



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LAS
PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO EN
LA AV. LOS TRÉBOLES – DISTRITO DE
CHICLAYO – PROVINCIA DE CHICLAYO -
DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE.”**

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

Autor(es):

Bach. Pérez León José Feler

Bach. Ramirez Leyva Jhonel Kenedy

Asesor:

Ing. Ruiz Saavedra Népton David

Línea de Investigación:

Ingeniería de procesos

Pimentel – Perú

2018

**“EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LAS
PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO EN LA AV.
LOS TRÉBOLES – DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIA
DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE.”**

APROBADO POR:

M.SC. Omar Coronado Zuloeta
Presidente del jurado de tesis

Ing. Manuel Alejandro Borja Suarez
Secretario del jurado de tesis

Ing. Népton David Ruiz Saavedra
Vocal del jurado de tesis

DEDICATORIA

Los resultados de este proyecto, están dedicados a todas aquellas personas que, de alguna forma, son parte de su culminación. A Dios Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme concedido salud para lograr nuestros objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que llegamos a ser en nuestras vidas, en mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

A nuestra casa de estudios la universidad señor de Sipán, a nuestros docentes por brindarme su apoyo y el conocimiento que emplearé en mi vida profesional; a mis amigos y compañeros de la universidad por ser parte de mi vida que influyeron en mi desarrollo profesional.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

Jhonel Kenedy

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy. Para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mi hija, Alina Samantha Pérez Martínez que es mí orgullo y mi gran motivación, libras mi mente de todas las adversidades que se presentan, y me impulsan a cada día superarme en la carrera de ofrecerte siempre lo mejor. No es fácil, pero si tal vez si no te tuviera, no habría logrado tantas grandes cosas, tal vez mi vida sería un desastre sin ti.

“La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar”.

José Feler

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente A Dios Por concederme la vida y la salud para ir cumpliendo mis metas trazadas en mi vida profesional; Por darme fortaleza en los momentos más difíciles y adversos.

A nuestros padres por ser el pilar fundamental en todo lo que llegamos a ser en nuestras vidas, en toda nuestra educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo. Les agradezco, y hago presente mi gran afecto hacia ustedes, mi hermosa familia.

A nuestra casa de estudios la universidad señor de Sipán, a nuestros docentes por brindarnos su apoyo y el conocimiento que emplearemos en nuestra vida profesional; al asesor, Ing. Népton Ruiz Saavedra Gracias por su paciencia, dedicación, motivación, criterio y aliento. Ha hecho fácil lo difícil. Ha sido un privilegio poder contar con su guía y ayuda

Los autores

ÍNDICE

I. INTRODUCCION	10
1.1 Realidad problemática.	11
A Nivel Internacional.	11
A Nivel nacional.	13
A Nivel local.	16
1.2 Antecedentes de Estudio.	18
Antecedentes internacionales	18
Antecedentes nacionales.	21
1.3 Teorías relacionadas al tema.	23
1.3.1 Diseño de Pavimentos.	23
1.3.2 Pavimento Flexible.	23
1.3.3 Criterios de Diseño del Pavimento Flexible.	24
1.3.4 Patologías.	26
1.3.5 Definición de los tipos de daños en pavimentos flexibles.	29
1.3.7 Actividades de conservación periódica.	56
1.4 Formulación del Problema.	64
1.5 Justificación e importancia del estudio.	64
1.6 Hipótesis.	65
1.7 Objetivos.	65
1.7.1 Objetivo General.	65
1.7.2 Objetivos específicos.	65
II. MATERIAL Y METODO	66
2 Material y método.	67
2.1 Tipo y diseño de la investigación.	67
2.1.1 Tipo de investigación:	67
2.1.2 Diseño de la investigación.	67
2.2 Población y muestra.	67
2.3 Variables y Operacionalización.	68
Operacionalización de variables.	69
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad. 69	
Abordaje metodológico.	69
2.4.1 Técnicas de recolección de datos.	70
2.4.2 Instrumentos de recolección de datos.	72

2.5	Procedimiento de análisis de datos.....	72
2.5.1	Descripción del procedimiento.....	73
2.6	Criterios éticos.....	74
2.7	Criterios de rigor científico.....	77
III.	RESULTADOS.....	78
3	Resultados.....	79
3.1	Resultados en tablas y figuras:	79
3.1.1	Estudio de tráfico.....	120
3.2	Discusión de resultados:	126
3.3	Propuesta de rehabilitación y mejoramiento de la transitabilidad.	127
3.3.1	Objeto del estudio.....	127
3.3.2	Investigación de campo.....	127
3.3.3	Ensayos de laboratorio.....	128
3.3.4	ASPECTOS GEOLOGICOS.....	129
3.3.5	Memoria de Cálculo de Estructura de Pavimento – aashto 1993.	130
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	149
4	Conclusiones y Recomendaciones.....	150
4.1	Conclusiones.....	150
4.2	Recomendaciones.....	151
	ANEXOS.....	156

RESUMEN

En este trabajo se considera la situación problemática que se observa un constante deterioro, como el tránsito vehicular intenso, la falta de criterio y planeación (expediente técnico), no tomarse en cuenta cómo funciona el sistema de alcantarillado y otros problemas son las diferentes patologías como: Fisuras, Deformaciones, pérdida de capas estructurales, daños superficiales, entre otros que producen la pérdida del pavimento.

Se justifica en la necesidad de conocer las patologías que tiene la estructura del pavimento asfáltico en la Avenida Los Tréboles del Distrito de Chiclayo, en función a las deficiencias de los pavimentos.

Tuvo como objetivos determinar el tipo de patologías del pavimento asfáltico, identificar los factores que perjudican de una forma directa al pavimento flexible, determinar el estado físico de la estructura del pavimento mediante calicatas, determinar las características de la Sub Rasante, Sub Base, Base, carpeta asfáltica y verificar de qué forma influye este problema en el ámbito social y económico.

Las técnicas de investigación utilizadas fueron la observación, estudio de tráfico, ensayos de laboratorio y análisis de documentos.

En el tipo de patologías del pavimento asfáltico se pudo encontrar las deficiencias superficiales como desgaste superficial en un 48 % esto debido a la deficiencia de la carpeta de rodadura y su antigüedad, actualmente cuenta con un espesor de 5 cm. Esto se puede deducir del ensayo del lavado asfáltico que se cuenta con bajos índices de contenido de asfalto. Existe pérdida del pavimento en su totalidad lo que es causado directamente por filtraciones de aguas residuales.

PALABRAS CLAVE

Patologías, pavimento, evaluación, determinación.

ABSTRACT

In this work the problematic situation is considered that a constant deterioration is observed, like the intense vehicular traffic, the lack of criterion and planning (technical file), not taking into account how the sewage system works and other problems are the different pathologies like : Fissures, deformations, loss of structural layers, surface damage, among others that produce the loss of the pavement.

It is justified in the need to know the pathologies that the asphalt pavement structure has in Los Tréboles avenue of the district of Chiclayo, according to the deficiencies of the pavements.

Its objectives were to determine the type of asphalt pavement pathologies, identify the factors that directly affect the flexible pavement, determine the physical condition of the pavement structure by means of test pits, determine the characteristics of the Subgrade, Sub Base, Base, Asphalt folder and verify how this problem affects the social and economic.

The research techniques used were observation, traffic study, laboratory tests and document analysis.

In the type of asphalt pavement pathologies could be found surface deficiencies as surface wear by 48% this due to the deficiency of the rolling folder and its age, currently has a thickness of 5 cm. This can be deduced from the asphalt washing test that has low asphalt content indexes. There is loss of the pavement in its entirety which is directly caused by leaking wastewater.

KEYWORD

Pathologies, pavement, evaluation, determination.

I. INTRODUCCION

I. INTRODUCCION

Los pavimentos, por las formas en que se transmiten las cargas a la subrasante pueden ser pavimentos flexibles, pavimentos rígidos y pavimentos mixtos.

En el periodo de vida de los pavimentos flexibles se presenta problemas de fallas, los cuales pueden ser: Fisuras, deformaciones, pérdida de capas estructurales, daños superficiales, entre otros que producen la pérdida del pavimento.

El pavimento requiere de conservación y mantenimiento, eficiente, rápida y económica.

Dado la necesidad de lograr que nuestras construcciones en el Avenida Los Tréboles del Distrito de Chiclayo se desarrollen con la calidad correspondiente, es necesario evaluar el estado de las construcciones actuales del pavimento, y la determinación el tipo de patología afectadas, y conociendo cual es la patología que tiene mayor incidencia en el pavimento, es que podremos evaluar y proponer las recomendaciones.

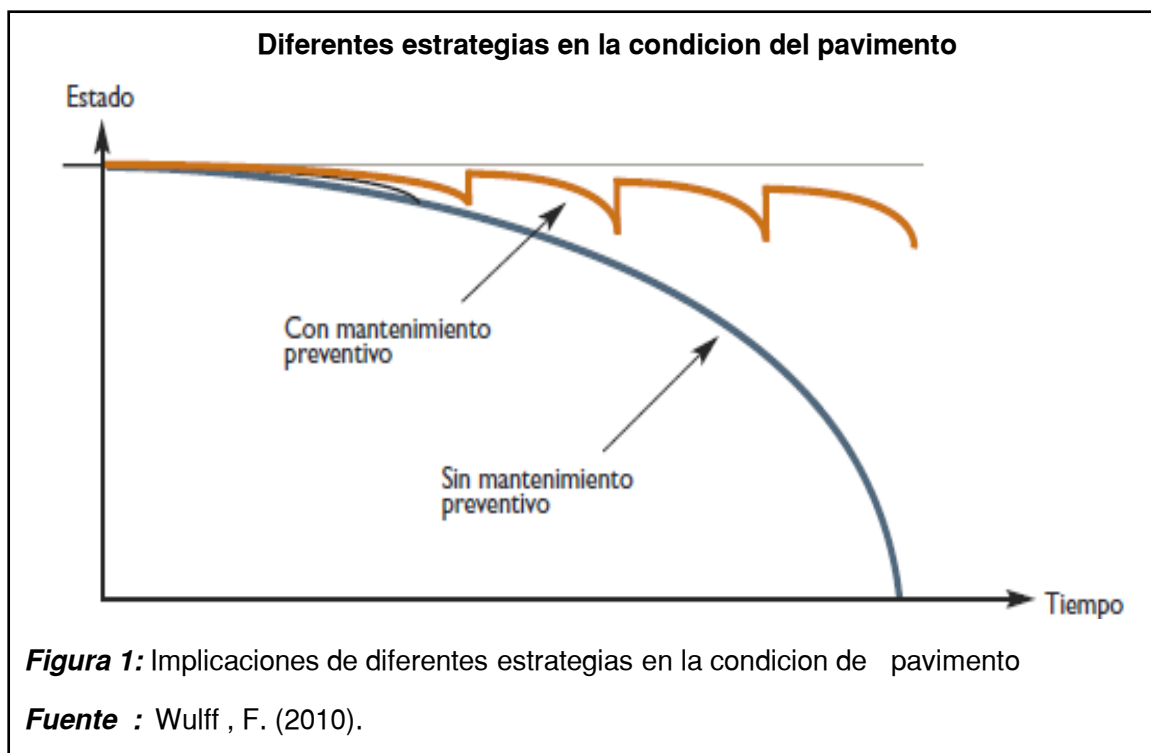
Los problemas de naturaleza como sismos, lluvias, rápida expansión del tráfico, falta de mantenimiento y conservación, deficiencia en sus construcciones, nos hacen reflexionar sobre la necesidad de evaluar las construcciones de la estructura de los pavimentos en el distrito.

En este sentido el presente trabajo la metodología de trabajo fue del tipo evaluativo visual, extracción de muestras atreves de calicatas y a través de un formato de evaluación.

1.1 Realidad problemática.

A Nivel Internacional.

La estrategia de mantenimiento y/o rehabilitación a partir de la evaluación de los pavimentos, tiene consecuencias directas en el nivel de servicio que el camino brindará al usuario durante su vida útil, (Wulff , 2010) como puede observarse en la figura:



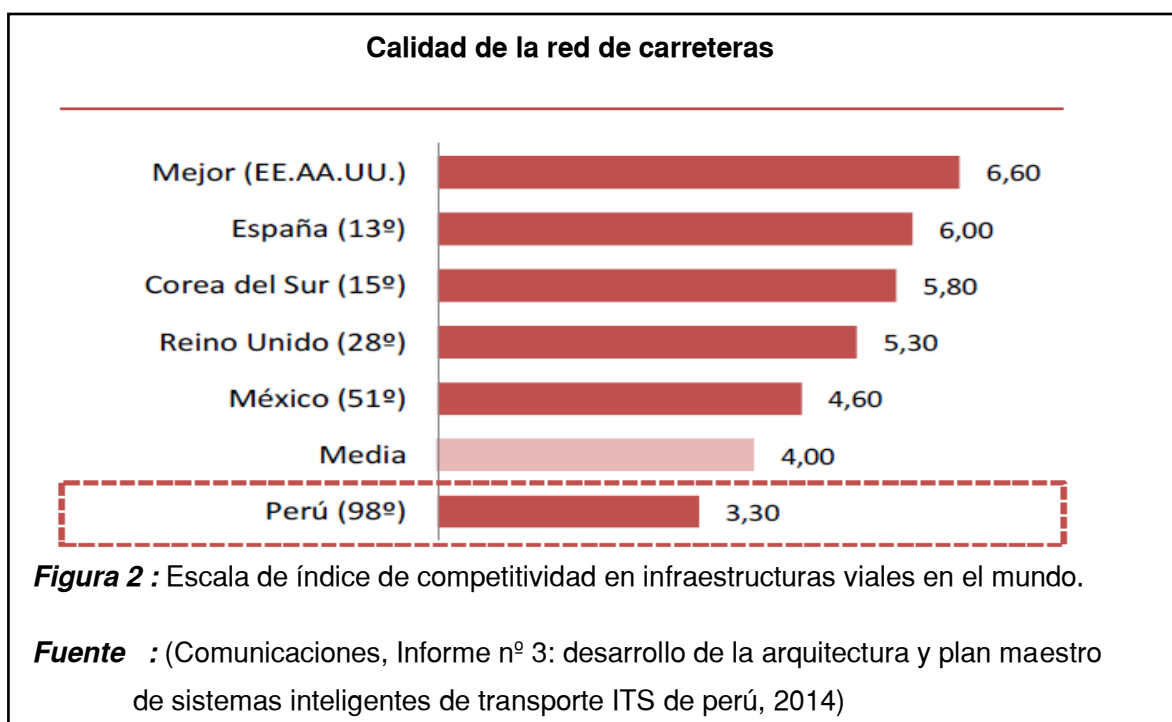
Cálculos efectuados para la red vial de Colombia, realizados en oportunidad de analizar la implementación de mantenimiento y evaluación, permiten observar esas diferencias sobre un ejemplo concreto de una red vial existente. (p.11)

Los pavimentos flexibles se vienen construyendo desde finales del siglo XIX, su primera aplicación tuvo lugar en algunas calles de las ciudades de Europa, pasando después a los Estados Unidos, desarrollándose en estos países rápidamente la tecnología para la construcción de pavimentos. En el continente americano, Chile y Argentina acumulan igualmente gran experiencia y muchas obras de pavimentaciones durante el siglo XX, teniendo un magnífico

Comportamiento durante muchísimos años, (Rabanal, 2014), (p.13)

(Ministerio de transportes y comunicaciones, 2014) Analizando este índice de calidad para cada grupo de infraestructuras, los valores obtenidos para los países objeto de estudio pone de manifiesto el alto índice de desarrollo que presentan las infraestructuras en España, Reino Unido y Corea del Sur; así como el avance experimentado en México como realidad latinoamericana y las oportunidades de desarrollo que Perú debe abordar:

Calidad de la red de carreteras: medido como el grado de extensión y eficiencia de la red de carreteras de cada país.



Los países seleccionados presentan importantes redes de infraestructura; sin embargo, el Perú se encuentra en una situación más desfavorable, respecto al resto de países, particularmente, en términos de despliegue de infraestructuras para el transporte.

A Nivel nacional.

(Gamboa, 2013) para este autor en la actualidad el desgaste de los pavimentos en la ciudad de Trujillo se debe a distintas causas ocasionados por la naturaleza como pueden ser: cambios climáticos (lluvias), movimientos sísmicos; o por nosotros mismos ya sea: El mal uso de los materiales al momento de pavimentar o la falta de control de calidad , el tránsito inadecuado de vehículos pesados y el desconocimiento al regar nuestros jardines vertimos agua al pavimento causando daños, ya que, el asfalto es enemigo del agua.

En consecuencia, el tráfico vehicular y el peatón generan un caos en el tránsito e incomodidad en el pasajero por llegar a la hora a su centro de trabajo; además esta situación problemática genera un incremento de accidentes en nuestra ciudad.

Podemos solucionar esto, dándole mantenimiento al pavimento cada vez que sea necesario. Evitar en lo más posible el contacto con el agua. Tener en cuenta todas las normas de construcción al momento de ejecutar la obra. Construir pavimentos más resistentes y durables. Organizar el tránsito vehicular de acuerdo al tipo de pavimento y al tipo de vehículo. (p.10)

(Ministerio de transportes y comunicaciones, 2014) En el Perú, la infraestructura para el transporte comprende carreteras, ferrocarriles, puertos y aeropuertos. En esta sub-sección se realizará un inventario de toda la infraestructura para el transporte existente, mostrándose su situación actual y los proyectos en cartera que permitirán su mejora.

Respecto a la infraestructura diseñada para mejorar la movilidad urbana en el país, se presentarán los dos sistemas de transporte masivo desarrollados, que se encuentran en la ciudad de Lima: Metropolitano y Metro de Lima. (p.07)

La infraestructura vial en nuestro país se divide en tres grupos, formando así el Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), el cual está conformado por tres categorías de redes: nacional, departamental y vecinal. La red vial, al 2012, tiene una longitud de 149,659.97 kilómetros, de los cuales, el 17.7% corresponde a la red vial nacional; 19.40% a la red vial departamental y 62.9% a la red vecinal o rural. Respecto a la red vial nacional, el 55.7% se encuentra pavimentado. (p.08).

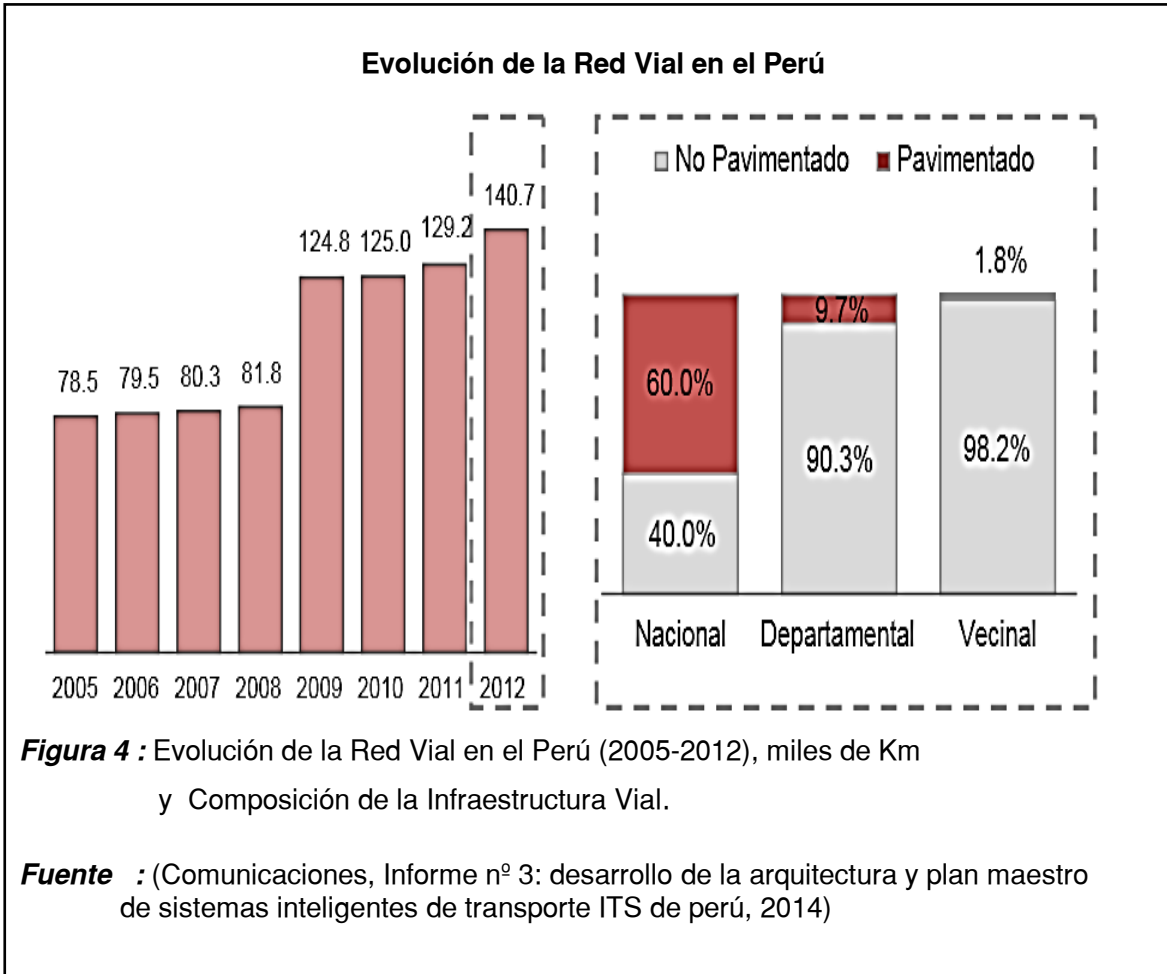
Infraestructura Vial (en kilómetros)					
Superficie de Rodadura	Nacional	Departamental	Vecinal	Total	
Total	26,494.69	29,029.62	94,135.66	149,659.97	100.0%
Pavimentada	14,747.74	2,339.72	1,611.10	18,698.56	12.5%
No Pavimentada	9,845.67	21,895.41	90,232.73	121,973.81	81.5%
Proyectada	1,901.29	4,794.49	2,291.83	8,987.61	6.0%

Figura 3 : Infraestructura Vial (en kilómetros) del SINAC, según superficie de rodadura, 2012

Fuente : (Comunicaciones, Informe nº 3: desarrollo de la arquitectura y plan maestro de sistemas inteligentes de transporte ITS de Perú, 2014)

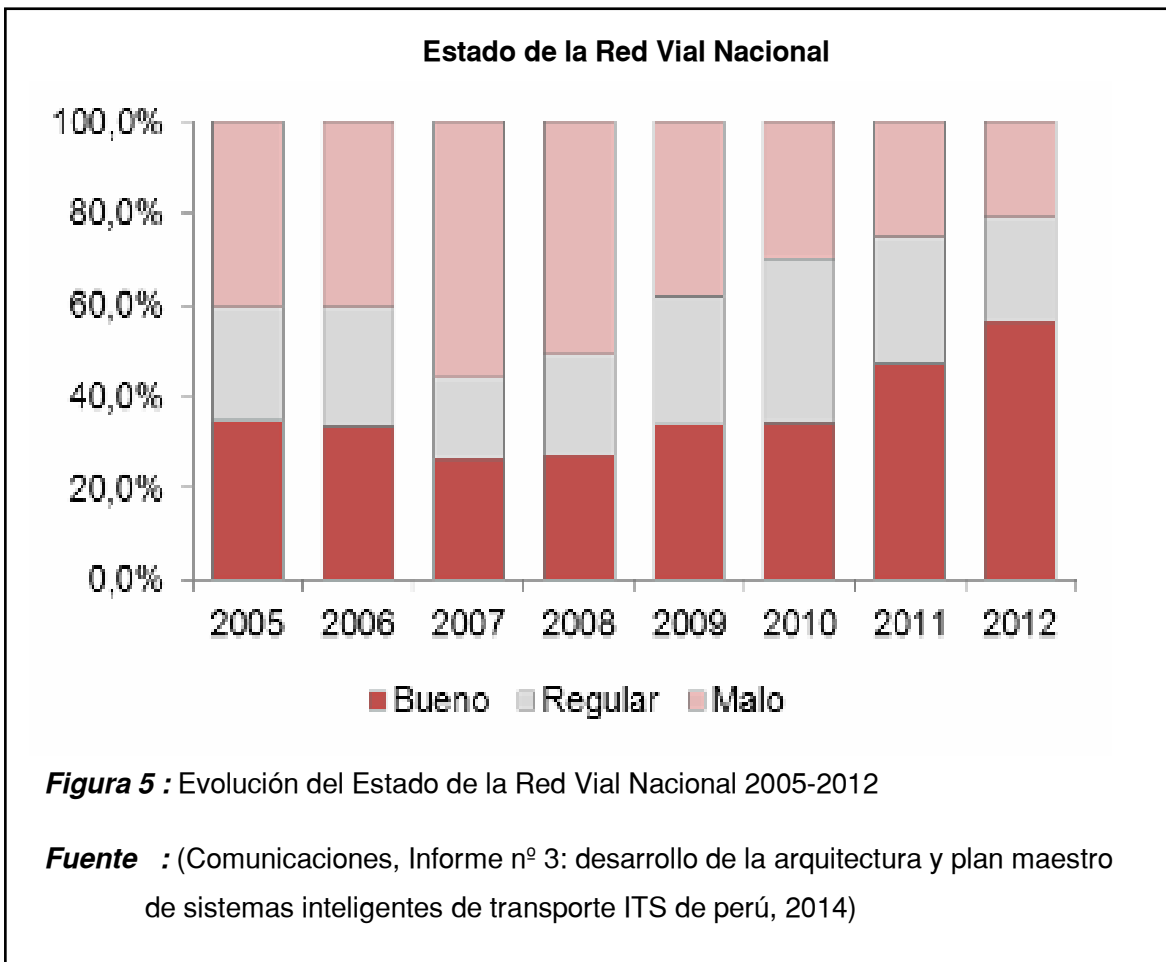
Sin considerar las carreteras en proyecto y conforme se muestra en el cuadro posterior, la red vial en el último año está compuesta por 140,672 kilómetros de vías. Cabe precisar que, si bien se observa que la red vial se incrementa a 124,826 km en el 2009, esto se debe a que en la red vial vecinal se incluye 40,800 kilómetros que no estaban registrados en el clasificador vigente. (p.08).

Asimismo, en el último año, se observa que el 40% de la red nacional no se encuentra pavimentada. Estas cifras se incrementan si se analiza la red vial departamental y vecinal, que tienen el 90.3% y 98.2%, respectivamente de red vial no pavimentada. (p.08)



La infraestructura vial es primordial para el desarrollo económico de un país, pues permite reducir distancias, ahorrar tiempo, disminuir costos, entre otros beneficios. En efecto, en el Perú se evidencia un avance significativo en cuanto a longitud de la red vial y el estado de la misma.

Respecto a este último, la RVN en buen estado se ha ido incrementando en el tiempo. En el 2005, solo existía un 35% de la RVN en buenas condiciones. La cantidad de kilómetros en buen estado en el 2012 aumentó en 137%, respecto al 2005. Por su parte, la longitud de RVN en mal estado se redujo en un 26%, en relación al 2005; actualmente, el 21% del total de la RVN se encuentra en dichas condiciones. (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2014) (p.09)



A Nivel local.

El Distrito de Chiclayo, se encuentra ubicada geográficamente está situado a 13 Km de la Costa del Pacífico y 770 Km de la capital del País, Ubicado por el Sur 6°45'45" por el Oeste 79°50'12" con una altitud de 27 msnm y está situado en una zona Tropical. De tal manera que los procesos constructivos varían en función a dichas temperaturas y épocas, por ello se requiere de un nivel técnico apropiado para su ejecución.

Debido al constante crecimiento demográfico de manera desordenada de la ciudad de Chiclayo se generan problemas viales emergentes que deben ser atendidos por las municipalidades. En el Distrito de Chiclayo, existen diferentes tipos de pavimentos en un 80% existente de pavimento flexible (de carpeta asfáltica) y un 20 % de pavimento rígido (bloques de concreto) Información obtenida de la Municipalidad de Chiclayo.

por ello el proyecto se centra la evaluación de la Avenida Los tréboles de pavimento flexible, en la cual se observa un constante deterioro; Estos problemas viales que generan tránsito vehicular intenso el cual afecta la forma de vida de los habitantes de la zona de estudio; siendo este uno de los principales factores que intervienen en el deterioro de los pavimentos asfálticos dañando la superficie de rodamiento de la calzada, a esto también hay que agregarle la falta de criterio y planeación (expediente técnico) para la ejecución de las obras al no tomarse en cuenta aspectos fundamentales de campo; como el sistema de alcantarillado en nuestro caso (Av. Los Tréboles), la empresa EPSEL no hace mantenimiento periódico considerado en nuestra investigación como una de las principales causas que generan el deterioro prematuro de la estructura del pavimento asfáltico. entre otros problemas son las diferentes patologías como: fisuras, deformaciones, pérdida de capas estructurales, daños superficiales entre otros.

Para ello es necesario determinar las patologías en la Avenida Los Tréboles antes mencionada de pavimento asfáltico del Distrito Chiclayo, las mismas que serán muestras de inspección visual, para tomar datos y determinar el estado actual del Pavimento. Existe la posibilidad que se presenten deterioros prematuros en los pavimentos, La degradación de la calidad del pavimento asfáltico, que se traduce por irregularidades en los perfiles longitudinales y transversales del pavimento, generalmente ocurre por los mecanismos que producen deformación permanente tanto en la mezcla asfáltica que conforma la carpeta de rodadura, así como también en las diferentes capas de la estructura del pavimento, e inclusive en la subrasante.

1.2 Antecedentes de Estudio.

Antecedentes internacionales

Uno de los temas de investigación de gran importancia en redes viales viene a ser el diseño de las estructuras de pavimentos flexibles, como consecuencia de los diversos resultados obtenidos y las deficiencias que se observan en los procesos constructivos y particularmente en la recuperación y rehabilitación de la estructura de las vías vehiculares pavimentadas.

Para este trabajo se contempla una evaluación de los diferentes métodos empleados para el diseño de estructuras de pavimento según criterios y parámetros empíricos, semi-empíricos y racionales, para determinar las distintas alternativas estructurales que se tienen en esta área considerada como alternativas de solución.

Cuyo fin es confrontar y comparar los conceptos técnicos, académicos y parámetros empleados para los diferentes tipos de diseño, determinando las diferencias en que ellos se derivan y que al ser aplicados puedan o no desarrollar resultados objetables e inadecuados con respecto a los comportamientos de la situación real de la estructura. De forma adicional en este trabajo se realizó un diagnóstico vial para el tramo de la vía existente en estudio, en lo cual se pretende saber las condiciones actuales de la estructura y la superficie de rodadura. (Lozano & Gonzales, 2005, pág. 11)

En cuanto a la capacidad de la vía, presenta un 14% de ocupación en el período inicial y esta se ocupará en un 18 % como máximo para el año horizonte 2015, esto nos da a entender que geoméricamente la vía goza de unas dimensiones amplias en su sección transversal para atender el flujo vehicular de la zona.

También se pudo concluir por los autores de este proyecto, es que el día sábado corresponde al día donde se evidencia más

Flujo vehicular y que estos se registran entre las 19:00 y 21:00 horas; En estas condiciones, el volumen de horario de máxima demanda corresponde

al 8.8% del volumen diario para el sector Pedregales – Ciudadela del Café. (Lozano & Gonzales, 2005, pág. 102)

(Lozano & Gonzales, 2005) Se concluye que el comportamiento en la zona se encuentra bien definido, en el cual la proporción de vehículos livianos es significativa y la participación de buses refleja la presencia de asentamientos urbanos, cuya localización y tamaño están asociados al carácter del sector, se aprecia además que la participación de camiones es muy baja.

En lo que respecta a nivel de servicio, la velocidad de diseño se mantiene en el tiempo hasta el año horizonte manteniendo un nivel de servicio constante de clasificación E; esto en parte se debe a la pendiente longitudinal de la zona crítica, ya que se desarrolla en una gran longitud, y a los radios de curvatura que hacen que se castigue fuertemente los factores de reducción utilizados en el cálculo de la calidad del servicio. Se presentarán velocidades bajas de circulación pero el tránsito fluye sin restricciones. La maniobra de adelantamiento es difícil por lo que los niveles de libertad y comodidad son muy bajos. (Condiciones actuales de la vía).

Con relación al diagnóstico vial realizado mediante el procedimiento de Índice de Condición del Pavimento – PCI, a la zona en estudio se concluye que la vía presenta en la actualidad una excelente condición de su estructura de pavimento y en su superficie de rodadura de acuerdo con los criterios rangos de clasificación plateados en este. Se recomienda a la vía que se realice.(p.103)

(Lozano & Gonzales, 2005). (p 104). En inspección visual y diagnóstico vial realizado al tramo en estudio, mediante el procedimiento PCI (Índice de condición del Pavimento),

se concluyó que el estado actual del pavimento en el acceso al barrio Ciudadela del Café se encuentra en un excelente estado, según los rangos de clasificación anteriormente enunciados y confirmados al realizar un recorrido por la vía, sin embargo se evidenciaron una serie de fallas en la superficie de rodadura, los cuales se muestran en las hojas de inspección continuación, se enunciarán:

- a. Ausencia parcial o total del material de sello en algunas de las juntas.
- b. Falla de esquina probablemente inducida por el fenómeno del bombeo.
- c. Fisuras y grietas en el pavimento.
- d. Ausencia de estructuras de alivio para la precipitación pluvial.
- e. Dilataciones exageradamente anchas.
- f. Aparente deficiencia en la colocación del refuerzo evidenciada en una mala transmisión de cargas a losas adyacentes.
- g. Superficie con abrasión severa.

(Lozano & Gonzales, 2005). Por lo anteriormente expuesto, se recomienda por los autores del proyecto la demolición y reposición de las placas de concreto que presenta niveles de severidad M, en relación con la abrasión o pulimento de la estructura en algunos de los tramos y las grietas lineales presentadas. (p 104).

- h. Con relación a los presupuestos elaborados en el presente proyecto, se indica que estos corresponden a los precios entregados por el Municipio de Pereira y el Departamento de Risaralda y a investigaciones de mercado realizadas a los establecimientos de comercio, y que el análisis unitario ver, se apoya en valores obtenidos de la investigación de mercados.
- i. También se puede concluir que, por el valor tomado de la subrasante, es recomendable la presencia de un material de subbase que mejore la interacción entre la carpeta de rodadura y la subrasante en cuanto a transmisión de las cargas; la presencia de la capa granular de subbase permite mejorar el módulo de reacción de la subrasante.
- j. Las diferentes estructuras encontradas en los diferentes métodos presentan mucha variabilidad en cuanto a sus valores.
- k. El método AASHTO es el que presenta el mayor valor de carpeta asfáltica con un valor de 18 cm, en contraste a la Nota Vial 31 que presenta un valor de 5 cm. Por las condiciones de tránsito se decidió tomar el valor de 18 cm como valor para el diseño.

- I. La gran diferencia de los métodos de diseño se presenta en el espesor de la carpeta asfáltica, la cual varía considerablemente para cada uno de ellos; en cuanto las capas granulares los espesores encontrados presentan valores un poco similares. (p 105).

(Miranda, 2010) Este trabajo de titulación incluye una descripción de los tipos de pavimentos existentes para la construcción de caminos, mostrarlos diferentes tipos de deterioros que se presentan en un pavimento, sus diferentes causas a través de su construcción o a lo largo de los años, se plantea además los tipos de técnicas de reparación aplicadas en obras de pavimentación, mostrando sus procesos constructivos acompañado de un registro fotográfico para la mayor comprensión del proceso. En este trabajo como caso práctico se muestra la conservación de pavimentos aplicada a los sectores 1 y 2 de Valdivia, destacando las causas que produjeron estos deterioros, y las reparaciones aplicadas, destacando los procesos constructivos en la reconstrucción de calzadas de pavimentos y carpetas asfálticas, sirviendo de un gran aporte a los profesionales que pretendan desarrollarse en el área de obras viales.

Antecedentes nacionales.

Es necesario realizar las gestiones de mantenimiento rutinario, periódico rehabilitación, que permitan prolongar la vida útil del pavimento. Pero, tales gestiones se deberán realizar con base en los correspondientes estudios. Estas pueden ser: las evaluaciones funcionales y estructurales.

(Balvin, 2013) En el periodo de vida de los pavimentos flexibles se presenta problemas de fallas, los cuales pueden ser: asentamientos diferenciales, deformaciones plásticas, factores climáticos, la intensidad del tránsito circulante, sus deformaciones, las condiciones de drenaje y sub- drenaje, etc. El pavimento requiere de conservación y mantenimiento, eficiente, rápida y económica. (p.06)

Dado la necesidad de lograr que nuestras construcciones en el Distrito de Ayacucho se desarrollen con la calidad correspondiente, es necesario evaluar el estado de las construcciones actuales de los pavimentos, y la

determinación del número de avenidas afectadas por alguna patología del asfalto, concreto y conociendo cual es la patología que tiene mayor incidencia en los pavimentos, es que podremos evaluar y proponer las recomendaciones.

Los problemas de naturaleza como sismos, lluvias, rápida expansión del tráfico, falta de mantenimiento y conservación, deficiencia en sus construcciones, nos hacen reflexionar sobre la necesidad de evaluar las construcciones de pavimentos en el distrito.

En este sentido el presente trabajo se desarrollará aplicando la metodología del PCI (Índice de Condición de Pavimento), para determinar un valor (de 0 a 100), el mismo que indicará su estado. La metodología de trabajo será del tipo evaluativo visual y a

Través de un formato de evaluación. En este trabajo se analizará la Causa del Daño, Severidad del mismo y Cantidad o Densidad del mismo, por las avenidas materia del presente informe.

Se concluyó El nivel de incidencia de las patologías del concreto asfáltico en los Pavimentos del Distrito de Ayacucho –Huamanga – Ayacucho son Hundimientos, Grietas diagonales - Lineales, Baches, pulimento de agregados, piel de cocodrilo. (p.106)

1.3 Teorías relacionadas al tema.

1.3.1 Diseño de Pavimentos.

(Sarmiento & Arias, 2015) El diseño de pavimentos ha sido gradualmente desarrollado en base a conocimientos empíricos - científicos, sin embargo, hasta el día de hoy juegan un rol importante. En 1920 el espesor de un pavimento era calculado puramente con la experiencia constructiva, de tal manera que, con la mayor experiencia ganada con los años, diferentes personajes desarrollaron métodos de diseño para calcular el espesor del pavimento.

Los pavimentos de las avenidas deben de ser los más adecuados y abarcar los requerimientos mínimos exigidos tanto por el tránsito actual como por el futuro. Entonces, con respecto al pavimento se puede precisar que, la función principal de este elemento estructural es de proveer una superficie adecuada al tránsito y distribuir las cargas aplicadas por el mismo sin que estas sobrepasen las tensiones admisibles de las distintas capas del pavimento y del suelo de fundación. (p.20)

1.3.2 Pavimento Flexible.

(Sarmiento & Arias, 2015) Los pavimentos flexibles consisten en agregados minerales seleccionados, unidos por una ligante bituminosa. El asfalto incluye una gran variedad de aplicación en pavimentos que van de tratamientos superficiales delgados a gruesas capas de concreto asfáltico. Generalmente está conformado por cuatro capas o también conocidos como componentes estructurales:

1.3.2.1 Sub Rasante.

(Sarmiento & Arias, 2015) Es la capa más profunda de toda la estructura, además es la base del pavimento y su espesor es considerado como infinito con escasas excepciones. Estos suelos pertenecientes a la sub rasante serán adecuados y estables con CBR igual o mayor a 6%. En el caso que sea menor (sub rasante pobre o inadecuada), corresponde estabilizar los suelos, para lo cual se tendrá que analizar alternativas de solución, como la estabilización mecánica, el reemplazo de suelo, estabilización química de suelo, estabilización con geosintéticos, entre

otros, eligiendo la alternativa más conveniente en cuanto a lo técnico y económico. (p.21)

1.3.2.2 Sub base.

Es una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta. Además, se utiliza como capa de drenaje y controlador de la capilaridad del agua. Dependiendo del tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento, esta capa puede obviarse. Esta capa puede ser de material granular ($\text{CBR} \geq 40\%$) o tratada con asfalto, cal o cemento. (p.21)

1.3.2.3 Base Granular.

Es la capa inferior a la capa de rodadura, que tiene como principal función de sostener, distribuir y transmitir las cargas originadas por el tránsito. Esta capa será de material granular ($\text{CBR} \geq 80\%$) o tratada con asfalto, cal o cemento. A su vez esta capa debe ser de mejor calidad y granulometría que la sub base. (p.21)

1.3.2.4 Carpeta asfáltica.

Es la capa superior del pavimento flexible y es colocada sobre la base granular con la finalidad de sostener directamente el tránsito. Asimismo, es la capa de mejor calidad debido a que debe ofrecer características como fricción, suavidad, control de ruido y drenaje. (p.22)

1.3.3 Criterios de Diseño del Pavimento Flexible.

Sarmiento & Arias (2015) menciona en su investigación que “El pavimento trabaja de tal forma que se evita la deformación de la capa de rodadura por acción de las cargas estáticas y dinámicas significativas. Sin embargo, no se puede concluir que no se produce deformación alguna, ya que debido al deterioro en el tiempo se presentarían fallas, es por eso que también se debe proveer mantenimiento constante hasta la colocación de un nuevo pavimento o reparación del mismo” (p.22).

Sarmiento & Arias (2015) indica que “El objetivo es diseñar una ruta para transportar el tráfico de manera satisfactoria por un período determinado de tiempo sin necesidad de gran mantenimiento a la estructura

(rehabilitación). Las decisiones deben tomarse sobre la cantidad de deterioro que puede ser tolerada y en una condición que sea aceptable al final del período de diseño. Las opiniones difieren sobre estos temas entre los ingenieros de diferentes países, y entre los usuarios de la carretera. Mientras que los ingenieros están preocupados por los problemas estructurales, los usuarios de las carreteras se enfocan principalmente en la calidad del viaje como lo resbaladizo de la carretera, la congestión y la seguridad” (p.22).

Sarmiento & Arias (2015) menciona en su investigación que “Los fracasos se dan cuando el pavimento requiere una rehabilitación o reconstrucción ya que el deterioro no puede ser corregido por el mantenimiento de rutina o periódico. Por ejemplo, la superficie de pavimento de asfalto en un clima seco se puede fisurar antes de que la calidad de conducción se vea afectada y que los usuarios de la carretera empiecen a quejarse. Con el sellado de grietas se Puede extender la vida del pavimento, la formación de grietas suele ser una falla estructural que requiere una reparación costosa” (p.22).

Sarmiento & Arias (2015) menciona que “por otro lado, una carretera antigua que comprende una base sin consolidar y un tratamiento superficial simple pueden llegar a ser muy desigual a través de parches de mantenimiento, que se realizan durante muchos años, aunque mantengan buenas condiciones estructurales” (p.22).

Sarmiento & Arias (2015) indica que “La forma más común para equilibrar los aspectos conflictivos de diseño es utilizar el principio de minimizar el costo total de la carretera durante toda su vida útil, es decir, el costo total de construcción y mantenimiento de la carretera. A medida que la carretera se deteriora, el usuario hace que la carretera aumente su costo. Al hacer suposiciones realistas sobre el futuro mantenimiento y comportamiento en carretera bajo diferentes estrategias de mantenimiento la vía puede ser diseñada para minimizar los costos totales durante el período de diseño” (p.22).

1.3.4 Patologías.

Una patología del pavimento asfáltico viene a ser el deterioro prematuro de la estructura de un pavimento en función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. Estas se podrán identificar ya sea por inspecciones visuales – evaluación superficial y/o evaluación estructural haciendo calicatas y tomando muestras que posteriormente serán evaluadas en el laboratorio.

1.3.4.1 Causas del Surgimiento de las Fallas en un Pavimento Asfáltico.

Corros (2009) menciona que, “durante la vida de servicio de un pavimento, causas de diverso origen afectan la condición de la superficie de rodaje, lo cual compromete su función de ofrecer a los usuarios la posibilidad de un rodaje seguro, cómodo y económico” (p.47).

Corros (2009) menciona que Entre las causas de falla de un pavimento se pueden mencionar:

1. Fin del período de diseño original y ausencia de acciones de rehabilitación mayor durante el mismo. En este caso la falla es la prevista o esperada.
2. Incremento del tránsito con respecto a las estimaciones del diseño de pavimento original.
3. Deficiencias en el proceso constructivo, bien en procesos como tal como en la calidad de los materiales empleados.
4. Diseño deficiente (errores en la estimación del tránsito o en la valoración de las propiedades de los materiales empleados).
5. Factores climáticos imprevistos (lluvias extraordinarias).
6. Insuficiencia de estructuras de drenaje superficial y/o subterráneo.
7. Insuficiencia o ausencia de mantenimiento y/o rehabilitación de pavimentos (p.47).

Corros (2009) menciona que “Dependiendo de su origen, las fallas pueden ser clasificadas como **fallas funcionales (superficiales) o fallas estructurales**. En el primer caso, el defecto se presenta o circunscribe a la superficie de la capa asfáltica y las acciones de reparación se dirigen a la corrección de la fricción (seguridad), o al

restablecimiento de la a rugosidad o regularidad (comodidad), lo cual se logra con la colocación de capas asfálticas de bajo espesor que no contribuyen desde el punto de vista estructural” (p.47).

Corros (2009) Por su parte las fallas estructurales tienen su origen en defectos en una o más de las capas que conforman la estructura del pavimento, las cuales están destinadas a resistir y compartir los esfuerzos impuestos por el tráfico, de manera que a nivel de sub-rasante o suelo de fundación de pavimento lleguen los menores esfuerzos y lo más distribuido posible. En estos casos la corrección de las fallas va dirigida al refuerzo de la estructura existente mediante la colocación de una capa cuyo espesor debe ser calculado en función de los requerimientos de las cargas de tráfico previstas en el período de tiempo previsto para la rehabilitación. La falla estructural se deriva de dos causas fundamentales:

Cuando la capacidad de deformación-recuperación de los materiales que conforman la estructura de pavimento es “excedida más allá del valor que determinan las deformaciones recuperables por elasticidad instantánea y retardada, desarrollándose deformaciones permanentes (ahuellamiento) en cada aplicación de las cargas, las que se acumulan modificando los perfiles de la calzada hasta valores que resultan intolerables para la comodidad, seguridad y rapidez del tránsito y aún pueden provocar el colapso de la estructura.

- a) Suelos de sub-rasante, capas de base y/o sub-base granulares.
- b) Capas asfálticas.

1.3.4.2 Clasificación de los deterioros o fallas.

El Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) nos dice que “Los deterioros / fallas de los pavimentos flexibles pueden clasificarse en dos grandes categorías: los deterioros /fallas estructurales y los deterioros / fallas superficiales. Los deterioros de la primera categoría se asocian generalmente con obras de rehabilitación de costo alto. Los Deterioros de la segunda categoría se relacionan generalmente con obras de mantenimiento periódico, por ejemplo, carpeta delgada de concreto asfáltico o tratamiento superficial” (p. 86).

Tabla 1
Deterioros o fallas de los pavimentos asfaltados

Clasificación de los deterioros / fallas	Código de deterioro / falla	Deterioro / falla	Gravedad
Deformación 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. 3. malla pequeña (< 0.3 m) sin o con material suelto.
	2	Fisuras longitudinales	1. fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho ≤ 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 > 1 mm y > 3 mm) también se denominan grietas.
	3	Deformación por deficiencia estructural	1. profundidad sensible al usuario < 2 cm. 2. profundidad entre 2 cm y 4 cm. 3. profundidad > 4 cm.
	4	Ahuellamiento	1. profundidad sensible al usuario ≤ 6 mm. 2. profundidad > 6 mm y < 12 mm. 3. profundidad > 12 mm.
	5	Reparaciones o parchadas	1. Reparación o parchado para deterioros superficiales. 2. Reparación de piel de cocodrilo o fisuras longitudinales en buen estado. 3. Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales en mal estado.
	6	Peladura y desprendimiento	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 aparición de la base granular.
	7	Baches (huecos)	1. Diámetro < 0.2 m. 2. Diámetro entre 0.3 y 0.5 m. 3. Diámetro > 0.5 m.
Deterioros o fallas superficiales		Fisuras transversales	1. Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm) 2. Fisuras medias corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm ≤ 6 mm). 3. Fisuras gruesas corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 3mm) también se denominan grietas.

Fuente: (Manual de carreteras, Mantenimiento o conservación vial, 2014)

1.3.5 Definición de los tipos de daños en pavimentos flexibles.

Los daños que presenta una estructura de pavimento flexible pueden ser clasificados en cuatro categorías de acuerdo a los daños:

- 1. Fisuras**
- 2. Deformaciones**
- 3. Pérdida de capas estructurales**
- 4. Daños superficiales**
- 5. Otros daños**

Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006) señala que:

Dentro de cada categoría existen diferentes deterioros que se originan por diversos factores, algunos de los cuales se han establecido mediante la revisión bibliográfica, y otros mediante evaluación de campo y ensayos de laboratorio. A continuación, se presenta la definición de cada uno de estos deterioros, sus severidades (clasificadas en Baja, Media y Alta), la forma de medir el daño y las unidades de medida, sus posibles causas y la evolución probable, todo ello acompañado de un registro fotográfico que permite al lector tener una idea más clara de los daños que se pueden encontrar durante una inspección visual típica. La abreviatura con la cual se registrará cada tipo de daño en el formato de campo aparece entre paréntesis (pág. 01).

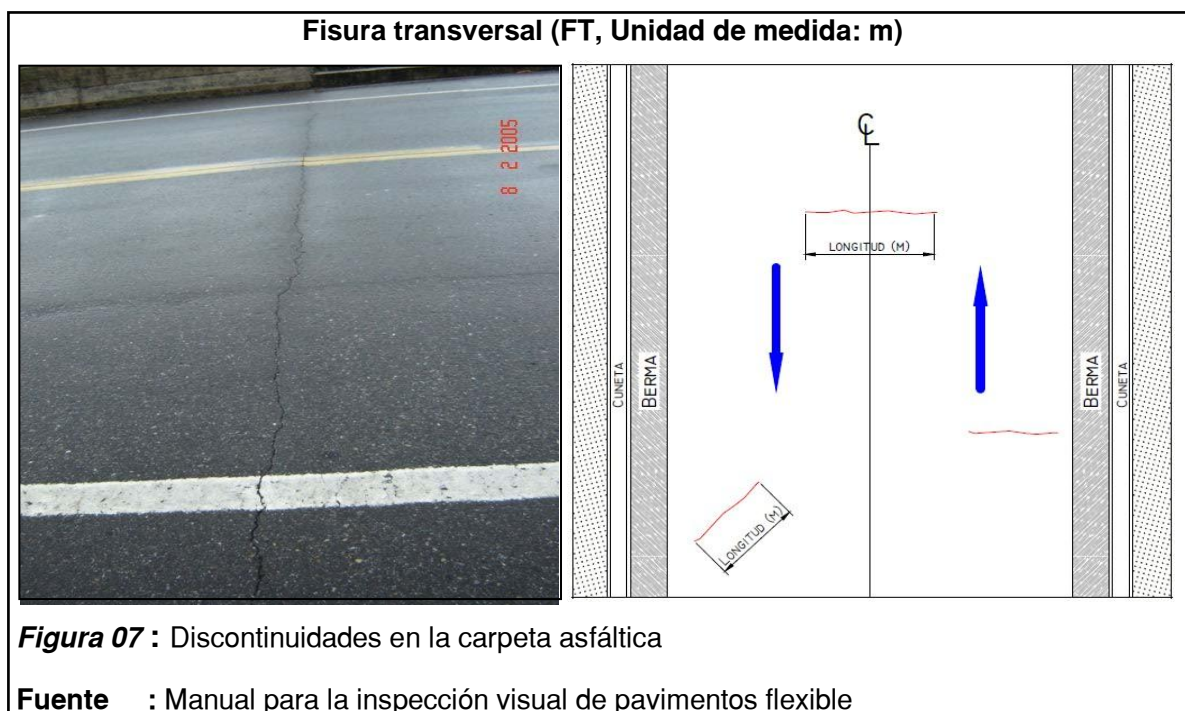
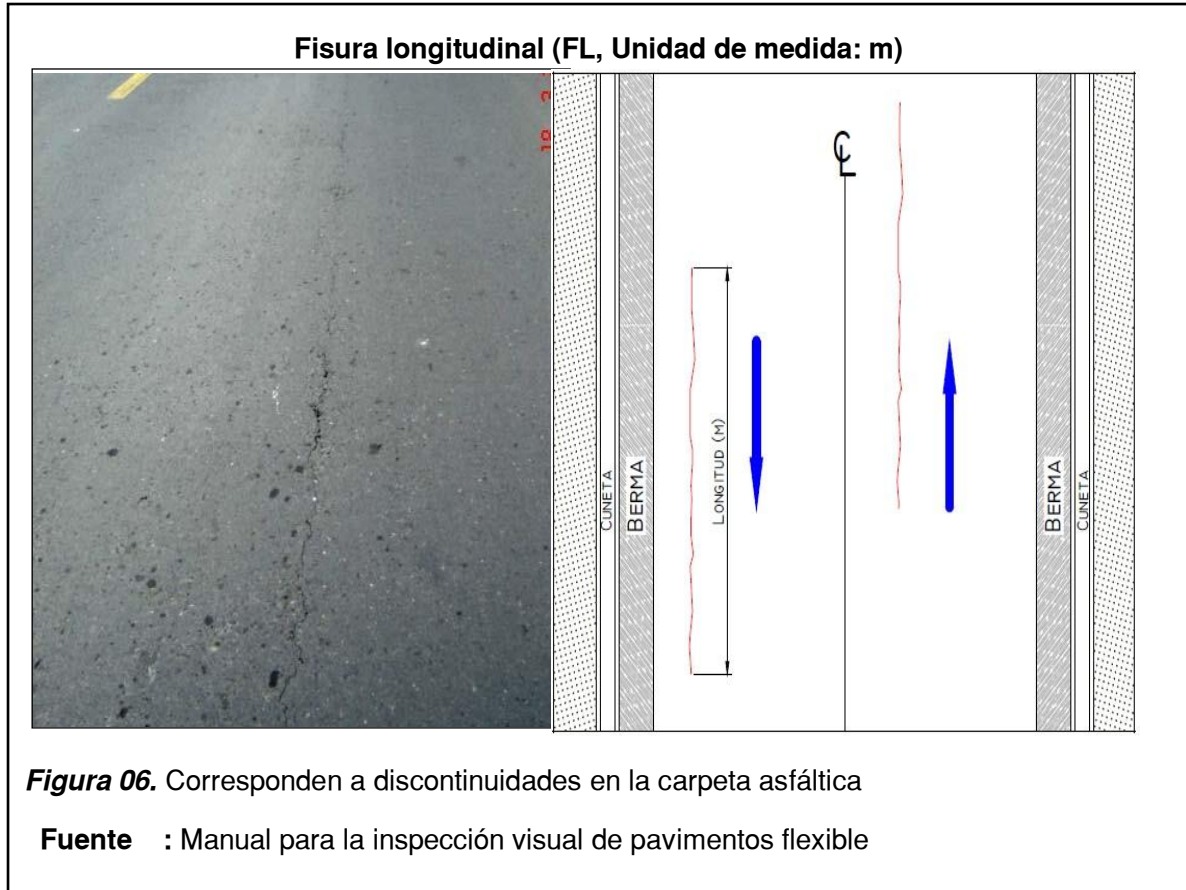
1.3.5.1 Fisuras

1.3.5.1.1 Fisuras longitudinales y transversales (FL, FT).

Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006) señala que:

Corresponden a discontinuidades en la carpeta asfáltica, en la misma dirección del tránsito o transversales a él. Son indicio de la existencia de esfuerzos de tensión en alguna de las capas de la estructura, los cuales han superado la resistencia del material afectado. La localización de las

fisuras dentro del carril puede ser un buen indicativo de la causa que las generó, ya que aquellas que se encuentran en zonas sujetas a carga pueden estar relacionadas con problemas de fatiga de toda la estructura o de alguna de sus partes (pág. 01).



Según la norma peruana.

Según el Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) nos indica sobre las fisuras que “Para este rubro se incluyen las fisuras longitudinales de fatiga. Discontinuas y únicas al inicio, evolucionan rápidamente hacia una fisuración continúe y muchas veces ramificada antes de multiplicarse debido al tráfico, hasta convertirse en muy cerradas” (p.89).

Causas

Según el Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) nos indica que “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” (p.89).

Niveles de Gravedad

Según el Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) nos indica que “el criterio principal es el orden de magnitud de la malla.

- 1: Fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho < 1 mm)
- 2: Fisuras medias, corresponden a figuras 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” (p.89).

Según el Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) nos indica que “fisuras longitudinales y transversales: El nivel 1 corresponde al concepto del AASHTO de «hairline crack» (fisura como un cabello), se puede considerar que el ancho es generalmente inferior a un mm. En cuanto a las fisuras abiertas de gravedad 2, se considera que su ancho es generalmente superior a un mm con bordes verticales (sin desintegración de bordes) y menor o igual a 3 mm. Se vuelven

Gravedad 3 cuando los bordes se desintegran y tienen un ancho superior a 3 mm (p.90).

Posibles Medidas correctivas

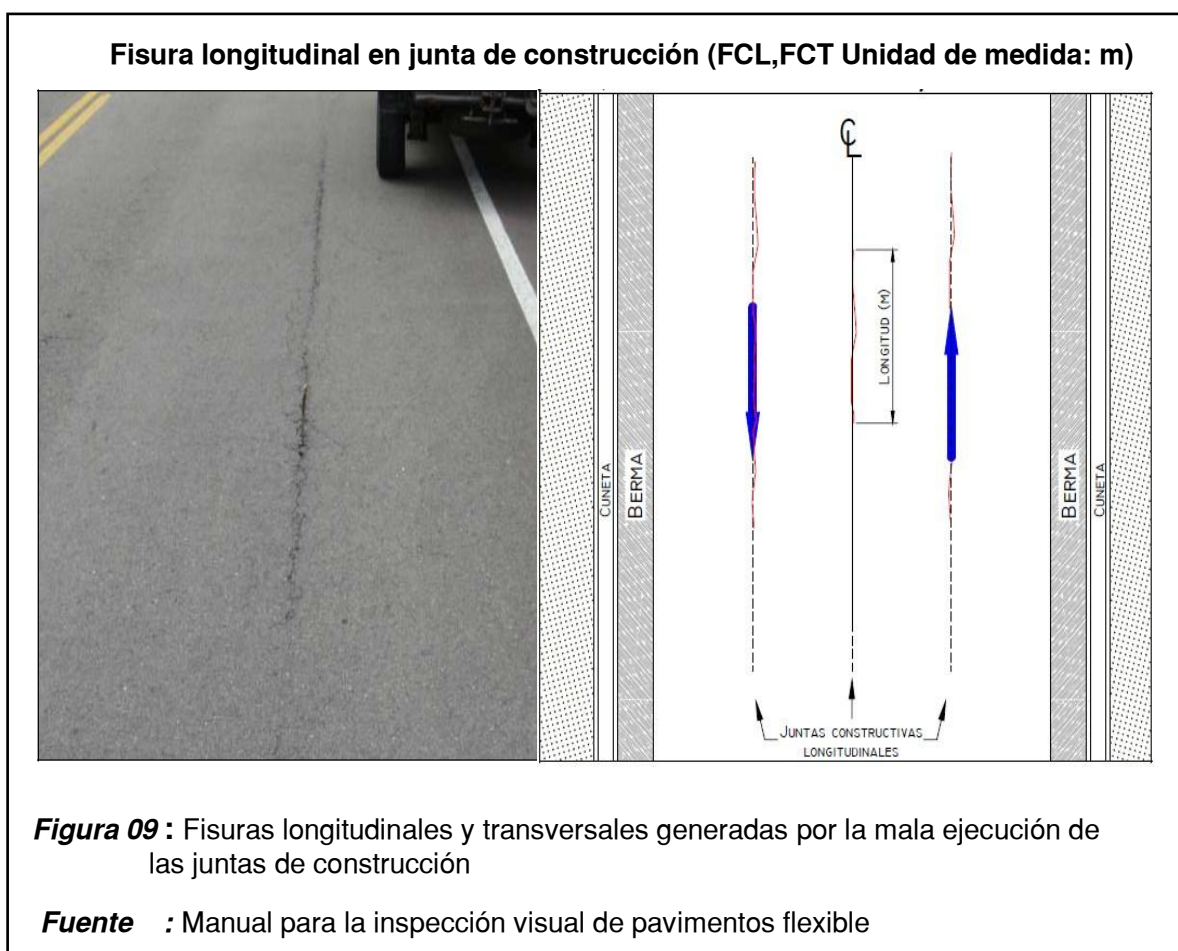
Según el Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) nos indica que “según la gravedad de las fisuras y su extensión, así como de otros elementos de diagnóstico (deformaciones, deflexión y rugosidad), se consideran:

- a. Reparaciones por sello o carpeta asfáltica con mezcla en caliente
- b. Sello o carpeta asfáltica
- c. Rehabilitación o reconstrucción” (p.90).



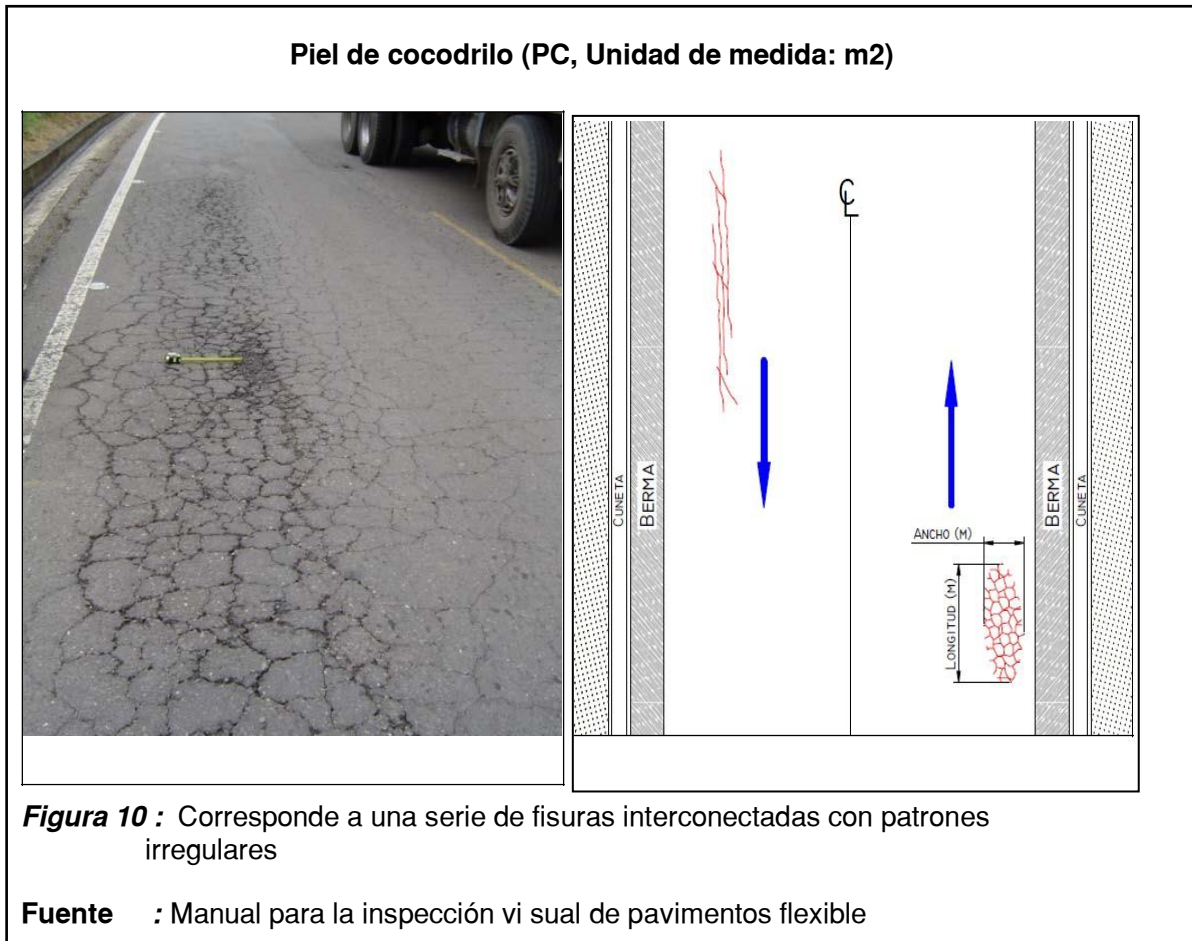
1.3.5.1.2 Fisuras en juntas de construcción (FCL, FCT).

Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)
Corresponden a fisuras longitudinales y transversales generadas por la mala ejecución de las juntas de construcción de la carpeta asfáltica o de las juntas en zonas de ampliación. Se localizan generalmente en el eje de la vía, coincidiendo con el ancho de los carriles, zonas de ensanche y en zonas de unión entre dos etapas de colocación de pavimento asfáltico (pág. 02).



- a) Carencia de ligante en las paredes de la junta.
 - b) Deficiencia en el corte vertical de las franjas construidas con anterioridad
 - c) Deficiencias de compactación en la zona de la junta”
- “**Severidades y Unidad de medición:** Aplican los mismos criterios mencionados para fisuras longitudinales y transversales.

1.3.5.1.3 Piel de cocodrilo (PC)



La causa más frecuente es la falla por fatiga de la estructura o de la carpeta asfáltica principalmente debido a:

- a) Espesor de estructura insuficiente
- b) deformaciones de la subrasante
- c) problemas de drenaje que afectan los materiales granulares
- d) compactación deficiente de las capas granulares o asfálticas
- e) deficiencias en la elaboración de la mezcla asfáltica: exceso de mortero en la mezcla, deficiencia de asfalto en la mezcla, reparaciones mal ejecutadas, deficiencias de compactación, juntas mal elaboradas.

Según la norma peruana

Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) menciona que

“la piel de cocodrilo (falla estructural) 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” (p.88).

Causas

Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) menciona que “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 estructura) del pavimento. Esta falla comienza en la parte inferior de las capas asfálticas. La fisuración se propaga a la superficie. (p.88).

Niveles de Gravedad

Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) menciona que “el criterio principal es el orden de magnitud de la malla.

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

El nivel 1 corresponde a la aparición de la red en la superficie. Las fisuras no tienen generalmente un ancho significativo. Se abren en los niveles 2 Y 3” (p.88).

Posibles Medidas correctivas

Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) menciona que, “según la gravedad de la piel de cocodrilo y su extensión, así como de otros elementos de diagnóstico (deformaciones, deflexión y rugosidad), se consideran:

- a. Ninguna medida
- b. Reparaciones por sello o carpeta asfáltica con mezcla en caliente
Sello o carpeta asfáltica

Piel de cocodrilo – falla estructural

1: PIEL DE COCODRILO

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



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

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



Figura 11 : Corresponde a una serie de fisuras interconectadas con patrones irregulares

Fuente : (Manual de carreteras, Mantenimiento o conservación vial, 2014)

1.3.5.2 Deformaciones

1.3.5.2.1 Deformación por deficiencia estructural

Según el Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) “las deformaciones de los pavimentos flexibles se caracterizan, en la casi totalidad de los casos, por:

1. Las deformaciones por deficiencia estructural, depresiones continuas (deterioro 3a) o localizadas (deterioro 3b)
2. El ahuellamiento (deterioro 4) relacionado con el comportamiento inestable de la capa de rodadura” (p.91).

“En todos los casos, su gravedad es anotada por la profundidad medida sobre una regla rígida de 1.50 m de longitud colocada transversalmente en la calzada. El presente rubro se refiere a las deformaciones por deficiencia estructural”.

La depresión continua aparece en el trazado de las ruedas, en un ancho superior a 0.8 m, sobre los laterales del pavimento de 0.5 a 0.8 m del borde, debido al asentamiento de los materiales de una o varias capas del pavimento y de vía subrasante bajo un tráfico pesado y canalizado” (p.91).

“la depresión localizada es un hundimiento de la superficie del pavimento en un área localizada del mismo. Conciernen generalmente a la totalidad del borde del pavimento. Es una consecuencia del defecto de soporte o de estabilidad debido a una mala calidad de los materiales o a un contenido de agua excesivo” (p.91).

Causas

Según el Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014)) indica que “los deterioros o fallas 3a y 3b son consecuencias del fenómeno de fatiga de una o varias capas del pavimento y de (a subrasante sometidas a una repetición de cargas superior a la permisible. Es indicativo de insuficiencia estructural del pavimento” (p.91).

Niveles de Gravedad.

Según el Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) indica que “los niveles de gravedad se determinan de acuerdo a las profundidades:

- 1: Profundidad sensible al usuario < 2 cm
- 2: Profundidad entre 2 cm y 4 cm
- 3: Profundidad \geq 4 cm” (p.92).

Posibles Medidas correctivas

Según el Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) indica que “según la gravedad de las deformaciones (ahuellamiento y hundimiento) y su extensión, así como otros

Elementos de diagnóstico (fisuraciones, deflexión y rugosidad), se consideran:

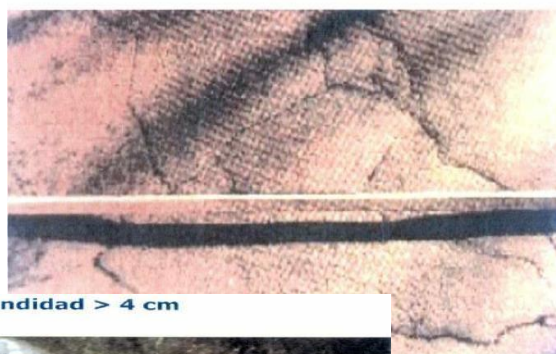
- a. Ninguna medida
- b. Reparaciones por carpeta asfáltica con mezcla en caliente
- c. Carpeta asfáltica. Rehabilitación o reconstrucción parcial o total incluyendo el drenaje si fuera necesario” (p.92).

Deformación por deficiencia estructural - falla estructural

3: DEFORMACIONES (3a DEPRESIÓN CONTINUA LONGITUDINAL)
Gravedad 1: Profundidad sensible al usuario < 2 cm



Gravedad 2: Profundidad entre 2 cm y 4 cm



Gravedad 3: Profundidad > 4 cm



3: DEFORMACIONES (3b HUNDIMIENTO)
Gravedad 2: Profundidad entre 2 cm y 4 cm



Gravedad 3: Profundidad > 4 cm

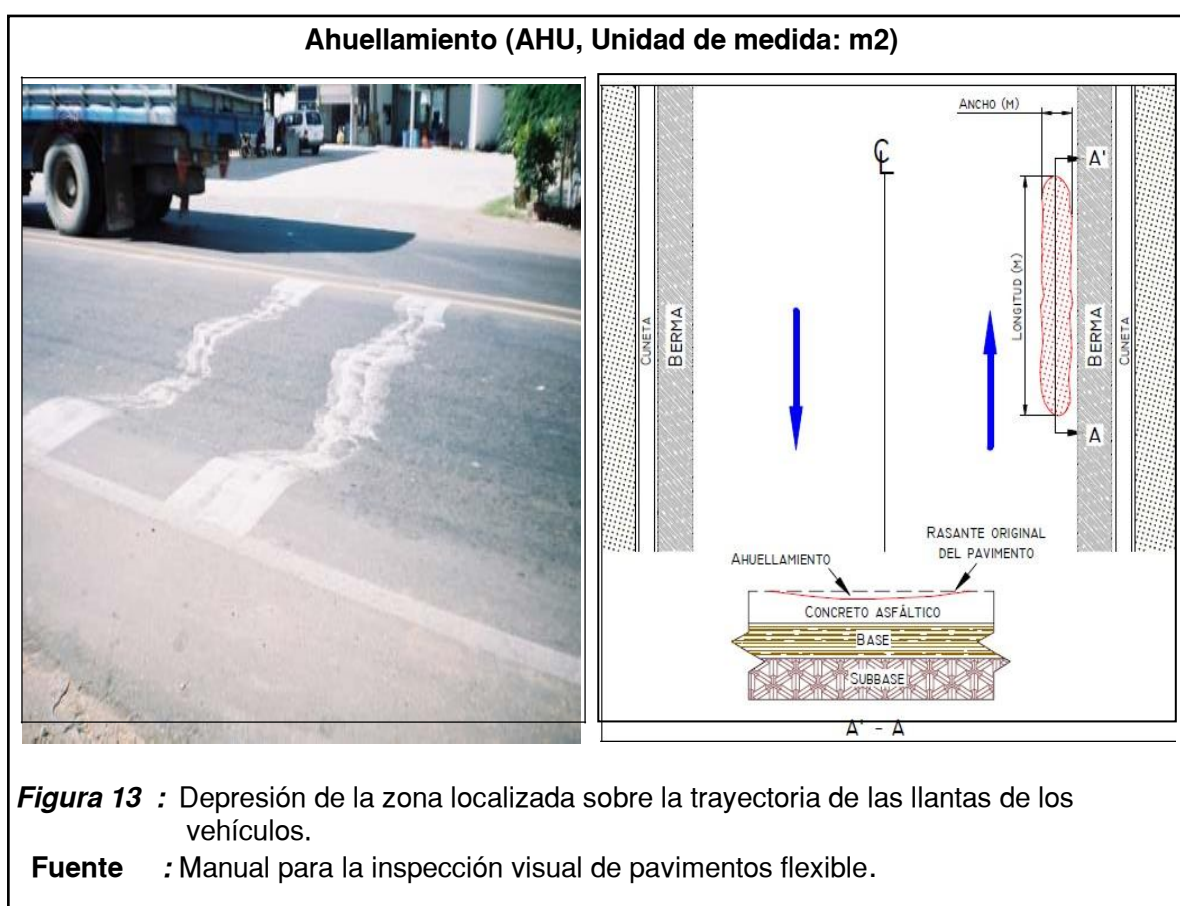


Figura 12 : Las deformaciones por deficiencia estructural, El ahuellamiento

Fuente : (Manual de carreteras, Mantenimiento o conservación vial, 2014)

1.3.5.2.2 Ahuellamiento (AHU).

Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006) El ahuellamiento es una depresión de la zona localizada sobre la trayectoria de las llantas de los vehículos. Con frecuencia se encuentra acompañado de una elevación de las áreas adyacentes a la zona deprimida y de fisuración. Un ahuellamiento significativo puede llevar a la falla estructural del pavimento y posibilitar el hidropilano por almacenamiento de agua (pág. 13).



El Manual de carreteras, Mantenimiento o conservación vial (2014) “llama ahuellamiento a las deformaciones propias de los pavimentos flexibles se caracterizan, en la casi totalidad de los casos, por:

- 1.Las deformaciones por deficiencia estructural, depresiones continuas (deterioro 3a) o localizadas (deterioro 3b)

2. El ahuellamiento (deterioro 4) relacionado con el comportamiento inestable de la capa de rodadura” (p.94).

En todos los casos, su gravedad es anotada por la profundidad medida sobre una regla rígida de 1.50 m de longitud colocada transversalmente en la calzada. El presente rubro se refiere a las deformaciones por comportamiento visco-elástico de la capa de rodadura. 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 (as de la capa de rodadura bajo un tráfico pesado y canalizado” (p.94).

Causas

Según el Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) estos problemas provienen de las siguientes causas probables:

- a. Defecto de dosificación del asfalto.
- b. Inadecuación entre el tipo de asfalto y la temperatura de la capa de rodadura.
- c. Inadecuación entre la gradación de los agregados y la temperatura de la capa de rodadura.
- d. Inadecuación entre la gradación de los agregados y la clase de tránsito (p.94).

Define a los **niveles de gravedad** en tres tipos señalados a continuación:

- 1: Profundidad < 6 mm
- 2: Profundidad >6 mm y < 12 mm
- 3: Profundidad > 12 mm” (p.94).

Según el Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) define a las **posibles medidas correctivas** “según la gravedad de las deformaciones y su extensión, así como otros elementos de diagnóstico (deflexión y rugosidad), se consideran:

- a. Ninguna medida
- b. Reparaciones con mezcla en caliente
- c. Carpeta asfáltica
- d. Fresado y carpeta asfáltica
- e. Rehabilitación o reconstrucción parcial o total incluyendo el drenaje si fuera necesario” (p.94).



1.3.5.3 Pérdida de las capas de la estructura

1.3.5.3.1 Parche (PCH).

Reparaciones o parchado

El Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) indica que Las reparaciones están destinadas a mitigar los defectos del pavimento, de manera provisional o definitiva; su número, su extensión y su frecuencia son elementos del diagnóstico. Una reparación reciente enmascara un problema, reparaciones frecuentes lo subrayan. Las reparaciones deben ser calificadas en el momento del examen visual, pues algunas de ellas son tomadas en cuenta para determinar el estado estructural del pavimento. Si la reparación se aplica a deterioros / fallas superficiales y erradica el defecto, no se usará para calificar el estado estructural del pavimento. Si se aplica a la fisuración

Estructural, se considera como factor agravante. Dichos criterios resultan en los niveles de gravedad definidos más abajo (p.95).

Causas

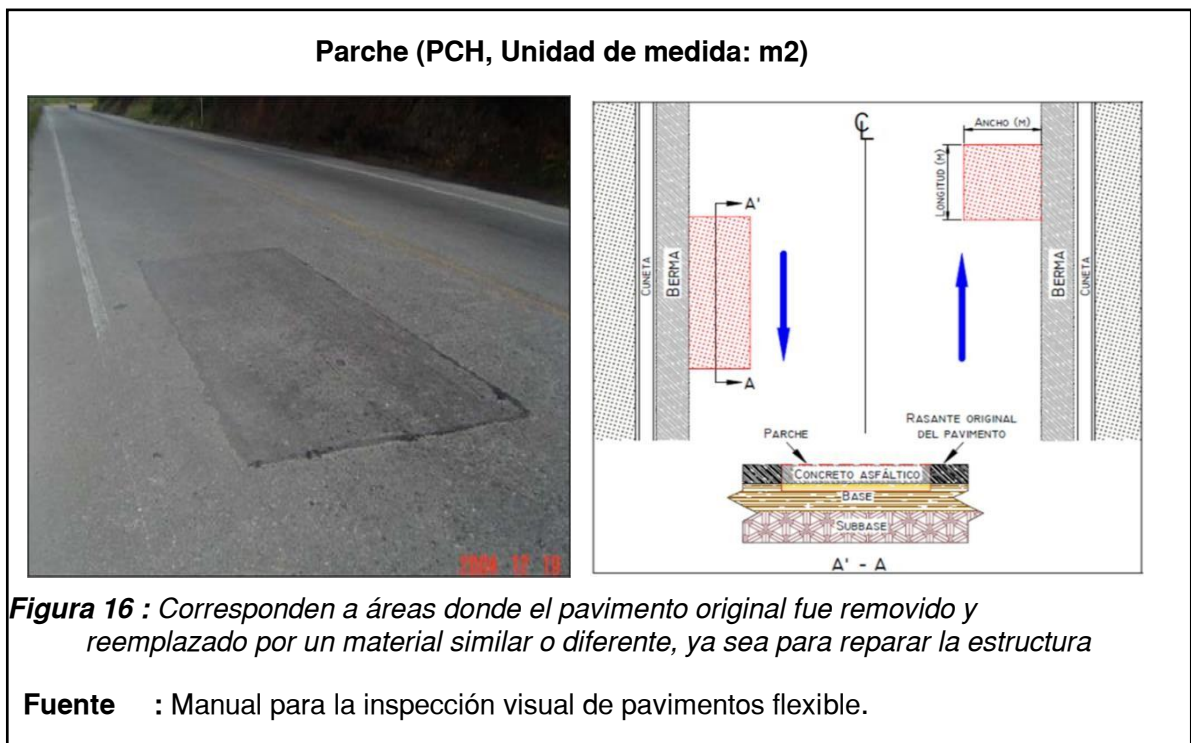
Las reparaciones son indicativas de insuficiencia estructural del pavimento o de deterioros/fallas superficiales. No requieren medidas correctivas” (p.96).

Define a los **niveles de gravedad** en tres tipos señalados a continuación:

- 1: Reparación o parchado para deterioros/ 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” (p.96).



Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006) “Los parches corresponden a áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente, ya sea para reparar la estructura (a nivel de concreto asfáltico o hasta los granulares) o para permitir la instalación o reparación de alguna red de servicios” (pág. 15).



Pueden estar asociadas principalmente:

- a) Procesos constructivos deficientes.
- b) Progresión del daño inicial por el cual debió realizarse el parche (cuando la intervención fue inadecuada para solucionar el problema).
- c) Deficiencias en las juntas.
- d) Propagación de daños existentes en las áreas aledañas al parche.

1.3.5.4 Daños superficiales

1.3.5.4.1 Baches (BCH).

Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) “los baches o huecos son consecuencia normalmente del desgaste o de la destrucción de la capa de rodadura. Cuando aparecen, su tamaño es pequeño. Por falta de mantenimiento ellos aumentan y se reproducen en

cadena, muchas veces con una distancia igual al perímetro de una rueda de camión” (p.99).

El Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) indica que “esta falla proviene de la evolución de otros deterioros y carencia de conservación vial: Desprendimiento y Fisuración de fatiga dentro de los niveles de gravedad considera” (p.99).

1: Diámetro < 0.2 m

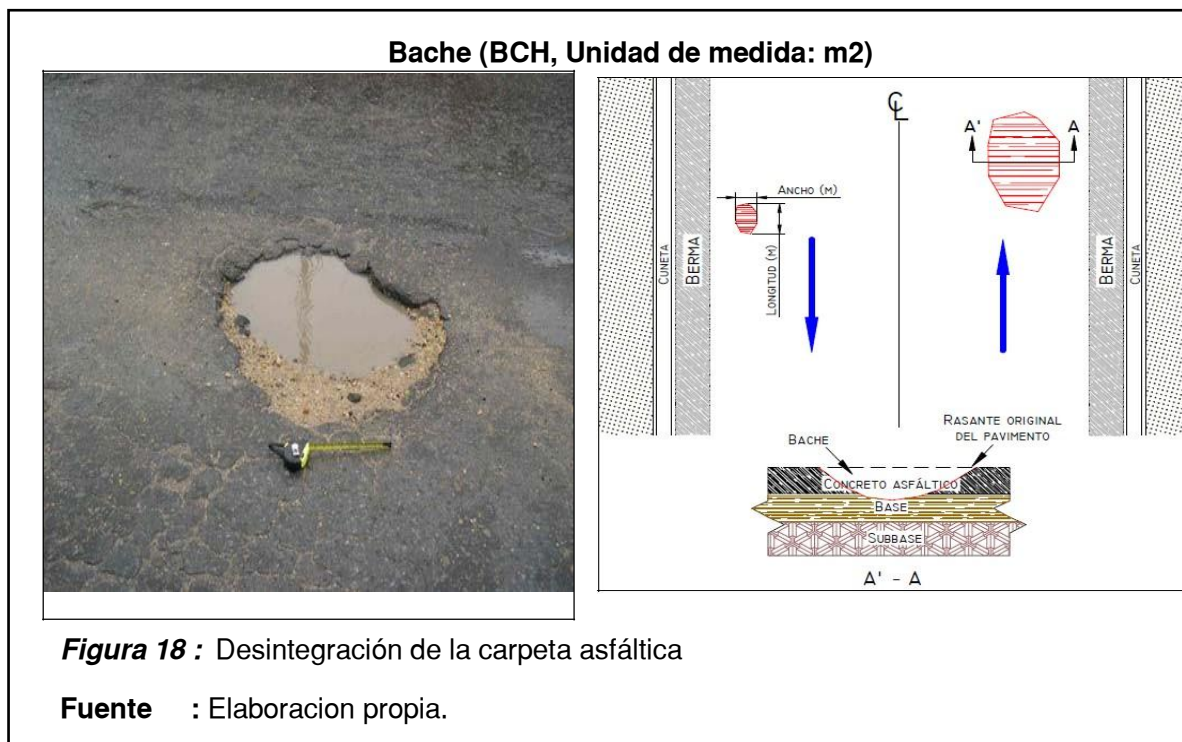
2: Diámetro entre 0.2 y 0.5 m

3: Diámetro > 0.5 m” (p.99).

El Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) indica las 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:

- a. Ninguna medida.
- b. Reparaciones por carpeta asfáltica con mezcla en caliente.
- c. Rehabilitación o reconstrucción” (p.99)





Evolución probable: Destrucción de la estructura.

1.3.5.4.2 Peladura y desprendimientos

Para el Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) Este deterioro incluye:

- a. La desintegración superficial de la carpeta asfáltica debida a la pérdida del ligante bituminoso o del agregado (peladura)
- b. La pérdida total o parcial de la capa de rodadura, desprendimiento (p.97).

Causas

Para el Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) Esta falla indica las siguientes causas probables:

- a. Defecto de adherencia del asfalto o de dosificación del mismo
- b. Asfalto defectuoso o endurecido y perdiendo sus propiedades ligantes Agregados defectuosos (sucios o muy absorbentes)
- c. Defectos de construcción
- d. Efecto de agentes agresivos (solventes, agua, etc.) (p.97).

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 aparición de la base granular (p.97).

El Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) indica las 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 y Carpeta asfáltica, tratamiento superficial” (p.97).



1.3.5.4.3 Desgaste superficial

Causas: El desgaste superficial generalmente es un deterioro natural del pavimento, aunque si se presenta con severidades medias o altas a edades tempranas puede estar asociado a un endurecimiento significativo del asfalto.

Puede generarse también por las siguientes causas:

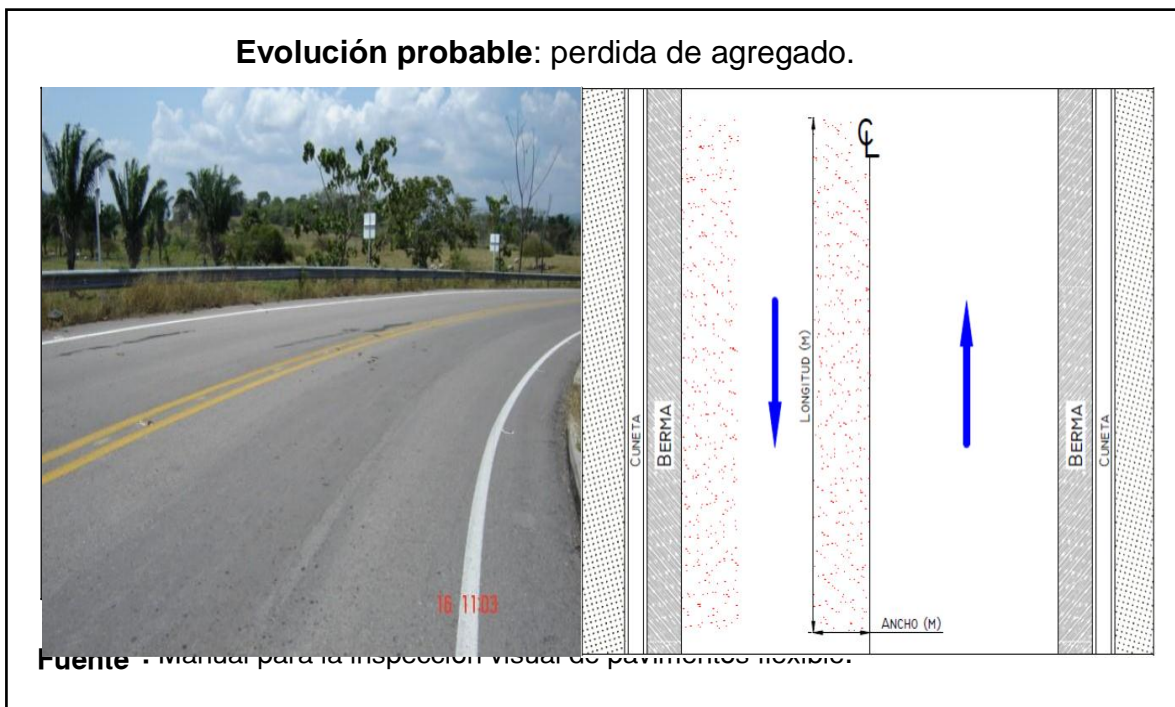
- a) Falta de adherencia del asfalto con los agregados.
- b) Deficiente dosificación de asfalto en la mezcla.
- c) Acción intensa del agua u otros agentes abrasivos además del tránsito.

Severidades:

Baja: Cuando la superficie ha perdido su textura uniforme y se muestra ligeramente áspera o rugosa, con irregularidades hasta de 3 mm aproximadamente.

Media: Cuando la profundidad de las irregularidades es mayor de 3 mm y llega a 10 mm. Se observan las partículas de agregado grueso, y se siente la vibración y una diferencia de sonido de las llantas al transitar sobre el pavimento.

Alta: Si en la superficie ha comenzado a producirse la desintegración superficial de la capa de rodadura y se presentan desprendimientos evidentes y partículas sueltas sobre la calzada.



Conservación de pavimento flexible en calzada y berma

1.3.6 Actividades de conservación rutinaria.

1.3.6.1 Parchado superficial en calzada.

Este trabajo consiste en la reparación de baches en la capa de rodadura del pavimento de la vía, incluyendo los correspondientes a los túneles, puentes y demás elementos. Esta actividad es una de las más difundidas técnicamente en la conservación de pavimentos flexibles. El parchado superficial comprende la reparación de baches y el reemplazo de áreas del pavimento que se encuentren deterioradas, siempre que afecten exclusivamente a la superficie de rodadura, encontrándose en buenas condiciones la base granular y demás capas de suelos.

El objetivo del parchado superficial es recuperar las condiciones para una adecuada circulación vehicular. Además, para minimizar y/o retardar la formación de daños más severos en el pavimento.

La actividad de parchado superficial debe ser realizada en el menor tiempo posible después de que los baches se han desarrollado y su aparición es visible en el pavimento. Lo anterior requiere de inspecciones permanentes de la calzada, con el fin de identificar su presencia con la mayor prontitud después de su aparición. Se dará especial atención antes de las estaciones o periodos de lluvia.



1.3.6.2 Parchado profundo en calzada.

El Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) menciona que el Parchado Profundo consiste en la reparación, bacheo o reemplazo de una parte severamente deteriorada de la estructura del pavimento flexible, cuando el daño afecte tanto a la o las capas asfálticas, como parte de la base y/o subbase de la vía, incluyendo los correspondientes a los túneles, puentes y demás elementos. El objetivo del parchado profundo es recuperar las condiciones estructurales y superficiales para una adecuada circulación vehicular. Además, para minimizar y/o retardar la formación de daños más severos en el pavimento (p.331).

La actividad de parchado profundo debe ser realizada en el menor tiempo posible después de que los baches se han desarrollado y su aparición es visible en el pavimento. Lo anterior requiere de inspecciones permanentes de la calzada con el fin de identificar su presencia lo más pronto posible después de su aparición. Especial atención se debe tener antes de las estaciones o periodos de lluvia (p.331).

El parchado profundo es eficaz para tratar los siguientes tipos de daños en el pavimento:

Áreas agrietadas por fatiga de la estructura del pavimento, caracterizadas por presentar una serie de grietas y fisuras interconectadas entre sí, las que forman trozos de ángulos agudos, normalmente menores a 30 cm en el lado más largo y muestran la presencia de pequeños trozos separados sueltos. Generalmente a este tipo de daño se le denomina "piel de cocodrilo".

Parchados profundos, entendiéndose como tales aquellos cuya profundidad sea mayor de 50mm. Los baches de menor profundidad se deben reparar según lo establecido en la sección Parchado Superficial, del presente Manual.

Sectores que presenten emanación o eyección de agua y/o finos desde el fondo del pavimento a través de las grietas; muchas veces estos lugares son claramente visibles después de un periodo de precipitaciones, por los depósitos de suelos finos que quedan como manchas de otro color sobre el pavimento o las bermas.

Grietas de borde de alta severidad, que se reconocen por su forma Semicircular y porque se localizan hasta unos 30 cm del borde del Pavimento. El pavimento debe encontrarse con roturas y con pérdida del en más del 10% de la longitud de la grieta” (p.331).

Materiales:

El Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) considera que los materiales a utilizar para la ejecución de esta actividad dependerán de las características del daño que se ha decidido reparar. Los materiales a emplear pueden ser:

Bases y Subbases: Las subbases y bases existentes por remover serán reemplazadas por materiales que cumplan los requisitos correspondientes establecidos en la subsección Base Granular del Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, vigente.

Ligantes: Se debe utilizar como imprimante un asfalto diluido de curado medio, tipo MC-30, que cumpla con los requisitos establecidos en el Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, vigente.

Para riegos de liga se utilizarán emulsiones asfálticas de rotura lenta tipo CSS-1 o CSS-lh diluidas en agua en proporción 1:1.

Para los tratamientos superficiales se utilizarán emulsiones asfálticas de rotura rápida tipo CRS-1 O CRS-2.

Mezclas asfálticas. En la reparación de pavimentos de concrete asfaltico en caliente se deben utilizar, de preferencia, mezclas asfálticas densas en caliente, ligadas con cemento asfaltico tipo CA 60-70 o CA 85-100, Su dosificación se deberá ajustar a lo señalado en la subsección Pavimento de Concrete Asfaltico en Caliente del Manual de Carreteras: Especificaciones técnicas Generales para Construcción, vigente (p.332).

El Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) En la reparación de pavimentos constituidos por mezclas en frio, o cuando resulte impracticable colocar una mezcla en caliente, se podrá utilizar una mezcla en frio, utilizando como ligante una emulsión de rotura lenta o media. La mezcla se preparará en conformidad con lo definido en el Expediente técnico correspondiente. En casos de emergencia también

se podrán emplear mezclas en frío tipo almacenables (Stock Pile) o similares, pre dosificado, las cuales se deberán ajustar, en lo que corresponda, a los requerimientos estipulados del Manual de Carreteras: Especificaciones técnicas Generales para Construcción, vigente (p.332).

Equipos y herramientas

El Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) los equipos y herramientas necesarios para la ejecución de esta actividad dependerán del procedimiento y de los materiales a utilizar para el Parchado. En general pueden ser: herramientas: lampas, carretillas, escobas, escobillas de acero, picotas, rastrillos, varillas recogedora y termómetro de inmersión, y equipos: camión volquete, sierra corta pavimentos, compresor móvil para la limpieza con aire a presión, espaciador de riego de liga, compactador neumático o liso y otros (p.332).

Procedimiento de ejecución

Según Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) el procedimiento general es el siguiente:

1. “Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad, que garanticen la ejecución segura de los trabajos y el ordenamiento del tránsito sin riesgos de accidentes durante el tiempo requerido, que garanticen la ejecución segura de los trabajos y el ordenamiento del tránsito sin riesgos de accidentes durante el tiempo requerido” (p.333).
2. “El personal debe contar con los uniformes, y todo el equipo de protección personal de acuerdo con las normas establecidas vigentes sobre la materia” (p.333).
3. “ Identificar las zonas deterioradas y proceder a delimitarlas con pintura dándoles forma rectangular o cuadrada y cuyos lados deberán ser paralelos y perpendiculares al eje de la vía y deberán cubrir unos 30cm de superficie circundante de pavimento en buen estado” (p.333).
4. “Tomar fotografías de los casos más relevantes y/o representativas en la situación inicial y en las posteriores actividades de avance” (p.333).

5. “Elaborar el programa detallado del trabajo para el bacheo profundo y distribuir el personal a emplear” (p.333).
6. Ejecutar las acciones de parchado de acuerdo con las siguientes opciones técnicas dependiendo del caso y de las circunstancias:

El Parchado Profundo con Mezclas en Caliente: comprende la excavación y remoción del pavimento, bases y subbases por reemplazar, el traslado de los trozos removidos a depósitos de excedentes autorizados, la colocación compactada de la base de reemplazo, la imprimación de la base, el riego de liga, y la preparación de la mezcla asfáltica de concrete asfáltico en caliente, su transporte, colocación y compactación (p.333)

Parchado Profundo con Mezclas en Frio: comprende la excavación y remoción del pavimento, bases y subbases por reemplazar, el traslado de los trozos removidos a depósitos de excedentes autorizados, la colocación y compactación de la base de reemplazo, la imprimación de la base, el riego de liga, y la preparación de la mezcla asfáltica en frio diseñada y fabricada especialmente o del tipo almacenable, su transporte, colocación y compactación (p.333).

Parchado Profundo con Tratamiento Superficial; comprende la excavación y remoción del tratamiento superficial existente, bases y subbases por reemplazar, el traslado de los trozos removidos a depósitos de excedentes autorizados, la colocación y compactación de la base de reemplazo, la imprimación de (a base y la construcción del tratamiento superficial de las mismas características del existente (p.333).

Remoción de la zona deteriorada. Posteriormente a la delimitación de la zona deteriorada, las mezclas asfálticas se deben cortar de manera que las paredes queden verticales. Para ello deben utilizarse sierras, de preferencia, aun cuando también pueden emplearse

taladros. La remoción debe alcanzar hasta una profundidad en que las mezclas no presenten signos de agrietamientos o fisuras y, en el caso de baches, se debe alcanzar como mínimo hasta el punto más profundo de él o hasta encontrar un nivel firme de material. En la reparación de otro tipo de daños se deben retirar las capas asfálticas y continuar la base y/o la subbase hasta encontrar una superficie firme y densa. Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) p.333.

La reparación se debe efectuar reemplazando todo el material removido por mezclas asfálticas, aun cuando parte de el corresponda a antiguas capas de bases o subbases. Solo cuando la extensión del área por reemplazar sea muy importante y, simultáneamente, el espesor sea igual o superior a 150 mm, se debe optar por reemplazar la base y/o subbase por materiales de tipo base. En tal caso, las bases y subbases se debe cortar de manera que sus paredes queden con una inclinación del orden de 1:3 (H: V) hacia dentro, de manera que sirvan de apoyo firme al material que se agregara. El fondo de la excavación deberá ser paralelo a la rasante Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) p.333.

Antes de iniciar la colocación de los materiales de reemplazo se deberá revisar el fondo y paredes de la excavación, para verificar la presencia o no de escurrimientos de aguas; en caso positivo, se deberá instalar un drenaje que asegure que los escurrimientos serán evacuados en el futuro” Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) p.334.

10. Reemplazo de Bases y Subbases. En caso de que se decida el reemplazo de capas granulares de base y/o subbase se colocara un solo tipo de material de reemplazo, que se ajustara a los requisitos de la base, que cumpla con los requisitos del Manual de Carreteras: Especificaciones técnicas Generales para

Construcción, vigente. Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) p.334.

11. Relleno con Mezclas Asfálticas. Las paredes y fondo de la excavación donde se realice la remoción del material asfáltico, de base y subbase, se deben limpiar mediante un barrido enérgico, que elimine todas las partículas sueltas y luego, de preferencia mediante soplado, retirar el polvo; las paredes deben quedar firmes y perfectamente limpias. El fondo de la excavación se deba imprimir utilizando el asfalto diluido tipo MC-30 o emulsiones de imprimación y las paredes limpias se deben recubrir con el riego de liga mediante escobillones u otros elementos similares que permitan esparcir el ligante uniformemente (generalmente la dosificación está comprendida entre 1.3 y 2.4 l/m²).

Se debe verificar que la emulsión haya alcanzado la rotura o que (a imprimación haya penetrado debidamente y luego la mezcla asfáltica se debe extender y nivelar mediante rastrillos, colocando la cantidad adecuada para que sobresalga unos 6 mm sobre el pavimento circundante. En los extremos, y coincidiendo con las líneas de corte de la zona, se deberá recortar la mezcla de manera de dejar paredes verticales y retirar cualquier exceso. La compactación deberá realizarse con un rodillo neumático o liso de 3 toneladas a 5 toneladas de peso. Alternativamente, se podrá usar un rodillo manual, dependiendo del espesor de la capa por compactar. El desnivel máximo tolerable entre la zona reparada y el pavimento que la rodea será de 3 mm.

12. Construcción de un tratamiento superficial. Cuando corresponda construir un tratamiento superficial, este se diseñará de acuerdo con el método de la dimensión mínima promedio, y se construirá cumpliendo requisitos establecidos en la sección Tratamientos Superficiales del Manual de Carreteras: Especificaciones técnicas Generales para Construcción, vigente.

13. Los procedimientos que se utilicen para realizar estos trabajos no deberán afectar, en forma alguna, otras áreas del pavimento, de las bermas y demás elementos de la vía no incluidos en el trabajo; cualquier daño deberá ser reparado como parte de esta operación.
14. La longitud máxima de los tramos para la ejecución de este tipo de obras en un carril de la calzada y manteniendo el tránsito unidireccional en el otro carril, será de 2.5 kilómetros, espaciados entre ellos en una longitud igual sin trabajos en la calzada y con tránsito bidireccional, se debe tomar en cuenta que al final de la jornada de trabajo diario no se debe dejara excavaciones abiertas, pueden ocasionar graves accidentes.
15. Limpiar y depositar los materiales excedentes en los DME autorizados.
16. Al terminar los trabajos, retirar las señales y dispositivos de seguridad.

Parchado profundo en calzada



Figura 22: condición de la estructura del pavimento totalmente deteriorado

Fuente: (Manual de carreteras, Mantenimiento o conservación vial, 2014)

Aceptación de los trabajos

La supervisión aceptara los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción.

Según el Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) “Su unidad de medida es el metro cuadrado (m²) aproximado a la décima de área de pavimento reparada, o la correspondiente al indicador de conservación o al indicador de nivel de servicio, según el caso y se pagará según el precio unitario del contrato o el cumplimiento del indicador de conservación o el indicador de nivel de servicio” (p.336).

1.3.7 Actividades de conservación periódica.

1.3.7.1 Sellos asfálticos.

Según el Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) “este trabajo consiste en la ejecución de riegos asfálticos, sobre la superficie de rodadura de la vía, incluyendo los correspondientes a los túneles, puentes y demás elementos, los cuales consisten en riegos con emulsión, lechada asfáltica, sellos arena-asfalto y tratamiento superficial simple o mono capa” (p.353).

Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) El objetivo es recuperar las condiciones superficiales de calzadas desgastadas o pulidas y, de esta manera, contribuir a una adecuada circulación vehicular. Además, para minimizar y/o retardar la formación de daños más severos en el pavimento. En este sentido, las técnicas de sellado asfáltico tienen por finalidad aplicar medidas que pueden ser preventivas, correctivas o ambas.

Por lo general, los sellos asfálticos son eficaces para tratar los siguientes tipos de daños en el pavimento:

Falta de adherencia superficial de la carpeta, la cual se presenta cuando en las mezclas asfálticas se utilizan agregados que no tienen afinidad con el asfalto y el tránsito produce un desgaste del ligante, dejando las

partículas más gruesas expuestas. Este daño puede provocar una disminución en el coeficiente de fricción pavimento-neumático que puede resultar muy peligrosa.

desgaste de la superficie de una mezcla asfáltica, el cual ocurre cuando se utilizan agregados poco resistentes que se fracturan con el paso vehicular y provocan pérdidas de asfalto” (p.353).

Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) Corrección de la carencia de una cantidad adecuada de asfalto en la mezcla, originada por deficiencias durante la construcción (p.353).

Las principales aplicaciones de las técnicas de sellado asfáltico para la conservación de pavimentos flexibles son:

Los sellos con emulsión asfáltica, que se utilizan para rejuvenecer superficies que presente un cierto grado de envejecimiento (oxidación), para sellar fisuras y grietas pequeñas y cuando se detecta una insuficiencia de asfalto en la dosificación de la mezcla asfáltica utilizada en la construcción” (p.353).

Las lechadas asfálticas que cumplen una función similar que los sellos con emulsión y además detienen el desgaste superficial y mejoran la fricción entre el pavimento y los neumáticos.

Los sellos arena-asfalto y tratamiento superficial simple, al igual que los sellos anteriores, rejuvenecen, sellan la superficie, detienen el desgaste superficial y mejoran la fricción entre pavimento y neumático. El tamaño del agregado a utilizar se define en el diseño, según el objetivo propuesto y cumpliendo con las especificaciones técnicas correspondientes. (Manual de carreteras, Mantenimiento o conservación vial, 2014, pág. 353)

Materiales. - Según el Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) los materiales a utilizar para la ejecución de esta actividad dependerán de la técnica a emplear, tal como se indica en seguida:

Para sellos con emulsión asfáltica y con lechadas asfálticas se deberán utilizar emulsiones catiónicas de rotura lenta tipo CSS-1, CSS-lh que se

ajusten a los requerimientos de la sección Pavimentos flexibles, Disposiciones Generales y de la sección. Emulsión Asfáltica, del Manual de Carreteras: Especificaciones técnicas Generales para Construcción, vigente (p.354).

Según el Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) “Para los sellos con lechadas asfálticas y con tratamientos superficial, también se podrán usar emulsiones modificadas.

Los áridos para las lechadas asfálticas deberán ser limpios, angulares, durables y bien graduados, provenientes del chancado de rocas, de arena natural o de una mezcla de ambos. Deberán cumplir con los requerimientos de la sección. Mortero Asfáltico, del Manual de Carreteras: Especificaciones técnicas Generales para Construcción, vigente” (p.354).

Según el Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) “los áridos y el asfalto, para los sellos arena-asfalto deberán cumplir con los requerimientos de la sección Sello de Arena-Asfalto del Manual de Carreteras: Especificaciones técnicas Generales para Construcción, vigente. Los áridos para tratamientos superficiales deberán cumplir con los requerimientos de la sección Tratamiento Superficial Simple del Manual de Carreteras: Especificaciones técnicas Generales para Construcción, vigente” (p.354).

Equipos y herramientas. - Según el Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) “los equipos y herramientas necesarios para la ejecución de esta actividad dependerán de la técnica de sellado a emplear. En general pueden ser:

Los sellos de emulsión se aplicarán con distribuidor a presión y asegurándose que se produzca un recubrimiento uniforme. Cuando el área por recubrir sea grande se utilizará la barra de riego del distribuidor de asfalto, a la que se le colocara una pantalla perpendicular, inmediatamente contigua a la boquilla externa (borde exterior del pavimento), de manera de lograr un riego más uniforme y proteger las áreas contiguas a la superficie por tratar. Para superficies pequeñas se podrá emplear una barra manual” (p.355).

Según el Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) “el equipo para la aplicación del mortero asfáltico deberá incluir elementos para la explotación y elaboración de agregados pétreos; una mezcladora móvil para la fabricación y extensión del mortero asfáltico; elementos para la limpieza de la superficie, elementos para el humedecimiento de la superficie y herramientas menores para correcciones localizadas durante la extensión” (p.354).

Según el Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) “para la ejecución del sello arena-asfalto y el tratamiento superficial se requieren básicamente, equipos para la explotación de agregados, una planta de trituración y clasificación de agregados, equipo para la limpieza de la superficie, distribuidor del material bituminoso, esparcidor de agregado pétreo, compactadores neumáticos y herramientas menores. En algunos casos, la supervisión podrá autorizar el esparcido manual de arena para los sellos arena-asfalto y otros” (p.355).

Procedimiento de ejecución. - Según el Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) el procedimiento general, es el siguiente:

1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad, que garanticen la ejecución segura de los trabajos y el ordenamiento del tránsito sin riesgos de accidentes durante el tiempo requerido, que garanticen la ejecución segura de los trabajos y el ordenamiento del tránsito sin riesgos de accidentes durante el tiempo requerido.
2. El personal debe contar con los uniformes, y todo el equipo de protección personal de acuerdo con las normas establecidas vigentes sobre la materia.
3. Identificar las zonas deterioradas y proceder a delimitarlas para el trabajo diario.
4. Tomar fotografías de los casos más relevantes y/o representativas en la situación inicial y en las posteriores actividades de avance

5. Elaborar el programa detallado del trabajo para el sellado asfáltico y distribuir el personal a emplear.
6. Preparar la superficie para aplicar el sello asfáltico haciendo bacheo, si es del caso, y efectuar la limpieza de la superficie a sellar haciendo un barrido cuidadoso hasta eliminar toda basura, polvo, barro y otros materiales sueltos.
7. Verificar que las condiciones climáticas sean favorables, sin lluvias y que la temperatura atmosférica y de la superficie por sellar, sea 10°C o superior durante todo el proceso. Asimismo, verificar las condiciones de los equipos para lograr que los recubrimientos sean uniformes.
8. Para el caso de sello con emulsión asfáltica, el riego se debe hacer con distribuidor a presión en que la emulsión, diluida en agua en razón de 1:1; se aplique a razón de 0.5 kg/m^2 a 1.0 kg/m^2 , dependiendo del estado en que se encuentre la superficie por tratar. La dosis mayor se aplicará sobre superficies muy abiertas y oxidadas. La dosis definitiva por aplicar será determinada en terreno. En el caso de sellos en superficies pequeñas se podrán utilizar barras regadoras manuales, Las emulsiones diluidas se aplicarán a una temperatura comprendida entre 50° y 85°C .
9. No se debe transitar sobre el área tratada hasta que la emulsión haya alcanzado la rotura completamente y, en ningún caso, antes de 2 horas.
10. Limpiar y depositar los materiales excedentes en los DME autorizados.
11. Al terminar los trabajos, retirar las señales y dispositivos de seguridad.

Sellos asfálticos



Figura 23: condición de la estructura del pavimento dañado superficialmente

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones (2014).

1.3.7.2 Recapeos asfálticos.

Descripción: según Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) “este trabajo consiste en la colocación de una o más capas de mezcla asfáltica sobre la superficie de rodadura de un pavimento de la vía, incluyendo los correspondientes a los túneles, puentes y demás elementos.

El objetivo es recuperar las condiciones estructurales y superficiales del pavimento, para alcanzar una adecuada circulación vehicular con seguridad, comodidad, rapidez y economía” (p.357).

Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) Por lo general, la colocación de recapeos asfálticos se realiza como parte de la conservación periódica del pavimento flexible, cuando este se encuentra en un estado regular, el cual deberá ser determinado técnicamente a través de pruebas de auscultación. El estado regular de un pavimento flexible se ha alcanzado cuando el Índice de Rugosidad Internacional IRI, tiene un valor entre 2.8 m/km y 4.0 m/km (p.357).

Materiales. Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) “los materiales a utilizar para la ejecución de esta actividad deben cumplir con los requerimientos establecidos en las secciones Riego de Liga y Pavimento de Concrete Asfáltico en Caliente del Manual de Carreteras: Especificaciones técnicas Generales para Construcción, vigente” (p.357).

Equipos y herramientas. según Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) “los equipos y herramientas necesarios para la ejecución de esta actividad son los indicados en las secciones Riego de Liga y sección Pavimento de Concrete Asfaltico en Caliente del Manual de Carreteras: Especificaciones técnicas Generales para Construcción, vigente.

Procedimiento de ejecución. – para el Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) El procedimiento general, es el siguiente:

1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad, que garanticen la ejecución segura de los trabajos y el ordenamiento del tránsito sin riesgos de accidentes durante el tiempo requerido, que garanticen la ejecución segura de los

trabajos y el ordenamiento del tránsito sin riesgos de accidentes durante el tiempo requerido.

2. El personal debe contar con los uniformes, y todo el equipo de protección personal de acuerdo con las normas establecidas vigentes sobre la materia.
3. Identificar las zonas a intervenir y proceder a delimitarlas para el trabajo diario, de acuerdo con lo indicado en el Expediente técnico elaborado previamente.
4. Tomar fotografías de los casos más relevantes y/o representativas en la situación inicial y en las posteriores actividades de avance.
5. Elaborar el programa detallado del trabajo para el recapeo asfaltico y distribuir el personal a emplear.
6. Preparar la superficie para aplicar el recapeo asfaltico haciendo bacheo y sellos de fisuras y grietas, si es el caso, y efectuar la limpieza de la superficie a recapear haciendo un barrido cuidadoso hasta eliminar toda basura, polvo, barro y otros materiales sueltos. En algunos casos ha de requerirse el fresado de la carpeta asfáltica existente y quizá de

parte de la capa de base hasta llegar a la profundidad indicada en el Expediente técnico.

7. Verificar que las condiciones climáticas sean favorables, sin lluvias durante todo el proceso. Asimismo, verificar las condiciones de los equipos para lograr eficiencia y eficacia en su utilización.
8. Aplicar un riego de liga y permitir su curado.
9. Ejecutar la colocación y compactación de recapeo de acuerdo con lo establecido en la sección del Manual de Carreteras: Especificaciones técnicas Generales para Construcción, vigente. Los procedimientos que se utilicen para realizar estos trabajos no deberán afectar, en forma alguna, otras áreas del pavimento, de las bermas y demás elementos de la vía no incluidos en el trabajo; cualquier daño deberá ser reparado por el contratista como parte de esta actividad.
10. Limpiar y depositar los materiales excedentes en los DME autorizados.
11. Al terminar los trabajos, retirar las señales y dispositivos de seguridad” (p.358).

Recapeos asfálticos



Figura 24: condición de la estructura del pavimento dañado superficialmente

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones (2014).

Aceptación de los trabajos

Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Final (2014) “a supervisión aceptara los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción” (p.359).

1.4 Formulación del Problema.

¿Cómo se determina el estado actual del pavimento asfáltico en la Av. Los Tréboles – distrito de Chiclayo – Provincia de Chiclayo - departamento Lambayeque?

1.5 Justificación e importancia del estudio.

La presente investigación se justifica en la necesidad de conocer las patologías que tiene la estructura del pavimento asfáltico en la Avenida Los Tréboles del Distrito de Chiclayo, en función a las deficiencias de los pavimentos.

Nos permitirá determinar el tipo de patologías del Pavimento Asfáltico que existen en La Avenida Los Tréboles del Distrito de Chiclayo.

A través del grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad sobre la condición del pavimento, permitirá la toma de decisiones en su rehabilitación o reconstrucción por parte de la Municipalidad Distrital de Chiclayo.

Justificación científica

Nuestra investigación servirá como fuente de información para los próximos estudios de pavimentos a desarrollarse considerando las precauciones y recomendaciones a tener en cuenta en el diseño y proceso constructivo de nuestros pavimentos asfálticos.

Justificación ambiental

De la calidad de nuestras vías dependerá la salud de los habitantes cercanos a ella. Si contamos con vías deterioradas y en mal estado estas generan polvo contaminando el medio ambiente y generando problemas en

la salud del ser humano estos mismos generan gastos en atenciones en las postas medicas clínicas y hospitales.

Justificación social.

La calidad de vida de la población dependerá en gran parte de la infraestructura con la que se cuenta. Si contamos con buena organización para el planeamiento, diseño y proceso constructivo de la infraestructura vial el tiempo de viaje es mínimo, el tiempo de vida útil de los vehículos es mayor, no se requerirá de un excesivo mantenimiento del parque automotor y no genera malestar en la población. Los resultados del presente trabajo de investigación permitirán a la municipalidad y al gobierno regional realizar mejoras en beneficio de los pobladores de la avenida Los Tréboles y Alrededores.

1.6 Hipótesis.

Si de la Evaluación y determinación de las patologías del pavimento asfaltico en la Av. Los Tréboles – distrito de Chiclayo – departamento Lambayeque.” Se observa que exceden el rango admisible, Entonces se podrá determinar el estado actual del pavimento y proponer una obra de rehabilitación vial.

1.7 Objetivos.

1.7.1 Objetivo General

Evaluar las Patologías del Pavimento asfaltico que permita determinar el estado actual del pavimento.

1.7.2 Objetivos específicos.

- a. Determinar el tipo de patologías del pavimento asfaltico
- b. Identificar los factores que perjudican de una forma directa al pavimento flexible.
- c. Determinar el estado físico y las características de la estructura del pavimento mediante Calicatas
- d. Verificar de qué forma influye este problema en el ámbito social y económico.

II. MATERIAL Y METODO

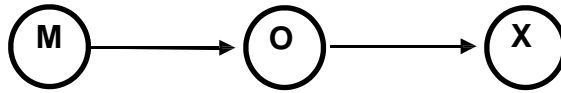
2 Material y método.

2.1 Tipo y diseño de la investigación.

2.1.1 Tipo de investigación:

Cuantitativo - cuasi experimental.

2.1.2 Diseño de la investigación.



Fuente: Elaboración Propia

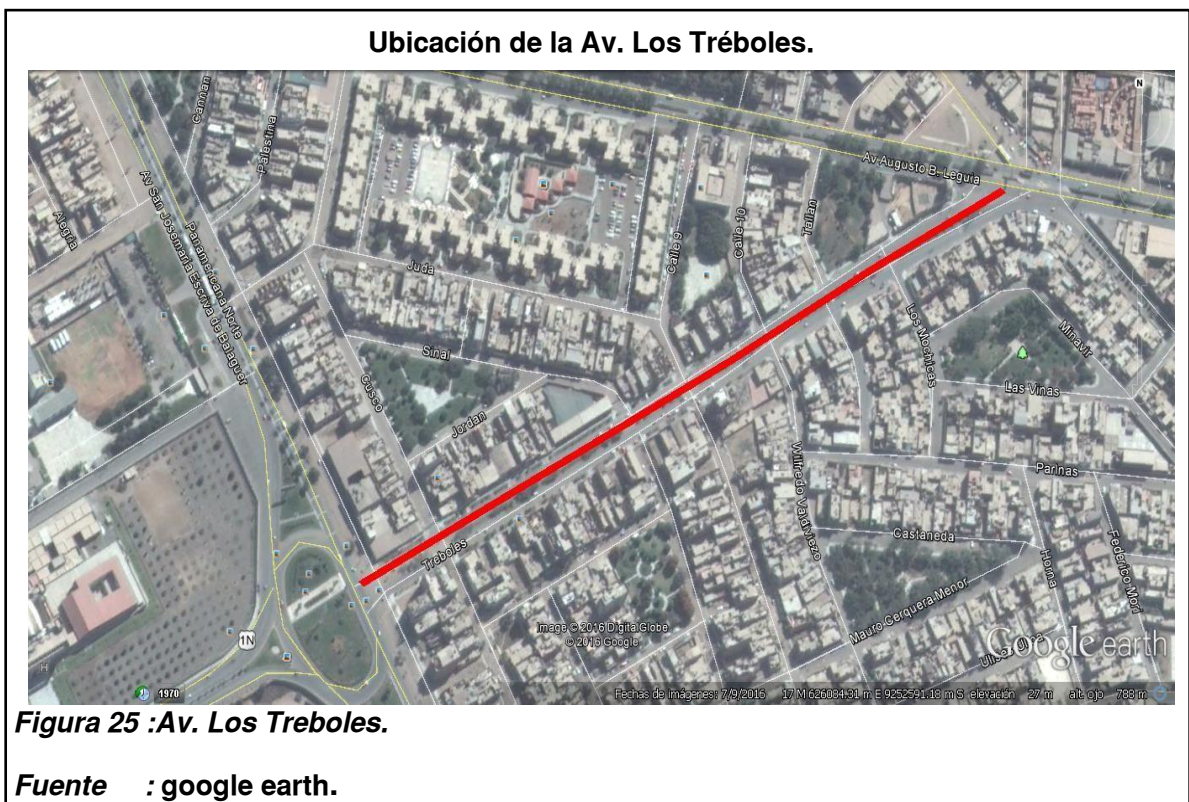
M: Muestra.

O: Análisis.

X: Evaluación.

2.2 Población y muestra.

Para la presente Investigación está dado por la delimitación geográfica del Distrito de Chiclayo, Provincia de Chiclayo, Departamento Lambayeque, involucrando la Avenida Los Tréboles.



2.3 Variables y Operacionalización.

a) Variable Dependiente:

Pavimento.

El pavimento es un elemento estructural de varias capas construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general, está conformada por capa de rodadura, base y subbase.

Un pavimento debe ser resistente a la acción del tránsito, a los efectos del clima y transmitir hasta la subrasante los esfuerzos producidos por las cargas, con magnitudes inferiores a la capacidad de soporte del suelo de apoyo. Este tipo de pavimento se llama flexible porque al ser sometido a una carga sufre una deformación y recuperación deseada, al cesar la carga, completamente elástica

b) Variable Independiente:

Patologías del pavimento asfáltico.

(Balvin, 2013) El deterioro de la estructura de un pavimento es una función de la **clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo**. La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de

Clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento. (p.37)

Este deterioro se asigna a los abombamientos o prominencias que se presentan en la superficie del pavimento. Patologías de pavimentos flexibles afloramiento de finos corresponde a la salida de agua infiltrada, junto con materiales finos de la capa de base por las grietas, cuando circulan sobre ellas las cargas de tránsito. Pulimiento del agregado este daño se evidencia por la presencia de agregados con caras planas en la superficie o por la ausencia de agregados granulares, en ambos casos se

puede llegar a afectar la resistencia al deslizamiento. Perdida de agregado
Corresponde a la desintegración superficial de la capa de rodadura debido
a una pérdida gradual de agregados, haciendo la superficie, as rugosa y
exponiendo de manera progresiva los materiales a la acción de tránsito a
los agentes climáticos.

Operacionalización de variables.

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDIDA	UNIDAD DE MEDICION	INSTRUMENTOS DE RECOJO DE DATOS
V. DEPENDIENTE PAVIMENTO	<i>Estructural</i>	<i>Evaluación del pavimento</i>	<i>Calicatas</i>	<i>Unidad</i>	<i>Observación y análisis de laboratorio</i>
V. INDEPENDIENTE PATOLOGIAS	<i>Evaluación de Patologías</i>	<i>Porcentaje De tipo de Patología</i>	<i>Formatos de medición</i>	<i>M2</i>	<i>Guía de observación anotaciones</i>
	<i>Filtración de Aguas Residuales</i>	<i>Redes de Alcantarillado</i>	<i>Guía de análisis de documentos y recolección de datos</i>	<i>metros</i>	<i>Recolección de datos</i>
	<i>Estudio de Tráfico</i>	<i>Índice Medio Diario Anual</i>	<i>Formatos del MTC</i>	<i>Conteo de vehículos</i>	<i>Observación y procesamiento de datos.</i>

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Abordaje metodológico.

Análisis: Descomponer el objeto de estudio en sus partes para conocer sus límites y características. En este caso se quiere medir las patologías del pavimento para determinar si se encuentran dentro del rango admisible.

Síntesis: Después de medir y determinar las patologías del pavimento en la Avenida los Tréboles, se procede a determinar si se encuentran dentro del rango admisible.

Deductivo: Después de determinar y reconocer las Patologías del pavimento están dentro de lo admisible, se podrá proponer una obra vial de mejoramiento o rehabilitación.

2.4.1 Técnicas de recolección de datos.

a) Observación: Mediante el uso de esta técnica, de evaluación visual y toma de datos a través de formatos de inspección, La evaluación de la condición incluirá los siguientes aspectos equipos: Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de las Patologías ahuellamientos o depresiones, manual para la inspección visual de pavimentos flexible.

b) Estudio de tráfico: Los estudios de tráfico son la herramienta fundamental de la ingeniería aplicada al conocimiento del tráfico para conocer su comportamiento.

Para efectuar un estudio de esta naturaleza es preciso conocer el funcionamiento del tráfico sobre las infraestructuras viarias ya sean estas existentes o de una vía en proyección. Para ello se han de realizar medidas sistematizadas sobre las distintas variables que definen el comportamiento de la circulación.

Las variables a tener en cuenta si bien son diversas, se han de citar las intensidades de tráfico y las velocidades de los vehículos; además se han de tener, otros muchos tales como los accidentes, los usos y costumbres de los conductores y pasajeros, las clases, naturaleza y tipos de los vehículos circulantes, la localización de centros de ocio y/o destino o los focos industriales y comerciales, entre otros.

Estos datos pueden ser realmente medidos (infraestructura existente) o pueden ser datos deducidos o proyección a futuro, es decir es posible llevar a cabo un análisis de la demanda actual o de futuro. Los estudios de tráfico y análisis de la demanda son la base para llevar a cabo las actividades de, planeamiento, mejora, dimensionamiento y definición geométrica en planta.

c) Ensayos de laboratorio: Se realizarán diversos ensayos en el laboratorio de la Universidad Señor de Sipán. En cada ensayo se

tomarán fotografías como muestra de identificación del ensayo correspondiente. Estos serán los ensayos que se realizarán:

1. Lavado asáltico. ASTM D2172
2. Granulometría. NTP 339.128:1998
3. Limite líquido y limite plástico. ASTM D 4313
AASHTO T 89. NTP 339.129:1999
4. Calicatas MTC E101-2000
5. Proctor modificado. ASTM D 1557
6. CBR. NTP 339.175:200

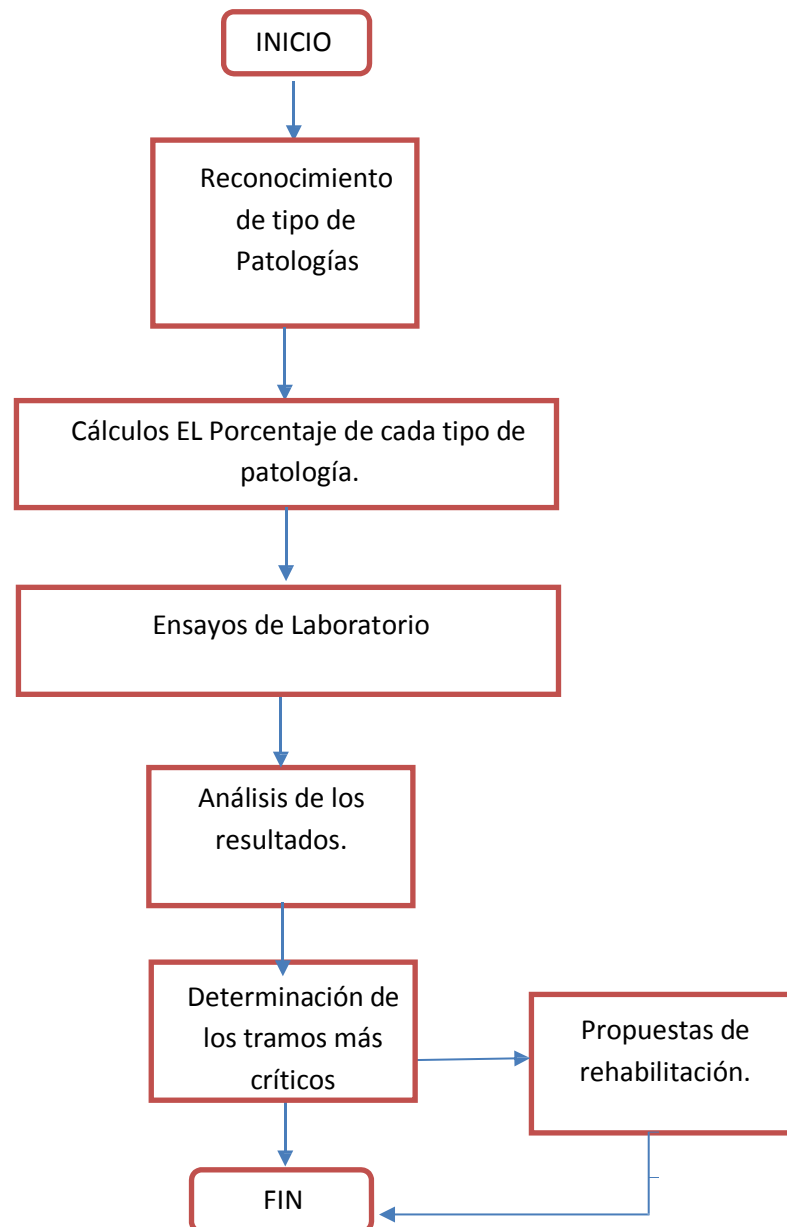
d) Análisis de documentos: Con esta técnica, se obtendrá información mediante el estudio de documentos que contengan datos, símbolos, procedimientos (diagramas de flujo), etc.

1. ASTM D2172
2. NTP 339.128:1998
3. ASTM D 4313 / AASHTO T 89. / NTP
339.129:1999
4. MTC E101-2000
5. ASTM D 1557
6. NTP 339.175:2002

2.4.2 Instrumentos de recolección de datos.

Formatos del laboratorio de mecánica de suelos de la universidad señor de Sipán (ver anexos). Los cuales son de confiabilidad debido a que estos fueron elaborados por el ingeniero experto del laboratorio de mecánica de suelos.

2.5 Procedimiento de análisis de datos.



2.5.1 Descripción del procedimiento.

2.5.1.1 Recolección de la Información Disponible

Consiste en la recolección de la información disponible de estudio realizados, de las entidades respectivas como el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), Tesis, artículos Científicos, entre otros relacionados con la presenta investigación.

2.5.1.2 Estudio de tráfico

Según el manual del ministerio de transportes y comunicaciones este estudio consta de tres partes planificación, etapa de campo, etapa de gabinete.

PLANIFICACION. En esta etapa se efectúa el reconocimiento de la vía, para determinar la ubicación de las estaciones de conteo y encuesta de origen y destino, previamente coordinadas.

Los conteos de volumen y clasificación se realizan las 24 horas del día, clasificando los tipos de vehículos por cada hora, por sentido de tráfico, durante 7 días.

Los formatos utilizados son los empleados por el MTC, con la clasificación del reglamento nacional vehicular vigente.

ETAPA DE CAMPO: realización de conteos vehiculares y encuestas de origen – destino.

ETAPA DE GABINETE:

Conteos de tráfico.

Se explica la metodología usada

Se recopila información de la serie histórica del tráfico IMDA, si la hubiese.

Se efectúa la revisión y consistencia de los datos de campo.

Se efectúa el cálculo del IMDA.

Se hacen cuadros y gráficos de las variaciones diarias y horarias por sentido y total, clasificación vehicular del IMDA, para cada una de las estaciones y cuadro resumen por tipo de vehículo.

Encuesta de origen – destino

Se preparan matrices de origen y destino por tipo de vehículo.

Se determina el tipo de vehículo, productos transportados, motivo de viaje y ocupación.

2.5.1.3 Determinación de los tipos de daños en pavimento asáltico.

Fisuras, deformaciones, pérdidas de la capa de la estructura, daños superficiales y otros tipos de daños.

Primero se describe el tipo de Patología, posteriormente se mide el nivel de severidad (bajo, medio o alto) luego se toma las medidas del área afectada por la patología.

Una vez tomados los datos de campo, de cada área afectada por cada tipo de patología anotamos en cuadros estadísticos de las patologías existentes y cuadros del estado en que se encuentran la estructura del pavimento de la avenida los tréboles en relación a la vulnerabilidad y seguridad de vías.

2.5.1.4 Evaluación de la estructura del pavimento.

Este estudio constara en realizar Calicatas cada 150 mts y realizar los ensayos correspondientes con las muestras obtenidas existen diversos métodos.

Análisis estadístico e interpretación de los datos.

Después de haber calculado y determinado el tipo y estado de las patologías, se procede a evaluar si están dentro del rango admisible para este tipo de carretera

a) Propuestas de rehabilitación:

Dependerá de nuestros resultados que obtengamos de acuerdo a los ensayos de laboratorio y de los análisis de las patologías.

2.6 Criterios éticos.

El presente trabajo de investigación se viene realizando de manera secuencial, ordenada de acuerdo al formato brindado por la universidad. Recolectando diversos datos de libros, textos, revistas científicas, papers, tesis realizadas nacionales y extranjeras. Indicando la pertenencia del autor en las teorías usadas y presentadas en el presente trabajo.

La finalidad de la referencia que se presenta en los diversos ítems, es evitar un plagio de los anteriores trabajos realizados y presentados por los tesisistas.

La información que se utilizará es consultada y analizada por el especialista asesor y los autores de este presente trabajo.

CÓDIGO ÉTICO DE LA PROFESIÓN.

Todo ingeniero, en el desarrollo de sus funciones y actividades profesionales, debe cumplir con las siguientes normas de comportamiento ético y responsable:

CÓDIGO DE ÉTICA DEL COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ CAPITULO III: FALTAS CONTRA LA ÉTICA PROFESIONAL Y SANCIONES.

Título I: De la relación con la sociedad.

Los ingenieros están en toda la capacidad de desarrollar e innovar con proyectos que beneficien a la sociedad, así como acreditar o autorizar planos, memorias, investigaciones.

Además los ingenieros están en la obligación de denunciar actos contrarios a las normas establecidas en el código del Colegio de ingenieros del Perú ante la autoridad competente a fin de que se sancione a los responsables. La sanción será de un tiempo no mayor de seis meses dependiendo de la gravedad del caso. (CIP, 2012)

Título II: De la relación con el público.

Los informes objetivos que presenten los ingenieros deben ser sencillos y fáciles de comprender. Las opiniones que expresen los ingenieros deben estar basadas en un adecuado análisis. Los ingenieros deben estar en capacitación constante a fin de desarrollar proyectos innovadores y útiles a la sociedad, además los ingenieros no deben prestarse para promover proyectos de terceros con fines malévolos. (CIP, 2012)

Título III: de la competencia y perfeccionamiento de profesionales.

Los ingenieros solo realizaran trabajos de ingeniería cuando cuenten con el conocimiento y la experiencia necesaria, si tuvieron problemas para seguir con el desarrollo normal del proyecto, están en la obligación de consultar con especialistas o expertos en el tema en el cual estén trabajando, caso contrario los ingenieros deben estar en la constante actualización de los temas de su campo

asistiendo a cursos, seminarios, etc. Aceptar los trabajos sin la experiencia necesaria, emitir consejos profesionales sin certeza y falsificar datos académicos será sancionado e inhabilitado según sea el caso. (CIP, 2012)

Título IV: Del ejercicio profesional.

Los ingenieros podrán hacer la publicidad de sus servicios profesionales de manera verídica, podrán mencionar los lugares de donde hayan prestado sus servicios o donde actualmente están laborando. También podrán publicar sus servicios profesionales en órgano o directorios reconocidos, así como hacer unos paneles o carteles haciendo de conocimiento de sus servicios o el rubro de su empresa.

La competencia entre ingenieros debe ser leal, no aceptaran contratos en los cuales no hayan sido seleccionados, negociaran de forma justa y equitativa de acuerdo a la capacidad de los ingenieros para la obtención de un contrato.

Los ingenieros deben informar a sus clientes cuando el proyecto en desarrollo no se tiene los resultados esperados, así mismo toda la información que se maneja entre el ingeniero y el empleador debe mantenerse en absoluta discreción, los ingenieros dependientes no pueden actuar por sí mismo. Deberán contar con un respaldo en la toma de decisiones.

Los ingenieros que actúen como empleadores o funcionarios deberán ser imparciales al momento de contrataciones, premios o sanciones para los empleados, deberán actuar sin perjuicios, debe velar y cuidar por el bienestar del personal que está bajo su mando. Debe respetar y hacer respetar las normas de la empresa. (CIP, 2012)

Título V: De la relación con los colegas.

Los ingenieros que trabajen para el sector público pueden y están en la obligación de revisar y dar su opinión si así lo requieren, sin dañar la reputación del autor del proyecto. No deberán asociarse con firmas para realizar proyectos fraudulentos, no deben apropiarse de proyectos que no hayan sido elaborados por sí mismo. Actos contrarios al código será sancionado según sea la gravedad del caso. (CIP, 2012)

Título VI: los deberes con el colegio.

Los ingenieros deberán tener una activa participación con el colegio, así como si son propuestos para tener cargos de responsabilidad deberán aceptarlos salvo que presenten una justificación válida para no aceptar el cargo. Deberán animar a los demás ingenieros a que sean parte del colegio de ingenieros (que obtenga su colegiatura). (CIP, 2012)

Título VII: las sanciones.

Son actos en contra de la institución faltar a cualquiera de las normas establecidas en este título, así como cualquier acto que cause perjuicio a la institución, su nombre y/o prestigio, las mismas que deberán ser sancionadas de acuerdo a su gravedad. (CIP, 2012)

Título VIII: alcance y cumplimiento del código de ética.

Las normas de este código rigen el ejercicio de la ingeniería en toda su extensión y en todo el territorio nacional y ninguna circunstancia puede impedir su incumplimiento. Las sanciones que se aplican a los miembros son las siguientes: Amonestación: exhortar al sancionado a cumplir con sus deberes profesionales y ceñirse al código de ética profesional. Suspensión: inhabilitar temporalmente como miembro del CIP. Expulsión: pena máxima del CIP. Solo aplicable por mandato judicial o por causas de extrema gravedad. (CIP, 2012)

2.7 Criterios de rigor científico.

La presente investigación, tiene seguimiento de un especialista, que continuamente se ha sido consultado para poder elaborar este trabajo. Los datos que se tomaron en cuenta, como teorías, procedimientos guardan relación con la realidad de la ingeniería, siendo en muchos casos información de datos comprobados que anteriormente han sido realizados y presentados.

CRITERIO	INV. CUANTITATIVA
Valor de verdad	Validez interna
Aplicabilidad	Validez externa
Consistencia	Fiabilidad interna
Neutralidad	Objetividad

Fuente. Cuba 1984.

III. RESULTADOS.

3 Resultados.

3.1 Resultados en tablas y figuras:

Después del proceso de investigación los resultados muestran el logro de los objetivos de la investigación. Se logró determinar los objetivos establecidos en el proyecto. Según la normativa peruana (Manual de carreteras - Mantenimiento o conservación vial – 2014), la norma CE.010 Pavimentos Urbanos y (Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles - 2006) - Colombia. Los resultados encontrados se presentan de acuerdo a:

En función a la normativa peruana y el manual para la inspección visual de pavimentos flexibles de Colombia. Los cuales mencionan niveles de severidad entre 1 y 3, baja media y alta. Se determinó los tipos de patologías del pavimento asfáltico en la vía. De la tabla 1 Deterioros o fallas de los pavimentos asfaltados.

Estadísticamente según nuestra evaluación:

Deformación por deficiencia estructural

(Manual de carreteras, Mantenimiento o conservación vial, 2014, pág. 91) Las deformaciones propias de los pavimentos flexibles se caracterizan, en la casi totalidad de los casos, por:


1. Las deformaciones por deficiencia estructural, depresiones continuas o localizadas.
2. El ahuellamiento relacionado con el comportamiento inestable de la capa de rodadura.



Evaluación	En la evaluación se encontró un total de 417 m ² y lo clasificamos con una gravedad 3, Debido a que la Profundidad del daño es > 4 cm.
Niveles de Gravedad	<p>1: Profundidad sensible al usuario < 2 cm</p> <p>2: Profundidad entre 2 cm y 4 cm</p> <p>3: Profundidad >= 4 cm</p>
Causas	Los deterioros o fallas son consecuencias del fenómeno de fatiga de una o varias capas del pavimento y de la subrasante sometidas a una repetición de cargas superior a la permisible. Es indicativo de insuficiencia estructural del pavimento.
Posibles Medidas correctivas	<p>Según la gravedad de las deformaciones su extensión, así como otros elementos de diagnóstico (fisuraciones, deflexión y rugosidad), se consideran:</p> <p>d. Reparaciones por carpeta asfáltica con mezcla en caliente</p> <p>e. Carpeta asfáltica. Rehabilitación o reconstrucción parcial o total (incluyendo el drenaje si fuera necesario).</p>


Fisuras transversales.

Las fisuras transversales son facturas del pavimento, transversales (o casi) el eje de la vía. (Manual de carreteras, Mantenimiento o conservación vial, 2014, pág. 100)

	
Evaluación	En la evaluación se encontró un total de 60 m ² y lo clasificamos con una gravedad 3 de acuerdo. Debido a la Abertura de la fisura entre 1 mm y 3 mm; existe una alta probabilidad de infiltración de agua a través de ellas. como se observa en las siguientes imágenes
Niveles de Gravedad	<ol style="list-style-type: none">1: Fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho < 1 mm)2: Fisuras medias, corresponden a figuras 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.
Causas	<ul style="list-style-type: none">• Retracción térmica de la mezcla asfáltica por pérdida de flexibilidad debido a un exceso de filler o envejecimiento del asfalto.• Reflexión de grietas de capas inferiores y aperturas de juntas de construcción defectuosas.
Posibles Medidas correctivas	<ol style="list-style-type: none">e. Reparaciones por carpeta asfáltica con mezcla en calientef. Sellog. Rehabilitación o reconstrucción

Fisuras longitudinales

Corresponden a discontinuidades en la carpeta asfáltica, en la misma dirección del tránsito. Son indicio de la existencia de esfuerzos de tensión en alguna de las capas de la estructura, los cuales han superado la resistencia del material afectado.

	
Evaluación	En la evaluación se encontró un total de 235 m ² y lo clasificamos con una gravedad 2. Debido a que son en su mayoría fisuras de 2 y 3 mm.
Niveles de Gravedad	1: fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho < 1 mm) 2: fisuras medias, f. abiertas (ancho > 1 mm y < 3 mm) 3: fisuras gruesas, o grietas (ancho > 3 mm).
Causas	Fatiga de las capas asfálticas sometidas a una Repetición de cargas superior a la permisible. Es Indicativo de insuficiencia estructural del pavimento. a la superficie.
Posibles Medidas correctivas	Reparaciones por sello o carpeta asfáltica con mezcla en caliente Sello o carpeta asfáltica, Rehabilitación o reconstrucción.

Desgaste superficial:

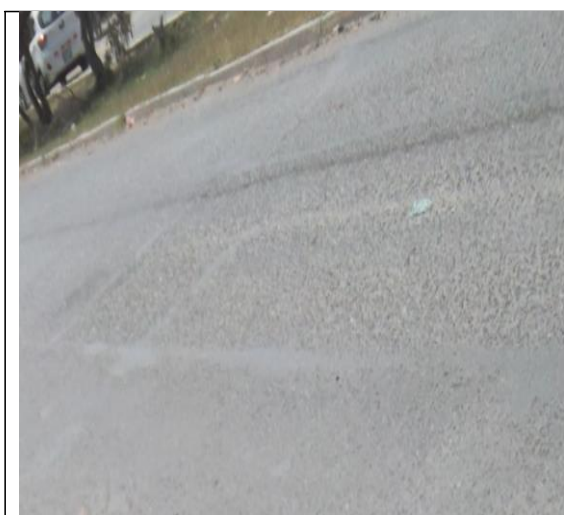
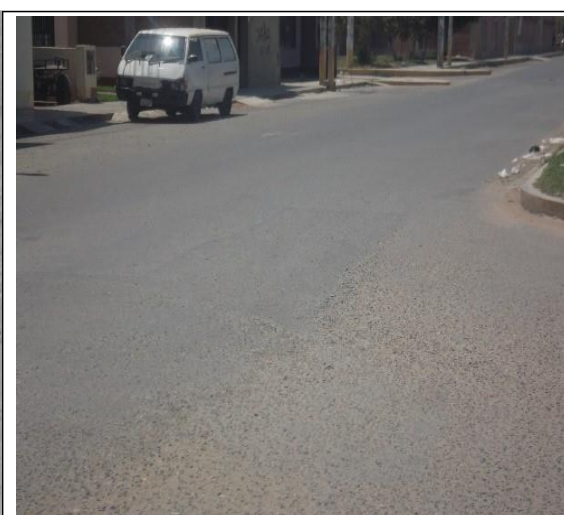
Corresponde al deterioro del pavimento ocasionado principalmente por acción del tránsito, agentes abrasivos o erosivos. Se presenta como pérdida de ligante y mortero. Suele encontrarse en las zonas por donde transitan los vehículos. Este daño provoca aceleración del deterioro del pavimento por acción del medio ambiente y del tránsito. (Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, 2006, pág. 17)



Evaluación	En la evaluación se encontró un total de 4683 m ² y lo clasificamos con una gravedad 1.
Niveles de Gravedad	<p>Baja: Cuando la superficie ha perdido su textura uniforme y se muestra ligeramente áspera o rugosa, con irregularidades hasta de 3 mm aproximadamente.</p> <p>Media: Cuando la profundidad de las irregularidades es mayor de 3 mm y llega a 10 mm. Se observan las partículas de agregado grueso.</p> <p>Alta: Si en la superficie ha comenzado a producirse la desintegración superficial de la capa de rodadura y se presentan desprendimientos evidentes y partículas sueltas sobre la calzada.</p>
Causas	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de adherencia del asfalto con los agregados. • Deficiente dosificación de asfalto en la mezcla. • Acción intensa del agua u otros agentes abrasivos además del tránsito.
Posibles Medidas correctivas	<ul style="list-style-type: none"> • Reparaciones con mezcla en caliente o tratamiento superficial • Carpeta asfáltica, tratamiento superficial.

Parches

Estas reparaciones están destinadas a mitigar las fallas del pavimento asfáltico, de manera provisional o definitiva; su número, su extensión y su frecuencia son elementos del diagnóstico. Las reparaciones deben ser calificadas en el momento del examen visual, pues algunas de ellas son tomadas en cuenta para determinar el estado estructural del pavimento. Si la reparación se aplica a deterioros / fallas superficiales y erradica el defecto, no se usará para calificar el estado estructural del pavimento. Si se aplica a la fisuración estructural, se considera como factor agravante. Dichos criterios resultan en los niveles de gravedad definidos más abajo. (Manual de carreteras, Mantenimiento o conservación vial, 2014, pág. 97)

	
Evaluación	En la evaluación se encontró un total de 254 m ² y lo clasificamos con una gravedad 3. El parche está gravemente deteriorado, presentan daños de Severidad alta y requiere ser reparado pronto. Deficiencias en los bordes.
Niveles de Gravedad	<ol style="list-style-type: none">1. Reparación o parchado para deterioros/ 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.
Causas	Las reparaciones son indicativas de insuficiencia estructural del pavimento o de deterioros/fallas superficiales. No requieren medidas correctivas.

Ahuellamiento.

El Ahuellamiento es una depresión de la zona localizada sobre la trayectoria de las llantas de los vehículos.



<p>Evaluación</p>	<p>En la evaluación se encontró un total de 113 m² y lo clasificamos con una gravedad 3. Ya que las depresiones de la vía son mayores a los 12mm.</p>
<p>Niveles de Gravedad</p>	<p>Niveles de Gravedad</p> <p>1: Profundidad < 6 mm</p> <p>2: Profundidad >6 mm y < 12 mm</p> <p>3: Profundidad > 12 mm</p>
<p>Causas</p>	<p>a) Defecto de dosificación del asfalto.</p> <p>b) Inadecuación entre el tipo de asfalto y la temperatura de la capa de rodadura.</p> <p>c) Inadecuación entre la gradación de los agregados y la temperatura de la capa de rodadura.</p> <p>d) Inadecuación entre la gradación de los agregados y la clase de tránsito.</p>
<p>Medidas correctivas</p>	<p>Reparaciones con mezcla en caliente</p> <p>Fresado y carpeta asfáltica</p> <p>Rehabilitación o reconstrucción parcial o total (incluyendo el drenaje si fuera necesario)</p>

Pérdida del pavimento en su totalidad.

Llamada también como desintegración, corresponde a la disgregación superficial de la capa de rodadura (carpeta asfáltica), pérdida gradual de agregados, exponiendo de manera progresiva los materiales a la acción del tránsito y los agentes climáticos. Por ende genera la destrucción de la estructura del pavimento.



Evaluación	En la evaluación se encontró un total de 1203 m ² y lo clasificamos con una gravedad 3.
Niveles de Gravedad	Alto. (3) Existe pérdida total de la estructura Del pavimento
Causas	La causa que se localizo fue el afloramiento de las aguas residuales. Provoco la perdida en su totalidad del asalto y comprometiendo también a toda la estructura del pavimento.
Posibles Medidas correctivas	Reconstrucción de la estructura del pavimento.

Piel de cocodrilo

(Manual de carreteras, Mantenimiento o conservación vial, 2014, pág. 88) La piel de cocodrilo (**falla estructural**) 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.



Evaluación	En la evaluación se encontró un total de 465 m ² y lo clasificamos con una gravedad 3.
Niveles de Gravedad	El criterio principal es el orden de magnitud de la malla. 3: Malla pequeña (< 0.3 m) sin o con material suelto
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 estructura) del pavimento. Esta falla comienza en la parte inferior de las capas asfálticas. La fisuración se propaga a la superficie.
Posibles Medidas correctivas	<ul style="list-style-type: none"> d. Reparaciones por sello o carpeta asfáltica con mezcla en caliente Sello o carpeta asfáltica e. Rehabilitación o reconstrucción.

Peladura y desprendimiento.

La desintegración superficial de la carpeta asfáltica debida a la pérdida del ligante bituminoso o del agregado (peladura).



Evaluación	En la evaluación se encontró un total de 2 1 0 1 m ² y lo clasificamos con una gravedad 3.
Nivel de Gravedad	3: Continuo con aparición de la base granular
Causas	Defecto de adherencia del asfalto o de dosificación del mismo. Asfalto defectuoso. Proceso constructivo deficiente.
Posibles Medidas correctivas	Reparaciones con mezcla en caliente carpeta asfáltica, tratamiento superficial.

Baches (huecos).

Los baches o huecos son consecuencia normalmente del desgaste o de la destrucción de la capa de rodadura. Cuando aparecen, su tamaño es pequeño. Por falta de mantenimiento ellos aumentan y se reproducen en cadena, muchas veces con una distancia igual al perímetro de una rueda de camión (Manual de carreteras, Mantenimiento o conservación vial, 2014, pág. 100).



Evaluación	En la evaluación se encontró un total de 288 m ² y lo clasificamos con una gravedad 3.
Niveles de Gravedad	1: Diámetro < 0.2 m 2: Diámetro entre 0.2 y 0.5 m 3: Diámetro > 0.5 m.
Causas	Esta falla proviene de la evolución de otros deterioros y carencia de conservación vial: Desprendimiento y Fisuración de fatiga.
Posibles Medidas correctivas	a. Reparaciones por carpeta asfáltica con mezcla en caliente. b. Rehabilitación o reconstrucción.

Tabla 3
Patologías del pavimento asfáltico en la vía.

Tipo de patología identificada	Área total m ²	Gravedad
Deformación por deficiencia estructural	417	3
Fisuras transversales	60	3
Fisuras longitudinales.	235	3
Desgaste superficial	4683	1
Parches	254	3
Ahuellamiento	113	3
Perdida del pavimento en su totalidad	1203	3
Piel de cocodrilo	465	3
Peladura y desprendimientos	2101	3
Baches (huecos)	288	3
Total	9818	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4

Causas que originan fallas en los pavimentos y que no provienen directamente de éstos

Tipo de pavimento	Capa o Interface en que se originan las fallas	Motivos de las Fallas
Flexible	Sub-base	Mala calidad del material utilizado. Baja compactación. Falta de espesor. Contaminación con el material de las terracerías. Defectos de construcción y/o de acabados.
	Base	Mala calidad del material utilizado. Baja compactación. Falta de espesor. Falta de limpieza y/o barrido de la superficie de la base al momento de impregnar. Defectos de construcción y/o de acabados.
	Carpeta de mezcla en caliente	Mala calidad de los materiales pétreos utilizados o defectos en su granulometría. Falta de adherencia del material pétreo con el asfalto. Exceso de asfalto en la mezcla. Cantidad escasa de asfalto en la mezcla. Temperatura baja del asfalto y/o del material pétreo al elaborar la mezcla. Baja temperatura del asfalto al momento de aplicarlo. Baja compactación de la mezcla. Rigidez relativamente alta de la carpeta.

Patologías identificadas en la vía.

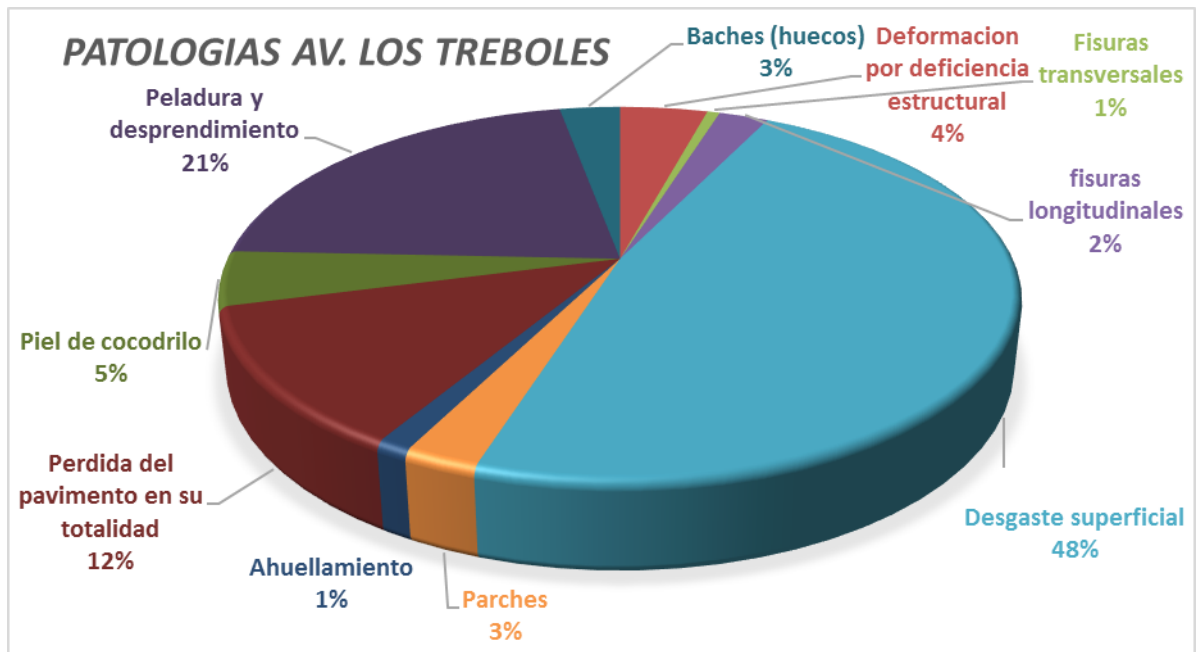


Figura 29 : Distribucion porcentual de las patologías.

Fuente : Elaboracion propia.

Colapso incontrolable de la red de alcantarillado en los puntos críticos de la vía indicados en el plano de buzones.

El colapso de la red principal de alcantarillado de la zona es la causa de la situación que persiste desde los últimos años.

Personeros de la Alcaldía de Chiclayo en ocasiones anteriores intervinieron el área, pero el problema persiste. La población pide una solución inmediata. El mal olor y la contaminación del medio ambiente expone al poblador a una serie de enfermedades, el colapso de los buzones es constante.

La situación genera un caos vial. Por el desnivel de la vía y su profundidad en consideración con las aceras, el agua se acumula en sitios específicos, impidiendo el paso vehicular.



En función al trabajo de campo se pudo determinar el estado físico y las características de la estructura del pavimento mediante Calicatas

La profundidad mínima de investigación será de 1,50 m por debajo de la cota de rasante final de la vía.

Tabla 5
Número de puntos de investigación

TIPO DE VÍA	NÚMERO MÍNIMO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN	ÁREA (m ²)
Expresas	1 cada	2000
Arteriales	1 cada	2400
Colectoras	1 cada	3000
Locales	1 cada	3600


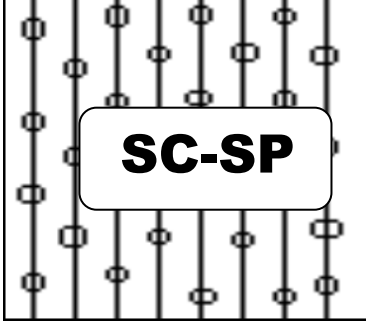
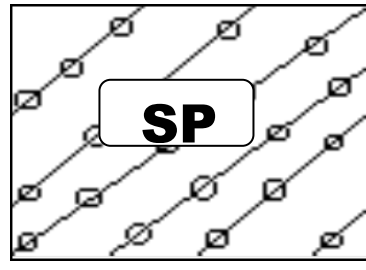
Fuente: (Sarmiento S. , 2010)

La vía se clasifica como colectoras por lo que para el área 9818 m² se ejecutaron 3 calicatas de la estructura del pavimento para ser evaluadas con ensayos de laboratorio en la universidad señor de Sipán.

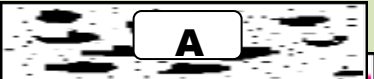

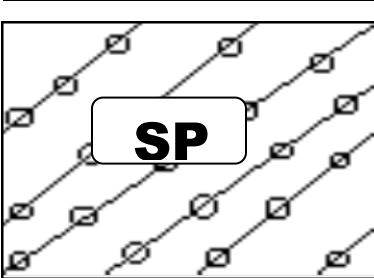
Descripción de cada sitio o área investigada, con cada hueco, calicata, localizado claramente (horizontal y verticalmente) con referencia a algún sistema establecido de coordenadas o a algún sitio permanente.

PERFILES ESTRATIGRÁFICOS DE LAS CALICATAS.

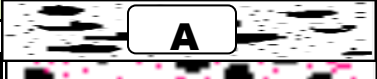

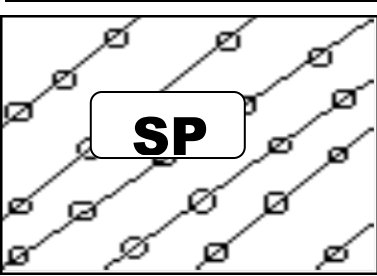
Calicata 01 entre las intersecciones Av.los tréboles y C.cuzco km 0+050

PROF(m)	SUCS	GRAFICO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRA
0.0-0.05			0.00-0.005.-Carpeta Asfáltica	Carpeta asfáltica
0.30			0.005-0.30.-Arenas mal graduadas, Arenas con gravas con pocos finos o sin ellos, color gris claro de baja plasticidad. AASHTO : A-1-b (0)	M -1
0.50			0.30-0.50.-Arenas mal graduadas con pocos finos color gris claro de baja plasticidad	M -2

Calicata 02 entre las intersecciones Av.los tréboles y C sinai km 0+230

PROF(m)	SUCS	GRAFICO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRA
0.0-0.05			<i>0.00-0.050.-Carpeta Asfaltica</i>	Carpeta asfaltica
0.30			<i>0.05-0.30.-Grava pobremente graduada con arena, color gris claro de baja plasticidad. AASHTO:A-2-4 (0)</i>	M -1
0.50			<i>0.30-0.50.-Arenas mal graduadas con pocos finos color gris claro de baja plasticidad</i>	M -2

Calicata 03 entre las intersecciones Av.los tréboles y C. tallan km 0+400

PROF(m)	SUCS	GRAFICO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRA
0.0-0.05			<i>0.00-0.050.-Carpeta Asfaltica</i>	Carpeta asfaltica
0.30			<i>0.05-0.30.-Grava pobremente graduada con arena, color gris claro de baja plasticidad. AASHTO:A-2-4 (0)</i>	M -1
0.50			<i>0.30-0.50.-Arenas mal graduadas con pocos finos color gris claro de baja plasticidad</i>	M -2

Análisis Granulométrico (Suelos Granulares) NORMA ASTM D 1241

Preparación de la muestra

Cuarteo de los agregados tanto para el agregado fino como para el agregado grueso - Para la granulometría del agregado fino debemos pesar como mínimo 500 gr.



Procedimiento De Ensayo

Una vez realizado el cuarteo se revisa los tamices, si hay alguna partícula de agregado mejor dicho limpiar las mallas y luego ordenarlas de manera descendente.



Ingresar el agregado a una altura no mayor de 5 cm, si echamos a mas altura se pierde el fino en polvo debemos tener cuidado.

- Después, la muestra anterior se hizo pasar por una serie de tamices o mallas dependiendo del tipo de agregado. - Luego tapamos el tamiz, y empezamos a mover en forma horizontal, y vertical. - Después lo retenido se va pesando.

Análisis Granulométrico Por Tamizado (Suelos Finos)

Objetivos:

Determinar la granulometría de los agregados fino y grueso clasificándolos de acuerdo a su tamaño en los diversos tamices.

Agregado fino:

Se considera como agregados finos a la arena o piedra natural finamente triturada, de dimensiones reducidas y que pasan el tamiz 9.5 mm (3/8") y que cumple con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037.

Las arenas provienen de la desintegración natural de las rocas; y que arrastrados por corrientes aéreas o fluviales se acumulan en lugares determinados. En suelos finos en estado inalterado, las propiedades mecánicas e hidráulicas dependen en tal grado de su estructuración e historia geológica, que el conocimiento de su granulometría, resulta totalmente inútil.

Sin embargo, el ingeniero interesado en suelos debe estar suficientemente familiarizado con los criterios técnicos basados en la distribución granulométrica y con los métodos más importantes para su determinación.

Preparación de la muestra:

Cuarteo del agregado fino.

Para la granulometría del agregado fino debemos pesar como mínimo 500 gr.



Figura 33: Cuarteo del agregado fino.

Fuente: Tomas propias

Procedimiento de ensayo:

Una vez realizado el cuarteo se revisa los tamices, si hay alguna partícula de agregado mejor dicho limpiar las mallas y luego ordenarlas de manera descendente.

Ingresar el agregado a una altura no mayor de 5 cm, si echamos a mas altura se pierde el fino en polvo debemos tener cuidado. Después, la muestra anterior se hizo pasar por una serie de tamices o mallas dependiendo del tipo de agregado.

Luego tapamos el tamiz, y empezamos a mover.

Después lo retenido se va pesando.



Figura 34: material a pesar.

Fuente: Tomas propias

Determinación del límite líquido de los suelos NORMA MTC E - 111

Objetivo: Determinar el límite líquido del suelo en estudio.

Aparatos:

- Balanza electrónica
- Espátula. De hoja flexible de unos 75 a 100 mm (3" – 4") de longitud y 20 mm (3/4") de ancho aproximadamente.
- Copa Casa Grande. Es un aparato consistente en una taza de bronce con sus aditamentos.
- Acanalador, 1 pizeta, Horno eléctrico, Tamiz N° 40 (0.425 mm), Franela, Recipientes, Agua destilada, Taras.

Procedimientos:

1. Tómese una muestra que pese 150 – 200 g de una porción de material completamente mezclado que pase el tamiz de 0.425 (N° 40).



Figura 35: preparación del material.

Fuente: Tomas propia

2. Agrupamos las partículas más gruesas y con la comba de goma golpeamos hasta triturarlas.

3. Colocamos la muestra en un recipiente y mezclamos completamente con 15 a 20 ml de agua destilada, amasándola y tajándola con la espátula en forma alternada y repetida.



Figura 36: preparación del material.

Fuente: Tomas propias

4. Con ayuda del ranurador antes de utilizar la copa каза grande se comienza a calibrar que quede aproximadamente a 10 cm.

5. Colocamos una porción de la mezcla en la Copa Casagrande, extendiéndola hasta obtener la posición como se muestra en la imagen (con tan pocas pasadas de la espátula como sea posible). Nivelamos el suelo con la espátula y al mismo tiempo emparejándola hasta conseguir una profundidad de 1 cm en el punto de espesor máximo, el exceso de suelo se regresa al recipiente.



Figura 37: Copa Casagrande

Fuente: Tomas propias

6.. Dividimos el suelo en la taza de bronce con el acanalador mediante pasadas firmes a lo largo del diámetro y a través de la línea central de la masa del suelo de modo que se forme una ranura limpia y de dimensiones apropiadas. Con cada pasada el acanalador debe penetrar un poco más profundo hasta que la última pasada limpie el fondo de la cazuela.

7. Giramos la manija, a una velocidad de 1,9 a 2,1 golpes por segundo, hasta que las dos mitades de la pasta de suelo se pongan en contacto en el fondo de la ranura. Anótese el número de golpes requeridos.

8. Tomamos la muestra próxima a la ranura cerrada aproximadamente del ancho de la espátula y la colocamos en una tara.



Figura 38: Tomamos la muestra próxima a la ranura cerrada

Fuente: Tomas propias

9. Pesamos y anotamos, colocamos el suelo dentro del horno a $110 \pm 5^\circ \text{C}$ y determinamos el contenido de humedad. Luego anotamos el peso después de haber secado en el horno.



Figura 39: Tomamos la muestra próxima a la ranura cerrada

Fuente: Tomas propias

10. El suelo sobrante en la taza de bronce lo regresamos al recipiente, y lavamos y secamos la taza de bronce y el ranurador y repetimos el ensayo.

11. Luego dibujar la curva de fluidez, que represente la relación entre el contenido de humedad y el correspondiente número de golpes de la taza de bronce.

12. Determinamos en la curva el contenido de humedad para los 25 golpes que será el límite líquido.

Determinación del límite plástico e índice de plasticidad NORMA MTC E - 111

Objetivo:

Determinar el límite plástico del suelo en estudio y el cálculo del índice de plasticidad (I.P.) si se conoce el límite líquido del mismo suelo.

Procedimientos:

1. Seleccionamos una muestra de suelo que pase la malla N° 40 una proporción de 200 g, Agrupamos las partículas más gruesas con una comba de goma.



Figura 40: selección de la muestra.

Fuente: Tomas propias

2. Con la ayuda de una pipeta y agua destilada comienza a mojar la muestra hasta formar una pasta para luego cubrirlo con una bolsa y dejarlo por 24 horas.



Figura 41: humedecemos la muestra.

Fuente: Tomas propias

3. Se sustrajo un poco de muestra y se rodó sobre una superficie limpia y lisa no absorbente en este caso fue una placa de vidrio, se rueda con los dedos de la mano, hasta tratar de alcanzar un diámetro de 3.2 mm, el bastoncillo este acto para los ensayos cuando se ve sus grietas.



Figura 42: bastoncillo rodado sobre p. vid

Fuente: Tomas propias

4. Después se colocó al horno durante 24 horas, se dejaron enfriar, se pesaron y se anotaron los datos.

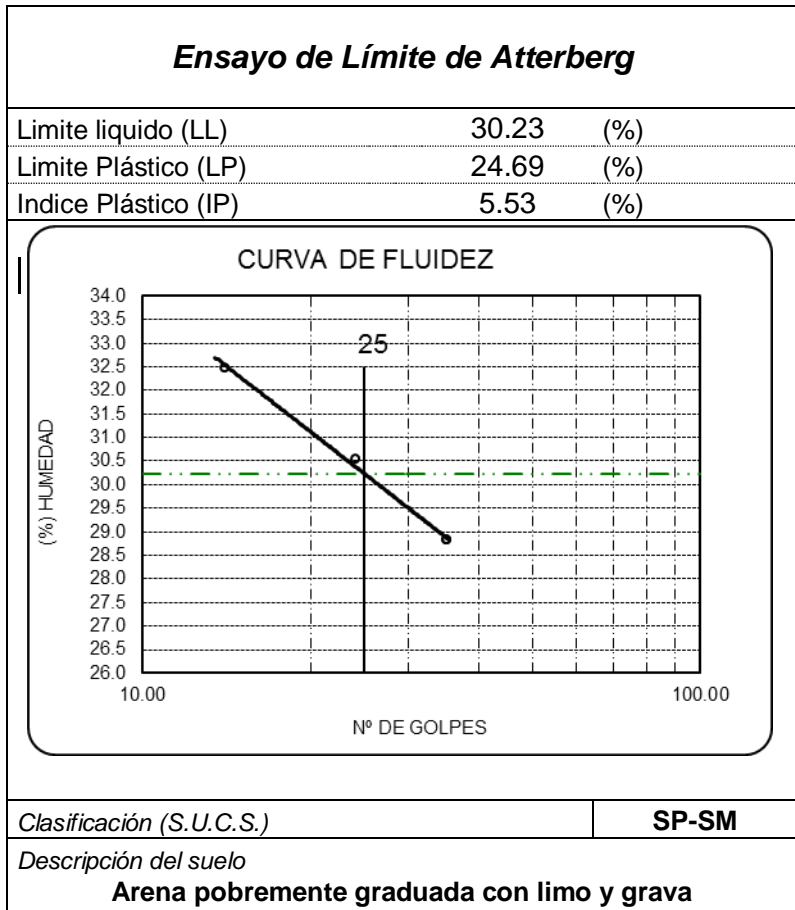
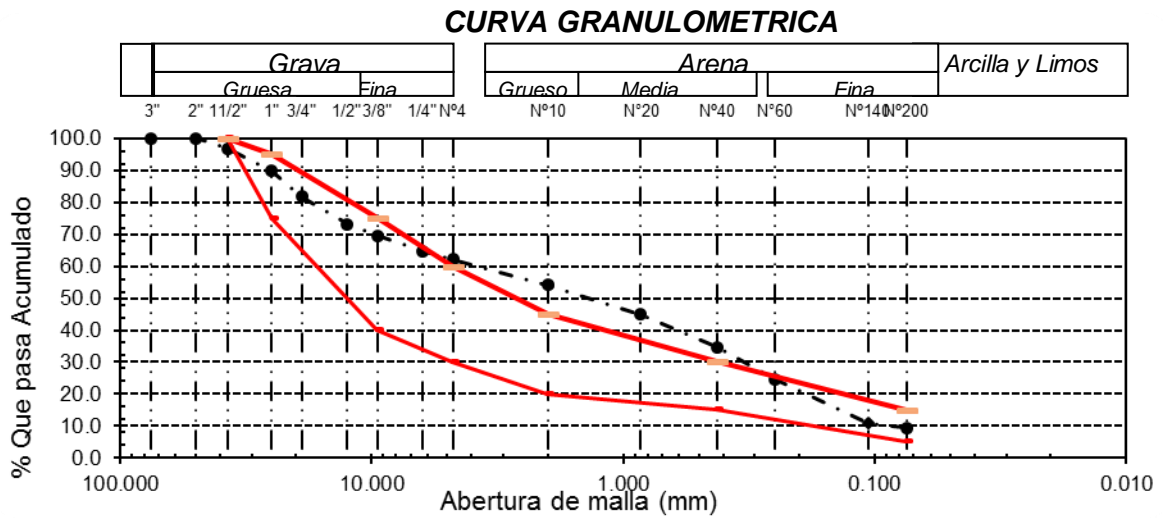
5. Con los datos anteriores se determinó el contenido de agua en %.



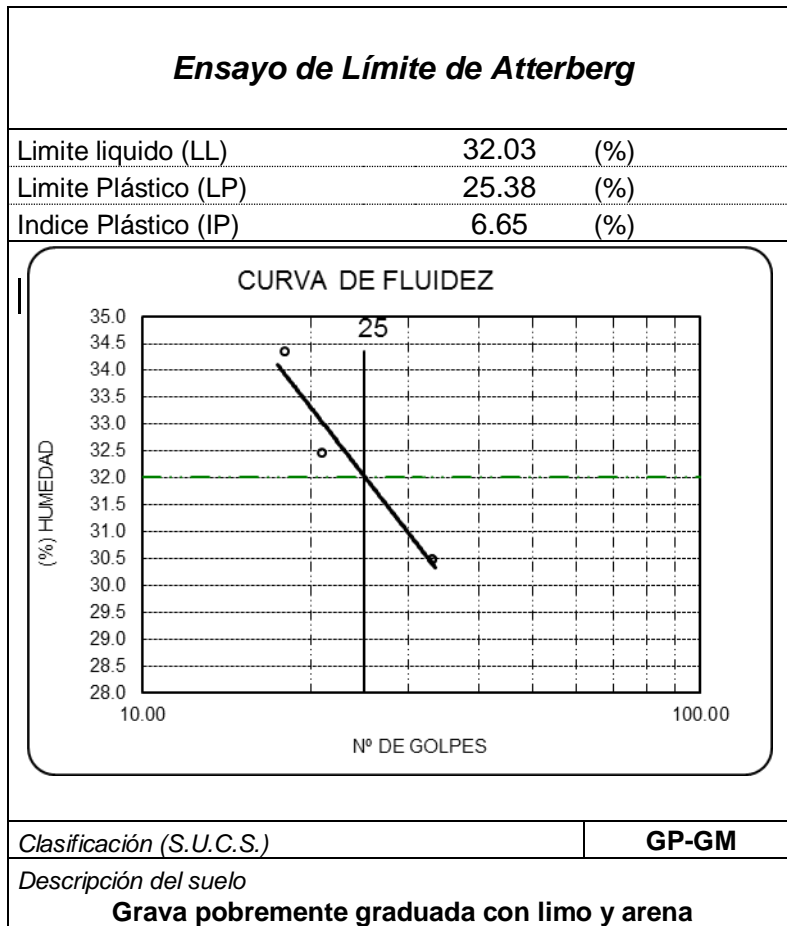
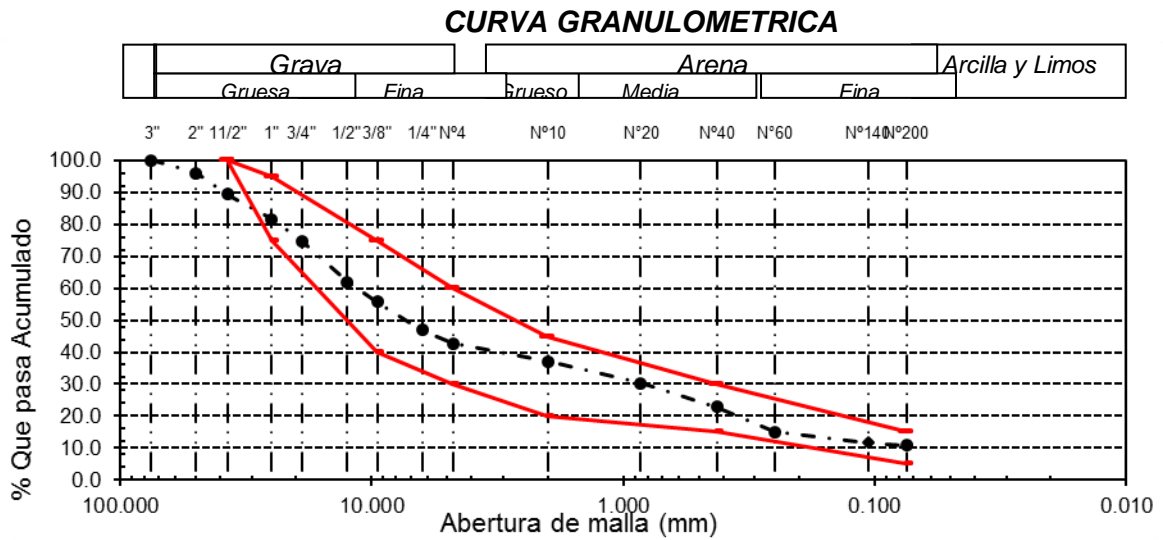
Figura 43: se pesan, al horno % de humedad

Fuente: Tomas propias

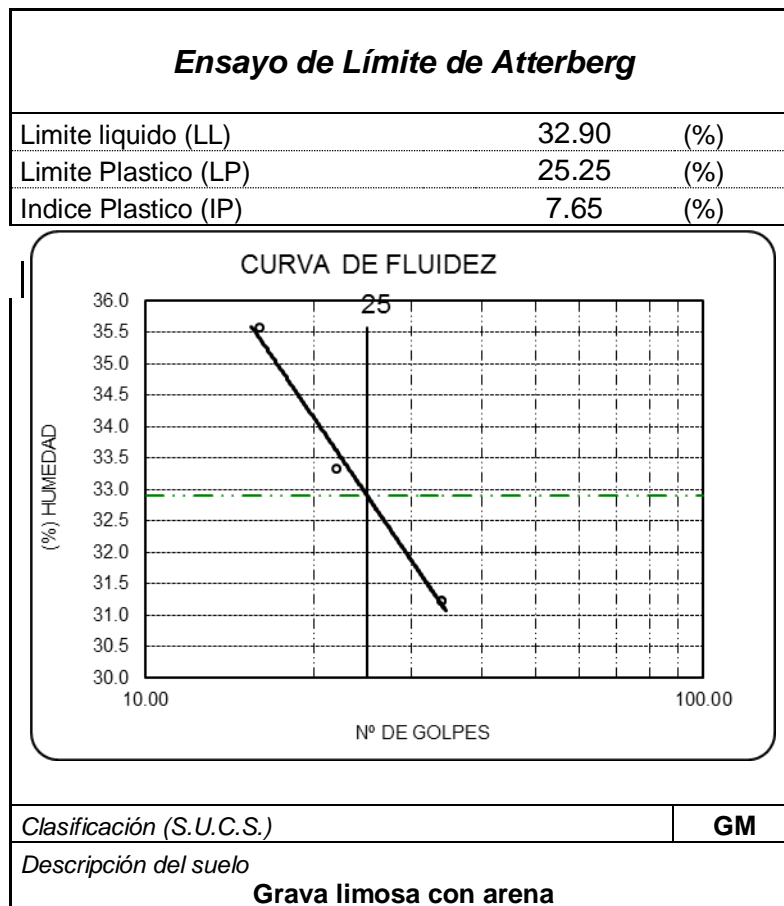
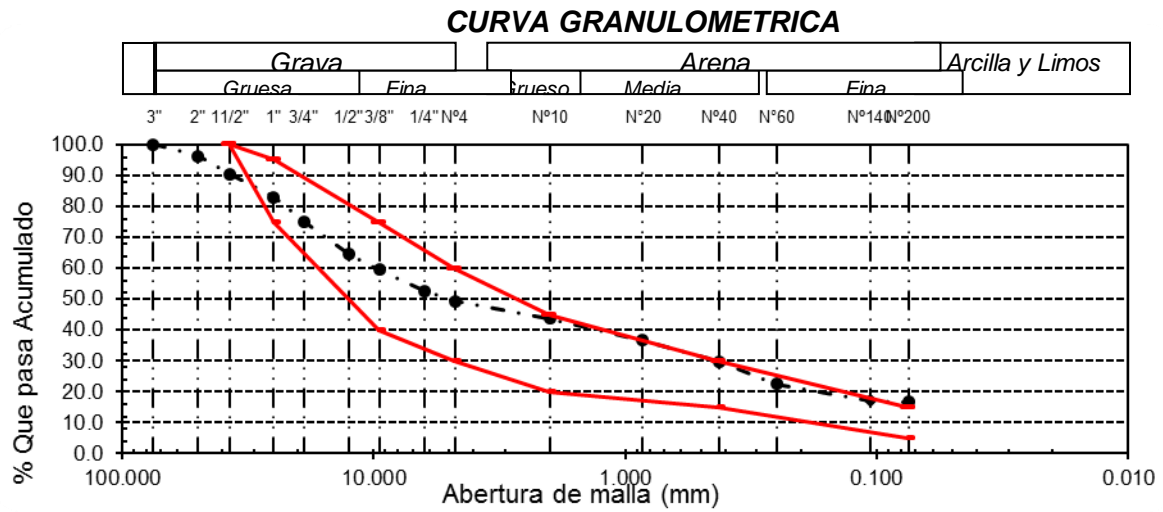
Granulometría e índice de plasticidad (IP) Calicata 01



Granulometría e índice de plasticidad (IP) Calicata 02



Granulometría e índice de plasticidad (IP) Calicata 03



Interpretación:

Granulometría: No cumple con la gradación B de las especificaciones técnicas generales (EG-2013). Usamos la gradación B por que es para zonas menores a 3000 msnm. El material encontrado solo es canto rodado.

Índice de plasticidad (IP): No cumple con lo especificado en la (EG-2013).

Debido a que debe tener un índice de plasticidad de 4% máximo para lugares menores a 3000 msnm. Para nuestras muestras tenemos IPs entre 5.53 % a 7.65 % por lo tanto excede lo solicitado.

Ensayo de abrasión por medio de la máquina de los ángeles.

Antecedentes:

Los agregados deben ser capaces de resistir el desgaste irreversible y degradación durante la producción, colocación y compactación de las obras de pavimentación, y sobre todo durante la vida de servicio del pavimento.

Objetivo

Este método describe el procedimiento para determinar el porcentaje de desgaste de los agregados de tamaños menores a 37.5 mm (1 ½”) y agregados gruesos de tamaños mayores de 19 mm (¾”), por medio de la máquina de los Ángeles.

Equipos:

Máquina de abrasión de Los Ángeles

Tamices de los siguientes tamaños: 3”, 2 ½”, 2”, 1 ½”, 1”, ¾”, ½”, 3/8”, ¼”, N°4, N°8. Un tamiz N°12 para el cálculo del desgaste.

Esferas de acero de 46.38 a 47.63 mm de diámetro de peso equivalente entre 390 a 445 gr.

Horno capaz de mantener una temperatura de 110 ± 105 °C

Balanza Sensibilidad de 1.0 g

Procedimientos:

1. El material deberá ser lavado y secado en horno a una temperatura constante de 105-110°C, tamizadas según las mallas que se indican y mezcladas en las cantidades del método al que correspondan.



Figura 44: Pesar la muestra con precisión.

Fuente: Tomas propias

2. Pesar la muestra con precisión.
3. Introducir la muestra junto con la carga abrasiva en la máquina de Los Ángeles, cerrar la abertura del cilindro con su tapa, ésta tapa posee empaquetadura que impide la salida de polvo fijada por medio de pernos. Accionar la máquina, regulándose el número de revoluciones adecuado según el método.
4. Introducir la cantidad de esferas según el método a utilizar.



Figura 45: colocación de esferas de acero.

Fuente: Tomas propias

5. Finalizado el tiempo de rotación, se saca el agregado y se tamiza por la malla N°12.
6. El material retenido en el tamiz N°12 y lo que pasa, se vuelve a unir para ser introducido nuevamente a la máquina de los ángeles.
7. Finalizado el tiempo de rotación, se saca el agregado y se tamiza por segunda vez, y tan luego se pesa lo que retiene la malla N° 12.
8. Tamizamos nuevamente y observamos la variación y desgaste de los agregados.

La fórmula para determinar el porcentaje:

$$\% \text{ De Desgaste} = \frac{\text{Peso Inicial} - \text{Peso Final}}{\text{Peso Inicial}} \times 100$$

Resistencia Mecánica del Agregado Grueso

Métodos	No mayor que
Abrasión Los Ángeles (NTP 400.019:2002)	50 %



CALICATA	% de desgaste por abrasión	% de uniformidad
C-01	16.80 %	0.5 %
C-02	14.90 %	0.5 %
C-03	12.1 %	0.5%

OBSERVACIONES:

NORMA EMPLEADA MTC E207, ASTM C 131.

Método de ensayo a usar: gradación "A", N° de esferas: 12, revoluciones: total 500.

Interpretación: el material encontrado en la base granular cumple con lo especificado en las especificaciones técnicas generales (EG -2013) requerimiento del agregado grueso para la base granular en alturas menores a 3000 msnm. Encontrando un promedio de 14.6% menor al solicitado en la norma que es 40 %.

Ensayo de densidad de campo.

Procedimiento

Seleccione una ubicación/elevación que sea representativa del área que se va a probar y determine la densidad del suelo in-situ de la siguiente manera:

1. Inspeccione el cono por si hubiera algún daño, la rotación libre de la válvula y cerciórese de que el plato de base funcione apropiadamente. Llene el contenedor del cono con la arena condicionada.
2. Prepare la superficie del sitio que se va a ensayar de tal manera que sea un plano nivelado. El plato de base debe utilizarse como una herramienta para remover la superficie a un plano de nivel suave.

3. Coloque el plato de base sobre la superficie plana, asegurándose de que existe contacto con la superficie del terreno alrededor del borde del orificio central. Marque el contorno del plato de base para revisar el movimiento durante la prueba y, si es necesario, asegure el plato contra el movimiento que se cause utilizando clavos insertados dentro del suelo adyacente al filo del plato, o en otros términos, sin disturbar el suelo que se va a probar.
4. Cave el hoyo de prueba a través del orificio central en el plato de base, teniendo cuidado de evitar que se distorba o se deforme el suelo que delimitará el orificio. Los volúmenes del orificio de prueba serán tan grandes como para que sean prácticos y minimicen los errores, y en ningún caso serán más pequeños que los volúmenes indicados en la Tabla. para el tamaño máximo de la partícula del suelo removido del orificio de prueba. Los lados del orificio deben inclinarse levemente hacia adentro, y la parte central debe ser razonablemente plana o cóncava. El orificio debe mantenerse lo más libre posible de vacíos, salientes y obstrucciones fluidas ya que esto afectaría la exactitud de la prueba. Los suelos que son esencialmente granulares requieren extremo cuidado y también requieren que se cave un orificio de prueba de forma cónica.

Coloque todo el suelo excavado y cualquier otro suelo que se haya soltado durante la excavación, en un contenedor hermético que esté marcado para identificar el número de prueba. Tenga cuidado de evitar la pérdida de cualquier material. Proteja este material de cualquier pérdida de humedad hasta que se haya determinado la masa y se haya obtenido la muestra para la determinación del contenido de agua.



Figura 46: densidad de campo.

Fuente: Tomas propias

5. Limpie el borde del orificio del plato base, voltee el aparato de cono de arena y coloque el embudo del mismo en un orificio rebordeado en la misma posición que se marcó durante la calibración. Elimine o minimice en el área de prueba las vibraciones que pueda causar el personal que realiza la prueba o el equipo que se utiliza. Abra la válvula y deje que la arena llene el orificio, el embudo y el plato base. Trate de evitar que el aparato se sacuda o vibre mientras la arena está corriendo. Cuando la arena deje de fluir, cierre la válvula.



Figura 47: densidad de campo.

Fuente: Tomas propias

6. Determine la masa del aparato con la arena restante, regístrela y calcule la masa de la arena utilizada.
7. Determine y registre la masa del material húmedo que se extrajo del orificio de prueba. Cuando se requiera correcciones del material de mayor tamaño, determine la masa de este material en la malla apropiada y regístrela, teniendo cuidado de evitar pérdidas de humedad. Cuando se requiera, efectúe las correcciones apropiadas para el material de mayor tamaño



Figura 48: densidad de campo.

Fuente: Tomas propias

8. Mezcle el material cuidadosamente y obtenga un espécimen representativo para determinar el contenido de húmedo o, en todo caso, utilice una muestra completa.
9. Luego en laboratorio se determinará el contenido de humedad de acuerdo al Método de Ensayo MTC E 108. Con Speedy
10. Los especímenes para el contenido de humedad deben ser lo suficientemente grandes y seleccionados de tal manera que representen todo el material obtenido del orificio de prueba. La masa mínima de la muestra para determinar el contenido de agua es aquélla que se requiere para dar valores del contenido de humedad exactos al 1%.

CALICATA	Grado de compactación Base granular- afirmado %	Grado de compactación Terreno natural %
C-01	86.00 %	73.00 %
C-02	84.00 %	78.00 %
C-03	78.00 %	72.00%

Interpretación: la base granular no cumple con el porcentaje de compactación especificado en la norma EG-2013 que nos indica que deben ser igual o mayor a 100 % de la máxima densidad obtenida en el ensayo proctor modificado.

Para el terreno natural debe ser 90 % en terreno de fundación. 90% en cuerpo de relleno de terraplén hasta el nivel de subrasante que es el 95%.

Ensayo de proctor modificado.

Objetivos

Determinar el grado de compactación de la muestra de suelo sometida al ensayo.

Encontrar la relación existente entre el contenido de humedad y la densidad seca de la muestra ensayada, para luego graficar la curva.

Materiales y equipos



Procedimiento

- a. Muestreamos y procedemos al cuarteo del material a ensayar.
- b. Tamizamos el material, para lo cual se hizo uso de las mallas indicadas anteriormente.
- c. Procedimos a pesar el material retenido en cada tamiz.
- d. De acuerdo a las condiciones que debe cumplir para elegir el método a usar, cumplió con las condiciones del método C.
- e. Primero se determina la granulometría, es decir se pasa por la malla por la malla N° 3/8", y luego por la malla N° 04 y así sucesivamente.
- f. Luego para este tipo de ensayo se realizó a compactación debida el cual es utilizado solo para suelos que tengan más del 30% retenido en la malla N° 3/4" (según lo estipula el reglamento de la N.T.P.)
- g. A la muestra también es necesario vaciarle agua (60 mm³)
- h. Según el ensayo realizado en esta práctica de laboratorio el suelo es de tipo "C", cuyas condiciones se detallan a continuación (el resto de

datos se incluyen en la hoja adjunta de datos): > 20% Reten. acumulado en la malla 3/8'' y < 30% Reten. acumulado en la malla 3/4'':



Figura 49: peso de material para proctor.

Fuente: Tomas propias



Figura 50: compactacion de material en molde para proctor y saturacion para cbr.

Fuente: Tomas propias



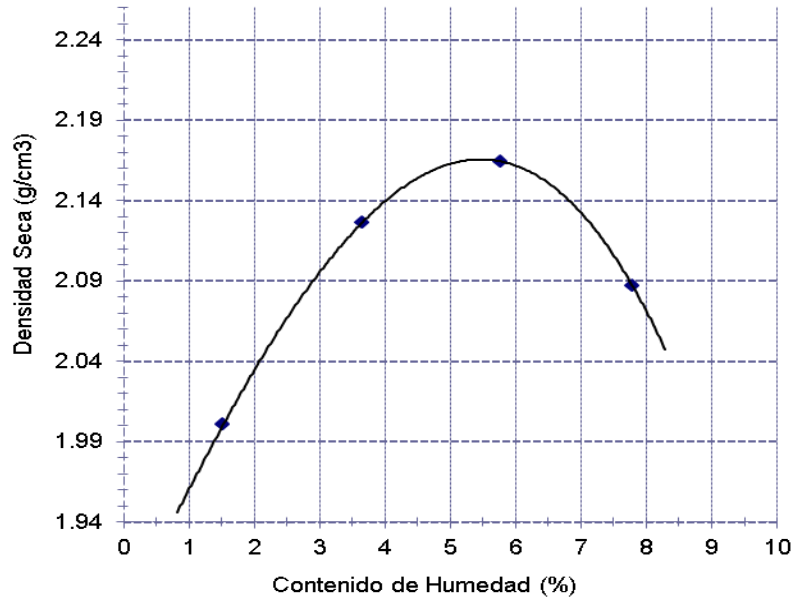
CALICATA :

C - 1

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

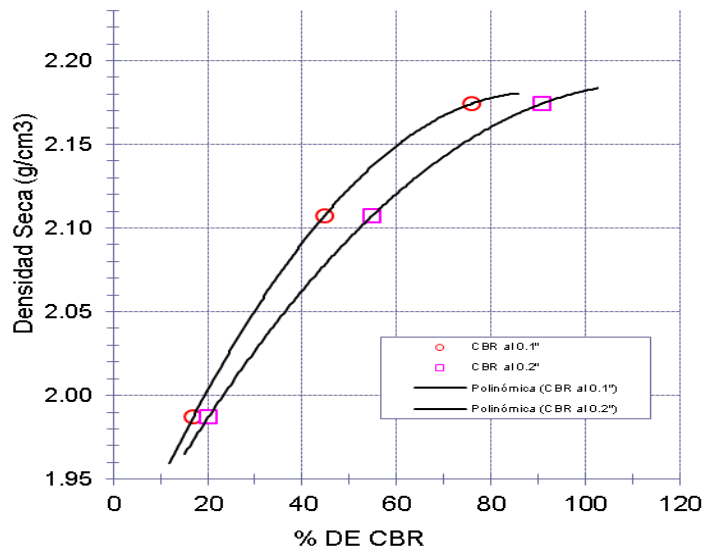
Máxima densidad seca		2.166 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad		5.44 %

Diagrama de Proctor



Espécimen	Número por capa	CBR (%)	Densidad (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la (Pulg)	% de	CBR (%)
01	56	75.9	2.174	0.01	0.1"	100	73.2
02	25	44.8	2.107	0.01	0.1"	95	33.2
03	12	16.9	1.987	0.01	0.2"	100	86.1
					0.2"	95	40.4

Diagrama de CBR vs Densidad



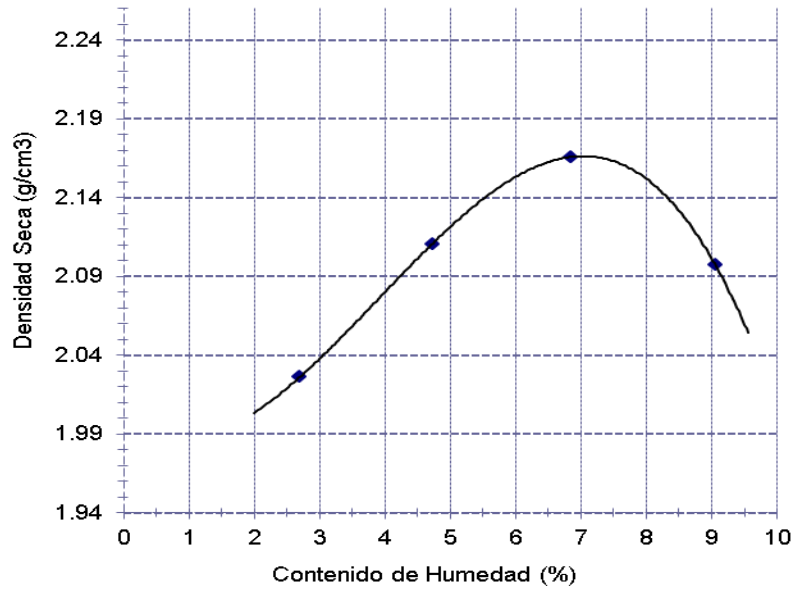
CALICATA :

C - 2

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

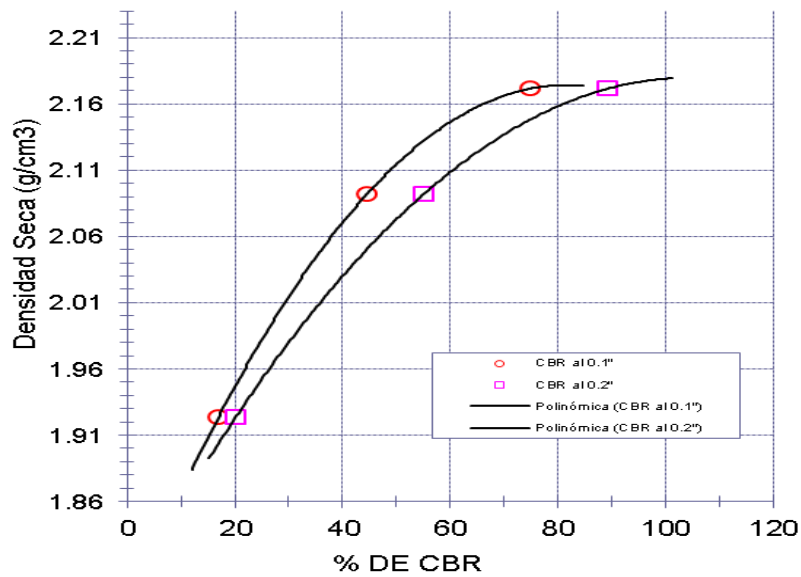
Máxima densidad seca		2.166 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad		7.01 %

Diagrama de Proctor



Espécimen	Número por capa	CBR (%)	Densidad (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la (Pulg)	% de	CBR (%)
01	56	74.8	2.171	0.01	0.1"	100	73.6
02	25	44.5	2.092	0.01	0.1"	95	39.0
03	12	17.0	1.924	0.01	0.2"	100	87.1
					0.2"	95	48.0

Diagrama de CBR vs Densidad



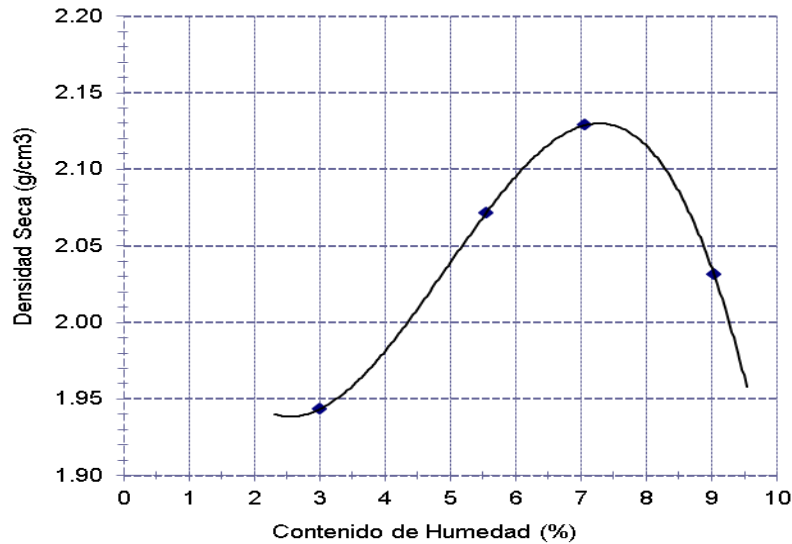
CALICATA :

C - 3

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca		2.130 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad		7.24 %

Diagrama de Proctor

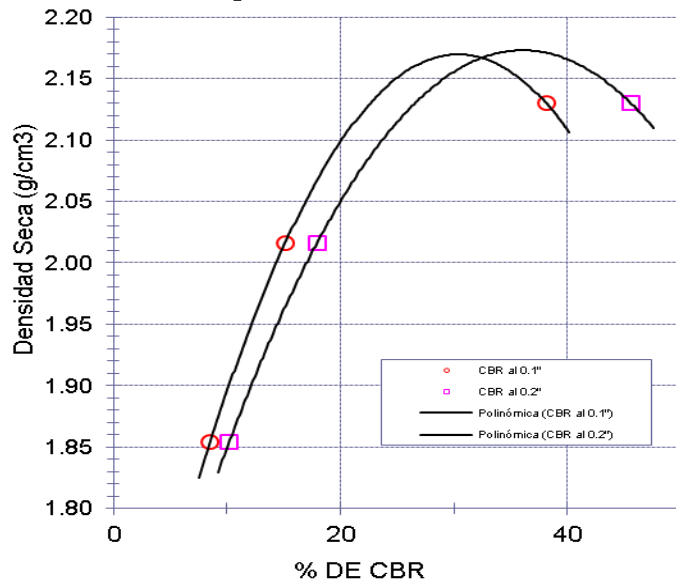


Espécimen	Número por capa	CBR (%)	Densidad (g/cm3)	Expansión (%)	CBR a la (Pulg)	% de	CBR (%)
01	56	38.2	2.130	0.01	0.1"	100	38.2
02	25	15.1	2.016	0.01	0.1"	95	15.4
03	12	8.5	1.854	0.01	0.2"	100	45.7
					0.2"	95	18.3

Interpretación:

El CBR no cumple con lo especificado en la norma (EG-2013) solicita que sea min. 80%. Referido al 100% de la máxima densidad seca a una penetración de carga de 1".

Diagrama de CBR vs Densidad



Ensayo de lavado asfáltico.

Objetivo

Determinar por extracción en frío con un solvente, el porcentaje de bitumen en una mezcla asfáltica de pavimentos y de esta manera hallar la cantidad estándar de asfalto utilizada generalmente en los diferentes tipos de mezclas.

Materiales y equipo

como disolvente Gasolina.

*Aparato de extracción (Centrífuga), que contiene una taza giratoria que puede girar a una velocidad controlada hasta de 3600 r.p.m. Deberá contar con un recipiente que retenga el solvente escapado de la taza.

*Filtros de papel que se sitúan en la parte superior de la taza que contiene la mezcla y el solvente.

*Estufa para secar los agregados que puedan estar empapados del solvente luego de someterlos a la Centrífuga.

*Recipientes metálicos, balanzas, probetas, espátula

Procedimiento

Se pesa una cantidad de material de la MDC-2 equivalente 1200g, posteriormente se echa el material en la taza giratoria y se vierte con una probeta la gasolina que servirá de solvente, se le ubica un papel filtro antes de asegurar la taza con su respectiva tapa; luego se sitúa en la cámara que es asegura para evitar cualquier accidente.

Previamente antes de realizar la extracción del asfalto, se dispone un recipiente que sirva como desagüe y reciba la combinación de (solvente + asfalto) a medida que el disolvente lave paulatinamente el asfalto de los agregados pétreos ayudado de la centrífuga.

Debe tenerse presente que debe agregarse solvente a la cámara que contiene la mezcla asfáltica hasta que se observe que dicho solvente no sale oscuro o combinado con asfalto, es decir cuando salga con su color original, en este caso amarillo claro. Finalmente se secan los agregados pétreos anteriormente lavados para pesarlos y tener el peso seco de estos.

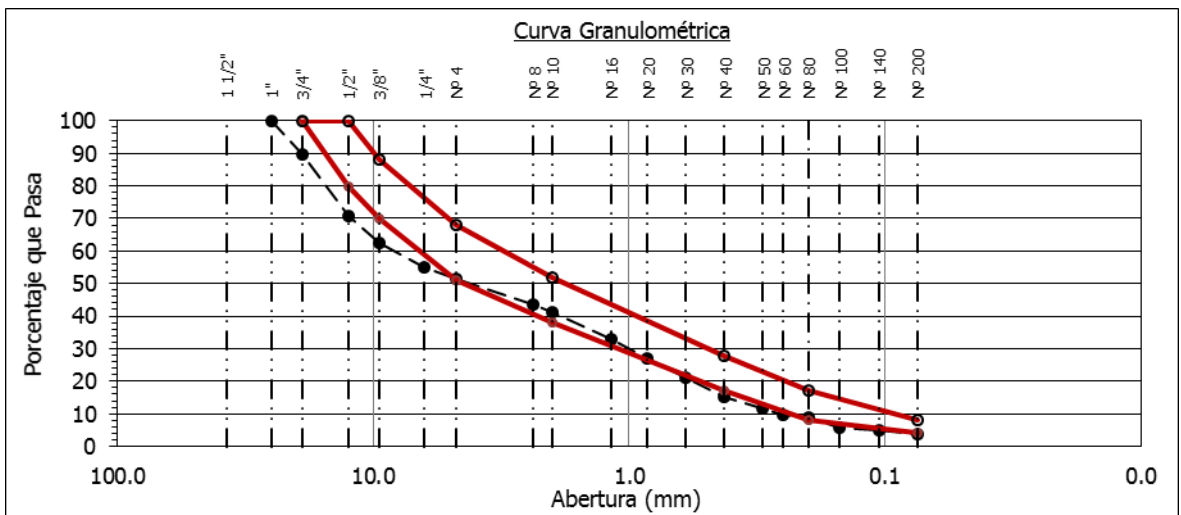
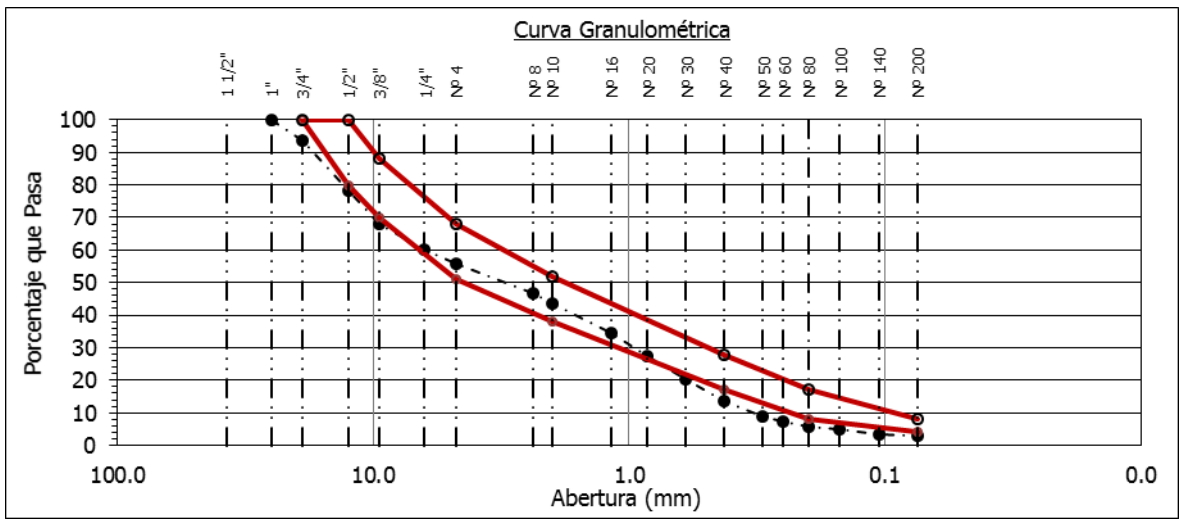


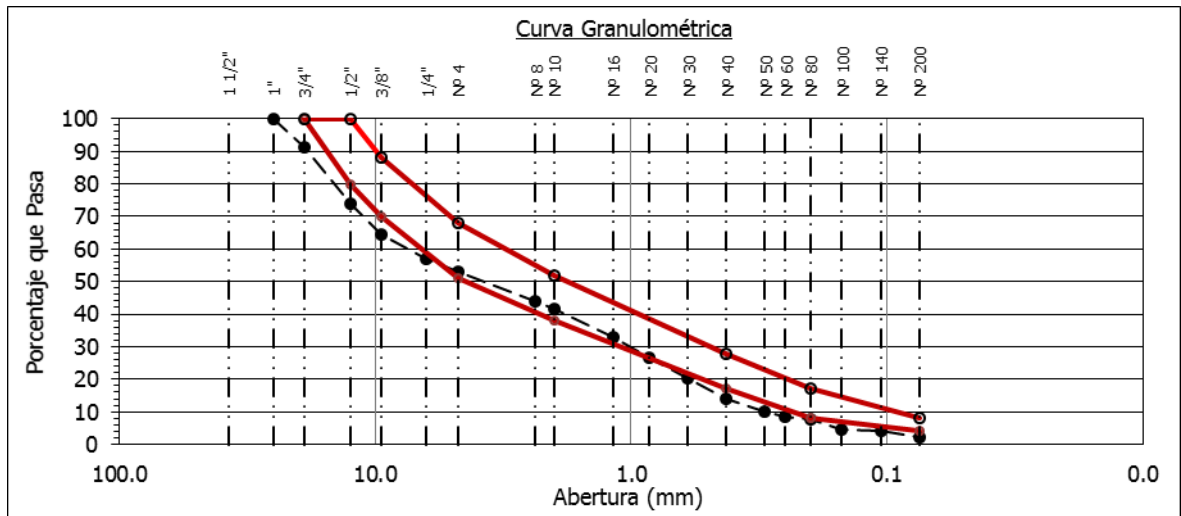


Fi

gura 51: compactacion de material en molde para proctor.

Fuente: Tomas propias





Interpretación:

Su óptimo contenido de asfalto no se encuentra dentro de un rango admisible. Ya que en un diseño de asfalto el contenido debe estar entre el 5.6 % hasta 5.8 %. Esto está en función a los agregados que se tengan en obra.

Aparte de eso tampoco cumplen con el uso granulométrico MAC-2

Contenido de asfalto en (%)	
Muestra 01 C-01	4.05 %
Muestra 02 C-02	4.09 %
Muestra 03 C-03	3.91 %

Tabla 6.

Signos convencionales para perfil de calicatas – clasificación SUCS









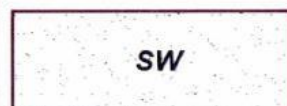

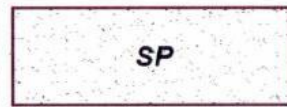



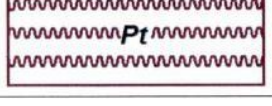
	Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de materia fina, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal granulada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedios		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico
	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa		
	Arcilla orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico		
	Turba, suelo considerablemente orgánico		

Figura 52 : clasificación de suelos

Fuente : (comunicaciones, Manual de carreteras - seccion suelos y pavimentos, 2014)

Estructura del Pavimento Asfáltico. La estructura que se apoya sobre el terreno de fundación o subrasante, y que está conformado por capas de materiales de diferentes calidades y espesores, que obedecen a un diseño estructural, se denomina pavimento. La estructura del pavimento está destinada a soportar las cargas provenientes del tráfico. (Ordoñez, 2006), (p.4).

Estructura del Pavimento Asfáltico.

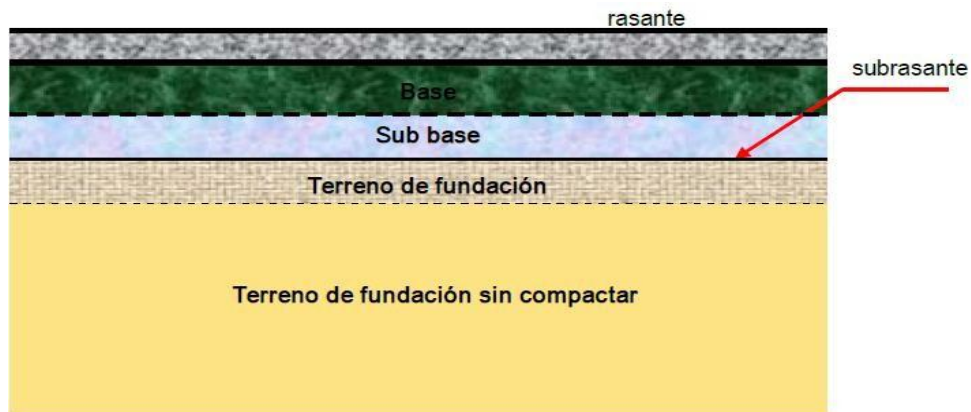
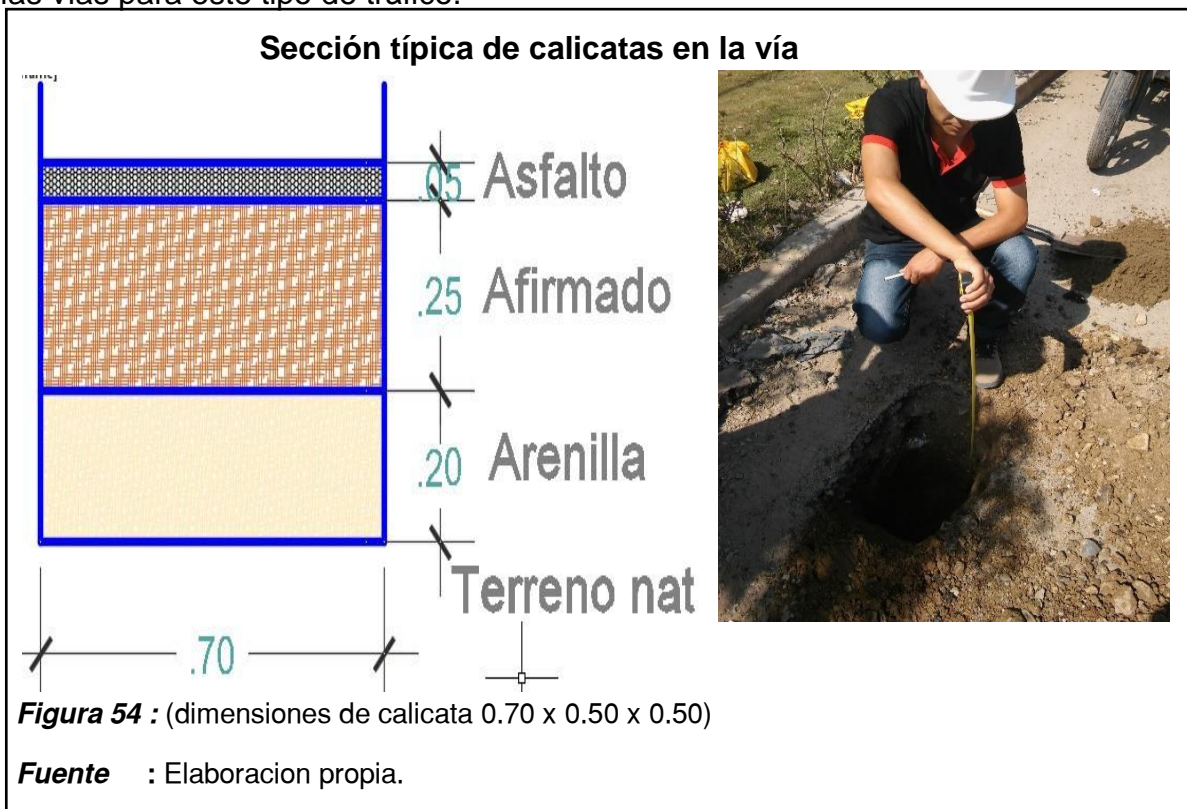


Figura 53 : capas del pavimento asfáltico.

Fuente : (Ordoñez, 2006)

Un perfil estratigráfico de cada calicata o de una superficie de corte expuesta, en la cual se muestre claramente la descripción de campo y localización de cada material encontrado, mediante símbolos o palabras. Al no tener referencias del expediente técnico podemos decir que la ejecución de la obra no conto con una correcta supervisión ya que no cumplen con las características que deberían tener las vías para este tipo de tráfico.



Las áreas acuíferas, drenaje subterráneo y profundidad del nivel freático hallado en cada perforación. Para nuestro caso en nuestras calicatas no se encontró el nivel freático ya que la estructura del pavimento es igual a 0.50 mts de profundidad.

Representación gráfica de campo y su interpretación facilita el entendimiento y comprensión de condiciones superficiales. En los planos se pueden observar los detalles

De los factores que perjudican de una forma directa al pavimento flexible, se pudo determinar que uno de ellos es el volumen de tráfico y el afloramiento de aguas residuales en una parte del tramo en el que la estructura del pavimento asfáltico está destruido en su totalidad y la estructura deficiente del pavimento asfáltico en la vía.

3.1.1 Estudio de tráfico.

3.1.1.1 Clasificación por demanda

Autopistas de segunda clase : son carreteras con un IMD entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central que puede variar de 6.00 m a hasta 1.00 m, en cuyo caso se instalara un sistema de contención vehicular; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3,60 m de ancho mínimo, con control parcial de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos, pueden tener cruces o pasos vehiculares a nivel y puentes peatonales en zonas urbanas.

La superficie de rodadura debe ser pavimentada para el caso de nuestra vía cumple con los requisitos planteados en la normativa de nuestro país – manual de diseño geométrico de carreteras del ministerio de transportes y comunicaciones. se puede observar los detalles en los planos de la sección transversal de la vía adjuntos al trabajo.

Autopista de segunda clase



Figura 55 : Av.los treboles. De dos carriles con un separador central

Fuente : Elaboracion propia.

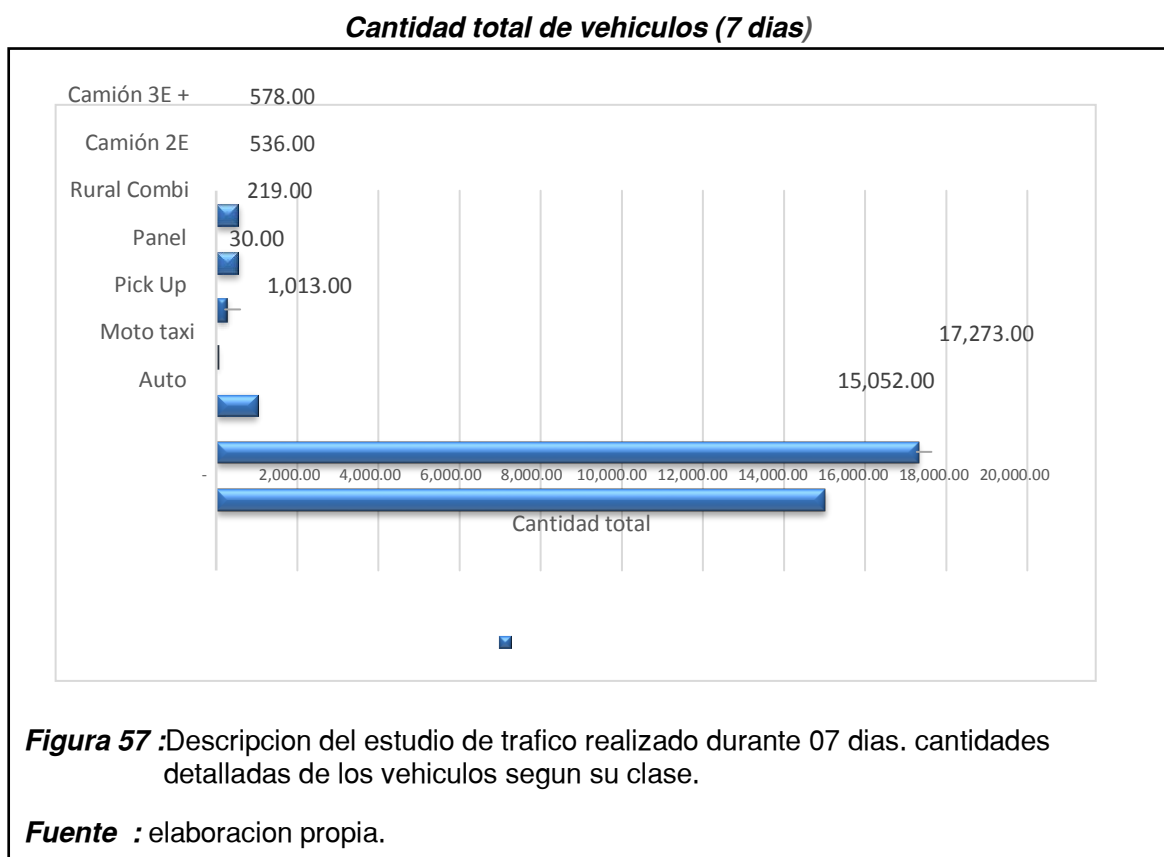
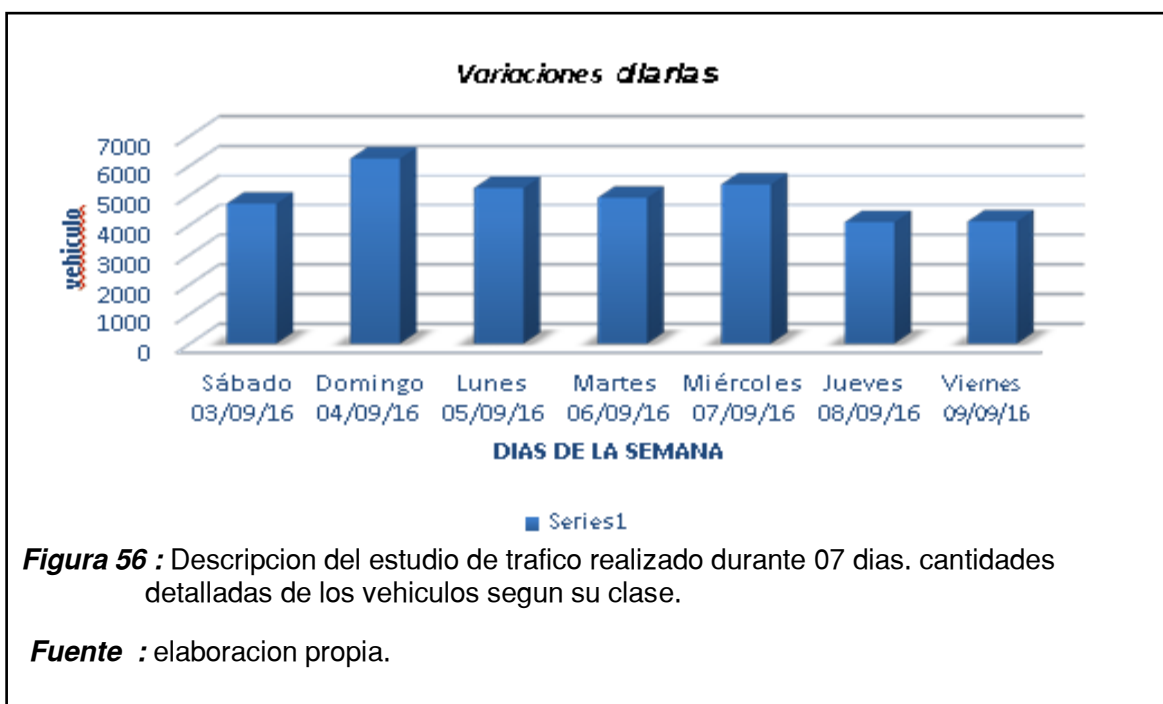
3.1.1.2 Índice medio diario IMD

Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía. Su conocimiento da una idea cuantitativa de la importancia de la vía en la sección considerada y permite realizar los cálculos de factibilidad económica.

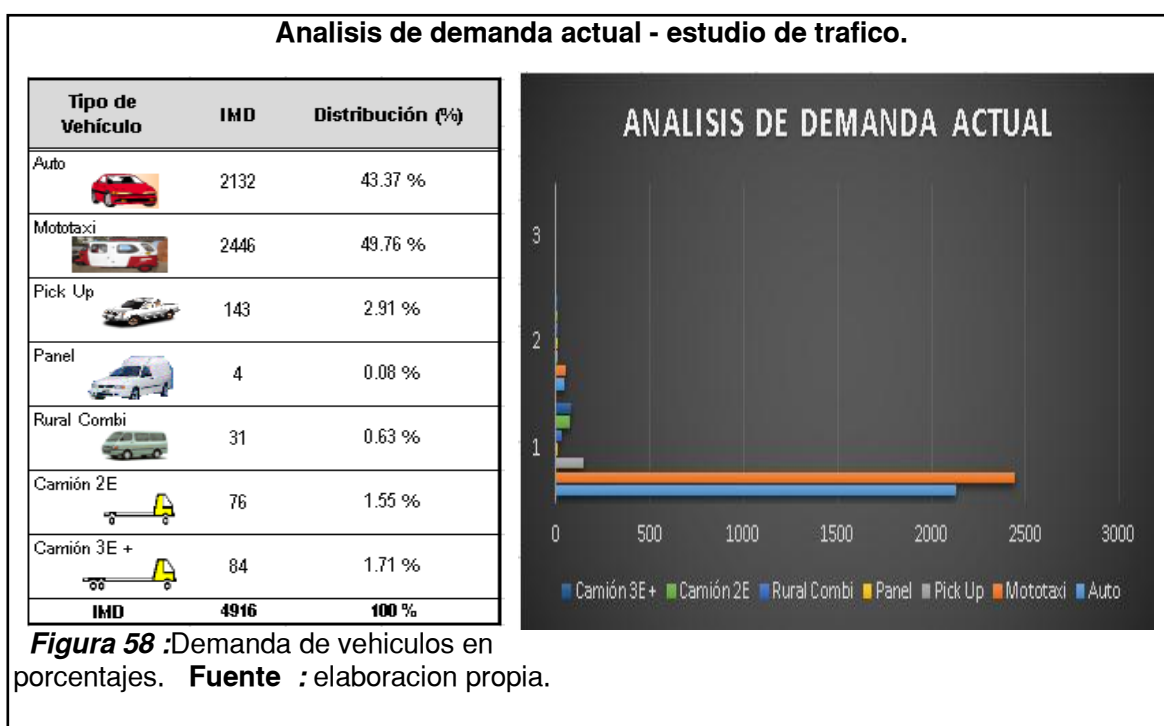
Los valores de IMD para tramos específicos de carretera, proporcionan al proyectista, la información necesaria para determinar las características de diseño de la carretera, su clasificación y desarrollar los programas de mejoras y mantenimiento. Los valores vehículo/día son importantes para evaluar los programas de seguridad y medir el servicio proporcionado por el transporte en carretera.

La carretera se diseña para un volumen de tránsito, que se determina como demanda diaria promedio a servir hasta el final del período de diseño, calculado como el número de vehículos promedio, que utilizan la vía por día actualmente y que se incrementa con una tasa de crecimiento anual.

Después del proceso de investigación los resultados muestran el logro de los objetivos de la investigación. Se logró determinar.



Del IMD obtenido en la Av. Los Tréboles 4916 veh/día, se puede deducir que, de acuerdo a las referencias obtenidas en la municipalidad distrital de Chiclayo, esta vía se diseñó para tráfico liviano sin embargo con el estudio de tráfico realizado podemos observar que por la vía en estudio transitan 578 vehículos de 3 ejes a más en 7 días, estos vehículos tienen un peso aproximado de 25 – 30 Toneladas. siendo este uno de los principales factores que afectan la estructura del pavimento en consecuencia se tiene que hacer procesos de rehabilitación generando excesivos gastos a la municipalidad; por ende, se la solución sería proponer un nuevo diseño de la vía en estudio ya que aparte de la excesiva carga al pavimento en los demás estudios de mecánica de suelos se observó que la estructura del pavimento es deficiente ya que no cuenta con las capas que norma el manual de diseño de carreteras de nuestro país.



De los resultados se observa que el 1.71 % representa a 578 vehículos por semana con un IMD de 84 vehículos por día. Es uno de los valores más bajos pero que en cuanto a carga estos afectan mucho más que el tráfico liviano por el mismo peso de estos vehículos. Por lo tanto, en el nuevo

diseño del pavimento se tendría que tener en cuenta estos vehículos para darle el espesor adecuado a la capa de rodadura (pavimento).

3.1.1.3 Crecimiento del tránsito.

Una carretera debe estar diseñada para soportar el volumen de tráfico que es probable que ocurra en la vida útil del proyecto.

No obstante, el establecimiento de la vida útil de una carretera, requiere la evaluación de las variaciones de los principales parámetros en cada segmento de la misma, cuyo análisis reviste cierta complejidad por la obsolescencia de la propia infraestructura o inesperados cambios en el uso de la tierra, con las consiguientes modificaciones en los volúmenes de tráfico, patrones, y demandas. Para efectos prácticos, se utiliza como base para el diseño un periodo de veinte años.

La definición geométrica de las nuevas carreteras, o en el case de mejoras en las ya existentes, no debe basarse únicamente en el volumen de tránsito actual, sino que debe considerar, el volumen previsto que va a utilizar esta instalación en el futuro.

De esta forma, deberán establecerse los volúmenes de tránsito presentes en el año de puesta en servicio del proyecto y aquellos correspondientes al año horizonte de diseño. Ello, además de fijar algunas características del proyecto, permite eventualmente, elaborar un programa de construcción por etapas.

A continuación, se establece la metodología para el estudio de la demanda de tránsito:

Demanda Proyectada

Para la proyección de la demanda utilizar la siguiente fórmula:

$$T_n = T_0 (1 + r)^{(n-1)}$$

Dónde: T_n = Tránsito proyectado al año en vehículo por día
 T_0 = Tránsito actual (año base) en vehículo por día
 n = año futuro de proyección
 r = tasa anual de crecimiento de tránsito

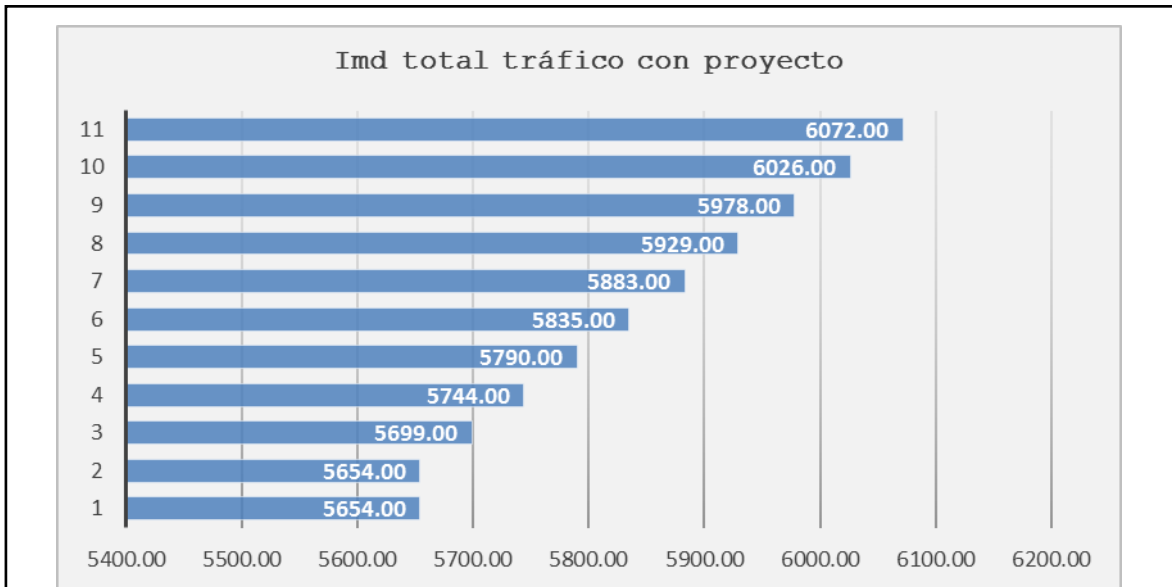


Figura 59 :proyección de trafico hasta los 10 proximos años .

Fuente : Elaboracion propia.

El realizar el nuevo diseño del pavimento beneficiaria a la población en gran manera ya que actualmente el polvo, las patologías como baches o hundimientos entre otros generan malestar en la población.

Para el incremento del tránsito es necesario difundir por medios de información la futura mejora del pavimento, así como las ventajas económicas que atraerá.

Verificamos de qué forma influye este problema en el ámbito social y económico.

El incremento de la demanda derivado del crecimiento de la población, del desarrollo económico y de los avances tecnológicos, ha impuesto mayores exigencias de capacidad, seguridad y confort, lo que ha redundado en que la geometría de los trazados en planta y perfil sea más amplia, con lo que, en las etapas de mantenimiento de una vía, alteran en menor o mayor medida las condiciones ambientales, llegando incluso, en determinados casos, a degradarlas.

se deberán considerar las características socioeconómicas de la zona donde se emplaza el camino, a fin de estudiar el posible efecto que podría provocar el proyecto, en las actividades humanas presentes en el sector.

Es importante destacar que, de acuerdo con estudios realizados, la incorporación de la variable ambiental en la toma de decisiones, ha significado no solo mitigar y neutralizar los impactos negativos que produce el mal estado de las vías, sino a desarrollar el potencial recreativo y turístico del área.

Otro aspecto importante que se debe tener en cuenta es generar un proyecto vial en armonía con el entorno, lo cual no implica la integración armónica del proyecto con el entorno se entiende como un estado de equilibrio en donde los posibles impactos negativos se evitan o mitigan, controlando de esta manera el deterioro del medio ambiente.

Se logró determinar el objetivo general: Evaluar las Patologías del Pavimento asfáltico que permitió determinar el estado actual del pavimento. De la evaluación realizada mediante ensayos en campo y gabinete se determinó que las condiciones del pavimento en la Av. Los Tréboles son deplorables ya que en algunas zonas hay pérdida del pavimento en su totalidad y las patologías se encuentran en un rango severo según la normativa peruana (Manual de carreteras - Mantenimiento o conservación vial – 2014) y (Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles - 2006) - Colombia.

3.2 Discusión de resultados:

Los resultados obtenidos muestran el logro de los objetivos de la investigación. Se logró determinar los objetivos establecidos en el proyecto de tesis. Según la normativa.

De las características de los agregados empleados en el proceso constructivo de la avenida los Tréboles, según los ensayos de granulometría; límites líquido, límite plástico, Proctor, densidad de campo, abrasión, lavado asfáltico. Se determinó que los resultados no se encuentran dentro de los rangos establecidos en la normatividad peruana del MTC.

Sin embargo, al realizar la inspección visual de las Patologías se encuentran en un nivel de gravedad TIPO 3, esto se obtuvo de la

comparación de los resultados obtenidos que el daño es severo según la tabla 1 del MTC -2014.

La avenida los tréboles en un principio no fue diseñada para tal índice de tráfico ya que en la actualidad cuenta con un IMD de 4916, esto es una de las causas que deterioran la avenida prematuramente.

Una de las causas principales encontradas en la avenida los tréboles es el afloramiento de las aguas superficiales, ya que esto es un principal problema de la pérdida en su totalidad de la estructura del pavimento.

3.3 Propuesta de rehabilitación y mejoramiento de la transitabilidad.

3.3.1 Objeto del estudio

Se ha efectuado el presente estudio de suelos en el proyecto **“EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO EN LA AV. LOS TRÉBOLES – DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE.”**, con la finalidad de conocer las características geomecánicas y su comportamiento como base de sustentación de los suelos naturales para soporte de tráfico.

3.3.2 Investigación de campo

Los trabajos de campo han sido dirigidos a la obtención de la información necesaria para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo, mediante un programa de exploración directa, habiéndose ejecutado 03 calicatas a cielo abierto; distribuidas de tal manera que cubran toda el área de estudio y que nos permita obtener con bastante aproximación la conformación del suelo.

En esta fase se han efectuado de cada calicata toma de muestras por cada estrato, para sus ensayos pertinentes en el laboratorio y muestras para las pruebas de C.B.R (razón soporte California), con la finalidad de realizar el diseño de la estructura del pavimento.

La profundidad alcanzada en las 03 calicatas es de 1.50 m. el registro de exploración se presenta en el anexo.

3.3.3 Ensayos de laboratorio

3.3.3.1 Interpretación de resultados

CALICATA C-1 Av. los Tréboles cuadra 02.

Entre los niveles de 0.00 – 0.05 m de profundidad, Se encontró carpeta asfáltica en mal estado.

Entre los niveles de 0.05 – 0.30 m de profundidad, Se encontró material de afirmar no clasificado.

Entre los niveles de 0.30 – 0.45 m de profundidad, Se encontró material de arenilla.

Entre los niveles de 0.45 – 1.50 m de profundidad, Se encontró arcillas inorgánicas de mediana plasticidad de color marrón oscuro. Consistencia semidura, identificados en el sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) como suelo **CL**. con una humedad natural de 25.60%. Identificado en el sistema AASHTO como A-6(0)

Su C.B.R promedio es de 5.35 % a 95% de su máxima densidad.

CALICATA C-2 Av. los Tréboles cuadra 04.

Entre los niveles de 0.00 – 0.30 m de profundidad, Se encontró material de afirmado, no clasificado.

Entre los niveles de 0.30 – 0.40 m de profundidad, Se encontró material de arenilla.

Entre los niveles de 0.40 – 1.50 m de profundidad, Se encontró arcillas inorgánicas de mediana plasticidad de color marrón oscuro. Consistencia semidura, identificados en el sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) como suelo **CL**. con una humedad natural de 24.03%. Identificado en el sistema AASHTO como A-7-6(0)

Su C.B.R promedio es de 5.02% a 95% de su máxima densidad

CALICATA C-3 Av. los Tréboles cuadra 01.

Entre los niveles de 0.00 – 0.30 m de profundidad, Se encontró material de afirmado, no clasificado.

Entre los niveles de 0.30 – 0.40 m de profundidad, Se encontró material de arenilla.

Entre los niveles de 0.40 – 1.50 m de profundidad, Se encontró arcillas inorgánicas de mediana plasticidad de color marrón oscuro. Consistencia semidura, identificados en el sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) como suelo **CL**. con una humedad natural de 28.71%. Identificado en el sistema AASHTO como A-6(0)

Su C.B.R promedio es de 5.16% a 95% de su máxima densidad.

3.3.4 Aspectos Geológicos

3.3.4.1 Geología

La provincia de Chiclayo, están apoyados sobre un depósito de suelos finos sedimentarios, heterogéneos, de unidades estratigráficas recientes en Estado sumergido y no saturado. Un análisis cualitativo de la estratigrafía que conforma los depósitos sedimentarios de suelos finos ubica un estrato de potencia definida sobre depósitos fluviales.

3.3.4.2 Geotecnia

son diversos los problemas de capacidad de carga, asentamientos, expansión, etc. que plantean los depósitos de suelos finos sedimentarios; más aún si se tiene en cuenta el fenómeno que se presenta por la variación de la napa freática, que en determinadas épocas del año ubican a estos suelos en condiciones de sumergido y saturado. Este fenómeno de variación de la napa freática se debe fundamentalmente a que la zona de Chiclayo se ubica topográficamente más bajo respecto a las zonas agrícolas que la rodean y estos depósitos presentan en su estratigrafía estratos permeables por donde discurre el agua elevando el nivel de la napa freática en tiempo de máximas avenidas.

3.3.4.3 Geodinámica Externa

El subsuelo de actividad de cimentación no está sujeto a socavaciones ni deslizamientos, así como no se ha encontrado evidencias de

hundimientos y levantamientos en el terreno; Así mismo la geodinámica externa en el área de estudio no presenta en la actualidad riesgo alguno de deslizamiento de masas de tierra, etc.

Tampoco se han observado fallas geológicas o problemas estructurales cuya existencia afectaría la seguridad de la obra en sí.

3.3.5 Memoria de Cálculo de Estructura de Pavimento – aashto 1993.

La estructura de pavimento flexible está compuesta de una carpeta de rodamiento de mezcla asfáltica en caliente, (MAC), sobre una base de agregados triturados, la cual a su vez se apoya sobre una sub base existente. En tal sentido se realiza el siguiente aporte teniendo en cuenta las variables que se detallan.

3.3.5.1 Cargas de Diseño

Las cargas recomendadas son las obtenidas en el estudio de tráfico.

- Tasa de crecimiento de la población por departamento

TASA DE CRECIMIENTO DE LA POBLACION POR DEPARTAMENTO				
DEPARTAMENTO	AÑOS			
	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015
PERU	1.70	1.60	1.50	1.30
COSTA				
Callao	2.60	2.30	2.10	1.80
Ica	1.70	1.50	1.30	1.20
La Libertad	1.80	1.70	1.50	1.30
Lima	1.90	1.70	1.50	1.30
Moquegua	1.70	1.60	1.40	1.30
Piura	1.30	1.20	1.10	0.90
Tacna	3.00	2.70	2.40	2.10
Tumbes	2.80	2.60	2.30	2.00
Lambayeque	2.00	1.90	1.70	1.50
SIERRA				
Ancash	1.00	0.90	0.80	0.70
Apurímac	0.90	1.00	1.00	1.00
Arequipa	1.80	1.70	1.50	1.30
Ayacucho	0.10	0.30	0.40	0.40
Cajamarca	1.20	1.20	1.10	0.90
Cusco	1.20	1.20	1.10	1.00
Huancavelica	0.90	1.00	0.90	0.90
Huanuco	2.00	1.80	1.70	1.60
Junín	1.20	1.20	1.00	0.90
Pasco	0.40	0.60	0.50	0.40
Puno	1.20	1.20	1.10	1.00
SELVA				
Amazonas	1.90	1.80	1.70	1.50
Loreto	2.50	2.20	2.00	1.90
Madre de Dios	3.30	2.90	2.60	2.30
San Martín	3.70	3.30	2.90	2.60
Ucayali	3.70	3.30	2.90	2.50

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI

- Factores de corrección promedio para vehículos pesados Y Livianos - (2000-2014).

Factores de corrección promedio para vehículos pesados (2000-2014)													
Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
		Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados
P001	Aguas Calientes	1.15	0.98	1.01	1.02	1.07	1.11	1.07	0.92	0.92	0.97	0.89	0.94
P021	Ciudad de Dios	1.01	0.96	1.08	1.06	1.11	1.09	1.10	0.96	0.94	0.94	0.97	0.97
P022	Corcona	1.05	1.02	1.01	0.95	0.97	1.01	1.07	0.99	1.04	1.01	1.03	0.98
P035	Jahuay Chincha	1.04	1.02	1.03	1.00	1.04	1.06	1.02	1.00	1.01	0.97	1.01	0.90
P036	Lunahuaná	1.12	1.07	1.07	1.06	0.86	1.07	1.03	1.04	1.00	0.91	0.94	1.05
P037	Marcona	1.05	1.00	0.97	1.07	1.08	1.01	1.03	1.11	0.97	0.98	0.93	1.03
P038	Matarani	0.84	0.76	0.93	1.14	1.16	1.19	1.16	1.14	1.13	1.09	1.13	1.34
P039	Mocce	1.00	1.03	1.11	1.12	1.04	0.96	0.99	0.92	1.08	1.02	1.00	0.92
P040	Montalvo	1.02	0.99	1.00	1.02	1.03	1.08	1.03	1.00	1.05	1.03	1.01	0.88
P041	Mórrope	0.95	0.95	1.01	1.08	1.07	1.03	1.01	0.99	1.04	1.06	1.05	0.91
P042	Moyobamba	1.10	1.00	1.02	1.08	1.06	0.99	0.99	0.94	0.96	0.98	0.96	0.99
P043	Nazca	0.96	1.08	1.11	1.10	1.13	1.15	1.09	1.03	1.09	1.06	1.05	0.97
P044	Pacanguilla	0.95	0.95	1.02	1.34	1.17	1.02	0.99	0.96	1.03	1.06	1.03	0.92
P045	Pacra	1.12	1.07	1.07	0.95	0.99	0.96	0.96	0.98	1.02	1.01	1.03	0.98

Fuente: Unidades Peaje PVN_OGPP

Factores de corrección promedio para vehículos ligeros (2000-2014)

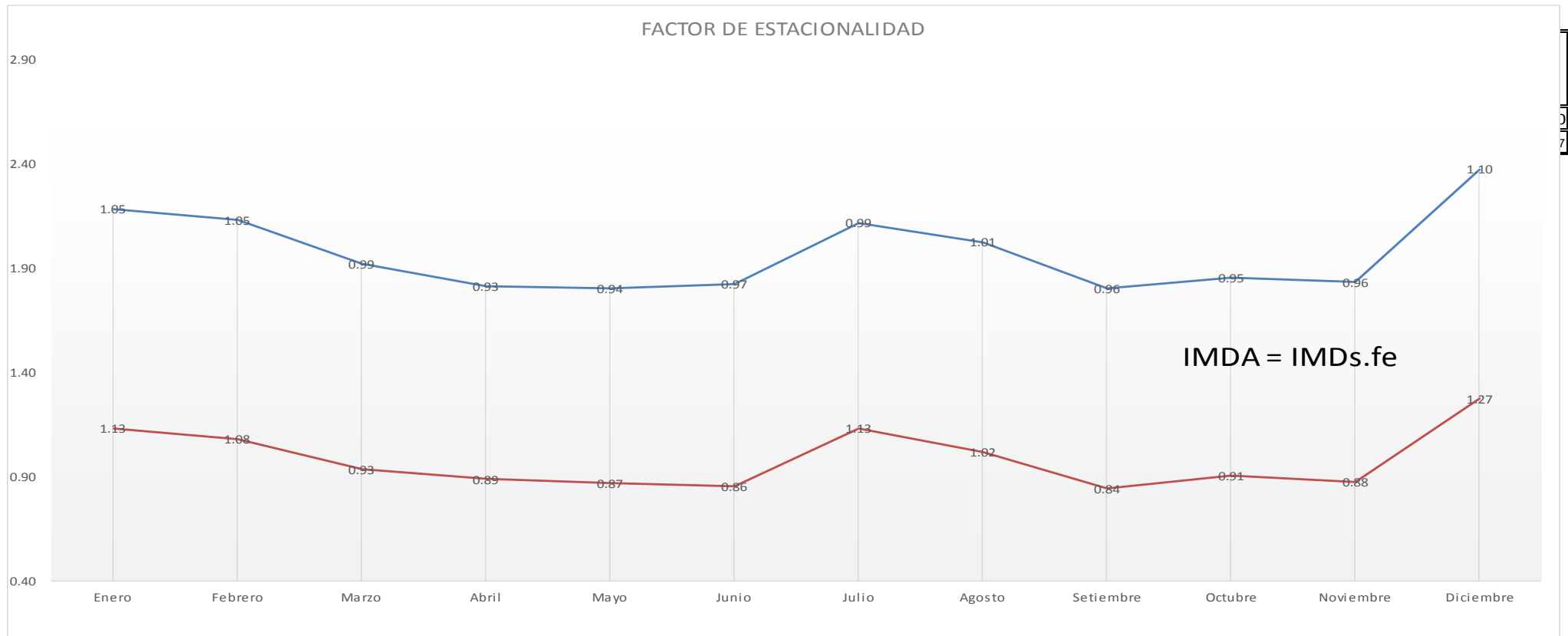
Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
		Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros
P001	Aguas Calientes	0.992382	0.920195	1.068743	1.075160	1.169200	1.184254	0.936857	0.879831	0.867443	1.050135	1.040737	1.010235
P002	Aguas Claras	1.120729	1.160006	1.095403	1.045593	0.973398	0.953971	0.890315	0.923189	1.050493	1.033557	1.008857	0.932598
P003	Ambo	1.035571	1.102719	1.094765	1.028035	1.011158	1.047825	1.020222	0.979908	1.031114	0.982223	0.952948	0.861338
P004	Atico	0.934263	0.764183	1.000100	1.047885	1.162355	1.221341	1.023835	0.999045	1.141732	1.095546	1.105757	0.864690
P005	Ayaviri	1.036650	0.967293	1.509918	1.121253	1.191289	1.173181	0.957975	0.883276	0.880329	0.996700	0.985409	0.865891
P006	Bagua	1.056196	1.109595	1.169597	1.102517	1.074476	1.024215	0.969664	0.949647	0.955497	1.009393	1.038757	0.876256
P007	Bujama	0.619687	0.582335	0.689777	1.018653	1.661345	1.793992	1.366112	1.514720	1.653584	1.297168	1.217959	1.012960
P039	Mocce	0.988368	0.962589	1.015888	1.097568	1.088704	1.041461	1.020978	0.914061	1.042163	1.045342	1.020761	0.906705
P040	Montalvo	0.952951	0.982183	1.081383	1.089070	1.116355	1.120768	0.979418	0.915982	1.020771	1.048732	1.025820	0.868989
P041	Mórrope	0.882757	0.924620	1.070067	1.124741	1.150790	1.169035	0.882586	0.979860	1.183850	1.101693	1.140363	0.785395
P042	Moyobamba	1.178276	1.138916	1.113240	1.051469	1.033499	0.926456	0.937374	0.928181	0.968301	0.971935	0.942950	0.938618
P043	Nazca	0.998482	0.968412	1.029348	1.054918	1.108427	1.123463	0.924936	0.902211	1.026323	1.026347	1.095925	0.896682
P044	Pacanguilla	0.951242	0.972866	1.068221	1.033149	1.067478	1.103852	0.890865	0.949958	1.131137	1.130123	1.126137	0.839516
P045	Pacra	1.110540	1.116333	1.032097	0.874611	1.126100	1.055529	0.916323	0.999696	1.066166	1.025252	1.005852	0.966826
P073	Yauca	0.920191	0.837839	1.027747	1.055378	1.212323	1.080176	1.007029	1.015024	1.119397	1.099244	1.177167	0.866008
P074	Zarumilla	1.065796	0.985743	1.057975	1.062092	1.208126	1.037788	0.997303	0.955574	0.976400	0.987004	1.011604	1.555471

Fuente: Unidades Peaje PVN

- Factores de corrección promedio para vehículos pesados (2010-2014)

Factores de corrección promedio para vehículos pesados (2010-2014)

		DEMANDA MAXIM											
		Diciembre											
Código	FECHAS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
FCEP	VEHICULOS PESADOS	0.949	0.952	1.015	1.079	1.069	1.030	1.013	0.994	1.044	1.057	1.045	0.907
FCEL	VEHICULOS LIGEROS	0.883	0.925	1.070	1.125	1.151	1.169	0.883	0.980	1.184	1.102	1.140	0.785



3.3.5.2 Estudio de tráfico

A. ESTUDIO DE TRAFICO

ESTACION:	Mórrope
FE VEHICULOS LIGEROS	0.785
FE VEHICULOS PESADOS	0.907

mes:	Diciembre
------	-----------

DIA	VEHICULOS LIGEROS						BUS		CAMIONES UNITARIOS			CAMIONES ACOPLADOS								TOTAL			
	Autos	MOTOTAXI	Pick up	PANEL	COMBI	Micros	B2	B3	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	2T2	2T3		3T2	3T3	
LUNES	2,175	2,714	266	7	9	0	0	0	32	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,248
MARTES	2,180	2,622	21	6	11	0	0	0	34	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,921
MIERCOLES	2,194	2,636	227	3	40	0	0	0	123	146	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,369
JUEVES	1,994	1,866	113	4	9	0	0	0	46	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,096
VIERNES	2,000	1,926	19	2	8	0	0	0	66	101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,122
SABADO	2,083	2,536	16	4	19	0	0	0	26	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,721
DOMINGO	2,426	2,973	351	4	123	0	0	0	209	157	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,243
TOTAL	15,052	17,273	1,013	30	219	0	0	0	536	597	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34,720
IMDS	2,150.29	2,467.57	144.71	4.29	31.29	0.00	0.00	0.00	76.57	85.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4,960.00
FE	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	

TIEMPO EN QUE SE DA EL ESTUDIO ASTA LA EJECUCION	IMDA 2018	1,687.97	1,937.04	113.60	3.36	24.56	0.00	0.00	0.00	69.45	77.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,913.35	
	A	3,913.35																			
	TASA DE CRECIMIENTO O VEHICULAR	LIGEROS	7.70%	BUSES	3.30%	PESADOS	6.40%	AÑOS EN EL QUE ESTIMA QUE SE EJECUTARA LA OBRA		3.00 años		$IMDA_{2018} = IMDA_{2016} * (1 + r)^n$									
	IMDA 2021	2,109	2,420	142	5	31	0	0	0	84	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,885.00
P	4,885.00																				

PERIODO DE
DISEÑO REAL
DE LA
CARRETERA

Periodo de diseño= 15.00 años

IMDA	6,417	7,363	433	16	95	0	0	0	214	239	0	0	0	0	0
2041	Autos	MOTOTAXI	Pick up	PANEL	COMBI	Micros	B2	B3	C2	C3	C4	T3S2	T3S3	2T2	2T3

NUMERO DE PASADAS	NUMERO DE VEHICULOS
26,865,527.22	14,777.00

$$IMDA\ 2033 = IMDA\ 2018 * 365 * \left(\frac{(1+r)^n - 1}{r}\right)$$

DISEÑO DE
EXPEDIENTE
TECNICO

REALIZACION Y
EJECUCION DE
EXPEDIENTE

PISTA YA
EJECUTADA

3 años

15 años DE
DISEÑO



3.3.5.3 Cargas de Diseño

TIPO DE VEHICULO		TIEMPO EN QUE SE DA EL ESTUDIO ASTA LA EJECUCION IMDA	TIPO	NUMERO	CARGA	f	f.IMDA
		2021	EJE	LLANTAS	EJE Tn		
VEHICULOS LIGEROS	Autos	2109	SIMPLE	2	1	0.000527017	1.11
		2109	SIMPLE	2	1	0.000527017	1.11
	MOTOTAXI	2420	SIMPLE	2	1	0.000527017	1.28
		2420	SIMPLE	2	1	0.000527017	1.28
	Pick up	142	SIMPLE	2	1	0.000527017	0.07
		142	SIMPLE	2	1	0.000527017	0.07
	PANEL	5	SIMPLE	2	1	0.000527017	0.00
		5	SIMPLE	2	1	0.000527017	0.00
	COMBI	31	SIMPLE	2	1	0.000527017	0.02
		31	SIMPLE	2	1	0.000527017	0.02
	Micros	0	SIMPLE	2	1	0.000527017	0.00
		0	SIMPLE	2	1	0.000527017	0.00
BUSES	B2	0	SIMPLE	2	7	1.265366749	0.00
		0	SIMPLE	4	11	3.238286961	0.00
	B3	0	SIMPLE	2	7	1.265366749	0.00
		0	TANDEM	6	16	1.365944548	0.00
CAMIONES	C2	84	SIMPLE	2	7	1.265366749	106.29
		84	SIMPLE	4	11	3.238286961	272.02
	C3	94	SIMPLE	2	7	1.265366749	118.94
		94	TANDEM	8	18	2.019213454	189.81
	C4	0	SIMPLE	2	7	1.265366749	0.00
		0	TRIDEM	10	23	1.508183597	0.00

Cuadro 6.3
Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE)
Para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2tn})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Elaboración Propia, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93

Cuadro 6.4
Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE)
Para Pavimentos Rígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2tn})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.1}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.1}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 13.0]^{4.1}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 13.3]^{4.1}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 16.6]^{4.0}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 17.5]^{4.0}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Elaboración Propia, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93

Cuadro 6.1
Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

3.3.5.4 Cálculo del ESAL.

$$ESAL = \sum (f * IMDA) * 365 * FD * FC * \left(\frac{(1+r)^n - 1}{r} \right)$$

TIPO DE PAVIMENTO	FLEXIBLE
FACTOR DIRECCIONAL (FD)	0.5
FACTOR CARRIL (FC)	0.5
$\Sigma (F*IMDA)$	692.02
r	0.06
PERIODO DE DISEÑO	15.00
ESAL	1,515,378.08

3.3.5.5 Confiabilidad

Generalmente ante los incrementos de los volúmenes de tráfico, de las dificultades para diversificar pavimentos no se comporten adecuadamente. Este objetivo se alcanza seleccionando niveles de confiabilidad más altos.

La Tabla No. 1 presenta los niveles de confiabilidad recomendados para varias clasificaciones funcionales.

AASHTO-93 PAG. 99				
Clasificación funcional	Nivel de confiabilidad recomendado (R)			
	Urbano		Rural	
Autopista y carreteras interestatales, y otras vías	85	-	99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80	-	99	75 - 95
Colectoras	80	-	95	75 - 95
Locales	50	-	80	50 - 80
Confiabilidad <input type="text" value="95.00%"/>				

3.3.5.6 Desviación Standard

La selección de un nivel apropiado de confiabilidad para el diseño de una vialidad particular, depende primariamente del uso del proyectado y de las consecuencias (riesgos).

AASHTO-93	
PAG. 84	
CONFIABILIDAD Y DESVIACION ESTÁNDAR	

Confiabilidad (R%)	Desviacion normal estándar (Z _R)
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

3.3.5.7 Valor Índice Serviciabilidad (PSI)

Para el diseño es necesario seleccionar unos índices de serviciabilidad inicial y terminal. El índice de Serviciabilidad terminal o final de diseño

deberá ser tal que culminado el periodo de vida proyectado, la vía (superficie de rodadura) ofrezca una adecuada serviciabilidad.

AASHTO-93 - PAG. 28

- Índice de serviciabilidad inicial (pi)			
4.2	pavimentos flexible	Pi	4.20
4.5	pavimentos rígidos		
- Índice de serviciabilidad final (pt)			
2.5 ó 3.0	carreteras principales	Pt	2.00
2	carreteras con clasificación menor		
1.5	carreteras relativamente menores , donde las condiciones económicas determinan que gastos iniciales deben ser mantenidos bajos		

3.3.5.8 Valor de la desviación estándar

Se refiere al grado de certidumbre de que un dado diseño puede llegar al fin de su período de análisis en buenas condiciones.

AASHTO-93			
PAG. 84			
Criterio para la selección de la Desviacion estandar total (So)			
0.30	-	0.40	Pavimentos rigidos
0.40	-	0.50	Pavimentos flexibles
			So
			0.45

3.3.5.9 Datos del CBR.

DATOS OBTENIDOS DE LABORATORIO DE CBR DE TERRENO DE FUBDACION OBTENIDO								
N°	CAL.	UBICACIÓN	DATOS		PROCTOR		CBR (0,1 pulg.)	
			Prof. (m)	MÉTODO	MDS	OCH	100% MDS	95% MDS
1	C-01	Entre Av. Los Treboles y Calle Cusco	0.00 – 0.50	B	1.83	18.61	12.80	5.35
2	C-02	Entre Av. Los Treboles y Calle Cusco	0.00 – 0.50	B	1.80	20.32	10.40	5.02
3	C-03	Entre Av. Los Treboles y Calle Sinai	0.00 – 0.50	B	1.82	18.86	10.70	5.16
METODO		AASTHO						
CBR DE DISEÑO		5.18						

3.3.5.10 Módulos de Resiliencia

Determina mediante sondeos de suelo el cual fue de 5.18 % para un .

Entonces:

$$MR = 7,317.8$$

$$Mr (\text{psi}) = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$$

3.3.5.11 Coeficiente de Capa (a)

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE ^{EE}	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL ai (cm ⁻¹)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 oF)	a1	0.170	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión.	a1	0.125	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Micropavimento 25mm	a1	0.130	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Tratamiento Superficial Bicapa	a1	0.25 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12mm.	a1	0.15 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) Valor Global (no se considera el espesor)			

BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a2	0.052	Capa de Base recomendada para Tráfico $\leq 5'000,000$ EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a2	0.054	Capa de Base recomendada para Tráfico $> 5'000,000$ EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 500 lb)	a2a	0.115	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a2b	0.070	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a2c	0.080	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico

SUBBASE			
Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a3	0.047	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $\leq 15'000,000$ EE
Sub Base Granular CBR 60%, compactada al 100% de la MDS	a3	0.050	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $> 15'000,000$ EE
SUBRASANTE			
subrasante regular con CBR de 6 % – 10 %.	a4	0.024	para reemplazar la subrasante muy pobre y pobre
subrasante buena con CBR de 11 %– 19 %.	a4	0.030	
subrasante muy buena con CBR > 20 %.	a4	0.037	
subrasante regular, con la adición mínima de 3 % de cal en peso de los suelos.	a4	0.035	

3.3.5.12 Coeficiente de Drenaje:

Cuadro 14.9
Coeficiente de Drenaje de las Capas Granulares Cd

Calidad de Drenaje	% del tiempo en que el pavimento esta expuesto a niveles de humedad próximos a la saturacion			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Buena	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy Pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

3.3.5.13 Calculo del espesor del pavimento:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

$\log_{10}(W_{18})$			NUMERO ESTRUCTURAL (ITERAR)
6.181	=	6.184	ITERAR 3.770
$SN = a_1 D_1 + \sum a_i \cdot D_i m_i$		$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$	
CALCULO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
CAPA DE MATERIAL	Coeficiente de Capa (a)	Coeficiente de Drenaje (m)	Numero Estructural de Capa (SN)
Asfalto	0.170	1	0.850
Base Granular	0.052	1	1.300
Sub Base Granular	0.047	1	1.645
			65.00 cm
SN (Calculado)			3.795
SN (Requerido)			3.770
			OK

NOTA: Sabiendo que el terreno de fundación es muy Pobre **CBR: 5.18**

Se va a mejorar el terreno natural (terreno de fundación). Eliminando una capa de la Sub Rasante para reemplazarlo con una capa mejorada con un **CBR: 40.**

Se sigue el mismo procedimiento anterior.

3.3.5.14 Mejoramiento de la Subrasante.

PARAMETROS

ESAL DE DISEÑO	1,515,378.08	<input type="checkbox"/>
CONFIABILIDAD	95%	<input type="checkbox"/>
DESVIACION	-1.645	<input type="checkbox"/>
SERV INICIAL (Po)	4.200	<input type="checkbox"/>
SERV FINAL (Pt)	2.000	<input type="checkbox"/>
DELTA PSI	2.200	<input type="checkbox"/>
DESVIACION ESTÁNDAR So	0.450	<input type="checkbox"/>
CBR SUBRASANTE (%)	40.00	
MODULO RESILENCIA (Psi)	27083.78	

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

$$\log_{10}(W_{18})$$

6.181 =

6.187

NUMERO ESTRUCTURAL (ITERAR)

ITERAR

2.38

CALCULO DE ESPESOR DE MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE

$$D_4 = \frac{SN_r - SN_o}{a_4 \times m_4}$$

CAPA DE MATERIAL	Coficiente de Capa (a)	Coficiente de Drenaje (m)	Valor Iterado T. N "Sr"	Valor Iterado T. N Mejorado "So"	Espesor " D4"
SUBRASANTE	0.037	1	3.77	2.380	37.56
				D4	40 cm

3.3.5.15 Cálculo de la estructura del pavimento con Subrasante Mejorada.

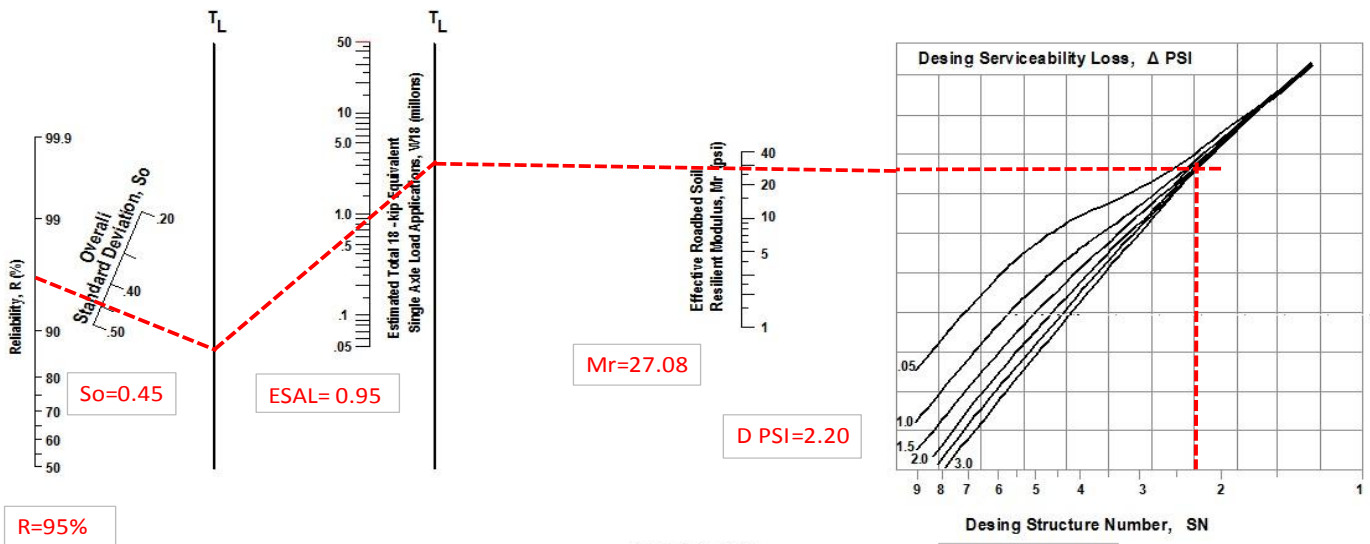
CAPA DE MATERIAL	Coefficiente de Capa (a)	Coefficiente de Drenaje (m)	ESPESOR (cm)	Numero Estructural de Capa (SN)
Asfalto	0.170	1	5.00	0.850
Base Granular	0.052	1	15.00	0.780
Sub Base Granular	0.047	1	20.00	0.940
			40.00 cm	

SN (Calculado) **2.570**
 SN (Requerido) **2.380**
OK

REPORTE

COMPROBACION

3.3.5.16 Comprobación por Método ASSTHO.



$$\log_{10}(ESAL) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{3.19}}} + 2.32 \log_{10} M_R - 8.07$$

Labels in the diagram:
 - Z_R : Coeficiente de confiabilidad (Reliability coefficient)
 - S_o : Desviación estándar global (Global standard deviation)
 - SN : Numero estructural (Structural number)
 - M_R : Método de resistencia (Resistance method)

3.3.5.17 Reporte diseño de pavimento flexible

REPORTE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

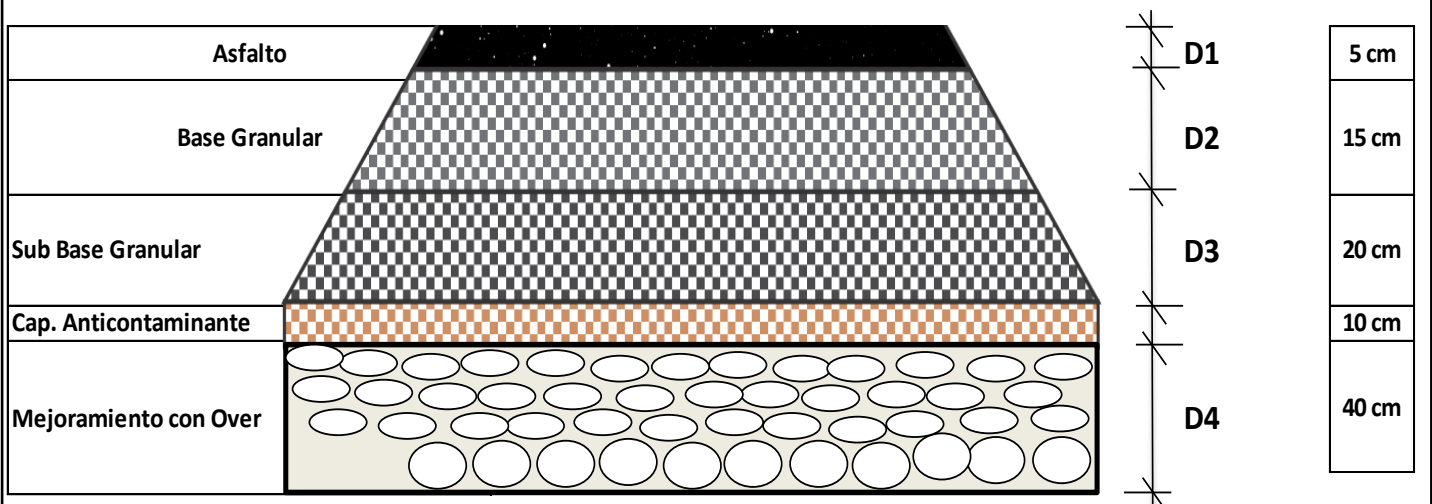
1993 AASHTO Guide for Design of Pavements Structures

Diseño de Pavimento Flexible con Sub Rante Mejorada

Número Estructural	2.38	Módulo Resiliente (Psi)	27,083.78
Design ESALs	1,515,378.08	Serviciabilidad Inicial	4.20
Confiabilidad	95%	Serviciabilidad Final	2.00
Desviación Estandar	-1.645		

Diseño de Espesores de Pavimento

CAPA DE MATERIAL	Coefficiente de Capa (a)	Coefficiente de Drenaje (m)	ESPESOR (cm)	Numero Estructural de Capa (SN)
Asfalto	0.17	1	5.00	0.850
Base Granular	0.052	1	15.00	0.780
Sub Base Granular	0.047	1	20.00	0.940
Capa Anticontaminante			10	
Sub Base Granular	0.04		40	
			90 cm	



IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4 Conclusiones y Recomendaciones.

4.1 Conclusiones.

Se Evaluaron las Patologías del Pavimento asfáltico que nos permitió determinar el estado actual del pavimento. Por ende, podemos decir que el estado del pavimento se encuentra en condiciones deplorables uno de los principales factores que afectan la vía son el tráfico y la estructura deficiente del pavimento es decir no se tomaron las precauciones necesarias en el diseño y el proceso constructivo.

Se determinó el tipo de patologías del pavimento asfáltico, las más comunes que se pueden encontrar vienen a ser deficiencias superficiales como desgaste superficial que representa un 48 % esto debido a la deficiencia de la carpeta de rodadura y su antigüedad, actualmente cuenta con un espesor de 5 cm. Esto se puede deducir del ensayo del lavado asfáltico ya que se cuenta con bajos índices de contenido de asfalto. Existe pérdida del pavimento en su totalidad lo que es causado directamente por filtraciones de aguas residuales.

Se Identificó los factores que perjudican de una forma directa al pavimento flexible los principales vienen a ser el tráfico, deficiencia estructural del pavimento ya que este no cumple con los parámetros establecidos en la norma; además las filtraciones de aguas residuales.

Se determinó el estado físico y las características de la estructura del pavimento mediante Calicatas. En la cual se observó deficiencia estructural del pavimento en sus capas solo se pudo encontrar capa anticontaminante de 20 cm, afirmado de 25 cm y carpeta asfáltica de 5 cm. Esta estructura es insuficiente y no cumple los parámetros normados.

Se Verifico que en el ámbito social y económico. los impactos negativos que produce el mal estado de las vías se puede observar que los pobladores se encuentran descontentos con la contaminación, el polvo las filtraciones de aguas residuales atraen enfermedades endémicas en los pobladores, económicamente las personas que trabajan con sus negocios en

restaurantes se ven afectadas ya que actualmente no hay mucha demanda. Por ende, las pérdidas económicas son notorias.

DE ACUERDO A LOS ENSAYOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO PODEMOS DECIR QUE:

La granulometría no cumple el uso B de la EG-2013 (manual de carreteras del MTC) solicitado para alturas menores de 3000 msnm.

El material de base encontrado no cumple con el IP solicitado por la EG-2013.

La densidad de campo tomada de acuerdo con el método cono de arena no cumple con el % de compactación 100% especificado para la base granular.

El CBR no cumple con lo especificado en la EG-2013 que indica un 80%.

La carpeta asfáltica encontrada no cumple con el porcentaje de asfalto, no entra al uso granulométrico MAC-1.

4.2 Recomendaciones.

- ✓ Se recomienda para evitar que la vía se deteriore se debe implementar un constante mantenimiento para evitar la pérdida total de la estructura del pavimento asfáltico.
- ✓ Se recomienda el uso del material adecuado de acuerdo a la EG-2013
- ✓ El IP para la base granular para alturas menores de 3000 es máximo 4%.
- ✓ Se recomienda emplear rodillos vibratorios en buen estado para lograr el grado de compactación especificado 100%.
- ✓ Utilizar material de canteras adecuadas que cumplan con lo especificado en la EG-2013.
- ✓ Hacer un buen diseño de pavimento cumpliendo con las exigencias de la EG-2013.
- ✓ Concientizar a la población de dar un uso adecuado a la red de desagüe. sin arrojar basuras y desechos que generen colapso de buzones.

Referencias

- Balvin, F. (2013). *Evaluación del estado actual del pavimento flexible ubicado en el distrito de ayacucho provincia de huamanga departamento de ayacucho*. (Tesis de titulación), Universidad Católica los Angeles de Chimbote ULADECH, Ayacucho, Huamanga. Obtenido de <http://www.academia.edu/8548394>
- comunicaciones, M. d. (2013). *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial*. (Manual), Ministerio de transportes y comunicaciones, Lima. Obtenido de https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos.pdf
- Comunicaciones, M. d. (2014). *Manual de carreteras - Mantenimiento o conservación vial*. (Manual), Ministerio de transportes y comunicaciones - Dirección general de caminos y Ferrocarriles, Lima. Obtenido de docslide.us_manual-de-carreteras-conservacion-vial-a-marzo-2014digitoriginaldefpdf.pdf
- comunicaciones, M. d. (2014). *Manual de carreteras - seccion suelos y pavimentos*. Ministerio de transportes y comunicaciones, Lima. Obtenido de http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras.pdf
- Corros, M. (2009). *Manual de herramientas para la evaluación funcional y estructural de pavimentos flexibles*. (Manual), Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Tecnología de la Construcción Programa de Capacitación Académica, Venezuela. Obtenido de <http://snavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-de-evaluacion1.pdf>
- Gamboa, R. (2013). *El mal estado de los pavimentos y su efecto en tránsito vehicular distrito de Trujillo*. (Trabajo de investigación), Universidad César Vallejo, Trujillo. Obtenido de <http://www.slideshare.net/joelvillalobos35/tesina-ingenieria-civil>
- Gutierrez Toledo, F. A. (2006). *Estudio e investigación del estado actual de las obras de la red nacional de carreteras - Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles*. (Estudio de investigación), Universidad Nacional de Colombia, Bogotá - Colombia. Obtenido de <http://es.slideshare.net/Ektwr1982/manual-para-la-inspeccion-visual-de-pavimentos-flexibles>
- Gutierrez, F. T. (2006). *Estudio e investigación del estado actual de las obras de la red nacional de carreteras - Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles*. (Estudio de investigación), Universidad Nacional de Colombia, Bogotá - Colombia. Obtenido de <http://es.slideshare.net/Ektwr1982/manual-para-la-inspeccion-visual-de-pavimentos-flexibles>
- Lozano, E. M., & Gonzales, R. T. (2005). *Diagnóstico de vía existente y diseño del pavimento flexible de la vía nueva mediante parámetros obtenidos del estudio en fase I de la vía acceso al barrio Ciudadela del Café-vía La Badea*. (Tesis de grado), Universidad Nacional

de Colombia, Manizales. Obtenido de
<http://www.bdigital.unal.edu.co/743/#sthash.Zja7UOJ>

Manual de carreteras, Mantenimiento o conservación vial. (2014). *Manual de carreteras - Mantenimiento o conservación vial*. (Manual), Ministerio de transportes y comunicaciones - Dirección general de caminos y Ferrocarriles, Lima. Obtenido de <https://es.scribd.com>

Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles. (2006). *Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles*. (Estudio de investigación), Universidad Nacional de Colombia, Bogotá - Colombia. Obtenido de <http://es.slideshare.net/Ektwr1982/manual-para-la-inspeccion-visual-de-pavimentos-flexibles>

Marchan, R. (2005). *Métodos de rehabilitación en pavimentos*. (Tesis de titulación), Instituto Politécnico Nacional - Escuela Superior De Ingeniería Y Arquitectura, Mexico. Obtenido de <http://civilgeeks.com/2014/07/23/manual-de-metodos-de-rehabilitacion-en-pavimentos-flexibles/>

Ministerio de transportes y comunicaciones. (2014). *Desarrollo de la Arquitectura y Plan de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) de Perú - Informe nº 3: Inventario de actores y marco normativo existente en Its*. (Informe), Ministerio de transportes y comunicaciones., Lima. Obtenido de https://www.mtc.gob.pe/estadisticas/files/estudios/Informe_3 ITS.pdf

Miranda, R. (2010). *Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos*. (Tesis de grado), Universidad Austral de Chile, Valdivia - Chile. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf>

Ordoñez, A. (2006). *Diseño Moderno De Pavimentos*. Universidad Nacional De Ingeniería, Lima. Instituto de la Construcción y Gerencia. Obtenido de www.construccion.org.pe

Rabanal, J. (2014). *Análisis del Estado de conservación del pavimento flexible de la vía de evitamiento Norte, utilizando el método del índice de condición del pavimento*. (Tesis de grado), Universidad Privada del Norte, Cajamarca - Perú. Obtenido de <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/5511>

Sarmiento, J., & Arias, T. (2015). *Análisis y diseño vial de la avenida Martir Olaya*. (Tesis de grado), Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas, Lima. Obtenido de <http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/528141/1/Tesis+Arias+-+Sarmiento.pdf>

Sarmiento, S. (2010). *Norma CE.010 pavimentos urbanos*. (Manual), Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, Lima. Obtenido de <http://civilgeeks.com/2012/10/24/norma-tecnica-de-edificacion-ce-010-pavimentos-urbanos-habilitaciones-urbanas-componentes-estructurales/>

SNIP. (2015). *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras*. (Manual), Ministerio de economía y finanzas, Lima. Obtenido de

https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas_Pavimentos.pdf

Wulff , F. (2010). *Mantenimiento vial informe sectorial*. (Manual), Dirección de Análisis y Programación CAF, Colombia. Obtenido de www.caf.com/publicaciones

ANEXOS

ANEXOS.



Figura: Evaluación de las patologías del pavimento asfáltico en la Av. Los Tréboles para lo que se utilizó una pizarra de anotaciones un plano de ubicación de la vía




Figura: se observan las fallas del pavimento como son piel de cocodrilo.






Figura: conteos vehiculares en horas del día según su clasificación.



















Ministerio de Transportes y Comunicaciones



FORMATO N° 1

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA				ESTACION			
SENTIDO		E ←		S →		CODIGO DE LA ESTACION	
UBICACION				DIA Y FECHA			

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2
00	E																	
01	S																	
	E																	
	S																	
	E																	
	S																	
	E																	
	S																	
	E																	

ENCUESTADOR : _____ JEFE DE BRIGADA : _____ ING.RESPONS: _____ SUPERV.MTC : _____

Figura: conteos vehiculares en horas del día según su clasificación.