

2. Evaluación de la condición actual del Pavimento Flexible en la Av. Perú distrito 26 de octubre – Piura 1 (2).pdf

by Turnitin LLC

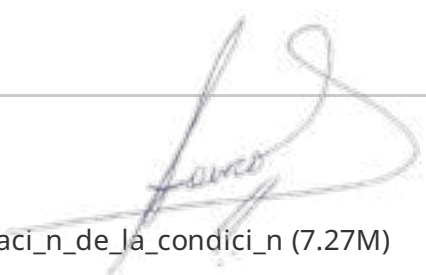
Submission date: 09-Jul-2024 07:33PM (UTC-0400)

Submission ID: 2364103091

File name: ds_535_2024_07_09_2_2088177c7f47147c._Evaluaci_n_de_la_condici_n (7.27M)

Word count: 30390

Character count: 145047

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Favio', is located in the bottom right corner of the page. The signature is written over a horizontal line that spans the width of the page.

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Evaluación de la condición actual del pavimento flexible en la Av. Perú distrito 26
de Octubre – Piura

Línea de Investigación: Ingeniería de Transportes

Sub línea de investigación: Transportes

Autor:

Gonzales Valladolid, Carlos Valentin

Jurado Evaluador:

Presidente: Príncipe Reyes, Roger Alberto
Secretario: Vince Rentería, Manuel Alberto
Vocal: Novoa Castillo, Oscar Walther

Asesor:

Gouro Mogollón, Guillermo Arturo

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7054-1900>

PIURA - PERÚ

2024

Fecha de Sustentación: 2024/07/16

i

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Evaluación de la condición actual del pavimento flexible en la Av. Perú distrito 26
de Octubre – Piura

Línea de Investigación: Ingeniería de Transportes

Sub línea de investigación: Transportes

Autor:

Gonzales Valladolid, Carlos Valentin

Jurado Evaluador:

Presidente: Príncipe Reyes, Roger Alberto
Secretario: Vince Renteria, Manuel Alberto
Vocal: Novoa Castillo, Oscar Walther

Asesor:

Gouro Mogollón, Guillermo Arturo
Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7054-1900>

PIURA - PERÚ

2024

Fecha de Sustentación: 2024/07/16

DEDICATORIA

A Dios, a mis padres y a mi abuelo por su constante apoyo, a mi asesor por ser parte de mi creciente profesional.

RESUMEN

En el presente informe de tesis "Evaluación de la condición actual del pavimento flexible en la Av. Perú distrito 26 de Octubre" cuya finalidad tiene la aplicación de la metodología PCI (Índice de condición del pavimento) para determinar alternativa de solución aplicables al deterioro del pavimento, justificada en las observaciones realizadas a la vía de estudio y la poca transitabilidad visualizada.

Por ello se realizó la cuantificación de los vehículos que circulan por la vía, los 7 días de la semana, las 24 horas del día, obteniendo un índice medio diario anual de 2566 vehículos como demanda actual, en los cuales se determina que el 93.84% pertenecen a la circulación de vehículos ligeros y el 6.16% a vehículos pesados.

En el análisis de la metodología del PCI para la vía en estudio, se obtuvo un PCI de 44.49 con grado de condición regular; esta vía posee un solo tramo con dos secciones de la cuales: la sección 1 se obtuvo un PCI de 33.78 con un grado de condición malo y en la sección 2 se obtuvo un PCI 55.20 con grado de condición regular.

De los resultados obtenidos respecto al PCI 33.78 de la sección 1, se propone la rehabilitación de las secciones más afectadas, cuyas acciones a tomar son la recuperación selectiva y de refuerzo del pavimento, empezando con la demolición de la estructura existente, con el fin de restablecer la capacidad estructural y la calidad de la superficie de rodadura de la vía.

En la sección 2 se deberá realizar una intervención de mantenimiento periódico cuyas actividades a realizar están orientadas a restablecer la superficie de rodadura y asegurar la integridad estructural.

Los gobiernos locales pueden tomar la presente tesis como referencia para el análisis de intervención y mantenimiento de la vía, así asegurar la adecuada transitabilidad de la vía y que la población se vea beneficiada.

Palabras Claves: PCI, Falla, Vía, Pavimento Flexible y Tráfico.

ABSTRACT

In this thesis report "Evaluation of the current condition of the flexible pavement on Av. Perú, 26 de Octubre district" whose purpose is the application of the PCI methodology (Pavement Condition Index) to determine alternative solutions applicable to the deterioration of the pavement, justified in the observations made on the study road and the low passability visualized.

For this reason, the quantification of the vehicles that circulate on the road was carried out, 7 days a week, 24 hours a day, obtaining an annual average daily index of 2566 vehicles as current demand, in which it is determined that 93.84% belong to the circulation of light vehicles and 6.16% to heavy vehicles.

In the analysis of the PCI methodology for the road under study, a PCI of 44.49 with a regular condition grade was obtained; This road has a single section with two sections of which: section 1 obtained a PCI of 33.78 with a bad condition grade and in section 2 a PCI 55.20 was obtained with a regular condition grade.

From the results obtained with respect to PCI 33.78 of section 1, the rehabilitation of the most affected sections is proposed, whose actions to take are the selective recovery and reinforcement of the pavement, starting with the demolition of the existing structure, in order to restore the structural capacity and quality of the road running surface.

In section 2, a periodic maintenance intervention must be carried out whose activities are aimed at restoring the rolling surface and ensuring structural integrity.

Local governments can take this thesis as a reference for the analysis of intervention and maintenance of the road, thus ensuring adequate passability of the road and that the population benefits.

Keywords: PCI, Failure, Road, Flexible Pavement and Traffic.

PRESENTACION

Estimados miembros del Jurado Evaluador

Me dirijo a ustedes para presentar mi informe de tesis titulado "Evaluación de la condición de la condición actual del pavimento flexible en la Av. Perú distrito 26 de Octubre", como requisito parcial para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego.

El desarrollo de la tesis ha sido posible gracias al apoyo y orientación del Ms. Guillermo Arturo Gouro Mogollón a quien expreso mi más sincero agradecimiento.

Estoy a disposición para cualquier aclaración o información adicional que requiera.

Agradezco de antemano su atención prestada y quedo a la espera de sus comentarios.

Br. Carlos Valentín Gonzales Valladolid

INDICE

I. INTRODUCCION.....	1
1.1 Problema de Investigacion	1
1.1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.3 Justificación del estudio	3
II. MARCO DE REFERENCIA	3
2.1 Antecedentes del estudio	3
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	3
2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES	4
2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES.....	4
2.2 Marco teórico.....	5
2.2.1 Pavimentos	5
2.2.2 Metodología del PCI.....	9
2.2.3 Fallas en Pavimentos Asfálticos	14
2.2.4 Tráfico Vial	20
2.2.5 Tipos de Intervención en Pavimentos Asfálticos.....	27
2.3 Marco Conceptual	28
2.4 Sistema de hipótesis	29
2.4.1 Hipótesis	29
2.4.2 Operacionalización de variables.....	29
III. METODOLOGIA EMPLEADA.....	30
3.1 Tipo y nivel de investigación.....	30

3.1.1	Tipo de Investigación aplicada	30
3.1.2	Nivel de Investigación Descriptiva	30
3.2	Poblacion y muestra de estudio	31
3.2.1	Población	31
3.2.2	Muestra	31
3.3	Diseño de Investigacion	31
3.4	Tecnicas e instrumentos de investigacion	31
3.5	Procesamiento y análisis de datos	32
3.5.1	Evaluación de la Av. Perú	32
IV.	PRESENTACION DE RESULTADOS	81
4.1	Análisis e interpretación de resultados	81
4.1.1	Estudio de Trafico	81
4.1.2	Método PCI	84
4.1.3	Propuesta Técnica – Alternativa de Mejora	88
4.2	Docimasia de hipótesis	89
V.	DISCUSION DE LOS RESULTADOS	90
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	94
	ANEXOS	97

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Grado de Condición del Estado del Pavimento</i>	10
Tabla 2. <i>Niveles de Severidad para parche</i>	18
Tabla 3. <i>Clasificación de vehículos</i>	21
Tabla 4. <i>Ecuaciones para determinar el Factor vehículo pesado de acuerdo a la clasificación</i>	25
Tabla 5. <i>Factor ajuste de presión de neumáticos para ejes equivalente</i>	26
Tabla 6. <i>Operacionalización de Variables</i>	30
Tabla 7. <i>Formato de Resumen de Conteo Vehicular</i>	35
Tabla 8. <i>Resumen de conteo vehicular en los días de la semana</i>	36
Tabla 9. <i>Factores de Corrección del Peaje Cruce Bayóvar</i>	37
Tabla 10. <i>IMDs y IMDa por vehículos del tramo en estudio</i>	38
Tabla 11. <i>Proyección de tráfico a 20 años</i>	39
Tabla 12. <i>Tasa de crecimiento anual de vehículos ligeros y pesados</i>	40
Tabla 13. <i>Tráfico total proyectado a 20 años</i>	41
Tabla 14. <i>Cálculo de número de ejes equivalentes de la Av. Perú</i>	42
Tabla 15. <i>Resumen de falla, características y niveles de severidad</i>	45
Tabla 16. <i>Unidades de muestra</i>	46
Tabla 17. <i>Número Total de fallas registradas</i>	46
Tabla 18. <i>Cálculo de Valor deducido</i>	48
Tabla 19. <i>Valores deducidos ordenados de UM-01</i>	51
Tabla 20. <i>Número máximo de valores deducidos</i>	51
Tabla 21. <i>Hoja de registro de unidad de muestra sección n°1 PK 0+000-0+030 A Perú</i>	54
Tabla 22. <i>Cálculo de valores deducidos corregidos</i>	55
Tabla 23. <i>Hoja de registro de unidad de muestra sección n°1 PK 0+180-0+210 Av. Perú</i>	56
Tabla 24. <i>Cálculo de valores deducidos corregidos</i>	57
Tabla 25. <i>Hoja de registro de unidad de muestra sección n°1 PK 0+210-0+240 Av. Perú</i>	58
Tabla 26. <i>Cálculo de valores deducidos corregidos</i>	59

Tabla 27. <i>Hoja de registro de unidad de muestra sección n°1 PK 0+420-0+450 Av. Perú</i>	60
Tabla 28. <i>Cálculo de valores deducidos corregidos</i>	61
Tabla 29. <i>Hoja de registro de unidad de muestra sección n°1 PK 0+600-0+630 Av. Perú</i>	62
Tabla 30. <i>Cálculo de valores deducidos corregidos</i>	63
Tabla 31. <i>Hoja de registro de unidad de muestra sección n°1 PK 0+630-0+660 Av. Perú</i>	64
Tabla 32. <i>Cálculo de valores deductivos corregidos</i>	65
Tabla 33. <i>Hoja de registro de unidad de muestra sección n°1 PK 0+810-0+840 Av. Perú</i>	66
Tabla 34. <i>Cálculos de valores deducidos corregidos</i>	67
Tabla 35. <i>Hoja de registro de unidad de muestra sección n°1 PK 1+020-1+050 Av. Perú</i>	68
Tabla 36. <i>Cálculo de valores deducidos corregidos</i>	69
Tabla 37. <i>Hoja de registro de unidad de muestra sección n°1 PK 1+200-1+230 Av. Perú</i>	70
Tabla 38. <i>Cálculo de valores deducidos corregidos</i>	71
Tabla 39. <i>Hoja de registro de unidad de muestra sección n°2 PK 1+420-1+450 Av. Perú</i>	72
Tabla 40. <i>Cálculo de valores deducidos corregidos</i>	73
Tabla 41. <i>Hoja de registro de unidad de muestra sección n°2 PK 1+600-1+630 Av. Perú</i>	74
Tabla 42. <i>Cálculo de valores deducidos corregidos</i>	75
Tabla 43. <i>Hoja de registro de unidad de muestra sección n°2 PK 1+810-1+840 Av. Perú</i>	76
Tabla 44. <i>Cálculo de valores deducidos corregidos</i>	77
Tabla 45. <i>Hoja de registro de unidad de muestra sección n°2 PK 1+990-2+020 Av. Perú</i>	78
Tabla 46. <i>Cálculo de valores deducidos corregidos</i>	79
Tabla 47. <i>Hoja de registro de unidad de muestra sección n°2 PK 2+170-2+200 Av. Perú</i>	80
Tabla 48. <i>Cálculo de valores deducidos corregidos</i>	81
Tabla 49. <i>Demanda actual de la vía en estudio</i>	81

Tabla 50. <i>Índice Medio Diario – Demanda proyectada (20años)</i>	84
Tabla 51. <i>Resumen de PCI de las unidades de muestra de la sección 1</i> ...	85
Tabla 52. <i>Resumen de PCI de las unidades de muestra de la sección 2</i> ...	85
Tabla 53. <i>Av. Perú PCI promedio total</i>	86
Tabla 54. <i>Tipo de Intervención de acuerdo al grado de condición del pavimento</i>	88

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Condición de una vía sin mantenimiento</i>	6
Figura 2. <i>Condición de la vía con y si mantenimiento</i>	8
Figura 3. <i>Factores de distribución Direccional y de Camil para determinar el tránsito de diseño</i>	23
Figura 4. <i>Configuración de ejes</i>	24
Figura 5. <i>Inicio Zona de Estudio</i>	33
Figura 6. <i>Fin de Zona de Estudio</i>	33
Figura 7. <i>Número de vehículos en los días de la semana</i>	37
Figura 8. <i>Tramo de zona de Estudio</i>	43
Figura 9. <i>Secciones del tramo de estudio</i>	44
Figura 10. <i>Clasificación de fallas por nivel de severidad</i>	48
Figura 11. <i>Curva deducida de peladuras y desprendimientos</i>	49
Figura 12. <i>Curva deducida de Parches</i>	50
Figura 13. <i>Curva deducida de Bache o huecos</i>	50
Figura 14. <i>Curva de valores deducidos corregidos UM-01</i>	52
Figura 15. <i>Conteo vehicular por días de la semana</i>	82
Figura 16. <i>IMDA porcentual</i>	83
Figura 17. <i>IMDA por tipo de vehículos de la Av. Perú</i>	83
Figura 18. <i>PCI de las U.M con grado de condición regular</i>	86
Figura 19. <i>PCI de las U.M con grado de condición malo</i>	87
Figura 20. <i>PCI de las U.M con grado de condición en rangos extremos</i>	87

I. INTRODUCCION

1.1 Problema de Investigacion

1.1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

En el crecimiento y desarrollo del país, la construcción de vías en óptimas condiciones juega un papel muy importante debido a que facilitan el traslado de los habitantes de zonas cercanas a estas, y permiten mejor acceso a necesidades básicas. El (CCEX) Centro de Comercio Exterior, perteneciente a la Cámara de Comercio, sugiere que entre el grupo de encuestas más notables o sobresalientes en el mundo, el Global Competitiveness Report del (WEF) o más conocido como World Economic Forum, realiza destacables comparativas sobre la competitividad entre diferentes países, y nos dice que uno de los pilares importantes es la infraestructura, que en nuestro país es deficiente. Debemos llevar a cabo la implementación y estructuración de vías que ayuden a canalizar y distribuir el comercio, el turismo y el transporte en nuestro país, para así, poder llevar a cabo el desarrollo del país de forma eficiente. (WEF, 2020)

Es viable afirmar que, al hacer una comparación con los kilómetros de vías Diseñadas y pavimentadas en un país vecino como Colombia, el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) nos dice que el 80.08% de las vías están pavimentadas, de este porcentaje el 16.22% se encuentra en estado muy bueno y el 36.36% en estado bueno, datos actualizados al año 2020, las obras proyectadas por este país tienen como finalidad crear un país más competitivo, mejorar las condiciones de vida de su nación, y no solo modernice la infraestructura sino que también impulse la conectividad de esta, de tal manera que se desarrollen las regiones con un alto estándar para el comercio, el turismo y el transporte. (INVIAS, 2020)

Cabe destacar que, en nuestro país, Perú, la red vial cuenta con una extensión de 168953 km y es preocupante que solo el 17.03% de las vías a nivel nacional se encuentran pavimentadas, el resto se encuentra en estado afirmado o trocha generando pérdidas económicas para empresas de transporte ya que estas a veces toman rutas con mayor distancia y que se encuentran pavimentadas en lugar de rutas de menor distancia pero que pueden dañar su mercancía, el turismo de la misma forma se ve perjudicado y da una perspectiva poco favorable para su fomentación, otro punto es la industria que en algunas zonas de nuestro país no puede surgir, debido a que, esta no cuenta con la debida infraestructura para poder transportar sus productos de un lugar a otro. (INVIAS, 2020)

Es importante considerar que, en Piura como región, se ha visto un crecimiento de 3.6% en el año 2019 quedando entre las cinco más altos de las regiones, este crecimiento se ha dado gracias a la industria de la construcción. Entre unos de los mayores avances se dio en obras como la reestructuración del eje vial N°1 Piura-Guayaquil con una inversión de 175.7 millones de soles dándonos cuenta de la importancia que tiene la infraestructura vial en el crecimiento de una región y a su vez de un país. A pesar de lo dicho, Piura cuenta con una extensión de 634.5 km de vías de las cuales solo el 26.62% se encuentra pavimentadas, pudiendo visualizarse la poca importancia que se le presta a la infraestructura vial en esta ciudad. (INVIAS, 2020)

Es en base a ello que, dirigimos nuestra atención al área de estudio, donde nos encontramos con el pavimento de la avenida evaluada, y con las edificaciones que se muestran en extenso crecimiento comercial y habitacional a sus alrededores.

En la actualidad parte de Av. Perú se encuentra en condiciones no aptas, la estructura del pavimento está colapsada, debido a la utilización de materiales de baja calidad, datos de estudio de tráfico erróneos, carencia de sistema de drenaje y así como también la mala ejecución de la obra. Un punto muy importante también es visualizar la problemática de la zona, ya que esta se encuentra en una cota baja y las precipitaciones que se dan cada año afectan a la vía. Por tal motivo el diseño, forma y cuidado que requiere la vía es de vital importancia para que el pavimento y demás estructuras que compongan la vía le aseguren un tiempo de duración proyectada y que no se vea recortada la vida útil de la vía y afecte la transitabilidad que le dan los pobladores de esta ciudad.

1.2 Objetivos

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la condición actual del pavimento flexible en la vía urbana Av. Perú, ubicada en el distrito 26 de Octubre en la ciudad de Piura.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Efectuar el estudio de tráfico perteneciente a la vía para obtención de datos.
2. Realizar la evaluación de pavimento flexible de la Av. Perú, mediante la metodología PCI, para determinar la condición actual.

3. Proponer una alternativa de mejora (mantenimiento, rehabilitación, reconstrucción) para la vía en base a la evaluación de su condición actual.

1.3 Justificación del estudio

La evaluación del estado del pavimento en la Av. Perú aplicando la metodología PCI, resulta ser una alternativa favorable, debido a los diferentes problemas existentes en dicha zona, ya que nos permitirá averiguar qué tan dañada se encuentra la estructura y poder establecer posibles soluciones para permitirnos mejorar su calidad de transitabilidad, la calidad de vida de sus transeúntes y la de los habitantes próximos a la zona.

Esta evaluación afectará de forma directa y positiva a la región, permitiendo efectuar cambios que logren la mejora de las vías de la ciudad y logrando poco a poco un cambio significativo para todo el país.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1 Antecedentes del estudio

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Según Baque, B. (2020). Su tesis "Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta. Provincia de Manabí", tuvo como objetivo el diagnosticar mediante el método PCI el estado del pavimento flexible. Su metodología es de tipo descriptiva, con diseño de campo, la técnica de recolección de datos consistió en la observación para la identificación y selección del tramo en estudio. Asimismo, como instrumento para aplicar el método PCI, se utiliza un formato de registro de las fallas en la zona de estudio.

Según Mora y Serrano (2020). Su tesis "Evaluación funcional de un Pavimento Flexible en la Vía Espinal - Suarez mediante la aplicación del método PCI – 2020", tuvo como finalidad la evaluación del deterioro que se encuentra visible en todo el largo del pavimento estudiado (3 Km), haciendo uso de la metodología PCI, para establecer alternativas de solución como mantenimiento o rehabilitación. La metodología de investigación es aplicada, con un análisis descriptivo hacia un enfoque cualitativo y cuantitativo, calificando de manera objetiva los pavimentos flexibles de acuerdo a los daños que se visualicen.

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

Según Salazar T. (2019). Su tesis "Evaluación de las patologías del pavimento flexible aplicando el método PCI, para mejorar la transitabilidad de la carretera Pomalca – Tumán", tuvo como objetivo principal evaluar las patologías del pavimento flexible aplicando el método PCI, para mejorar la transitabilidad de la carretera Pomalca – Tumán desde el km 0 + 000 al km 10 + 000. La metodología fue de tipo no experimental y se empleó una serie de fichas de evaluación para el pavimento flexible de acuerdo al método establecido del PCI y adecuándolo a las necesidades que requiere para la identificación de las fallas.

Según ¹ Crisanto y Peralta (2019). Su tesis "Evaluación de la condición del pavimento asfáltico en la avenida los frutales distrito de La Molina – Lima, por medio del método PCI y propuesta de alternativa de rehabilitación", tuvo como objetivo principal, determinar la condición del pavimento asfáltico, por medio del método PCI a fin de proponer alternativas de rehabilitación. Los resultados obtenidos fue la presencia de fallas que corresponden a Piel de cocodrilo, abultamiento, grietas de borde entre otras.

2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES

Según Correa y Del Carpio (2019). Su tesis "Evaluación PCI y propuesta de intervención para el pavimento flexible del jirón Los Incas de Piura", tuvo como objetivo principal, el proponer intervenciones distintas en cada uno de los tres tramos de la vía, con los resultados del método PCI, usando el software EvalPavCar para pavimentos de superficie asfáltica basada en la norma internacional ASTM D 6433. Los resultados obtenidos fueron que el tipo de intervención para el Sector 1 (PCI de 38) corresponde a una rehabilitación, en el Sector 2 (PCI de 68) un mantenimiento rutinario y periódico, y en el Sector 3 (PCI de 83) un mantenimiento rutinario.

Según Cueva y Tume (2021). Su tesis "Evaluación del pavimento flexible aplicando la metodología PCI, en la Avenida las casuarinas de la urbanización santa maría del pinar de la ciudad de Piura", tuvo como objetivo principal, proponer una intervención eficaz y eficiente, de acuerdo al resultado del PCI, ya sea mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción. Los

resultados obtenidos fueron en la calzada de este a oeste se obtuvo un PCI de 51.18 y en la calzada de oeste a este se obtuvo un PCI de 48.27, siendo su clasificación según los resultados "Regular"; por ello, el método de la intervención será de una Rehabilitación.

2.2 Marco teorico

2.2.1 Pavimentos

2.2.1.1 Definición.

Para poder dar una definición correcta de lo que es pavimento, hemos tomado la definición de Toro (2016):

"Es el conjunto de capas de un material elegido, que reciben las diferentes cargas producidas por el tránsito y las transfieren a los estratos subyacentes de manera uniforme, estos deben proporcionar una superficie de rodadura eficiente, deben ser resistente y proporcionar una adherencia apropiada en condiciones húmedas" (p. 1).

2.2.1.2 Comportamiento de un pavimento

Para analizar el comportamiento de un pavimento hay que tener en cuenta que existen varios conceptos básicos y que el pavimento en su estructura sufrirá con el tiempo daño y deterioro, aun cuando este haya sido bien diseñado y se cumplan con las especificaciones técnicas de construcción del mismo. De lo antes mencionado AugustoJugo B. (1993) afirma "Mientras las demás obras de ingeniería tienen una vida indefinida, los pavimentos viales tienen una vida definida; aún con un mantenimiento óptimo alcanzarán un punto de falla" (p. 2).

El modo de deterioro del pavimento asfáltico se debe principalmente a estos parámetros:

- a) La estructura – cuan resistente es el pavimento
- b) El volumen de tráfico y los tipos de carga
- c) El mantenimiento – cada cuanto tiempo se realiza y como ayuda en la extensión de su vida útil.

2.2.1.2.1 Tipos de Deterioro del pavimento

AugustoJugo B. (1993) nos dice que "Los pavimentos son probablemente la única estructura de ingeniería que se diseña para que falle dentro de un periodo específico de tiempo", de lo descrito anteriormente que el pavimento sufre un deterioro a lo largo del tiempo, se consideran dos tipos de deterioro importantes, los cuales son:

- a) Deterioro Estructural: Este tipo de deterioro se manifiesta en la pérdida de la capacidad estructural de una o más capas de material que conforman el pavimento. Este deterioro se expresa o visualiza en la presencia de fallas como son las deformaciones y agrietamientos.
- b) Deterioro funcional: Tipo de deterioro enfocado en la capa de rodadura del pavimento asfáltico, afectando la servicialidad y confort del mismo, este tipo de deterioro se manifiesta en falla como rugosidad, desprendimiento de agregados, pérdida de fricción.

2.2.1.2.2 Condición del pavimento vs tiempo.

El pavimento con el tiempo presenta deterioro debido a agentes externos tales como: carga vehicular, el clima, etc. Por ello su deterioro es inminente en menor o mayor tiempo transcurra.

por ello que Menéndez (2003) describe:

El deterioro de un camino es un proceso que tiene diferentes etapas, desde una etapa inicial, con un deterioro lento y poco visible, pasando luego por una etapa crítica donde su estado deja de ser bueno, para luego deteriorarse rápidamente, al punto de la descomposición total (p. 4).

De lo comentado en el párrafo anterior se presenta en la Figura 1, que describe el estado que se encuentra el pavimento versus los años que transcurren desde su construcción, formando así la curva de deterioro en el transcurso del tiempo, aquí se detallan las fases por las que transcurre un pavimento desde su construcción hasta su descomposición total.

Figura 1.
Condición de una vía sin mantenimiento



Nota: Imagen tomada del manual de mantenimiento rutinario de caminos con microempresas de J. Menéndez.

En la Figura 1 se puede apreciar las fases por las que pasa un pavimento a lo largo de su vida útil, las cuales se describen a continuación.

- ❖ Fase A o Fase de construcción
Esta fase hace referencia al inicio de la vida útil del pavimento que ocurre apenas después de la puesta en servicio.
- ❖ Fase B o Fase de deterioro lento
Aquí el pavimento empieza a deteriorarse produciéndose desgaste de la superficie de rodadura poco visibles, pareciese como si el pavimento estuviese nuevo, pero ya se generan pequeños desgastes que no se perciben.
- ❖ Fase C o Fase de deterioro acelerado
Esta fase consta de dos etapas la primera o inicial que evidencia el transcurso de varios años de uso, pero aún no se ve la afección de la estructura del pavimento donde los usuarios verifican que es un pavimento aun consistente y sólido, y la segunda etapa cuando se evidencia el acelerado desgaste y daño producido al pavimento
- ❖ Fase D o fase de Descomposición total

La fase descomposición total del pavimento reduce drásticamente la servicialidad, el confort y poco a poco con transcurso de los años genera incomodidad y averías en los vehículos que a pesar de disminuir la velocidad siguen siendo afectados por las pésimas condiciones que se presentan.

Para conservar un pavimento y evitar llegar a la fase de descomposición total de este, se tiene que habilitar y adecuar un ciclo de mantenimiento, el cual debe empezara implementarse a partir de la fase deterioro acelerado en su fase inicial donde se presentan fallas puntuales y aplicar un mantenimiento periódico restableciendo al pavimento a la fase de deterioro lento y poder así poder este ofrecer la servicialidad y confort adecuados, luego a ello se pueden aplicar mantenimientos rutinarios y prolongar la vida útil del pavimento.

En la Figura 2 ,se visualiza la diferencia en tiempo de servicialidad de un pavimento que no se le realiza mantenimiento, y que llega hasta la fase de descomposición total, y un pavimento que se realiza mantenimiento rutinario y periódico que prolonga su vida útil.

Figura 2.
Condición de la vía con y si mantenimiento



Nota: Imagen tomada del manual de mantenimiento rutinario de caminos con microempresas de J. Menéndez.

2.2.1.3 Tipos.

Existen tres tipos de pavimentos, el pavimento asfáltico o flexible, el pavimento de concreto o rígido y el pavimento semirrígido, el cual vendría a ser una combinación de los dos pavimentos antes mencionados.

2.2.1.3.1 Pavimento Asfáltico o Flexible.

En general estos pavimentos, "Están constituidos por una capa delgada de mezcla asfáltica construida sobre una capa de base y una capa de sub-base las que usualmente son de material granular. Estas capas descansan en una capa de suelo compactado, llamada subrasante" (Giordani y Leone, (2017), p. 3). Anexo 6

2.2.1.3.2 Pavimento de Concreto o Rígido.

Según Giordani y Leone (2017) los Pavimentos Rígidos están compuestos por diferentes capas entre estas la más superficial, una losa hecha a base de cemento Portland (concreto) que está apoyada en una base conformada por grava, esta se encuentra sobre el último recubrimiento, a este se le llama subrasante, que cumple la función de soportar toda la estructura del pavimento mencionado anteriormente, que no afecta de ninguna manera la carga de diseño destinada para un determinado tránsito. Anexo 7

2.2.1.3.3 Pavimento Articulado.

Un pavimento articulado es aquel que está conformado por 3 capas. La capa más superficial de este pavimento es un conjunto de adoquines, esta se encuentra encima de una capa de arena gruesa que posee un espesor de 4 cm y sirve como amortiguador de la superficie de rodadura. La tercera y última capa es la base, cuya composición permite una mayor capacidad al pavimento para soportar las diferentes cargas y las reparte de manera uniforme al terreno Anexo 8.

2.2.2 Metodología del PCI

Es la metodología en la inspección visual usando el método del índice de condición de pavimentos (PCI) hace referencia al análisis cuantitativa de su condición superficial. La metodología de PCI determina el estado en el que se encuentra el pavimento a evaluar, reporte que se basa en la observación de todas las fallas localizadas en la superficie del pavimento en una escala numérica de valores que van desde el 0, un pavimento fallado, al 100 un pavimento en condiciones excelentes, como se detalla en la Tabla 1 ; permitiéndonos determinar sus limitaciones estructurales y operativas. (Anexo 9). (ASTM, 2007)

Tabla 1*Grado de Condición del Estado del Pavimento*

Grado de Condición del Estado del Pavimento		Clasificación
PCI		
85	100	Excelente
70	85	Muy bueno
55	70	Bueno
40	55	Regular
25	40	Malo
10	25	Muy Malo
0	10	Fallado

Nota: Elaboración propia

2.2.2.1 Materiales e Instrumentos.

Los materiales a utilizar en la visita a campo son los siguientes "hojas de datos y/o instrumentos de registro de campo", "rueda de Odómetro Manual, con lectura aproximada a 30 mm", "Regla o Cordel, solo para pavimentos asfálticos de 3m", "plano de distribución" (pág. 4). (ASTM, 2007)

2.2.2.2 Algunos Peligros.

La circulación de los vehículos es uno de los peligros más latentes para los verificadores, ya que deben estar todo el tiempo realizando la inspección visual sobre el pavimento y es muy probable que ocurra un accidente.

2.2.2.3 Muestreo y Unidades de Muestra.

Según ASTM (2007), para la metodología del PCI se realiza la identificación visual en el plano de distribución de red de tramos o tramos con usos variados como vías o aparcamientos, luego se procede a seleccionar los tramos del pavimento con los diferentes usos, estos tramos se dividirán en secciones, teniendo como base para esta división los criterios de diseño, su historia, el estudio de tráfico y su propia condición. Además, indicó que se divide **las secciones establecidas del pavimento en unidades de muestra. Las unidades de muestras individuales deben ser identificadas** en la vía para futuras inspecciones o para el control de calidad posterior, es necesario que las unidades de muestra sean de fácil ubicación para la verificación de las fallas existentes.

2.2.2.3.1 Número mínimo de unidades de muestra (n).

El número mínimo de unidades de muestra a inspeccionar en una sección dada para obtener una confiabilidad del 95% se determina con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{Ns^2}{\left(\frac{e^2}{4}\right)(N-1) + s^2} \quad (1)$$

ASTM (2007) indicó las variables de la siguiente manera:

- e = error admisible en el cálculo del PCI de la sección, comúnmente, $e = \pm 5$ puntos del PCI;
- s = desviación estándar del PCI de una muestra a otra en la misma sección. Al realizar la inspección inicial se asume que la desviación estándar es 10 para pavimentos asfálticos y 15 para pavimentos de concreto; y,
- N = número total de unidades de muestra en la sección. (pág. 7)

Si el determinar el número de muestras a inspeccionar con un 95% de confiabilidad resulta crítico. Se determina las unidades de muestra con una desviación estándar asumida. Se puede calcular las unidades de muestra con una desviación estándar actual con la siguiente Ecuación:

$$s = \frac{\sum_{i=1}^n (PCI_i - PCI_T)^2}{n-1} \quad (2)$$

ASTM (2007) indicó las variables de la siguiente manera:

- PCI_i = valor PCI de las unidades de muestra inspeccionadas i ;
- PCI_T = valor PCI de la sección (valor medio PCI de las unidades de muestra inspeccionadas);
- n = número total de unidades de muestra inspeccionadas. (pág. 7)

Calcular el número de unidades de muestras a inspeccionadas con la ecuación (1) utilizando la desviación estándar de la ecuación (2) si este número resulta se mayor que número de muestras ya inspeccionadas seleccionar e inspeccionar unidades de muestra adicionales al azar. Repetir el procedimiento de chequeo hasta que el número de muestra inspeccionadas sea mayor al número

mínimo requerido de unidades de muestra (n) obtenido en la ecuación 1, utilizando la desviación estándar total de las muestras reales. (ASTM, 2007)

2.2.2.3.2 Intervalo de Espaciamiento.

Según ASTM (2007), las muestras obligatoriamente serán dispersadas por toda la sección y para ello se calcula el intervalo de espaciamiento con la siguiente ecuación: $l=N/n$ (3).

ASTM (2007) indicó las variables de la siguiente manera:

- N: número total de unidades de muestra en la sección;
- n: número de unidades de muestra a ser inspeccionadas. (pág. 8)

La unidad de muestra que será examinada, se selecciona de manera aleatoria de entre todas las existentes.

2.2.2.4 Procedimiento de Inspección.

Para la inspección del pavimento con superficie asfáltico, examinar las unidades escogidas una por una. Representar o ejemplificar esta unidad de muestra incorporando su orientación. Reconocer el tramo y número de sección, así como el tipo y número de la unidad de muestra. (ASTM, 2007)

2.2.2.5 Cálculo del PCI para Pavimentos Asfálticos.

Luego de determinar las unidades de muestra que estudiaremos en el tramo se procede a enumerar los tipos de fallas encontradas en una unidad de muestra y el grado de severidad, ya sea severidad baja, severidad media o severidad alta; de cada uno de ellas, así como también su unidad de medida, después de ellos se anota el tamaño de las fallas dependiendo de la unidad de medida de la falla a verificar, recordar que todo estos datos se anotaran en un cuadro como del Anexo 1 (ASTM, 2007).

Después de enumerar el tipo de fallas según su grado de severidad de la unidad de muestra estudiada, se procederá a sumar cada una de ella hallando un total por cada falla y por cada grado de severidad.

Se dividirá la cantidad total de cada tipo de falla en cada nivel de severidad entre el área total de la unidad de muestra y se multiplicará por 100, obteniendo como resultado la densidad porcentual de cada tipo y severidad de falla (ASTM, (2007).

Prosiguiendo con el cálculo del PCI se deberán calcular antes una serie de parámetros como son: el valor deducido (DV), **mayor valor deducido individual**

(HDV), número máximo admisible de valores deducidos (m) y el máximo valor deducido corregido (CDV).

Para determinar el valor deducido (DV) para cada combinación de tipo y severidad de las fallas, se utilizan las curvas de valor deducido que se encuentran en el anexo 10 y que están en función de la densidad porcentual y los niveles de severidad.

Se procede a determinar el máximo valor deducido corregido (CDV) en base de los valores de deducidos (DV), con el siguiente procedimiento:

- Si ninguno o solo un valor deducido es mayor que dos, el mayor máximo valor deducido será el total de los valores deducidos para determinar el PCI, caso contrario se prosigue con el siguiente paso (ASTM, 2007).
- Determinar el número de deducciones permisibles conforme a la siguiente fórmula:

$$m = 1 + \left(\frac{q}{q_B}\right) + (100 - HDV) = < 10 \quad (4)$$

ASTM (2007) indicó las variables de la siguiente manera:

- m= número máximo de valores deducidos incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).
- HDV= mayor valor deducido individual para la unidad de muestra.
- El número de valores deducidos individuales es reducido al máximo admisible de valores deducidos m, incluyendo su parte fraccionaria y si contamos con número de valores deducidos menor que m se tomaran todos los valores deducidos (ASTM, 2007).
- Determinamos el valor deducido total mediante la suma de los valores deducidos individuales.
- Determinamos q como el número de valores deducidos mayores a 2.
- Determinamos el valor deducido corregido en base al valor deducidos total y del valor de q, utilizando las curvas de corrección de valores deducidos que se encuentra en el anexo 1, así repetimos reiterativamente hasta q sea 1.

- Luego determinamos el máximo valor deducido corregido que es el mayor de todos los valores corregidos encontrados

Obtenido el máximo valor deducido corregido procedemos a determinar el PCI de la unidad de muestra con la siguiente formula: $PCI=100-\max. CDV$ (5)

ASTM (2007) indicó las variables de la siguiente manera:

- PCI: Índice de Condición del pavimento
- Max. CDV: máximo valor deducido corregido.

2.2.3 Fallas en Pavimentos Asfálticos

Las fallas son aquellas que van apareciendo en el pavimento de forma gradual debido a las cargas del tránsito, factores climatológicos que van apareciendo en la superficie de rodadura. Existen tres niveles de severidad para las distintas fallas descritas a continuación y son L (low- bajos), M(Medium-Medio) y H(high-alto).

2.2.3.1 Piel de Cocodrilo (Fatiga).

Definidas como una serie de grietas vinculadas en forma irregular, estas tienden a formarse en el fondo de la capa asfáltica, donde los esfuerzos de tracción son mayores bajo acción de las cargas, estas grietas llegan a la parte superior del pavimento como grietas longitudinales paralelas y estas al ser sometidas a repeticiones de cargas de tránsito toman formas angulares parecidas a la piel de cocodrilo. (INVIAS, 2006).

Los niveles de severidad son:

- L: Se visualizan finas fisuras con recorrido paralelo entre ellas, no presenta descascaramiento.
- M: En este nivel las fisuras continúan el desarrollo finas con un patrón o red presentan ligero descascaramiento.
- H: El patrón o red está bien definido y presenta descascaramiento en los bordes.

2.2.3.2 Exudación.

La exudación es una falla que se muestra como una lámina conformada de un componente bituminoso por encima de la superficie del pavimento. Esta lámina crea un área brillante, reflexiva y cristalina que suele volverse pegajosa. (ASTM, 2007)

Los niveles de severidad son:

- L: La falla es percibida en solo un día, no se pega el asfalto en las llantas o en los zapatos.
- M: El asfalto se pega en los zapatos y en las llantas de los vehículos durante algunas unas semanas al año.
- H: La exudación a ocurrido de una forma extensiva y en buena cantidad de asfalto se pega en las llantas de los vehículos y los zapatos

2.2.3.3 Fisuras en Bloque.

Son aquellas fallas que se caracterizan por mostrar fisuras y grietas interconectadas que originan la división de la superficie de los pavimentos en diferentes polígonos en su mayoría de formas aproximadamente rectangulares. Las dimensiones de estos se encuentran en un rango de 0.9 a 9 m² indicando su mínimo y máximo respectivamente. Hay muchos de estos bloques que por tener un mayor tamaño son considerados más bien como fisuras longitudinales y transversales. (MOPC, 2016)

Los niveles de severidad para las fallas fisuras de borde son:

L: Los bloques están definidos por grietas de baja severidad con un ancho medio menor a 1mm

M: Los bloques están definidos por grietas de mediana severidad, con un ancho de 1 a 3 mm

H: Los bloques están definidos por grietas de alta severidad, con un ancho mayor a 3 mm

2.2.3.4 Abultamientos y Hundimientos.

Según el MOPC (2016), se define como la depresión o descenso de la superficie, este tipo de falla en ocasiones no son detectadas sino hasta luego de una lluvia donde se puede visualizar pequeños charcos.

Los niveles de severidad son:

L: Se produce una calidad en el tránsito de baja severidad, se siente un leve balanceo

M: Se produce una calidad en el tránsito de mediana severidad, se genera un molesto balanceo.

H: Se produce una calidad en el tránsito de alta severidad, se genera un incómodo balanceo

2.2.3.5 Corrugación.

Es la falla que se caracteriza por movimientos que están dentro de las deformaciones plásticas, las cuales son irreversibles; se representan como ondulaciones en las superficies de los pavimentos. Forman depresiones y crestas, las cuales mayormente suelen ser muy cercanas una de la otra, con una distancia por lo general menor a 3 m y tienen un rango entre 0.60 a 0.90 m. Todas se presentan en dirección perpendicular a la trayectoria del tráfico. (MOPC, 2016)

Los niveles de severidad son:

L: Las ondulaciones presentes en el pavimento causa vibraciones sin generar incomodidad al transitar con los vehículos

M: Las ondulaciones presentes en el pavimento causa vibraciones generando una leve incomodidad al transitar con los vehículos.

H: Las ondulaciones presentes en el pavimento causa vibraciones generando incomodidad y malestar al transitar con los vehículos

2.2.3.6 Depresión.

Una depresión es un área del pavimento que tiene una elevación ligeramente más baja que el pavimento circundante. Cuantiosas veces, estas sutiles concavidades no son muy evidentes, sino hasta que llovizna, creando pequeños estanques o bañeras para aves en el pavimento seco. Suelen ser distinguidas por las manchas que deja el agua de lluvia. (ASTM, 2007)

Los niveles de severidad son y se miden de acuerdo a la profundidad de la depresión:

L: De 13 a 25 mm de profundidad.

M: De 25 a 50 mm de profundidad.

H: Mas de 50 mm de profundidad.

2.2.3.7 Fisura de Borde.

Estas grietas corren paralelas al borde exterior de la acera, generalmente de 30 a 50 cm desde el borde. Esta falla se evidencia con más rapidez debido al tráfico y puede tener como origen al debilitamiento de la cimentación o subrasante debido al congelamiento de áreas cercanas al borde del pavimento. (ASTM, 2007)

Los niveles de severidad son:

L: Pequeños desprendimientos al borde del pavimento

M: Grietas de mediana intensidad al borde del pavimento

H: Desprendimientos que abarcan considerable area en el borde del pavimento.

2.2.3.8 Desnivel Carril – Berma.

El desnivel que existe entre carril y la berma es una falla que se enfoca en la desigualdad de altura que existe en el borde del pavimento y la berma. (ASTM, 2007)

Los niveles de severidad para el desnivel de carril-berma son:

L: La diferencia de elevación del borde el pavimento y la berma es mayor que 25 mm y menor que 50 mm.

M: La diferencia de elevación del borde el pavimento y la berma es mayor que 50 mm y menor que 10 mm.

H: La diferencia de elevación del borde el pavimento y la berma es mayor que 100mm.

2.2.3.9 Fisuras Longitudinales y Transversales.

Existen diversos tipos de fisuras que atacan a los pavimentos asfálticos. Las fisuras longitudinales son fallas que se caracterizan por presentarse en sentido paralelo al eje central del pavimento o a la dirección con la que fue construido. Por otro lado, las fisuras transversales, son las que se extienden en sentido perpendicular al eje central del pavimento, formando de esta manera, ángulos rectos con este. (ASTM, 2007)

Para este tipo de falla existen tres niveles de severidad:

L: Fisura sin relleno menor a 10 mm o fisura con relleno de cualquier ancho

M: Fisura sin relleno que se encuentra con ancho mayor o igual a 10mm y menor que 75 mm o fisura sin relleno menor o igual a 75 mm, aparecen unas leves ramificaciones secundarias.

H: Cualquier fisura con o sin relleno rodeada de fisuras secundarias de forma aleatoria, de mediana a alta severidad, fisuras sin relleno de ancho mayor a 75 mm o fisuras de cualquier ancho donde aproximadamente 100 mm del pavimento que lo rodea esta fracturado y dañado.

2.2.3.10 Parches y Parches de Cortes Utilitarios.

Un parche es una determinada zona del pavimento que fue sustituido con nuevos componentes para reparar los daños existentes en este. Es contemplado como una imperfección, como un fallo, ya que esta sección sin importar su

desempeño, no es igual y no hará el mismo trabajo que podría hacer el área original del pavimento. (ASTM, 2007)

Los niveles de severidad para parches son:

L: El parche se encuentra en buenas condiciones, no afecta a la calidad del tránsito.

M: El parche está deteriorado en forma moderada, disminuye la calidad del tránsito.

H: El parche se encuentra muy deteriorado afectando la calidad del tránsito y causando incomodidad, es necesario cambiar el parche.

2.2.3.11 Pulimiento de Agregados.

El pulimiento de agregados o agregado pulido es aquella falla que es causada por las constantes reincidencias de las cargas de los vehículos en movimiento sobre el pavimento. Es identificada mediante una exhaustiva evaluación y es manifestado mediante la observación de los escasos agregados extendidos sobre la carpeta asfáltica, por la inexistencia de aspereza o por la carencia de agregados que proporcionen una adecuada resistencia al deslizamiento. (ASTM, 2007)

En el pulimiento de agregados no hay niveles de severidad pero el nivel de pulido debe ser claramente notado y la superficie debe ser suave al tacto.

2.2.3.12 Baches.

La desintegración por baches o más conocida como baches es aquella falla que se caracteriza por presentar pequeños declives o concavidades en la capa más superficial del pavimento, los cuales poseen una apariencia similar a la de una olla, el diámetro de estas depresiones no supera los 750mm (30 pulg.). (ASTM, 2007)

Los niveles de severidad para baches se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2
Niveles de Severidad para parche

Máxima profundidad del bache	Diámetro promedio (mm)		
	100 a 200 mm	200 a 450 mm	450 a 750 mm
13 a < igual 25 mm	L	L	M
>25 y < igual 50 mm	L	M	H
>50 mm	M	M	H

Nota: Extraída de (ASTM, 2007)

2.2.3.13 Ahuellamiento.

Este tipo de falla se encuentran longitudinalmente al pavimento. Es así, que se entiende como falla por Ahuellamiento aquella que cuya longitud afectada es mayor a seis metros, si el radio de dominio del sector que es ahuellado es pequeña, entonces las deformaciones se producen en capas superficiales de lo contrario estas ocurren en capas menores. (MOPC, 2016)

Los niveles de severidad son y varían dependiendo de la profundidad media del ahuellamiento:

L: La profundidad varía entre 6mm a 13 mm.

M: La profundidad varía entre 13mm a 25 mm.

H: La profundidad mayor a 25 mm.

2.2.3.14 Desplazamiento.

Es la falla que se caracteriza por mostrar movimientos dentro del rango de las deformaciones plásticas o irreversibles, se presenta como desplazamientos de la mezcla asfáltica, que muchas veces viene junto con el alzamiento del material, formando "cordones" que en su mayoría son laterales. (MOPC, 2016)

Los niveles de severidad para la falla de desplazamiento son:

L: Cuando el desplazamiento genera una calidad de tránsito baja.

M: Cuando el desplazamiento genera una calidad en el tránsito de mediana severidad

H: Cuando el desplazamiento genera una calidad en el tránsito de alta severidad.

2.2.3.15 Grietas Parabólicas.

Las grietas o fisuras parabólicas, son fallas que se caracterizan por sus formas de media luna, que por lo general siempre se encuentran de manera transversal al rumbo de la circulación de los vehículos. (ASTM, 2007)

Los niveles de severidad son:

L: Poseen un ancho de grieta menor a 10 mm, no se presente desprendimiento en la fisura.

M: Ancho de grieta entre 10 a 38 mm, presenta ligeros desprendimientos a lo largo de la fisura.

H: Poseen ancho de grieta mayores a 38 mm presentan desprendimiento a lo largo de la fisura.

2.2.3.16 Hinchamiento.

Se define como el abultamiento o prominencia que se va formando en la superficie del pavimento, que se caracteriza por ser larga y con una longitud de más de 3 metros. Este tipo de falla mayormente se acompaña de agrietamientos superficiales, generando aún más deficiencias al pavimento. (ASTM, 2007)

Los niveles de severidad para la falla de hinchamiento dependen de la calidad del tránsito.

2.2.3.17 Desprendimiento de Agregados.

MOPC (2016), afirma que es el desprendimiento de pequeños fragmentos de la superficie del pavimento, causando agujeros o pequeños ahuecamientos en este, que no son relacionados con otros defectos o fallas estructurales. Generalmente estas concavidades tienen profundidades menores o iguales a 2 cm y sus diámetros son menores a 15 cm (p.67).

Los niveles de severidad para la falla desprendimiento de agregados son:

L: Cuando se desprende los agregados, la textura en la superficie es ligeramente rugosa.

M: Cuando el desprendimiento de agregado es moderado, la textura de la superficie es moderadamente rugosa y presenta pequeños hoyos.

H: Cuando el desprendimiento del ligante y el agregado es considerable, la superficie es muy rugosa y es severamente ahuecada.

2.2.4 Tráfico Vial

Según **Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)**, (2019) en la norma técnica Norma Técnica CE. 010, (2019) para la metodología diseño de un pavimento asfáltico de una vía urbana, está basado en dos tipos de tráfico: a) vehículos ligeros b) Camiones pp.95, donde se determina el espesor del pavimento de acuerdo al tipo de vehículo mencionado anteriormente; es por ellos que se realiza la demanda de tráfico.

2.2.4.1 Demanda de tráfico

Para (MTC, 2014) el conocer con precisión la demanda de tráfico es esencial para los ingenieros tomen de decisiones en el diseño y planificación vial. Además, detalla que el estudio de tráfico proporciona el IMDA, este a su vez requiere de los índices de variación mensual del tráfico que son proporcionados por los peajes del MTC y a las concesionarias viales que se encuentre por contrato, en base a ello se puede determinar la demanda de carga por eje vehicular, para vehículos

neumáticos, vehículos pesados (camiones y ómnibus), que directamente afectan al deterioro del pavimento, es por ello que el Ministerio de transporte y comunicaciones clasifica a los vehículos como se describe en la siguiente Tabla 3:

Tabla 3
Clasificación de vehículos

Clasificación de vehículos	Vehículos
Vehículos ligeros	Auto 
	Station Vagen 
	Pick up 
	Panel 
	Combi 
Vehículos Pesados	Micro 
	Bus 
	Camión 

Semi tráiler



Tráiler



Nota: Elaboración propia

Para determinar el IMDA de la vía en estudio, se calcula en primer lugar el IMDs (Índice medio diario semanal), con la siguiente fórmula:

$$IMD_s = \sum \frac{V_i}{7} \quad (6)$$

La (Oficina de programación multianual de inversiones - OMPI, 2023), mediante la ficha técnica para la formulación y evaluación de proyectos de inversión en carreteras interurbanas indica las variables de la siguiente manera:

- IMDs= Índice Medio Diario Semanal de la muestra tomada
- Vi= Volumen vehicular diario de cada uno de los días de conteo

Establecido el IMDs, se procede a determinar el IMDA con la siguiente fórmula:

$$IMD_A = IMD_s \times FC \quad (7)$$

La (Oficina de programación multianual de inversiones - OMPI, 2023), mediante la ficha técnica para la formulación y evaluación de proyectos de inversión en carreteras interurbanas indica las variables de la siguiente manera:

- IMDA= Índice medio diario Anual
- IMDs= Índice Medio Diario Semanal de la muestra tomada
- FC= Factores de corrección estacional

³ Los factores corrección estacionaria son una serie de datos que corresponden al volumen de tráfico mensual que el ministerio de transporte y comunicaciones proporciona de la información recaudada de los peajes a nivel

nacional, cuya finalidad es eliminar la variación y comportamiento del tráfico por una serie de factores como son: los días festivos los eventos climatológicos etc.

2.2.4.2 Factor Direccional y Factor Carril

El (MTC, 2014) define al factor direccional como el porcentaje o la fracción de vehículos que resultan del conteo vehicular en un sentido, además define el factor carril como una relación que corresponde al carril que recibe el mayor número de ejes equivalentes que se canalizan por tal carril. En la Figura 3 se muestra el factor carril y direccional en base al número de calzadas, sentidos y números de carriles que posea la vía en estudio.

Figura 3.

Factores de distribución Direccional y de Carril para determinar el tránsito 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

Nota: Figura extraída del (Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014).

2.2.4.3 Cálculo de la tasa de Crecimiento y Proyección

El (MTC, 2014), define el tránsito proyectado utilizando la siguiente fórmula de progresión geométrica:

$$T_{on} = T_0(1 + r)^{n-1} \quad (B)$$

El (MTC, 2014) indicó las variables de la siguiente manera:

- Ton= Tránsito proyectado al año "n" en veh/día
- To = Tránsito actual (año base 0) en veh/día

- n = Número de años del periodo de diseño
- r = Tasa anual de crecimiento del tránsito

Además, define las tasas de crecimiento anual con la dinámica de crecimiento socio-económico, debido que la tasa de crecimiento de vehículos con pasajeros crecerá al ritmo del crecimiento poblacional en cambio la tasa de crecimiento de vehículos de carga crecerá al ritmo del crecimiento de la economía.

2.2.4.4 Número de repeticiones de ejes equivalentes

AASHTO define un EE, como el efecto de deterioro causado al pavimento por un eje simple de dos ruedas, cargado con 8.2 tn de peso, con neumáticos a la presión de 80 lb/pul², lo que se representa el factor destructivo de las distintas cargas aplicadas de los diferentes vehículos que transitan por la vía en estudio.

En la siguiente Figura 4 se muestra la configuración de ejes

Figura 4
Configuración de ejes

Configuración de Eje (n)	Resistencia	EE de Marshall	Diagrama
EJE SIMPLE (Una Rueda Simple)	100	100	
EJE SIMPLE (Dos Ruedas)	100	100	
EJE TRIPLE (Una Rueda Simple + Dos Ruedas Dobles)	100 + 100	100	
EJE TRIPLE (Dos Ruedas Dobles)	100	100	
EJE TRIPLE (Una Rueda Simple + Dos Ruedas Dobles)	100 + 100	100	
EJE TRIPLE (Dos Ruedas Dobles)	100	100	

Nota: RS: Rueda simple; RD: Rueda doble, extraída del manual de carreteras: suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección suelos y Pavimentos.

Para poder determinar el número de repeticiones de ejes equivalentes el MTC (2014) define la siguiente expresión.

$$N_{rep\ de\ EE_{8.2}} = \sum [EE_{data-carrit} \times Fca \times 365] \quad (9)$$

El (MTC, 2014) indicó las variables de la siguiente manera:

➤ Nrep de EE 8.2 = Numero de repeticiones de Ejes Equivalentes

El EE día-carril definido por el MTC (2014) como:

* Ejes equivalentes por cada tipo de vehiculos pesados, por día para el carril de diseño, resulta del IMD por cada tipo de vehiculo pesado, por el factor Direccional, por el factor carril de diseño, por el factor pesado del tipo seleccionado y por el factor de presion de neumaticos" (p. 74)

Definida por la siguiente expresion para cada vehiculo pesado:

$$EE_{dia-carril} = IMD_{pi} \times Fd \times Fv_{pi} \times Fpi \quad (10)$$

El (MTC, 2014) indicó las variables de la siguiente manera:

- IMD_{pi}: Corresponde al indice medio diario según el tipo de vehiculo pesado seleccionado
- Fd= Factor direccional, determinado en la Figura 3
- Fc= Factor carril, determinado en la Figura 3
- Fvp= Factor vehiculo pesado, calculado según la composición de ejes con las ecuaciones de la Tabla 4

Para determinar el factor vehiculo pesado primero se debe clasificar los cargas de los vehiculos de acuerdo a la composición de sus ejes {Eje simple de ruedas EEs1; Eje simple de ruedas dobles EEs2, Eje tándem (1 eje de ruedas dobles + 1 eje de ruedas simple) EE ta1; Eje tándem (2 ejes ruedas dobles) EEta2 y Eje tridem (2 ejes ruedas dobles +1 eje rueda simple) EEtr1, Eje tridem (3 ejes ruedas dobles) EEtr2, las cargas y medidas de cada vehiculo pesa se encuentra en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Luego de ello y de acuerdo a la clasificación se determina el factor vehiculo con las ecuaciones de Tabla 4

Tabla 4.

Ecuaciones para determinar el Factor vehiculo pesado de acuerdo a la clasificación

TIPO DE EJE	EJE EQUIVALENTE EE 8.2 tn
Eje simple de ruedas EEs1	$EE_{s1} = \left[\frac{P}{6.6} \right]^4$
Eje simple de ruedas dobles EEs2	$EE_{s2} = \left[\frac{P}{8.2} \right]^4$
Eje tándem (1 eje de ruedas dobles + 1 eje de ruedas simple) EE ta1	$EE_{TA1} = \left[\frac{P}{14.8} \right]^4$
	$EE_{TA2} = \left[\frac{P}{15.1} \right]^4$

Eje tándem (2 ejes ruedas dobles) EEta2

Eje trídem (2 ejes ruedas dobles +1 eje rueda simple) EEtr1

, Eje trídem (3 ejes ruedas dobles) EEtr2

$$EE_{Tr1} = [P/20.7]^{3.4}$$

$$EE_{Tr2} = [P/21.8]^{3.9}$$

P= peso real por eje en toneladas

Nota: Tabla extraída del Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, (2014), para determinar ejes equivalentes de pavimentos flexibles y semirígidos.

- Fp: Factor de presión de neumáticos según la Tabla 5

Tabla 5

Factor ajuste de presión de neumáticos para ejes equivalente

Espesores de la capa de rodadura (mm)	Presión de contacto del neumático (PCN) en psi						
	PCN = 0.90X(presión de inflado del neumático (psi))						
	80	90	100	110	120	130	140
50	1.00	1.30	1.80	2.13	2.91	3.59	4.37
60	1.00	1.33	1.72	2.18	2.69	2.27	3.92
70	1.00	1.30	1.65	2.05	2.49	2.99	3.53
80	1.00	1.28	1.59	1.94	2.32	2.74	3.20
90	1.00	1.25	1.53	1.84	2.17	2.52	2.91
100	1.00	1.23	1.48	1.75	2.04	2.35	2.68
110	1.00	1.21	1.43	1.66	1.91	2.17	2.44
120	1.00	1.19	1.38	1.59	1.80	2.02	2.25
130	1.00	1.17	1.34	1.52	1.70	1.89	2.09
140	1.00	1.15	1.30	1.46	1.62	1.78	1.94
150	1.00	1.13	1.26	1.39	1.52	1.66	1.79
160	1.00	1.12	1.24	1.36	1.47	1.59	1.71
170	1.00	1.11	1.21	1.31	1.41	1.51	1.61
180	1.00	1.09	1.18	1.27	1.36	1.45	1.53
190	1.00	1.08	1.16	1.24	1.31	1.39	1.46
200	1.00	1.08	1.15	1.22	1.28	1.35	1.41

Nota: Tabla extraída del Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, (2014), para determinar ejes equivalentes de pavimentos flexibles y semirígidos.

- Fca: Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado, determinado por la ecuación (4).
- 365: Número de días del año

- Σ : Sumatoria de ejes equivalentes de todos los tipos de vehículos pesados, por día para el carril de diseño por factor de crecimiento acumulado por los 365 días.

2.2.5 Tipos de Intervención en Pavimentos Asfálticos

Los tipos de intervención se dan de acuerdo a la condición que se encuentra el pavimento, el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial (2006) lo clasifica de la siguiente manera:

- **Construcción:** Referida a la construcción de una obra vial nueva, donde se cumplan las especificaciones técnicas y características de la zona para que mejoren la transitabilidad de los usuarios.
- **Rehabilitación:** Consiste en los trabajos realizados a zonas seleccionadas donde se requiere reparaciones estructurales y restablecer la superficie de rodadura, su objetivo es restablecer el nivel de servicialidad inicial, al que tenía cuando se construyó la vía.
- **Mejoramiento:** Son actividades que se realizan con el fin de mejorar la vía, cambios de pendiente, mejoramiento del sistema de drenaje, etc. El Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, (2006) define el mejoramiento de carreteras como, "Consiste en mejorar o ampliar las carreteras técnicas y geométricas de las carreteras con variaciones en eje transversal o eje vertical, ampliación de curvas y cambios en las características de la superficie de rodadura respecto al diseño original de la carretera.
- **Mantenimiento:** El mantenimiento consiste en las actividades rutinarias y periódicas para mantener la vía en las mejores condiciones de transitabilidad (Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, 2006).

Aquí se describen los dos tipos de mantenimientos:

- **Mantenimiento Rutinario:** Menéndez, (2003) define; "consiste en la repacion localizada de pequeños defectos en la superficie de rodadura; en la nivelacion de la misma y de las bermas; en el mantenimiento regular de los sistemas de drenaje (zanjas, cunetas, etc.), en el control del polvo y de la vegetacion; limpieza de las zonas de descanso y de los dispositivos de señalizacion.

- **Mantenimiento Periódico:** Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial (2006), conceptualiza: "Actividades mas especializadas que permiten recuperar las características técnicas originales de la vía, cuando esta ha sido deteriorada en su superficie de rodadura".

2.3 Marco Conceptual

Análisis y/o Evaluación de riesgos: Referido a la identificación de riesgos que permitan establecer medidas de prevención y reducción del riesgo. (CENEPRED, 2015).

Año base: Es el año en el que se escogen y consideran los datos del tráfico que servirá de base al tráfico de diseño. (Norma Técnica CE. 010, 2019)

Base: Capa generalmente granular, aunque también podría ser de suelo estabilizado, de concreto asfáltico, o concreto hidráulico. (Norma Técnica CE. 010, 2019)

Calzada o pista: Parte de una vía destinada al tránsito de vehículos. (Norma Técnica CE. 010, 2019)

Capa Asfáltica de Superficie: Es la capa superior de un pavimento asfáltico, llamada capa de desgaste o capa de rodadura. (Norma Técnica CE. 010, 2019)

Capa de base asfáltica: Es una capa estructural de algunos pavimentos flexibles compuesta de agregados minerales unidos con productos asfálticos. (Norma Técnica CE. 010, 2019)

Carril: Parte de la calzada destinada a circulación de una fila de vehículos. (Norma Técnica CE. 010, 2019)

Estacionamiento: Espacio pavimentado destinado al aparcamiento de vehículos. (Norma Técnica CE. 010, 2019)

ESALs de diseño: Es el número de aplicaciones de cargas por eje estándar, previsto durante el periodo de diseño. El procedimiento usado para convertir un flujo de tráfico con diferentes cargas y configuraciones por eje en un numero de tráfico para el diseño, consiste en convertir cada carga de eje esperada sobre la vía durante el periodo de diseño, en un numero de cargas por eje estándar, sumándolas luego. (Norma Técnica CE. 010, 2019)

Falla de un pavimento: Imperfección que se presenta en la estructura del pavimento y afecta su calidad, originando accidentes y posible contaminación.

Pavimento: "Estructura de las vías de comunicación terrestre, formada por una o más capas de materiales elaborados o no, colocados sobre el terreno acondicionado, que tiene como función el permitir el tránsito de vehículos" (Giordani y Leone, 2017).

Rehabilitación: Agrupación de métodos o técnicas aplicadas para mejorar la condición actual de un elemento que ha ido perdiendo su estado más óptimo con el paso del tiempo y diversos factores. (Espinoza, 2015)

Vida útil: "Tiempo previsto de una obra vial, en el cual debe operar o prestar servicios en condiciones adecuadas" (MTC, 2018).

Vías urbanas: Espacio destinado al tránsito de vehículos y/o personas que se encuentran dentro del límite urbano. (Norma Técnica CE. 010, 2019)

Vías Express: Son vías que permiten conexiones interurbanas con fluidez alta. Unen zonas de elevada generación de tráfico, transportando gran volumen de vehículos livianos con circulación a alta velocidad y limitadas conexiones de accesibilidad. (Norma Técnica CE. 010, 2019)

Vías arteriales: Son vías que permiten conexiones interurbanas con fluidez media, limitada accesibilidad y relativa integración con el uso de áreas colindantes. (Norma Técnica CE. 010, 2019)

Vías colectoras: Son aquellas que sirven para llevar el tránsito de las vías locales a las arteriales, dando servicio tanto al tránsito vehicular, como acceso hacia las propiedades adyacentes. El flujo de tránsito es interrumpido frecuentemente por intercepciones semaforizadas, cuando empalman con vías arteriales y con controles simples con señalización horizontal y vertical. (Norma Técnica CE. 010, 2019)

Vías Locales: Son aquellas que tienen por objeto el acceso directo a las áreas residenciales, comerciales e industriales y circulación dentro de ellas. (Norma Técnica CE. 010, 2019)

2.4 Sistema de hipótesis

2.4.1 Hipótesis

El método del PCI es una alternativa para realizar la evaluación de la condición actual del pavimento flexible en la Av. Perú, ubicada en el distrito 26 de octubre – Piura.

2.4.2 Operacionalización de variables

Variable Independiente: Pavimento Flexible de la Av. Perú

Variable Dependiente: Evaluación de la condición actual del pavimento mediante la metodología PCI.

Operacionalización de Variables

Tabla 6. Operacionalización de Variables
Operacionalización de Variables

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Nivel de Medición
VI: Pavimento Flexible de la Av. Perú	Conjunto o la agrupación de capas de un material elegido, que reciben las diferentes cargas producidas por el tránsito y las transfieren a los estratos subyacentes de manera uniforme.	Normativa DG - 2018	Velocidad de Diseño	Km/h
			Parámetros de Curvas	m
			Dimensiones de calzada	m
VD: Evaluación de la condición actual del pavimento mediante la metodología PCI.	Determinar la condición actual del pavimento flexible, haciendo uso de la metodología Pavement Condition Index (PCI), desarrollando una recopilación de datos visual.	Norma Técnica CE.010 del RNE	Vehículos pesados, medianos y livianos	-
			Tipo de Suelo	-
			Fallas	m ²
			Unidades de Muestra	m
		Manual PCI ASTM D 6433	PCI	und

Nota. La Tabla 6 muestra las Variables con las cuales está relacionado el trabajo, su definición conceptual, sus dimensiones, indicadores, así como su nivel de medición.

III. METODOLOGIA EMPLEADA

3.1 Tipo y nivel de investigación

3.1.1 Tipo de Investigación aplicada

Definida como la aplicación de la teoría a la realidad para la obtención de resultados y nos permitan lograr objetivos concretos. En la presente investigación se toma un marco teórico para la obtención de resultados.

3.1.2 Nivel de Investigación Descriptiva

El nivel de investigación descriptiva cuya finalidad es describir y/o estimar parámetros en un tiempo y lugar específicos.

En el presente informe de investigación se busca determinar la condición del pavimento actual mediante la descripción de las fallas presentes en el pavimento que nos llevara analizar las muestras estudiadas y generar los parámetros y/o condiciones en las que se encuentra el pavimento en la Av. Perú, permitiendo proponer una solución de mejora para el pavimento Flexible de la Av. Perú.

3.2 Poblacion y muestra de estudio

3.2.1 Población

Está conformada por todas las avenidas de pavimento flexible del distrito de 26 de octubre de la ciudad de Piura.

3.2.2 Muestra

La muestra considera el pavimento flexible de la Av. Perú del distrito de 26 de octubre de la ciudad de Piura.

3.3 Diseño de Investigación

El tipo de diseño de contrastación es descriptivo, ya que, para llevar a cabo este proyecto y la validación de la hipótesis, se realizará una inspección visual y se tomará en cuenta el estado actual y real en el que se encuentra la vía, sin modificaciones previas a los tramos a evaluar. Los resultados de esta inspección serán precisos y permitirán ofrecer alternativas de solución de mejora para dicha vía.

Se representa de la siguiente manera:



Donde M es la muestra a inspeccionar y O son las observaciones registradas después de la inspección visual.

3.4 Técnicas e instrumentos de investigación

La técnica implementada que se realizará será la evaluación del pavimento de la zona, para determinar el estado actual de la vía y si cumple con lo establecido para aportar una calidad de transitabilidad óptima o necesita alguna propuesta de mejora, como mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción.

- La observación que será realizada por el autor de este informe, permitirá obtener información precisa y detallada que fortalecerá la investigación hasta cierto punto y pueda utilizarse para detectar los distintos problemas que presente la vía.

- Consultar la bibliografía pertinente, como libros e investigaciones realizadas por profesionales que nos permitan establecer si el estado de la vía es bueno o caso contrario debe pensar en ser mejorado, con la finalidad de otorgarle seguridad a los transeúntes y a los pobladores de la zona.
- La recolección de muestras y el estudio de tráfico que servirán de apoyo y serán implementados para poder obtener respuestas precisas en este proyecto.
- Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de la evaluación de la condición del estado actual del pavimento, así como de los estudios de suelos y tráfico, se considerará plantear propuestas o alternativas para la mejora considerable de la vía Av. Perú, ya sean propuestas de mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción.

3.5 Procesamiento y análisis de datos

3.5.1 Evaluación de la Av. Perú

3.5.1.1 Información preliminar

En el presente informe se dará a una breve descripción de la zona de estudio, para conocer las características de tránsito, ingresos, forma de llegada y lugares importantes a esta avenida, esto se realiza gracias a la inspección visual de campo.

3.5.1.2 Ubicación

La zona a estudiar se ubica en la Av., Perú del distrito de 26 de octubre en provincia de la ciudad de Piura catalogada como vía colector, recorre los AA. HH: Consuelo de Velasco, López Albújar, Ricardo Jauri, Fátima, Tupac Amaru I, Once de abril y Santa Julia, con una extensión de dos mil doscientos diez metros lineales de pista.

La zona de estudio inicia en la intersección de la Av. Gullman con la Av., Perú, desde ese punto se recorre dos mil doscientos diez metros lineales de pista hasta el punto final en la intersección de la Av. Amotape con la Av. Perú. Esta avenida cuenta con diferentes anchos de vía, confinada con sardinel lateral, además cuenta con una curva horizontal y una vertical.

De acuerdo a los mapas de peligros de la ciudad de Piura, la Av. Perú se encuentra en cotas oscilantes de 30 a 32 m.s.n.m., con una capacidad portante de terreno natural de 0.5 a 0.75 kg/cm², cuyo tipo de terreno varía en una arena mal

graduada con limo. Se debe considerar que la Av. Perú, se encuentra en una zona de inundación superficial con una profundidad de agua subterránea mayor a tres metros, datos obtenidos de los mapas de peligros del CENEPRED, que se encuentran en el anexo 13.

Figura 5
Inicio Zona de Estudio



Nota: Imagen tomada de Google earth, elaboración propia.

Figura 6
Fin de Zona de Estudio



Nota: Imagen tomada de Google earth, elaboración propia.

3.5.1.3 ³ Estudio de Trafico

3.5.1.3.1 Descripción del Estudio

Para el estudio de trafico de la Av. Perú se toma en cuenta una estación de toma de datos ubicada en la intercepción del Dren de López Albújar y la Av. Perú, esta es una zona estratégica debido que por esta zona concurren el mayor número de vehículos, debemos tener en cuenta que el flujo vehicular lo determina las decisiones individuales que toman los usuarios de la red vial, estas decisiones están basadas en criterios como costo, tiempo, seguridad y comodidad.

3.5.1.3.2 Trabajo de Campo


















El trabajo de campo tiene la finalidad de la cuantificar y clasificar el número de los vehículos que circulan por la zona de estudio, estos datos son de importancia para poder calcular el volumen de vehiculos que transitan por esta zona.

Para el trabajo de campo se analizará una estación de conteo ubicada en la progresiva 0+820 de la vía, las mediciones se realizarán en un mínimo de 7 días las 24 horas. Estas mediciones se realizaron los días: lunes (27/05/24), martes (28/05/24), miércoles (29/05/24), jueves 30/05/24, viernes (31/05/24), sábado (01/05/24) y domingo (02/05/24).

¹ En la Tabla 7 se muestra el ³ formato de resumen del conteo vehicular de tramo en estudio, aquí se describen los tipos de vehículos ligeros y pesados, que se encuentran divididos en dos horarios diferentes.

Tabla 7

Formato de Resumen de Conteo Vehicular

	Año	Station	Taget	Truck	Panel	Comb	Micro	Bus<4E	Bus>4E	D2	D3	D4	251252	253	251252	>253	20	>30	
ICPARD	TOTAL																		
6-14M	0																		
2-6PM	0																		
TOTAL	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0

Nota: Elaboración propia

3.5.1.3.3 Trabajo de Gabinete

3.5.1.3.3.1 Análisis de volumen vehicular

Recaudado los datos de campo se proseguirá a procesamiento y análisis, en la se encuentra el resumen de conteo vehicular por día. En Tabla 8 se puede apreciar el conteo vehicular de los días lunes a domingo, el tipo de vehículos livianos son los de mayor tránsito, como son los autos con un máximo en la semana de 1903 unidades, seguido están las camionetas con un máximo de 389 unidades, además se presenta un semi tráiler con un mínimo de 1 unidad, siendo este el tipo de vehículo más pesado que ha transitado en el transcurso de esta semana de conteo vehicular.

Tabla 8.

Resumen de conteo vehicular en los días de la semana

Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Auto	1326	1311	1081	1903	2046	1769	1270
Station Vagen	31	192	164	98	121	113	309
Camioneta	205	343	305	260	362	389	309
Combi	166	150	105	110	64	89	155
Micro	96	85	94	92	84	76	70
Bus 2 E	8	7	29	43	59	42	33
Bus >=3 E	3	7	4	2	5	2	0
C 2	32	21	33	18	28	22	14
C 3	3	14	12	13	13	14	20
C 4	0	3	0	0	0	1	2
2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	1
2S3	0	0	0	0	0	0	0
3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0
>= 3S3	0	0	0	0	0	0	0
2T2	0	0	0	0	0	0	0
2T3	0	0	0	0	0	0	0
>=3T3	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	1870	2133	1827	2539	2782	2517	2183

Nota: Elaboración propia en base al conteo vehicular.

En la Figura 7 que refleja el número de vehículos en los días de la semana de estudio, se puede apreciar que la mayor cantidad de vehículos que circularon por la Av. Perú fue en el día viernes con 2782 unidades, además se refleja que el día miércoles es el día en el que transcurrían el menor número de vehículos que fueron 1827 unidades, con ello se puede determinar un promedio de vehículos que circular en un día de la semana de 2264 unidades.

Figura 7.
Número de vehículos en los días de la semana



Nota: Elaboración propia.

Luego del análisis del conteo vehicular se procede a determinar el IMDs (Índice medio diario semanal de la muestra en estudio y el IMDA (índice medio diario anual).

Para determinar el IMDs y IMDA se utilizarán las formular (4) y (5) del subíndice 2.2.4.1 demanda de tráfico. El IMDA depende de los factores de corrección que son datos obtenidos de los peajes a nivel nacional y que el MTC establece como una forma adecuada la data de los peajes cercanos a los proyectos viales o vías en estudio.

En el presente informe se tomará como referencia el peaje del cruce de Bayóvar (peaje cercano a la zona de estudio), en la Tabla 9 se muestra los factores de corrección del peaje cruce de Bayóvar de todos los meses del año, al realizarse el conteo y análisis de datos de los vehículos en el mes de junio, se tiene los factores corrección para vehículos ligeros y pesados 1.1828 y 1.0361 respectivamente.

Tabla 9.
Factores de Corrección del Peaje Cruce Bayóvar

Mes	F.C vehículos ligeros	F. 3 vehículos pesados
Enero	0.8734	0.9845
Febrero	0.8855	0.9606
Marzo	1.1136	1.0584

Abril	1.1087	1.0655
Mayo	1.1470	1.0311
Junio	1.1828	1.0361
Julio	0.8641	1.0157
Agosto	0.9783	0.9821
Setiembre	1.1469	1.0167
Octubre	1.0024	0.9774
Noviembre	1.0777	0.9231
Diciembre	0.7715	0.9028

Nota: Elaboración propia en base a datos de Provias Nacional

Luego de determinado los factores de corrección se procede a determina IMDa de los vehículos que transitan por la vía en estudio que se pueden visualizar en la Tabla 10.

Tabla 10.
IMDs y IMDa por vehículos del tramo en estudio.

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos sentidos por Día							TOTAL SEMANA	IMD _c	FC	IMD _a
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo				
Auto	1326	1311	1361	1503	2040	1709	1270	16708	1029	1.182792	1909
Station Wagon	31	182	164	98	121	113	309	1028	147	1.182792	174
Camioneta	208	343	305	290	362	389	309	2173	310	1.182792	367
3 -bi	166	150	105	110	64	66	155	830	100	1.182792	142
Micro	95	85	94	92	84	76	70	597	85	1.036063	88
Bus 2 E	8	7	29	43	59	42	33	221	32	1.036063	33
Bus >2 E	3	7	4	2	5	2	0	23	3	1.036063	3
C 2	32	21	33	18	26	22	14	166	24	1.036063	25
C 3	3	14	12	13	13	14	20	89	13	1.036063	13
C 4	0	3	0	0	0	1	2	6	1	1.036063	1
2S1,2S2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1.036063	0
2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.036063	0
3S1,3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.036063	0
>= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.036063	0
2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.036063	0
2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.036063	0
>= 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.036063	0
TOTAL	1870	2133	1827	2539	2782	2517	2183	15861			2666

Nota: Elaboración propia

3.5.1.3.3.2 Carga vehicular Diseño

Luego de determinar el flujo vehicular procedemos a calcular la carga vehicular de los vehículos pesados (ómnibus y camiones) que son aquellos que causan principalmente el deterioro del pavimento.

En la Tabla 11 se determina la proyección vehicular para 20 años para lo que se diseñara el pavimento, para ello se utilizara la formula (6) del subíndice 2.2.4.3 cálculo de la tasa de crecimiento y proyección; cuya tasa de crecimiento anual de la población (para vehículos de pasajeros) y tasa de crecimiento anual de PBI regional (para vehículos de cargas) son 2.36% y 2.37% respectivamente.

Tabla 11
Proyección de tráfico a 20 años

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Trafico Normal	2460	3660	2723	2788	2854	2923	2990	3053	3115	3178	3237	3297	3444	3527	3611	3695	3775	3875	3967	4063	4158
AUDO	1809	1879	1852	1894	1941	1987	2035	2083	2131	2184	2236	2289	2343	2399	2456	2514	2574	2636	2699	2763	2828
Station Wagon	174	94	176	262	187	203	198	200	205	212	213	220	225	231	238	242	248	254	261	268	272
Camioneta	203	384	377	308	285	404	434	434	424	444	453	485	477	485	500	512	534	536	540	562	575
3ru	542	942	545	549	551	556	561	564	567	571	575	580	584	588	593	597	602	607	612	617	622
Micro	80	88	81	99	96	98	100	101	103	107	110	115	115	118	121	124	127	130	133	136	139
Bus 2E	33	33	34	35	35	35	35	36	36	36	36	37	38	38	40	40	42	42	43	43	43
Bus 3-5E	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
C2	25	25	26	28	27	27	28	29	29	30	31	32	32	33	34	35	36	36	37	38	38
C3	14	14	14	15	15	15	15	16	16	17	17	18	18	19	19	19	20	20	21	21	22
C4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
C4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
251083	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
253	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
351082	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>= 353	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
272	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
279	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>=073	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nota: Elaboración propia

En la Tabla 12 se visualiza las tasas de crecimiento para la proyección en la demanda por departamentos, tasa de crecimiento anual de vehículos ligeros y tasa de crecimiento anual para vehículos pesados.

Tabla 12.

Tasa de crecimiento anual de vehículos ligeros y pesados

Departamento	Tasa de Crecimiento Anual de Vehículos Pesados	Tasa de Crecimiento Anual de Vehículos Pesados
Amazonas.	1.12%	2.69%
Ancash.	2.33%	1.49%
Apurímac.	1.13%	4.50%
Arequipa.	2.90%	2.97%
Ayacucho.	1.83%	2.90%
Cajamarca.	3.05%	1.45%
Cusco.	2.77%	3.07%
Huancavelica.	1.17%	2.00%
Huánuco.	1.94%	3.03%
Ica.	1.10%	2.62%
Junín.	2.04%	2.84%
La Libertad.	2.61%	2.21%
Lambayeque.	2.40%	2.54%
Lima Provincias.	2.61%	2.34%
Loreto.	0.12%	1.48%
Madre de Dios.	2.22%	1.38%
Moquegua.	1.97%	0.58%
Pasco.	1.72%	0.39%
Piura.	2.38%	2.37%
Puno.	2.47%	2.58%
San Martín.	2.11%	2.88%
Tacna.	2.13%	2.36%
Tumbes.	0.81%	2.40%
Ucayali.	1.73%	2.25%

Nota: Elaboración propia en base a los datos del instituto nacional de estadística e informática

Con los datos obtenidos anteriormente en la Tabla 11 se puede determinar el tráfico total proyectado para 20 años multiplicando el IMDa proyectado por 365 de cada uno de los vehículos ligeros y pesados. En la Tabla 13 se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 13.

Tercer costo total proyectado a 20 años

Ítem de Inversión	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Año	60,385	60,385	67,980	87,254	78,485	72,225	74,275	70,275	778,545	777,181	816,148	835,465	825,095	873,626	876,443	917,610	978,510	982,140	944,770	1,000,495	1,002,220
Edificios	6,510	6,510	64,970	64,430	64,225	67,715	71,540	73,000	74,653	74,638	78,475	80,000	82,125	84,315	86,140	88,000	90,000	92,710	94,900	97,390	99,280
Concreto	134,320	134,320	17,625	140,990	144,175	147,480	151,110	154,761	158,403	162,045	165,687	170,090	174,108	178,120	182,300	186,680	191,260	195,640	200,365	205,130	209,935
Cerchi	51,830	51,830	52,925	54,325	55,480	56,740	58,000	59,361	60,723	62,085	63,447	64,810	66,172	67,534	68,896	70,258	71,620	72,982	74,344	75,706	77,068
Muro	2,465	2,465	3,215	3,345	3,500	3,670	3,850	3,930	3,825	3,905	4,158	4,245	4,373	4,500	4,618	4,730	4,835	4,940	5,045	5,140	5,235
Barra	2,345	2,345	2,410	2,275	2,275	2,140	2,135	2,035	1,935	1,835	1,735	1,635	1,535	1,435	1,335	1,235	1,135	1,035	935	835	735
Barra	1,460	1,460	1,460	1,460	1,460	1,460	1,460	1,460	1,460	1,460	1,460	1,460	1,460	1,460	1,460	1,460	1,460	1,460	1,460	1,460	1,460
C1	9,725	9,725	9,680	9,490	9,385	9,265	9,220	9,168	9,108	9,041	8,968	8,890	8,808	8,722	8,632	8,538	8,440	8,338	8,232	8,122	8,008
C2	5,110	5,110	5,110	5,405	5,475	5,475	5,840	5,840	5,840	6,225	6,225	6,370	6,370	6,555	6,555	6,885	7,200	7,200	7,465	7,665	8,000
C3	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365
C4	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365
251/250																					
23																					
211/212																					
213/214																					
22																					
23																					
240																					

Nota: Elaboración propia

Con los datos obtenidos en la Tabla 13 se puede obtener el número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 tn de la Av. Perú.

Tabla 14.
Cálculo de numero de ejes equivalentes de la Av. Perú

Tipo de Vehículos	Factor vehículo pesado (Fvp)	FC	FD	Factor de Presión Neumático	Ejes Equivalentes
Auto	0.00	0.50	1.00	1.00	8,332.22
Station Vagen	0.00	0.50	1.00	1.00	801.54
Camioneta	0.00	0.50	1.00	1.00	1,695.43
Combi	0.10	0.50	1.00	1.00	65,389.75
3 Micro	4.50	0.50	1.00	1.00	1,846,989.06
Bus 2 E	4.50	0.50	1.00	1.00	684,709.34
Bus >=3 E	3.29	0.50	1.00	1.00	59,951.25
C 2	4.50	0.50	1.00	1.00	517,847.40
C 3	3.29	0.50	1.00	1.00	211,028.40
C 4	2.77	0.50	1.00	1.00	11,137.61
2S1/2S2	6.52	0.50	1.00	1.00	26,189.31
2S3	6.21	0.50	1.00	1.00	-
3S1/3S2	5.30	0.50	1.00	1.00	-
>= 3S3	4.99	0.50	1.00	1.00	-
2T2	10.98	0.50	1.00	1.00	-
2T3	9.76	0.50	1.00	1.00	-
>=3T3	8.54	0.50	1.00	1.00	-
EE. TOTAL					3,434,071.31

Nota: Elaboración Propia

3.5.1.4 Método PCI

3.5.1.4.1 Muestreo y Unidades de Muestra

Para determinar el muestreo de las Av. Perú se ha llevado a cabo los siguientes parámetros:

Para identificar el tramo se tiene principalmente se tiene que la definición de tramo según el manual de PCI ASTM D 6433 parte identificable de la red del pavimento flexible y que tiene una función específica, por ejemplo, un camino o un estacionamiento.

Basándonos en la premisa anterior se ha determinado e identificado un tramo para la zona de estudio que cuenta con una extensión de dos mil doscientos diez metros lineales de pista, el cual se muestra en la Figura 8

Figura 8

Tramo de zona de Estudio



Nota: Imagen tomada de Google earth. Elaboración propia

Para la identificación de la sección, aquí se toma en cuenta la construcción, historial de uso y condiciones uniformes, en base a ellos se determina las dos secciones de para único tramo de la zona de estudio. Las secciones se dividen: a. Sección 1 desde la progresiva 0+000 hasta a progresiva 1+230, b. sección 2 desde la progresiva 1+420 hasta la progresiva 2+210 estas secciones se han determinado

por las condiciones de similitud y tráfico de la zona de estudio, así como se muestran en la Figura 9.

Figura 9

Secciones del tramo de estudio.



Nota: Imagen tomada de Google earth. Elaboración propia

Luego de la identificación de las secciones, se analizarán las muestras de la zona de estudio. Se analizarán 9 unidades de muestra para la sección n°1 y 05 unidades de muestra para la sección n°2, teniendo un total de 14 unidades de muestra a inspeccionar.

Para determinar el número de unidades de muestra a inspeccionar primero se debe determinar el número de muestras totales, dividiendo la longitud total 2210 m del tramo entre la longitud que tendrá cada unidad de muestra en este caso 30 m obteniendo como resultado 73.67 unidades con este dato y con la fórmula 1 del índice 2.2 Marco teórico; subíndice 2.2.2.3 muestreo y unidades de muestra de determinará el número de unidades de muestra a inspeccionar que este caso fueron 14 unidades.

3.5.1.4.2 Procedimiento de Inspección

Para llevar a cabo el procedimiento de inspección se realizarán los siguientes pasos:

1. Inspeccionar las unidades de muestras seleccionadas.
2. Registrar el tramo y las secciones que no se encuentran en análisis

3. Registrar las medidas de las unidades de muestra para determinar el área.
4. Anotar todas las fallas presentes en la unidad de muestra a analizar, el nivel de severidad y tipo que se presentan en las unidades de muestra, las medidas que se anotaran deben estar acorde a las unidades que establece el manual del ASTM D 6433.

En la Tabla 15 se presenta un resumen de las características y niveles de severidad a evaluar de cada una de las fallas que se estudiara.

Tabla 15
Resumen de falla, características y niveles de severidad

N°	CLASE DE FALLA	SÍMBOLO	UNIDAD	CARACTERÍSTICAS	SEVERIDAD		
					I Bajo (Baja)	II Medio (Medio)	III Alto (Alto)
1	Bol de Cruzado	BC	m ²	Severidad de grietas Inmensas Desarrollo continuo Desperdicio Grado de oxidación El asfalto se pega a la rueda de vehículos y grutas.	$a < 10mm$ Bajo NP (no presentada) NP (no presentada) Ligero	Medio Medio NP (no presentada) Medio	$a > 50mm$ Baja delimitada Baja delimitada Intenso
2	Insulación	IK	m ²		Pocos días al año	Pocos semanas al año	Varia semanas al año
3	Agrietamiento en bloques	IBL	m ²	Severidad de grietas que dañara los bloques	$a < 10mm$	10mm < a < 25mm	$a > 25mm$
4	Abalambados y Abandernados	ABD	m ²	Severidad del tránsito	Bajo	Medio	Alto
5	Craqueo	CO	m ²	Severidad del tránsito	Bajo	Medio	Alto
6	Depositos	DP	m ²	Severidad del tránsito	1.5mm < h < 25mm	25mm < h < 50mm	h > 50mm
7	Grieta de Bordo	GB	m	Profundidad de desperdicio Severidad Agregamiento	NP (no presentada) $a < 10mm$ Bajo	Poco delimitada 10mm < a < 25mm Medio	Baja delimitada $a > 25mm$ (Severo)
8	Grieta de Borde de Bordo	GB	m	Grieta sin fondo Grieta con fondo	$a < 10mm$	10mm < a < 25mm	$a > 25mm$
9	Desnivel Clav Normal	DN	m	Elección entre el borde del pavimento y la bermá	25mm < h < 50mm	50mm < h < 100mm	h > 100mm
10	Grietas longitudinales y Transversales	GLT	m	Severidad de las grietas	$a < 10mm$	10mm < a < 25mm medida a un par grietas alternas	$a > 25mm$ cuando por grietas alternas de severidad M o H
11	Puentes	PS	m ²	Condición en punto Severidad del tránsito	Baja estado Bajo	Mediamente deteriorado Medio	Muy deteriorado Alto
12	Pulverinos de Agregados	PI	m ²	Grado de pulverino debido a ser agregados por ser considerados como defecto	ND (no detectada)	ND (no detectada)	ND (no detectada)
13	Huaca	HU	m ²	Huaca con diámetro menor a 70mm (a < 70mm)	100mm < d < 200mm h < 25.4mm 200mm < d < 300mm 25.4mm < h < 30.4mm 300mm < d < 450mm h < 25.4mm	100mm < d < 200mm h < 30.4mm 200mm < d < 300mm 30.4mm < h < 30.4mm 450mm < d < 300mm h < 25.4mm	300mm < d < 450mm h < 30.4mm 450mm < d < 762mm 30.4mm < h < 30.4mm 450mm < d < 762mm h < 30.4mm
14	Craqueo en línea	CV	m ²	Severidad del tránsito	Bajo	Medio	Alto
15	Abalambados	ABD	m ²	Profundidad media del abalambado (mm)	6mm < h < 13mm	13mm < h < 25mm	h > 25mm
16	Desplazamiento	DP	m ²	Severidad del tránsito	Bajo	Medio	Alto
17	Grieta Paralela	GP	m ²	Área alrededor de la grieta	$a < 10mm$	10mm < a < 25mm	$a > 25mm$
18	Hinchamiento	HN	m ²	Severidad del tránsito Desperdicio	Bajo Bajo	Medio Bajo	Alto Considerable
19	Desplazamiento de Agregados	DAD	m ²	Forma superficial	Normal No puede penetrarse con una moneda	Mediamente suave y abscada Puede penetrarse con una moneda	Muy rugosa y recubrimiento abscada

Nota: Elaboración propia.

3.5.1.4.3 Determinación del índice de estado del pavimento

El procedimiento para determinar el índice de condición del pavimento, parte principalmente del análisis de y la inspección de las fallas presentes en cada unidad de muestras.

En presente informe a continuación se darán a conocer y a explicar los datos obtenidos en campo, así como también el cálculo del índice de la condición el pavimento flexible de las unidades de muestra.

En la Tabla 16 se muestra la descripción de las unidades de muestra, en que progresiva se encuentra cada una de ellas y a que sección pertenece.

Tabla 16
Unidades de muestra

Descripción	Progresiva inicial	Progresiva final	Sección
U.M-01	0+000.00	0+030.00	S1
U.M-02	0+180.00	0+210.00	S1
U.M-03	0+210.00	0+240.00	S1
U.M-04	0+420.00	0+450.00	S1
U.M-05	0+600.00	0+630.00	S1
U.M-06	0+630.00	0+660.00	S1
U.M-07	0+810.00	0+840.00	S1
U.M-08	1+020.00	1+050.00	S1
U.M-09	1+200.00	1+230.00	S1
U.M-10	1+420.00	1+450.00	S2
U.M-11	1+600.00	1+630.00	S2
U.M-12	1+810.00	1+840.00	S2
U.M-13	1+990.00	2+020.00	S2
U.M-14	2+170.00	2+210.00	S2

Nota: Elaboración propia

De la Tabla 17 se puede observar las 18 fallas estudiadas que podría presentar un pavimento asfáltico de las cuales se han registrado y observado las siguientes: ahuellamiento, desprendimiento de agregados, grietas de borde, huecos y parcheo.

Tabla 17.
Número Total de fallas registradas

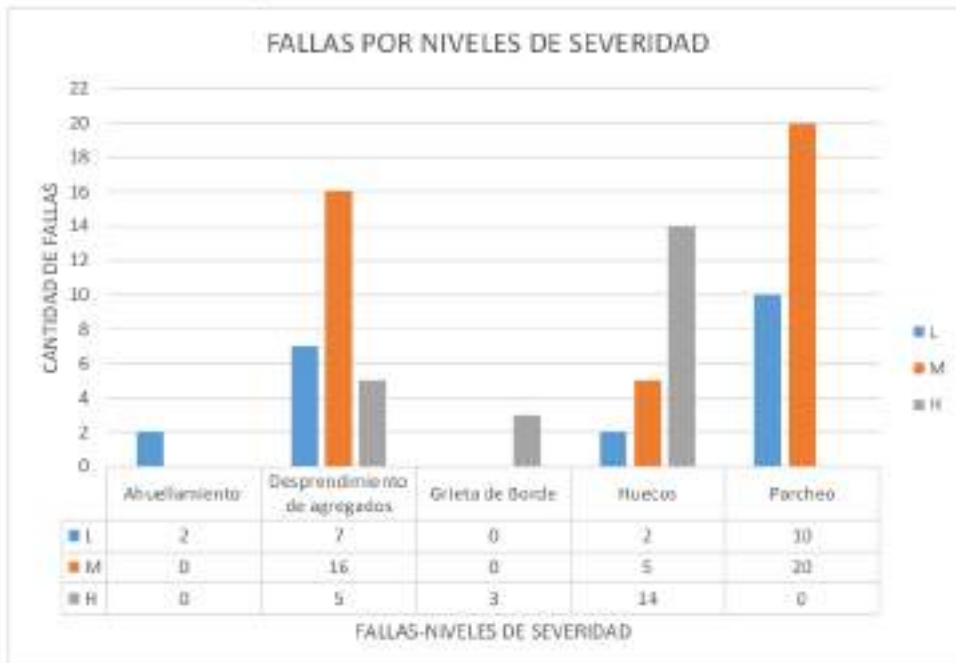
N°	TIPO DE FALLA	COD	CANTIDAD TOTAL DE FALLAS EN LAS UNIDAD DE MUESTRA		
			NIVELES DE SEVERIDAD		
			L	M	H
1	Piel de cocodrilo	PC	0	0	0
2	Exudación	EX	0	0	0
3	Agrietamiento en bloque	BLO	0	0	0
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	0	0	0

5	Corrugación	COR	0	0	0
6	Depresión	DEP	0	0	0
7	Grieta de Borde	GB	0	0	3
8	Grieta de reflexión de junta	GR	0	0	0
9	Desnivel carril/berma	DN	0	0	0
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	0	0	0
11	Parcheo	PA	10	20	0
12	Pulimento de agregados	PU	0	0	0
13	Huecos	HUE	2	5	14
14	Cruce de Vía Férrea	CVF	0	0	0
15	Ahuellamiento	AHU	2	0	0
16	Desplazamiento	DES	0	0	0
17	Grieta parabólica	GP	0	0	0
18	Desprendimiento de agregados	DAG	7	16	5
TOTAL			21	41	22

Nota: Elaboración propia

En la Figura 10 se puede apreciar las fallas clasificadas por niveles de severidad presentes en las unidades de muestra, se puede apreciar que la falla parcheo con nivel de severidad medio es la falla que más se ha presentado en el análisis de las unidades de muestras con unas 20 fallas presentes; también se puede observar que las fallas ahuellamiento y huecos con niveles de severidad bajo son las fallas con menor presencia en las unidades de muestra. Se puede visualizar que, de las fallas presentes en las unidades de muestra, se tiene mayor presencia de las fallas estructurales tales como: Ahuellamiento, grieta de borde, huecos y parcheo que representan un 80% de las fallas presentes en las unidades de muestras. En las unidades de muestra se ha encontrado una falla funcional que es la falla desprendimiento de agregados y que representa el 20% de las fallas encontradas en las unidades de muestra. De la falla desprendimiento de agregados se debe tener en consideración que es la segunda falla con mayor cantidad de especímenes encontrados en las unidades de muestra contando con siete fallas en nivel de severidad bajo, dieciséis con nivel de severidad medio y cinco con nivel de severidad alto, esta falla producido como consecuencia del desprendimiento y desintegración del material fino y del ligante a causa de mezclas asfálticas pobres exponiendo así los agregados a la acción del tránsito y el clima.

Figura 10.
 Clasificación de fallas por nivel de severidad



Nota: Elaboración propia

Luego de registradas las fallas y sus niveles de severidad se procederá con el cálculo del PCI con los siguientes pasos, cálculo de valores deducidos:

- Se suma los totales de cada falla en cada nivel de severidad, como se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18. Cálculo de Valor deducido
 Cálculo de Valor deducido

FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
PA	M	m2	18	18	6.98	28.5
DAG	H	m2	24	24	9.3	40.8
DAG	M	m2	9	9	3.49	11
HUE	L	und	1	1	0.39	8.6
HUE	M	und	1	1	0.39	10.4
HUE	H	und	1	1	0.39	30.29

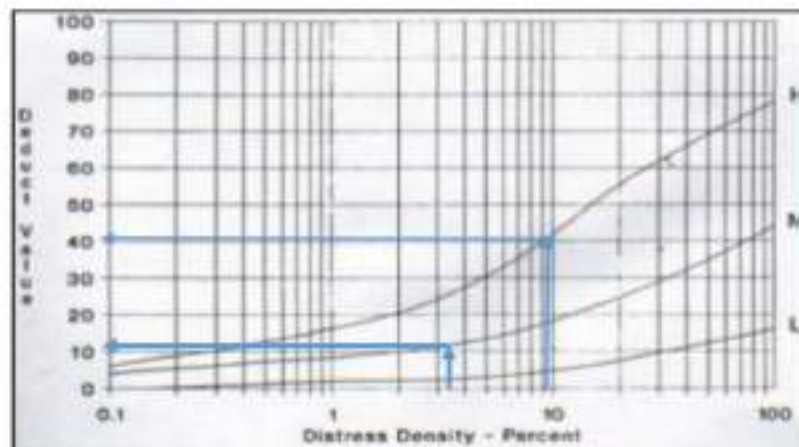
Nota: Elaboración propia.

- Se calcula el porcentaje de densidad dividiendo el total de cada falla y nivel de severidad entre el área total de la unidad de muestra y se multiplica por 100.
- Con los datos del porcentaje de densidad podemos determinar los valores deducidos con ayuda de las curvas de los valores deducido que se encuentran en el anexo 1.

Se realizará un ejemplo detallado de la unidad de muestra UM-01 Pk 0+000-0+030, La unidad de muestra UM 1 que pertenece al sector 1 y tiene un área 258 m², presentándose fallas como parches (PA), desprendimiento de agregados (DAG) y huecos (HUE). Existe una falla con un área considerable desprendimiento de agregados con un área de 24 m², se divide entre el área total de la unidad de muestra y se multiplica por 100 obteniendo el porcentaje de densidad que en este caso es 9.3%, Luego el resultado densidad se ingresa en la curva de valor deducido de desprendimiento de agregados y se traza una línea vertical hasta la curva de severidad H y en la intercepción se traza una línea horizontal encontrando el valor deducido de 40.8 como se muestra en la Figura 11. Se realiza el mismo procedimiento para las demás fallas presentes en la unidad de muestra.

Figura 11
Curva deducida de peladuras y desprendimientos

Peladura y desprendimiento

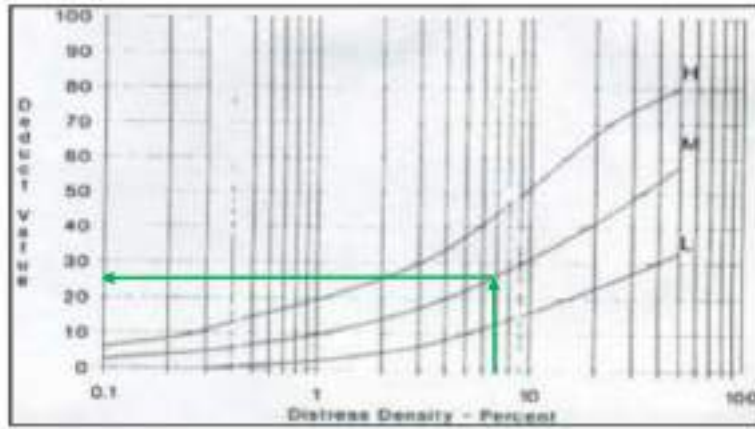


Nota: Elaboración de (ASTM, 2007).

Figura 12

Curva deducida de Parches

Parches y parches de cortes utilitarios

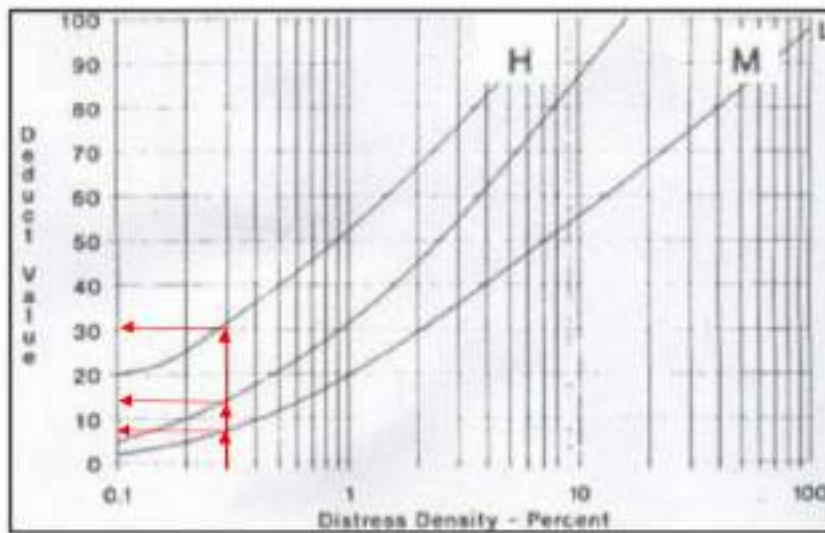


Nota: Elaboración de (ASTM, 2007)

Figura 13

Curva deducida de Bache o huecos

Baches



Nota: Elaboración de (ASTM, 2007)

Luego de determinar los valores deducidos a ² determinar el máximo valor deducido corregido, con los siguientes pasos.

- Considerando lo que describe el índice 2.2.2 Marco teórico, subíndice 2.2.2 Metodología PCI que se si ninguno o tan solo uno de los valores deducidos q mayor que 2 este empleara el valor deducido total en lugar del mayor valor deducido corregido. De lo contrario se prosigue con el siguiente paso.
- Se enumeran los valores deducidos en orden descendente. Siguiendo con el ejemplo de la UM1 se obtiene el orden en la Tabla 19.

Tabla 19

Valores deducidos ordenados de UM-01

VALOR DEDUCIDO
40.8
30.29
28.5
11
10.4
8.6

Nota: Elaboración Propia

- Determinar el número máximo admisible de valores deducidos, utilizando la ecuación (4) donde el HDV es 40.8 obteniendo como resultado un número máximo admisible de 6.4, tomándose todos los valores deducidos obtenidos, si los valores deducidos mayores que 2 fuera mayor que 6.4 se deduce el número a, valga la redundancia 6.4 incluyendo su parte fraccionaria.

Tabla 20. Número máximo de valores deducidos

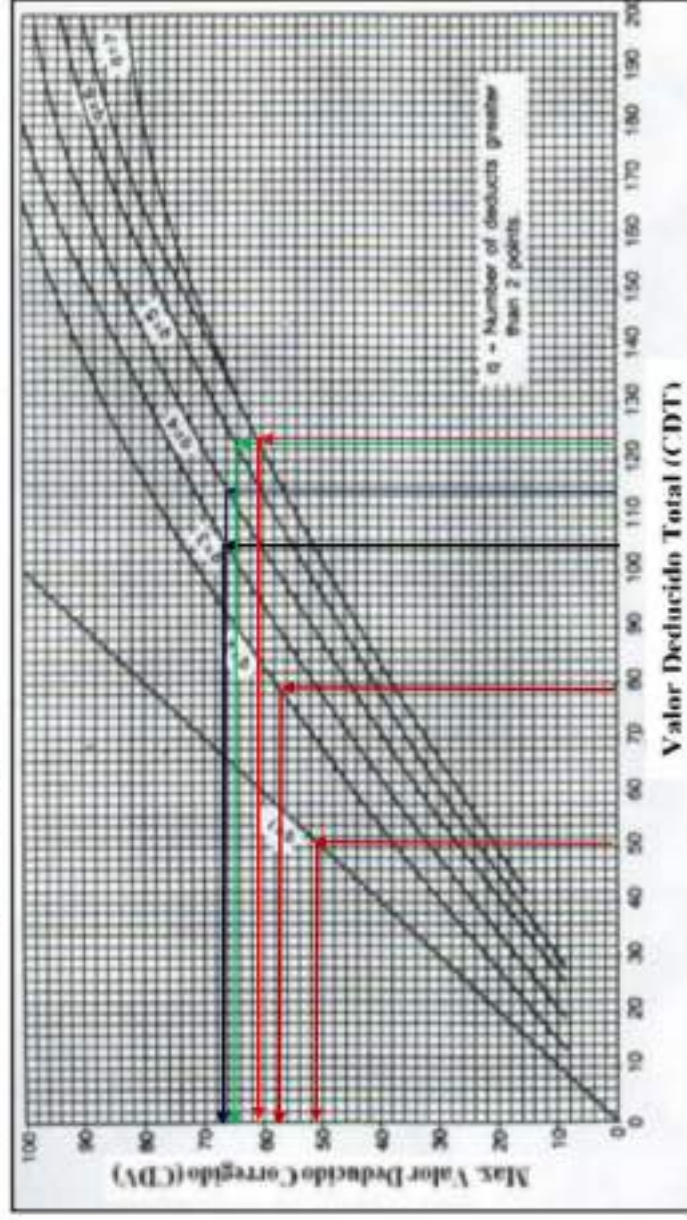
Número máximo de valores deducidos UM-01

Numero de valores deducidos >2 (q)	6
Valor deducido más alto (HYDI)	40.8
Número máximo de valores deducidos (Mi)	6.4

Nota: Elaboración propia

- Luego determinamos los valores deducidos totales (VDT) sumando todos los valores deducidos individuales, como se visualiza en la Tabla 22.
- Obtenido los valores de q y los valores deducidos totales se ingresan a la curva de corrección (Figura 14), y determinar así los valores deducidos corregidos.
- El valor máximo corregido VRC es el mayor de todos los valores deducidos corregidos, en este caso es 66.5 como se visualiza en la tabla Tabla 22

Figura 14
 Curva de valores deducidos corregidos UIM-01



Nota: Elaboración de (ASTM, 2007)

Finalmente determinamos el PCI de unidad de muestra UM-1 utilizando la formula (5), obteniendo como un resultado un PCI de 33.5 con un grado de condición malo.

3.5.1.4.3.1 Sección 1

Unidad de muestra Pk 0+000-0+030

La unidad de muestra Pk 0+000-0+030 tiene un área de 258 m² el área de la muestra es constante en toda el área, es parte de la sección 1.

Esta unidad de muestra presenta tres fallas observables las cuales son: parcheo que se encuentra en nivel de severidad medio, huecos que tiene tres especímenes observados de los cuales se encuentran con nivel de severidad baja, media y alta y por último tenemos el desprendimiento de agregados falla observable con dos niveles de severidad medio y alto.

La falla desprendimiento de agregado a pesar de ser una falla funcional cuenta con una densidad de 9.3% como se observa en la Tabla 22, teniendo una significancia importante para la evaluación del PCI en esta unidad de muestra.

La falla huecos en el área de la unidad de muestra, siendo esta una falla estructural y afecta a la comodidad de transitabilidad de los usuarios de la red vial.

La falla parches se encontró en las parte inferior y superior de la unidad de muestra y tiene un impacto medio en el área de la unidad de muestra, pero cabe señalar que este tipo de falla es producto de una intervención estructural del pavimento, se ha colocado un nuevo material y por ende presenta menos capacidad estructural por tal motivo los parches son un punto débil de la estructura del pavimento flexible.

Para esta unidad de muestra como se aprecia en la Tabla 22 se determinaron 6 valores deducidos los cuales fueron: 40.8,30.29,28.5,11,10.4 y 8.6 y siguiendo con el procedimiento del método del PCI se determinó el máximo valor deducido 66.5, obteniendo un índice de condición del pavimento para esta unidad de muestra de 33.5 que nos demarca una condición del pavimento, malo.

Tabla 21.

Hoja de registro de unidad de muestra sección n°1 PK 0+000-0+030 Av. Perú

PCT- AVENIDA CON PAVIMENTO ASFÁLTICO

PROYECTO: AVENIDA PERU(0+000-2+200)
 NOMBRE DE LA VIA: AVENIDA PERU(0+000-2+200)
 PROGRESIVA INICIAL (KM): 0+00000
 PROGRESIVA FINAL (KM): 0+00000
 ANCHO DE LA VIA (m): 8.60 m
 AREA DE LA UNIDAD(0m2): 28.00 m2



	TIPO DE FALLA	
1. Fritado cociente	6	11. Fricción
2. Escarros	7	12. Rotura de agregado
3. Apilamiento de hojales	8	13. Baches
4. Abundancia y hacinamiento	9	14. Cracks de Vía Fria
5. Corrosión	10	15. Mascleramiento
		16. Desplazamiento
		17. Grietas perimetrales
		18. Desplazamiento de agregado

DAÑO	SEVERIDAD	UNIDAD	UBICACIÓN			ÁREA LONGITUDINAL		CANTIDADES		TOTAL
			X(m)	Y(m)	Z(m)	L (m)	A (m)	f(m)	PARCIALES	
A	11	M	0	8.12	30	0.6		18		18
B	16	H	0	0.7	30	0.8		24		24
C	16	M	0	4.3	30	0.3		9		9
D	13	L	15.0	6.2			1	1		1
E	13	H	0	7.4			1	1		1
F	15	M	27.4	8.36			1	1		1

Nota: Elaboración propia

Tabla 22.
Cálculo de valores deducidos corregidos

N°	Valores Deducidos						VDT	q	VDC
1	40.8	30.29	28.5	11	10.4	8.6	124.43	6	61
2	40.8	30.29	28.5	11	10.4	2	122.99	5	65
3	40.8	30.29	28.5	11	2	2	114.59	4	66.3
4	40.8	30.29	28.5	2	2	2	105.59	3	66.5
5	40.8	30.29	2	2	2	2	79.09	2	57
6	40.8	2	2	2	2	2	50.8	1	50.8

Nota: Elaboración propia

Máximo VDC: 66.5

PCI: 33.5

Condición del Estado del Pavimento: **Malo**

Unidad de muestra PK 0+180-0+200

La unidad de muestra Pk 0+180-0+030 tiene un área de 258.60 m² el área de la muestra es constante en todo el tramo, es parte de la sección 1.

Esta unidad de muestra presenta tres fallas observables las cuales son: parcheo que se encuentra en nivel de severidad medio, huecos que tiene dos fallas observadas de los cuales se encuentran con nivel de severidad media y alta y por último tenemos el desprendimiento de agregados falla observable con un nivel de severidad medio.

La falla huecos tienen un alto impacto en el área de la unidad de muestra, teniendo una falla de severidad alta con una densidad de 1.93%, siendo esta una falla estructural y que afecta a la transitabilidad de los usuarios de la red vial.

La falla parches se encontró en las parte inferior y superior de la unidad de muestra y tiene un impacto medio en el área de la unidad de muestra, esta falla tiene un porcentaje significativo de 15 m² de afección, esto representa un 5.8% del total del área de la muestra.

Para esta unidad de muestra como se aprecia en la Tabla 24 se determinaron 4 valores deducidos los cuales fueron: 23,20,67 y 13 y siguiendo con el procedimiento del método del PCI se determinó el máximo valor deducido corregido 72.4, obteniendo un índice de condición del pavimento para esta unidad de muestra de 27.6 que nos demarca una condición del pavimento, malo.

Tabla 23.

Hoja de registro de unidad de muestra sección n°1 PK 0+160-0+210 Av. Perú

PCI - AVENIDA CON PAVIMENTO ASFÁLTICO

PROYECTO : AVENIDA PERU 0+00-3+210
 NOMBRE DE LA VÍA : AVENIDA PERU 0+00-3+210
 PROGRESIVA INICIAL (KM) : 0-160.00
 PROGRESIVA FINAL (KM) : 0-210.00
 ANCHO DE LA VÍA (m) : 6.62 m
 AREA DE LA UNIDAD (m2) : 258.60 m²

TRAMO : UNICO
 SECCION : N°1
 LOTE : 0+160.00 AL 0+210.00
 EJECUTOR : CARLOS GONZALES
 FECHA : 3/06/2024



		TIPO DE FALLA	
1	Pedak accesible	6	Depresión
2	Traslapos	7	Grasa de florido
3	Resquebrajamiento en bloques	8	Grasa de reflexión de agua
4	Abundamiento y Hinchamientos	9	Desnivel en el firme
5	Corrosión	10	Distorsión, Lapachados y Infiltraciones
6		11	Polvo
		12	Pulverización apropiada
		13	Huecos
		14	Unión de Vía Perfora
		15	Abrastamiento
		16	Desplazamiento
		17	Grasa parafílica
		18	Desplazamiento de agregado

DAÑO	SEVERIDAD	UNIDAD	UBICACIÓN		AREA LONGITUDINAL		CANTIDADES PARCIALES	TOTAL
			X (m)	Y (m)	L (m)	A (m)		
A	11	M	20	0.75	20	0.75	13	13
B	13	M	15	5.2			1	1
C	13	H	17	4			1	1
D	13	H	22	4			1	1
E	13	H	30	2.2			1	1
F	13	H	30	7.6			1	1
G	13	H	26	1.2			1	1
H	18	M	28.2	1.5	4.2	0.5	1	4.1

Nota: Elaboración propia.

Tabla 24.
Cálculo de valores deducidos corregidos

N°	Valores Deducidos				VDI	q	VDC
1	67	23	20	13	123	4	70.8
2	67	23	20	2	112	3	70
3	67	23	2	2	94	2	67
4	67	2	2	2	73	1	72.4

Nota: Elaboración propia

Máximo VDC: 72.4

PCI: 27.6

Condición del Estado del Pavimento: **Malo**

Unidad de muestra PK 0+210-0+240

La unidad de muestra Pk 0+210-0+240 tiene un área de 300 m² el área de la muestra es constante en todo el tramo y es parte de la sección 1.

Esta unidad de muestra presenta cuatro fallas observables las cuales son: grieta de borde con nivel de severidad alto, parcheo que se encuentra en nivel de severidad medio, huecos que tiene dos fallas observadas de los cuales se encuentran con nivel de severidad alta y por último tenemos el desprendimiento de agregados falla observable con un nivel de severidad medio.

La falla huecos se observa con un nivel de severidad alto, en esta unidad de muestra se ha entrado dos de ellos con una densidad de 0.67%, sin significancia en comparación a la presentada por el desprendimiento de agregados de 5.87% pero teniendo menor afectación que esta, ya que es una falla funcional.

La falla parches se encontró en las parte inferior y superior de la unidad de muestra y tiene un impacto medio en el área de la unidad de muestra, esta falla tiene un porcentaje significativo de 13.5 m² de afección, esto representa un 4.5% del total del área de la muestra.

Para esta unidad de muestra como se aprecia en la Tabla 26 se determinaron 4 valores deducidos los cuales fueron: 8.8, 20, 45.5 y 14 y siguiendo con el procedimiento del método del PCI se determinó el máximo valor deducido corregido 52, obteniendo un índice de condición del pavimento para esta unidad de muestra de 48 que nos demarca una condición del pavimento, regular.

Tabla 25.

Hoja de registro de unidad de muestra sección n°1 PK 0+210-0+240 Av. Perú

PCI 01 - AVENIDA CON PAVIMENTO ASFALTICO

PROYECTO : AVENIDA PERU (0+00-2+210)
 NOMBRE DE LA VIA : AVENIDA PERU (0+00-2+210)
 PROGRESIVA INICIAL (KMS) : 0+210.00
 PROGRESIVA FINAL (KMS) : 0+240.00
 ANCHO DE LA VIA (m) : 31.00 m
 AREA DE LA UNIDAD (m²) : 1,300.00 m²

TRAMO : UNICO
 SECCION : N°1
 U.M. : 0+210.00 AL 0+240.00
 EDUCADOR : CARLOS GONZALEZ
 FECHA : 30/03/2024



5

TIPO DE FALLA

Código	Descripción	Cantidad	Unidad
1	Perfil cedeado	6	Deposito
2	Escalación	7	Casco de Rueda
3	Ampollas en borde	8	Casca de refuerzo de juntas
4	Abundancia y Hombros	9	Densidad combobornas
5	Corregidos	10	Obras Longitudinales y Transversales
		11	Abastecimiento
		12	Podados de arboles
		13	Iluminación
		14	Casco de Via Perros
		15	Desplazamiento de arboles
		16	Desplazamiento de cascos paracaidas
		17	Expendimiento de agua
		18	Expendimiento de electricidad

DAÑO	REVERSIÓN	UNIDAD	UBICACIÓN	ÁREA LONGITUDINAL		CANTIDADES PARCELES		TOTAL
				X (m)	Y (m)	Unid	Parcelas	
A	7	14	M	20	0.02	1.4	1	1.4
B	11	M	MZ	30	9.97	30	0.43	1
C	13	14	UNED	20	0.62	1	1	0.5
D	13	14	UNED	17	0.42	1	1	1
E	19	M	MZ	28.2	0.12	17.6	1	17.6

Nota: Elaboración propia

Tabla 26.*Cálculo de valores deducidos corregidos*

N°	Valores Deducidos			VDT	q	VDC	
1	45.5	20	14	8	87.5	4	50
2	45.5	20	14	2	81.5	3	51.9
3	45.5	20	2	2	69.5	2	51
4	45.5	2	2	2	51.5	1	52

Nota: Elaboración propia

Máximo VDC: 52

PCI: 48

Condición del Estado del Pavimento: **Regular****Unidad de muestra PK 0+420-0+450**

La unidad de muestra Pk 0+420-0+450 tiene un área de 312.60 m² el área de la muestra es constante en todo el tramo y es parte de la sección 1.

Esta unidad de muestra presenta cuatro fallas observables las cuales son: grieta de borde con nivel de severidad medio, parcheo que se encuentra en nivel de severidad medio, huecos que tiene dos fallas observadas de los cuales se encuentran con nivel de severidad medio y por último tenemos el desprendimiento de agregados falla observable con un nivel de severidad bajo, medio y alto.

La falla huecos se observa con un nivel de severidad alto, tiene un porcentaje de densidad de 0.32%, y es una falla influyente ya que estructural.

La falla parches se encontró en las parte inferior y superior de la unidad de muestra y tiene un impacto medio en el área de la unidad de muestra, esta falla muestra una reducción en la capacidad estructural al ser una porción del pavimento que se ha sido removido y cambiado.

Para esta unidad de muestra como se aprecia en la Tabla 28 se determinaron 6 valores deducidos los cuales fueron: 12,18.8,34,5,17.9 y 19.8 y siguiendo con el procedimiento del método del PCI se determinó el máximo valor deducido corregido 54.1, obteniendo un índice de condición del pavimento para esta unidad de muestra de 45.9 que nos demarca una condición del pavimento, regular.

Tabla 27.

Hoja de registro de unidad de muestra sección n°1 PK 0+420-0+450 Av. Perú

PCI - AVENIDA CON PAVIMENTO ASFALTICO

PROYECTO : AVENIDA PERU 0+000-2+210
 NOMBRE DE LA VIA : AVENIDA PERU 0+000-2+210
 PROGRESIVA INICIAL (KM) : 0+420.00
 PROGRESIVA FINAL (KM) : 0+450.00
 ANCHO DE LA VIA (m) : 30.00
 AREA DE LA UNIDAD (m²) : 117.00 m²

TRAMO : UNK03
 SECCION : N°1
 UM : 0+420.00 AL 0+450.00
 PROYECTO : CARELOS GONZALEZ
 FECHA : 2009/2/24



N°	Tipo de Unidad	TIPO DE FALLA		Cantidades
		1	2	
1	Depositos	0	0	0
2	Exposición	0	0	0
3	Agrandamiento de huecos	0	0	0
4	Absorbenza y Hinchamiento	0	0	0
5	Comunicación	0	0	0
6	Depositos	0	0	0
7	Chapas de Bordo	0	0	0
8	Grava de refuerzo de juntas	0	0	0
9	Desnivel y arboladura	0	0	0
10	Gravas Longitudinales y Transversales	0	0	0
11	Paros	0	0	0
12	Pavimento de agregado	0	0	0
13	Huacos	0	0	0
14	Craqueo de Vía Base	0	0	0
15	Abrasturamiento	0	0	0
16	Desplazamiento	0	0	0
17	Chapas de Bordo	0	0	0
18	Desplazamiento de juntas	0	0	0

BAND	SEVERIDAD	UNIDAD	UBICACION		AREA LONGITUDINAL		CANTIDADES PARCIALES		TOTAL
			X (m)	Y (m)	L (m)	A (m)	Unid	Unid	
A	1	M	0	0.55	30	3	0	0	10
B	11	M	0	0.55	30	0.25	0	0	04
C	15	H	22.4	3.7			1	1	1
D	30	L	25	3.7	7.8	3.2		24.32	24.32
E	30	M	3.3	1.5	7	3.4		23.8	23.8
F	30	H	9.3	1.5	3	3.4		44.2	44.2

Nota: Elaboración propia

Tabla 28.
Cálculo de valores deducidos corregidos

N°	Valores Deducidos				VDI		q	VDC	
1	34	19.8	18.8	17.9	12	5	107.5	6	52
2	34	19.8	18.8	17.9	12	2	104.5	5	54
3	34	19.8	18.8	17.9	2	2	94.5	4	54.1
4	34	19.8	18.8	2	2	2	78.6	3	50
5	34	19.8	2	2	2	2	61.8	2	46
6	34	2	2	2	2	2	44	1	44

Nota: Elaboración propia

Máximo VDC: 54.1

PCI: 45.9

Condición del Estado del Pavimento: **Regular**

Unidad de muestra PK 0+600-0+630

La unidad de muestra Pk 0+600-0+630 tiene un área de 300 m² el área de la muestra es constante en todo el tramo y es parte de la sección 1.

Esta unidad de muestra presenta tres fallas observables las cuales son: parcheo que se encuentra en nivel de severidad bajo y medio, huecos que tiene dos fallas observadas de los cuales se encuentran con nivel de severidad medio y alto por último tenemos el desprendimiento de agregados falla observable con un nivel de severidad bajo, medio y alto.

La falla huecos se observa con un nivel de severidad alto, tiene un porcentaje de densidad de 0.67%, y es una falla influyente ya que es una falla estructural.

La falla parches se encontró en las parte inferior y superior de la unidad de muestra y tiene un impacto medio en el área de la unidad de muestra, esta falla muestra una reducción en la capacidad estructural al ser una porción del pavimento que se ha sido removido y cambiado.

La falla desprendimiento de agregados está representando un 90.83% de la densidad de la muestra con grado de severidad alto y también está siendo una falla influyente en esta unidad de muestra.

Para esta unidad de muestra como se aprecia en la Tabla 30 se determinaron 5 valores deducidos los cuales fueron: 58,48,42,18.5 y 15.3 siguiendo con el procedimiento del método del PCI se determinó el máximo valor deducido corregido 96, obteniendo un índice de condición del pavimento para esta unidad de muestra de 4 que nos demarca una condición del pavimento, fallado.

Tabla 29.

Hoja de registro de unidad de muestra sección n°1 PK 0+600-0+630 Av. Perú

PCI - AVENIDA CON PAVIMENTO ASFÁLTICO

PROYECTO : AVENIDA PERÚ 0+600-2+210
 NOMBRE DE LA VÍA : AVENIDA PERÚ 0+600-2+210
 PROGRESIVA INICIAL (KM) : 0+600.00
 PROGRESIVA FINAL (KM) : 0+630.00
 ANCHO DE LA VÍA (m) : 11.00 m
 AREA DE LA UNIDAD (m²) : 30.00 m²

TRAMO : USUO
 SECCION : 01
 LMA : 6+00.00 AL 6+00.00
 ESCRITOR : CARLOS GONZALES
 FECHA : 2002/01

TIPO DE FALLA		30.00
1. Fend de verticalidad	11. Posición	09
2. Escoriñón	12. Pavimento de agregados	17
3. Agrietamiento en bloque	13. Base	00
4. Abundancia y Hordaduras	14. Cero de Via Normal	
5. Corrosión	15. Abundancia	

DAÑO	SEVERIDAD	UNIDAD	UBICACIÓN			ÁREA LONGITUDINAL			CANTIDADES PARCIALES		TOTAL
			X (m)	Y (m)	Z (m)	L (m)	A (m)	Und	F	C	
A	10	L	2.1	0.5	4.2	6.4		1.00		1.00	
B	10	M	5	0.5	25	6.4		40		40	
C	10	H	9	0.5			1	1		1	
D	10	M	9.5	1.5			1	1		1	
E	10	H	9.6	30.5			1	1		1	
F	10	L	0	4.25	30	1.5		25.5		25.5	
G	10	M	0	2.15	25	3		105		105	
H	10	M	30	2.15	15	6.5		97.5		97.5	
I	10	H	25	2.15	30	3		10		10	

Nota: Elaboración propia

Tabla 30.
Cálculo de valores deducidos corregidos

N°	Valores Deducidos					VDT	q	VDC
1	58	48	42	18,5	15,3	181,8	5	89
2	58	48	42	18,5	2	168,5	4	96
3	58	48	42	2	2	152	3	90
4	58	48	2	2	2	112	2	77,5
5	58	2	2	2	2	66	1	66

Nota: Elaboración propia

Máximo VDC: 96

PCI: 4

Condición del Estado del Pavimento: **Fallado**

Unidad de muestra PK 0+630-0+660

La unidad de muestra Pk 0+630-0+660 tiene un área de 300 m² el área de la muestra es constante en todo el tramo y es parte de la sección 1.

Esta unidad de muestra presenta dos fallas observables las cuales son: huecos se encuentran con nivel de severidad medio y por último tenemos el desprendimiento de agregados falla observable con un nivel de severidad medio y alto.

La falla huecos se observa con un nivel de severidad alto, tiene un porcentaje de densidad de 0.67%, y es una falla influyente ya que es una falla estructural.

La falla desprendimiento de agregados está abarcando porcentajes representativos e influyentes en el área total de la muestra, abarcando un 46,93% en severidad media y un 40% en severidad alta, convirtiéndose en una falla representativa para esta unidad de muestra.

Para esta unidad de muestra como se aprecia en la Tabla 32 se determinaron valores deducidos los cuales fueron: 18,35 y 69; y siguiendo con el procedimiento del método del PCI se determinó el máximo valor deducido corregido 76, obteniendo un índice de condición del pavimento para esta unidad de muestra de 24 que nos demarca una condición del pavimento, muy malo.

Tabla 31.

Hoja de registro de unidad de muestra sección n°1 PK 0+630-0+660 Av. Perú

PUJ - AVENIDA CON PAVIMENTO ASE ALTRICO

PROYECTO : AVENIDA PERU 0+600-2+210
 NOMBRE DE LA VÍA : AVENIDA PERU 0+600-2+210
 PROGRESIVA INICIAL (KM) : 0+630.00
 PROGRESIVA FINAL (KM) : 0+660.00
 ANCHO DE LA VÍA (M) : 11.00m
 AREA DE LA UNIDAD (m2) : 36.00m2

ESQUEMA:
 11.00
 30.00

TRAMO : UNICO
 SECCION : N°1
 EM : 04/02/08 AL : 04/02/08
 DIRECTOR : CARLOS GONZALEZ
 FECHA : 30/02/08

TIPO DE FALLA

N°	Descripción	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Falda oculta															
2	Empedrado															
3	Agrietamiento a bloques															
4	Abundancia y Hordelización															
5	Corrupción															

DAÑO	SEVERIDAD	UNIDAD	UBICACION		AREALONGITUDINAL		CANTIDADES PARCIALES	TOTAL
			X (m)	Y (m)	L (m)	A (m)		
A	U	H	7.3	4.5			1	
B	H	M	7.3	1.4	2.8	6	8.3	14.8
C	H	M	20	6.2	20	6.2	124	124
D	H	M	10	2	20	4	128	128

Nota: Elaboración propia

Tabla 32.
Cálculo de valores deductivos corregidos

Nº	Valores Deducidos			VDI	q	VDC
1	69	35	18	122	3	76
2	69	35	2	106	2	74
3	69	2	2	73	1	72

Nota: Elaboración propia

Máximo VDC: 76

PCI: 24

Condición del Estado del Pavimento: **Muy malo**

Unidad de muestra PK 0+810-0+840

La unidad de muestra Pk 0+810-0+840 tiene un área de 300 m², un ancho de vía de 10m, el área de la muestra es constante en toda la unidad de muestra y es parte de la sección 1.

Esta unidad de muestra presenta dos fallas observables las cuales son: parcheo se encuentran con nivel de severidad medio y por último tenemos el desprendimiento de agregados falla observable con un nivel de severidad bajo y medio.

La falla más influyente son los parches que representan el 3% del total de la unidad de muestra, además este tipo de falla es perteneciente al grupo de falla estructurales incidiendo significativamente en esta unidad de muestra.

La falla desprendimiento de agregados, medible en m² y perteneciente al grupo de fallas funciones, representan un 3.67% y 0.32% del total de área de muestra.

Para esta unidad de muestra como se aprecia en la Tabla 34 se determinaron valores deductivos los cuales fueron: 55,3 y 7; y siguiendo con el procedimiento del método del PCI se determinó el máximo valor deductivo corregido 59, obteniendo un índice de condición del pavimento para esta unidad de muestra de 41 que nos demarca una condición del pavimento, Regular.

Tabla 33.

Hoja de registro de unidad de muestra sección n°1 PK 0+810-0+840 Av. Perú

PCI - AVENIDA CON PAVIMENTO ASFÁLTICO

PROYECTO : AVENIDA PERU 0+810-0+840
 NOMBRE DE LA VIA : AVENIDA PERU 0+810-0+840
 PROGRESIVA INICIAL (KM) : 0+810.00
 PROGRESIVA FINAL (KM) : 0+840.00
 ANCHO DE LA VIA (m) : 16.00 m
 AREA DE LA UNIDAD (m²) : 300.00 m²

TRAMO : UNICO
 SECCION : N°1
 UTM : 0+810.00 AL 0+840.00
 EJECUTOR : CARLOS DONZALES
 FECHA : 20/02/2014



N°	Descripción	TIPO DE FALLA		CANTIDAD	Unidad
		1	2		
1	Falda asociada	0	0	0	
2	Exposición	7	0	7	Deplazamiento
3	Apretamiento en bloque	4	0	4	Centro parabolico
4	Ablandamiento y Desacostamiento	9	0	9	Dispersión de arena y grava
5	Corrugación	0	0	0	Craqueo de Vía Transversal
					Ampliación

DAÑO	SEVERIDAD	UNIDAD	UBICACIÓN		AREA LONGITUDINAL		CANTIDADES PARCIALES		TOTAL
			X (m)	Y (m)	L (m)	A (m)	Unid.	Parciales	
A	11	M	0.2	0.5	0.25	0.13	0	0	
B	10	L	0.2	0.8	0.4	0.11	11	11	
C	10	M	0.2	21.5	0.2	0.6	11.86	11.86	11.86

Nota: Elaboración propia

Tabla 34.

Cálculos de valores deducidos corregidos

Nº	Valores Deducidos			VDT	q	VDC
1	55	7	3	65	3	41
2	55	7	2	64	2	46
3	55	2	2	59	1	59

Nota: Elaboración propia

Máximo VDC: 59

PCI: 41

Condición del Estado del Pavimento: **Regular**

Unidad de muestra PK 1+020-1+050

La unidad de muestra Pk 1+020-1+050 tiene un área de 300 m², un ancho de vía de 10m, el área de la muestra es constante en toda la unidad de muestra y es parte de la sección 1.

Esta unidad de muestra presenta tres fallas observables las cuales son: parcheo se encuentran con nivel de severidad medio, ahuellamiento con un nivel de severidad bajo y por último tenemos el desprendimiento de agregados falla observable con un nivel de severidad medio.

La falla más influyente es el ahuellamiento con un nivel de severidad bajo, pero al ser una falla estructural representa una falla significativa que afecta al paquete estructural en esta unidad de muestra

La falla desprendimiento de agregados, medible en m² y perteneciente al grupo de fallas funciones, representan un 34.67%% del total de área de muestra, área representativa en la unidad de muestra.

Para esta unidad de muestra como se aprecia en la Tabla 36 se determinaron valores deducidos los cuales fueron: 27,53 y 30; y siguiendo con el procedimiento del método del PCI se determinó el máximo valor deducido corregido 69, obteniendo un índice de condición del pavimento para esta unidad de muestra de 31 que nos demarca una condición del pavimento, Malo.

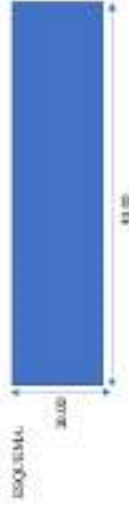
Tabla 35.

Hoja de registro de unidad de muestra sección n°1 PK 1+020-1+050 Av. Perú

PCT - AVENIDA CON PAVIMENTO ASFÁLTICO

PROYECTO : AVENIDA PERÚ (6+00)-2+200
 NOMBRE DE LA VÍA : AVENIDA PERÚ (6+00)-2+200
 PROGRESIVA INICIAL (KM) : 1+020.00
 PROGRESIVA FINAL (KM) : 1+050.00
 ANCHO DE LA VÍA (M) : 30.00
 ÁREA DE LA UNIDAD (m²) : 30.00 m²

TRAMO : UNICO
 SECCIÓN : N°1
 UM : 1+020.00 AL 1+050.00
 EFECTUO : CARLOS GONZÁLES
 FECHA : 2002/04



N°	DESCRIPCIÓN	VOLUMEN DE PAVIMENTO		UNIDAD
		11	12	
1	Preparación	11	12	Desplazamiento
2	Excavación	12	13	Grava para base
3	Aplicación de topes	13	14	Desplazamiento de topes
4	Absorciones y drenajes	14	15	
5	Compactación	15	16	

DASO	SEVERIDAD	UNIDAD	UBICACIÓN		ÁREA LONGITUDINAL		CANTIDADES PARCIALES		TOTAL
			X (M)	Y (M)	L (M)	A (M ²)	V (M ³)	P (M ³)	
A	11	L	14	0.7	30	0.3		0	0
B	11	M2	15	10	30	0.25	0.5	0.5	0.5
C	11	L	15	2.8	4.8	0.17	1.62	1.62	1.62
D	15	L	19.6	3.7	3.5	0.1	-0.35	-0.35	-0.35
E	10	L	11	8.2	20	3.40	69	69	69
F	10	L	11	20	20	1.75	35	35	35

Nota: Elaboración propia

Tabla 36.
Cálculo de valores deducidos corregidos

Nº	Valores Deducidos			VDI'	q	VDC
1	53	30	27	110	3	69
2	53	30	2	85	2	62
3	53	2	2	57	1	58

Nota: Elaboración propia

Máximo VDC: 69

PCI: 31

Condición del Estado del Pavimento: **Malo**

Unidad de muestra PK 1+200-1+230

La unidad de muestra Pk 1+200-1+230 tiene un área de 300 m², un ancho de vía de 10m, el área de la muestra es constante en toda la unidad de muestra y es parte de la sección 1.

Esta unidad de muestra presenta tres fallas observables las cuales son: parcheo se encuentran con nivel de severidad medio, huecos con un nivel de severidad bajo y por último tenemos el desprendimiento de agregados falla observable con un nivel de severidad medio.

La falla más influyente es el desprendimiento de agregados con un nivel de severidad medio, a pesar de ser una falla funcional en esta unida de muestra es significativa ya que representa un 72% de la densidad de la unidad de muestra.

Además, se puede apreciar las fallas estructurales como parches que se encuentran en la parte superior e inferior de la unidad de muestras, también se aprecia la falla huecos con porcentaje de densidad de 0.33%.

Para esta unidad de muestra como se aprecia en la Tabla 38 se determinaron valores deducidos los cuales fueron: 26,9 y 41; y siguiendo con el procedimiento del método del PCI se determinó el máximo valor deducido corregido 51, obteniendo un índice de condición del pavimento para esta unidad de muestra de 49 que nos demarca una condición del pavimento, Regular.

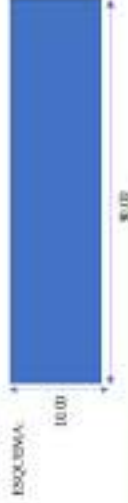
Tabla 37.

Hoja de registro de unidad de muestra sección n°1 PK 1+200-1+230 Av. Perú

PCI - AVENIDA CON PAVIMENTO ASFÁLTICO

PROYECTO : AVISERÍA PERÚ (04001-24208)
 NOMBRE DE LA VÍA : AVISERÍA PERÚ (04001-24208)
 PROGRESIVA INICIAL (KM) : 1+200.00
 PROGRESIVA FINAL (KM) : 1+230.00
 ANCHO DE LA VÍA (M) : 30.00 m
 ÁREA DE LA UNIDAD (m²) : 30.00 m²

TRAMO: UNICU
 SECCIÓN: N1
 LÍM: 1-200-00 AL: 1-230-00
 EJECUTOR: CARLOS GONZÁLEZ
 FECHA: 2007/204



N°	Tipo de Falla	TIPO DE FALLA	
		11	12
1	Pérdida de espesor	0	0
2	Exposición	7	0
3	Agrietamiento en bloque	0	0
4	Abundancias y transformaciones	0	0
5	Corrosión	0	0
6	Desplazamiento	18	0
7	Graja por defecto	17	0
8	Depositos de agua	0	0
9	Depositos de arena	0	0
10	Depositos de lodo y barro	0	0
11	Depositos de otros materiales	0	0
12	Depositos de otros materiales	0	0
13	Depositos de otros materiales	0	0
14	Depositos de otros materiales	0	0
15	Depositos de otros materiales	0	0
16	Depositos de otros materiales	0	0
17	Depositos de otros materiales	0	0
18	Depositos de otros materiales	0	0

DAÑO	SEVERIDAD	UNIDAD	UBICACIÓN		ÁREA LINGÜESTRUCURAL		CANTIDADES		TOTAL
			X (m)	Y (m)	L (m ²)	A (m ²)	UND	PARCIALES	
A	II	L	35	0.5	30	0.3	0	0	0
B	II	L	35	0.5	30	0.4	12	12	12
C	II	M	6.25	4.35	30	4.1	1	1	1
D	II	L	35	4.05	30	4.1	123	123	123
E	II	L	35	6.4	30	3.3	03	03	03

Nota: Elaboración propia

Tabla 38.
Cálculo de valores deducidos corregidos

Nº	Valores Deducidos			VDI	q	VDC
1	41	26	9	76	3	50
2	41	26	2	69	2	51
3	41	2	2	45	1	44

Nota: Elaboración propia

Máximo VDC: 51

PCI: 49

Condición del Estado del Pavimento: **Regular**

3.5.1.4.3.2 Sección 2

Unidad de muestra PK 1+420-1+450

La unidad de muestra Pk 1+420-1+450 tiene un área de 300 m², un ancho de vía de 10m, el área de la muestra es constante en toda la unidad de muestra y es parte de la sección 2.

Esta unidad de muestra presenta dos fallas observables las cuales son: parcheo se encuentran con nivel de severidad bajo y por último tenemos el desprendimiento de agregados falla observable con un nivel de severidad bajo.

La falla más influyente es el parcheo con un nivel de severidad bajo, siendo esta una falla estructural afecta al paquete estructural y en alguna medida la servicialidad de la vía.

Además, se puede apreciar la falla desprendimiento de agregados con un porcentaje de densidad considerado, aunque esta presenta severidad en niveles bajos.

Para esta ² unidad de muestra como se aprecia en la Tabla 40 se determinaron valores deducidos los cuales fueron: 15 y 9; y siguiendo con el procedimiento del método del PCI se determinó el máximo valor deducido corregido 20, obteniendo un ⁸ índice de condición del pavimento para esta unidad de muestra de 80 que nos demarca una condición del pavimento, Muy bueno.

Tabla 39.

Hoja de registro de unidad de muestra sección n°2 PK 1+420-1+450 Av. Perú

PCI - AVENIDA CON PAVIMENTO ASFÁLTICO

PROYECTO: AVENIDA PERÚ 0+000-2+200
 NOMBRE DE LA VÍA: AVENIDA PERÚ 0+000-2+200
 PROGRESIVA INICIAL (KM): 1+420.00
 PROGRESIVA FINAL (KM): 1+450.00
 ANCHO DE LA VÍA (m): 30.00 m
 ÁREA DE LA UNIDAD (m²): 3000.00 m²

TRABAJO: ÚNICO
 SECCIÓN: N°1
 UM: 1+420.00 AL 1+450.00
 DIRECTOR: CARLOS GONZÁLES
 FECHA: 30/03/2014



N°	DESCRIPCIÓN	TIPO DE FALLA	CANTIDADES	
			Un	m ²
1	Pedregosidad	6	Depositos	36
2	Empalmes	7	Grutas de Bordo	49
3	Agrietamiento vertical	8	Grutas de refectorio de juntas	56
4	Abundancia y distribución	9	Excesos de cantebordes	54
5	Carapagueño	10	Grutas Longitudinales Transversales	60
			Desplazamiento	36
			Grutas parciales	49
			Desplazamiento de apoyos	54

DATO	SEVERIDAD	UNIDAD	UBICACIÓN		ÁREA LONGITUDINAL		CANTIDADES PARCIALES		TOTAL
			K (m)	X (m)	L (m)	A (m ²)	Un	m ²	
A	II	L	15	0.33	30	0.35	30.3	30.3	
B	III	L	15	4.65	30	3.17	31.1	31.1	
C	III	L	15	4.71	30	1.6	31.6	31.6	

Nota: Elaboración propia

Tabla 40.

Cálculo de valores deducidos corregidos

Nº	Valores Deducidos		VDT	q	VDC
1	15	9	24	2	16
2	15	2	17	1	20

Nota: Elaboración propia

Máximo VDC: 20

PCI: 80

Condición del Estado del Pavimento: **Muy bueno**

Unidad de muestra PK 1+600-1+630

La unidad de muestra Pk 1+600-1+630 tiene un área de 300 m², un ancho de vía de 10m, el área de la muestra es constante en toda la unidad de muestra y es parte de la sección 2.

Esta unidad de muestra presenta una falla observable la cual es desprendimiento de agregados falla observable con un nivel de severidad bajo y medio.

La falla influyente es desprendimiento de agregados, esta falla representa un 58% de la densidad total de la muestra y a pesar de ser una falla funcional está afectando a una parte significativa de la muestra con hasta niveles de severidad medios.

Para el nivel de severidad medio causado por la pérdida del ligante debido al endurecimiento del ligante asfáltico o también a lo pobre de la mezcla asfáltica, en este nivel de severidad se siente una superficie rugosa y hueca.

Para esta ¹unidad de muestra como se aprecia en la tabla Tabla 42 ²se determinaron valores deducidos los cuales fueron: 13 y 48 y siguiendo con el procedimiento del método del PCI se determinó el máximo valor deducido corregido 52, obteniendo un ³índice de condición del pavimento para esta ⁴unidad de muestra de 48 que nos ⁵demarca una ⁶condición del pavimento, Regular

Tabla 41.

Hoja de registro de unidad de muestra sección n°2 PK 1+600-1+630 Av. Perú

PCI - AVENIDA CON PAVIMENTO ASFALTICO

PROYECTO: AVENIDA PERU (0400-3210)
 NOMBRE DE LA VIA: AVENIDA PERU (0400-3210)
 PROGRESIVA INICIAL (KM): 1+600.00
 PROGRESIVA FINAL (KM): 1+630.00
 ANCHO DE LA VIA (m): 10.00
 AREA DE LA UNIDAD: 96.00 m²

TRAMO: UNICO
 SECCION: N°2
 UME: 3+000.00 AL
 EJECUTOR: CARLOS GONZALEZ
 FECHA: 20/02/20



TIPO DE FALLA

N°	Descripción	6	Deposito	11	Pavimento
1	Falla oculto	7	Gruta de base	12	Pavimento de agregado
2	Falla de superficie	8	Gruta de infiltración de agua	13	Huecos
3	Aplastamiento en agua	9	Desnivel constructivo	14	Cruce de Via Nueva
4	Abundancia y fluctuaciones	10	Grutas Longitudinales y Transversales	15	Abertura
5	Corrosión				

BASE	SEVERIDAD	UNIDAD	UBICACIÓN			AREA LONGITUDINAL		CANTIDADES		TOTAL
			X (m)	Y (m)	Z (m)	L (m)	A (m ²)	Unid	PARCIALES	
A	18	L	12	2.9	20	5.8		1.4		1.4
B	10	M	15	8.7	20	5.8		1.4		1.4

Nota: Elaboración propia

Tabla 42.

Cálculo de valores deducidos corregidos

Nº	Valores Deducidos		VDT	q	VDC
1	48	13	61	2	45
2	48	2	50	1	52

Nota: Elaboración propia

Máximo VDC: 52

PCI: 48

Condición del Estado del Pavimento: **Regular**

Unidad de muestra PK 1+810-1+840

La unidad de muestra Pk 1+810-1+840 tiene un área de 300 m², un ancho de vía de 10m, el área de la muestra es constante en toda la unidad de muestra y es parte de la sección 2.

Esta unidad de muestra presenta una falla observable la cual es parches falla observable con un nivel de severidad bajo.

La falla influyente es parches, esta falla representa un 82.75% de la densidad total de la muestra y al ser una falla estructural está afectando significativamente en la unidad de muestra.

La falla parches es producida cuando áreas del pavimento han sido removidas, en este caso y en esta zona para la instalación de tuberías de la red de desagüe, luego de ello se ha colocado un material nuevo y una nueva mezcla asfáltica, regularmente estas zonas presentaran menor capacidad estructural que las zonas originales, siendo puntos débiles del pavimento asfáltico.

Para esta ²unidad de muestra como se aprecia en la Tabla 44 se determinó el valor deducido, el cual fue 32 y siguiendo con el procedimiento del método del PCI se ⁸determinó el máximo valor deducido corregido 32, obteniendo un índice de ⁷condición del pavimento para esta unidad de muestra de 68 que nos demarca una condición del pavimento. Bueno

Tabla 43.

Hoja de registro de unidad de muestra sección n°2 PK 1+810-1+840 Av. Perú

PCI - AVENIDA CON PAVIMENTO ASFÁLTICO

PROYECTO : AVENIDA PERU 0+000-2+200
 NOMBRE DE LA VIA : AVENIDA PERU 0+000-2+200
 PROGRESIVA INICIAL (KM) : 0+000.00
 PROGRESIVA FINAL (KM) : 0+400.00
 ANCHO DE LA VIA (M) : 30.00
 AREA DE LA UNIDAD (M²) : 3016.42

TRAMO: UNDO
 SECCION: 02
 UIC: 14310 AL 1+84100
 RECTOR: CARLOS DONZALES
 FECHA: 30/01/24

ESQUEMA:



N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1	PCI de concreto	11	11.7
2	Gravilla	12	28.9
3	Aplicación de ligante	13	96
4	Asesoramiento/Tendencias	14	11.38
5	Ortoplasta	15	2.487
		16	5.905
		17	32.4
		18	41.7018

BAÑO	SEVERIDAD	UNIDAD	UBICACIÓN		ÁREA LONGITUDINAL		CANTIDADES PARCIALES		TOTAL
			X (m)	Y (m)	Long	Alto	Und	Parciales	
A	11	L	92	15	0.8	0.39	1	11.7	11.7
B	11	L	92	13	11.5	0.96	1	28.9	28.9
C	11	L	92	15	6	3.2	1	96	96
D	11	L	92	27.07	2.15	4.5	1	11.38	11.38
E	11	L	92	28	8.55	2.7	1	2.487	2.487
F	11	L	92	30	8.95	3.7	1	5.905	5.905
G	11	L	92	30	8.55	2.7	1	32.4	32.4
H	11	L	92	38	2.05	2.0	1	41.7018	41.7018

Nota: Elaboración propia

Tabla 44.

Cálculo de valores deducidos corregidos

Nº	Valores Deducidos	VDT	q	VDC
1	32	32	1	32

Nota: Elaboración propia

Máximo VDC: 32

PCI: 68

Condición del Estado del Pavimento: **Buena**

Unidad de muestra PK 1+990-2+020

La unidad de muestra Pk 1+990-2+020 tiene un área de 300 m², un ancho de vía de 10m, el área de la muestra es constante en toda la unidad de muestra y es parte de la sección 2.

Esta unidad de muestra presenta tres fallas observables las cuales son parches falla observable con un nivel de severidad medio, Huecos con nivel de severidad alto y desprendimiento de agregados con niveles de severidad bajo, medio y alto.

La falla desprendimiento de agregados presenta un 56% de la densidad total de la muestra y a pesar de ser una falla funcional, está impactando significativamente en el área total de la muestra.

La falla que menos afectan al pavimento son los huecos, que representa una pequeña porción del área a trabajar, pero se debe tener en cuenta los niveles de severidad que presenta, ya que esta es una falla estructural y que afecta de manera directa al paquete estructural de la vía y en este caso tiene un nivel de severidad alto.

Para esta ² unidad de muestra como se aprecia en la Tabla 46 se determinaron valores deducidos los cuales fueron: 38,33,16,15 y 3, siguiendo con el procedimiento del método del PCI se determinó el máximo valor deducido corregido ⁸ 59.8, obteniendo un ⁷ índice de condición del pavimento para esta unidad de muestra de 40.2 que nos demarca una condición del pavimento Malo.

Tabla 45.

Hoja de registro de unidad de muestra sección n°2 PK 1+990-2+020 Av. Perú

PCI - AVENIDA CON PAVIMENTO ASFÁLTICO

PROYECTO : AVENIDA PERU (0+000-2+200)
 NOMBRE DE LA VÍA : AVENIDA PERU (0+000-2+200)
 PROGRESIVA INICIAL (KM) : 1+990.00
 PROGRESIVA FINAL (KM) : 2+020.00
 ANCHO DE LA VÍA (m) : 16.00 m
 AREA DE LA UNIDAD (m2) : 3010 m2

TRAMO : UNICO
 SECCION : N°2
 C.M. : 1+990.00 AL 2+020.00
 EJECUTOR : CARLOS GONZALES
 FECHA : 09/02/20



N°	Tipo de falla	TIPO DE FALLA	
		Descripción	Cantidad
1	Prof. de excedido	01	Profundidad
2	Desdoblamiento	02	Profundidad
3	Apilamiento de bloques	03	Profundidad
4	Abrastamiento y fisuración	04	Profundidad
5	Corrosión	05	Profundidad
6		06	Profundidad
7		07	Profundidad
8		08	Profundidad
9		09	Profundidad
10		10	Profundidad

DAÑO	SEVERIDAD	UNIDAD	UBICACIÓN			AREA LONGITUDINAL			CANTIDADES PARCIALES		TOTAL
			X (m)	Y (m)	L (m)	A (m)	Urd	Vol	Urd	Vol	
A	II	M	0	0.05	30	0.15			6.6	1	6.6
B	II	H	22.4	3.3					1	1	1
C	III	L	2.9	5.7	4.5	1.2			6.8	6.8	6.8
D	III	M	5.3	1.5	5.8	1.2			13.82	13.82	13.82
E	II	II	0.5	1.5	10.6	1.5			26	26	26

Nota: Elaboración propia

Tabla 46. Cálculo de valores deducidos corregidos

Cálculo de valores deducidos corregidos

N°	Valores Deducidos					VDT	q	VDC
1	38	33	16	15	3	105	5	55
2	38	33	16	15	2	104	4	59.8
3	38	33	16	2	2	91	3	58
4	38	33	2	2	2	77	2	55.8
5	38	2	2	2	2	46	1	46

Nota: Elaboración Propia

Máximo VDC: 59.8

PCI: 40.2

Condición del Estado del Pavimento: **Regular**

Unidad de muestra PK 2+170-2+200

La unidad de muestra Pk 2+170-2+200 tiene un área de 300 m², un ancho de vía de 10m, el área de la muestra es constante en toda la unidad de muestra y es parte de la sección 2.

Esta unidad de muestra presenta una falla observable la cual es parches falla observable con un nivel de severidad medio.

La falla influyente es parches, esta falla representa un 44.36% de la densidad total de la muestra y al ser una falla estructural está afectando significativamente a esta. Se encontraron 8 fallas tipo parches con nivel de severidad medio cuyos parches se realizaron el otro tipo de pavimento (pavimento adoquinado)

La falla desprendimiento de agregados presenta un 39.8% de la densidad total de la muestra y a pesar de ser una falla funcional, está impactando significativamente en el área total de la muestra.

La falla que menos afectan al pavimento son los huecos, que representa una pequeña porción del área a trabajar, pero se debe tener en cuenta los niveles de severidad que presenta, ya que esta es una falla estructural y que afecta de manera directa al paquete estructural de la vía y en este caso tiene un nivel de severidad medio.

Para esta ² unidad de muestra como se aprecia en la Tabla 48 se determinaron ⁸ valores deducidos los cuales fueron: 53,9,10 y 31 y siguiendo con el procedimiento del método del ⁸ PCI se determinó el máximo valor deducido corregido 65, obteniendo un ¹ índice de condición del pavimento para esta ¹ unidad de muestra de 35 que nos demarca una ¹ condición del pavimento Malo.

Tabla 47.

Hoja de registro de unidad de muestra sección n°2 PK 2+170-2+200 Av. Perú

PCI - AVENIDA CON PAVIMENTO ASFÁLTICO

PROYECTO : AVENIDA PERU 0+000-2+000
 NOMBRE DE LA VÍA : AVENIDA PERU 0+000-2+000
 PROGRESIVA INICIAL (K.M.) : 2+170.00
 PROGRESIVA FINAL (K.M.) : 2+200.00
 ANCHO DE LA VÍA (M.) : 10.00 m.
 ÁREA DE LA UNIDAD (M²) : 20.00 m²

TRABAJO : ENSOCO
 SECCIÓN : Nº2
 U.M. : 2+170.00 AL 2+200.00
 EJECUTOR : CARLOS GONZALES
 FECHA : 3/06/2014



N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ÁREA LONGITUDINAL			CANTIDADES PARTICULARES	TOTAL
			X (M)	Y (M)	Z (M)		
6	TIPO DE FALLA						
1	Falta de cohesión	M	6	Deposición	11	Enchufe	16
2	Exfoliación	M	7	Chica de Base	12	Patrones de espejados	17
3	Agrietamiento en bloques	M	8	Grava de subbase de juntas	13	Barridos	18
4	Abollamiento y hundimientos	M	9	Desnivel irregular	14	Craqueo en Perros	19
5	Empaque	M	10	Grava (en pendientes y Transversales)	15	Revoloteo	20

BANDA	SEVERIDAD	UNIDAD	ÁREA LONGITUDINAL			CANTIDADES PARTICULARES	TOTAL
			X (M)	Y (M)	Z (M)		
A	11	M	15	6.2	30	27	27
B	11	M	15	6.02	30	40	60
C	11	M	26	6.8	4.40	14-4736	14-4736
D	11	M	18	7	1.08	2.032	5.0192
E	11	M	18	6.8	3.68	5.46	1.48
F	11	M	19	7.2	5.2	10.04	30.94
G	11	M	1	6.5	-4.35	6.528	6.528
H	11	M	6.3	6	1.7	1.36	1.36
I	11	M	1	7.5	1	1	1
J	18	L	15	7	30	119.4	119.4
K	18	M	15	1.4	30	92.4	92.4

Nota: Elaboración propia

Tabla 48.
Cálculo de valores deducidos corregidos

N°	Valores Deducidos				VDT	q	VDC
1	53	31	10	9	103	4	65
2	53	31	10	2	96	3	62
3	53	31	2	2	88	2	64
4	53	2	2	2	59	1	60

Nota: Elaboración propia

Máximo VDC: 65

PCI: 35

Condición del Estado del Pavimento: **Malo**

IV. PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1 Analisis e interpretacion de resultados

4.1.1 Estudio de Trafico

Después de realizado el conteo vehicular, analizados y procesados los datos, en la se puede visualizar la demanda actual de la vía en estudio.

Tabla 49.
Demanda actual de la vía en estudio

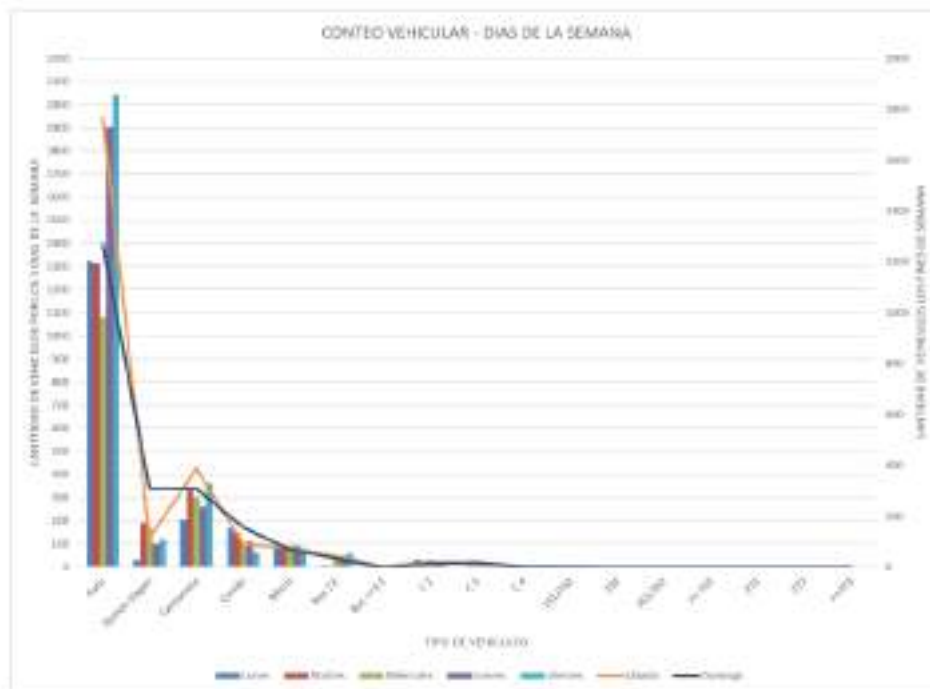
Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Auto	1809	68.13
Station Vagen	174	6.54
Camioneta	367	13.83
3 ombi	142	5.34
Micro	88	3.33
Bus 2 E	33	1.23
Bus >=3 E	3	0.13
C 2	25	0.94
C 3	13	0.50
C 4	1	0.03
2S1/2S2	0	0.01
2S3	0	0.00
3S1/3S2	0	0.00
>= 3S3	0	0.00
2T2	0	0.00
2T3	0	0.00
>=3T3	0	0.00
TOTAL	2655	100.00
VEHICULOS LIGEROS		93.84
VEHICULOS PESADOS		6.16

Nota: Elaboracion propia

En la Figura 15 se puede apreciar el conteo vehicular a lo largo de la semana, separado por los 5 días de la semana detallados en los gráficos de barras y en las líneas el conteo vehicular de los fines de semana, también se puede apreciar por tipo de vehículos ligeros que los autos tuvieron mayor circulación el día viernes y los station vagen los vehículos ligeros con menor circulación el día lunes.

Respecto a los vehículos pesados los micros son los vehículos con mayor circulación los días lunes y la menos circulación de vehículos pesados ocurre el día domingo con un semi tráiler tipo 2S1/2S2.

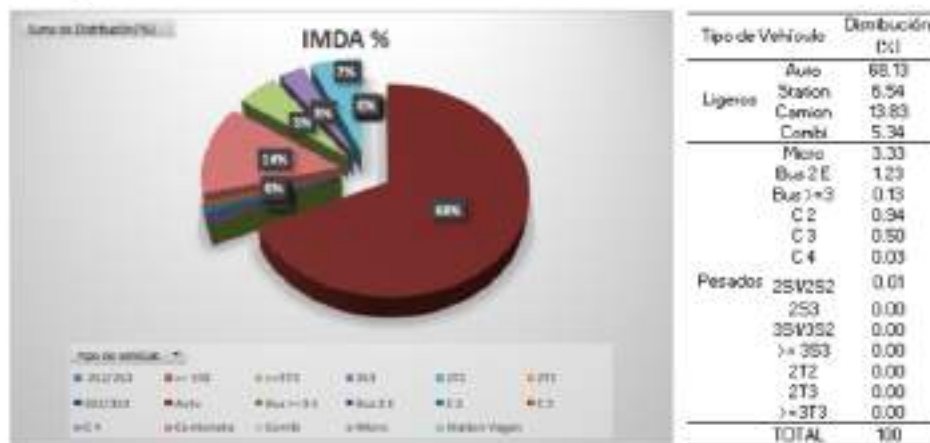
Figura 15. Conteo vehicular por días de la semana
 Conteo vehicular por días de la semana



Nota: Elaboración propia

En la Figura 16 se puede visualizar IMDA porcentual según el tipo de vehículos tanto ligeros como pesados, resultando para la mayor transitabilidad la de vehículos ligeros con 68% cuyo tipo de vehículos son los autos.

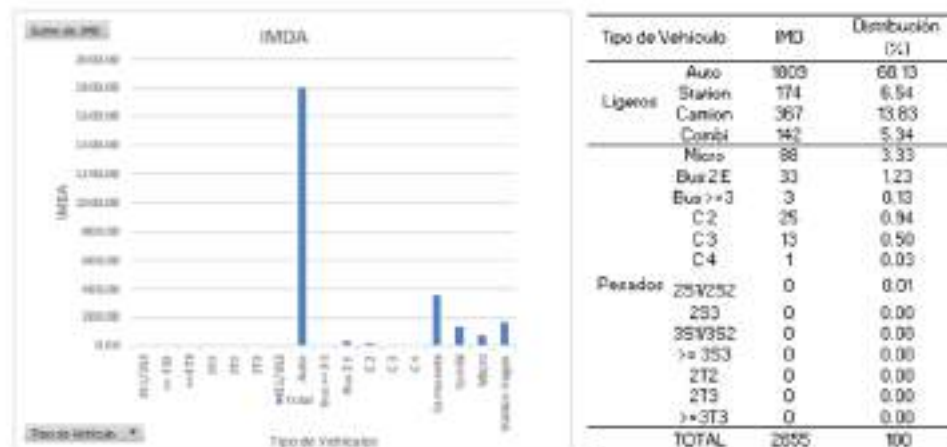
Figura 16
IMDA porcentual



Nota: Elaboración propia

En la Figura 17 se aprecia el IMDA por el tipo de vehículo ligeros o pesados, obtenido del conteo vehicular.

Figura 17.
IMDA por tipo de vehículos de la Av. Perú



Nota: Elaboración Propia

En la Tabla 50 se muestra el índice medio diario proyectado a 20 años, en la que se visualiza que el 97.07% de los vehículos que transitarán por esta vía son vehículos livianos y el 2.93% son vehículos pesados.

Tabla 50.
Índice Medio Diario – Demanda proyectada (20 años)

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Auto	2828	68.01
Station Vagen	272	6.54
Camioneta	575	13.83
Combi	222	5.34
Micro	139	3.34
Bus 2 E	51	1.23
Bus >=3 E	6	0.14
C 2	39	0.94
C 3	22	0.53
C 4	2	0.05
2S1/2S2	2	0.05
2S3	0	0.00
3S1/3S2	0	0.00
>= 3S3	0	0.00
2T2	0	0.00
2T3	0	0.00
>=3T3	0	0.00
TOTAL	4158	100.00
VEHICULOS LIGEROS		97.07
VEHICULOS PESADOS		2.93

Nota: Elaboración propia

4.1.2 Método PCI

Después de registrados los datos de campo, procesados y analizados ¹ se obtuvo los PCI de las unidades de muestra, con esta información podremos determinar el promedio del PCI de las secciones y así como también el PCI de la vía en estudio.

En la Tabla 51 se observa el PCI de las unidades de muestras de la sección 1, en ella se puede visualizar que las unidades de muestras U.M 01, 02 y 08 presentan un grado de condición del pavimento malo, así como también la unidad de muestra U.M 05, muestra un grado de condición del pavimento fallado, que es el grado de condición decadente en esta sección de la vía de estudio.

Además, se observa que la condición favorable para las unidades de muestra de vía es de un grado de condición regular, verificables en las unidades de muestra U.M 03,04,07 y 09 de la sección 1.

Tabla 51.*Resumen de PCI de las unidades de muestra de la sección 1*

Descripción	Progresiva inicial	Progresiva final	Sección	Área	PCI	Evaluación
U.M-01	0+000.00	0+030.00	1	258.00	33.50	MALO
U.M-02	0+180.00	0+210.00	1	258.60	27.60	MALO
U.M-03	0+210.00	0+240.00	1	300.00	48.00	REGULAR
U.M-04	0+420.00	0+450.00	1	312.60	45.90	REGULAR
U.M-05	0+600.00	0+630.00	1	300.00	4.00	FALLADO
U.M-06	0+630.00	0+660.00	1	300.00	24.00	MUY MALO
U.M-07	0+810.00	0+840.00	1	300.00	41.00	REGULAR
U.M-08	1+020.00	1+050.00	1	300.00	31.00	MALO
U.M-09	1+200.00	1+230.00	1	300.00	49.00	REGULAR
PCI DE SECCION 1					33.78	MALO

Nota: Elaboración propia

Para la sección 1 de la vía de estudio se puede determinar un PCI de 30.44 con un grado de condición malo, en base a las nueve unidades de muestras observadas y analizadas.

De la Tabla 52 se puede visualizar las cinco unidades (U.M10-U.M14) de muestras pertenecientes a la sección 2 del único tramo de la vía en estudio, se da a conocer que las unidades de muestra U.M-11 y U.M-13 con PCI 48 y 45 respectivamente presentan un grado de condición de pavimento regular, así como también se puede observar un grado de condición del pavimento muy buena la U.M-10 y un grado de condición del pavimento malo con PCI 35 en la U.M-14. Se determina también el PCI de la sección 2 con 55.20 con un grado de condición del pavimento regular.

Tabla 52.*Resumen de PCI de las unidades de muestra de la sección 2*

Descripción	Progresiva inicial	Progresiva final	Sección	Área	PCI	Evaluación
U.M-10	1+420.00	1+450.00	2	300.00	80.00	MUY BUENO
U.M-11	1+600.00	1+630.00	2	300.00	48.00	REGULAR
U.M-12	1+810.00	1+840.00	2	300.00	68.00	BUENO
U.M-13	1+990.00	2+020.00	2	300.00	45.00	REGULAR
U.M-14	2+170.00	2+210.00	2	300.00	35.00	MALO
PCI DE SECCION 2					55.20	REGULAR

Nota: Elaboración propia

De lo observado en la Tabla 51 y Tabla 52 se da a conocer el PCI de 55.20 de la sección 2 y con grado de condición regular que denota una menor afectación que en la sección 1 con PCI 30.44 con grado de condición malo. Entonces se puede

deducir que la Av. Perú tiene un PCI 44.49 incluyendo a las 14 unidades de muestra con grado de condición regular, como se muestra en la Tabla 53

Tabla 53
Av. Perú PCI promedio total

Secciones	PCI	Evaluación
sección 1	33.78	Malo
sección 2	55.20	Regular
Av. Perú	44.49	Regular

Nota: Elaboración Propia

De los datos procesados también podemos analizar el PCI de las unidades de muestra que tienen diferentes grados de condición, como se visualiza en la Figura 18 las unidades de muestra U.M 03,04,07,09,11 y 13 presentan un grado de condición regular con PCI 48,45.9,41,49,48 y 45 respectivamente.

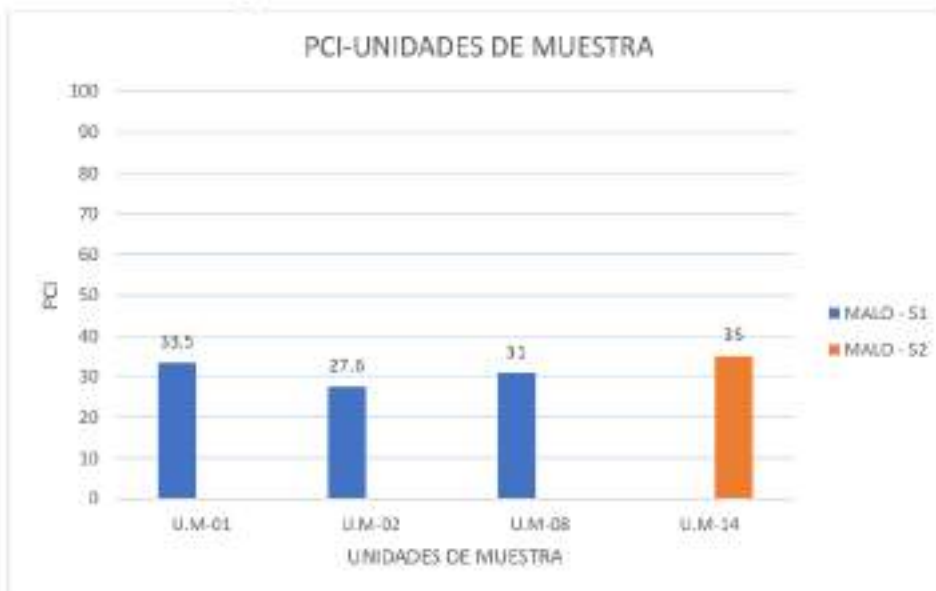
Figura 18.
PCI de las U.M con grado de condición regular



Nota: Elaboración propia

Además, en la Figura 19 se puede observar que las unidades de muestra U.M 01,02, 08 y 14 poseen un PCI de 33.5,27.6,31 y 35 respectivamente con un grado de condición del pavimento Malo; también se puede observar que solo existe una única unidad de muestra de la sección 2 que posee este grado de condición.

Figura 19.
PCI de las U.M con grado de condición malo



Nota: Elaboración propia

De los grados de condición del pavimento se puede observar los extremos en las mejores condiciones a las peores, como se detalla en la Figura 20 donde el PCI 4 y 80 perteneciente a las U.M 05 y 10 respectivamente son los extremos de condiciones encontrados en las unidades de muestra de la vía en estudio; cabe señalar que pertenecen a muestras de cada una de las secciones.

Figura 20.
PCI de las U.M con grado de condición en rangos extremos



Nota: Elaboración propia.

Como se puede observar en las figuras anteriores el menor número de PCIs se presentan en la sección 1 y que del total de las fallas encontradas el mayor número de estas pertenece a esta misma sección.

4.1.3 Propuesta Técnica – Alternativa de Mejora

En base al índice de condición del pavimento PCI se elabora las propuestas de mejora aplicando los tipos de intervención mencionada en el subíndice 2.2.5 tipos de intervenciones del pavimento flexible.

En la Tabla 54 se detalla el tipo de intervención de acuerdo al PCI determinado, de los datos tomados y analizado se obtuvo los resultados del PCI 44.49 de la vía, dando como resultado un grado de condición Regular lo que determina que el pavimento se encuentra en una condición de deterioro acelerado como se describe en el subíndice 2.2.1.2 comportamiento de un pavimento el cual necesita la aplicación de un mantenimiento periódico.

Tabla 54.

Tipo de Intervención de acuerdo al grado de condición del pavimento

Rango de PCI		Tipo de Intervención
100	85	Mantenimiento Rutinario
85	70	
70	55	Mantenimiento Periódico
55	40	
40	25	Rehabilitación
25	10	Construcción
10	0	

Nota: Elaboración propia en base al manual ASTM D643 07

Por lo descrito anteriormente se propondrá las alternativas de solución de acuerdo al PCI de las secciones de vía estudiadas, en la que se denota una sección 1 con un grado de condición de pavimento (PCI:33.78) malo y para la sección 2 un grado de condición de pavimento (PCI: 55.20) regular.

A continuación, se describe las acciones correctivas por secciones estudiadas:

➤ **Sección 1**

En la sección 1 se determinó un PCI de 33.78 con un grado de condición del pavimento malo, por lo que según la Tabla 54 se le debe dar un tipo de intervención de rehabilitación, cuyas acciones a tomar son la reparación selectiva y de refuerzo estructural, empezando con la demolición parcial de

la estructura existente, cuyo propósito final es el restablecer la capacidad estructural y la calidad de la superficie de rodadura de la vía.

➤ Sección 2

En la sección 2 se determinó un PCI de 55.20 con un grado de condición del pavimento regular, por lo que según Tabla 54 se le debe dar un tipo de intervención de mantenimiento Periódico, cuyas actividades a realizar están orientadas a restablecer las características de la superficie de rodadura, asegurándonos la integridad estructural del pavimento prolongando su vida útil, seguido de esto se programará ciclos de mantenimiento rutinario para la vía.

4.2 Docimasia de hipótesis

En base a la hipótesis que se plantea en presente informe se puede concluir como acertado la aplicación del método del PCI como alternativa para la evaluación de la condición del pavimento flexible de la Av. Perú, en fundamento de los sustentos de datos recaudados, analizados y procesados en el presente informe de tesis, ya que se logra describir numérica y verbalmente la condición del pavimento flexible de la Av. Perú, ubicada en el distrito de 26 de Octubre de la ciudad de Piura.

V. DISCUSION DE LOS RESULTADOS

- La recolección de datos en campo se realizó de acuerdo al manual PCI ASTM D6433 con los procedimientos e inspección de las fallas presentes en las unidades de muestra establecidas en este manual.
- El método del PCI es usado para determinar el índice de la condición del pavimento y el grado de condición en la que se encuentra.
- Los tipos de fallas analizados y estudiados en el presente método suman un total de 18 fallas que registraron su existencia en base a sus niveles de severidad.
- Al determinar el grado de condición del pavimento de la vía en estudio se puede plantear alternativas de mejora para el área de afección, aplicando las distintas técnicas como mantenimiento rutinario, mantenimiento periódico, rehabilitación o reconstrucción de un nuevo pavimento.
- Se establece el PCI de cada una de las unidades de muestra y de así evaluar el PCI de la sección que forma parte de un área contigua de construcción, mantenimiento, historial de uso y condiciones uniformes para poder así concluir con obtener el PCI de la vía en estudio ya que en este caso solo se tenía un solo tramo.
- El tipo de intervención para la conservación vial (Construcción, rehabilitación, mantenimiento rutinario y mantenimiento periódico) depende del índice de condición del pavimento.

CONCLUSIONES

- Mediante los resultados determinados por la inspección, recolección, procesamiento y análisis de datos se concluye que la Av. Peru actualmente presenta un grado de condición regular, determinado en base al índice de condición del pavimento PCI de 44.49. El pavimento de la Av. Peru se dividió en dos secciones por lo cual se analizó y determinó con PCI de 33.78 con grado de condición malo para la sección 1 y PCI de 55.20 con grado de condición regular para la sección 2.
- Del Estudio de tráfico realizado en la vía de estudio se determinó que la demanda actual de vehículos diarios que transitan por la vía es de 2655 und y que 93.84% son vehículos ligeros y un 6.16 % de los vehículos son vehículos pesados. En el cálculo de carga vehicular se determinó que el número de ejes equivalentes en la vía de estudio es de 3.43 E+6.
- De las unidades de muestra estudiadas y en base a las secciones a las que pertenecen se puede determinar que la U.M 03,04,07,09,11 y 13 presentan un grado de condición regular, perteneciendo dos de ellas a la sección 2 y el resto por consiguiente a la sección 1. Se concluye también que el mayor índice de condición del pavimento PCI es de 80 con un grado de condición muy bueno perteneciente a la U.m 10 de la sección 2; y el menor índice de condición del pavimento PCI es de 4 con un grado de condición fallado perteneciente a la U.M 05 de la sección 1, concluyendo la sección 2 que va desde la progresiva 1+420.00 hasta la progresiva 2+210 se encuentra en mejores condiciones que la sección uno que va desde la progresiva 0+000.00 hasta la progresiva 1+420.00.
- De acuerdo al PCI determinado de las secciones 1 y 2 que son 33.78 y 55.20 respectivamente se proponen las siguientes alternativas y acciones correctivas.

Sección 1

En la sección 1 se le debe dar un tipo de intervención de rehabilitación, cuyas acciones a tomar son la reparación selectiva y de refuerzo estructural, empezando con la demolición parcial de la estructura existente, cuyo propósito final es el restablecer la capacidad estructural y la calidad de la superficie de rodadura de la vía, teniendo en cuenta que acuerdo a los

mapas de peligro de la ciudad de Piura es una zona de inundación superficial con una capacidad portante que varía entre 0.5 a 0.75 kg/cm²

Sección 2

En la sección 2 se le debe dar un tipo de intervención de mantenimiento Periódico, cuyas actividades a realizar están orientadas a restablecer las características de la superficie de rodadura, asegurándonos la integridad estructural del pavimento prolongando su vida útil, seguido de esto se programará ciclos de mantenimiento rutinario para la vía.

RECOMENDACIONES

- El presente documento de investigación recomienda, se utilice para la evaluación de la Av. Perú, determinar que tramos se encuentran afectados, las soluciones que se plantean, en su rehabilitación y mantenimiento para que los usuarios puedan tener una mejor transitabilidad en esta vía.
- Se sugiere tomar en cuenta la estación de conteo vehicular utilizada en el presente informe de tesis para futuro estudios de tráfico de la vía.
- Es pertinente que los gobiernos locales realizar la evaluación de las vías con la metodología PCI con el fin de poder generar alternativas de solución al menos de las vías más transitadas en el distrito de 26 de Octubre y así poder generar planes de rehabilitación, mantenimiento; ya sea rutinario o periódico o la construcción de una nueva vía. Con el objetivo de alargar la vida útil de los pavimentos que se encuentren ya construidos.
- Es conveniente hacer un plan de mantenimiento, con la evaluación de los tramos, en un mantenimiento periódico, podrá determinarse que sea a corto, medio o largo plazo.
- Se sugiere hacer intervenciones a la vía del tipo: Rehabilitación y mantenimiento; estos nos ayudan a prevenir el daño estructural y alargar la vida útil del pavimento, afectando en menor medida la ejecución de una nueva vía.
- Se recomienda revisar los mapas de peligro de la ciudad de Piura para poder evaluar el diseño del paquete estructural del pavimento asfáltico y de drenaje pluvial.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ASTM. (2007). *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index ASTM – International: D6433 – 03*. Estados Unidos de Norte de América.
- Baque Solís, B. S. (2020). *Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta, Provincia de Manabí, Ecuador*. Obtenido de <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/2086?locale=en>
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). (Marzo de 2015). *Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales*. Obtenido de CENEPRED: https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf
- Correa Vásquez, M. A., & Del Carpio Molero, L. G. (2019). *Evaluación PCI y propuesta de intervención para el pavimento flexible del jirón Los Incas de Piura*. Universidad de Piura, Piura. Obtenido de <https://pirhua.udep.edu.pe/items/fec0ed79-5326-4209-a04e-e71e8c893be2>
- Crisanto Miranda, C. A., & Peralta Damiano, D. Y. (2019). *Evaluación de la condición del pavimento asfáltico en la avenida los frutales distrito de La Molina – Lima, por medio del método PCI y propuesta de alternativa de rehabilitación*. Universidad Ricardo Palma, Lima. Obtenido de <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/2671>
- Cueva Gil, L. C., & Tume Sánchez, L. Á. (2021). *Evaluación del Pavimento Flexible aplicando la metodología PCI, en la avenida las Casuarinas de la Urbanización Santa María del Pinar de la ciudad de Piura*. Universidad Privada Antenor Orrego, Piura. Obtenido de <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/8049>
- Espinoza, M. (2015). Capas de refuerzo con hormigón adheridas como alternativa para la rehabilitación de pavimentos asfálticos. *Infraestructura Vial*, 10. Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/infraestructura/v17n30/2215-3705-infraestructura-17-30-00040.pdf>
- Giordani, C., & Leone, D. (08 de Junio de 2017). *Pavimentos [versión PDF]*. Obtenido de Docplayer: <https://docplayer.es/67943552-Pavimentos->

docentes-ing-claudio-giordani-ing-diego-leone-1o-ano-ingenieria-civil-comision-02-turno-tarde.html

- INVIAS. (10 de 2006). *Manual para inspección visual de Pavimentos Flexibles*. Obtenido de Archivo PDF: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-obras/974-manual-para-la-inspeccion-visual-de-pavimentos-flexibles/file>
- INVIAS. (2020). *Estado de la Red Vial*. Obtenido de INVIAS: <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/2-principal/57-estado-de-la-red-vial>
- Jugo B., A. (1993). <https://www.academia.edu>. Obtenido de <https://www.academia.edu>: https://www.academia.edu/36625946/MANUAL_DE_MANTENIMIENTO_y_REHABILITACION_DE_PAVIMENTOS_FLEXIBLES
- Menéndez, J. R. (2003). *Mantenimiento Rutinario de Camino con Microempresas - Manual Técnico*. Lima: Organización Internacional del Trabajo.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (Viernes de Febrero de 2006). Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial. *El Peruano*, págs. 1-12.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2019). *Norma Técnica CE. 010*. Lima: Megabyte s.a.c.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2019). *Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)*. Lima: Megabyte s.a.c.
- MOPC. (17 de 06 de 2016). *Identificación de fallas en Pavimentos y Técnicas de Reparación*. Obtenido de Archivo PDF: <http://www.mopc.gob.do/media/2335/sistema-identificaci%C3%B3n-fallas.pdf>
- Mora Guarnizo, J. P., & Serrano Palma, J. S. (2020). *Evaluación funcional de un Pavimento Flexible en la Vía Espinal - Suarez mediante la aplicación del método PCI - 2020*. Universidad Piloto de Colombia, Colombia. Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/9342>
- MTC. (2014). *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Lima: Servicios Gráficos Squadrito EIRL. Obtenido de <https://www.gob.pe/mtc>.
- MTC. (2018). *Glosario de Términos*. Lima, Perú.

- MTC. (12 de Enero de 2018). *GLOSARIO DE TERMINOS [versión PDF]*. Obtenido de Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC): http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_4032.pdf
- Oficina de programación multianual de inversiones - OMPI. (25 de Julio de 2023). *Ficha Técnica Estandar para la formulacion y Evaluacion de Proyectos de inversion en carreteras Interurbanaas*. Lima, Lima, Peru: Resolución Ministerial.
- Salazar Tello, A. A. (2019). *Evaluación de las patologías del pavimento flexible aplicando el método PCI, para mejorar la transitabilidad de la carretera Pomalca - Tumán*. Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/40648>
- Toro, J. (07 de Junio de 2016). *Pavimentos [versión PDF]*. Obtenido de Docplayer: <https://docplayer.es/20964163-P-a-v-i-m-e-n-t-o-s-tipos-de-pavimentos-basicamente-existen-dos-tipos-de-pavimentos-rigidos-y-flexibles.html>
- Villón, M. (2007). *Drenaje* (1 ed.). Tecnologica de CR. Obtenido de https://books.google.es/books?id=CmZpRBTAA0C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&l=false
- WEF. (16 de 12 de 2020). *Informe de Competitividad Global Edición Especial 2020*. Obtenido de World Economic Forum: <https://es.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2020/>

Figura 2.3
Parches – UM1



Fuente: Elaboracion propia

Figura 2.5
Parches UM 2



Fuente: Elaboracion propia

Figura 2.7
Huecos – UM3



Fuente: Elaboracion propia

Figura 2.4
Huecos – UM 2



Fuente: Elaboracion propia

Figura 2.6
Desprendimiento de agregados UM3



Fuente: Elaboracion propia

Figura 2.8
Parches – UM3



Fuente: Elaboracion propia

Figura 2.9
Desprendimiento de agregados – UM4



Fuente: Elaboracion propia

Figura 2.10
Huecos – UM4



Fuente: Elaboracion propia

Figura 2.11
Desprendimiento de agregados – UM5



Fuente: Elaboracion propia

Figura 2.12
Huecos – UM5



Fuente: Elaboracion propia

Figura 2.13
Desprendimiento de agregados – UM6



Fuente: Elaboracion propia

Figura 2.14
Huecos – UM6



Fuente: Elaboracion propia

Figura 2.15
Desprendimiento de agregados – UM7



Fuente: Elaboración propia

Figura 2.16
Parches – UM7



Fuente: Elaboración propia

Figura 2.17
Ahuellamiento – UM8



Fuente: Elaboración propia

Figura 2.18
Desprendimiento de agregado – UM8



Fuente: Elaboración propia

Figura 2.19
Parches – UM9



Fuente: Elaboracion propia

Figura 2.20
Desprendimiento de agregados – UM9



Fuente: Elaboracion propia

Figura 2.21
Desprendimiento de agregados – UM10



Fuente: Elaboracion propia

Figura 2.22
Parches – UM10



Fuente: Elaboracion propia

Figura 2.23
Desprendimiento de agregados – UM11



Fuente: Elaboracion propia

Figura 2.24
Parches – UM11



Fuente: Elaboracion propia

Figura 2.25
Parches – UM12



Fuente: Elaboracion propia

Figura 2.26
Parches– UM13



Fuente: Elaboracion propia

Figura 2.27
Desprendimiento de agregados – UM14



Fuente: Elaboracion propia

Figura 2.28
Huecos – UM14



Fuente: Elaboracion propia

Trujillo, 21 de mayo de 2024

RESOLUCIÓN N° 0904-2024-FI-UPAO

VISTO, el informe favorable del Jurado Evaluador del Proyecto de Tesis, titulado "EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. PERÚ DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA", del Bachiller: **GONZALES VALLADOLID, CARLOS VALENTÍN**, de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, y:

CONSIDERANDO:

Que, el Jurado Evaluador conformado por los señores docentes: **Ms. ROGER ALBERTO PRINCIPE REYES**, Presidente; **Ms. MANUEL ALBERTO VINCES RENTERÍA**, Secretario; **Ms. OSCAR WALTHER NOVOA CASTILLO**, Vocal; han revisado el Proyecto de Tesis, encontrándolo conforme;

Que, el Proyecto de Tesis ha sido elaborado conforme a las exigencias prescritas por el Reglamento de Grados y Títulos de Pregrado de la Universidad, el mismo que fue sometido a evaluación por el mencionado jurado evaluador, quien por acuerdo unánime recomendó su aprobación, tal como se desprende del informe elevado a la Facultad de Ingeniería;

Que, de acuerdo al Artículo 26° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad, el Proyecto de Tesis se inscribe en el libro de proyectos de tesis a cargo de la Secretaría Académica de la Facultad;

Estando al Estatuto de la Universidad, al Reglamento de Grados y Títulos la Universidad y a las atribuciones conferidas a este Despacho;

SE RESUELVE:

PRIMERO: **APROBAR** la modalidad de titulación solicitada por el Bachiller: **GONZALES VALLADOLID, CARLOS VALENTÍN**, consistente en presentación, ejecución y sustentación de una **TESIS** para optar el título profesional de **INGENIERO CIVIL**.

SEGUNDO: **APROBAR** y **DISPONER** la inscripción del Proyecto de Tesis titulado: titulado: "EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. PERÚ DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA".

TERCERO: **COMUNICAR** al Bachiller que tiene un plazo máximo de **UN AÑO** para desarrollar y presentar su tesis, a cuyo vencimiento, se produce la caducidad del mismo, perdiendo el derecho exclusivo sobre el tema elegido.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE.

Dr. Ángel Anasta Guerra
DECANO

"AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA
INDEPENDENCIA Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE
JUNÍN Y AYACUCHO"

ACTA DE CONSTATAACION

El Egresado de la carrera de Ingeniería Civil, Carlos Gonzales Valladolid identificado con DNI: 75084470 se encontró realizando trabajos de muestreo, toma de medidas en la Av. Perú, en el SECTOR DE CONSUELO DE VELASCO, 11 DE ABRIL Y SANTA JULIA.

Se encontró realizando estos trabajos los días del mes de enero a marzo del 2024 con lo que dejó constancia de que se encontró tomando anotaciones respecto a las fallas que presentaba en la vía y el conteo vehicular.

La toma de datos se realizó como base para la aplicación de la metodología del FCI y estudio de tráfico de la Av. Perú, para la tesis denominada: "EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. PERÚ - DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA".

Culminado el acta siendo el día 27 de abril, firmando a continuación la presente en señal de conformidad la teniente Gobernador de la zona.



Javier Ernesto González Angulo
PRESIDENTE DE LA JUVECO
A.N. TUPAC AMARU (ETAPA I)

Declaración Jurada de Compromiso de Asesor

(Nombre completo del asesor), docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil identificado con ID 60030134, declaro bajo juramento que estoy debidamente colegiado y habilitado con registro CIP N° 57202... y me comprometo a asesorar el proyecto de tesis titulado INNOVACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DEL PUNTO cuyo(s) autor(es) es (son) el (los) bachiller(es) GABRIEL VILLALBA GARCÉS y ROSE VITO JEFFERSON; hasta la sustentación y defensa de la misma.

<Trujillo> o <Piura>, CS de abril del 2014



DOCENTE ASESOR
 Ms. a. Dr. Gabriel Arturo Somo Mogollón
 Registro CIP: 57202

6

Pavimento Flexible



Fuente: Elaboración Propia

7

Pavimento Rígido



Fuente Elaboración Propia

8

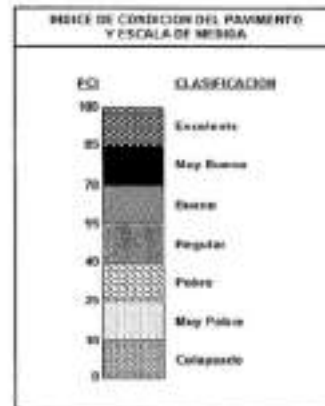
Pavimento Articulado



Fuente: Paviment-Giovani, C

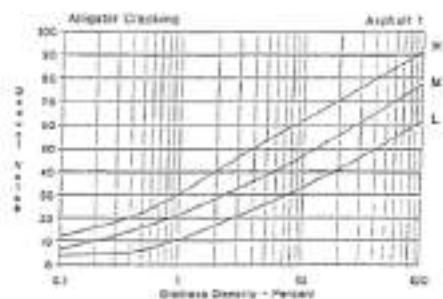
9

Clasificación del PCI



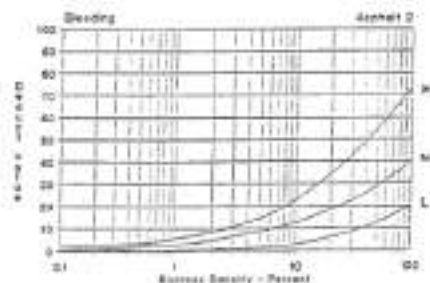
Fuente: ASTM (2007)-Standard Practice for roads and parking lots pavement condition ASTM

Figura 10.1
Piel de cocodrilo



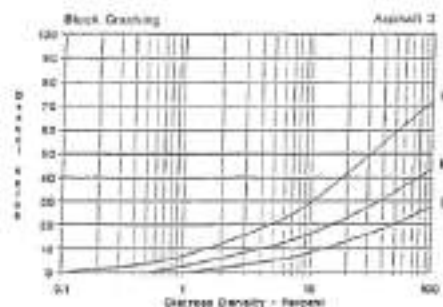
Fuente: ASTM (2007)

Figura 10.2
Exudación



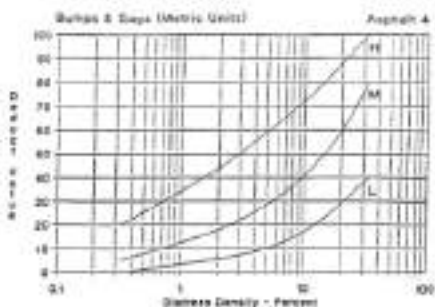
Fuente: ASTM (2007)

Figura 10.3
Fisura en Bloque



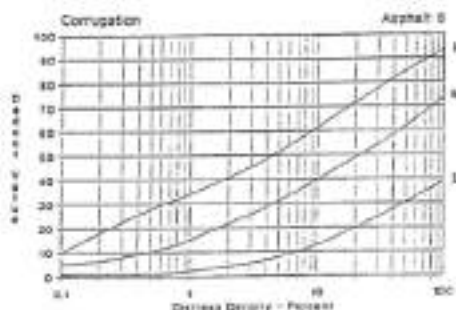
Fuente: ASTM (2007)

Figura 10.4
Abultamiento y Hundimiento



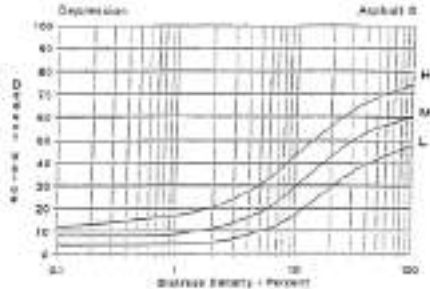
Fuente: ASTM (2007)

Figura 10.5
Corrugación



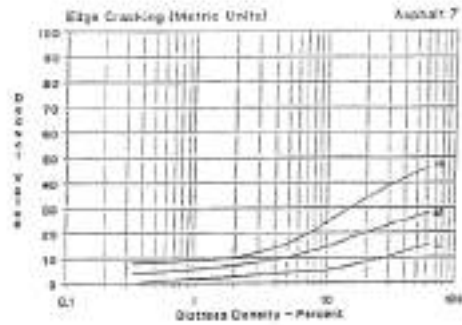
Fuente: ASTM (2007)

Figura 10.6
Depresión



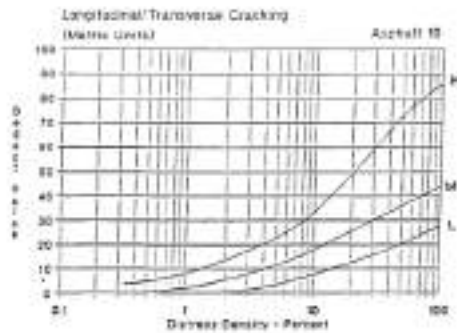
Fuente: ASTM (2007)

Figura 10.7
Grieta de Bordo



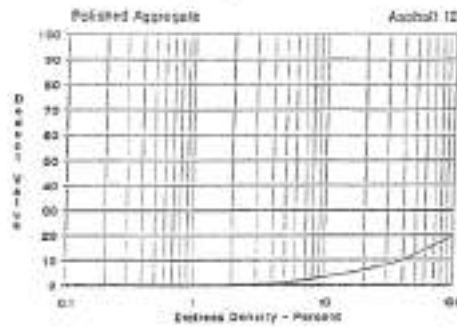
Fuente: ASTM (2007)

Figura 10.9
Grieta Longitudinal y Transversal



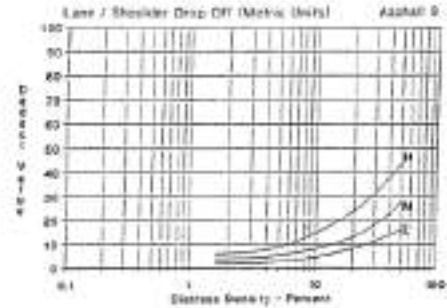
Fuente: ASTM (2007)

Figura 10.11
Pulimiento de Agregados



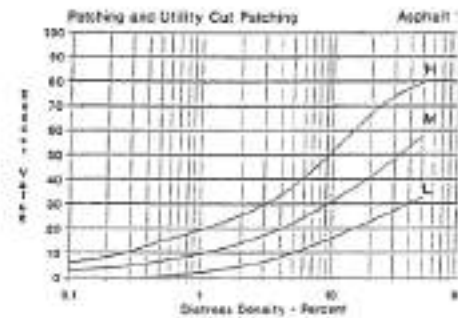
Fuente: ASTM (2007)

Figura 10.8
Desnivel Carril Berma



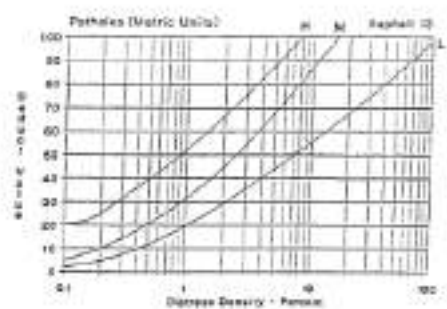
Fuente: ASTM (2007)

Figura 10.10
Parcheo



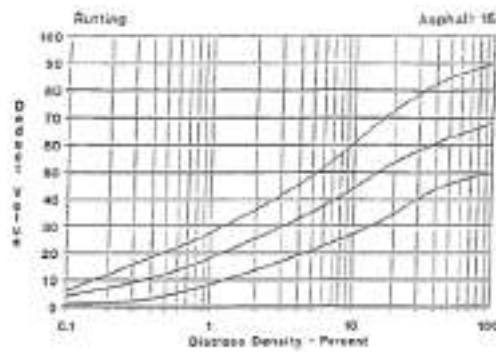
Fuente: ASTM (2007)

Figura 10.12
Huecos



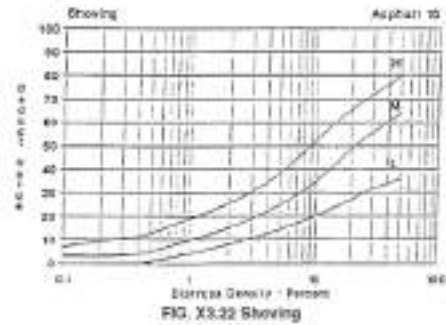
Fuente: ASTM (2007)

Figura 10.13
Ahuellamientos



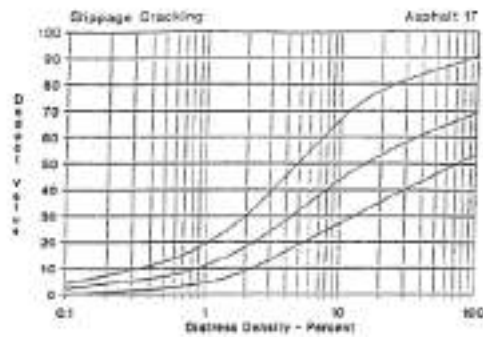
Fuente: ASTM (2007)

Figura 10.14
Desplazamientos



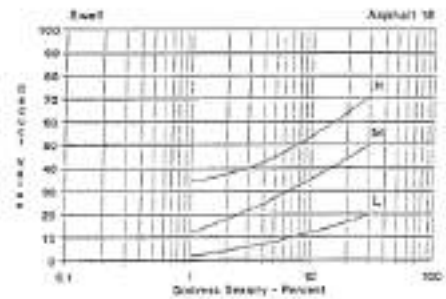
Fuente: ASTM (2007)

Figura 10.15
Grietas Parabólicas



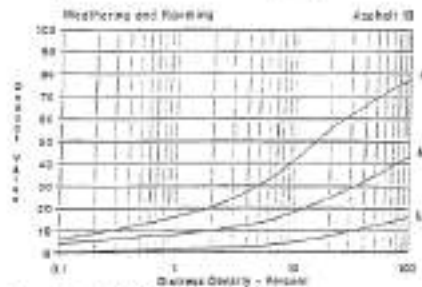
Fuente: ASTM (2007)

Figura 10.16
Hinchamiento



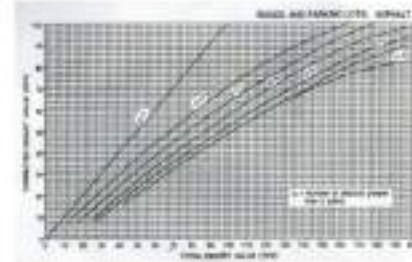
Fuente: ASTM (2007)

Figura 10.17
Desprendimiento de Agregados



Fuente: ASTM (2007)

Figura 10.18
Corrección del Valor deducido



Fuente: ASTM (2007)

11

Niveles de severidad - Fallas

Figura 11.1
Piel de cocodrilo – Severidad Baja



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.3
Piel de cocodrilo – Severidad alta



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.5
Exudación – Severidad Media



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.2
Piel de cocodrilo – Severidad Media



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.4
Exudación – Severidad Baja



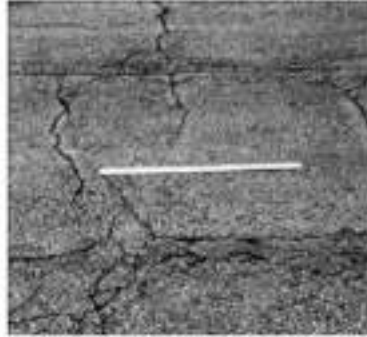
Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.6
Exudación – Severidad alta



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.7
Fisuras en Bloque – Severidad baja



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.8
Fisuras en Bloque – Severidad media



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.9
Fisuras en Bloque – Severidad alta



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.10
Abultamiento y Hundimiento – Severidad baja



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.11
Abultamiento y Hundimiento – Severidad media



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.12
Abultamiento y Hundimiento – Severidad alta



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.13
Corrugación – Severidad baja



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.14
Corrugación – Severidad Media



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.15
Corrugación – Severidad alta



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.16
Depresión – Severidad baja



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.17
Depresión – Severidad media



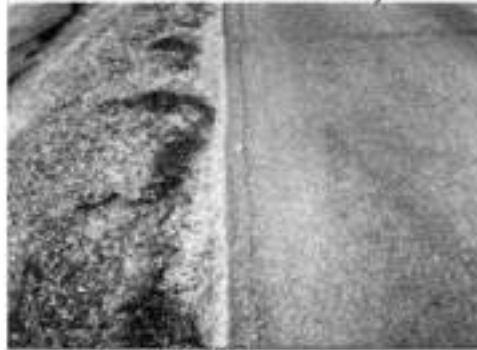
Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.18
Depresión – Severidad alta



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.19
Fisura de Borde – Severidad baja



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.20
Fisura de Borde – Severidad media



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.21
Fisura de Borde – Severidad alta



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.22
Desnivel carril -berma – Severidad baja



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.23
Desnivel carril -berma – Severidad media



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.24
Desnivel carril -berma – Severidad alta



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.25
Fisuras Longitudinales y Transversales –
Severidad baja



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.26
Fisuras Longitudinales y
Transversales – Severidad media



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.27
Fisuras Longitudinales y Transversales –
Severidad alta



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.28
Parches – Severidad baja



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.29
Parches – Severidad media



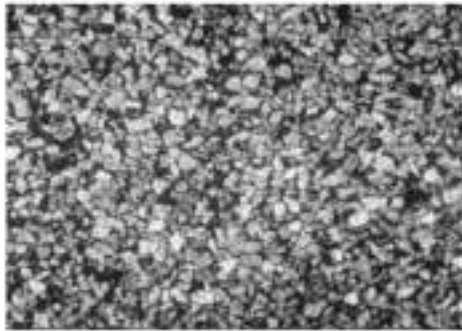
Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.30
Parches – Severidad alta



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.31
Pulimiento de Agregados



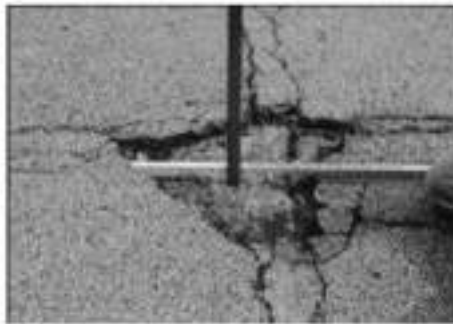
Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.32
Baches – Severidad baja



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.34
Baches – Severidad media



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.35
Baches – Severidad alta



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.36
Ahuellamiento – Severidad baja



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.37
Ahuellamiento – Severidad media



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.38
Ahuellamiento – Severidad alta



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.39
Desplazamiento – Severidad baja



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.40
Desplazamiento – Severidad media



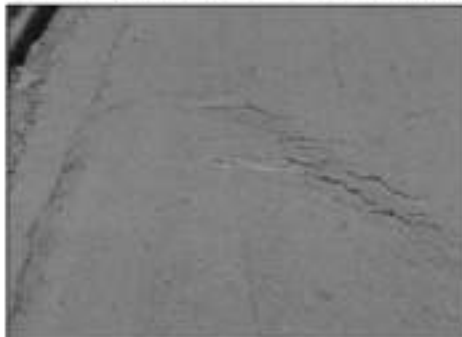
Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.41
Desplazamiento – Severidad alta



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.42
Grietas parabólicas – Severidad baja



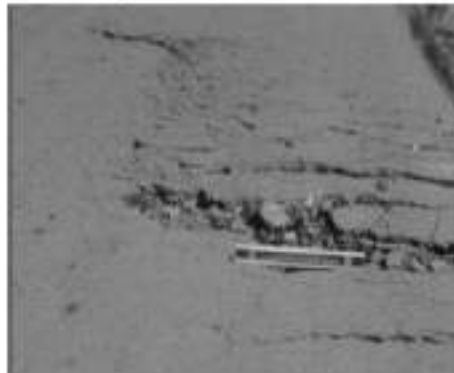
Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.43
Grietas parabólicas – Severidad media



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.44
Grietas parabólicas – Severidad alta



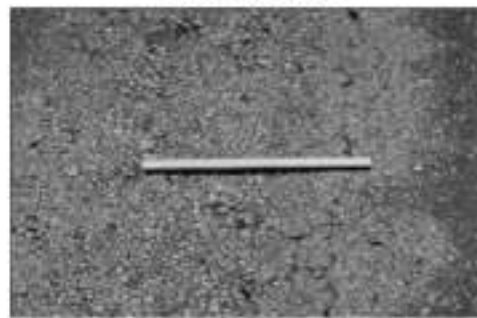
Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.45
Hinchamiento



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.46
Desprendimiento de agregados –
Severidad baja



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.47
Desprendimiento de agregados –
Severidad media



Fuente: ASTM (2007)

Figura 11.48
Desprendimiento de agregados –
Severidad alta



Fuente: ASTM (2007)

12

Pesos y Medidas por vehículos pesados y ligeros.


Figura 12.1

Factor vehículo camioneta panel

FACTOR VEHICULO CAMIONETA PANEL										
Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos									
	Long. Máxima (m)									
N1										
Ejes	E1=1P16.0P4.0	E2=1P16.0P4.0	E3	E4	E5	E6	E7	E8		
Carga Según Censo de Carga (ton)	1	1	—	—	—	—	—	—		
Carga Según Censo de Carga (ton)	1	1	—	—	—	—	—	—		
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Simple	—	—	—	—	—	—		
Tipos de Rueda	Rueda Simple	Rueda Simple	—	—	—	—	—	—		
Peso	1	1	—	—	—	—	—	—		
Factor T.E.	0.0005	0.0005	—	—	—	—	—	—	Total Factor Vehículo Panel	
									0.0011	


Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, (2014)

Figura 12.2
Factor vehículo camioneta Pick up

FACTOR VEHICULO PICK UP										
El peso total de la Pick Up es de 4.00 ton.										
Configuración Vehicular	Descripción Grafica de los Vehículos									Long. Máxima (m)
N2										
Ejes	E1=2	E2=2	E3=2	E4=2	E5=2	E6=2	E7=2	E8=2	E9=2	E10=2
Carga Según Censo de Carga (ton)	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—
Carga Según Censo de Carga (ton)	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Simple	—	—	—	—	—	—	—	—
Tipos de Rueda	Rueda Simple	Rueda Simple	—	—	—	—	—	—	—	—
Peso	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—
Factor E.E.	0.008432	0.008432	—	—	—	—	—	—	—	—
Total Factor Vehículo Pick Up										0.0169

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, (2014)

Figura 12.3
Factor vehículo combi rural

FACTOR VEHICULO RURAL COMBI										
El peso total de la Rural Combi es de 4 ton.										
Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos									
M2										
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	Long. Máxima (m)	
Ejes	E1= [M/G]x4.0	E2= [P/G]x4.0								
Carga Según Censo de Carga (ton)	2	2								
Carga Según Censo de Carga (ton)	2	2								
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Simple								
Tipos de Rueda	Rueda Simple	Rueda Simple								
Peso	2	2								
Factor E.E.	0.0084	0.0084								
Total Factor Vehículo Rural Combi										0.0169

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, (2014)

Figura 12.4
Factor vehículo Bus B2

FACTOR VEHICULO BUS B2										
El peso total del Bus B2 es de 18 ton.										
Configuración Vehicular	Descripción Grafica de los Vehiculos									
B2										
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8		
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	11								
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	11								
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Simple								
Tipos de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble								
Peso	7	11								
Factor E.E.	1.255	3.238								
								Total Factor Vehículo B2	4.5037	


Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, (2014)

Figura 12.5
Factor vehículo Bus B3-1

FACTOR VEHICULO BUS B3-1									
El peso total del Bus B3-1 es de 23 ton.									
Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos							Long. Máxima (m)	
B3-1								14.00	
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	0	7						
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	16							
Tipos de Eje	Eje Simple		Eje Tandem						
Tipos de Rueda	Rueda Simple		1 Eje Rueda Doble + 1 Eje Rueda Simple						
Peso	7	16							
Factor F.E.	1.265	1.365							
Total Factor Vehículo B3-1									2.6313

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, (2014)

Figura 12.6
Factor vehículo Bus B4-1

FACTOR VEHICULO BUS B4-1																	
El peso total del Bus B4-1 es de 30 ton.		Descripción Grafica de los Vehiculos								Long. Máxima (m)							
Configuración Vehicular										16.00							
B4-1																	
Ejes		E1		E2		E3		E4		E5		E6		E7		E8	
Carga Según Censo de Carga (ton)		3.5		3.5		9		7									
Carga Según Censo de Carga (ton)		7				16											
Tipos de Eje		Eje Tandem		Eje Tandem		Eje Tandem		Eje Tandem		Eje Tandem		Eje Tandem		Eje Tandem		Eje Tandem	
Tipos de Rueda		Rueda Simple		Rueda Simple		1 Eje Rueda Doble + 1 Eje Rueda Simple		1 Eje Rueda Doble + 1 Eje Rueda Simple		1 Eje Rueda Doble + 1 Eje Rueda Simple		1 Eje Rueda Doble + 1 Eje Rueda Simple		1 Eje Rueda Doble + 1 Eje Rueda Simple		1 Eje Rueda Doble + 1 Eje Rueda Simple	
Peso		7		7		16		16		16		16		16		16	
Factor E.E.		1.265		1.265		1.366		1.366		1.366		1.366		1.366		1.366	
Total Factor Vehículo B4-1																2.6313	

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, (2014)

Figura 12.7
Factor vehículo camión C2

FACTOR VEHICULO CAMION C2										
El peso total del Camión C2 es de 18 ton.										
Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos									
C2										
	E1=11/5.5/4.0	E2=11/8.2/4.0	E3	E4	E5	E6	E7	E8	Long. Máxima (m)	
Ejes	7	11							12.30	
Carga Según Censo	7	11								
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	11								
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Simple								
Tipos de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble							Total Factor Camión C2	
Peso	7	11							4.5017	
Factor E.E.	1.265	3.238								

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, (2014)

Figura 12.8
Factor vehículo camión C3

FACTOR VEHICULO CAMION C3											
El peso total del Camion C3 es de 25 ton.											
Configuracion Vehicular	Descripcion Grafica de los Vehiculos									Long. Maxima (m)	
C3										13.20	
Ejes	E1 = (P/5.4) * 4.0	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9		
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	9	0								
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	18									
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Tandem									
Tipos de Rueda	Rueda Simple	2 Ejes de Ruedas Dobles									
Peso	7	18									
Factor E.E.	1.265	2.019									
										Total Factor Camión C3	
										3.2846	

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, (2014)

Figura 12.9
Factor vehículo camión C4

FACTOR VEHICULO CAMION C4									
Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos								Long. Máxima (m)
C4									13.20
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	
	EES ₁ = (P/5.6) ^{1.4} 0.0 EET ₁ = (P/20.7) ^{1.3} 0.9								
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	7	8	8	—	—	—	—	—
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	23							
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Tridien							
Tipos de Rueda	Rueda Simple	2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple							
Peso	7	23							
Factor E.E.	1.265	1.508							
Total Factor Camion C4									2.7736

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, (2014)

Figura 12.10
Factor vehículo Semi tráiler T2S1

FACTOR VEHICULO SEMI TRAILER T2S1												
E1 peso total del SEMI TRAILER T2S1 es de 29 ton.		Descripción Grafica de los Vehiculos										
Configuración Vehicular		Long. Maxima [m]										
T2S1												
		$E1 = [P/R_1] \times 4.0$	$E2 = [P/R_2] \times 4.0$	$E3 = [P/R_3] \times 4.0$	$E4 = [P/R_4] \times 4.0$	$E5 = [P/R_5] \times 4.0$	$E6 = [P/R_6] \times 4.0$	$E7 = [P/R_7] \times 4.0$	$E8 = [P/R_8] \times 4.0$			
Ejes		7	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Carga Según Censo de Carga (ton)		7	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Carga Según Censo de Carga (ton)		7	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Tipos de Eje		Eje Simple	Eje Simple	Eje Simple	Eje Simple	Eje Simple	Eje Simple	Eje Simple	Eje Simple	Eje Simple	Eje Simple	Eje Simple
Tipos de Rueda		Rueda Simple	Rueda Doble	Rueda Doble	Rueda Doble	Rueda Doble	Rueda Doble	Rueda Doble	Rueda Doble	Rueda Doble	Rueda Doble	Rueda Doble
Peso		7	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Factor E.E.		1.265	3.238	3.238	3.238	3.238	3.238	3.238	3.238	3.238	3.238	3.238
Total Factor Semi Trailer T2S1											7.7419	

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, (2014)

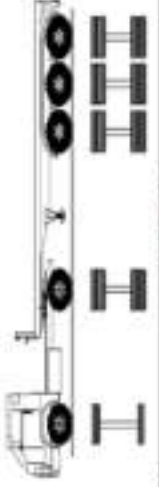
Figura 12.11

Factor vehículo Semi tráiler T2S2

FACTOR VEHICULO SEMI TRAILER T2S2									
El peso total del SEMI TRAILER T2S2 es de 36 ton.									
Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos								
T2S2									
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	Long. Máxima [m]
	$E1=1$	$E2=1$	$E3=1$	$E4=1$	$E5=1$	$E6=1$	$E7=1$	$E8=1$	20.50
Ejes									
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	11	9	9					
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	11		18					
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Simple	Eje Simple	Eje Tandem					
Tipos de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble		2 ejes de ruedas dobles					Total Factor Semi Trailer T2S2
Peso	7	11		18					6.5229
Factor E.E.	1.265	3.238		2.019					

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, (2014)

Figura 12.12
Factor vehículo Semi tráiler T2S3

El peso total del SEMI TRAILER T2S3 es de 43 ton.		FACTOR VEHICULO SEMI TRAILER T2S3										
Configuración Vehicular	Descripción Grafica de los Vehiculos										Long. Máxima (m)	
T2S3											20.50	
Ejes	$EEs1 = [P/6.6]^{4.0}$	$E2$	$EEs2 = [P/8.2]^{4.0}$	$E3$	$E4$	$E5$	$E6$	$E7$	$E8$	$EEr2 = [P/21.8]^{3.9}$		
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	11		9	8	8						
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	11			25							
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Simple	Eje Tandem									
Tipos de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble	3 ejes de ruedas dobles									
Peso	7	11	25									
Factor E.E.	1.265	3.238	1.706									
											Total Factor Semi Trailer T2S3	
											6.2097	

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, (2014)

Figura 12.13
Factor vehículo Semi tráiler T3S1

FACTOR VEHICULO SEMI TRAILER T3S1										
El peso total del SEMI TRAILER T3S1 es de 36 ton.										
Configuración Vehicular	Descripción Grafica de los Vehiculos									
T3S1										
Ejes	$E1=1$	$E2=2$	$E3=2$	$E4=2$	$E5=2$	$E6=1$	$E7=1$	$E8=1$	Long. Máxima (m)	
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	9	9	11	11	11	11	11	20.50	
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	18		11		11		11		
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Tandem		Eje Simple		Eje Simple		Eje Simple		
Tipos de Rueda	Rueda Simple	2 ejes de ruedas dobles		Rueda doble		Rueda doble		Rueda doble		Total Factor Semi Trailer T3S1
Peso	7	18		11		11		11		6.5229
Factor E.E.	1.265	2.019		3.238		3.238		3.238		

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, (2014)

Figura 12.14

Factor vehículo Semi tráiler T3S2

FACTOR VEHICULO SEMI TRAILER T3S2									
El peso total del SEMI TRAILER T3S2 es de 43 ton.									
Configuración Vehicular	Descripción Grafica de los Vehículos								
T3S2									
	$E1 = [P/16.6]^{0.4}$	$E2 = [P/15.1]^{0.4}$	$E3 = [P/15.1]^{0.4}$	$E4 = [P/15.1]^{0.4}$	$E5 = [P/15.1]^{0.4}$	$E6 = [P/15.1]^{0.4}$	$E7 = [P/15.1]^{0.4}$	$E8 = [P/15.1]^{0.4}$	Long. Máxima (m)
Ejes	7	9	9	9	9	9	9	9	20.50
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	9	9	9	9	9	9	9	
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	18	18	18	18	18	18	18	
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Tandem		Eje Tandem					
Tipos de Rueda	Rueda Simple	2 ejes de ruedas dobles		2 ejes de ruedas dobles					
Peso	7	18	18	18	18	18	18	18	
Factor L.E.	1.265	2.019		2.019					
Total Factor Semi Tráiler T3S2									5.3038

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, (2014)

Figura 12.15
Factor vehículo Semi tráiler T3S3

FACTOR VEHICULO SEMI TRAILER T3S3											
El peso total del SEMI TRAILER T3S3 es de		Descripción Grafica de los Vehículos						Long. Maxima (m)			
Configuración Vehicular										20.50	
T3S3		EES1= [P/5.6] ^{1/4} * 4.0		EEta2= [P/15.1] ^{1/4} * 4.0		EEtr2= [P/21.8] ^{1/4} * 3.9					
Ejes		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8		
Carga Según Censo de Carga (ton)		7	9	9	9	8	8	—	—		
Carga Según Censo de Carga (ton)		7	18	18	25	25	—	—	—		
Tipos de Eje		Eje Simple	Eje Tandem		Eje Tandem						
Tipos de Rueda		Rueda Simple	2 ejes de ruedas dobles		3 ejes de ruedas dobles						
Peso		7	18	18	25	25	—	—	—		
Factor E.E.		1.265	2.019		1.706						
Total Factor Semi Trailer T3S3		—								4.9906	

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, (2014)

Figura 12.16

Factor vehículo Semi tráiler C2R2

FACTOR VEHICULO C2R2									
El peso total del TRAILER C2R2 es de 40 ton.									
Configuración Vehicular	Descripción Grafica de los Vehiculos								
C2R2									
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	Long. Máxima (m)
Carga Según Censo de Carga (ton)	$E1=1= P/6.6/4.0$	$E2= P/8.2/4.0$	$E3= P/8.2/4.0$	$E4= P/8.2/4.0$	$E5= P/8.2/4.0$	$E6= P/8.2/4.0$	$E7= P/8.2/4.0$	$E8= P/8.2/4.0$	23.00
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	11	11	11	11	11	11	11	
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Simple	Eje Simple	Eje Simple	Eje Simple	Eje Simple	Eje Simple	Eje Simple	
Tipos de Rueda	Rueda Simple	Ruedas Doble	Ruedas Doble	Ruedas Doble	Ruedas Doble	Ruedas Doble	Ruedas Doble	Ruedas Doble	
Peso	7	11	11	11	11	11	11	11	
Factor E.E.	1.265	3.238	3.238	3.238	3.238	3.238	3.238	3.238	
Total Factor Trailer C2R2									10.9602

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, (2014)

Figura 12.17
Factor vehículo Semi tráiler C3R3

FACTOR VEHICULO TRAILER C3R3										
El peso total del TRAILER C3R3 es de 48 ton.										
Configuración Vehicular	Descripción Grafica de los Vehiculos								Long. Maxima (m)	
C3R3										23.00
Ejes	EE11= [P/15.1]^4.0	EE22= [P/15.1]^4.0	EE33= [P/15.1]^4.0	EE44= [P/15.1]^4.0	EE55= [P/15.1]^4.0	EE66= [P/15.1]^4.0	EE77= [P/15.1]^4.0	EE88= [P/15.1]^4.0		
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	9	9	11	9	9	9	9		
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	18	18	11	18	18	18	18		
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Tandem	Eje Tandem	Eje Simple	Eje Tandem	Eje Tandem	Eje Tandem	Eje Tandem		
Tipos de Rueda	Rueda Simple	2 Ejes de Ruedas Dobles	2 Ejes de Ruedas Dobles	Ruedas Doble	2 Ejes de Ruedas Dobles	2 Ejes de Ruedas Dobles	2 Ejes de Ruedas Dobles	2 Ejes de Ruedas Dobles		
Peso	7	18	18	11	18	18	18	18		
Factor E.E.	1.265	2.019	2.019	3.238	2.019	2.019	2.019	2.019		
Total Factor Trailer C3R3									8.5421	

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, (2014)

13 Mapas de Poligros de la ciudad de Piura y Castilla

Figura 13.1

Relieve Topografía Local

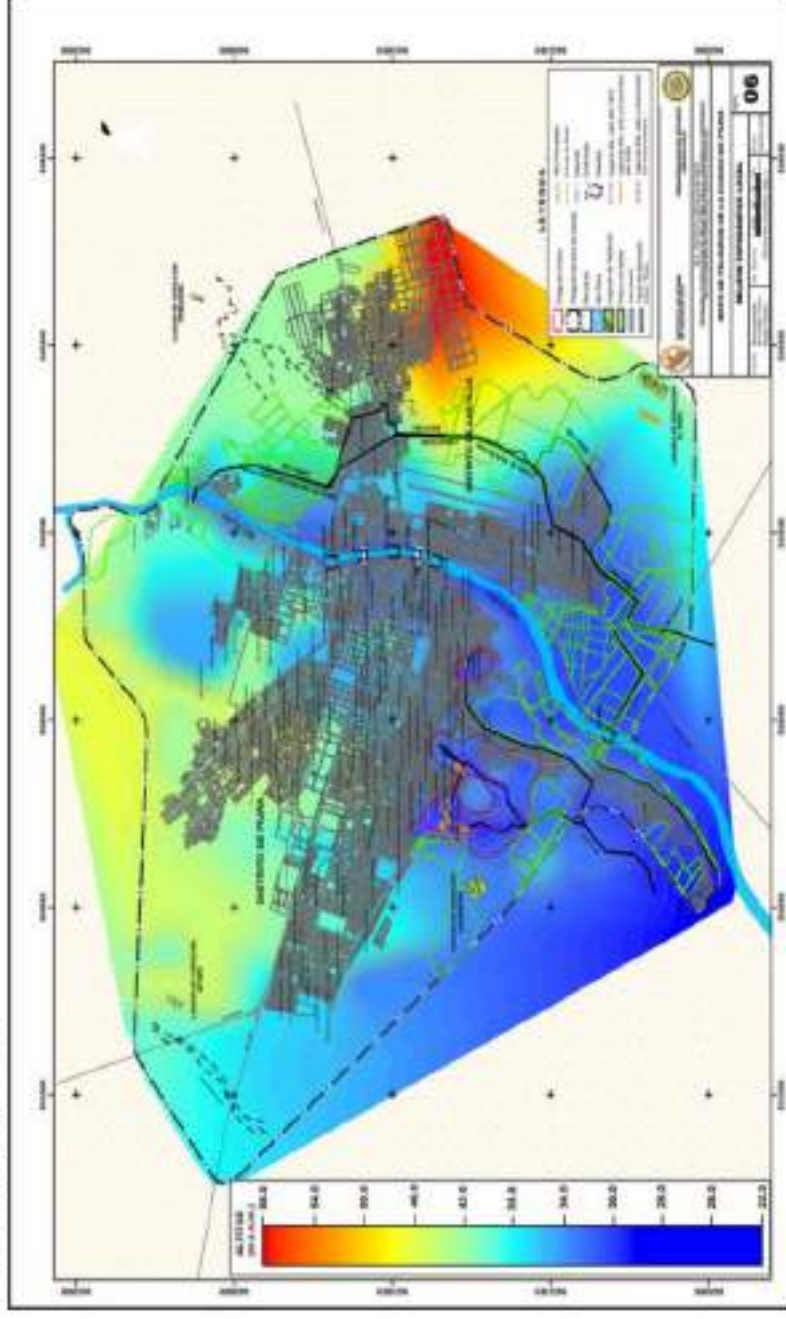


Figura 13.3
 Clasificación del Suelo de Cimentación según SUCS

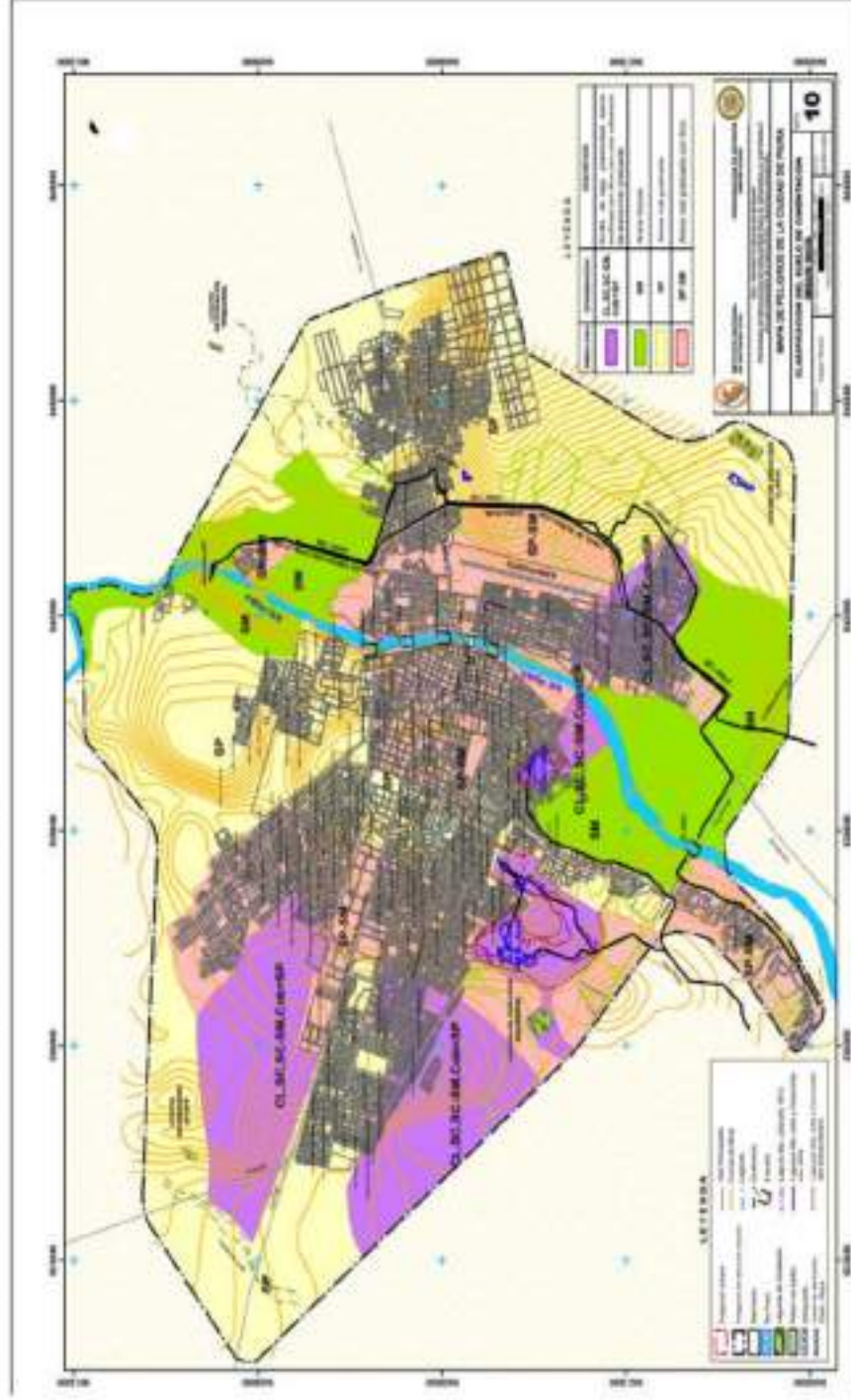
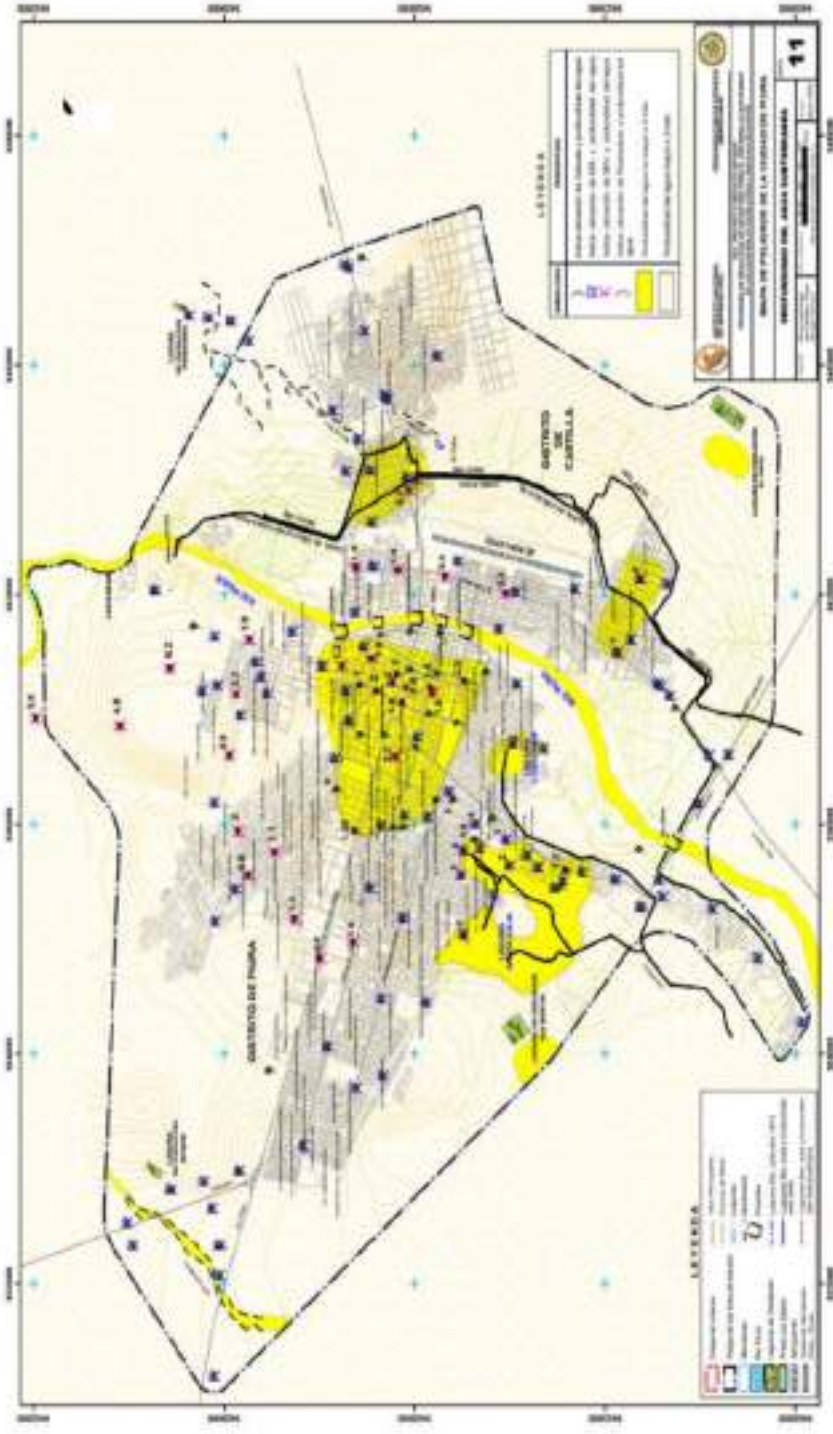


Figura 13.4
Profundidad de Agua Subterránea



2. Evaluación de la condición actual del Pavimento Flexible en la Av. Perú distrito 26 de octubre – Piura 1 (2).pdf

ORIGINALITY REPORT

9%

SIMILARITY INDEX

10%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

7%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1 hdl.handle.net Internet Source 2%

2 fddocuments.ec Internet Source 2%

3 pirhua.udep.edu.pe Internet Source 1%

4 Submitted to Universidad Ricardo Palma Student Paper 1%

5 Submitted to Universidad Cesar Vallejo Student Paper 1%

6 Submitted to Universidad Privada del Norte Student Paper 1%

7 repositorio.unasam.edu.pe Internet Source 1%

8 Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Student Paper 1%

Submitted to Universidad Andina del Cusco

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Fano', written on a white background. The signature is stylized and somewhat cursive.

Exclude quotes On

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography On