Tramo Av. Huancavelica a Av. 9 de Diciembre, del resultado de la aplicación de la metodología “Inventario de la Condición del Pavimento” del Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial MTC - 2014 , el pavimento en forma global por su extensión en área total evaluada de 27,744.00 m² , se considera de Bueno a Regular, que después de 5 años de haber sido construido, presenta áreas deterioradas en una cantidad de 3,569 m², que representa el 1.29 % del área total de la obra.
2. Las fallas principales y de mayor envergadura encontrados con la aplicación del método “Inventario de la Condición del Pavimento”, son las fallas más comunes como en todo pavimento flexible, siendo las más relevantes o de mayor importancia, para el tratamiento mediante un mantenimiento Rutinario y Periódico, tales como : Baches profundos acompañados de destrucción del pavimento hasta la Base , Piel cocodrilo de malla grande (severa) y Peladuras (desgaste de la capa superficial) en considerables extensiones.
3. Con los resultados de la evaluación específicamente de los puntos críticos o más deteriorados, calzada Este en las progresivas de la 0 + 300 a la 0 + 400, donde se efectuó la evaluación del suelo subrasante o suelo de fundación, nos resulta que es un suelo regular para una pavimentación flexible al tener una caracterización del **6.94 % del CBR, MDS del 2.05 kg/cm³, y un OCH de 5.20 %**. A la vez, se ha efectuado calicatas a lo largo del pavimento, tales como las calicatas C-2 y C-3, con los resultados de:

Calicata C – 2 con Valor de la Capacidad de Soporte del **83.76 % del CBR, MDS del 2.26 kgcm³**, y un **OCH de 5.30 %** , respectivamente la Calicata C– 3 con Valor de la Capacidad de Soporte del **84.0 % del CBR, MDS del 2.265 kgcm³**, y un **OCH de 5.30 %**. el mejoramiento estructural o aporte estructural estará dado por la aplicación de un material Geotextil Tejido , que de acuerdo a sus características es el más adecuado de aplicar para el presente caso, y el aporte estructural para la capa Base será del 6,2 % del CBR, y mantendrá la humedad normal que requiere el suelo y no pierda estabilidad.

4. Las alternativas de Mantenimiento, que se han determinado para el pavimento de la Av. Ferrocarril tramo Av. Huancavelica a la Av. 9 de diciembre en el distrito de Chilca, es: Mantenimiento Periódico en la calzada lado Este, en las progresivas: 0 + 300 a la 0 + 400 km., y la progresiva 1 + 350 a la 1 + 365 y en la calzada lado Oeste, en las progresivas 0 + 340 a la 0 + 360, en un área total de 1,834.00 m², que consiste en trabajos de : Limpieza de terreno, Eliminación de carpeta asfáltica deteriorada, Reconformación de Base, Imprimación de suelo Base, Colocación o Refuerzo con Geotextil Tejido, Imprimación de Geotextil Tejido, y Producción, Transporte y Colocación de Carpeta Asfáltica en Caliente espesor 3 pulgadas. Y un Mantenimiento Rutinario en la calzada Oeste, en la progresiva: 0 + 536 a la 0 + 716 km., que consiste en trabajos, tales como: Limpieza de terreno (capa superficial de rodadura), Sello Asfáltico (riego de imprimación en la capa de rodadura) con un esparcido de arena fina; Compactación con equipo rodillo neumáticos, para el acabado final y recuperación de la textura de la superficie.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que me permito presentar, son en base a la aplicación de la evaluación del pavimento en la Av. Ferrocarril tramo Av. Huancavelica a la Av. 9 de diciembre en el distrito de Chilca, de acuerdo a la metodología presentada, de acuerdo a lo siguiente:

1. Aplicar una adecuada metodología para la evaluación de la condición de los diversos tipos de pavimentos, con el soporte de la Normatividad Peruana, emitida por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones mediante el Manual de Carreteras “Mantenimiento o Conservación Vial” versión actualizada del 2014, vigente para los tres niveles de Gobierno Nacional, Regional y Local, que determina con una metodología adecuada para evaluar los diferentes clases de carreteras del Perú, como en nuestro estudio de investigación, con la finalidad de obtener un pavimento que ofrezca un nivel de servicio que requiere el usuario.
2. Evaluar y conocer los diferentes tipos de fallas en los pavimentos, su envergadura, su clasificación y el tratamiento para reparación, con el objetivo de programar oportunamente trabajos de Mantenimiento que permitan contar con un pavimento que ofrezca las condiciones adecuadas de servicio y confort para el usuario.
3. Estudiar la estructura del pavimento fallado, a fin de obtener información para aplicar un tipo de Mantenimiento, que pueda mantener y/o rehabilitar las condiciones de servicio del pavimento, aplicando metodologías tradicionales, tales como el AASTHO 1993 y otras actualizadas, que puedan aplicarse en nuestro medio; ésta evaluación será determinada por un estudio de suelos que reflejen resultados con veracidad y calidad adecuadas.

4. Incentivar el uso de los geosintéticos para la rehabilitación de los pavimentos existentes como un método de solución de las vías pavimentadas y conservación de ellas para alargar unos años de su vida útil.

APORTE

El presente estudio de investigación nos ha permitido estudiar las diversas metodologías de evaluación de pavimentos, por lo que alcanzo los siguientes aportes:

1. Aplicar y estudiar los métodos de investigación que sean adecuados para nuestro medio (Perú) y bajo la normatividad emitida por los Organismos encargados y responsables tal como el Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, como en el presente estudio se ha realizado con el Manual de Carreteras “Mantenimiento o Conservación Vial” versión 2014, vigente a la fecha.
2. Conocer y familiarizarse con la metodología de evaluación de pavimentos, como es el método “Inventario de la Condición del Pavimento”, las fallas que presentan, su descripción y la forma de medición, con la finalidad de aplicarse en las diversas obras de nuestro medio.
3. Difundir la aplicación de Geotextiles en su variedad para el mejoramiento o aporte estructural en los pavimentos en las áreas o puntos críticos en los que el pavimento se ve afectado, a fin de evitar su deterioro prematuro.

REFERENCIA BIBLIOGRAFIA

1. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES – MTC *Manual de Carreteras “Mantenimiento o Conservación Vial”*
2. “MANUAL DE CARRETERAS” SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS. *Sección Suelos y Pavimentos*
3. MANUAL DE CARRETERAS. *Especificaciones Técnicas Generales para Construcción – EG 2013*
4. German Vivar Romero. *Diseño y Construcción de Pavimentos*
5. M. Sc. Ing. Jose Rafael Menendez Acurio. *Ingeniería de Pavimentos – Materiales y Variables de Diseño (ICG) – TOMO 1*
6. M. Sc. Ing. Jose Rafael Menendez Acurio. *Ingeniería de Pavimentos – Materiales y Variables de Diseño (ICG) – TOMO 2*
7. Geosistemas PAVCO S.A. – Geotextiles Tejidos. *Especificación Internacional Geotextil Pavco – T2400*
8. Geotextiles Tejidos y No Tejidos – Amanco Geosinteticos. *Funciones y Aplicaciones*
9. Geosistemas Pavco – Manual de Diseño. *Separación y Estabilización de Vías*

ANEXO

Anexo N° 01: Matriz de Consistencia

Anexo N° 02: Operacionalización de Variables

Anexo N° 03: Caracterización del suelo de fundación (Calicata c-1)

Anexo N° 04: Caracterización del suelo de las capas Sub Base y Base (Calicata c-2 y c-3)

Anexo N° 05: Validación del Instrumento de Investigación

Anexo N° 06: Planos

Anexo N° 07: Especificaciones Técnicas de Geosintéticos

Anexo N° 08: Lavado Asfáltico

Anexo N° 09: Panel Fotográfico

Anexo N° 10: Presupuesto