

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UPLA
TESIS

**“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO
FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DE LAS
CARRETERAS ACOBAMBA – PALCAMAYO Y
TARMATAMBO – HUARICOLCA CON
TRATAMIENTOS SUPERFICIALES”**

PRESENTADO POR:

Bach. MAZA CORPUS, ERICK JESUS

Bach. MELENDEZ DIOSES, BRENDA VALERIA

Línea de investigación institucional:

Estructuras

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2024

ASESOR

Mg.

Carlos Gerardo Flores Espinoza

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

Dr. Rubén Dario Tapia Silguera
PRESIDENTE

Mg.
MALLAUPOMA REYES CHRISTIAN
Jurado

Mg.
Mg. POMA BERNAOLA LOURDES GRACIELA
Jurado

Mg.
Mg. FABIAN BRAÑEZ ALCIDES LUIS
Jurado

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza
SECRETARIO DE DOCENTE

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a Dios, que, con su infinita bondad, nos ha permitido culminar satisfactoriamente nuestro objetivo trazado. A nuestros padres que fueron los que nos inculcaron los valores de la responsabilidad y profesionalismo.

AGRADECIMIENTO

Gracias a nuestros profesores, a quienes debemos gran parte de nuestro conocimiento, por su paciencia. Finalmente, queremos expresar nuestro eterno agradecimiento a esta prestigiosa universidad por permitirnos desenvolvemos en un mundo competitivo a través de una profesión y al mismo tiempo formarnos como buenas personas.

CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0322 - FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la Tesis; titulada:

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DE LAS CARRETERAS ACOBAMBA - PALCAMAYO Y TARMATAMBO – HUARICOLCA CON TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : Bach. MAZA CORPUS ERICK JESUS
Bach. MELENDEZ DIOSES BRENDA VALERIA

Facultad : INGENIERÍA

Escuela Académica : INGENIERÍA CIVIL

Asesor(a) Metodológico : Ing. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA

Fue analizado con fecha **20/09/2024**; con **220 págs.**; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

X

Excluye citas.

X

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

X

Otro criterio (especificar)

El documento presenta un porcentaje de similitud de **19 %**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: *Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.*

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 20 de septiembre del 2024.



MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI
JEFA

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	5
AGRADECIMIENTO.....	6
RESUMEN.....	16
ABSTRACT.....	17
INTRODUCCIÓN.....	18
CAPITULO I.....	20
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	20
1.1. Planeamiento del problema.....	20
1.2. Delimitaciones del problema.....	22
1.2.1. Espacial.....	22
1.2.2. Temporal.....	22
1.2.3. Económica.....	22
1.3. Formulación del problema.....	23
1.3.1. Problema general.....	23
1.3.2. Problemas específicos.....	23
1.4. Justificación.....	23
1.4.1. Justificación Practica o Social.....	23
1.4.2. Justificación Teórica.....	25
1.4.3. Metodológica.....	25
1.5. Objetivos.....	25
1.5.1. Objetivo General.....	25
1.5.2. Objetivos específicos.....	25
CAPITULO II.....	27
MARCO TEÓRICO.....	27
2.1. Antecedentes.....	27
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	27
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	28
2.2. Bases Teóricas o Científicas.....	33
2.2.1. Pavimento Flexible (Pavimento Asfáltico).....	33
2.2.2. Comportamiento funcional y estructural del pavimento.....	35
2.2.3. Clasificación de los pavimentos flexibles.....	36
2.2.4. Índice de Condición del Pavimento (PCI).....	37
2.2.5. Índice Internacional de Rugosidad (IRI).....	38
2.2.6. Deflectometría del pavimento flexibe.....	40
2.2.7. Fallas o deformaciones del pavimento.....	44
2.3. Marco Conceptual.....	47
CAPITULO III.....	49
HIPÓTESIS.....	49
3.1. Hipótesis general.....	49
3.2. Hipótesis específicas.....	49
3.3. Variables.....	49
3.3.1. Definición conceptual de la variable.....	49
3.3.2. Definición operacional de la variable.....	50
3.3.3. Operacionalización de la variable.....	50
CAPITULO IV.....	51
METODOLOGÍA.....	51
4.1. Método de investigación:.....	51
4.2. Tipo de investigación:.....	51
4.3. Nivel de investigación:.....	51

4.4. Diseño de investigación.....	52
4.5. Población y muestra	53
4.5.1. La población:.....	52
4.5.2. La muestra:.....	52
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	52
4.6.1. Técnicas de recolección de datos	52
4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	54
CAPITULO V	54
RESULTADOS.....	55
5.1. Descripción del diseño tecnológico.....	54
5.2. Descripción de resultados.....	54
5.2.1. Análisis de las vías pavimentadas.....	54
5.2.2. Análisis del estado de las vías.....	55
5.2.3. Análisis de la rugosidad de la capa superficial de las vías.	89
5.2.4. Análisis de la deflexion de la capa superficial de las vías	102
CAPITULO VI.....	117
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	117
CONCLUSIONES	122
RECOMENDACIONES	125
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	126
ANEXOS.....	¡Error! Marcador no definido. 128

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de la provincia de Tarma	21
Figura 2 Tramo Tarmatambo - Huaricolca	22
Figura 3 Tramo Acobamba - Palcamayo.....	22
Figura 4 Estructura de Pavimento Flexible (Sección Típica).	¡Error! Marcador no definido.33
Figura 5 Esquema de comportamiento de pavimentos flexibles.....	34
Figura 6 Escala de Índice Internacional de Rugosidad (IRI)	39
Figura 7 Rugosidad inicial IRI (m/Km), según tipo de carretera.....	39
Figura 8 Equipo de Merlin.	40
Figura 9 Diagrama de deflexiones	41
Figura 10 Componentes de la Viga Benkelman.....	42
Figura 11 Esquema de operación y funcionamiento del equipo Viga Benkelman.	42
Figura 12 Grafico de deflexiones admisibles.....	44
Figura 13 Ondulaciones en pavimento.....	45
Figura 14 Surcos en pavimento.....	¡Error! Marcador no definido.45
Figura 15 Baches en pavimento.	46
Figura 16 Porcentaje de densidad de fallas tramo Tarmatambo-Huaricolca (Km42+000- Km42+038)	¡Error! Marcador no definido.46
Figura 17 Porcentaje de densidad de fallas tramo Tarmatambo-Huaricolca (Km42+038- Km42+077)	¡Error! Marcador no definido.47
Figura 18 Porcentaje de densidad de fallas tramo Tarmatambo-Huaricolca (Km42+077- Km42+115)	58
Figura 19 Porcentaje de densidad de fallas tramo Tarmatambo-Huaricolca (Km42+115- Km42+153)	58
Figura 20 Porcentaje de densidad de fallas tramo Tarmatambo-Huaricolca (Km42+153- Km42+192)	¡Error! Marcador no definido.59
Figura 21 Porcentaje de densidad de fallas tramo Tarmatambo-Huaricolca (Km42+192- Km42+230)	60
Figura 22 Porcentaje de densidad de fallas tramo Tarmatambo-Huaricolca (Km42+230- Km42+268)	61
Figura 23 Porcentaje de densidad de fallas tramo Tarmatambo-Huaricolca (Km42+268- Km42+306)	62
Figura 24 Porcentaje de densidad de fallas tramo Tarmatambo-Huaricolca (Km42+306- Km42+345)	¡Error! Marcador no definido.63
Figura 25 Porcentaje de densidad de fallas tramo Tarmatambo-Huaricolca (Km42+345- Km42+383)	64
Figura 26 Porcentaje de densidad de fallas tramo Acobamba-Palcamayo (Km00+000- Km00+046)	65
Figura 27 Porcentaje de densidad de fallas tramo Acobamba-Palcamayo (Km00+046- Km00+092)	66

Figura 28 Porcentaje de densidad de fallas tramo Acobamba-Palcamayo (Km00+092-Km00+138)	67
Figura 29 Porcentaje de densidad de fallas tramo Acobamba-Palcamayo (Km00+138-Km00+184)	68
Figura 30 Porcentaje de densidad de fallas tramo Acobamba-Palcamayo (Km00+184-Km00+230)	69
Figura 31 Porcentaje de densidad de fallas tramo Acobamba-Palcamayo (Km00+230-Km00+276)	70
Figura 32 Porcentaje de densidad de fallas tramo Acobamba-Palcamayo (Km00+276-Km00+322)	71
Figura 33 Porcentaje de densidad de fallas tramo Acobamba-Palcamayo (Km00+322-Km00+368)	72

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1 Clasificacicación de estado de vía según PCI... ¡Error! Marcador no definido.	37
Tabla 2 Distancia de colocación del instrumento de viga.....	43
Tabla 3 Niveles de severidad ¡Error! Marcador no definido.	46
Tabla 4 Operacionalización de la variable	50
Tabla 5 Inventario de fallas existentes en el tramo Tarmatambo-Huaricolca (Km42+000-Km42+038).	56
Tabla 6 Inventario de fallas existentes en el tramo Tarmatambo-Huaricolca (Km42+038-Km42+077).	¡Error! Marcador no definido. 57
Tabla 7 Inventario de fallas existentes en el tramo Tarmatambo-Huaricolca (Km42+077-Km42+115).	¡Error! Marcador no definido. 57
Tabla 8 Inventario de fallas existentes en el tramo Tarmatambo-Huaricolca (Km42+115-Km42+153).	¡Error! Marcador no definido. 58
Tabla 9 Inventario de fallas existentes en el tramo Tarmatambo-Huaricolca (Km42+153-Km42+192).	59
Tabla 10 Inventario de fallas existentes en el tramo Tarmatambo-Huaricolca (Km42+192-Km42+230).	59
Tabla 11 Inventario de fallas existentes en el tramo Tarmatambo-Huaricolca (Km42+230-Km42+268).	60
Tabla 12 Inventario de fallas existentes en el tramo Tarmatambo-Huaricolca (Km42+268-Km42+306).	61
Tabla 13 Inventario de fallas existentes en el tramo Tarmatambo-Huaricolca (Km42+306-Km42+345)	62
Tabla 14 Inventario de fallas existentes en el tramo Tarmatambo-Huaricolca (Km42+345-Km42+383)	63
Tabla 15 Inventario de fallas existentes en el tramo Acobamba Palcamayo (Km00+000-Km00+046)	64
Tabla 16 Inventario de fallas existentes en el tramo Acobamba Palcamayo (Km00+046-Km00+092)	65
Tabla 17 Inventario de fallas existentes en el tramo Acobamba Palcamayo (Km00+092-Km00+138)	66
Tabla 18 Inventario de fallas existentes en el tramo Acobamba Palcamayo (Km00+138-Km00+184)	67
Tabla 19 Inventario de fallas existentes en el tramo Acobamba Palcamayo (Km00+184-Km00+230)	68
Tabla 21 Inventario de fallas existentes en el tramo Acobamba Palcamayo (Km00+230-Km00+276)	69
Tabla 22 Inventario de fallas existentes en el tramo Acobamba Palcamayo (Km00+276-Km00+322)	70

Tabla 23 Inventario de fallas existentes en el tramo Acobamba Palcamayo (Km00+322-Km00+368)	71
Tabla 24 Cuadro de longitud estimada de unidad de muestreo de pavimento flexible.....	72
Tabla 25 Cuadro de valores deducidos de fallas existente M1-01	73
Tabla 26 Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M1-01	74
Tabla 27 Cuadro de valores deducidos de fallas existente M1-02.....	74
Tabla 28 Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M1-02	74
Tabla 29 Cuadro de valores deducidos de fallas existente M1-03.....	75
Tabla 30 Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M1-03	75
Tabla 31 Cuadro de valores deducidos de fallas existente M1-04.....	76
Tabla 32 Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M1-04	76
Tabla 33 Cuadro de valores deducidos de fallas existente M1-05.....	77
Tabla 34 Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M1-05	77
Tabla 35 Cuadro de valores deducidos de fallas existente M1-06.....	77
Tabla 36 Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M1-06	78
Tabla 37 Cuadro de valores deducidos de fallas existente M1-07.....	78
Tabla 38 Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M1-07	78
Tabla 39 Cuadro de valores deducidos de fallas existente M1-08.....	79
Tabla 40 Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M1-08	79
Tabla 41 Cuadro de valores deducidos de fallas existente M1-09.....	80
Tabla 42 Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M1-09	80
Tabla 43 Cuadro de valores deducidos de fallas existente M1-10.....	81
Tabla 44 Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M1-10	81
Tabla 45 Cuadro de valores deducidos de fallas existente M2-01	82
Tabla 46 Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M2-01	82
Tabla 47 Cuadro de valores deducidos de fallas existente M2-02.....	82
Tabla 48 Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M2-02	83
Tabla 49 Cuadro de valores deducidos de fallas existente M2-03.....	83
Tabla 50 Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M2-03	84
Tabla 51 Cuadro de valores deducidos de fallas existente M2-04.....	84
Tabla 52 Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M2-04	84
Tabla 53 Cuadro de valores deducidos de fallas existente M2-05.....	85
Tabla 54 Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M2-05	85
Tabla 55 Cuadro de valores deducidos de fallas existente M2-06.....	85
Tabla 56 Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M2-06	86
Tabla 57 Cuadro de valores deducidos de fallas existente M2-07.....	86
Tabla 58 Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M2-07	86
Tabla 59 Cuadro de valores deducidos de fallas existente M2-08.....	87
Tabla 60 Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M2-08	87
Tabla 61 Cuadro resumen PCI evaluado tramo Tarmatamba - Huaricolca	88
Tabla 62 Cuadro resumen PCI evaluado tramo Acobamba - Palcamayo	88

Tabla 63 Cuadro de lecturas de campo en carril izquierdo tramo Tarmatambo-Huaricolca	89
Tabla 64 Cuadro de frecuencias de lecturas de campo en carril izquierdo tramo Tarmatambo-Huaricolca.....	90
Tabla 65 Histograma de frecuencias en carril izquierdo tramo Tarmatambo-Huaricolca ...	90
Tabla 66 Cálculo de IRI en carril izquierdo tramo Tarmatambo-Huaricolca	91
Tabla 67 Cuadro de lecturas de campo en carril derecho tramo Tarmatambo-Huaricolca.	92
Tabla 68 Cuadro de frecuencias de lecturas de campo en carril derecho tramo Tarmatambo-Huaricolca.....	92
Tabla 69 Histograma de frecuencias en carril derecho tramo Tarmatambo-Huaricolca.....	93
Tabla 70 Cálculo de IRI en carril derecho tramo Tarmatambo-Huaricolca.....	93
Tabla 71 Resultados de rugosidad de la carretera Tarmatambo Huaricolca	94
Tabla 72 Cuadro de lecturas de campo en carril izquierdo tramo Acobamba-Palcamayo .	95
Tabla 73 Cuadro de frecuencias de lecturas de campo en carril izquierdo tramo Acobamba-Palcamayo.....	96
Tabla 74 Histogramas de frecuencias de lecturas de campo realizadas en el carril izquierdo del tramo Acobamba – Palcamayo.....	96
Tabla 75 Cálculo de IRI en carril izquierdo Acobamba Palcamayo	97
Tabla 76 Cuadro de frecuencia de lecturas de campo en carril derecho tramo Acobamba-Palcamayo	98
Tabla 78 Histograma de frecuencias en carril derecho tramo Acobamba-Palcamayo	99
Tabla 79 Cálculo de IRI en carril derecho tramo Acobamba-Palcamayo.....	99
Tabla 81 Cuadro comparativo de resultado de deflexiones parciales de las vías Tarmatambo – Huaricolca y Acobamba – Palcamayo	99
Tabla 82 Clasificación de condición de camino según IRI; Fuente. Arriaga, Garnica y Rico (1998). Índice Internacional de Rugosidad en la red de carretera de México, Instituto Mexicano del Transporte. México	102
Tabla 83 Cuadro de deflexiones parciales en el carril izquierdo del tramo Tarmatambo – Huaricolca	104
Tabla 84 Cuadro de deflexiones parciales en el carril izquierdo del tramo Tarmatambo – Huaricolca	102
Tabla 85 Cuadro de deflexiones máximas y radio de curvatura en el carril izquierdo del tramo Tarmatambo - Huaricolca	106
Tabla 86 Cuadro de deflexiones parciales en el carril derecho del tramo Tarmatambo – Huaricolca	107
Tabla 87 Cuadro de deflexiones parciales en el carril derecho del tramo Tarmatambo – Huaricolca	108
Tabla 88 Cuadro de deflexiones máximas y radio de curvatura en el carril derecho del tramo Tarmatambo – Huaricolca.....	109
Tabla 89 Cuadro de deflexiones parciales en el carril izquierdo del tramo Acobamba - Palcamayo	110

Tabla 90 Cuadro de deflexiones parciales en el carril izquierdo del tramo Acobamba - Palcamayo	112
Tabla 91 Cuadro de deflexiones máximas y radio de curvatura en el carril izquierdo del tramo Acobamba – Palcamayo.....	113
Tabla 92 Cuadro de deflexiones parciales en el carril derecho del tramo Acobamba - Palcamayo	114
Tabla 93 Cuadro de deflexiones parciales en el carril derecho del tramo Acobamba – Palcamayo	115
Tabla 94 Cuadro de deflexiones máximas y radio de curvatura en el carril derecho del tramo Acobamba – Palcamayo.....	116
Tabla 95 Cuadro comparativo de deflexiones y radios de curvatura vías Tarmatambo – Huaricolca y Acobamba – Palcamayo	117
Tabla 96 Características del pavimento de acuerdo al tipo de deflexión y radio de curvatura.....	118

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se planteó como problema general; ¿En qué medida difiere el comportamiento funcional y estructural de los tratamientos superficiales de las vías Tarmatambo-Huaricolca y Acobamba-Palcamayo?, y el objetivo general determinado fue: Identificar el tratamiento superficial óptimo respecto al adecuado comportamiento funcional y estructural de las vías Tarmatambo-Huaricolca y Acobamba-Palcamayo, y la hipótesis general definida fue: Los tratamientos superficiales empleados en las carreteras Tarmatambo-Huaricolca y Acobamba-Palcamayo, difieren significativamente en el comportamiento funcional y estructural de las vías pavimentadas. El método general de la investigación fue el científico, el tipo de investigación fue la aplicada, de nivel descriptivo y de diseño considerado no experimental. La población estuvo conformada por las carreteras pavimentadas con tratamientos superficiales en los distritos de Acobamba, Palcamayo, Tarma y Huaricolca de la provincia de Tarma, región Junín; y la muestra fue seleccionada por conveniencia no probabilística, que corresponde a la carretera Tarmatambo – Huaricolca (Km 42+000 – Km 42+400), y la carretera Acobamba – Palcamayo (Km 00+000 – Km 00+400). La conclusión fundamental es que el tratamiento superficial bicapa utilizado en la carretera Tarmatambo – Huaricolca, ofrece un resultado óptimo en el comportamiento funcional y estructural del pavimento, frente al tratamiento superficial slurry seal utilizado en la carretera Acobamba – Palcamayo, en referencia de la evaluación de las fallas, rugosidad, y deflectometría de la capa superficial de los pavimentos; el análisis de la evaluación realizada, ayuda a conocer el tipo de tratamiento superficial óptimo para las carreteras de pavimento flexible en la provincia de Tarma, región Junín.

Palabras Clave: comportamiento funcional, comportamiento estructural, tratamiento superficial, índice de condición del pavimento, índice internacional de rugosidad, deflexión, radio de curvatura.

ABSTRACT

In the present research work was posed as a general problem; To what extent does the functional and structural behavior of the surface treatments of Tarmatambo – Huaricolca and Acobamba - Palcamayo roads differ?, and the general determined objective was: To identify the optimal surface treatment with respect to the adequate functional and structural behavior of Tarmatambo – Huaricolca and Acobamba – Palcamayo roads, and the general defined hypothesis was: The surface treatments used on Tarmatambo – Huaricolca and Acobamba – Palcamayo roads differ significantly in the functional and structural behavior of the paved roads. The general method of the research was scientific, the type of research was applied, the level was descriptive, and is considered a non-experimental design, The population was made up of the paved roads with surface treatments in the districts of Acobamba, Palcamayo, Tarma and Huaricolca from Tarma province of Junín region; and the sample was selected by non-probabilistic convenience, which belongs to Tarmatambo – Huaricolca road (Km 42+000 + Km 42+400), and Acobamba – Palcamayo road (Km 00+000 – Km 00+400). The fundamental conclusion is that the two-layer surface treatment used on Tarmatambo – Huaricolca road offers an optimal result regarding the functional and structural behavior of the pavement, compared to the slurry seal surface treatment used on Acobamba – Palcamayo road, in reference to the evaluation of the faults roughness, and deflectometry; the analysis of the evaluation carried out to know the optimal type of surface treatment for flexible pavement roads in Tarma province, from Junín region.

Key words: functional behavior, structural behavior, surface treatment, pavement condition index, international roughness index, deflection, radius of curvature.

INTRODUCCIÓN

En el Perú, existe una problemática constante respecto al deterioro de las carreteras de pavimento flexible, ante dicho problema, surge la necesidad de corregir las deficiencias que presentan las superficies asfálticas, que no estén cumpliendo con las especificaciones establecidas en el Manual de Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción (EG-2013) – Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

En ese enfoque, es importante conocer el comportamiento tanto funcional como estructural de las carreteras pavimentadas; así como las diferentes alternativas de tratamiento superficial y las características que están ofrecen en el pavimento en determinados ámbitos geográficos de nuestro país; es así que, acorde con el Manual de Carretera, Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción (EG-2013), se aprecia como alternativas, al tratamiento superficial bicapa, y el tratamiento superficial slurry seal, entre otros.

Respecto a ello, durante el desarrollo de la presente investigación, se realizó la obtención de datos de campo, de las carreteras Tarmatambo – Huaricolca, y Acobamba – Palcamayo, de la provincia de Tarma, región Junín; a través de diversas metodologías, tales como PCI, equipo de Merlín, y viga Benkelman; que brindan resultados confiables, a fin de procesarlos para y hallar el índice de condición del pavimento, el índice de rugosidad internacional, así como la deflexión y radio de curvatura de las vías pavimentadas que son objeto de estudio; valores que nos indicaran el estado y condición de los pavimentos.

El presente trabajo de investigación está estructurado en 5 capítulos:

Capítulo I: PROBLEMA DE LA INVESTIGACION, donde se detalla el planteamiento del problema de la investigación, así como su formulación y sistematización. Así también se contempla la justificación de la investigación, las delimitaciones, limitaciones, así como los objetivos de investigación.

Capítulo II: MARCO TEORICO, el desarrollo de este capítulo se determina en referencia de los antecedentes nacionales e internacionales, así como el marco conceptual, y la definición de términos. Además de ello, se describen las hipótesis y variables, así también la operacionalización de las variables consideradas en la presente investigación.

Capitulo III: METODOLOGIA, en el cual se detallan el tipo, nivel y diseño de la investigación, población y muestra. Así como también las técnicas e instrumentos que se

usaron para recolectar datos en la fase de desarrollo y finalmente el procesamiento y análisis de los datos adquiridos en la recolección de los mismos.

Capítulo IV: RESULTADOS, donde se presentan los resultados de la investigación acorde con la descripción de la investigación, así como el desarrollo y procesamiento de la información obtenida a lo largo de la investigación de acuerdo con los diferentes índices y valores requeridos.

Capítulo V: DISCUSION DE RESULTADOS, para lo cual se da a conocer la discusión del trabajo, en la cual se describen los resultados obtenidos que están relacionados a los objetivos de la investigación, asimismo se efectúa la contrastación de hipótesis. Por último, tenemos en el contenido de la presente investigación; las conclusiones, recomendaciones, así también, referencias bibliográficas y anexos.

Bach: Brenda Valeria Meléndez Dioses

Bach: Erick Jesús Maza Corpus

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planeamiento del problema

A nivel mundial, uno de los principales activos económicos en los países es la red de carreteras que presentan, por lo que la calidad del estado actual de dichas vías influye en la garantía del crecimiento económico y social; no obstante, en la actualidad, se observa que las redes de carreteras presentan problemas en su infraestructura vial demandando costos de mantenimiento; ante ello, la importancia de conocer el comportamientos de las estructuras de pavimentos de las redes viales, a fin de predecir el deterioro de los mismos y prever su adecuado mantenimiento; asimismo, es importante precisar que los factores que influyen en el deterioro del pavimento, corresponden a; la edad del pavimento, el volumen de tráfico, las condiciones climáticas y la capacidad estructural. (Llopis Castelo, 2020). Por otro lado, en República Dominicana, se realizó el estudio y seguimiento del estado de sus carreteras pavimentadas, en donde se observó el problema de deterioro de las mismas, enfatizando que la observancia de la generación y evaluación de los daños, permite seleccionar las medidas correctivas adecuadas y oportunas a fin de asegurar una infraestructura vial optima, es así que como resultado del estudio se detalló que los pavimentos flexibles presentaban cuatro modalidades de falla o rotura; entre las cuales se expone a las deformaciones permanentes, fisuras o agrietamientos, desintegraciones y otros modos de falla. (Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones – República Dominicana, 2016).

En Latinoamérica, en las ciudades de Colombia, se aprecia que los pavimentos flexibles de las redes viales presentan problemas de deterioro, afectando en la disminución de la serviciabilidad, asimismo destaca que la elección de la intervención que se debe efectuar a las carreteras que presentan dicho problema, está en relación con el nivel de severidad de las fallas, repercutiendo en los costos de mantenimiento. (Alzate Zuluaga, 2019).

En Perú, la zona urbana de la ciudad de Chota presenta un deterioro prematuro de los pavimentos flexibles, encontrándose que el 33.33% de las vías urbanas pavimentadas cuentan con una condición regular, el 22.22% cuentan con una muy mala condición, el 44.44% cuentan con un mal estado; apreciándose que las fallas predominantes son, desprendimiento de agregados, baches y desgaste de la plataforma, este problema implica la generación del incremento en los costos del mantenimiento de las vías. (Revista Ciencia Nor Andina, 2020). De igual manera, en la región de Puno, la infraestructura vial ha sufrido daños en su estructura, evidenciándose deterioros en la capa de rodadura, con niveles de severidad baja, mediana y alta; presentando fallas superficiales como fisuras longitudinales y transversales, ahuellamientos, desgaste superficial, entre otros; conllevando a la disminución de la serviciabilidad de los pavimentos y sobrecostos en los mantenimientos respectivos, cabe precisar que la región Puno presenta pavimentos flexibles con variedad de diseños, no obstante, el problema de deterioro denota la importancia de considerar el adecuado tratamiento de las vías, con el propósito de obtener un adecuado comportamiento de las mismas. (Humpiri Pineda, 2015).

En el caso de nuestra investigación, las redes viales de la provincia de Tarma presentan deterioros en sus estructuras, que son consecuencia de factores ambientales, factores de diseño estructural, el uso de la vía y la edad de las estructuras; al respecto, la preservación de los pavimentos repercute en los costos de mantenimiento que requieren las vías en función de la severidad de las fallas o deterioros; ante ello, es de gran importancia tener en cuenta aquellos factores que no son independientes, tales como el diseño estructural con el fin de que los pavimentos presenten el menor deterioro posible y minimizando así los gastos de

mantenimiento de vías; en ese aspecto las carreteras con distinto tipo de tratamiento superficial, entre ellos el Tratamiento doble superficial (TSB), así como el Tratamiento Superficial denominado Slurry Seal, ofrecerán variaciones en sus comportamientos estructurales para lo cual es relevante conocer el comportamiento funcional y estructural de las carreteras con los distintos tipos de tratamiento superficial. En consideración a ello, la evaluación del comportamiento funcional y estructural de la carretera Tarmatambo – Huaricolca, y la carretera Acobamba – Palcamayo, las cuales fueron ejecutadas con dos distintos tipos de tratamiento superficial, nos ayudará a conocer el diseño estructural óptimo para el ámbito geográfico de la provincia de Tarma.

1.2. Delimitaciones del problema

1.2.1. Espacial

La investigación se desarrolló en la:

Región : Junín

Provincia : Tarma

Distritos : Tarma, Huaricolca, Acobamba, Palcamayo

Tramos : Carretera: Tarmatambo – Huaricolca
(Km 42+000 – Km 42+400)

Carretera: Acobamba - Palcamayo
(Km 0+000 – Km 0+400)



Figura 1. Mapa de la provincia de Tarma

Fuente: www.familysearch.org

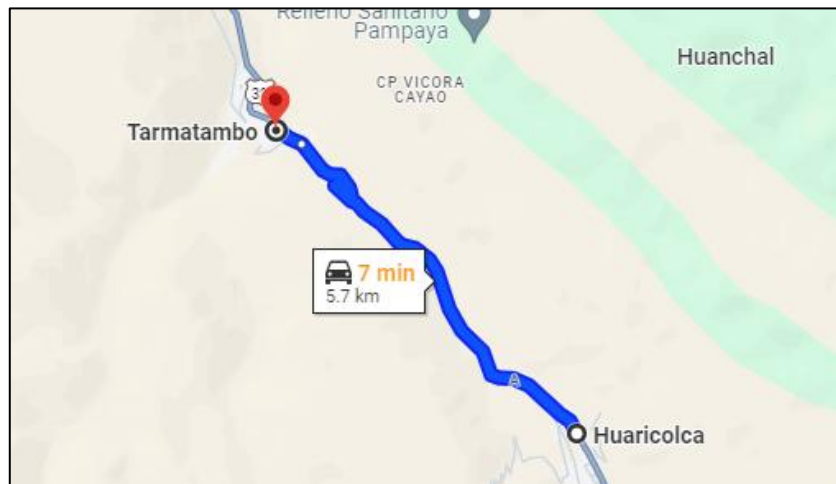


Figura 2. Tramo Tarmatambo – Huaricolca.
Fuente: Google Maps.



Figura 3. Tramo Acobamba – Palcamayo.
Fuente: Google Maps

1.2.2. Temporal

La presente tesis se desarrolló el año 2024 entre los meses de abril a agosto.

1.2.3. Económica

Los gastos efectuados para el desarrollo del presente estudio fueron cubiertos en su totalidad con recursos propios de los bachilleres.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿En qué medida difiere el comportamiento funcional y estructural de los tratamientos superficiales de las vías Tarmatambo–Huaricolca y Acobamba – Palcamayo?

1.3.2. Problemas específicos

a) ¿En qué medida difiere el comportamiento funcional y estructural de los tratamientos superficiales de las vías Tarmatambo–Huaricolca y Acobamba – Palcamayo, respecto a las fallas presentadas en la superficie de rodadura?

b) ¿En qué medida difiere el comportamiento funcional y estructural de los tratamientos superficiales de las vías Tarmatambo–Huaricolca y Acobamba–Palcamayo, respecto a la rugosidad de la superficie de rodadura?

c) ¿En qué medida difiere el comportamiento funcional y estructural de los tratamientos superficiales de las vías Tarmatambo–Huaricolca y Acobamba–Palcamayo, respecto a la deflexión de la superficie de rodadura?

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación Práctica o Social

Toda investigación debe considerar una relevancia social, logrando una trascendencia para la sociedad con denotación de alcance o proyección social, aportando beneficios y mejora a la comunidad. (Salinas y Cárdenas, 2009).

Con el desarrollo de la presente investigación se permitirá conocer el tratamiento superficial óptimo para el entorno geográfico de la provincia de Tarma, que ofrezca un adecuado comportamiento funcional y estructural en las carreteras, y desarrolle un deterioro mínimo en las superficies de rodadura; lo cual permitirá una reducción en los costos de mantenimiento de las vías, aportando la conservación vial y el aprovechamiento económico.

1.4.2. Justificación Teórica

Como justificación teórica se expresa a la inquietud e indagación del investigador sobre los enfoques teóricos que describen y explican un problema, a través del debate académico y la conjetura de los resultados. (Arias, 2012).

Por lo tanto, en la presente investigación se ha realizado la búsqueda de la información respectiva a los conocimientos que enmarcan los tratamientos superficiales de los pavimentos, encontrándose información relacionada, en artículos, investigaciones, bibliografía, internet y otros, que nos permite analizar, comparar, discernir y concluir respecto a nuestro tema investigado.

1.4.3. Metodológica

Toda investigación es justificada metodológicamente cuando se brinda y/o desarrolla un método o estrategia nueva la cual permita la obtención de conocimiento válido y verídico o confiable. (Bernal, 2010).

La metodología desarrollada en la presente investigación, los mismos que han sido guiados y orientados por el método científico, podrá servir de base para futuras investigaciones de índole similar.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Identificar el tratamiento superficial óptimo respecto al adecuado comportamiento funcional y estructural de las vías Tarmatambo–Huaricolca y Acobamba – Palcamayo

1.5.2. Objetivos específicos

a) Evaluar las fallas o deformaciones en el comportamiento estructural y funcional de los tratamientos superficiales de las vías Tarmatambo–Huaricolca y Acobamba – Palcamayo

- b) Determinar y comparar la rugosidad en el comportamiento estructural y funcional de los tratamientos superficiales de las vías Tarmatambo–Huaricolca y Acobamba – Palcamayo

- c) Analizar, comparar la deflexión y radio de curvatura en el comportamiento estructural y funcional de los tratamientos superficiales de las vías Tarmatambo–Huaricolca y Acobamba – Palcamayo

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

- a) Según, Higuera (2022), investigador del grupo GRINFRAVIAL, con el apoyo de la División de Investigaciones de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia en su artículo de investigación “Comportamiento estructural de un pavimento flexible, esfuerzos-deformaciones y deflexiones”, tuvo como objetivo; conocer el comportamiento y la magnitud de los esfuerzos, deformaciones y deflexiones producidos en la estructura de los pavimentos de tipo flexible. Como resultado de la investigación realizada, el autor concluye; que la evaluación del comportamiento funcional y estructural del pavimento flexible se efectúa a través de la mecánica de pavimentos, de acuerdo a la observación de acuerdo a los esfuerzos y tensiones generados en el interior de la estructura del pavimento, en ese sentido, concluye que todo punto de la estructura del pavimento, se encuentra sometida a esfuerzos, deformaciones y deflexiones, en donde la máxima magnitud se presenta en el punto de aplicación de la carga sobre el pavimento, y disminuye mediante el alejamiento de dicho punto de aplicación, apreciándose que a los 2.4m., los esfuerzos, deformaciones y deflexiones tienden a ser de magnitud pequeña; asimismo, se concluye que un área circular con radio de 90 cm con centro en el punto de aplicación de carga, es donde se concentran las mayores

magnitudes de los esfuerzos, deformaciones y deflexiones, luego en area con radios entre 90cm a 180cm, las tensiones disminuyen levemente, y en areas superiores a 180cm de radio los esfuerzos, deformaciones y deflexiones presentados son de pequeña magnitud.

- b) Según, Alzate Suluaga (2019), sustentó su tesis “Sistema de clasificación de severidad de daños en pavimentos flexibles para determinar posibles intervenciones” en la Universidad EIA, facultad de ingeniería civil, a fin de obtener el título de ingeniería civil. Entre los objetivos definidos, se consideró como objetivo general, la proposición de una metodología de calificación del estado de las vías de pavimento, para la determinación de la intervención adecuada para la vía, con un enfoque económico y de preservación funcional y estructural de las vías mediante inspección visual; asimismo, entre los objetivos específicos se tuvo; la selección de la metodología de calificación del estado de las vías, conforme los daños evaluados y su severidad; así también, la determinación de la intervención idónea de las vías en relación a los daños evaluados; de otro lado, la prueba de la metodología de la intervención, en relación a los costos de mantenimiento. En ese aspecto, el autor concluye, que la evaluación de la condición vial de la superficie del pavimento mediante la metodología PCI aportó a la determinación de la intervención para la conservación de la vía, asimismo indica que la metodología VIZIR, no toma en cuenta todas las fallas superficiales durante la evaluación del pavimento, por lo que se optó por basar su método en relación a la metodología PCI ya que esta, evalúa todas las fallas superficiales de las vías pavimentadas.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

- a) Según, Miranda y Ramirez (2023), quienes sustentaron su tesis “Análisis Técnico – Económico comparativo entre estructuras de pavimento económico, en el distrito de Mariscal Benavides, provincia de Mendoza - Amazonas” de la Universidad Nacional del Santa, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, con la finalidad de obtener el título

profesional en ingeniería civil; en el cual definieron como objetivo general; la realización del análisis comparativo económica y técnicamente de los pavimentos de la localidad de Michina del distrito de Mariscal Benavides, de la provincia de Mendoza en la región Amazonas, asimismo establecieron como objetivos específicos; el diseño de la estructura de los distintos tipos de pavimentos que resultan económicos; asimismo, la comparación de las estructuras de los diferentes pavimentos económicos, acorde con la normativa establecida; así también, el análisis de la mejor alternativa económica, y la selección de la estructura de pavimento más adecuada para la localidad de Michina; finalmente, los autores concluyeron que, conforma a la evaluación técnica y económica realizada entre las alternativas de; micropavimentos, slurry seal, tratamiento superficial bicapa y pavimento asfáltico delgado, se seleccionó a la mejor alternativa para una eventual pavimentación en la localidad de Michina, al tratamiento superficial slurry seal, que resulta con un costo de inversión calculado de S/6'078,550.16 y un TIR de 13,86%, de otro lado, el diseño estructural de los diferentes tipos de pavimento propuestos para una vida útil de 10 años, al ser estabilizados con cal en 8%; la mezcla asfáltica en frío muestra un espesor total de la estructura de 31.50cm, el micropavimento muestra un espesor total de la estructura de 36.75cm, el tratamiento con slurry seal muestra un espesor total de la estructura de 35.45cm, y por último el tratamiento superficial bicapa muestra un espesor total de 36.85 cm.

- b) Según, De la Cruz y Esplana (2022), quienes sustentaron su tesis “Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramón-La Merced y Satipo-Mazamari con tratamientos superficiales”, con el objeto de optar el título profesional en ingeniería civil, de la Universidad Peruana Los Andes, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil; para lo cual plantearon como objetivo general; la determinación de la variación respecto a los tratamientos superficiales de las carreteras de la selva central correspondiente a los tramos San Ramón-La Merced y Satipo-Mazamari; asimismo los objetivos específicos que

fueron planteados son; la determinación del claculo de la variación de la textura de la capa de rodadra en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras mencionadas; asi tambien, la evaluación de la variación de la rugosidad de la capa de rodadura de las carreteras en estudio; y por ultimo, la cuantificación de la variación de los tratamientos superficiales respecto a la deflexión de las carreteras mencionadas de la selva central; en ese sentido, lo autores concluyeron que, el slurry seal ofreció resultados satisfactorios en comparación al tratamiento superficial bicapa en referencia a los costos de ejecución y comportamiento funcional; asimismo concluyen que, la carretera pavimentada con el tratamiento superficial slurry seal, tiene una textura de 0.70mm y 0.69, en los tramos n.º 01 y n.º 02 respectivamente; luego, se observó que el slurry seal tiene una rugosidad adecuada, en donde presenta valores de 1.61m/km, y 1.83 m/km en los tramos n:º 01 y n.º 02, con una condicion muy buena; y finalmente, determinaron que el tratamiento superficial slurry seal presentó variacione mínimas en relación a la deflexión presentando valores de 48.73×10^{-2} mm, y 52.36×10^{-2} mm.

- c) Según, Arévalo y Diaz (2021), sustentaron su tesis: “Evaluación técnica y económica del tratamiento superfical bicapa (TSB) y slurry seal, de la carretera Cacatachi – Chirapa, departamento de San Martín” en la facultad de Ciencias e Ingeniería – Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad Científica del Perú, para optar el título profesional de ingeniero civil; cuyo objetivo general fue el de determinar la evaluación técnica y económica del tratamiento superficial slurry seal y el tratamiento superficial bicapa (TSB), en las vía antes mencionada, asimismo los objetivos especificos planteados corresponden a; la evaluación de la influencia de la parte técnica de los tratamientos superficiales Bicapa y Slurry Seal, asi como tambien, la determinación de la variación de costos entre dichos tipos de tratamiento de la carretera Catacachi – Chirapa del departamento de San Martín. Es asi que, como resultado de su investigación, los autores concluyeron que; los tipos de tratamiento

superficial Bicapa y Slurry Seal, se adaptan al entorno y técnicamente cumplen el fin para los cuales fueron diseñados; por otro lado, enfatizan que el tratamiento superficial bicapa cuenta con un periodo de diseño de 5 años, y en cuanto respecta al tratamiento superficial slurry seal, este cuenta con periodo de diseño de 3 años, con lo cual el TSB obtiene ventaja al respecto; asimismo precisaron que los efectos del medio ambiente sobre los tratamientos superficiales estudiados son generalmente los mismos, y que debido a su termoplasticidad son propensos a sufrir hundimientos, fisuras y ahuellamientos; y finalmente, concluyen, que el costo de la aplicación del tratamiento superficial bicapa es mayor al del slurry seal, ya que presenta un costo de S/ 14,34 en comparación con el costo del slurry seal de S/ 6,89.

- d) Según, Lloclla y Mucha (2021), quienes sustentaron su tesis “Análisis comparativo de alternativas de mantenimiento recurrente para vías locales pavimentadas, distrito de Chilca – Huancayo” en la Universidad Peruana Los Andes, facultad de Ingeniería, escuela profesional de Ingeniería Civil, con la finalidad de optar el título profesional de ingeniero civil; en donde establecieron como objetivo principal, el análisis comparativo de las alternativas de los tratamientos recurrentes en las vías pavimentadas del sector C del distrito de Chilca, tales como, tratamiento superficial monocapa, bicapa, y mortero asfáltico; así también establecieron como objetivos específicos, la evaluación de las alternativas de tratamiento superficial tales como tratamiento superficial monocapa, bicapa y mortero asfáltico, en relación a la rugosidad de las vías pavimentadas; así como, la evaluación de las mencionadas alternativas de tratamiento superficial, en relación a la resistencia al deslizamiento en las vías pavimentadas; y por último, la evaluación de dichas vías, en relación a la macrotextura que presentan cada tipo de tratamiento; al respecto, los autores concluyen, que el mortero asfáltico – slurry seal, como alternativa de mantenimiento, es el más adecuado en comparación con los tratamientos superficiales monocapa y bicapa, puesto que presentó una recuperación de rugosidad de 31%, macrotextura de 49% y una resistencia al deslizamiento de 29%; luego

también concluye que, de acuerdo al IRI obtenido mediante la metodología nivel de ingeniero, efectuado en las vías locales del Jr. Augusto B. Leguía, en el tramo comprendido del Jr. Pedro Peralta y Jr. Paraíso, el tratamiento superficial monocapa presentó un 24% de mejora, el mortero asfáltico slurry seal presentó una mejora de 31%, y el tratamiento superficial bicapa desarrolló una mejora de 25%.

- e) Según, Sánchez y Chire (2021), sustentaron su tesis “Análisis del comportamiento estructural y funcional en el pavimento flexible para mejorar la transitabilidad vehicular en la Av. Litoral, tramo Av. Cristo rey – Av. Tarapacá – distrito de Tacna, 2020”, en la Universidad Privada de Tacna, Facultad de Ingeniería, escuela Profesional de Ingeniería Civil, para optar el título profesional de ingeniero civil, cuyo objetivo principal es la determinación del análisis del comportamiento estructural y funcional del pavimento flexible en la Av. Litoral, tramo: Av. Cristo Rey – Av. Tarapacá, del distrito de Tacna; asimismo, entre sus objetivos específicos, se tiene; la determinación de los resultados del análisis del comportamiento funcional del pavimento flexible mediante la aplicación de la metodología PCI, en la vía en mención, asimismo, la determinación de la condición del pavimento flexible de la vía en mención a través del análisis comparativo de las metodologías VIZIR y PCI. Es así que, del estudio realizado, se concluye que, la vía en mención no presenta fallas estructurales, pero sí presenta fallas superficiales como parcheo y desprendimiento de agregados, en ese aspecto, de la evaluación de las fallas superficiales, según la metodología PCI, el tramo 1 cuenta con un valor de 60.4 y el tramo 2 con un valor de 62.65 por lo cual la condición de la vía es buena en ambos tramos.
- f) Según Condezo Torres (2020), quien sustentó su tesis “Análisis del comportamiento funcional y estructural de la carretera Lamas-Pamasho y Bellavista-Ledoy con tratamientos superficiales”, a fin de obtener el título profesional de ingeniero civil, cuyo objetivo general planteado fue; el análisis de los tratamientos superficiales respecto del comportamiento

funcional y estructural de la vía pavimentada Lamas-Pamashto y Bellavista-Ledoy; en correlación a ello, los objetivos específicos planteados, son; la determinación del comportamiento funcional y estructural del tratamiento superficial bicapa en la carretera Lamas-Pamashto; así también, la determinación del comportamiento funcional y estructural del tratamiento superficial slurry seal en la carretera Bellavista-Ledoy; y por último la comparación de los costos de mantenimiento de las carreteras Lamas-Pamashto y Bellavista-Ledoy en relación a sus tratamientos superficiales. En ese sentido, el autor concluye que, en cuanto a servicialidad que ofrece la vía al usuario, el slurry seal tiene un mejor comportamiento funcional en relación al tratamiento superficial bicapa, explicando que dicha característica se debe a los pocos vacíos que presenta dicho tratamiento; asimismo indicó que, la carretera Bellavista -Ledoy muestra un mejor comportamiento estructural, sustentando que dicho comportamiento se debe a que dicha vía presenta mayor flujo de tráfico en relación al tráfico de diseño; no obstante, enfatiza que, de acuerdo a estudios precedentes el tratamiento superficial bicapa presenta un mejor comportamiento estructural en comparación al tratamiento slurry seal; por otra parte, destaca que, el tratamiento superficial slurry seal es menos costoso que el tratamiento superficial bicapa, con una diferencia de S/26,100.00, en ese aspecto el Tratamiento superficial bicapa es más costoso que el slurry seal en 29,23% en referencia a los costos de construcción inicial.

- g) Según, Sangay Cusquisibán (2019), sustentó su tesis “Determinación del nivel de servicio mediante el índice de rugosidad internacional (IRI) medido con el equipo merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca”, en la Universidad Privada del Norte, facultad de Ingeniería – Carrera de Ingeniería Civil, a fin de optar el título profesional de ingeniero civil, en donde los objetivos definidos fueron; la determinación del nivel de servicio mediante el IRI (Índice de Rugosidad Internacional), a través del equipo Merlín en la vía pavimentada de la Av.

Hoyos Rubio de la ciudad de Cajamarca, y como objetivos específicos; el análisis del procedimiento para la medición de las deformaciones longitudinales, así como el cálculo del IRI máximo y el IRI mínimo de la Av. Hoyos Rubio utilizando el equipo Merlín; luego también, la determinación del IRI y la obtención del rango “D”; ante ello, el autor concluye que, la rugosidad que se obtuvo en la Av. Hoyos Rubio tramo comprendido desde la intersección de la Av. Vía de Evitamiento Norte y la vía que se dirige a las ventanillas de Otuzco, es aceptable; asimismo se demostró que la servicialidad del pavimento flexible presenta un estado aceptable, ubicandose entre las escalas 2-3, asimismo se determinó que el pavimento presenta un IRI mínimo de 1.42 m/Km, y un IRI máximo de 3.98 m/Km.

2.2. Bases Teóricas o Científicas

2.2.1. Pavimento Flexible (Pavimento Asfáltico)

Aquella estructura de pavimento con superficie asfáltica, pueden ser de tipo; concreto asfáltico en frío, concreto asfáltico en caliente, micropavimento, mortero asfáltico, tratamiento asfáltico, entre otros; que es compuesto por una o varias capas de mezcla asfáltica sobre capas granulares (base – sub base). Norma Técnica CE-10, Pavimentos Urbanos (2010).

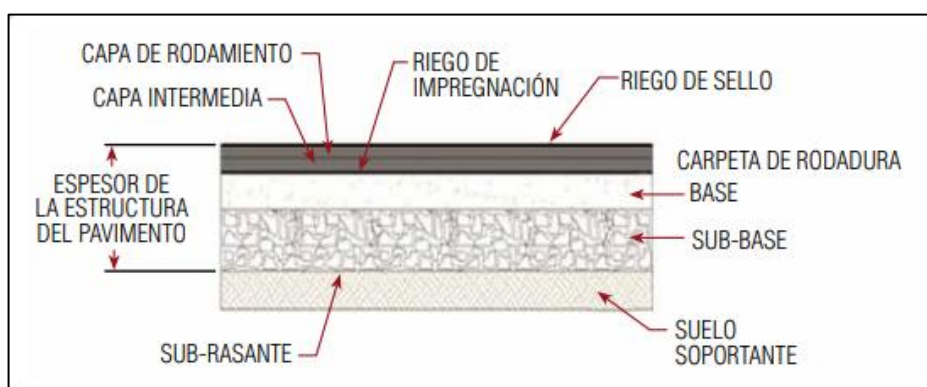


Figura 04. Estructura de Pavimento Flexible (Sección Típica).

Fuente: Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación socioeconómica de proyectos de inversión pública de carreteras. Ministerio de Economía y Finanzas (2015).

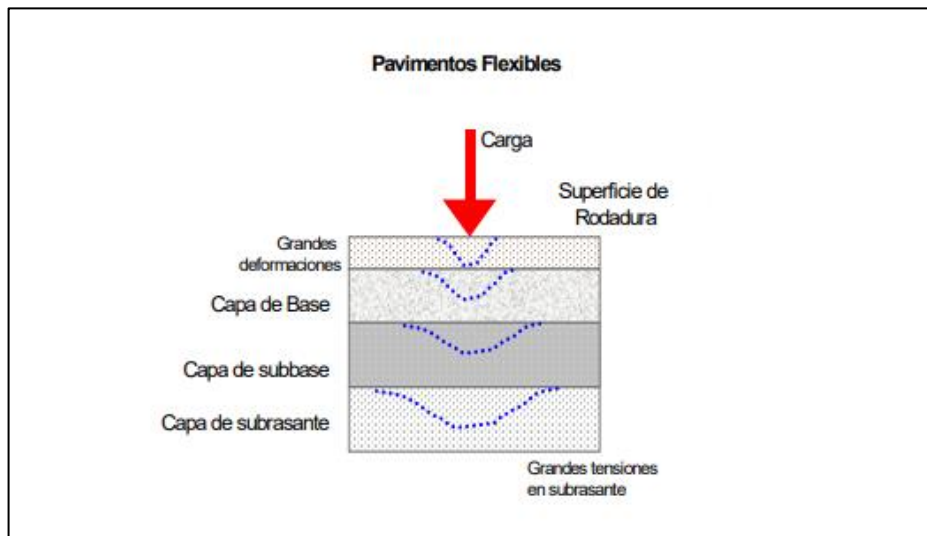


Figura 05. Esquema de comportamiento de pavimentos flexibles,
Fuente: Coronado (2002). Manual Centroamericano para diseño de pavimentos.
Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.

De las figuras precedentes, podemos apreciar las capas que conforman el pavimento asfáltico, las cuales describimos a continuación:

- **Capa superficial o capa de rodadura:** Esta capa es definida como la capa que se encuentra en el nivel superior del pavimento cuya superficie se encuentre expuesto al ambiente, y es la encargada de recibir directamente las cargas vehiculares, además está compuesta por un material bituminoso (flexible). Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotécnica y pavimentos. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013).
- **Base:** Es la capa precedente a la capa superficial o de rodadura, cuya función principal, es de sostener, distribuir y transmitir las cargas vehiculares, compuesta por un material granular drenante con un $CBR \geq 80\%$ o también en su defecto puede ser tratada con asfalto, cemento o cal. Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotécnica y pavimentos. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013).
- **Sub base:** Definida como la capa de material especificado, diseñado para soportar a la base y carpeta asfáltica; también tiene como

función el drenaje y control de la capilaridad del agua, compuesta por un material granular drenante con un $CBR \geq 40\%$ o también en su defecto puede ser tratada con asfalto, cemento o cal; en algunos casos la ejecución de esta capa es omitida, según el tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento. Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotécnica y pavimentos. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013).

2.2.2. Comportamiento funcional y estructural del pavimento

La evaluación del comportamiento estructural y funcional de un pavimento nos ayuda a determinar el tipo de intervención para dicha estructura y así elegir la adecuada intervención para prolongar su vida útil, analizando todos los tipos de deformaciones o fallas para así conocer el estado de las capas superficiales de los pavimentos” (Sanchez Bueno, y otros, 2020)

Así también, el comportamiento funcional del pavimento incluye la evaluación del confort, la seguridad y confianza que la vía brinda al usuario; de igual manera involucra la determinación de la capacidad de carga de la capa de superficial o de rodadura”. (Apolinario Morales, 2012).

2.2.3. Clasificación de los pavimentos flexibles

Mezclas asfálticas en frío: compuesta por material granular con aglomerados bituminosos emulsificados o asfaltos rebajados. Coronado (2002).

Mezcla asfáltica en caliente: compuesta por material granular con aglomerados bituminosos. Coronado (2002).

Riegos asfálticos: el procedimiento de ejecución para este tipo de pavimento, se efectúa mediante riegos sucesivos y alternados de material granular y material bituminoso, que luego son compactados a fin de obtener un cuerpo más denso. Coronado (2002).

Tratamientos superficiales: el material asfáltico es aplicado sobre la superficie de la capa de base, se denotan la colocación del material asfáltico en diferentes capas en alternancia. Coronado (2002).

Sellos asfálticos: con el propósito de impermeabilizar una superficie asfáltica existente, se reviste mediante emulsiones asfálticas y agregado fino, llenando los vacíos y grietas con el objeto de mejorar la resistencia contra el deslizamiento y la desintegración de las superficies asfálticas, aumentando así la durabilidad del pavimento, entre los tipos de sellos asfálticos, podemos apreciar a la lechada asfáltica, y microaglomerados.

Microaglomerados (Microsurfacing): compuesto por la mezcla de emulsión catiónica de asfalto modificado, con la inclusión de polímeros, material granular, aditivos, y agua, proporcionando una mezcla homogénea que es aplicada sobre el pavimento, con el propósito de evitar la desintegración de las superficies asfálticas que se encuentran desgastadas, aumentando su durabilidad. Coronado (2002).

Lechada Asfáltica (Slurry Seal): compuesto por la mezcla de material granular, emulsión asfáltica, aditivos, y agua, proporcionando una mezcla homogénea que es aplicada sobre el pavimento, como tratamiento de sellado a fin de lograr su impermeabilización; brindando una textura resistente. Coronado (2002).

2.2.4. Índice de Condición del Pavimento (PCI)

El objetivo es evaluar la integridad estructural y funcional del pavimento flexible de manera repetible para determinar el estado del pavimento en un momento dado.

De la misma manera el PCI es considerado válido como “medida consistente de la integridad estructural del pavimento y su condición funcional graduándole de 0 a 100, por lo que este índice está en función

de la densidad de las fallas en el área estudiada y del valor de deducción del pavimento por efectos de cada tipo de falla y del valor de deducción del pavimento por efectos de cada tipo de falla y de cada nivel de severidad” (Guevara, Valencia, & Chuico, 2016, p. 5) La estructura recién construida tiene un PCI de alrededor de 100, pero cuando se producen daños por errores, sólo tiene un PCI de 20 a 30.

PCI	CLASIFICACIÓN
(100-85)	Excelente
(85-70)	Muy Bueno
(70-55)	Bueno
(55-40)	Regular
(40-25)	Malo
(25-10)	Muy Malo
(10-0)	Fallado (Deficiente)

Tabla 01. Clasificación de estado de vía según PCI.

Fuente: Coronado (2002). Manual Centroamericano para diseño de pavimentos. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.

Con la finalidad de conocer el PCI: “Es necesario establecer los resultados. Para determinar la clase, el nivel de gravedad y la cantidad más significativa de daño observado en el pavimento, primero se requiere una inspección visual de sus condiciones actuales. En consecuencia, el PCI fue desarrollado para proporcionar un indicador de la integridad estructural del pavimento y de su condición operativa (Vásquez Varela, 2002, p. 2).

2.2.5. Índice Internacional de Rugosidad (IRI)

De acuerdo a el Manual de Carreteras - Normas de Suelo, Geología, Geotecnia y Pavimentos publicado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, así es como se mide la rugosidad de la superficie de una carretera. A diferencia de ISA, IRI no es subjetivo en el sentido de que deriva de mediciones de campo con equipos y métodos diseñados específicamente para medir el desplazamiento vertical de la masa mayor en relación con la masa menor (en metros, pies o pulgadas). (EG, 2013, pág. 540)

Al circular a una velocidad media de 80 km/h, el modelo del vehículo en la dirección elegida. El cálculo matemático del IRI se basa en sumar los valores absolutos de estos desplazamientos entre la distancia (en metros, km. o milímetros) de la porción elegida. (Miguel Prádena, 2006, p. 19)

El Índice Internacional de Rugosidad se define como el producto del desplazamiento relativo acumulado por la suspensión de ese tipo de vehículo y la distancia recorrida por ese vehículo en un punto determinado de una ruta. Se utiliza una milla de metro o una milla de metro para expresar la distancia. Por el contrario, para carreteras secundarias donde la velocidad de diseño es de alrededor de 60 km/h, un IRI de menos de 5 mm/m puede ser suficiente. Valores inferiores a 2 mm/m implican una buena robustez del pavimento incluso en carreteras.

Escala y características del IRI: Según Arriaga, Garnica y Rico (1998), “el parámetro IRI para caminos pavimentados debe tomarse en consideración entre 0 y 12 m/km, (0 a 760 in/mi), por lo que en base a los valores obtenidos se debe Se puede concluir que si el IRI es 0 la superficie del casquete de rodadura es uniforme, y si el valor del IRI es mayor que 12 el casquete de rodadura se define como intransitable.

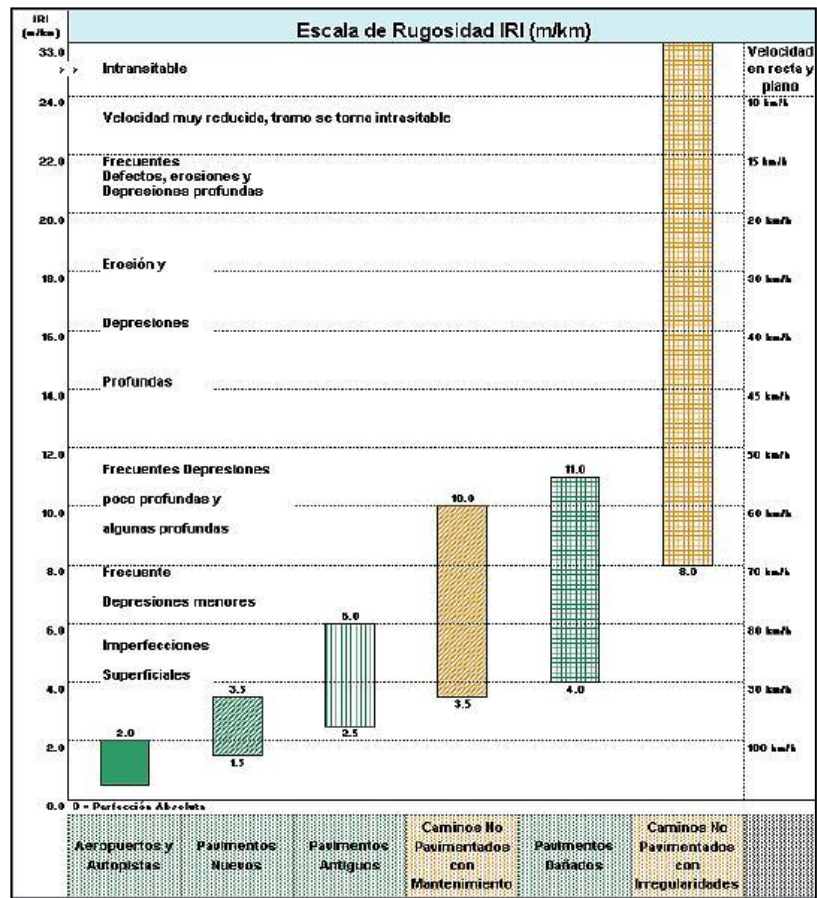


Figura 6. Escala de Índice Internacional de Rugosidad (IRI).

Fuente: Manual de carreteras – Suelos, Geología y Pavimentos, (2013).

Tipo de Carretera	Rugosidad Característica Inicial Pavimento Nuevo IRI (m/km)	Rugosidad Característica Inicial Pavimento Reforzado IRI (m/km)	Rugosidad Característica Durante el Periodo de Servicio IRI (m/km)	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	2.00	2.50	3.50	Rugosidad característica, para una Confiabilidad de 95%
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	2.00	2.50	3.50	Rugosidad característica, para una Confiabilidad de 95%
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	2.50	3.00	4.00	Rugosidad característica, para una Confiabilidad de 95%
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	2.50	3.00	4.00	Rugosidad característica, para una Confiabilidad de 90%
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	3.00	3.50	4.50	Rugosidad característica, para una Confiabilidad de 90%
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	3.00	3.50	4.50	Rugosidad característica, para una Confiabilidad de 85%

Figura 7. Rugosidad inicial IRI (m/Km), según tipo de carretera.

Fuente: Manual de carreteras – Suelos, Geología y Pavimentos, (2013).

a) Método de Merlín

El objetivo del método Merlín es gestionar dos apoyos en cada margen mientras se ve el perfil real del pavimento, lo que demuestra los voladizos panderos y las convexidades de la superficie del pavimento (Mamani & Pilco, 2021, p. 13). En la superficie del casquete de rodadura se presentan condiciones tanto lisas como rugosas, a mayor rugosidad mayor desplazamiento.

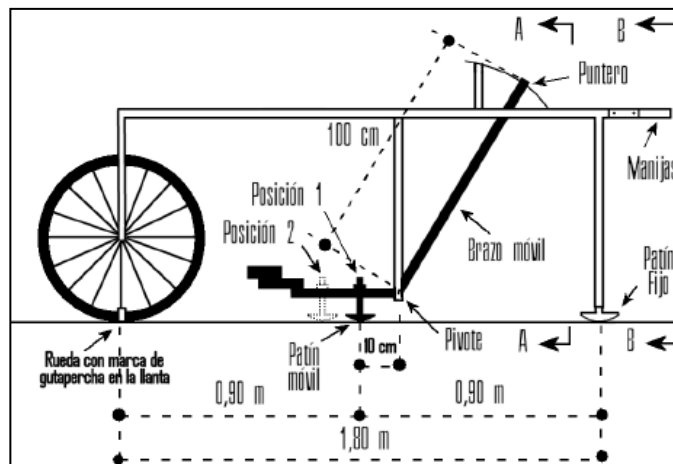


Figura 8. Equipo de Merlín.

Fuente: Mamani & Pillco, (2021).

El método Merlín revela "la variación del perfil longitudinal del pavimento existente, donde las cuerdas se ubican a 0.90 m del punto medio con una longitud total de 1.80 m, cuya longitud se conoce como unidades MERLIN D, la rugosidad del pavimento se establece mediante parámetros estadísticos donde se toman muestras totales de campo, y para el cálculo el 10% de los datos recolectados a través de la observación" (Mamani & Pilco, 2021, p. 13).

2.2.6. Deflectometría del pavimento flexible

El tránsito de vehículos pesados y habitables provoca deformaciones en la superficie de la capa de rodadura porque transportan cargas a lo largo de toda la estructura de la alfombra asfáltica. En consecuencia, "El Deflectómetro" estudia el pandeo de la superficie de rodadura; por lo tanto, la deflexión es una respuesta al comportamiento estructural del

pavimento. Existe correlación entre fallas por fatiga y deflexiones hacia los topillos del vehículo (Mamani & Pillco, 2021)

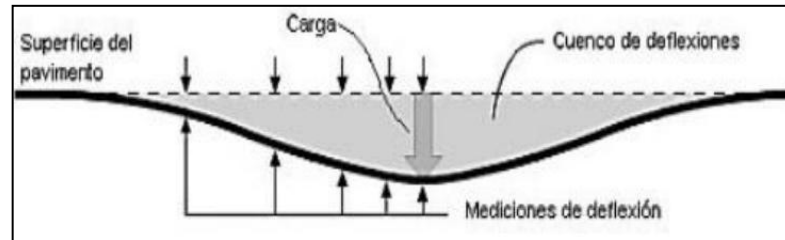


Figura 9. Diagrama de deflexiones.

Fuente: Bejarano, (2013).

Evaluación Estructural mediante la deflectometría

El procedimiento estructural también implica evaluar el estado del subsuelo de una vía, por lo que además de determinar si son necesarias reparaciones estructurales, también establece la vida útil restante del pavimento.

La evaluación estructural "no destructiva" permite a los ingenieros de carreteras disponer rápidamente de una herramienta útil con una buena aproximación, en lugar de ejecutar posiciones de prueba para tomar muestras en el laboratorio, probarlas y luego analizar por separado las propiedades de cada componente (material) y combinarlas. más tarde. (pavimento) e inferir sus características estructurales.

La deflexión es una dimensión de la deformación elástica que experimenta la superficie de una carretera cuando una carga pasa sobre ella. Depende no sólo del tipo y condición de la superficie de la carretera, sino también del método de medición y de la instrumentación. Durante el experimento, no sólo se mueve el punto bajo carga, sino también una región a su alrededor, lo que resulta en una colección de deflexiones conocida como cuenco o deformación.

a) Viga de Benkelman

Según (Manual de carreteras – Suelos, 2013) se menciona también que la viga de Benkelman consta de dos partes: la porción móvil del brazo, cuyo

tornillo de fijación funciona como palanca al realizar la valoración correspondiente; y el primer componente, un cuerpo elástico que desacelera en la superficie y está sostenido por tres patines paralelos.

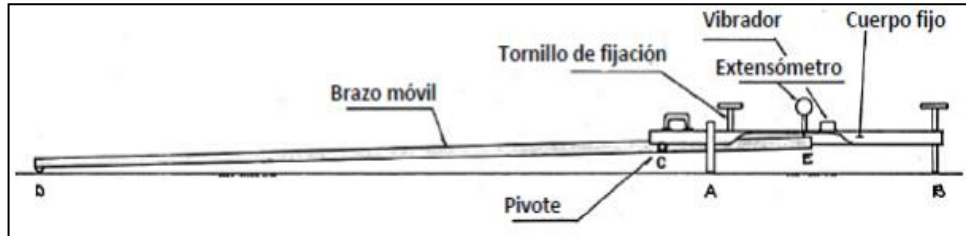


Figura 10. Componentes de la Viga Benkelman.

Fuente: Hoffman y otros, (1985).

La viga de Benkelman también conocida como aparato mecánico ya que funciona según el principio de palanca, como se ve en la siguiente figura.

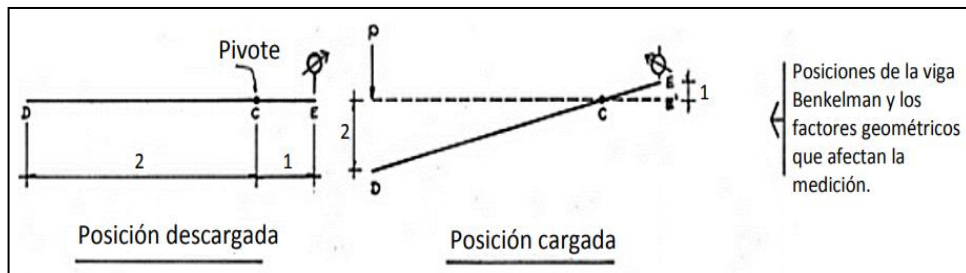


Figura 11. Esquema de operación y funcionamiento del equipo Viga Benkelman

Fuente: Hoffman y otros, (1985).

b) Procedimiento

Debido a la colocación de la llanta posterior se debe tener en consideración una cierta distancia desde el borde de la tapa asfáltica, y de la misma manera se deben medir distancias con relación al fondo del carril.

Ancho del carril	Distancia del punto de ensayo desde el borde del pavimento
2.70 m	0.45 m
3.00 m	0.60 m
3.30 m	0.75 m
3.60 m o más	0.90 m

Tabla 2. Distancia de colocación del instrumento de viga

Fuente: Manual de carreteras – Suelos, Geología y Pavimentos, (2013).

El campo de aplicación del estudio Benkelman es demasiado amplio, por lo que se utiliza principalmente para determinar la esperanza de vida útil de un pavimento con el fin de realizar mantenimiento o rehabilitación, evaluar los métodos utilizados en el diseño de los pavimentos y monitorear el avance de los proyectos de construcción. De esta forma también es posible evaluar el deterioro progresivo de la estructura provocado por el tráfico de vehículos. Manual de carreteras – “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Ministerio de Transportes y Comunicaciones” (2013)

Conforme a lo manifestado en el Manual de carreteras – “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Ministerio de Transportes y Comunicaciones” (2013), los resultados conseguidos son comparados con el valor límite permitido, por lo mismo se define como “la deflexión tolerable que garantiza un comportamiento satisfactorio del pavimento en relación con el tráfico que debe soportar, para las normas Peruanas establecidas, se han adoptado la relación propuesta para el paquete estructural del pavimento haciendo referencia a la “CONREVIAl (Estudio de Rehabilitación de Carreteras del País. MTC – Perú)”, logrando obtener la siguiente formula:

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{N} \right)^{0.25}$$

Donde:

D_{adm} : Deflexión admisible en mm (a comparar con deflexiones viga Benkelman).

N : Número de repeticiones de eje equivalente en millones.

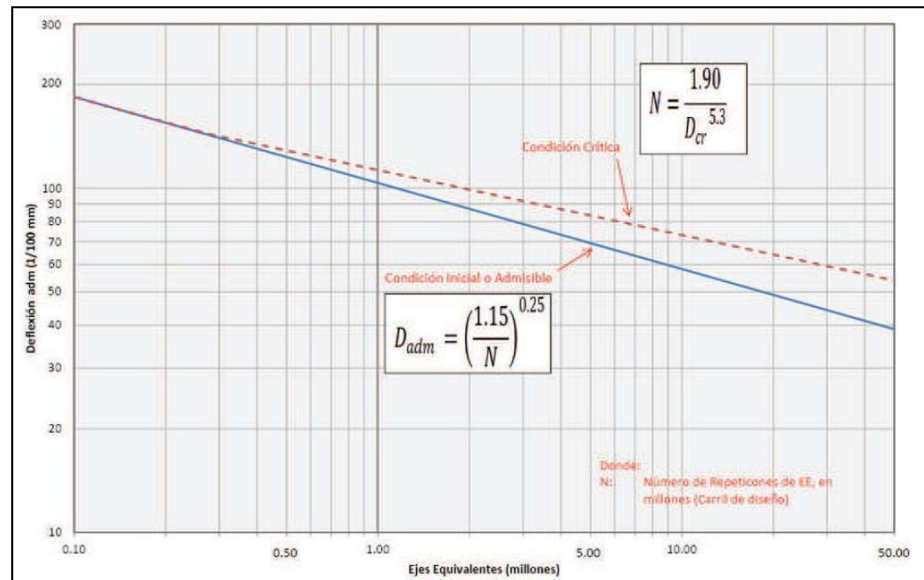


Figura 12. Gráfico de deflexiones admisibles.

Fuente: Manual de carreteras – Suelos, Geología y Pavimentos, (2013).

c) Cálculo de deflexión característica

De acuerdo a (Ruiz, y otros, 2020) indica como resultado de su investigación, “que el cálculo de las deflexiones se calcula tomando en cuenta la ley de Gauss, por ende, calcula la deflexión, desviación estándar y el coeficiente de variación”.

2.2.7. Fallas o deformaciones del pavimento

El objetivo es evaluar la integridad estructural y funcional del pavimento flexible de manera repetible para determinar el estado del pavimento en un momento dado.

- **Ondulaciones:** originado por el tránsito continuo de vehículos, pulverización de finos, así como plataforma con malas pendiente y sin capas granulares; las ondulaciones son crestas y depresiones en intervalos

regulares menores de 1m a lo largo del pavimento; según su clasificación (Bajo, Mediano, Alto):

- Bajo (B): poca vibración, sin incomodar.
- Mediano (M): Genera vibración, con incomodidad.
- Alto (A): Ocasiona un movimiento excesivo del auto, con significativo malestar en el auto, requiere reducir la velocidad por seguridad.



Figura 13. Ondulaciones en pavimento.

Fuente: invias.gob.co

- **Surcos:** Depresiones longitudinales al eje de vía originada por el desgaste frecuente de la base capacidad de soporte débil.

Cuentan con tres niveles de severidad:

- Bajo (B). Imperceptible bienestar al transitar.
- Mediano (M). Genera mucho malestar de manejo y hace bajar la velocidad.
- Alto (A). Incomodidad al manejar reducir la velocidad.



Figura 14. Surcos en pavimento.

Fuente: Obra camino vecinal AA:HH: Ollanta Humala – Piura (2022)

- **Baches:** Al presentarse 1 o 2 baches por cada 20 m, se deberá dar inicio a la reconstrucción de forma oportuna, a fin de evitar que aumente la falla.



Figura 15. Baches en pavimento.

Fuente: Diario La república, Lima (2024)

Profundidad Máxima (cm)	Diámetro promedio del bache (cm)		
	70	70 - 80	Mayor a 100
Menor de 2.5	B	B	M
De 2.5 a 5.0	B	M	A
Mayor de 5.0	M	M	A

Tabla 3. Niveles de severidad.

Fuente: Manual de carreteras – Suelos, Geología y Pavimentos, (2013).

- **Pérdida de agregados:** Ocasionado por la constante circulación de vehículos sobre la superficie de rodadura, que se aprecia en los surcos de las ruedas donde se depositan los agregados gruesos y mayormente en los bordes de la plataforma por la falta de aglutinantes en la mezcla.

2.3. Marco Conceptual

Los conceptos utilizados en la presente investigación se detallan a continuación:

- **Emulsión Asfáltica:** material bituminoso que resulta de la composición de cemento asfáltico, emulsificante y agua, cuyas partículas de asfalto se adhieren al material granular, se utilizan en riegos de imprimación asfáltica, y liga, sellos de asfalto-arena, tratamientos superficiales y morteros asfálticos. Manual de carreteras – Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción – Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013).

- **Pavimento Flexible:** corresponde a aquella estructura compuesta por distintas capas, entre las que se aprecia la sub base, base, y capa superficial o de rodadura, y que está constituida con materiales bituminosos, agregados y en algunos casos aditivos. Respecto a la capa superficial generalmente son considerados; tratamiento superficial bicapa, micropavimentos, mortero asfáltico, mezcla asfáltica en frío, mezcla asfáltica en caliente, entre otros. Manual de carreteras – Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción – Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013).
- **Tratamiento Superficial Bicapa:** este tratamiento destaca en la colocación de dos capas de mezcla asfáltica, sobre la superficie del pavimento, con la finalidad de asegurar la durabilidad de la estructura del pavimento. Manual de carreteras – Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción – Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013).
- **Tratamiento Superficial Slurry Seal:** este tratamiento destaca en la composición de la emulsión asfáltica de quiebre lento, y agregado. Herrera San Román (2007).

CAPITULO III

HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

Los tratamientos superficiales empleados en las carreteras Tarmatambo-Huaricolca y Acobamba-Palcamayo, difieren significativamente en el comportamiento funcional y estructural de las vías pavimentadas.

3.2. Hipótesis específicas

- a) Existe diferencia significativa entre las deformaciones o fallas halladas en la capa superficial de los tratamientos superficiales empleados en las carreteras Tarmatambo-Huaricolca y Acobamba-Palcamayo.
- b) Existe diferencia significativa entre la rugosidad de la capa superficial de los tratamientos superficiales empleados en las carreteras Tarmatambo-Huaricolca y Acobamba-Palcamayo.
- c) Existe variación significativa de la deflexión de la capa superficial entre los tratamientos superficiales empleados en las carreteras Tarmatambo-Huaricolca y Acobamba-Palcamayo.

3.3. Variables

3.3.1. Definición conceptual de la variable

a) Variable 1 (Variable Independiente)

Tratamiento Superficial:

Herra (2017) El tratamiento superficial de un pavimento implica la rehabilitación de la capa de rodadura de la misma, con el objeto de recuperar y/o mejorar las características de la superficie del pavimento.

b) Variable 2 (Variable Dependiente)

Comportamiento Funcional y Estructural:

Toscano (2018). Señala que el comportamiento funcional y estructural en la estructura de un pavimento flexible implica la determinación de la capacidad de soporte del sistema estructural, así como la respuesta ante las tensiones producidas durante la vida útil de la misma.

3.3.2. Definición operacional de la variable

a) Tratamiento Superficial:

El tratamiento superficial opera mediante sus dimensiones que alcanzan a dos tipos de tratamientos superficiales; entre los cuales contamos con el tratamiento superficial bicapa, y el tratamiento superficial slurry seal, que corresponden a las carreteras Tarmatambo – Huaricolca, y Acobamba – Palcamayo, respectivamente.

b) Comportamiento Funcional y Estructural:

El comportamiento funcional y estructural opera mediante sus dimensiones que alcanzan las características del pavimento como: rugosidad de la capa superficial del pavimento, deflexión de la capa superficial del pavimento, y deformaciones que presenta la capa superficial del pavimento.

3.3.3. Operacionalización de la variable

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
TRATAMIENTO SUPERFICIAL (VARIABLE INDEPENDIENTE)	Rehabilitación de la capa de rodadura del pavimento que se realiza para recuperar y/o mejorar las características de la superficie del pavimento. (Herra,2017)	El tratamiento superficial que corresponde a la variable independiente opera mediante sus dimensiones que alcanzan a dos tipos de tratamiento superficial: Bicapa, y Slurry Seal	Tratamiento Superficial Bicapa	Método de aplicación
			Tratamiento Superficial Slurry Seal	Método de aplicación
COMPORTAMIENTO FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL (VARIABLE DEPENDIENTE)	El comportamiento funcional y estructural de la estructura de un pavimento implica la determinación de la capacidad de soporte del sistema estructura durante la vida útil del pavimento. (Toscano, 2018)	El comportamiento funcional y estructural que corresponde a la variable dependiente opera mediante sus dimensiones que alcanzan las características del pavimento: rugosidad, deflexión y deformaciones de la capa superficial del pavimento.	Fallas o Deformaciones en la capa superficial del pavimento	Determinación del estado vial (PCI)
			Rugosidad de la capa superficial del pavimento	Determinación del índice de rugosidad (IRI)
			Deflexión y radio de curvatura de la capa superficial del pavimento	Determinación de la deflexión característica (Dc) Determinación del radio de curvatura (Rc)

Tabla 4. Operacionalización de la variable.

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO IV

METODOLOGÍA

4.1. Método de investigación:

El método general de investigación aplicado en el presente estudio fue el científico ya que para su desarrollo se efectuó el seguimiento de procedimientos ordenados con la finalidad de evaluar y verificar el estado funcional y estructural de las carreteras Tarmatambo – Huaricolca y Acobamba – Palcamayo.

4.2. Tipo de investigación:

Teniendo presente la finalidad enmarcada del presente estudio, presenta un tipo de investigación básica, ya que se centra en un contexto determinado, es decir, busca la aplicación o utilización de conocimientos, a partir de una o varias áreas especializadas, con el propósito efectuar la implementación de forma práctica; a fin de satisfacer conocer el tratamiento superficial óptimo para las carreteras de pavimento flexible en provincia de Tarma, de la región Junín.

4.3. Nivel de investigación:

En relación a la finalidad enmarcada del presente estudio, el nivel de investigación corresponde al nivel descriptivo, puesto que, se orienta a identificar el tratamiento superficial óptimo para las carreteras de pavimento flexible en la provincia de tarma, de la región Junín, describiendo las características del comportamiento funcional y estructural de las mismas.

4.4. Diseño de investigación

Acorde con la finalidad del presente estudio, esta es una investigación no experimental debido a que no existe manipulación de variables consideradas en la investigación y se enfoca en analizar el nivel o estado de las variables en un momento dado o bien en cuál es la relación entre un conjunto de variables en un punto en el tiempo, además el propósito esencial es describir variables y analizar su incidencia e interrelación.

4.5. Población y muestra

4.5.1. La población:

La población para esta investigación está definida por las carreteras pavimentadas con tratamientos superficiales en los distritos de Acobamba, Palcamayo, Tarma y Huaricolca de la provincia de Tarma, región Junin.

4.5.2. La muestra:

La muestra seleccionada por conveniencia por lo tanto no probabilística está conformada por los tramos de las siguientes carreteras objeto del presente estudio, según se detalla a continuación:

- Carretera Tarmatambo – Huaricolca: Km 42+000 – Km 42+400
- Carretera Acobamba - Palcamayo: Km 00+000 – Km 00+400

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.6.1. Técnicas de recolección de datos

Arias (2012), enfatiza que: “las técnicas e instrumentos para la recolección de datos, nos permiten obtener información que brinde los accesos y amplie el panorama para desarrollar el proyecto de investigación, tales técnicas se pueden enmarcar como entrevistas, observaciones, ensayos, entre otros”.

Observación directa

Mediante observación, verificación, recolección, y computar las características del estado situacional actual de las vías

Análisis documental

Se efectuó mediante la operación intelectual, ayudándonos a permite obtener, como instrumento de búsqueda obligada para los términos conceptuales que abracan la presente investigación, a fin de realizar la interpretación y análisis de la información de documentos y síntesis.

Procesamiento de la información

El procesamiento de la información se efectuó a través del cálculo de los valores requeridos en relación a las variables descritas para la presente investigación.

Técnicas y análisis de datos

La investigación presente tiene un enfoque cuantitativo, por tanto, se realiza un análisis comparativo descriptivo en relación a nuestras variables.

4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El análisis de datos se evalúa en consideración a los datos obtenidos, mediante el desarrollo de lo siguiente:

- ✓ Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI)
- ✓ Cálculo del Índice de Rugosidad Internacional (IRI)
- ✓ Cálculo de la deflexión característica y radio de curvatura.
- ✓ Comparación de datos e índices calculados.
- ✓ Estimación del estado de las vías, según los índices obtenidos.

CAPITULO V

RESULTADOS

5.1. Descripción del diseño tecnológico

El diseño tecnológico del presente estudio, abarca los procesos y/o etapas que fueron desarrollados en esta con la finalidad de alcanzar los objetivos planteados. En ese contexto, se procedió a la recolección de la información respectiva y necesaria, así como el procesamiento de los datos, y análisis de los resultados, que permita la evaluación comparativa de los tratamientos superficiales de las carreteras pavimentadas en la provincia de Tarma de la región Junín, a fin de advertir y observar la diferencia de las mismas.

5.2. Descripción de resultados

5.2.1. Análisis de las vías pavimentadas

5.2.1.1. Datos Generales de la Vía 01

Región	:	Junín
Provincia	:	Tarma
Distrito	:	Tarma, Huaricolca
Nombre de ruta	:	PE-3SA
Tramo	:	Tarmatambo - Huaricolca
Progresivas	:	Km 42+000 – Km 42+400

5.2.1.2. Datos Generales de la Vía 02

Región	:	Junín
Provincia	:	Tarma
Distrito	:	Acobamba, Palcamayo
Nombre de ruta	:	JU-105
Tramo	:	Acobamba, Palcamayo
Progresivas	:	Km 00+000 – Km 00+400

5.2.1.2. Descripción de los tratamientos superficiales de las vías.

En la vía pavimentada del tramo “Tarmatambo – Huaricolca” se ejecutó un tratamiento superficial bicapa cuya abreviación es TSB, para la rehabilitación de la carretera en mención.

Por otro lado, en la vía pavimentada del tramo “Acobamba – Palcamayo” se ejecutó el tipo de tratamiento superficial denominado Slurry Seal, para la rehabilitación de la carretera en mención.

5.2.2. Análisis del estado de las vías

5.2.2.1. observación y verificación de las deformaciones existentes en la superficie de las vías

Con la finalidad de verificar el estado actual de los tramos de las carreteras pavimentadas objeto de estudio, se realizó la inspección in situ de las deformaciones o fallas que presentan dichas vías en su superficie, a razón de ello, se procedió a la toma de datos respectiva, para su posterior procesamiento.

De la observación realizada, se constató que la carretera “Tarmatambo – Huaricolca” denominada vía 01 en el presente estudio, presenta las siguientes deformaciones:

- **Vía 01: (Km 42+000 – Km 42+038)**

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
Falla	Unidad	Severidad	Largo (m)	Ancho (m)	Prof. (m)	Total
Parche	m2	Media	2.3	1		2.3
Fisura Long. y/o Trans.	m	Media	11.2	0.3		3.36
Fisura Long. y/o Trans.	m	Media	8	0.3		2.4
Fisura Long. y/o Trans.	m	Media	2	0.3		0.6
Fisura Long. y/o Trans.	m	Media	1.5	0.3		0.45
Depresión	m2	Baja	0.34	0.25	0.2	0.085
Depresión	m	Baja	0.3	0.25	0.2	0.075
Depresión	m2	Baja	0.56	0.4	0.2	0.224
Agregado Pulido	m2	Alta	20	8		160
Ahuellamiento	m2	Baja	80	0.2	0.03	16
Desnivel Carril- Berma.	m2	Baja	2.5	0.4		1

Tabla 5. Inventario de fallas existentes en el tramo Tarmatambo - Huaricolca, (Km42+000 – Km 42+038).
Fuente: Elaboración propia.

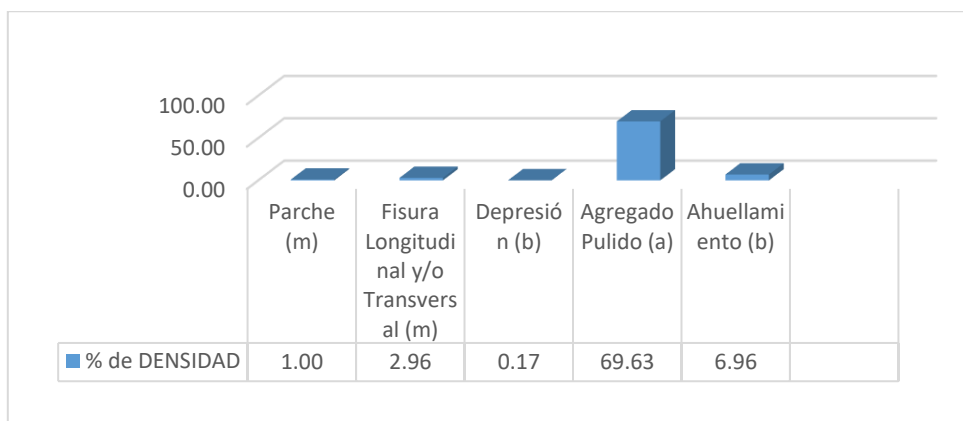


Figura 16. Porcentaje de densidad de fallas en el tramo Tarmatambo - Huaricolca, (Km42+000 – Km 42+038).
Fuente: Elaboración propia.

- **Vía 01: (Km 42+038 – Km 42+077)**

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
Falla	Unidad	Severidad	Largo (m)	Ancho (m)	Prof. (m)	Total
Fisura Long. y/o Trans.	m	Media	105	0.3		31.5
Fisura Long. y/o Trans.	m	Media	1	0.3		0.3
Fisura Long. y/o Trans.	m	Media	1.7	0.3		0.51

Depresión	m2	Baja	0.48	0.2	0.2	0.096
Ahuellamiento	m2	Baja	60	0.2	0.03	12
Desnivel Carril- Berma.	m2	Baja	2.6	0.3		0.78

Tabla 6. Inventario de fallas existentes en el tramo Tarmatambo - Huaricolca, (Km42+038 – Km 42+077).

Fuente: Elaboración propia.

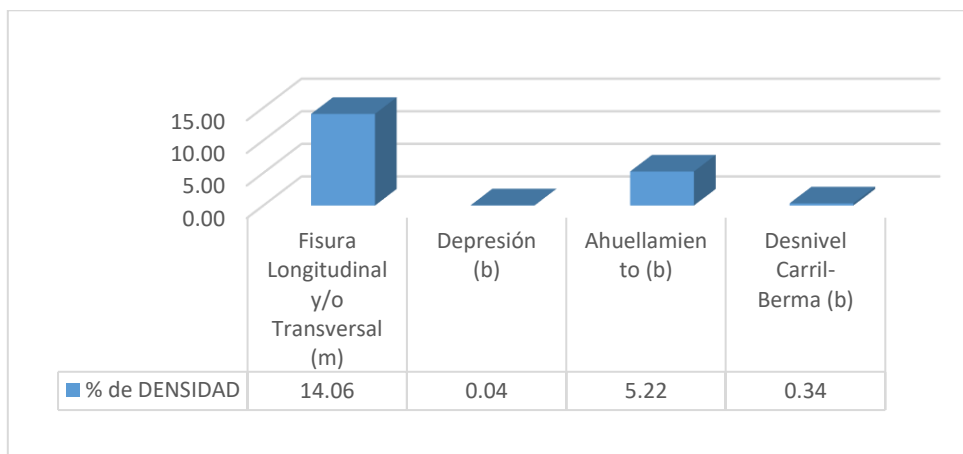


Figura 17. Porcentaje de densidad de fallas en el tramo Tarmatambo - Huaricolca, (Km42+038 – Km 42+077).

Fuente: Elaboración propia.

• **Vía 01: (Km 42+077 – Km 42+115)**

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
Falla	Unidad	Severidad	Largo (m)	Ancho (m)	Prof. (m)	Total
Piel de cocodrilo	m2	Baja	10.3	1.2		12.36
Piel de cocodrilo	m2	Alta	0.3	0.3		0.09
Piel de cocodrilo	m2	Alta	0.7	0.7		0.49
Fisuras en borde	m2	Baja	11.7	0.3		3.51
Fisuras en borde	m2	Baja	16.5	0.3		4.95
Parche	m2	Alta	3	1.6		4.8
Parche	m2	Alta	0.7	0.7		0.49
Desmor./Intemperismo	m2	Baja	15	5		75
Depresión	m2	Baja	8	0.25		2
Baches	unidad	Alta	0.8	0.8		0.64
Fisura Long. y/o Trans.	m	Media	10	0.3		3

Tabla 7. Inventario de fallas existentes en el tramo Tarmatambo - Huaricolca, (Km42+077 – Km 42+115).

Fuente: Elaboración propia.

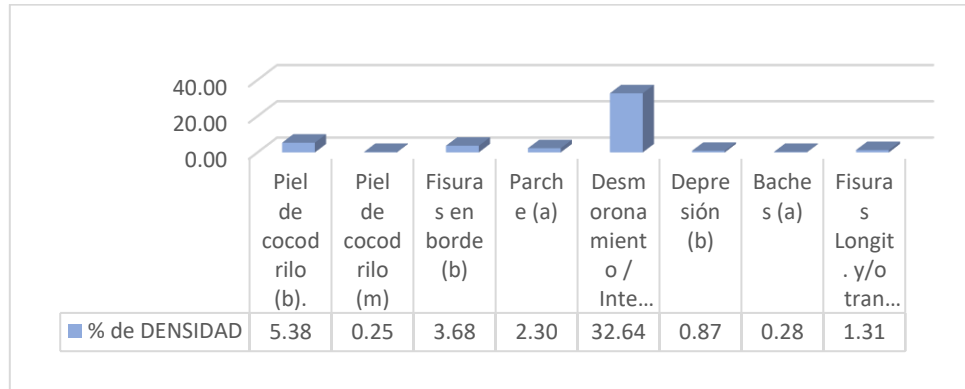


Figura 18. Porcentaje de densidad de fallas en el tramo Tarmatambo - Huaricolca, (Km42+077 – Km 42+115).

Fuente: Elaboración propia.

• **Vía 01: (Km 42+115 – Km 42+153)**

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
Falla	Unidad	Severidad	Largo (m)	Ancho (m)	Prof. (m)	Total
Fisura Long. y/o Trans.	m	Baja	12.7	0.3		3.81
Parche	m ²	Media	0.9	0.8		0.72
Fisuras en bloque	m ²	Media	7	1.8		12.6
Ahuellamiento	m ²	Media	12	2		24
Fisuras en borde	m ²	Media	15	0.3		4.5
Exudación	m ²	Baja	0.3	1.5		0.45
Exudación	m ²	Baja	0.7	0.3		0.21

Tabla 8. Inventario de fallas existentes en el tramo Tarmatambo - Huaricolca, (Km42+115 – Km 42+153).

Fuente: Elaboración propia.

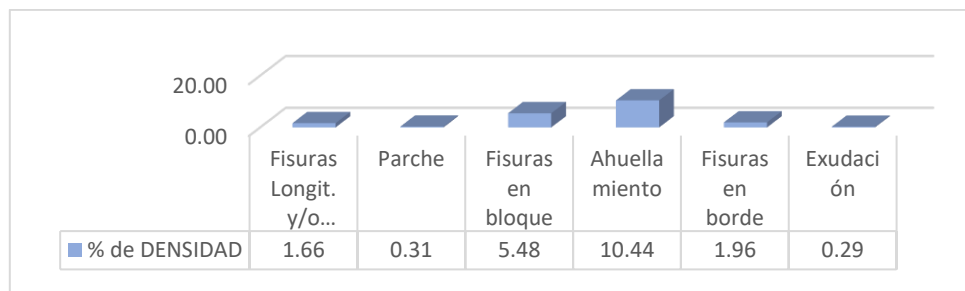


Figura 19. Porcentaje de densidad de fallas en el tramo Tarmatambo - Huaricolca, (Km42+115 – Km 42+153).

Fuente: Elaboración propia.

• **Vía 01: (Km 42+153 – Km 42+192)**

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
Falla	Unidad	Severidad	Largo (m)	Ancho (m)	Prof. (m)	Total
Parche	m2	Media	0.55	7.5		4.125
Parche	m2	Media	1.1	1.1		1.21
Desmor./ Intemperismo	m2	Baja	2.4	8		19.2
Ahuellamiento	m	Baja	16	0.5		8
Fisuras en borde	m2	Alta	5.7	0.3		1.71

Tabla 9. Inventario de fallas existentes en el tramo Tarmatambo - Huaricolca, (Km42+153 – Km 42+192).

Fuente: Elaboración propia.

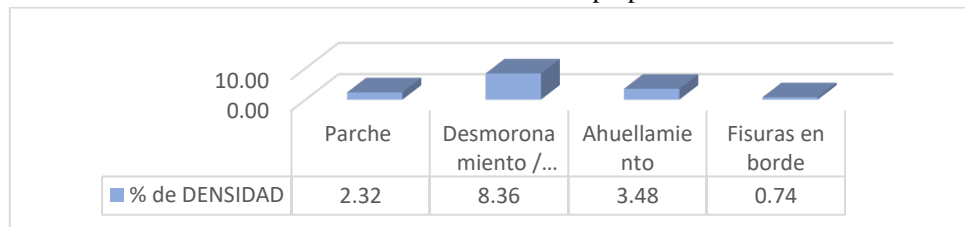


Figura 20. Porcentaje de densidad de fallas en el tramo Tarmatambo - Huaricolca, (Km42+153 – Km 42+192).

Fuente: Elaboración propia.

• **Vía 01: (Km 42+192 – Km 42+230)**

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
Falla	Unidad	Severidad	Largo (m)	Ancho (m)	Prof. (m)	Total
Parche	m2	Baja	5	3.4		17
Parche	m2	Alta	0.4	0.3		0.12
Parche	m2	Alta	1	1		1
Parche	m2	Baja	1.4	1		1.4
Fisura Long. y/o Trans.	m	Baja	17	0.3		5.1
Fisura Long. y/o Trans.	m	Baja	3	0.3		0.9
Ahuellamiento	m2	Baja	20	0.3		6
Ahuellamiento	m3	Baja	15	0.3		4.5
Corrugación	m2	Media	15	5		75

Tabla 10. Inventario de fallas existentes en el tramo Tarmatambo - Huaricolca, (Km42+192 – Km 42+230).
Fuente: Elaboración propia.

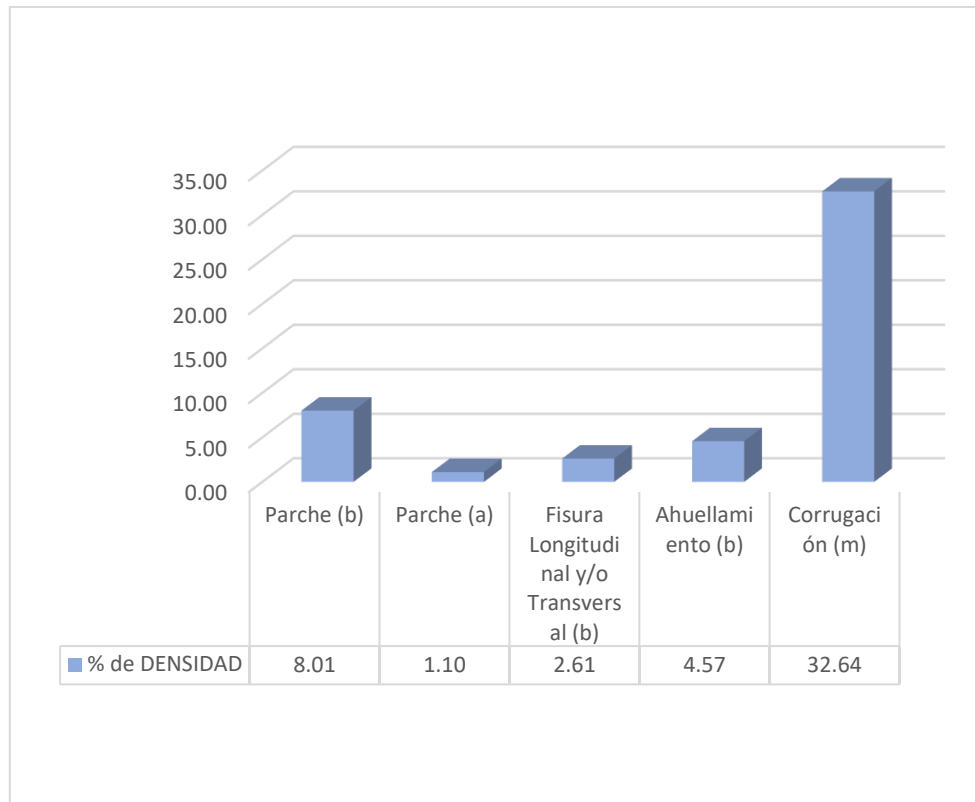


Figura 21. Porcentaje de densidad de fallas en el tramo Tarmatambo - Huaricolca, (Km42+192 – Km 42+230).
Fuente: Elaboración propia.

• **Vía 01: (Km 42+230 – Km 42+268)**

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
Falla	Unidad	Severidad	Largo (m)	Ancho (m)	Prof. (m)	Total
Parche	m2	Baja	0.7	0.7		0.49
Depresión	m2	Alta	7	0.8	0.05	5.6
Fisura por Deslizamiento	m2	Media	32	3.4	0.2	108.8

Tabla 11. Inventario de fallas existentes en el tramo Tarmatambo - Huaricolca, (Km42+230 – Km 42+268).
Fuente: Elaboración propia.

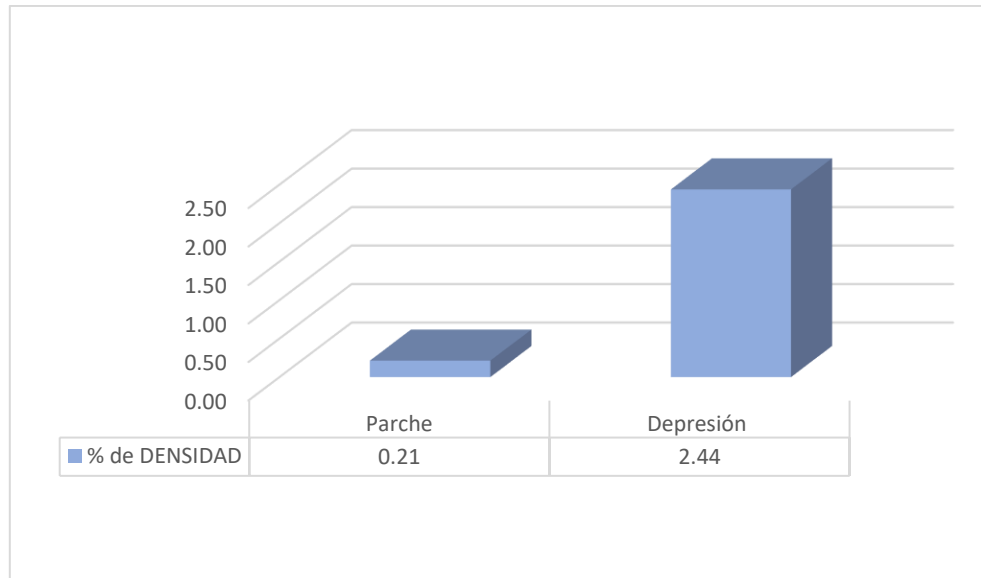


Figura 22. Porcentaje de densidad de fallas en el tramo Tarmatambo - Huaricolca, (Km42+230 – Km 42+268).

Fuente: Elaboración propia.

• **Vía 01: (Km 42+268 – Km 42+306)**

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
Falla	Unidad	Severidad	Largo (m)	Ancho (m)	Prof. (m)	Total
Exudación	m2	Baja	2.5	0.8		2
Exudación	m2	Baja	40	0.5		20
Exudación	m2	Baja	4	0.35		1.4
Exudación	m2	Baja	4	0.4		1.6
Parche	m2	Alta	1.1	1.1		1.21
Desniveles Localizados	m2	Baja	22	1.2		26.4
Ahuellamiento	m2	Baja	25	1.2		30
Fisuras Long. y/o trans.	m	Baja	15	0.3	0.4	4.5
Baches	Unidad	Baja	6.5	0.4		2.6

Tabla 12. Inventario de fallas existentes en el tramo Tarmatambo - Huaricolca, (Km42+268 – Km 42+306).

Fuente: Elaboración propia.

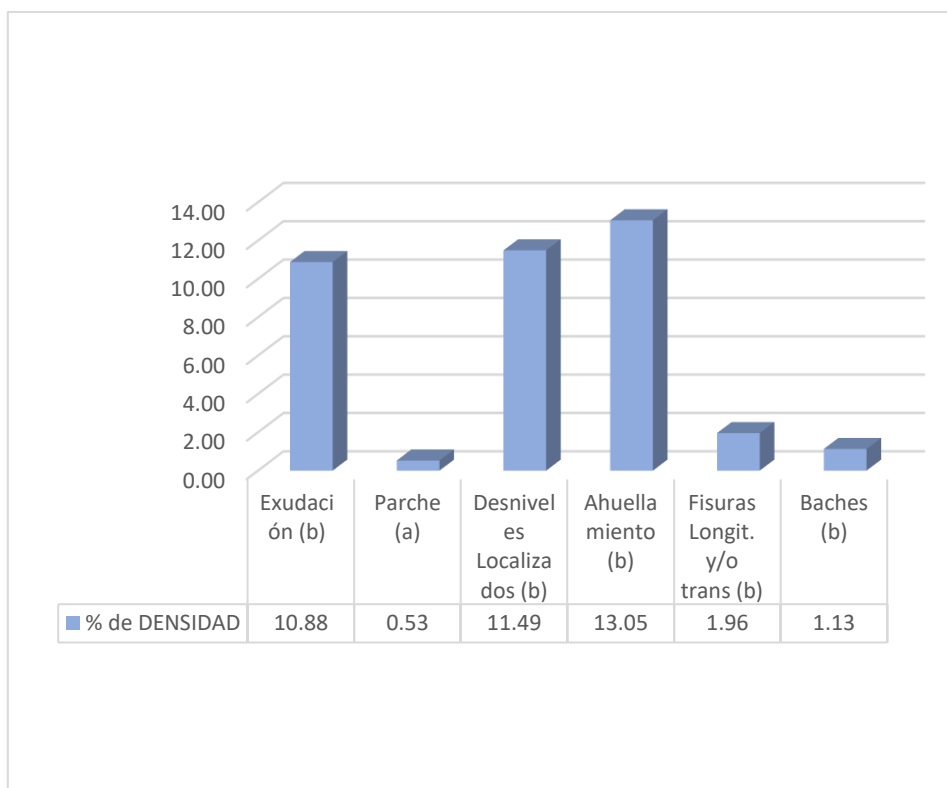


Figura 23. Porcentaje de densidad de fallas en el tramo Tarmatambo - Huaricolca, (Km42+268 – Km 42+306).
Fuente: Elaboración propia.

• **Vía 01: (Km 42+306 – Km 42+345)**

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
Falla	Unidad	Severidad	Largo (m)	Ancho (m)	Prof. (m)	Total
Exudación	<i>m</i> ²	Baja	1.3	0.6		0.78
Exudación	<i>m</i> ²	Baja	10	0.6		6
Depresión	<i>m</i> ²	Alta	15	7.3	0.15	109.5
Desmor. /Intemperismo	<i>m</i> ²	Baja	1.1	0.8		0.88
Ahuellamiento	<i>m</i> ²	Baja	12	0.6		7.2
Piel de cocodrilo	<i>m</i> ²	Alta	0.8	1.2		0.96
Agregado Pulido	<i>m</i> ²	Baja	40	7.5		300

Tabla 13. Inventario de fallas existentes en el tramo Tarmatambo - Huaricolca, (Km42+306 – Km 42+345).
Fuente: Elaboración propia.

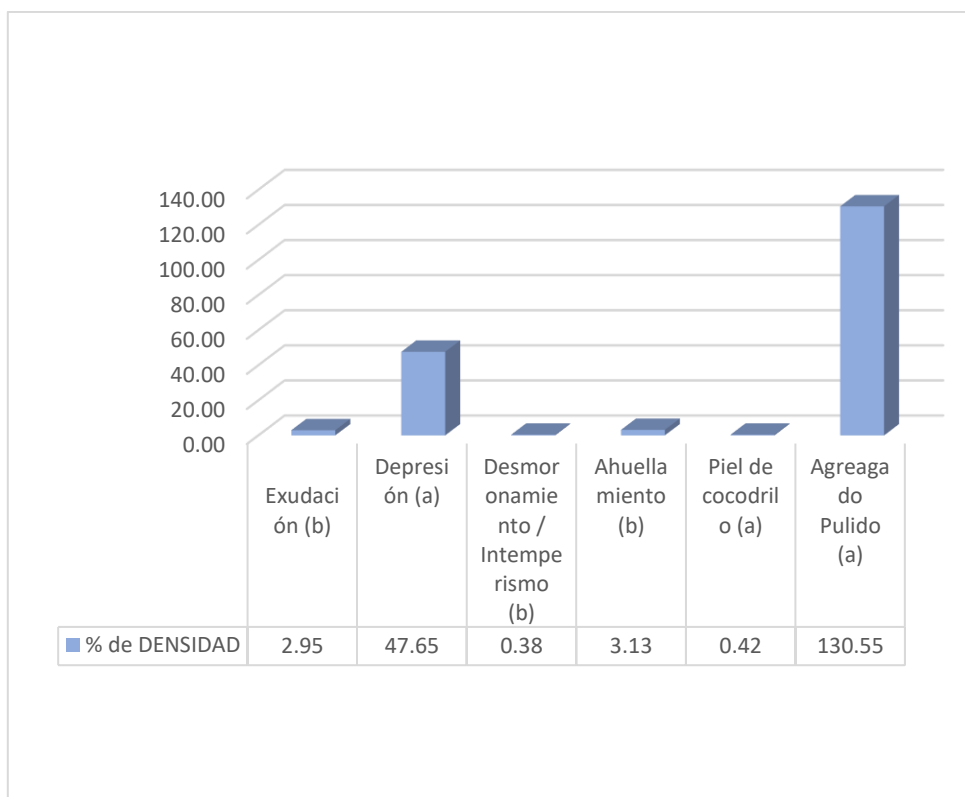


Figura 24. Porcentaje de densidad de fallas en el tramo Tarmatambo - Huaricolca, (Km42+306 – Km 42+345).

Fuente: Elaboración propia

• **Vía 01: (Km 42+345 – Km 42+383)**

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
Falla	Unidad	Severidad	Largo (m)	Ancho (m)	Prof. (m)	Total
Piel de cocodrilo	m2	Alta	15.5	0.8		12.4
Piel de cocodrilo	m2	Alta	10	0.8		8
Piel de cocodrilo	m2	Alta	4	1		4
Exudación	m2	Baja	5.4	0.2		1.08
Fisuras Long. y/o trans.	m	Baja	3	0.3	0.02	0.9
Fisura de deslizamiento	m2	Media	3	4		12

Tabla 14. Inventario de fallas existentes en el tramo Tarmatambo - Huaricolca, (Km42+345 – Km 42+383).

Fuente: Elaboración propia.

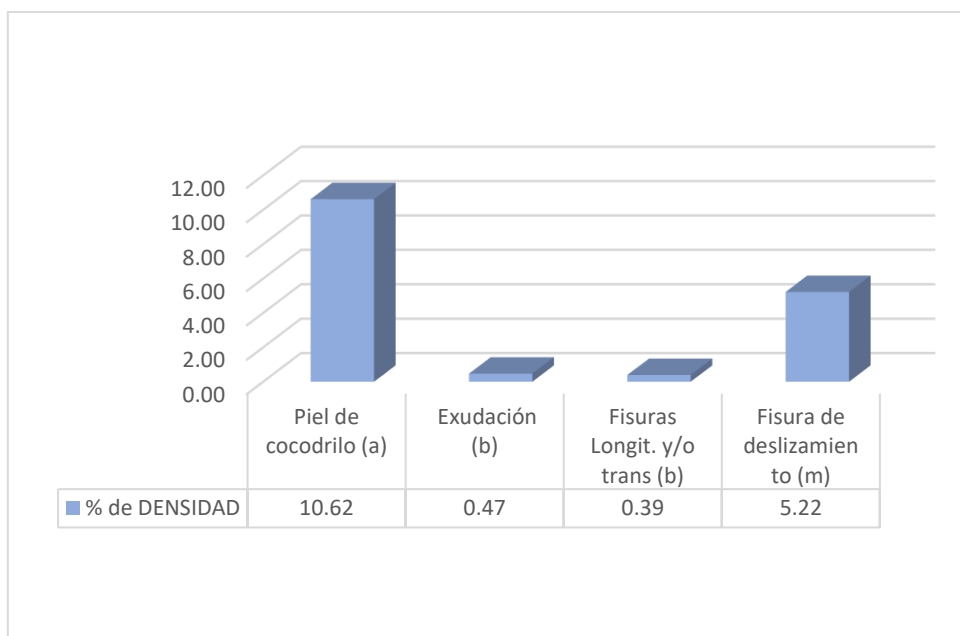


Figura 25. Porcentaje de densidad de fallas en el tramo Tarmatambo - Huaricolca, (Km42+345 – Km 42+383).
Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, de la constatación efectuada, se advirtió que la carretera “Acobamba – Palcamayo”, presenta las siguientes deformaciones:

- **Vía 02: (Km 00+000 – Km 00+046)**

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
Falla	Unidad	Severidad	Largo (m)	Ancho (m)	Prof. (m)	Total
Baches	Unidad	Alta	0.8	0.5		0.4
Baches	Unidad	Alta	0.7	0.4		0.28
Depresión	m ²	Alta	30	7.5	0.25	225
Fisuras Long. y/o trans.	m	Alta	7.5	0.3		2.25

Tabla 15. Inventario de fallas existentes en el tramo Acobamba - Palcamayo, (Km00+000 – Km 00+046).
Fuente: Elaboración propia.

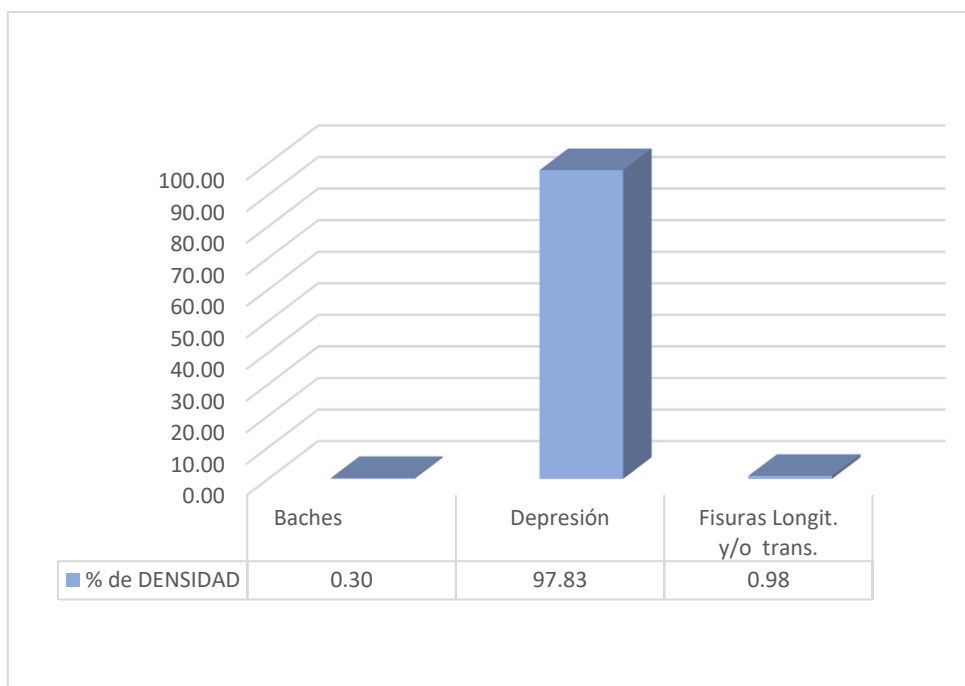


Figura 26. Porcentaje de densidad de fallas en el tramo Acobamba – Palcamayo, (Km00+000 – Km 00+046).

Fuente: Elaboración propia.

• **Vía 02: (Km 00+046 – Km 00+092)**

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
Falla	Unidad	Severidad	Largo (m)	Ancho (m)	Prof. (m)	Total
Depresión	m2	Alta	2.5	2.6	0.15	6.5
Depresión	m2	Media	4.2	1.6	0.03	6.72
Fisuras Long. y/o trans.	m	Media	0.9	0.3		0.27
Fisuras Long. y/o trans.	m	Media	18	0.3	0.1	5.4
Fisuras Long. y/o trans.	m	Media	20	0.3		6
Piel de cocodrilo	m2	Media	2	1.1		2.2
Piel de cocodrilo	m2	Media	5	1.3		6.5
Piel de cocodrilo	m2	Media	2.6	0.8		2.08
Parche	m2	Media	2.1	2		4.2
Parche	m2	Media	1.3	1.3		1.69

Tabla 16. Inventario de fallas existentes en el tramo Acobamba - Palcamayo, (Km00+046 – Km 00+092).

Fuente: Elaboración propia.

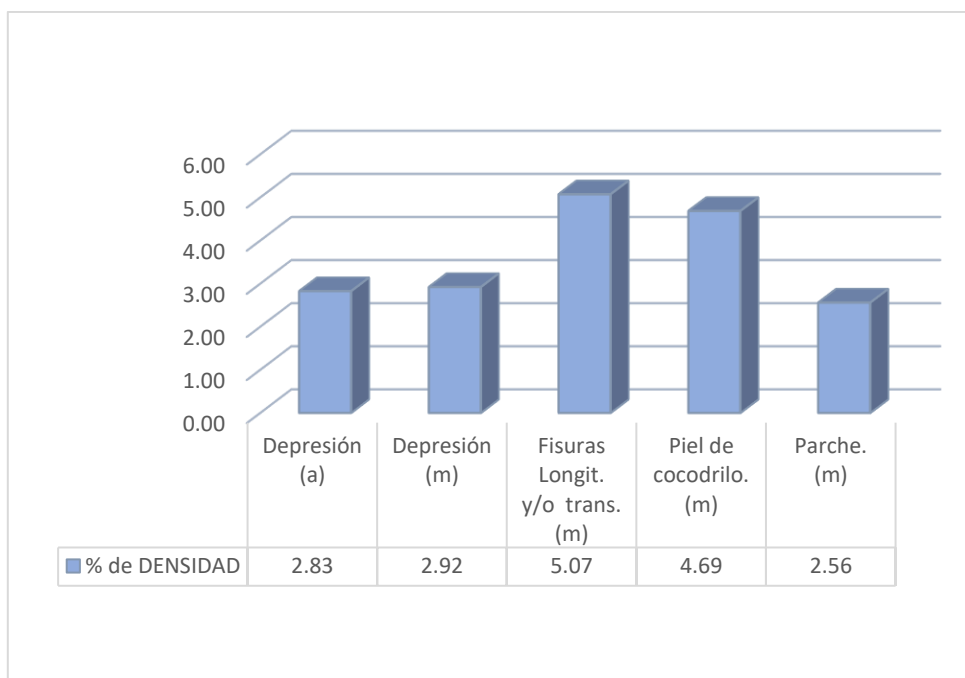


Figura 27. Porcentaje de densidad de fallas en el tramo Acobamba – Palcamayo, (Km00+046 – Km 00+092).
Fuente: Elaboración propia.

• **Vía 02: (Km 00+092 – Km 00+138)**

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
Falla	Unidad	Severidad	Largo (m)	Ancho (m)	Prof. (m)	Total
Parche	m2	Media	2.3	1.2		2.76
Parche	m2	Media	1	1		1
Parche	m2	Media	1	0.8		0.8
Fisuramiento en borde	m2	Media	30.5	0.3		9.15
Ahuellamiento	m2	Media	30.5	0.3		9.15
Fisuras Long. y/o trans.	m	Media	7	0.3		2.1
Piel de cocodrilo	m2	Media	2	1		2
Hinchamiento	m2	Media	2.3	7.3		16.79

Tabla 17. Inventario de fallas existentes en el tramo Acobamba - Palcamayo, (Km00+092 – Km 00+138).
Fuente: Elaboración propia.

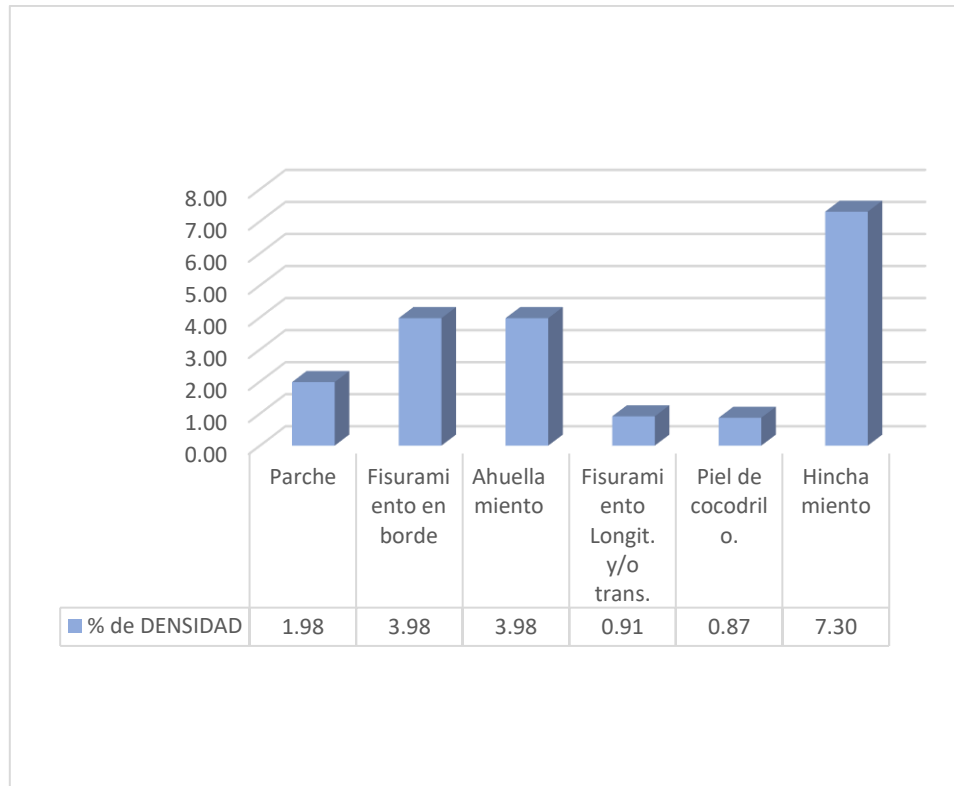


Figura 28. Porcentaje de densidad de fallas en el tramo Acobamba – Palcamayo, (Km00+092 – Km 00+138).
Fuente: Elaboración propia.

• **Vía 02: (Km 00+138 – Km 00+184)**

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
Falla	Unidad	Severidad	Largo (m)	Ancho (m)	Prof. (m)	Total
Piel de cocodrilo	m2	Alta	11.6	1.4		16.24
Piel de cocodrilo	m2	Alta	7.5	1.2		9
Piel de cocodrilo	m2	Alta	6.7	0.8		5.36
Fisura en bloque	m2	Baja	7	2.15		15.05
Exudación	m2	Baja	0.85	1		0.85
Ahuellamiento	m2	Media	5	1		5
Fisuras en borde	m2	Alta	0.5	0.15		0.075
Depresión	m2	Alta	34	6.2		210.8

Tabla 18. Inventario de fallas existentes en el tramo Acobamba - Palcamayo, (Km00+138 – Km 00+184).
Fuente: Elaboración propia.

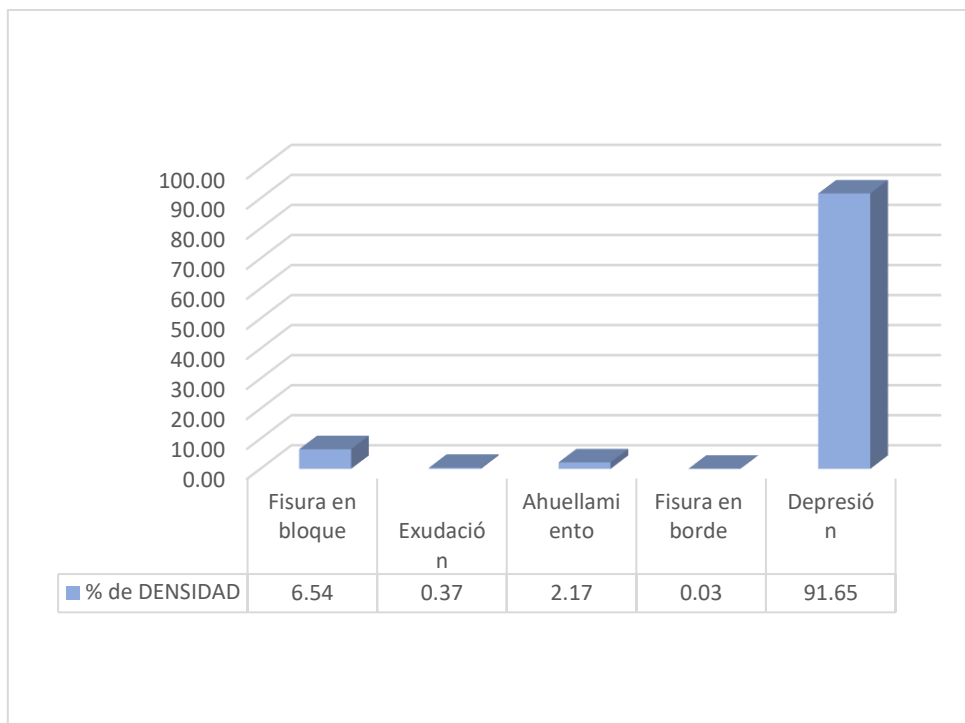


Figura 29. Porcentaje de densidad de fallas en el tramo Acobamba – Palcamayo, (Km00+138 – Km 00+184).
Fuente: Elaboración propia.

- **Vía 02: (Km 00+184 – Km 00+230)**

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
Falla	Unidad	Severidad	Largo (m)	Ancho (m)	Prof. (m)	Total
Piel de cocodrilo	m2	Alta	13.4	1.1		14.74
Piel de cocodrilo	m2	Alta	4.3	0.8		3.44
Piel de cocodrilo	m2	Alta	3.6	1.1		3.96
Piel de cocodrilo	m2	Alta	1.6	0.8		1.28
Piel de cocodrilo	m2	Alta	7	0.9		6.3
Piel de cocodrilo	m2	Alta	5	1.2		6
Depresión	m2	Alta	8.5	3.2		27.2
Fisuramiento en borde	m2	Media	15	0.3		4.5
Baches	Unidad	Alta	0.2	0.3		0.06
Piel de cocodrilo	m2	Alta	4.3	0.8		3.44

Tabla 19. Inventario de fallas existentes en el tramo Acobamba - Palcamayo, (Km00+184 – Km 00+230).
Fuente: Elaboración propia.

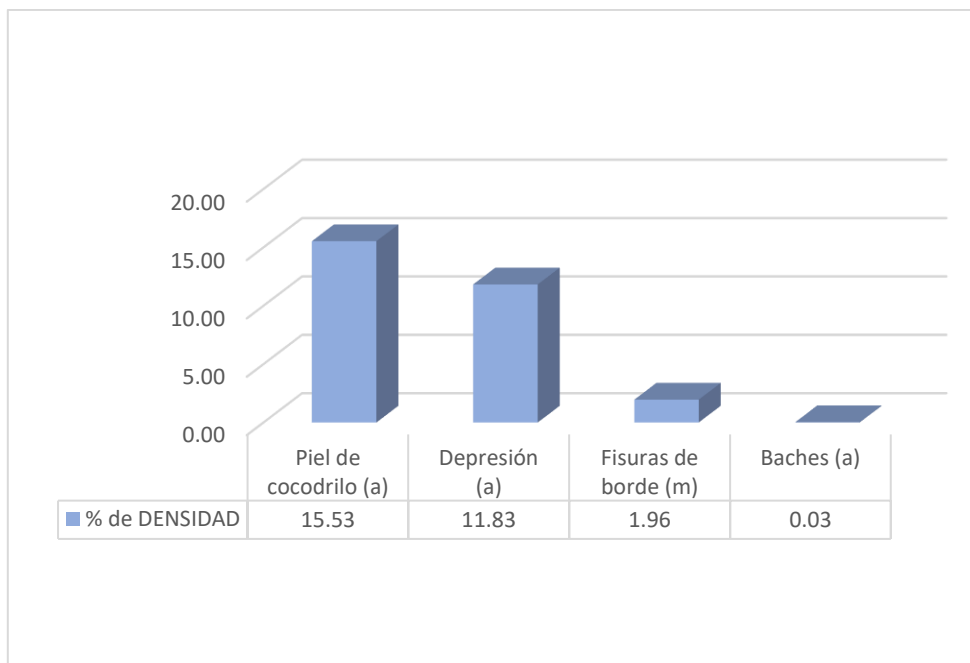


Figura 30. Porcentaje de densidad de fallas en el tramo Acobamba – Palcamayo, (Km00+184 – Km 00+230).

Fuente: Elaboración propia.

• **Vía 02: (Km 00+230 – Km 00+276)**

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
Falla	Unidad	Severidad	Largo (m)	Ancho (m)	Prof. (m)	Total
Piel de cocodrilo	m2	Alta	3.3	1.1		3.63
Piel de cocodrilo	m2	Alta	2.5	7.2		18
Hinchamiento	m2	Media	3.3	7.2		23.76
Desmor / Intemperismo	m2	Media	4.9	1.5		7.35
Agregado Pulido	m2	Alta	3	5		15
Baches	3 Unidad	Alta	0.4	0.5		0.6

Tabla 21. Inventario de fallas existentes en el tramo Acobamba - Palcamayo, (Km00+230 – Km 00+276).

Fuente: Elaboración propia.

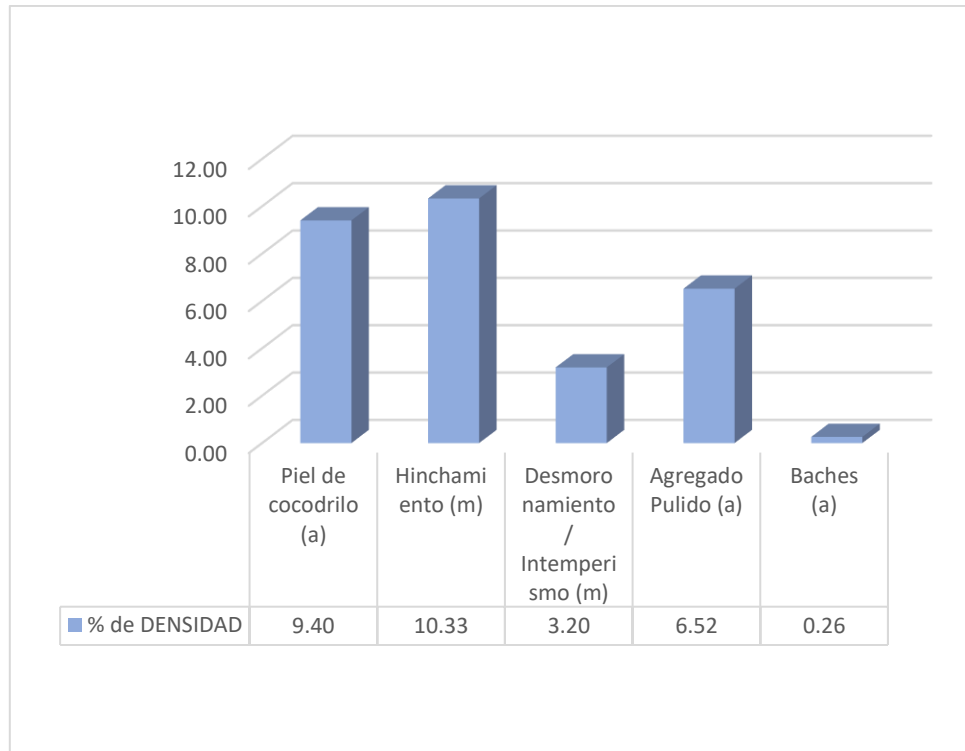


Figura 31. Porcentaje de densidad de fallas en el tramo Acobamba – Palcamayo, (Km00+230 – Km 00+276).

Fuente: Elaboración propia.

• **Vía 02: (Km 00+276 – Km 00+322)**

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
Falla	Unidad	Severidad	Largo (m)	Ancho (m)	Prof. (m)	Total
Exudación	m2	Baja	2	0.2		0.4
Exudación	m2	Baja	3.3	0.4		1.32
Exudación	m2	Baja	30	2.1		63
Exudación	m3	Baja	20	2.1		42
Exudación	m2	Baja	9	2.1		18.9
Agregado Pulido	m2	Alta	42	7.3		306.6
Fisura Longit. y/o trans.	m	Baja	6	0.3	0.02	1.8
Ahuellamiento	m2	Media	40	0.15		6

Tabla 22. Inventario de fallas existentes en el tramo Acobamba - Palcamayo, (Km00+276 – Km 00+322).

Fuente: Elaboración propia.

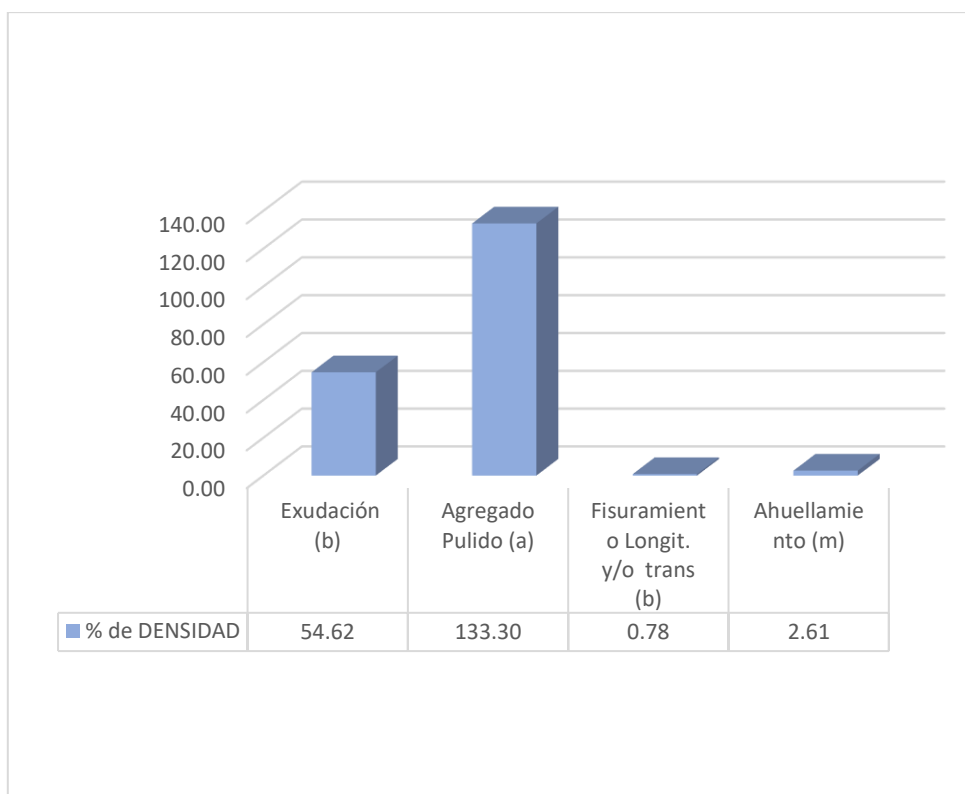


Figura 32. Porcentaje de densidad de fallas en el tramo Acobamba – Palcamayo, (Km00+276 – Km 00+322).

Fuente: Elaboración propia.

• **Vía 02: (Km 00+322 – Km 00+368)**

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
Falla	Unidad	Severidad	Largo (m)	Ancho (m)	Prof. (m)	Total
Hinchamiento	m2	Alta	10.3	7.2	0.38	74.16
Corrugación	m2	Media	10	4		40
Desmoron/ Intemperismo	m2	Media	6	2.5		15
Exudación	m2	Baja	11.1	0.3		3.33
Ahuellamiento	m2	Alta	6	0.2		1.2

Tabla 23. Inventario de fallas existentes en el tramo Acobamba - Palcamayo, (Km00+322 – Km 00+368).

Fuente: Elaboración propia.

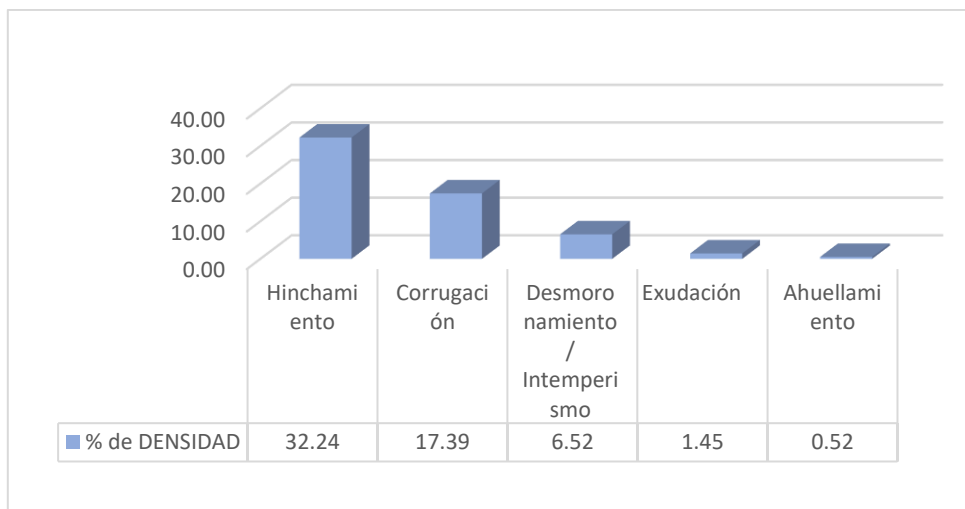


Figura 33. Porcentaje de densidad de fallas en el tramo Acobamba – Palcamayo, (Km00+322 – Km 00+368).
Fuente: Elaboración propia.

5.2.2.2. Estado de las vías según el método PCI

Para la determinación del estado de las vías que forman objeto de estudio de la presente investigación, se aplicó en método del PCI.

Las unidades de muestreo fueron determinadas en relación a los anchos de calzada de las vías, y la longitud de los tramos correspondientes, para lo cual se consideró la utilización de la siguiente tabla:

Ancho de vía (m)	Longitud de unidad de muestreo (m)
5.00	46.00
5.50	41.80
6.00	38.30
6.50	35.40
7.30	31.50

Tabla 24. Cuadro de longitud estimada de unidad de muestreo de pavimentos flexible.
Fuente: Ing. Esp. Luis Vasquez, (2002) Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carretera, INGEVAP, Manizales, Colombia.

Para la carretera “Tarmatambo – Huaricolca”, la cual presenta un ancho de sección de vía promedio de 6.00m., se define un área de unidad de muestreo

de 6.00m.x38.3m, que equivale a 229.8 m²; en ese aspecto, para el tramo estudiando que comprende el Km 42+000 – Km 42+400 se requerirá de 10 muestras.

Del mismo modo, para la carretera “Acobamba – Palcamayo”, la cual presenta un ancho de sección de vía promedio de 5.00m., se define como área de unidad de muestreo de 5.00m.x46.0m, que equivale a 230 m²; en ese aspecto, para el tramo estudiando que comprende el Km 00+000 – Km 00+400 se requerirá de 8 muestras.

Los datos registrados de la evaluación en campo respectos a las deformaciones y o fallas que presenta la superficie de las carreteras materia de estudio, ayudaron a la obtención de los valores de los índices de condición de pavimento respectivos por cada muestra, para el posterior cálculo de la condición promedio.

En ese aspecto, los datos recolectados para el desarrollo de cálculo del PCI y su procesamiento respectivo, referente al tramo carretera Tarmatambo – Huaricolca, se detallan en las tablas siguientes.

- **M1-01 (Vía 01: Km 42+000 – Km 42+038)**

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad	VD	VD T	q
		d	L	%			
Parche (m)	m2	m	2.3	1.00	9	54	5
Fisura Longitudinal y/o Transversal (m)	m	m	6.81	2.96	7		
Depresión (b)	m2	b	0.384	0.17	5		
Agregado Pulido (a)	m2	a	160	69.63	13		
Ahuellamiento (b)	m2	b	16	6.96	20		
						m	8.3 5

Tabla 25. Cuadro de valores deducidos de fallas existentes M1-01.

Fuente: Elaboración propia.

CALCULO DEL PCI											
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV	
20	13	9	8	5					55	5	26
13	9	8	5	2					37	4	18
9	8	5	2	2					26	3	13
8	5	2	2	2					19	2	12
5	2	2	2	2					13	1	13

Tabla 26. Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M1-01.

Fuente: Elaboración propia.

De los datos obtenidos, se tiene que el HDV= máx(CDV)=26; en ese contexto, el PCI = 100 – 26 = 74.

• **M1-02 (Vía 01: Km 42+038 – Km 42+077)**

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad	VD	VD T	q
		d	L	%			
Fisura Longitudinal y/o Transversal (m)	m	m	32.31	14.06	7	34	
Depresión (b)	m ²	b	0.096	0.04	5		3
Ahuellamiento (b)	m ²	b	12	5.22	22		
Desnivel Carril-Berma (b)	m ²	b	0.78	0.34	0	m	8.1 6

Tabla 27. Cuadro de valores deducidos de fallas existentes M1-02.

Fuente: Elaboración propia.

CALCULO DEL PCI											
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV	
22	7	5	2	0					36	3	22
7	5	2	2						16	2	13
5	2	2	2						11	1	13
0											

Tabla 28. Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M1-02.

Fuente: Elaboración propia.

De los datos obtenidos, se tiene que el HDV= máx(CDV)=22; en ese contexto, el PCI = 100 – 22 = 78.

- **M1-03 (Vía 01: Km 42+077 – Km 42+115)**

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VD T	q
Piel de cocodrilo (b).	m2	b	12.36	5.38	23	117	8
Piel de cocodrilo (m)	m2	a	0.58	0.25	26		
Fisuras en borde (b)	m2	b	8.46	3.68	3		
Parche (a)	m2	a	5.29	2.30	24		
Desmoronamiento / Intemperismo (b)	m2	b	75	32.64	8		
Depresión (b)	m2	b	2	0.87	5		
Baches (a)	Unidad	a	0.64	0.28	28	m	7.6 1
Fisuras Longit. y/o trans (m)	m	m	3	1.31	4		

Tabla 29. Cuadro de valores deducidos de fallas existentes M1-03.

Fuente: Elaboración propia.

CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV
28	26	24	13	8	5	4	2.00	110	7	55
26	24	13	8	5	4	2	2	84	6	40
24	13	8	5	4	2	2	2	60	5	36
13	8	5	4	2	2	2	2	38	4	16
8	5	4	2	2	2	2	2	27	3	13
5	4	2	2	2	2	2	2	21	2	14
4	2	2	2	2	2	2	3	19	1	20

Tabla 30. Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M1-03.

Fuente: Elaboración propia.

De los datos obtenidos, se tiene que el HDV= máx(CDV)=55; en ese contexto, el PCI = 100 – 55 = 45.

- **M1-04 (Vía 01: Km 42+115 – Km 42+153)**

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VD T	q
Fisuras Longit. y/o trans.	m	b	3.81	1.66	3	55.6	5
Parche	m2	m	0.72	0.31	5		
Fisuras en bloque	m2	m	12.6	5.48	5		
Ahuellamiento	m2	m	24	10.44	40		
Fisuras en borde	m2	m	4.5	1.96	2.5		
Exudación	m2	b	0.66	0.29	0.1		
						m	6.5 1

Tabla 31. Cuadro de valores deducidos de fallas existentes M1-04.
Fuente: Elaboración propia.

CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS							CDT	Q	CDV	
40	5	5	3	2.5	0.1		55.6	5	26	
5	5	3	2.5	2			17.5	4	10	
5	3	2.5	2	2			14.5	3	0	
3	2.5	2	2	2			11.5	2	0	
2.5	2	2	2	2			10.5	1	10	

Tabla 32. Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M1-04.
Fuente: Elaboración propia.

De los datos obtenidos, se tiene que el HDV= máx(CDV)=26; en ese contexto, el PCI = 100 – 26 = 74.

- **M1-05 (Vía 01: Km 42+153 – Km 42+192)**

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VD T	q
Parche	m2	m	5.335	2.32	13	39	5
Desmoronamiento / Intemperismo	m2	b	19.2	8.36	3		
Ahuellamiento	m	b	8	3.48	14		
Fisuras en borde	m2	a	1.71	0.74	9		
						m	8.90

Tabla 33. Cuadro de valores deducidos de fallas existentes M1-05.

Fuente: Elaboración propia.

CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV
14	13	9	3					39	5	16
13	9	3	2					27	4	10
9	3	2	2					16	3	0
3	2	2	2					9	2	0
2	2	2	2					8	1	8

Tabla 34. Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M1-05.

Fuente: Elaboración propia.

De los datos obtenidos, se tiene que el HDV= máx(CDV)=16; en ese contexto, el PCI = 100 – 16 = 84.

- **M1-06 (Vía 01: Km 42+192 – Km 42+230)**

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VD T	q
Parche (b)	m2	b	18.4	8.01	3	100	5
Parche (a)	m2	a	2.52	1.10	18		
Fisura Longitudinal y/o Transversal (b)	m	b	6	2.61	3		
Ahuellamiento (b)	m2	b	10.5	4.57	26		
Corrugación (m)	m2	m	75	32.64	50		
						m	5.59

Tabla 35. Cuadro de valores deducidos de fallas existentes M1-06.

Fuente: Elaboración propia.

CALCULO DEL PCI												
VALORES DEDUCIDOS									CDT	Q	CDV	
50	26	18	3	3	0				100	5	52	
26	18	3	3	2					52	4	28	
18	3	3	2	2					28	3	25	
3	3	2	2	2					12	2	8	
3	2	2	2	2					11	1	12	

Tabla 36. Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M1-06.

Fuente: Elaboración propia.

De los datos obtenidos, se tiene que el HDV= máx(CDV)=52; en ese contexto, el PCI = 100 – 52 = 48.

- **M1-07 (Vía 01: Km 42+230 – Km 42+268)**

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
Parche	m2	b	0.49	0.21	0	19	2
Depresión	m2	a	5.6	2.44	19		
						m	8.44

Tabla 37. Cuadro de valores deducidos de fallas existentes M1-07.

Fuente: Elaboración propia.

CALCULO DEL PCI												
VALORES DEDUCIDOS									CDT	Q	CDV	
55	19								74	2	54	
19	2								21	1	21	

Tabla 38. Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M1-07.

Fuente: Elaboración propia.

De los datos obtenidos, se tiene que el HDV= $\text{máx}(\text{CDV})=54$; en ese contexto, el PCI = $100 - 54 = 46$.

- **M1-08 (Vía 01: Km 42+268 – Km 42+306)**

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
Exudación (b)	m2	b	25	10.88	11	106	6
Parche (a)	m2	a	1.21	0.53	12		
Desniveles Localizados (b)	m2	b	26.4	11.49	38		
Ahuellamiento (b)	m2	b	30	13.05	43		
Fisuras Longit. y/o trans (b)	m	b	4.5	1.96	2	m	6.23
Baches (b)	unidad	b	2.6	1.13	18		

Tabla 39. Cuadro de valores deducidos de fallas existentes M1-08.
Fuente: Elaboración propia.

CALCULO DEL PCI									
VALORES DEDUCIDOS							CDT	Q	CDV
43	38	18	12.00	11	2		124	6	60
38	18	12	11	2	2		83	5	42
18	12	11	2	2	2		47	4	28
12	11	2	2	2	2		31	3	21
11	2	2	2	2	2		21	2	19
2	2	2	2	2	2		10	1	10

Tabla 40. Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M1-08.
Fuente: Elaboración propia.

De los datos obtenidos, se tiene que el HDV= $\text{máx}(\text{CDV})=60$; en ese contexto, el PCI = $100 - 60 = 40$.

- **M1-09 (Vía 01: Km 42+306 – Km 42+345)**

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad	VD	VD T	q
	d	d	L	%			
Exudación (b)	m2	b	6.78	2.95	5	141	5
Depresión (a)	m2	a	109.5	47.65	64		
Desmoronamiento / Intemperismo (b)	m2	b	0.88	0.38	6		
Ahuellamiento (b)	m2	b	7.2	3.13	27		
Piel de cocodrilo (a)	m2	a	0.96	0.42	19		
Agregado Pulido (a)	m2	a	300	130.55	20		
						m	4.3 1

Tabla 41. Cuadro de valores deducidos de fallas existentes M1-09.

Fuente: Elaboración propia.

CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV
64	27	20	19	2				132	5	69
27	20	19	2	2				70	4	39
20	19	2	2	2				45	3	28
19	2	2	2	2				27	2	19
2	2	2	2	2				10	1	10

Tabla 42. Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M1-09.

Fuente: Elaboración propia.

De los datos obtenidos, se tiene que el HDV= $\max(\text{CDV})=69$; en ese contexto, el $\text{PCI} = 100 - 69 = 31$.

- **M1-10 (Vía 01: Km 42+345 – Km 42+383)**

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
Piel de cocodrilo (a)	m2	a	24.4	10.62	69	98	2
Exudación (b)	m2	b	1.08	0.47	1		
Fisuras Longit. y/o trans (b)	m	b	0.9	0.39	0		
Fisura de deslizamiento (m)	m2	m	12	5.22	28		
						m	3.85

Tabla 43. Cuadro de valores deducidos de fallas existentes M1-10.
Fuente: Elaboración propia.

CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV
69	28	1						98	2	69
28	2							30	1	30

Tabla 44. Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M1-10.
Fuente: Elaboración propia.

De los datos obtenidos, se tiene que el HDV= máx(CDV)=69; en ese contexto, el PCI = 100 – 69 = 31.

De igual manera, para el tramo de la carretera “Acobamba - Palcamayo” los datos recolectados, así como el proceso de cálculo del PCI, se detallan en las tablas siguientes.

- **M2-01 (Vía 02: Km 00+000 – Km 00+046)**

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
Baches	Unidad	a	0.68	0.30	0	77	2
Depresión	m2	a	225	97.83	71		
Fisuras Longit. y/o trans.	m	a	2.25	0.98	6		
						m	3.66

Tabla 45. Cuadro de valores deducidos de fallas existentes M2-01.

Fuente: Elaboración propia.

CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV
71	6							77	2	50
6	2							8	1	8

Tabla 46. Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M2-01.

Fuente: Elaboración propia.

De los datos obtenidos, se tiene que el HDV= máx(CDV)=50; en ese contexto, el PCI = 100 – 50 = 50.

- **M2-02 (Vía 02: Km 00+046 – Km 00+092)**

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
Depresión (a)	m2	a	6.5	2.83	18	81	5
Depresión (m)	m3	m	6.72	2.92	9		
Fisuras Longit. y/o trans. (m)	m	m	11.67	5.07	9		
Piel de cocodrilo. (m)	m2	m	10.78	4.69	33		
Parche. (m)	m2	m	5.89	2.56	12		
						m	7.15

Tabla 47. Cuadro de valores deducidos de fallas existentes M2-02.

Fuente: Elaboración propia

CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS							CDT	Q	CDV	
33	18	12	9	9	0		81	5	41	
18	12	9	9	2			50	4	26	
12	9	9	2	2			34	3	25	
9	9	2	2	2			24	2	17	
9	2	2	2	2			17	1	11	
0										

Tabla 48. Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M2-02.

Fuente: Elaboración propia.

De los datos obtenidos, se tiene que el HDV= máx(CDV)=41; en ese contexto, el PCI = 100 – 41 = 59.

- **M2-03 (Vía 02: Km 00+092 – Km 00+138)**

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
Parche	m2	m	4.56	1.98	11	95	5
Fisuramiento en borde	m2	m	9.15	3.98	9		
Ahuellamiento	m2	m	9.15	3.98	29		
Fisuramiento Longit. y/o trans.	m	m	2.1	0.91	1		
Piel de cocodrilo.	m2	m	2	0.87	18		
Hinchamiento	m2	m	16.79	7.30	27	m	7.52

Tabla 49. Cuadro de valores deducidos de fallas existentes M2-03.

Fuente: Elaboración propia

CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV
29	27	18	11	9	1			95	5	50
27	18	11	9	2				67	4	38
18	11	9	2	2				42	3	25
11	9	2	2	2				26	2	14
9	2	2	2	2				17	1	17
1										

Tabla 50. Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M2-03.

Fuente: Elaboración propia.

De los datos obtenidos, se tiene que el HDV= máx(CDV)=50; en ese contexto, el PCI = 100 – 50 = 50.

• **M2-04 (Vía 02: Km 00+138 – Km 00+184)**

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
Fisura en bloque	m2	b	15.05	6.54	10	102	4
Exudación	m2	b	0.85	0.37	2		
Ahuellamiento	m2	m	5	2.17	20		
Fisura en borde	m2	a	0.075	0.03	0		
Depresión	m2	a	210.8	91.65	70		
						m	3.76

Tabla 51. Cuadro de valores deducidos de fallas existentes M2-04.

Fuente: Elaboración propia

CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV
70	20	10	2					102	4	54
20	10	2	2					34	3	22
10	2	2	2					16	2	14
2	2	2	2					8	1	8

Tabla 52. Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M2-04.

Fuente: Elaboración propia.

De los datos obtenidos, se tiene que el HDV= máx(CDV)=54; en ese contexto, el PCI = 100 – 54 = 46.

- **M2-05 (Vía 02: Km 00+184 – Km 00+230)**

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
Piel de cocodrilo (a)	m2	a	35.72	15.53	66	116	3
Depresión (a)	m2	a	27.2	11.83	45		
Fisuras de borde (m)	m2	m	4.5	1.96	5		
Baches (a)	Unidad	a	0.06	0.03	0		
						m	4.12

Tabla 53. Cuadro de valores deducidos de fallas existentes M2-05.

Fuente: Elaboración propia

CALCULO DEL PCI									
VALORES DEDUCIDOS							CDT	Q	CDV
66	45	5			0		116	3	72
45	5	2					52	2	39
5	2	2					9	1	9

Tabla 54. Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M2-05.

Fuente: Elaboración propia.

De los datos obtenidos, se tiene que el HDV= máx(CDV)=72; en ese contexto, el PCI = 100 – 72 = 28.

- **M2-06 (Vía 02: Km 00+230 – Km 00+276)**

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
Piel de cocodrilo (a)	m2	a	21.63	9.40	57	125.5	4
Hinchamiento (m)	m2	m	23.76	10.33	31		
Desmoronamiento / Intemperismo (m)	m2	m	7.35	3.20	10		
Agregado Pulido (a)	m2	a	15	6.52	0.5		
Baches (a)	Unidad	a	0.6	0.26	27		
						m	4.95

Tabla 55. Cuadro de valores deducidos de fallas existentes M2-06.

Fuente: Elaboración propia

CALCULO DEL PCI											
VALORES DEDUCIDOS							CDT	Q	CDV		
57	31	27	10	0.5	0				126	4	72
31	27	10	0.5						69	3	41
27	10	0.5	2						40	2	30
10	0.5	2	2						15	1	15

Tabla 56. Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M2-06.

Fuente: Elaboración propia.

De los datos obtenidos, se tiene que el HDV= $\text{máx}(\text{CDV})=72$; en ese contexto, el PCI = $100 - 72 = 28$.

- **M2-07 (Vía 02: Km 00+276 – Km 00+322)**

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
Exudación (b)	m2	b	125.62	54.62	26	75	4
Agregado Pulido (a)	m2	a	306.6	133.30	19		
Fisuramiento Longit. y/o trans (b)	m	b	1.8	0.78	5		
Ahuellamiento (m)	m2	m	6	2.61	25		
						m	7.80

Tabla 57. Cuadro de valores deducidos de fallas existentes M2-07.

Fuente: Elaboración propia

CALCULO DEL PCI											
VALORES DEDUCIDOS							CDT	Q	CDV		
26	25	19	5	5	0				80	4	46
25	19	5	5	2					56	3	36
19	5	5	2	2					33	2	25
5	5	2	2	2					16	1	16

Tabla 58. Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M2-07.

Fuente: Elaboración propia.

De los datos obtenidos, se tiene que el HDV= $\text{máx}(\text{CDV})=46$; en ese contexto, el PCI = $100 - 46 = 54$.

• **M2-08 (Vía 02: Km 00+322 – Km 00+368)**

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
Hinchamiento	m2	a	74.16	32.24	65	129	5
Corrugación	m2	m	40	17.39	32		
Desmor. / Intemperismo	m2	m	15	6.52	12		
Exudación	m2	b	3.33	1.45	4		
Ahuellamiento	m2	a	1.2	0.52	16		
						m	4.21

Tabla 59. Cuadro de valores deducidos de fallas existentes M2-08.

Fuente: Elaboración propia

CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV
65	32	16	12	4				129	5	67
32	16	12	4	2				66	4	37
16	12	4	2	2				36	3	21
12	4	2	2	2				22	2	15
4	2	2	2	2				12	1	12

Tabla 60. Cuadro de iteración de valores y cálculo de CDV, M2-08.

Fuente: Elaboración propia.

De los datos obtenidos, se tiene que el HDV= máx(CDV)=67; en ese contexto, el PCI = 100 – 67 = 33.

A continuación, presentamos los cuadros resumen de las evaluaciones de las unidades de muestra de ambos tramos.

Resultado de PCI (Vía 01)						
MUESTRA	PROG. INICIAL	PROG. FINAL	ÁREA (m ²)	VALOR DE PCI	ESCALA DE GRADUACIÓN	PCI PROMEDIO
M1-01	42+000	42+038	229.8	74	MUY BUENO	55.1 BUENO
M1-02	42+038	42+077	229.8	78	MUY BUENO	
M1-03	42+077	42+115	229.8	45	REGULAR	
M1-04	42+115	42+153	229.8	74	MUY BUENO	
M1-05	42+153	42+192	229.8	84	MUY BUENO	

M1-06	42+192	42+230	229.8	48	REGULAR	
M1-07	42+230	42+268	229.8	46	REGULAR	
M1-08	42+268	42+306	229.8	40	REGULAR	
M1-09	42+306	42+345	229.8	31	MALO	
M1-10	42+345	42+383	229.8	31	MALO	

Tabla 61. Cuadro resumen de PCI evaluado en el tramo Tarmatambo – Huaricolca –

Fuente. Elaboración propia.

Resultado de PCI (Vía 02)						
MUESTRA	PROG. INICIAL	PROG. FINAL	ÁREA (m²)	VALOR DE PCI	ESCALA DE GRADUACIÓN	PCI PROMEDIO
M2-01	00+000	00+046	230.0	50	REGULAR	43.5 REGULAR
M2-02	00+046	00+092	230.0	59	BUENO	
M2-03	00+092	00+138	230.0	50	REGULAR	
M2-04	00+138	00+184	230.0	46	REGULAR	
M2-05	00+184	00+230	230.0	28	MALO	
M2-06	00+230	00+276	230.0	28	MALO	
M2-07	00+276	00+322	230.0	54	REGULAR	
M2-08	00+322	00+368	230.0	33	MALO	

Tabla 62. Cuadro resumen de PCI evaluado en el tramo Acobamba – Palcamayo –

Fuente. Elaboración propia.

Ante lo expuesto, respecto a la evaluación de las deformaciones o fallas que presenta la superficie de los tramos observados, se advierte que, el tramo de la carretera Tarmatambo – Huaricolca presenta un PCI promedio de 55.1, denotando que dicha vía se encuentra en estado bueno; asimismo, el tramo de la carretera Acobamba – Palcamayo presenta un PCI promedio de 43.5, denotando que la vía mencionada cuenta con un estado regular.

5.2.3. Análisis de la rugosidad de la capa superficial de las vías.

5.2.3.1. verificación de la rugosidad en la carretera Tarmatambo – Huaricolca.

Para el hallazgo del valor de la rugosidad del tramo de la carretera Tarmatambo – Huaricolca, considerada como vía 01 en el presente estudio

se realizó la medición del IRI a través de la utilización del equipo de Merlín, en los carriles derecho e izquierdo de la vía en mención.

Para el carril izquierdo del tramo comprendido entre las progresivas Km 42+000 y Km 42+400, se efectuaron 200 lecturas, las cuales se detallan en las siguientes tablas.

LECTURAS DE CAMPO										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	21	17	22	21	22	28	18	21	22	16
2	22	22	21	23	20	24	19	22	28	19
3	24	25	21	29	23	28	19	20	23	22
4	22	25	19	28	24	24	18	21	23	25
5	25	21	20	21	23	18	22	25	25	23
6	21	19	20	27	24	24	18	23	21	21
7	20	18	21	23	21	18	16	22	22	20
8	20	19	22	21	23	22	20	21	19	21
9	21	19	20	22	22	20	24	22	19	22
10	19	20	23	21	20	16	23	20	21	21
11	21	21	26	20	23	21	25	12	22	20
12	21	21	16	21	21	20	19	22	23	16
13	18	22	20	20	22	24	20	24	22	22
14	25	20	15	22	21	22	23	21	22	23
15	22	25	22	19	20	23	22	11	26	22
16	21	25	23	26	24	23	20	15	23	15
17	20	24	23	22	22	21	25	22	20	20
18	22	24	19	23	22	23	20	24	21	22
19	23	20	21	22	23	18	22	19	23	24
20	24	21	22	23	21	23	24	23	20	24

Tabla 63. Cuadro de lecturas de campo en el carril izquierdo del tramo Tarmatambo – Huaricolca;

Fuente. Elaboración propia.

La frecuencia de las lecturas realizadas, se detalla a continuación:

LECTURA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FRECUENCIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LECTURA	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

FRECUENCIA	1	1	0	0	3	5	1	8	14	28
LECTURA	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
FRECUENCIA	35	39	28	17	11	3	1	4	1	0
LECTURA	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
FRECUENCIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LECTURA	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
FRECUENCIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 64. Cuadro frecuencias de lecturas de campo realizadas en el carril izquierdo del tramo Tarmatambo – Huaricolca;
Fuente. Elaboración propia.

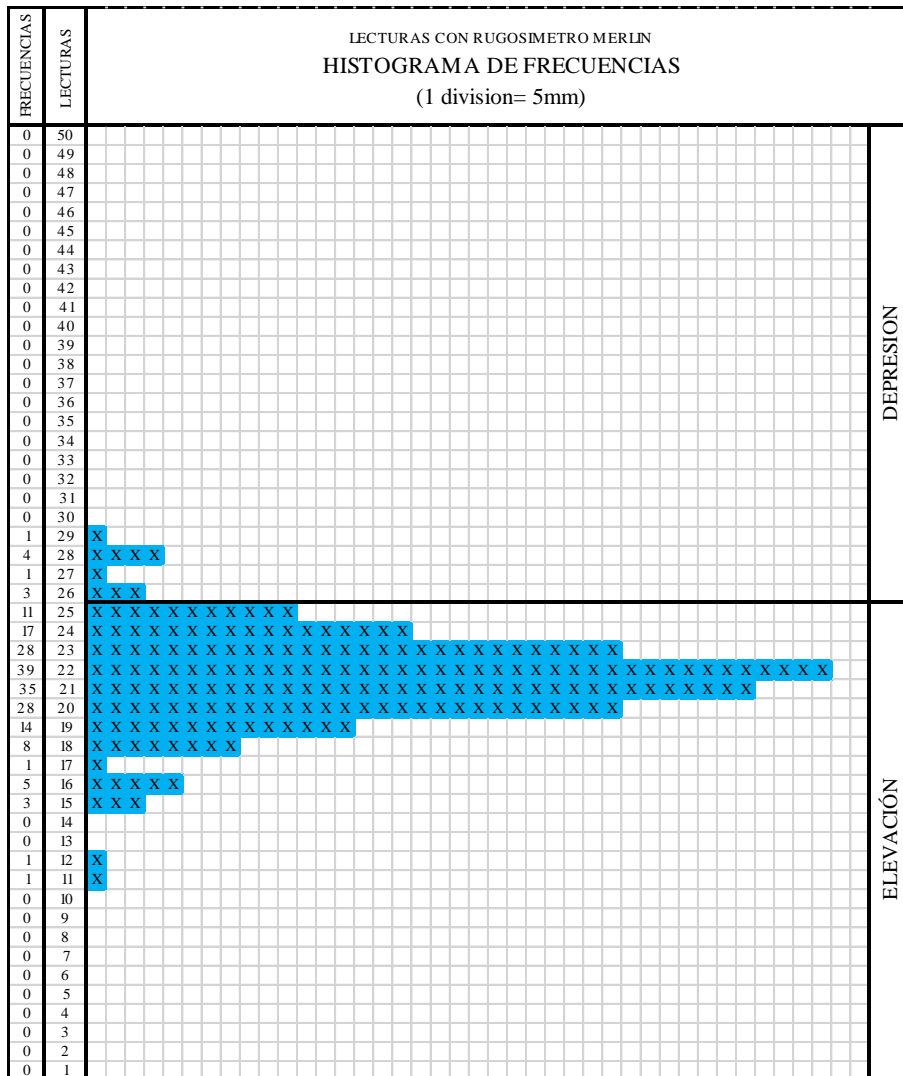


Tabla 65. Histograma de frecuencias de lecturas de campo realizadas en el carril izquierdo del tramo Tarmatambo – Huaricolca
Fuente. Elaboración propia

A continuación, se procede al cálculo del índice internacional de rugosidad (IRI) en consideración a los datos del histograma de frecuencias obtenido:

DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN (IZQ)	CENTRO	DEPRESIÓN (DER)
TOTAL, COLUMNAS EXTREMAS	11	-	5
LECTURAS CONSIDERADAS	10	-	5
FRACCIONES RESULTANTES	0.91 (CI)	7 (CE)	1,0 (CD)
SUMA DE FRACCIONES (CI + CE + CD)	8,91		

Tabla 66. Cálculo de IRI en carril izquierdo tramo Tarmatambo-Huaricolca
Fuente. Elaboración propia

El rango D es calculado mediante la fórmula $D=(CI+ CE+ CD)\times 5\times Fc$; Donde Fc es el valor del factor de corrección, el cual considera un valor de 1.09, en consideración a ello; $D=(8,91)\times 5\times 1.09= 48.60$.

Luego el Índice Internacional de Rugosidad se obtiene del siguiente resultado; $IRI=0.0485\times D$, por lo que habiendo obtenido un rango D con un valor de 48.60, el valor resultante del **IRI** es de **2,36 m/km**.

Por otra parte, para el carril derecho del tramo en estudio de la vía 01, también se efectuaron 200 lecturas, las cuales se detallan en las siguientes tablas.

LECTURAS DE CAMPO										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	21	20	22	21	18	12	18	21	22	19
2	22	22	20	23	20	16	25	22	28	18
3	24	25	18	21	23	28	21	20	23	22
4	22	21	19	22	18	15	18	21	23	25
5	25	19	19	21	23	18	22	25	25	23

6	21	19	20	14	24	24	15	23	21	21
7	20	18	18	23	21	18	16	22	22	20
8	20	21	15	21	23	22	20	21	19	21
9	21	19	20	22	22	20	24	21	20	22
10	19	20	23	21	20	21	23	20	21	21
11	16	21	18	20	23	25	25	22	22	20
12	21	21	24	19	20	22	21	22	23	19
13	18	19	20	20	22	18	20	24	22	22
14	25	20	21	22	20	22	23	21	22	23
15	22	25	22	19	20	23	22	25	26	22
16	23	25	15	26	24	23	20	24	23	22
17	20	24	12	22	22	21	25	22	20	24
18	22	15	16	23	22	23	20	24	21	22
19	23	20	21	22	23	18	22	19	23	24
20	24	21	22	23	21	23	24	23	20	24

Tabla 67. Cuadro de lecturas de campo en el carril derecho del tramo Tarmatambo – Huaricolca

Fuente. Elaboración propia.

La frecuencia de las lecturas realizadas, se detalla a continuación:

LECTURA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FRECUENCIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LECTURA	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
FRECUENCIA	0	2	0	1	5	4	0	14	13	30
LECTURA	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
FRECUENCIA	34	39	26	15	13	2	0	2	0	0
LECTURA	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
FRECUENCIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LECTURA	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
FRECUENCIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 68. Cuadro frecuencias de lecturas de campo realizadas en el carril derecho del tramo Tarmatambo – Huaricolca

Fuente. Elaboración propia.

El rango D es calculado mediante la fórmula $D=(CI+ CE+ CD) \times 5 \times Fc$; Donde Fc es el valor del factor de corrección, el cual considera un valor de 1.09, en consideración a ello; $D=(9,14) \times 5 \times 1.09= 49,85$.

Luego el Índice Internacional de Rugosidad se obtiene del siguiente resultado; $IRI=0.0485 \times D$, por lo que habiendo obtenido un rango D con un valor de 49.85; el valor resultante del **IRI** es de **2,42 m/km**.

Sobre lo expuesto, en el cuadro consecuente detallamos los valores de las rugosidades halladas en los dos carriles de la carretera Tarmatambo – Huaricolca, la cual fue tratada con el tratamiento superficial denominado bicapa.

VIA 01	Carretera “Tarmatambo – Huaricolca”		
TRAMO	Km 42+000 – Km 42+400		
TRATAMIENTO SUPERFICIAL	Tratamiento Superficial Bicapa		
RESULTADOS	CARRIL	D	IRI
	Izquierdo	48.60	2.36
	Derecho	49.85	2.42

Tabla 71. Resultados de rugosidad de la carretera Tarmantambo Huaricolca
Fuente. Elaboración propia

5.2.3.1. Verificación de la rugosidad en la carretera Acobamba - Palcamayo

Para el hallazgo del valor de la rugosidad del tramo de la carretera Acobamba - Palcamayo, denominada vía 02 en el presente estudio se efectuó la medición del IRI a través de la utilización del equipo de Merlin, en sus carriles derecho e izquierdo.

Para el carril izquierdo del tramo comprendido entre las progresivas Km 00+000 y Km 00+400, se efectuaron 200 lecturas, las cuales se detallan en las siguientes tablas.

LECTURAS DE CAMPO										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	21	12	23	19	18	15	12	15	20	24
2	20	17	15	11	10	15	18	18	25	25
3	25	25	21	21	20	16	15	18	21	25
4	24	25	23	20	12	20	23	21	15	25
5	22	20	23	22	19	26	22	21	24	22
6	22	25	16	12	22	14	21	21	23	23
7	32	25	23	24	20	24	20	25	21	23
8	21	21	20	22	21	12	22	20	22	20
9	18	15	25	12	14	21	20	21	18	15
10	18	19	21	15	25	24	29	30	21	21
11	22	23	22	22	21	20	19	21	26	18
12	22	21	22	15	23	20	20	22	20	19
13	25	19	25	16	22	21	23	21	19	29
14	19	15	20	20	22	16	15	28	18	23
15	22	27	24	26	24	23	26	25	28	22
16	24	25	27	26	24	23	26	24	23	22
17	26	24	23	22	22	24	25	22	24	24
18	25	24	27	23	22	23	23	24	25	26
19	23	24	21	22	23	18	22	24	23	24
20	24	25	22	23	21	23	24	23	25	24

Tabla 72. Cuadro de lecturas de campo en carril izquierdo tramo Acobamba-Palcamayo

Fuente. Elaboración propia.

La frecuencia de las lecturas realizadas, se detalla a continuación:

LECTURA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FRECUENCIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
LECTURA	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
FRECUENCIA	1	6	0	2	12	4	1	10	8	18
LECTURA	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

A continuación, se procede al cálculo del índice internacional de rugosidad (IRI) en consideración a los datos del histograma de frecuencias obtenido:

DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN (IZQ)	CENTRO	DEPRESIÓN (DER)
TOTAL, COLUMNAS EXTREMAS	8	-	12
LECTURAS CONSIDERADAS	7	-	12
FRACCIONES RESULTANTES	0.88	10	1.00
	(CI)	(CE)	(CD)
SUMA DE FRACCIONES (CI + CE + CD)	11,88		

Tabla 75 Cálculo de IRI en carril izquierdo Acobamba Palcamayo
Fuente. Elaboración propia

El rango D es calculado mediante la fórmula $D=(CI+ CE+ CD) \times 5 \times Fc$; Donde Fc es el valor del factor de corrección, el cual considera un valor de 1.09, en consideración a ello; $D=(11,88) \times 5 \times 1.09= 64.77$.

Luego el Índice Internacional de Rugosidad se obtiene del siguiente resultado; $IRI=0.0485 \times D$, por lo que habiendo obtenido un rango D con un valor de 64.77, el valor resultante del **IRI** es de **3,14 m/km**.

Por otra parte, para el carril derecho del tramo en estudio de la vía 02, también se efectuaron 200 lecturas, las cuales se detallan en las siguientes tablas.

LECTURAS DE CAMPO										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	21	20	15	12	18	18	16	25	22	21
2	22	22	12	23	20	21	21	22	28	19
3	20	21	21	15	26	23	21	20	23	22
4	22	15	19	28	20	21	15	12	23	25
5	18	22	15	18	23	21	22	25	25	23
6	21	19	18	27	20	21	15	23	21	21
7	20	22	21	23	21	18	16	22	14	20
8	20	23	17	21	23	22	20	21	12	21

9	21	16	15	25	15	12	21	22	25	22
10	16	15	21	23	20	22	23	20	21	21
11	16	21	12	20	15	21	25	24	22	20
12	21	21	22	12	19	15	22	21	26	20
13	21	20	20	20	22	24	20	24	22	22
14	21	10	12	18	21	15	23	21	22	23
15	15	20	12	25	20	36	32	25	15	22
16	25	21	18	15	21	22	26	24	23	22
17	20	24	23	22	18	21	18	19	20	24
18	15	12	18	21	25	25	33	32	21	22
19	18	20	21	22	23	18	22	19	23	24
20	15	21	22	15	21	21	12	23	20	24

Tabla 76. Cuadro de lecturas de campo en el carril derecho del tramo Acobamba - Palcamayo;
Fuente. Elaboración propia.

La frecuencia de las lecturas realizadas, se detalla a continuación:

LECTURA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FRECUENCIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
LECTURA	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
FRECUENCIA	0	11	0	1	18	5	1	13	6	25
LECTURA	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
FRECUENCIA	41	29	19	8	12	3	1	2	0	0
LECTURA	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
FRECUENCIA	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0
LECTURA	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
FRECUENCIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 77. Cuadro frecuencias de lecturas de campo realizadas en el carril derecho del tramo Acobamba – Palcamayo
Fuente. Elaboración propia.

El rango D es calculado mediante la fórmula $D=(CI+ CE+ CD)\times 5\times Fc$; Donde Fc es el valor del factor de corrección, el cual considera un valor de 1.09, en consideración a ello; $D=(13,18)\times 5\times 1.09= 71,90$.

Luego el Índice Internacional de Rugosidad se obtiene del siguiente resultado; $IRI=0.0485\times D$, por lo que habiendo obtenido un rango D con un valor de 71,90; el valor resultante del **IRI** es de **3,49 m/km**.

Sobre lo expuesto, en el cuadro consecuente detallamos los valores de las rugosidades halladas en los dos carriles de la carretera Acobamba Palcamayo, que fue tratada con el tratamiento superficial denominado slurry seal.

VIA 01	Carretera “Acobamba - Palcamayo”		
TRAMO	Km 00+000 – Km 00+400		
TRATAMIENTO SUPERFICIAL	Tratamiento Superficial Slurry Seal		
RESULTADOS	CARRIL	D	IRI
	Izquierdo	64.77	3.14
	Derecho	71.90	3.49

Tabla 80. Resultado de rugosidad Acobamba-Palcamayo
Fuente. Elaboración propia

5.2.3.1. Análisis comparativo de la rugosidad de las carreteras Tarmatambo – Huaricolca, y Acobamba – Palcamayo

La rugosidad que ofrece las carreteras Tarmatambo – Huaricolca, y Acobamba – Palcamayo, las cuales presentan el tratamiento superficial bicapa y el tratamiento superficial slurry seal, respectivamente, se detalla en la siguiente tabla.

TRAMO	TARMATAMBO - HUARICOLCA		ACOBAMBA - PALCAMAYO	
	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO
Rango D	48,60	49,85	64,77	71,90
Verificación D	D > 40	D > 40	D > 40	D > 40
IRI (m/Km)	2,36	2,42	3,14	3,49
Comparación IRI	IRI (Tarmatambo – Huaricolca) < IRI (Acobamba – Palcamayo)			

Tabla 81. Cuadro comparativo de resultado de deflexiones parciales de las vías Tarmatambo – Huaricolca y Acobamba – Palcamayo
Fuente. Elaboración propia

Respecto a lo resultados obtenidos, observamos que la vía 01 presenta menor rugosidad a la vía 02; es decir, que la carretera en donde se realizó el tratamiento superficial bicapa, presenta menor rugosidad a la carretera en donde cuya superficie fue tratada con el tratamiento superficial slurry seal.

Por otro lado, de acuerdo a la clasificación de la condición de camino que se considera en Chile, se observa que la vía 01 cuenta con una condición de camino bueno, mientras que la vía 02, cuenta con una condición de camino regular.

Condición del camino	Pavimento asfáltico IRI (m/Km)
Bueno	(0 – 3)m/Km
Regular	(3 – 4)m/Km
Malo	> 4 m/Km

Tabla 82. Clasificación de condición de camino según IRI; Fuente. Arriaga, Garnica y Rico (1998). Índice Internacional de Rugosidad en la red de carretera de México, Instituto Mexicano del Transporte. México.

5.2.4. Análisis de la deflexión de la capa superficial de las vías

5.2.4.1. Verificación de la deflexión en la carretera Tarmatambo – Huaricolca

Para el hallazgo del valor de la deflexión del tramo de la carretera Tarmatambo – Huaricolca, considerada como vía 01 en el presente estudio se realizó la medición de la misma a través del equipo viga benkelman, en los carriles derecho e izquierdo de la vía en mención.

Para el carril izquierdo del tramo comprendido entre las progresivas Km 42+000 y Km 42+400, se efectuaron lecturas del deflectómetro a cada 25m. de longitud, las cuales se detallan en las siguientes tablas.

PTO DE ENSAYO	PROG. KM	DEFLEXIONES PARCIALES (10^{-2} mm)					
		(CARRIL IZQUIERDO)					
		D0	D25	D50	D75	D100	D250
1	42+000	23,00	18,00	13,00	11,00	5,00	0,00
2	42+025	22,00	18,00	12,00	11,00	7,00	0,00
3	42+050	24,00	20,00	14,00	10,00	4,00	0,00
4	42+075	22,00	17,00	14,00	10,00	7,00	0,00
5	42+100	18,00	14,00	12,00	10,00	4,00	0,00
6	42+125	15,00	11,00	9,00	7,00	3,00	0,00
7	42+150	22,00	17,00	14,00	12,00	7,00	0,00
8	42+175	15,00	13,00	11,00	7,00	3,00	0,00
9	42+200	16,00	13,00	10,00	8,00	4,00	0,00
10	42+225	10,00	9,00	6,00	4,00	2,00	0,00
11	42+250	13,00	11,00	9,00	8,00	3,00	0,00
12	42+275	22,00	16,00	10,00	7,00	4,00	0,00
13	42+300	20,00	13,00	7,00	5,00	3,00	0,00
14	42+325	21,00	15,00	11,00	4,00	2,00	0,00
15	42+350	18,00	13,00	10,00	6,00	3,00	0,00
16	42+375	20,00	14,00	7,00	5,00	2,00	0,00
17	42+400	19,00	18,00	15,00	12,00	5,00	0,00

Tabla 83. Cuadro de deflexiones parciales en el carril izquierdo del tramo Tarmatambo – Huaricolca

Fuente. Elaboración propia

De las lecturas parciales, obtenemos las deflexiones en consideración de la relación de brazo de la viga benkelman (1:4)

PTO DE ENSAYO	PROG. KM	DEFLEXIONES – RELACIÓN DE BRAZO VB 1:4 (10 ⁻² mm) (CARRIL IZQUIERDO)					
		D0	D25	D50	D75	D100	D250
1	42+000	92,00	72,00	52,00	44,00	20,00	0,00
2	42+025	88,00	72,00	48,00	44,00	28,00	0,00
3	42+050	96,00	80,00	56,00	40,00	16,00	0,00
4	42+075	88,00	68,00	56,00	40,00	28,00	0,00
5	42+100	72,00	56,00	48,00	40,00	16,00	0,00
6	42+125	60,00	44,00	36,00	28,00	12,00	0,00
7	42+150	88,00	68,00	56,00	48,00	28,00	0,00
8	42+175	60,00	52,00	44,00	28,00	12,00	0,00
9	42+200	64,00	52,00	40,00	32,00	16,00	0,00
10	42+225	40,00	36,00	24,00	16,00	8,00	0,00
11	42+250	52,00	44,00	36,00	32,00	12,00	0,00
12	42+275	88,00	64,00	40,00	28,00	16,00	0,00
13	42+300	80,00	52,00	28,00	20,00	12,00	0,00
14	42+325	84,00	60,00	44,00	16,00	8,00	0,00
15	42+350	72,00	52,00	40,00	24,00	12,00	0,00
16	42+375	80,00	56,00	28,00	20,00	8,00	0,00
17	42+400	76,00	72,00	60,00	48,00	20,00	0,00

Tabla 84. Cuadro de deflexiones parciales en el carril izquierdo del tramo Tarmatambo – Huaricolca

Fuente. Elaboración propia

A continuación, detallamos las deflexiones máximas y radio de curvatura halladas en los 17 puntos del carril izquierdo del tramo de la vía 01.

PTO DE ENSAYO	PROG. KM	RESULTADOS	
		Dmax (10 ⁻² mm)	Radio de curvatura (mm)
1	42+000	92,00	156,25
2	42+025	88,00	195,31
3	42+050	96,00	195,31
4	42+075	88,00	156,25
5	42+100	72,00	195,31
6	42+125	60,00	195,31

7	42+150	88,00	156,25
8	42+175	60,00	390,63
9	42+200	64,00	260,42
10	42+225	40,00	781,25
11	42+250	52,00	390,63
12	42+275	88,00	130,21
13	42+300	80,00	111,61
14	42+325	84,00	130,21
15	42+350	72,00	156,25
16	42+375	80,00	130,21
17	42+400	76,00	781,25
PROMEDIO		75,29	265,45
DESV. ESTANDAR		15,57	210,56

Tabla 85. Cuadro de deflexiones máximas y radio de curvatura en el carril izquierdo del tramo Tarmatambo - Huaricolca;
Fuente. Elaboración propia

Luego, la deflexión característica, para el tipo de carretera de la vía Tarmatambo – Huaricolca, acorde con el Manual de Carreteras: Suelos, Geotecnia y Pavimentos – MTC-2014, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$D_c = D_m + 1.645 \times D_s$$

Donde, D_c representa al valor de la deflexión característica, D_m viene a ser la deflexión media y D_s corresponde al valor de la deflexión estándar. Cabe mencionar, que la formulación de la desviación característica presenta una confiabilidad de 95%.

En ese aspecto, la deflexión característica en el carril izquierdo de la vía 01, resulta $100,91 \times 10^{-2} \text{mm}$.

De otro lado, para hallar el valor de la deflexión admisible, se considera el número de ejes equivalentes, dato obtenido del estudio de tráfico de la carretera Tarmatambo – Huaricolca, con un número de ejes equivalentes de 4 millones de ejes equivalentes.

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{N} \right)^{0.25} = \left(\frac{1.15}{4000000} \right)^{0.25} = 73,23 \times 10^{-2} \text{mm}$$

De los resultados descritos en los párrafos precedentes, se aprecia que la deflexión característica presenta un valor de **100,91x10⁻²mm.**, la cual resulta mayor a la deflexión admisible de **73,23x10⁻²mm.**

Por otra parte, para el carril derecho del tramo comprendido entre las progresivas Km 42+000 y Km 42+400, de igual manera se efectuaron lecturas del deflectómetro a cada 25m. de longitud, las cuales se detallan en las siguientes tablas.

PTO DE ENSAYO	PROG. KM	DEFLEXIONES PARCIALES (10 ⁻² mm) (CARRIL DERECHO)					
		D0	D25	D50	D75	D100	D250
1	42+000	22,00	21,00	18,00	16,00	10,00	0,00
2	42+025	23,00	18,00	16,00	13,00	8,00	0,00
3	42+050	22,00	18,00	16,00	13,00	7,00	0,00
4	42+075	24,00	19,00	15,00	12,00	8,00	0,00
5	42+100	20,00	18,00	16,00	14,00	12,00	0,00
6	42+125	18,00	13,00	10,00	6,00	3,00	0,00
7	42+150	20,00	16,00	14,00	10,00	5,00	0,00
8	42+175	19,00	16,00	13,00	11,00	9,00	0,00
9	42+200	20,00	18,00	14,00	12,00	10,00	0,00
10	42+225	18,00	10,00	6,00	4,00	2,00	0,00
11	42+250	20,00	16,00	12,00	10,00	6,00	0,00
12	42+275	10,00	8,00	6,00	4,00	2,00	0,00
13	42+300	15,00	13,00	10,00	7,00	5,00	0,00
14	42+325	17,00	13,00	9,00	5,00	2,00	0,00
15	42+350	20,00	15,00	12,00	10,00	8,00	0,00
16	42+375	17,00	15,00	13,00	7,00	3,00	0,00
17	42+400	20,00	18,00	14,00	12,00	5,00	0,00

Tabla 86. Cuadro de deflexiones parciales en el carril derecho del tramo Tarmatambo – Huaricolca

Fuente. Elaboración propia

De las lecturas parciales, obtenemos las deflexiones en consideración de la relación de brazo de la viga benkelman (1:4)

PTO DE ENSAYO	PROG. KM	DEFLEXIONES – RELACIÓN DE BRAZO VB 1:4 (10 ⁻² mm) (CARRIL DERECHO)					
		D0	D25	D50	D75	D100	D250
1	42+000	88,00	84,00	72,00	64,00	40,00	0,00
2	42+025	92,00	72,00	64,00	52,00	32,00	0,00
3	42+050	88,00	72,00	64,00	52,00	28,00	0,00
4	42+075	96,00	76,00	60,00	48,00	32,00	0,00
5	42+100	80,00	72,00	64,00	56,00	48,00	0,00
6	42+125	72,00	52,00	40,00	24,00	12,00	0,00
7	42+150	80,00	64,00	56,00	40,00	20,00	0,00
8	42+175	76,00	64,00	52,00	44,00	36,00	0,00
9	42+200	80,00	72,00	56,00	48,00	40,00	0,00
10	42+225	72,00	40,00	24,00	16,00	8,00	0,00
11	42+250	80,00	64,00	48,00	40,00	24,00	0,00
12	42+275	40,00	32,00	24,00	16,00	8,00	0,00
13	42+300	60,00	52,00	40,00	28,00	20,00	0,00
14	42+325	68,00	52,00	36,00	20,00	8,00	0,00
15	42+350	80,00	60,00	48,00	40,00	32,00	0,00
16	42+375	68,00	60,00	52,00	28,00	12,00	0,00
17	42+400	80,00	72,00	56,00	48,00	20,00	0,00

Tabla 87. Cuadro de deflexiones parciales en el carril derecho del tramo Tarmatambo – Huaricolca

Fuente. Elaboración propia

A continuación, detallamos las deflexiones máximas y radio de curvatura halladas en los 17 puntos del carril derecho del tramo de la vía 01.

PTO DE ENSAYO	PROG. KM	RESULTADOS	
		Dmax (10 ⁻² mm)	Radio de curvatura (mm)
1	42+000	88,00	781,25
2	42+025	92,00	156,25
3	42+050	88,00	195,31
4	42+075	96,00	156,25
5	42+100	80,00	390,63
6	42+125	72,00	156,25
7	42+150	80,00	195,31

8	42+175	76,00	260,42
9	42+200	80,00	390,63
10	42+225	72,00	97,66
11	42+250	80,00	195,31
12	42+275	40,00	390,63
13	42+300	60,00	390,63
14	42+325	68,00	195,31
15	42+350	80,00	156,25
16	42+375	68,00	390,63
17	42+400	80,00	390,63
PROMEDIO		76,47	287,61
DESV. ESTANDAR		13,11	167,20

Tabla 88. Cuadro de deflexiones máximas y radio de curvatura en el carril derecho del tramo Tarmatambo – Huaricolca
Fuente. Elaboración propia

Luego, la deflexión característica, para el tipo de carretera de la vía Tarmatambo – Huaricolca, acorde con el Manual de Carreteras: Suelos, Geotecnia y Pavimentos – MTC-2014, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$D_c = D_m + 1.645 \times D_s$$

Donde, D_c representa al valor de la deflexión característica, D_m viene a ser la deflexión media y D_s corresponde al valor de la deflexión estándar. Cabe mencionar, que la formulación de la desviación característica presenta una confiabilidad de 95%.

En ese aspecto, la deflexión característica en el carril derecho de la vía 01, resulta $98,03 \times 10^{-2} \text{mm}$.

De otro lado, la deflexión admisible para la carretera Tarmatambo – Huaricolca presenta un valor de $73,23 \times 10^{-2} \text{mm}$., en concordancia con el numero de ejes equivalentes del estudio de trafico de la vía en mención.

De los resultados descritos en los párrafos precedentes, se aprecia que la deflexión característica presenta un valor de **$98,03 \times 10^{-2} \text{mm}$** ., la cual resulta mayor a la deflexión admisible de **$73,23 \times 10^{-2} \text{mm}$** .

5.2.4.2. Verificación de la deflexión en la carretera Acobamba - Palcamayo

Para el hallazgo del valor de la deflexión del tramo de la carretera Acobamba - Palcamayo, considerada como vía 02 en el presente estudio se realizó la medición de la misma a través del equipo viga benkelman, en los carriles derecho e izquierdo de la vía en mención.

Para el carril izquierdo del tramo comprendido entre las progresivas Km 00+000 y Km 00+400, se efectuaron lecturas del deflectómetro a cada 25m. de longitud, las cuales se detallan en las siguientes tablas.

PTO DE ENSAYO	PROG. KM	DEFLEXIONES PARCIALES (10^{-2} mm)					
		(CARRIL IZQUIERDO)					
		D0	D25	D50	D75	D100	D250
1	00+000	25,00	19,00	15,00	10,00	5,00	0,00
2	00+025	27,00	20,00	15,00	12,00	2,00	0,00
3	00+050	29,00	25,00	20,00	13,00	5,00	0,00
4	00+075	27,00	19,00	17,00	12,00	7,00	0,00
5	00+100	29,00	21,00	17,00	11,00	7,00	0,00
6	00+125	25,00	19,00	16,00	10,00	0,00	0,00
7	00+150	26,00	21,00	17,00	14,00	2,00	0,00
8	00+175	21,00	19,00	15,00	13,00	9,00	0,00
9	00+200	25,00	21,00	19,00	16,00	7,00	0,00
10	00+225	22,00	18,00	14,00	10,00	7,00	0,00
11	00+250	26,00	20,00	16,00	12,00	8,00	0,00
12	00+275	24,00	20,00	16,00	14,00	9,00	0,00
13	00+300	23,00	19,00	17,00	11,00	7,00	0,00
14	00+325	22,00	17,00	14,00	11,00	7,00	0,00
15	00+350	23,00	19,00	14,00	8,00	3,00	0,00
16	00+375	24,00	19,00	13,00	10,00	5,00	1,00
17	00+400	22,00	17,00	13,00	10,00	7,00	0,00

Tabla 89. Cuadro de deflexiones parciales en el carril izquierdo del tramo Acobamba - Palcamayo Fuente. Elaboración propia

De las lecturas parciales, obtenemos las deflexiones en consideración de la relación de brazo de la viga benkelman (1:4)

PTO DE ENSAYO	PROG. KM	DEFLEXIONES – RELACIÓN DE BRAZO VB 1:4 (10 ⁻² mm) (CARRIL IZQUIERDO)					
		D0	D25	D50	D75	D100	D250
1	00+000	100,00	76,00	60,00	40,00	20,00	0,00
2	00+025	108,00	80,00	60,00	48,00	8,00	0,00
3	00+050	116,00	100,00	80,00	52,00	20,00	0,00
4	00+075	108,00	76,00	68,00	48,00	28,00	0,00
5	00+100	116,00	84,00	68,00	44,00	28,00	0,00
6	00+125	100,00	76,00	64,00	40,00	0,00	0,00
7	00+150	104,00	84,00	68,00	56,00	8,00	0,00
8	00+175	84,00	76,00	60,00	52,00	36,00	0,00
9	00+200	100,00	84,00	76,00	64,00	28,00	0,00
10	00+225	88,00	72,00	56,00	40,00	28,00	0,00
11	00+250	104,00	80,00	64,00	48,00	32,00	0,00
12	00+275	96,00	80,00	64,00	56,00	36,00	0,00
13	00+300	92,00	76,00	68,00	44,00	28,00	0,00
14	00+325	88,00	68,00	56,00	44,00	28,00	0,00
15	00+350	92,00	76,00	56,00	32,00	12,00	0,00
16	00+375	96,00	76,00	52,00	40,00	20,00	4,00
17	00+400	88,00	68,00	52,00	40,00	28,00	0,00

Tabla 90. Cuadro de deflexiones parciales en el carril izquierdo del tramo Acobamba - Palcamayo; Fuente. Elaboración propia

A continuación, detallamos las deflexiones máximas y radio de curvatura halladas en los 17 puntos del carril izquierdo del tramo de la vía 02.

PTO DE ENSAYO	PROG. KM	RESULTADOS	
		Dmax (10 ⁻² mm)	Radio de curvatura (mm)
1	00+000	100,00	130,21
2	00+025	108,00	111,61
3	00+050	116,00	195,31
4	00+075	108,00	97,66
5	00+100	116,00	97,66
6	00+125	100,00	130,21

7	00+150	104,00	156,25
8	00+175	84,00	390,63
9	00+200	100,00	195,31
10	00+225	88,00	195,31
11	00+250	104,00	130,21
12	00+275	96,00	195,31
13	00+300	92,00	195,31
14	00+325	88,00	156,25
15	00+350	92,00	195,31
16	00+375	96,00	156,25
17	00+400	88,00	156,25
PROMEDIO		98,82	169,71
DESV. ESTANDAR		9,67	67,04

Tabla 91. Cuadro de deflexiones máximas y radio de curvatura en el carril izquierdo del tramo Acobamba – Palcamayo
Fuente. Elaboración propia

Luego, la deflexión característica, para el tipo de carretera de la vía Acobamba Palcamayo, acorde con el Manual de Carreteras: Suelos, Geotecnia y Pavimentos – MTC-2014, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$D_c = D_m + 1.645 \times D_s$$

Donde, D_c representa al valor de la deflexión característica, D_m viene a ser la deflexión media y D_s corresponde al valor de la deflexión estándar. Cabe mencionar, que la formulación de la desviación característica presenta una confiabilidad de 95%.

En ese aspecto, la deflexión característica en el carril izquierdo de la vía 02, resulta $114,73 \times 10^{-2} \text{mm}$.

De otro lado, para hallar el valor de la deflexión admisible, se considera el número de ejes equivalentes, dato obtenido del estudio de tráfico de la carretera Acobamba - Palcamayo, con un número de ejes equivalentes de 1.39 millones de ejes equivalentes.

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{N} \right)^{0.25} = \left(\frac{1.15}{1390000} \right)^{0.25} = 95,37 \times 10^{-2} \text{mm}$$

De los resultados descritos en los párrafos precedentes, se aprecia que la deflexión característica presenta un valor de $114,73 \times 10^{-2} \text{mm}$., la cual resulta mayor a la deflexión admisible de $95,37 \times 10^{-2} \text{mm}$.

Por otra parte, para el carril derecho del tramo comprendido entre las progresivas Km 00+000 y Km 00+400, de igual manera se efectuaron lecturas del deflectómetro a cada 25m. de longitud, las cuales se detallan en las siguientes tablas.

PTO DE ENSAYO	PROG. KM	DEFLEXIONES PARCIALES (10^{-2}mm) (CARRIL DERECHO)					
		D0	D25	D50	D75	D100	D250
1	00+000	23,00	15,00	11,00	5,00	1,00	0,00
2	00+025	28,00	24,00	22,00	16,00	6,00	0,00
3	00+050	29,00	24,00	19,00	15,00	4,00	0,00
4	00+075	25,00	20,00	18,00	13,00	5,00	0,00
5	00+100	27,00	23,00	19,00	12,00	8,00	0,00
6	00+125	30,00	25,00	22,00	16,00	5,00	0,00
7	00+150	27,00	21,00	17,00	13,00	5,00	0,00
8	00+175	25,00	19,00	15,00	13,00	10,00	0,00
9	00+200	24,00	20,00	16,00	13,00	10,00	0,00
10	00+225	23,00	15,00	11,00	5,00	1,00	0,00
11	00+250	22,00	18,00	14,00	12,00	8,00	0,00
12	00+275	24,00	20,00	16,00	14,00	9,00	0,00
13	00+300	23,00	21,00	18,00	13,00	8,00	0,00
14	00+325	24,00	20,00	16,00	12,00	6,00	0,00
15	00+350	23,00	18,00	12,00	9,00	2,00	0,00
16	00+375	24,00	18,00	12,00	9,00	4,00	1,00
17	00+400	25,00	21,00	15,00	10,00	8,00	0,00

Tabla 92. Cuadro de deflexiones parciales en el carril derecho del tramo Acobamba - Palcamayo; Fuente. Elaboración propia

De las lecturas parciales, obtenemos las deflexiones en consideración de la relación de brazo de la viga benkelman (1:4)

PTO DE ENSAYO	PROG. KM	DEFLEXIONES – RELACIÓN DE BRAZO VB 1:4 (10 ⁻² mm) (CARRIL DERECHO)					
		D0	D25	D50	D75	D100	D250
1	00+000	92,00	60,00	44,00	20,00	4,00	0,00
2	00+025	112,00	96,00	88,00	64,00	24,00	0,00
3	00+050	116,00	96,00	76,00	60,00	16,00	0,00
4	00+075	100,00	80,00	72,00	52,00	20,00	0,00
5	00+100	108,00	92,00	76,00	48,00	32,00	0,00
6	00+125	120,00	100,00	88,00	64,00	20,00	0,00
7	00+150	108,00	84,00	68,00	52,00	20,00	0,00
8	00+175	100,00	76,00	60,00	52,00	40,00	0,00
9	00+200	96,00	80,00	64,00	52,00	40,00	0,00
10	00+225	92,00	60,00	44,00	20,00	4,00	0,00
11	00+250	88,00	72,00	56,00	48,00	32,00	0,00
12	00+275	96,00	80,00	64,00	56,00	36,00	0,00
13	00+300	92,00	84,00	72,00	52,00	32,00	0,00
14	00+325	96,00	80,00	64,00	48,00	24,00	0,00
15	00+350	92,00	72,00	48,00	36,00	8,00	0,00
16	00+375	96,00	72,00	48,00	36,00	16,00	4,00
17	00+400	100,00	84,00	60,00	40,00	32,00	0,00

Tabla 93. Cuadro de deflexiones parciales en el carril derecho del tramo Acobamba – Palcamayo

Fuente. Elaboración propia

A continuación, detallamos las deflexiones máximas y radio de curvatura halladas en los 17 puntos del carril derecho del tramo de la vía 02.

PTO DE ENSAYO	PROG. KM	RESULTADOS	
		Dmax (10 ⁻² mm)	Radio de curvatura (mm)
1	00+000	92,00	97,66
2	00+025	112,00	195,31
3	00+050	116,00	156,25
4	00+075	100,00	156,25
5	00+100	108,00	195,31
6	00+125	120,00	156,25
7	00+150	108,00	130,21
8	00+175	100,00	130,21
9	00+200	96,00	195,31

10	00+225	92,00	97,66
11	00+250	88,00	195,31
12	00+275	96,00	195,31
13	00+300	92,00	390,63
14	00+325	96,00	195,31
15	00+350	92,00	156,25
16	00+375	96,00	130,21
17	00+400	100,00	195,31
PROMEDIO		100,24	174,83
DESV. ESTANDAR		9,32	65,56

Tabla 94. Cuadro de deflexiones máximas y radio de curvatura en el carril derecho del tramo Acobamba – Palcamayo.

Fuente. Elaboración propia

Luego, la deflexión característica, para el tipo de carretera de la vía Acobamba - Palcamayo, acorde con el Manual de Carreteras: Suelos, Geotecnia y Pavimentos – MTC-2014, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$D_c = D_m + 1.645 \times D_s$$

Donde, D_c representa al valor de la deflexión característica, D_m viene a ser la deflexión media y D_s corresponde al valor de la deflexión estándar. Cabe mencionar, que la formulación de la desviación característica presenta una confiabilidad de 95%.

En ese aspecto, la deflexión característica en el carril derecho de la vía 02, resulta $115,97 \times 10^{-2} \text{mm}$.

De otro lado, la deflexión admisible para la carretera Acobamba - Palcamayo presenta un valor de $95,37 \times 10^{-2} \text{mm}$., en concordancia con el número de ejes equivalentes del estudio de tráfico de la vía en mención.

De los resultados descritos en los párrafos precedentes, se aprecia que la deflexión característica presenta un valor de **$115,97 \times 10^{-2} \text{mm}$** ., la cual resulta mayor a la deflexión admisible de **$95,37 \times 10^{-2} \text{mm}$** .

5.2.3.1. Análisis comparativo de la deflexión de las carreteras Tarmatambo – Huaricolca, y Acobamba - Palcamayo

La deflexión que ofrece las carreteras Tarmatambo – Huaricolca, y Acobamba – Palcamayo, las cuales presentan el tratamiento superficial bicapa y el tratamiento superficial slurry seal, respectivamente, se detalla en la siguiente tabla.

TRAMO	TARMATAMBO - HUARICOLCA		ACOBAMBA - PALCAMAYO	
	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO
Deflexión Característica (mm)	100,91 x10 ⁻²	98,03 x10 ⁻²	114,73 x10 ⁻²	115,97x10 ⁻²
Deflexión Admisible (mm)	73,23 x10 ⁻²	73,23 x10 ⁻²	95,37 x10 ⁻²	95,37x10 ⁻²
Radio de Curvatura (mm)	265,45	287,61	169,71	174,83
Comparación: Dc, Dadm	Dc > Dadm	Dc > Dadm	Dc > Dadm	Dc > Dadm
Comparación: Rc	Rc > 100	Rc > 100	Rc > 100	Rc > 100

Tabla 95. Cuadro comparativo de deflexiones y radios de curvatura vías Tarmatambo – Huaricolca y Acobamba – Palcamayo
Fuente. Elaboración propia

Al respecto, la metodología de viga venkelman, establece que pueden ser generados cuatro tipos de deflexiones, tal como se detalla en la siguiente tabla.

Tipo de deflexión	Comportamiento de la subrasante	Comportamiento del pavimento
I	Bueno Dc < Dadm	Bueno Ro > 100
II	Malo Dc > Dadm	Bueno Ro > 100
III	Bueno Dc < Dadm	Malo Ro < 100
IV	Malo Dc > Dadm	Malo Ro < 100

Tabla 96. Características del pavimento de acuerdo al tipo de deflexión y radio de curvatura

Fuente. CONREVIAL (1983)

En ese aspecto, las deflexiones verificadas, tanto en la carretera Tarmatambo – Huaricolca, como en Acombamba – Palcamayo; corresponden al tipo de deflexión II.

Respecto a lo resultados obtenidos, observamos que la via 01 presenta mayor deflexión a la via 02, así también la via 01 presenta mayor radio de curvatura con respecto a la vía 02.

CAPITULO VI

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- **OG:** Con respecto al objetivo general, se aprecia como resultado, la identificación del tratamiento superficial óptimo respecto al comportamiento funcional y estructural de las carreteras “Tarmatambo - Huaricolca” y “Acobamba – Palcamayo” según la evaluación de las deformaciones o fallas existentes en las vías, así como la determinación de las rugosidades, y el análisis de la deflexión y radio de curvatura que presentan las capas superficiales de los tramos de las carreteras que son objeto del presente estudio; en relación a ello, se observó que; la carretera Tarmatambo – Huaricolca en la cual fue aplicada el tratamiento superficial Bicapa, presenta mejores resultados en cuanto al comportamiento estructural y funcional del pavimento, en comparación a la carretera Acobamba – Palcamayo, en la cual fue aplicada el tratamiento superficial Slurry Seal; asimismo de acuerdo a los resultados obtenidos, se conjetura que la vía 01 denominado así a la carretera Tarmatambo – Huaricolca, requerirá de un costo unitario de mantenimiento o rehabilitación menor al cual será requerido por la vía 02, definida como la carretera Acobamba –Palcamayo, por presentar la vía 01 un estado mas conservado que la vía 01. Al respecto, Arévalo y Diaz (2021), citado como antecedente nacional en su tesis “Evaluación técnica y económica del tratamiento superficial bicapa (TSB) y slurry seal, de la carretera Catacachi – Chirapa, departamento de San Martín”, indicaron que los efectos del medio ambiente sobre los tratamientos superficiales estudiados son generalmente los mismo, y que

debido a su termoplasticidad son propensos a sufrir hundimientos, fisuras y ahuellamientos.; asimismo, destacaron que el tratamiento superficial bicapa cuenta con un periodo de diseño de 5 años, y el tratamiento superficial slurry seal cuenta con un periodo de diseño de 3 años, obteniendo ventaja al respecto el TSB. Así también, cabe mencionar que, Condezo Torres (2020), en su tesis “Análisis del comportamiento funcional y estructural de la carretera Lamas-Pamasho y Bellavista-Ledoy con tratamientos superficiales”, enfatiza que conforme estudios precedentes; el tratamiento superficial bicapa presenta un mejor comportamiento estructural en comparación con el tratamiento superficial slurry seal. En ese aspecto, en la presente investigación se evaluó, analizó y concluyó acerca del tratamiento superficial ventajoso entre las carreteras Tarmatambo – Huaricolca y Acobamba – Palcamayo, a fin de apreciar el tratamiento superficial óptimo en la provincia de Tarma de la región Junín.

- **OE1:** Con respecto al primer objetivo específico, se aprecia como resultado, la evaluación de las deformaciones o fallas existentes en el comportamiento estructural y funcional de las carreteras “Tarmatambo - Huaricolca” y “Acobamba – Palcamayo” según la metodología del Índice de Condición del Pavimento, observándose que la vía 01 presenta un PCI promedio de 55.1, valor que nos indica que la vía se encuentra en estado bueno; por otra parte, la vía 02 presenta un PCI promedio de 43.5, valor que nos indica que la vía se encuentra en estado regular; apreciándose así, que la vía que fue tratada con el tratamiento superficial bicapa se encuentra en mejor estado que la vía que fue tratada con el tratamiento superficial slurry seal, con una diferencia de PCI de 11.6. Al respecto, Alzate Suluaga (2019), citado como antecedente internacional, en su tesis “Sistema de clasificación de severidad de daños en pavimentos flexibles para determinar posibles intervenciones”, destaca que la evaluación de la condición vial de la superficie del pavimento mediante la metodología PCI aportó a la determinación de la intervención de la vía, y enfatizó que dicha metodología evalúa todas las fallas superficiales de las vías pavimentadas. Por otro lado, Sánchez y Chire (2021), citado como antecedente nacional, en su tesis “Análisis del comportamiento

estructural y funcional en el pavimento flexible para mejorar la transitabilidad vehicular en la Av. Litoral, tramo Av. Cristo rey – Av. Tarapacá – distrito de Tacna, 2020”, concluye que las vías estudiadas no presentan falla estructurales, mas si presentan fallas superficiales, tales como, parcheo, desprendimiento de agregado, depresión, entre otros, asimismo, describe que de las fallas superficiales, según la metodología PCI, el tramo 1 cuenta con un valor de 60.4 y el tramo 2 con un valor de 62.65, conjeturando que la condición de la vía es buena es ambos extremos. En ese aspecto, en la presente investigación, la evaluación de las fallas o deformaciones de las vías pavimentadas, se realizó en consideración de la metodología PCI, que conllevó a la obtención de los resultados del índice de condición del pavimento a fin de conocer el estado de dichas vías, y analizar y conocer su comportamiento funcional y estructural de dichas vías.

- **OE2:** Con respecto al segundo objetivo específico, se aprecia como resultado, la determinación y comparación de la rugosidad en el comportamiento estructural y funcional de las vías pavimentadas “Tarmatambo - Huaricolca” y “Acobamba – Palcamayo”, observándose que la vía 01 presenta rugosidades promedio de 2,36m/Km, y 2,42m/Km en los carriles izquierdo y derecho respectivamente, valores que determinan que la condición de camino dela vía 01 es bueno; mientras que la vía 02 presenta rugosidades promedio de 3,14 m/Km, y 3,49 m/Km en los carriles izquierdo y derecho, determinando así que la vía 02 presenta una condición de camino regular; apreciándose que la vía que fue tratada con el tratamiento superficial bicapa presenta menor rugosidad a la vía que fue tratada con el tratamiento superficial slurry seal, con una diferencia de los valores de IRI comprendidos entre (0.72 – 1.13)m/Km. Al respecto, Sangay Cusquisibán (2019) en su tesis “Determinación del nivel de servicio mediante el índice de rugosidad internacional (IRI) medido con el equipo Merlín en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca”, indicó que la rugosidad que se obtuvo en la Av. Hoyos Rubio tramo comprendido desde la intersección de la Av. Vía de Evitamiento Norte y la vía que se dirige a las ventanillas de Otuzco, es aceptable; asimismo se demostró que la servicialidad del pavimento flexible presenta un

estado aceptable, ubicándose entre las escalas 2-3, asimismo se determinó que el pavimento presenta un IRI mínimo de 1.42 m/Km, y un IRI máximo de 3.98 m/Km. En ese aspecto, en la presente investigación, la evaluación de la rugosidad de las vías pavimentadas, se realizó en consideración de la metodología del equipo de Merlín, que conllevó a la obtención de los resultados del índice de rugosidad internacional (IRI) a fin de conocer el estado de dichas vías, y analizar su comportamiento funcional y estructural.

- **OE3:** Con respecto al tercer objetivo específico, se aprecia como resultado, el análisis y comparación de la deflexión y radio de curvatura en el comportamiento estructural y funcional de la capa superficial de las vías pavimentadas “Tarmatambo - Huaricolca” y “Acobamba – Palcamayo”, observándose que la vía 01 presenta deflexiones características de $100,91 \times 10^{-2}$ mm, y $98,03 \times 10^{-2}$ mm, y radios de curvatura de 265,45mm y 287,61mm en los carriles izquierdo y derecho respectivamente, valores que determinan que el comportamiento de la subrasantes es malo y el comportamiento del pavimento es bueno; mientras que la vía 02 presenta deflexiones características de $114,73 \times 10^{-2}$ mm, y $115,97 \times 10^{-2}$ mm, y radios de curvatura de 169,71mm y 174,83mm, en los carriles izquierdo y derecho, respectivamente, valores que determinan que el comportamiento de la subrasante es malo y el comportamiento del pavimento es bueno; por lo que se aprecia que la vía que fue tratada con el tratamiento superficial bicapa presenta menor deflexión y mayor radio de curvatura a la vía que fue tratada con el tratamiento superficial slurry seal, con una diferencia de deflexión comprendida entre (13.82 – 17.94)m/Km , y una diferencia de radio de curvatura comprendida entre (90.62 – 117.90)mm. Al respecto, De la Cruz y Esplana (2022), en su tesis “Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramón-La Merced y Satipo-Mazamari con tratamientos superficiales” destacan que, el tratamiento superficial surry seal en comparación con el tratamiento superficial bicapa, presentó variaciones mínimas en cuanto a la deflexión presentada, con valores de deflexión característica de 48.73×10^{-2} mm, y 52.36×10^{-2} mm, obtenidos mediante la utilización de la viga benkelman. En ese aspecto, en la presente

investigación, la evaluación de la deflectometría de las vías pavimentadas, se realizó en consideración de la metodología de la Viga Benkelman, que conllevó a la obtención de los resultados de la deflexión característica (dc) y radio de curvatura (Rc) a fin de conocer la condición de dichas vías, y analizar su comportamiento funcional y estructural.

CONCLUSIONES

1. Se identificó que el tratamiento superficial bicapa utilizado en la carretera Tarmatambo – Huaricolca, ofrece un resultado óptimo respecto del comportamiento funcional y estructural del pavimento, frente al tratamiento superficial slurry seal utilizado en la carretera Acobamba – Palcamayo, en referencia a la evaluación de las deformaciones o fallas, rugosidad, deflexión y radio de curvatura de las capas superficiales de dichas vías. De la evaluación efectuada, se observa que existe diferencia significativa en el comportamiento funcional y estructural de los tratamientos superficiales empleados en las carreteras Tarmatambo – Huaricolca y Acobamba – Palcamayo; por lo que se acepta la hipótesis general.
2. Se evaluaron las deformaciones o fallas en el comportamiento estructural y funcional de los tratamientos superficiales de las vías Tarmatambo – Huaricolca, y Acobamba – Palcamayo, observando que la carretera en donde se utilizó el tratamiento superficial bicapa presenta un estado bueno con un PCI promedio de 55,1; mientras que, la carretera en donde se utilizó el tratamiento superficial slurry seal presenta un estado regular con un PCI promedio de 43.5. En ese aspecto, la vía Tarmatambo – Huaricolca se encuentra en mejor estado que la vía Acobamba – Palcamayo, en relación a la evaluación de las fallas o deformaciones existentes en la capa superficial de las vías pavimentadas. De la evaluación efectuada, se observa que existe diferencia significativa entre las deformaciones o fallas halladas en la capa superficial de los tratamientos superficiales empleados en las carreteras Tarmatambo – Huaricolca y Acobamba – Palcamayo; por lo que se acepta la hipótesis n.º 01.
3. Se determinó y comparó las rugosidades en el comportamiento estructural y funcional de los tratamientos superficiales de las vías Tarmatambo – Huaricolca y Acobamba – Palcamayo, concluyendo que; la carretera en donde se utilizó el tratamiento superficial bicapa presenta una condición de camino bueno, con valores de IRI promedio obtenidos de 2,36m/Km, y 2,42m/Km en los carriles izquierdo y derecho respectivamente; mientras que, la carretera en donde se utilizó el tratamiento

superficial slurry seal presenta un condición de camino regular, con valores de IRI promedio obtenidos de 3,14 m/Km, y 3,49 m/Km en los carriles izquierdo y derecho que analizó la mejora el tránsito en vías de. En relación a ello, la vía Tarmatambo – Huaricolca cuenta con una mejor condición de camino que la vía Acobamba – Palcamayo, en referencia al índice internacional de rugosidad de las vías pavimentadas. De la evaluación efectuada, se observa que existe diferencia significativa entre la rugosidad de la capa superficial de los tratamientos superficiales empleados en las carreteras Tarmatambo – Huaricolca y Acobamba – Palcamayo; por lo que se acepta la hipótesis n.º 02.

4. Se analizó y comparó las deflexiones y radio de curvatura en el comportamiento estructural y funcional de los tratamientos superficiales de las vías Tarmatambo – Huaricolca y Acobamba – Palcamayo, concluyendo que; la carretera en donde se utilizó el tratamiento superficial bicapa presenta un comportamiento de subrasante malo, con valores de deflexión característica de $100,91 \times 10^{-2}$ mm, y $98,03 \times 10^{-2}$ mm, en los carriles izquierdo y derecho, respectivamente; asimismo, presenta un comportamiento de pavimento bueno, con valores de radio de curvatura de 265,45 mm y 287,61 mm en los carriles izquierdo y derecho respectivamente; por otra parte, en la carretera en donde se utilizó el tratamiento superficial slurry seal presenta un comportamiento de subrasante malo, con valores de deflexión característica de $114,73 \times 10^{-2}$ mm, y $115,97 \times 10^{-2}$ mm, en los carriles izquierdo y derecho, respectivamente; asimismo, presenta un comportamiento de pavimento bueno, con valores de radio de curvatura de 169,71 mm y 174,83 mm. En comparación a ello, tanto la vía Tarmatambo – Huaricolca como la vía Acobamba – Palcamayo, presentan un comportamiento de subrasante malo, y un comportamiento de pavimento bueno; asimismo se aprecia que la carretera Tarmatambo presenta menor deflexión y mayor radio de curvatura que la carretera Acobamba – Palcamayo, denotando que la vía 01 presenta mejores resultados que la vía 02, en relación a la deflexión y radio de curvatura. De la evaluación efectuada, se observa que existe diferencia significativa de la deflexión y radio de curvatura de la capa superficial de los tratamientos

superficiales empleados en las carreteras Tarmatambo – Huaricolca y Acobamba – Palcamayo; por lo que se acepta la hipótesis n.º 03.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda emplear el tratamiento superficial bicapa en comparación al tratamiento superficial slurry seal; en las vías de pavimento asfáltico en la provincia de Tarma, región Junín; ya que presenta un óptimo comportamiento funcional y estructural; cuya rehabilitación requerirá de menor costo de mantenimiento a futuro.
2. Se recomienda, evaluar el tratamiento superficial óptimo para el tratamiento de las vías de pavimento flexible, en las futuras obras de pavimentación que se desarrollen tanto a nivel regional como nacional, a fin de elegir aquella opción que resulte mas beneficiosa y que se refleje en un adecuado comportamiento funcional y estructural del pavimento.
3. Se recomienda, implementar la evaluación del estado de pavimento en consideración del índice de condición del pavimento (PCI), a fin de contemplar el estado actual de las vías, y así considerar los trabajos de mantenimiento y rehabilitación necesarios.
4. Se recomienda, implementar la evaluación de la condición de camino, en consideración de índice de rugosidad internacional (IRI), mediante el equipo de rugosímetro de Merlín, ya que, según el Banco Mundial, dicho método resulta más preciso y menos costoso, para la obtención del IRI, dato que será de utilidad, para la consideración de los trabajos de mantenimiento y rehabilitación necesarios, en relación a la condición del camino.
5. Se recomienda, implementar la evaluación de la deflexión de la capa de rodadura, como el radio de curvatura, mediante el equipo de Viga Benkelman, ya que, según el Banco Mundial, dicho método resulta más preciso y menos costoso, para la obtención de la deflectometría.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Aguilar Mestas & Salas Chávez.** Comparación entre tratamiento superficial bicapa y asfalto en caliente, en la rehabilitación de la carretera Chacachaca - Yunguyo - Kasani. Arequipa: Universidad Católica de santa María, 2012.
2. **Alzate Zuluaga, Sair.** Sistema de clasificación de severidad de daños en avimientos flexibles para determinar posibles intervenciones. Colombia : Universidad EIA, 2019.
3. **Apolinario Morales, Edwin Wilder.** Innovación del método vizir en estrategias de conservación y mantenimiento de carreteras con bajo volumen de tránsito. Lima : Universidad Nacional de Ingeniería, 2012.
4. **Arevalo Pisco & Diaz Villalobos.** Evaluación Técnica y Económica del tratamiento superficial bicapa (TSB) y slurry seal, de la carretera Catacachi - Chirapa, departamento de San Martín. Tarapoto : Universidad Científica del Perú, 2021.
5. **Azaña Sal & Gonzales Fernandez.** Evaluación estructural de pavimentos asfálticos en la carretera Huaraz - Casma, del Km 132+000 al 137+000, utilizando la viga Benkelman, Huaraz 2018. Huaraz : Universidad César Vallejo, 2018.
6. **Arriaga, M., Garnica, P., & Rico, A.** Índice Internacional de Rugoridad en la red carretera. s.l. : Instituto Mexicano de Transportes secretaria de Comunicaciones y Transportes., 1998.
7. **Condezo Torres, Roy Leandro.** Análisis del comportamiento funcional y estructural de la carretera Lamas - Pamashto y Bellavista - Ledoy con tratamientos superficiales. Tarapoto : Universidad Nacional de San Martín, 2020.
8. **Chilcon Carrera & Ramírez Gálvez.** Elaboración de una mezcla asfáltica en frío almacenable para la reparación de pavimentos en el departamento de Lambayeque. Chiclayo : Universidad Señor de Sipan, 2018.
9. **De la cruz C. & Esplana Q.** Análisis del comportamiento Funcional y Estructural de las carreteras San Ramón - La Merced y Satipo - Mazamari con tratamientos superficiales. Huancayo : Universidad Peruana Los Andes, 2022.

10. **Dopedia, ingeniero civil.** tratamientos asfálticos superficiales: <https://civilingeniero.blogspot.com/2013/10/tratamientos-asfalticos-superiores>, consultado el 12 de julio de 2024.
11. **Higuera Sandoval, Carlos Hernando.** Comportamiento estructural de un pavimento flexible, esfuerzos-deformaciones y deflexiones. Tunja, Colombia : Grupo GRINFRAVIAL con el apoyo de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2022.
12. **Humpire Pineda, Katia.** Análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías en la región de Puno. Juliaca : Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez", 2015.
13. **Lloclla Choque & Mucha Mayta.** Análisis comparativo de alternativas de mantenimiento recurrente para vías locales pavimentadas, distrito de Chilca - Huancayo. Huancayo : Universidad Peruana Los Andes, 2021.
14. **Miranda D. & Ramirez R. .** Análisis Técnico-Económico comparativo entre estructuras de pavimento económico, en el Distrito de Mariscal Benavides, Provincia de Mendoza - Amazonas. Nuevo Chimbote-Perú. : Universidad Nacional del Santa, 2023.
15. **MTC.** Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial. s.l. : Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018.
16. **Paterson, W. D.** Models for planning and management. s.l. : Road deterioration and maintenance Effects, 2017.
17. **Pro-road.** Aplicaciones para la conservación vial : <https://www.proroadglobal.com/slurry-seal>, consultado el 12 de julio de 2024.
18. **Sanchez Bueno & Chire Iquiapaza .** Analisis del comportamiento estructural y funcional en el pavimento flexible para mejorar la transitabilidad vehicular en la Av. Cristo Rey - Av. Tarapacá - distrito de Tacna, 2020. Tacna : Universidad Privada de Tacna, 2021.
19. **Sangay Cusquisibán, Milton Oswaldo.** Determinación del nivel de servicio mediante el índice de rugosidad internacional (IRI) medido con el equipo merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca. Cajamarca : Universidad Privada del Norte, 2019.

20. **SIECA.** Catálogo de Daños en Pavimentos de Concreto Asfáltico. 2000.
21. **Triviño Molina & Moll Martinez .** Evaluación deflectométrica en pavimentos flexibles mediante la viga benkelman para las condiciones de Manabí. Ecuador : revista científica dominio de las ciencias, 2022.
22. **Vásquez Varela, Luis Ricardo.** Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. Manizales : INGEPAV ingeniería de pavimentos, 2002.
23. **Vergara Vicuña, Antony Luis.** Evaluación del estado funcional y estructural del pavimento flexible mediante la metodología PCI tramo Quichuay - Ingenio del Km 0+000 al Km 1+000 2014. Huancayo : Universidad Nacional del Centro del Perú, 2015.

ANEXOS

ANEXO N° 01 Matriz de consistencia

ANEXO N° 02 Fotografías

Fotografía 1: Recolección de Coordenadas UTM Carretera Acobamba - Palcamayo.



Fotografía 2: Carretera Acobamba - Palcamayo Inicio de Recorrido.



Fotografía 3: Carretera Acobamba - Palcamayo inicio de Recorrido



Fotografía 4: Carretera Acobamba - Palcamayo. Inicio de Tramo Daño en Capa Asfáltica



Fotografía 5: Carretera Acobamba - Palcamayo. Inicio de Tramo Daño en Capa Asfáltica



Fotografía 6: Carretera Acobamba - Palcamayo. Tramo Intermedio



Fotografía 7: Carretera Acobamba - Palcamayo. Tramo Intermedio



Fotografía 8: Carretera Acobamba - Palcamayo daño de Capa Asfáltica en Tramo Intermedio.



Fotografía 9: Carretera Acobamba - Palcamayo. Daño de Capa Asfáltica Final de Tramo.



Fotografía 10: Carretera Acobamba. Daño de Capa Asfáltica Final de Tramo.



Fotografía 11: Carretera **Tarmatambo** – Huaricolca. Recolección de Coordenadas

UTM.



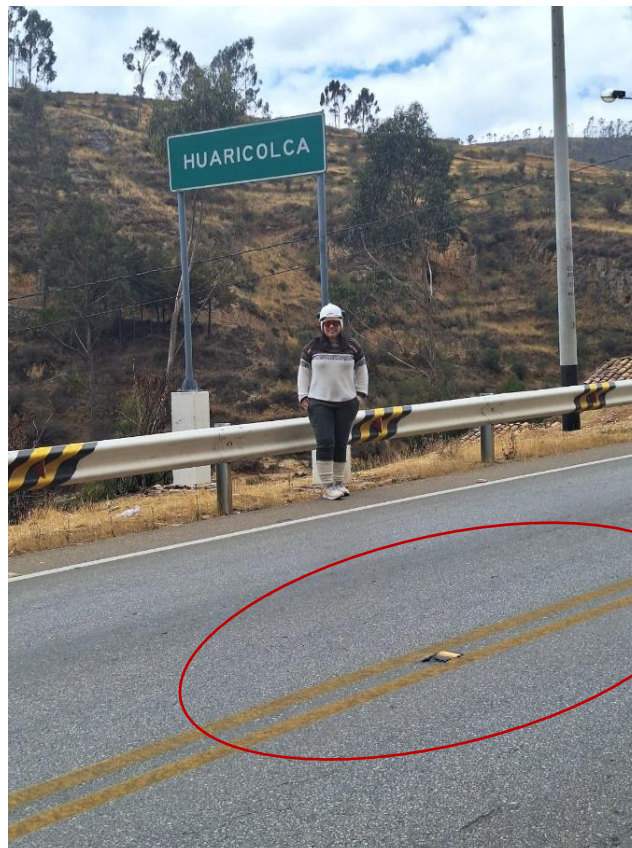
Fotografía 12: Carretera Tarmatambo – Huaricolca daño de Capa Asfáltica Inicio de Tramo.



Fotografía 13: Carretera Tarmatambo – Huaricolca daño de Capa Asfáltica Inicio de Tramo.



Fotografía 14: Carretera Tarmatambo – Huaricolca daño de Capa Asfáltica Final de Tramo.



Fotografía 15: Carretera Tarmatambo – Huaricolca daño de Capa Asfáltica Final de Tramo.



Fotografía 16: Imprimación con emulsión asfáltica tipo CSS-1H, elaboración de tratamiento superficial bicapa, Slurry seal en tramo 01 carretera Acobamba - Palcamayo, en zonas afectadas según la referencia de la Manual MTC - EG2013.



Fotografía 17: Imprimación con emulsión asfáltica tipo CSS-1H, elaboración de tratamiento superficial bicapa, Slurry seal en tramo 02 carretera **Acobamba - Palcamayo** en zonas afectadas según la referencia de la Manual MTC - EG2013.



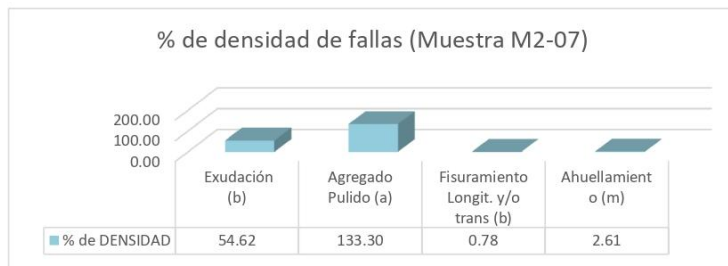
Fotografía 18: El daño encontrado en el pavimento de primer tramo es de daño estructural con daños piel de cocodrilo, con malla grande por ser $> 0.5\text{m}$ sin materiales sueltos, según la MC-11-14.





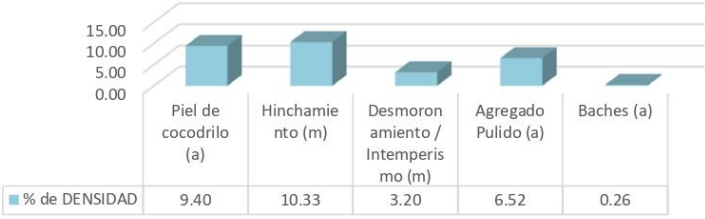
Fotografía 19: El daño encontrado en el pavimento de primer tramo es de daño estructural con daños piel de cocodrilo, con malla grande por ser $> 0.5\text{m}$ sin materiales sueltos, según la MC-11-14.




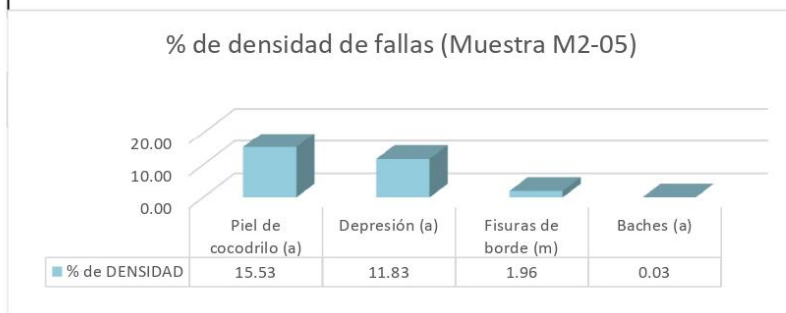
UPLA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES		UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES								
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								
		Via 01: ACOBAMBA - PALCAMAYO								
Evaluado por: Melendez - Maza		PAVIMENTO FLEXIBLE - CARPETA ASFÁLTICA		Área de tramo:						
Fecha:	Abr-24	Muestra:	M2-08	Prog. Inicial:	00+322	Prog. final:	00+368	230 m2		
TIPOS DE FALLAS										
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Fisuras Longit. y/o trans.	m					
2	Exudación	m2	11	Parche		m2				
3	Fisuramiento en bloque	m2	12	Agregado Pulido		m2				
4	Desniveles Localizados	m2	13	Baches		Unidad				
5	Corrugación	m2	14	Cruce de ferrocarril		m2				
6	Depresión	m2	15	Surco en Huella (Ahuellamiento)		m2				
7	Fisuramiento en borde	m2	16	Desplazamiento		m2				
8	Fisuramiento de reflexión	m2	17	Fisuramiento de Resbalamiento		m2				
9	Desnivel carril/espaldón	m2	18	Hinchamiento		m2				
.	.		19	Desmoronamiento / Intemperismo		m2				
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES										
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL				
Hinchamiento	m2	a	10.3	7.2	0.38	74.16				
Corrugación	m2	m	10	4		40				
Desmoronamiento / Intemperismo	m2	m	6	2.5		15				
Exudación	m2	b	11.1	0.3		3.33				
Ahuellamiento	m2	a	6	0.2		1.2				
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES										
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q			
Hinchamiento	m2	a	74.16	32.24	65	129	5			
Corrugación	m2	m	40	17.39	32					
Desmoronamiento / Intemperismo	m2	m	15	6.52	12					
Exudación	m2	b	3.33	1.45	4					
Ahuellamiento	m2	a	1.2	0.52	16					
						m	4.21			
CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV		
65	32	16	12	4		129	5	67		
32	16	12	4	2		66	4	37		
16	12	4	2	2		36	3	21		
12	4	2	2	2		22	2	15		
4	2	2	2	2		12	1	12		
						HDV	67			
						PCI	33			
						CLASIFICACIÓN MALO				



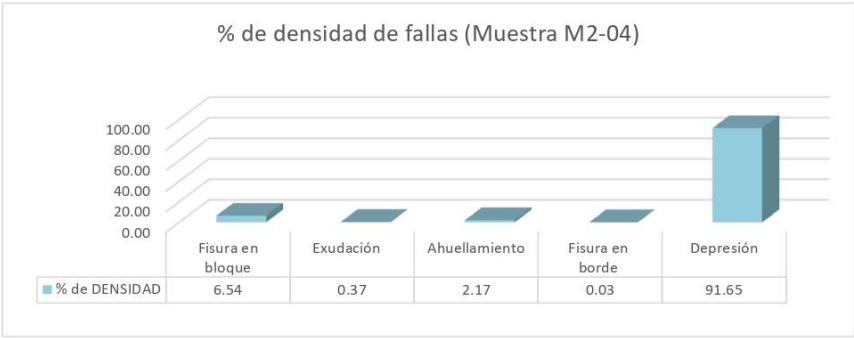
		UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES						
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						
Evaluado por:		Vía 01: ACOBAMBA - PALCAMAYO				Área de tramo:		
Fecha:	Muestra:	Prog. Inicial:	Prog. final:					
Melendez - Maza	M2-07	00+276	00+322	230 m ²				
TIPOS DE FALLAS								
1 Piel de cocodrilo	m ²	10 Fisuras Longit. y/o trans.	m					
2 Exudación	m ²	11 Parche	m ²					
3 Fisuramiento en bloque	m ²	12 Agregado Pulido	m ²					
4 Desniveles Localizados	m ²	13 Baches	Unidad					
5 Corrugación	m ²	14 Cruce de ferrocarril	m ²					
6 Depresión	m ²	15 Surco en Huella (Ahuellamiento)	m ²					
7 Fisuramiento en borde	m ²	16 Desplazamiento	m ²					
8 Fisuramiento de reflexión	m ²	17 Fisuramiento de Resbalamiento	m ²					
9 Desnivel carril/espaldón	m ²	18 Hinchamiento	m ²					
		19 Desmoronamiento / Intemperismo	m ²					
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL		
Exudación	m ²	b	2	0.2		0.4		
Exudación	m ²	b	3.3	0.4		1.32		
Exudación	m ²	b	30	2.1		63		
Exudación	m ³	b	20	2.1		42		
Exudación	m ²	b	9	2.1		18.9		
Agregado Pulido	m ²	a	42	7.3		306.6		
Fisuramiento Longit. y/o trans.	m	b	6	0.3	0.02	1.8		
Surco en Huella (Ahuellamiento)	m ²	m	40	0.15		6		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q	
Exudación (b)	m ²	b	125.62	54.62	26	75	4	
Agregado Pulido (a)	m ²	a	306.6	133.30	19			
Fisuramiento Longit. y/o trans (b)	m	b	1.8	0.78	5			
Ahuellamiento (m)	m ²	m	6	2.61	25			
						m	7.80	
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV
26	25	19	5	5	0	80	4	46
25	19	5	5	2		56	3	36
19	5	5	2	2		33	2	25
5	5	2	2	2		16	1	16
						HDV	46	
						PCI	54	
						CLASIFICACIÓN REGULAR		


		UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES																							
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)																							
Via 01:		ACOBAMBA - PALCAMAYO																							
Evaluado por:		Melendez - Maza			PAVIMENTO FLEXIBLE - CARPETA ASFÁLTICA																				
Fecha:		Abr-24		Muestra: M2-06																					
		Prog. Inicial:		Prog. final:																					
		00+230		00+276																					
				230 m2																					
TIPOS DE FALLAS																									
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Fisuras Longit. y/o trans.	m																				
2	Exudación	m2	11	Parche	m2																				
3	Fisuramiento en bloque	m2	12	Agregado Pulido	m2																				
4	Desniveles Localizados	m2	13	Baches	Unidad																				
5	Corrugación	m2	14	Cruce de ferrocarril	m2																				
6	Depresión	m2	15	Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2																				
7	Fisuramiento en borde	m2	16	Desplazamiento	m2																				
8	Fisuramiento de reflexión	m2	17	Fisuramiento de Resbalamiento	m2																				
9	Desnivel carril/espaldón	m2	18	Hinchamiento	m2																				
			19	Desmoronamiento / Intemperismo	m2																				
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES																									
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL																			
Piel de cocodrilo	m2	a	3.3	1.1		3.63																			
Piel de cocodrilo	m2	a	2.5	7.2		18																			
Hinchamiento	m2	m	3.3	7.2		23.76																			
Desmoronamiento / Intemperismo	m2	m	4.9	1.5		7.35																			
Agregado Pulido	m2	a	3	5		15																			
Baches	3 Unidad	a	0.4	0.5		0.6																			
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES																									
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q																		
Piel de cocodrilo (a)	m2	a	21.63	9.40	57	125.5	4																		
Hinchamiento (m)	m2	m	23.76	10.33	31																				
Desmoronamiento / Intemperismo (m)	m2	m	7.35	3.20	10																				
Agregado Pulido (a)	m2	a	15	6.52	0.5																				
Baches (a)	Unidad	a	0.6	0.26	27																				
					m	4.95																			
CALCULO DEL PCI																									
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV																	
57	31	27	10	0.5	0	126	4	72																	
31	27	10	0.5			69	3	41																	
27	10	0.5	2			40	2	30																	
10	0.5	2	2			15	1	15																	
<p>% de densidad de fallas (Muestra M2-06)</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Falla</th> <th>% de DENSIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Piel de cocodrilo (a)</td> <td>9.40</td> </tr> <tr> <td>Hinchamiento (m)</td> <td>10.33</td> </tr> <tr> <td>Desmoronamiento / Intemperismo (m)</td> <td>3.20</td> </tr> <tr> <td>Agregado Pulido (a)</td> <td>6.52</td> </tr> <tr> <td>Baches (a)</td> <td>0.26</td> </tr> </tbody> </table>						Falla	% de DENSIDAD	Piel de cocodrilo (a)	9.40	Hinchamiento (m)	10.33	Desmoronamiento / Intemperismo (m)	3.20	Agregado Pulido (a)	6.52	Baches (a)	0.26	<table border="1"> <tr> <td>HDV</td> <td>72</td> </tr> <tr> <td>PCI</td> <td>28</td> </tr> <tr> <td colspan="2">CLASIFICACIÓN MALO</td> </tr> </table>		HDV	72	PCI	28	CLASIFICACIÓN MALO	
Falla	% de DENSIDAD																								
Piel de cocodrilo (a)	9.40																								
Hinchamiento (m)	10.33																								
Desmoronamiento / Intemperismo (m)	3.20																								
Agregado Pulido (a)	6.52																								
Baches (a)	0.26																								
HDV	72																								
PCI	28																								
CLASIFICACIÓN MALO																									

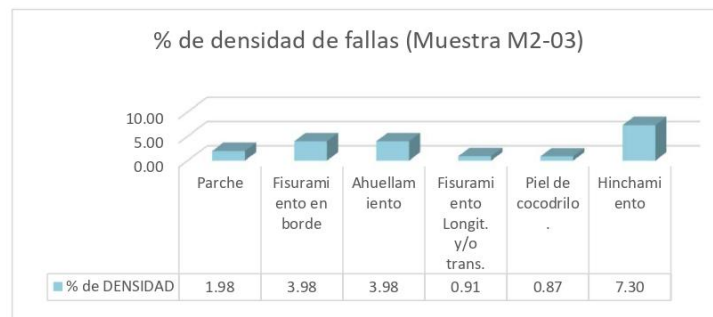
		UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES						
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						
Evaluado por:		Melendez - Maza		PAVIMENTO FLEXIBLE - CARPETA ASFÁLTICA		Área de		
Fecha:		Abr-24		Muestra: M2-05		Prog. Inicial: 00+184		
				Prog. final: 00+230		230 m2		
TIPOS DE FALLAS								
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Fisuras Longit. y/o trans.	m			
2	Exudación	m2	11	Parche	m2			
3	Fisuramiento en bloque	m2	12	Agregado Pulido	m2			
4	Desniveles Localizados	m2	13	Baches	Unidad			
5	Corrugación	m2	14	Cruce de ferrocarril	m2			
6	Depresión	m2	15	Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2			
7	Fisuramiento en borde	m2	16	Desplazamiento	m2			
8	Fisuramiento de reflexión	m2	17	Fisuramiento de Resbalamiento	m2			
9	Desnivel carril/espaldón	m2	18	Hinchamiento	m2			
				19 Desmoronamiento / Intemperismo	m2			
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL		
Piel de cocodrilo	m2	a	13.4	1.1		14.74		
Piel de cocodrilo	m2	a	4.3	0.8		3.44		
Piel de cocodrilo	m2	a	3.6	1.1		3.96		
Piel de cocodrilo	m2	a	1.6	0.8		1.28		
Piel de cocodrilo	m2	a	7	0.9		6.3		
Piel de cocodrilo	m2	a	5	1.2		6		
Depresión	m2	a	8.5	3.2		27.2		
Fisuramiento en borde	m2	m	15	0.3		4.5		
Baches	Unidad	a	0.2	0.3		0.06		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q	
Piel de cocodrilo (a)	m2	a	35.72	15.53	66	116	3	
Depresión (a)	m2	a	27.2	11.83	45			
Fisuras de borde (m)	m2	m	4.5	1.96	5			
Baches (a)	Unidad	a	0.06	0.03	0			
						m	4.12	
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV
66	45	5			0	116	3	72
45	5	2				52	2	39
5	2	2				9	1	9




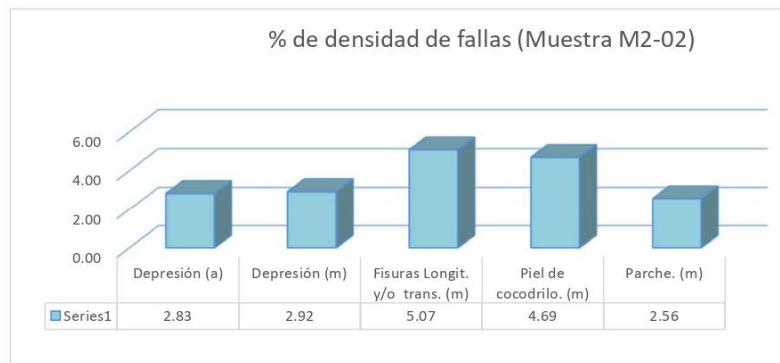
HDV	72
PCI	28
CLASIFICACIÓN MALO	



		UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES						
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						
Evaluado por: Melendez - Maza		Vía 01: ACOBAMBA - PAlCAMAYO		Área de				
Fecha: Abr-24	Muestra: M2-04	Prog. Inicial: 00+138	Prog. final: 00+184	230 m ²				
TIPOS DE FALLAS								
1 Piel de cocodrilo	m ²	10 Fisuras Longit. y/o trans.	m					
2 Exudación	m ²	11 Parche		m ²				
3 Fisuramiento en bloque	m ²	12 Agregado Pulido		m ²				
4 Desniveles Localizados	m ²	13 Baches		Unidad				
5 Corrugación	m ²	14 Cruce de ferrocarril		m ²				
6 Depresión	m ²	15 Surco en Huella (Ahuellamiento)		m ²				
7 Fisuramiento en borde	m ²	16 Desplazamiento		m ²				
8 Fisuramiento de reflexión	m ²	17 Fisuramiento de Resbalamiento		m ²				
9 Desnivel carril/espaldón	m ²	18 Hinchamiento		m ²				
.		19 Desmoronamiento / Intemperismo		m ²				
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL		
Piel de cocodrilo	m ²	a	11.6	1.4		16.24		
Piel de cocodrilo	m ²	a	7.5	1.2		9		
Piel de cocodrilo	m ²	a	6.7	0.8		5.36		
Fisura en bloque	m ²	b	7	2.15		15.05		
Exudación	m ²	b	0.85	1		0.85		
Ahuellamiento	m ²	m	5	1		5		
Fisuras en borde	m ²	a	0.5	0.15		0.075		
Depresión	m ²	a	34	6.2		210.8		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q	
Fisura en bloque	m ²	b	15.05	6.54	10			
Exudación	m ²	b	0.85	0.37	2			
Ahuellamiento	m ²	m	5	2.17	20			
Fisura en borde	m ²	a	0.075	0.03	0			
Depresión	m ²	a	210.8	91.65	70			
						m	3.76	
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV
70	20	10	2	2		102	4	54
20	10	2	2	2		34	3	22
10	2	2	2	2		16	2	14
2	2	2	2	2		8	1	8
						HDV	54	
						PCI	46	
						CLASIFICACIÓN REGULAR		



		UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES						
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						
Evaluado por: Melendez - Maza		Via 01: ACOBAMBA - PALCAMAYO			Área de tramo:			
Fecha: Abr-24	Muestra: M2-03	Prog. Inicial: 00+092	Prog. final: 00+138	230 m ²				
TIPOS DE FALLAS								
1	Piel de cocodrilo	m ²	10	Fisuras Longit. y/o trans.	m			
2	Exudación	m ²	11	Parche	m ²			
3	Fisuramiento en bloque	m ²	12	Agregado Pulido	m ²			
4	Desniveles Localizados	m ²	13	Baches	Unidad			
5	Corrugación	m ²	14	Cruce de ferrocarril	m ²			
6	Depresión	m ²	15	Surco en Huella (Ahuellamiento)	m ²			
7	Fisuramiento en borde	m ²	16	Desplazamiento	m ²			
8	Fisuramiento de reflexión	m ²	17	Fisuramiento de Resbalamiento	m ²			
9	Desnivel carril/espaldón	m ²	18	Hinchamiento	m ²			
			19	Desmoronamiento / Intemperismo	m ²			
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	LARGO	ANCHO	PROF.	TOTAL		
Parche	m ²	m	2.3	1.2		2.76		
Parche	m ²	m	1	1		1		
Parche	m ²	m	1	0.8		0.8		
Fisuramiento en borde	m ²	m	30.5	0.3		9.15		
Surco en Huella (Ahuellamiento)	m ²	m	30.5	0.3		9.15		
Fisuramiento Longit. y/o trans.	m	m	7	0.3		2.1		
Piel de cocodrilo	m ²	m	2	1		2		
Hinchamiento	m ²	m	2.3	7.3		16.79		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q	
Parche	m ²	m	4.56	1.98	11	95	5	
Fisuramiento en borde	m ²	m	9.15	3.98	9			
Ahuellamiento	m ²	m	9.15	3.98	29			
Fisuramiento Longit. y/o trans.	m	m	2.1	0.91	1			
Piel de cocodrilo.	m ²	m	2	0.87	18			
Hinchamiento	m ²	m	16.79	7.30	27	m	7.52	
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV
29	27	18	11	9	1	95	5	50
27	18	11	9	2		67	4	38
18	11	9	2	2		42	3	25
11	9	2	2	2		26	2	14
9	2	2	2	2		17	1	17
1								
						HDV	50	
						PCI	50	
						CLASIFICACIÓN REGULAR		





UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Vía 01: |ACOBAMBA - PALCAMAYO

Evaluado por: Melendez - Maza	PAVIMENTO FLEXIBLE - CARPETA ASFÁLTICA	Área de
Fecha: Abr-24 Muestra: M2-02	Prog. Inicial: 00+046	Prog. final: 00+092 230 m ²

TIPOS DE FALLAS

1 Piel de cocodrilo	m ²	10 Fisuras Longit. y/o trans.	m
2 Exudación	m ²	11 Parche	m ²
3 Fisuramiento en bloque	m ²	12 Agregado Pulido	m ²
4 Desniveles Localizados	m ²	13 Baches	Unidad
5 Corrugación	m ²	14 Cruce de ferrocarril	m ²
6 Depresión	m ²	15 Surco en Huella (Ahuellamiento)	m ²
7 Fisuramiento en borde	m ²	16 Desplazamiento	m ²
8 Fisuramiento de reflexión	m ²	17 Fisuramiento de Resbalamiento	m ²
9 Desnivel carril/espaldón	m ²	18 Hinchamiento	m ²
		19 Desmoronamiento / Intemperismo	m ²

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL
Depresión	m ²	a	2.5	2.6	0.15	6.5
Depresión	m ²	m	4.2	1.6	0.03	6.72
Fisuras Longit. y/o trans.	m	m	0.9	0.3		0.27
Fisuras Longit. y/o trans.	m	m	18	0.3	0.1	5.4
Fisuras Longit. y/o trans.	m	m	20	0.3		6
Piel de cocodrilo	m ²	m	2	1.1		2.2
Piel de cocodrilo	m ²	m	5	1.3		6.5
Piel de cocodrilo	m ²	m	2.6	0.8		2.08
Parche	m ²	m	2.1	2		4.2
Parche	m ²	m	1.3	1.3		1.69

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
Depresión (a)	m ²	a	6.5	2.83	18	81	5
Depresión (m)	m ³	m	6.72	2.92	9		
Fisuras Longit. y/o trans. (m)	m	m	11.67	5.07	9		
Piel de cocodrilo. (m)	m ²	m	10.78	4.69	33		
Parche. (m)	m ²	m	5.89	2.56	12		
						m	7.15

CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV
33	18	12	9	9	0	81	5	41
18	12	9	9	2		50	4	26
12	9	9	2	2		34	3	25
9	9	2	2	2		24	2	17
9	2	2	2	2		17	1	11
0								

HDV	41
PCI	59
CLASIFICACIÓN BUENO	



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Vía 01: ACOBAMBA - PALCAMAYO

Evaluado por: Melendez - Maza	PAVIMENTO FLEXIBLE - CARPETA ASFÁLTICA	Área de
Fecha: Abr-24	Muestra: M2-01	Prog. Inicial: 00+000
		Prog. final: 00+046
		230 m ²

TIPOS DE FALLAS

1 Piel de cocodrilo	m ²	10 Fisuras Longit. y/o trans.	m
2 Exudación	m ²	11 Parche	m ²
3 Fisuramiento en bloque	m ²	12 Agregado Pulido	m ²
4 Desniveles Localizados	m ²	13 Baches	Unidad
5 Corrugación	m ²	14 Cruce de ferrocarril	m ²
6 Depresión	m ²	15 Surco en Huella (Ahuellamiento)	m ²
7 Fisuramiento en borde	m ²	16 Desplazamiento	m ²
8 Fisuramiento de reflexión	m ²	17 Fisuramiento de Resbalamiento	m ²
9 Desnivel carril/espaldón	m ²	18 Hinchamiento	m ²
		19 Desmoronamiento / Intemperismo	m ²

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL
Baches	Unidad	a	0.8	0.5		0.4
Baches	Unidad	a	0.7	0.4		0.28
Depresión	m ²	a	30	7.5	0.25	225
Fisuras Longit. y/o trans.	m	a	7.5	0.3		2.25

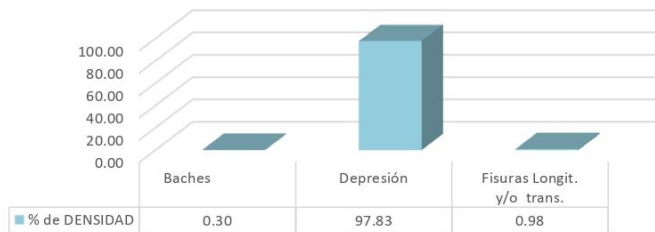
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
Baches	Unidad	a	0.68	0.30	0		
Depresión	m ²	a	225	97.83	71		
Fisuras Longit. y/o trans.	m	a	2.25	0.98	6		
						m	3.66

CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV
71	6					77	2	50
6	2					8	1	8

% de densidad de fallas (Muestra M2-01)



HDV	50
PCI	50
CLASIFICACIÓN REGULAR	



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Vía 01: TARMATAMBO - HUARICOLCA

Evaluado por: Melendez - Maza	PAVIMENTO FLEXIBLE - CARPETA ASFÁLTICA	Área de
Fecha: Abr-24	Muestra: M1-10	Prog. Inicial: 42+345
		Prog. final: 42+383
		229.8 m ²

TIPOS DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	m ²	10	Fisuras Longit. y/o trans.	m
2	Exudación	m ²	11	Parche	m ²
3	Fisuramiento en bloque	m ²	12	Agregado Pulido	m ²
4	Desniveles Localizados	m ²	13	Baches	Unidad
5	Corrugación	m ²	14	Cruce de ferrocarril	m ²
6	Depresión	m ²	15	Surco en Huella (Ahuellamiento)	m ²
7	Fisuramiento en borde	m ²	16	Desplazamiento	m ²
8	Fisuramiento de reflexión	m ²	17	Fisuramiento de Resbalamiento	m ²
9	Desnivel carril/espaldón	m ²	18	Hinchamiento	m ²
			19	Desmoronamiento / Intemperismo	m ²

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES

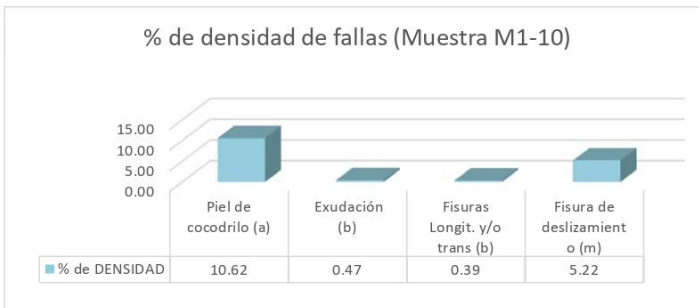
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL
Piel de cocodrilo	m ²	a	15.5	0.8		12.4
Piel de cocodrilo	m ²	a	10	0.8		8
Piel de cocodrilo	m ²	a	4	1		4
Exudación	m ²	b	5.4	0.2		1.08
Fisuramiento Longit. y/o trans.	m	b	3	0.3	0.02	0.9
Fisura de deslizamiento	m ²	m	3	4		12

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
Piel de cocodrilo (a)	m ²	a	24.4	10.62	69	98	2
Exudación (b)	m ²	b	1.08	0.47	1		
Fisuras Longit. y/o trans (b)	m	b	0.9	0.39	0		
Fisura de deslizamiento (m)	m ²	m	12	5.22	28		
						m	3.85

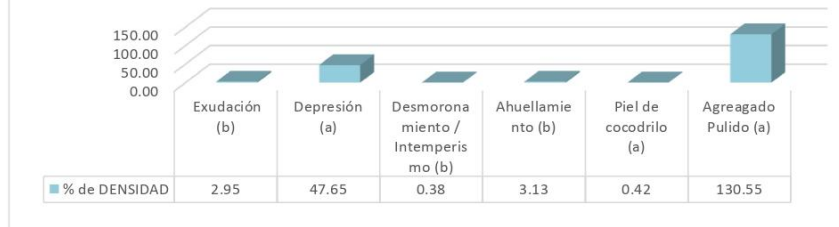
CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV
69	28	1				98	2	69
28	2					30	1	30



HDV	69
PCI	31
CLASIFICACIÓN MALO	

% de densidad de fallas (Muestra M1-09)





UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Vía 01: TARMATAMBO - HUARICOLCA

Evaluado por: Melendez - Maza **PAVIMENTO FLEXIBLE - CARPETA ASFÁLTICA** Área de
Fecha: Abr-24 | **Muestra:** M1-09 **Prog. Inicial:** 42+306 **Prog. final:** 42+345 229.8 m²

TIPOS DE FALLAS

1 Piel de cocodrilo	m ²	10 Fisuras Longit. y/o trans.	m
2 Exudación	m ²	11 Parche	m ²
3 Fisuramiento en bloque	m ²	12 Agregado Pulido	m ²
4 Desniveles Localizados	m ²	13 Baches	Unidad
5 Corrugación	m ²	14 Cruce de ferrocarril	m ²
6 Depresión	m ²	15 Surco en Huella (Ahuellamiento)	m ²
7 Fisuramiento en borde	m ²	16 Desplazamiento	m ²
8 Fisuramiento de reflexión	m ²	17 Fisuramiento de Resbalamiento	m ²
9 Desnivel carril/espaldón	m ²	18 Hinchamiento	m ²
		19 Desmoronamiento / Intemperismo	m ²

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL
Exudación	m ²	b	1.3	0.6		0.78
Exudación	m ²	b	10	0.6		6
Depresión	m ²	a	15	7.3	0.15	109.5
Desmoronamiento / Intemperismo	m ²	b	1.1	0.8		0.88
Ahuellamiento	m ²	b	12	0.6		7.2
Piel de cocodrilo	m ²	a	0.8	1.2		0.96
Agregado Pulido	m ²	b	40	7.5		300

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

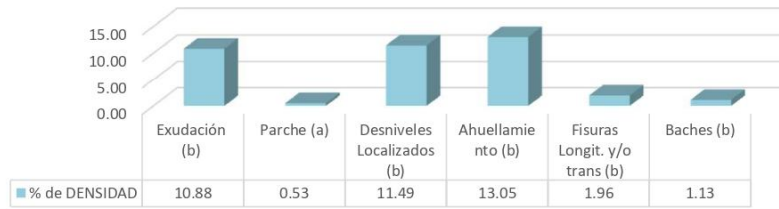
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
Exudación (b)	m ²	b	6.78	2.95	5	141	5
Depresión (a)	m ²	a	109.5	47.65	64		
Desmoronamiento / Intemperismo (b)	m ²	b	0.88	0.38	6		
Ahuellamiento (b)	m ²	b	7.2	3.13	27		
Piel de cocodrilo (a)	m ²	a	0.96	0.42	19		
Agregado Pulido (a)	m ²	a	300	130.55	20		
						m	4.31


CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV
64	27	20	19	2		132	5	69
27	20	19	2	2		70	4	39
20	19	2	2	2		45	3	28
19	2	2	2	2		27	2	19
2	2	2	2	2		10	1	10

HDV	69
PCI	31
CLASIFICACIÓN MALO	

% de densidad de fallas (Muestra M1-08)



		UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES						
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						
Evaluado por: Melendez - Maza		Via 01: TARMATAMBO - HUARICOLCA			Área de tramo:			
Fecha: Abr-24	Muestra: M1-08	Prog. Inicial: 42+268	Prog. final: 42+306	229.8 m ²				
TIPOS DE FALLAS								
1 Piel de cocodrilo	m ²	10 Fisuras Longit. y/o trans.	m					
2 Exudación	m ²	11 Parche		m ²				
3 Fisuramiento en bloque	m ²	12 Agregado Pulido		m ²				
4 Desniveles Localizados	m ²	13 Baches		Unidad				
5 Corrugación	m ²	14 Cruce de ferrocarril		m ²				
6 Depresión	m ²	15 Surco en Huella (Ahuellamiento)		m ²				
7 Fisuramiento en borde	m ²	16 Desplazamiento		m ²				
8 Fisuramiento de reflexión	m ²	17 Fisuramiento de Resbalamiento	m ²					
9 Desnivel carril/espaldón	m ²	18 Hinchamiento		m ²				
		19 Desmoronamiento / Intemperismo		m ²				
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL		
Exudación	m ²	b	2.5	0.8		2		
Exudación	m ²	b	40	0.5		20		
Exudación	m ²	b	4	0.35		1.4		
Exudación	m ²	b	4	0.4		1.6		
Parche	m ²	a	1.1	1.1		1.21		
Desniveles Localizados	m ²	b	22	1.2		26.4		
Ahuellamiento	m ²	b	25	1.2		30		
Fisuras Longit. y/o trans.	m	b	15	0.3	0.4	4.5		
Baches	Unidad	b	6.5	0.4		2.6		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q	
Exudación (b)	m ²	b	25	10.88	11	106	6	
Parche (a)	m ²	a	1.21	0.53	12			
Desniveles Localizados (b)	m ²	b	26.4	11.49	38			
Ahuellamiento (b)	m ²	b	30	13.05	43			
Fisuras Longit. y/o trans (b)	m	b	4.5	1.96	2	m	6.23	
Baches (b)	unidad	b	2.6	1.13	18			
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV
43	38	18	12.00	11	2	124	6	60
38	18	12	11	2	2	83	5	42
18	12	11	2	2	2	47	4	28
12	11	2	2	2	2	31	3	21
11	2	2	2	2	2	21	2	19
2	2	2	2	2	2	10	1	10
						HDV	60	
						PCI	40	
						CLASIFICACIÓN REGULAR		

Evaluado por: Melendez - Maza	PAVIMENTO FLEXIBLE - CARPETA ASFÁLTICA		Área de
Fecha: Abr-24	Muestra: M1-01	Prog. Inicial: 42+230	Prog. final: 42+268 229.8 m ²

TIPOS DE FALLAS

1 Piel de cocodrilo	m ²	10 Fisuras Longit. y/o trans.	m
2 Exudación	m ²	11 Parche	m ²
3 Fisuramiento en bloque	m ²	12 Agregado Pulido	m ²
4 Desniveles Localizados	m ²	13 Baches	Unidad
5 Corrugación	m ²	14 Cruce de ferrocarril	m ²
6 Depresión	m ²	15 Surco en Huella (Ahuellamiento)	m ²
7 Fisuramiento en borde	m ²	16 Desplazamiento	m ²
8 Fisuramiento de reflexión	m ²	17 Fisuramiento de Resbalamiento	m ²
9 Desnivel carril/espaldón	m ²	18 Hinchamiento	m ²
.	.	19 Desmoronamiento / Intemperismo	m ²

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL
Parche	2 m ²	b	0.7	0.7		0.49
Depresión	m ²	a	7	0.8	0.05	5.6
Fisura por Deslizamiento	m ²	m	32	3.4	0.2	108.8

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
Parche	m ²	b	0.49	0.21	0	19	2
Depresión	m ²	a	5.6	2.44	19		
						m	8.44

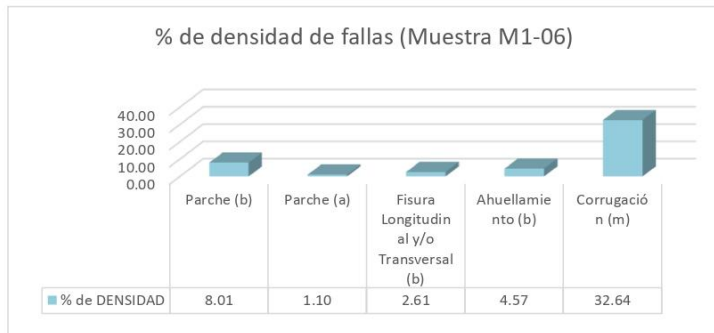
CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV
55	19					74	2	54
19	2					21	1	21

% de densidad de fallas (Muestra M1-07)



HDV	54
PCI	46
CLASIFICACIÓN REGULAR	





UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Vía 01: TARMATAMBO - HUARICOLCA

Evaluado por: Melendez - Maza	PAVIMENTO FLEXIBLE - CARPETA ASFÁLTICA		Área de
Fecha: Abr-24	Muestra: M1-06	Prog. Inicial: 42+192	Prog. final: 42+230

TIPOS DE FALLAS

1 Piel de cocodrilo	m2	10 Fisuras Longit. y/o trans.	m
2 Exudación	m2	11 Parche	m2
3 Fisuramiento en bloque	m2	12 Agregado Pulido	m2
4 Desniveles Localizados	m2	13 Baches	Unidad
5 Corrugación	m2	14 Cruce de ferrocarril	m2
6 Depresión	m2	15 Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2
7 Fisuramiento en borde	m2	16 Desplazamiento	m2
8 Fisuramiento de reflexión	m2	17 Fisuramiento de Resbalamiento	m2
9 Desnivel carril/espaldón	m2	18 Hinchamiento	m2
.	.	19 Desmoronamiento / Intemperismo	m2

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL
Parche	m2	b	5	3.4		17
Parche	m2	a	0.4	0.3		0.12
Parche	m2	a	1	1		1
Parche	m2	b	1.4	1		1.4
Fisuramiento Longit. y/o trans.	m	b	17	0.3		5.1
Fisuramiento Longit. y/o trans.	m	b	3	0.3		0.9
Ahuellamiento	m2	b	20	0.3		6
Ahuellamiento	m3	b	15	0.3		4.5
Corrugación	m2	m	15	5		75

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
Parche (b)	m2	b	18.4	8.01	3	100	5
Parche (a)	m2	a	2.52	1.10	18		
Fisura Longitudinal y/o Transversal (b)	m	b	6	2.61	3		
Ahuellamiento (b)	m2	b	10.5	4.57	26		
Corrugación (m)	m2	m	75	32.64	50		
						m	5.59

CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV
50	26	18	3	3	0	100	5	52
26	18	3	3	2		52	4	28
18	3	3	2	2		28	3	25
3	3	2	2	2		12	2	8
3	2	2	2	2		11	1	12

HDV	52
PCI	48
CLASIFICACIÓN REGULAR	

Evaluado por: Melendez - Maza	PAVIMENTO FLEXIBLE - CARPETA ASFÁLTICA		Área de
Fecha: Abr-24	Muestra: M1-05	Prog. Inicial: 42+153	Prog. final: 42+192

TIPOS DE FALLAS

1 Piel de cocodrilo	m2	10 Fisuras Longit. y/o trans.	m
2 Exudación	m2	11 Parche	m2
3 Fisuramiento en bloque	m2	12 Agregado Pulido	m2
4 Desniveles Localizados	m2	13 Baches	Unidad
5 Corrugación	m2	14 Cruce de ferrocarril	m2
6 Depresión	m2	15 Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2
7 Fisuramiento en borde	m2	16 Desplazamiento	m2
8 Fisuramiento de reflexión	m2	17 Fisuramiento de Resbalamiento	m2
9 Desnivel carril/espaldón	m2	18 Hinchamiento	m2
		19 Desmoronamiento / Intemperismo	m2

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL
Parche	m2	m	0.55	7.5		4.125
Parche	m2	m	1.1	1.1		1.21
Desmoronamiento / Intemperismo	m2	b	2.4	8		19.2
Ahuellamiento	m	b	16	0.5		8
Fisuras en borde	m2	a	5.7	0.3		1.71

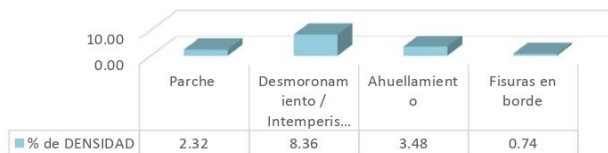
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
Parche	m2	m	5.335	2.32	13	39	5
Desmoronamiento / Intemperismo	m2	b	19.2	8.36	3		
Ahuellamiento	m	b	8	3.48	14		
Fisuras en borde	m2	a	1.71	0.74	9		
						m	8.90

CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV
14	13	9	3			39	5	16
13	9	3	2			27	4	10
9	3	2	2			16	3	0
3	2	2	2			9	2	0
2	2	2	2			8	1	8

% de densidad de fallas (Muestra M1-05)



HDV	16
PCI	84
CLASIFICACIÓN MUY BUENO.	

% de densidad de fallas (Muestra M1-04)





UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Vía 01: TARMATAMBO - HUARICOLCA

Evaluado por: Melendez - Maza **PAVIMENTO FLEXIBLE - CARPETA ASFÁLTICA** Área de
Fecha: Abr-24 | **Muestra:** M1-04 **Prog. Inicial:** 42+115 **Prog. final:** 42+153 229.8 m²

TIPOS DE FALLAS

1 Piel de cocodrilo	m ²	10 Fisuras Longit. y/o trans.	m
2 Exudación	m ²	11 Parche	m ²
3 Fisuramiento en bloque	m ²	12 Agregado Pulido	m ²
4 Desniveles Localizados	m ²	13 Baches	Unidad
5 Corrugación	m ²	14 Cruce de ferrocarril	m ²
6 Depresión	m ²	15 Surco en Huella (Ahuellamiento)	m ²
7 Fisuramiento en borde	m ²	16 Desplazamiento	m ²
8 Fisuramiento de reflexión	m ²	17 Fisuramiento de Resbalamiento	m ²
9 Desnivel carril/espaldón	m ²	18 Hinchamiento	m ²
		19 Desmoronamiento / Intemperismo	m ²

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL
Fisuras Longit. y/o trans.	m	b	12.7	0.3		3.81
Parche	m ²	m	0.9	0.8		0.72
Fisuras en bloque	m ²	m	7	1.8		12.6
Ahuellamiento	m ²	m	12	2		24
Fisuras en borde	m ²	m	15	0.3		4.5
Exudación	m ²	b	0.3	1.5		0.45
Exudación	m ²	b	0.7	0.3		0.21

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

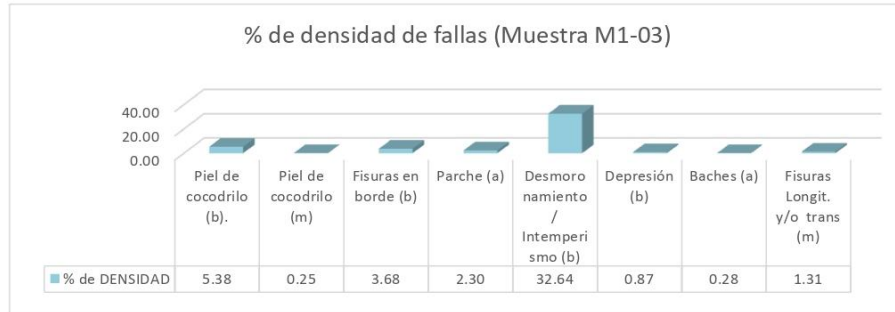
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
Fisuras Longit. y/o trans.	m	b	3.81	1.66	3	55.6	5
Parche	m ²	m	0.72	0.31	5		
Fisuras en bloque	m ²	m	12.6	5.48	5		
Ahuellamiento	m ²	m	24	10.44	40		
Fisuras en borde	m ²	m	4.5	1.96	2.5		
Exudación	m ²	b	0.66	0.29	0.1		
						m	6.51


CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV
40	5	5	3	2.5	0.1			
						55.6	5	26
						17.5	4	10
						14.5	3	0
						11.5	2	0
						10.5	1	10

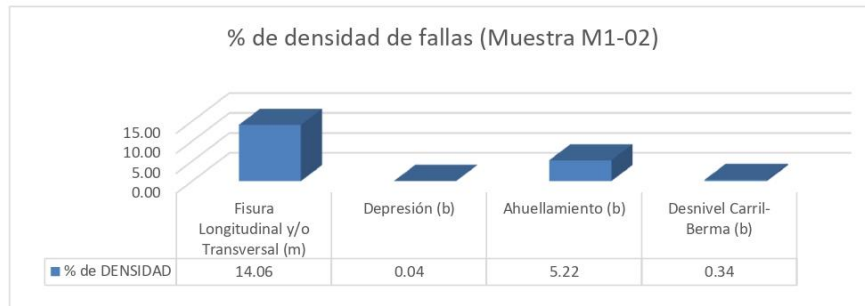
HDV	26
PCI	74
CLASIFICACIÓN MUY BUENO.	

HDV	55
PCI	45
CLASIFICACIÓN	
REGULAR	



		UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES								
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								
Evaluado por: Melendez - Maza		Vía 01: TARMATAMBO - HUARICOLCA			Área de					
Fecha: Abr-24	Muestra: M1-03	Prog. Inicial: 42+077	Prog. final: 42+115	229.8 m ²						
TIPOS DE FALLAS										
1	Piel de cocodrilo	m ²	10	Fisuras Longit. y/o trans.	m					
2	Exudación	m ²	11	Parche	m ²					
3	Fisuramiento en bloque	m ²	12	Agregado Pulido	m ²					
4	Desniveles Localizados	m ²	13	Baches	Unidad					
5	Corrugación	m ²	14	Cruce de ferrocarril	m ²					
6	Depresión	m ²	15	Surco en Huella (Ahuellamiento)	m ²					
7	Fisuramiento en borde	m ²	16	Desplazamiento	m ²					
8	Fisuramiento de reflexión	m ²	17	Fisuramiento de Resbalamiento	m ²					
9	Desnivel carril/espalda	m ²	18	Hinchamiento	m ²					
.	.	.	19	Desmoronamiento / Intemperismo	m ²					
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES										
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL				
Piel de cocodrilo	m ²	b	10.3	1.2		12.36				
Piel de cocodrilo	m ²	a	0.3	0.3		0.09				
Piel de cocodrilo	m ²	a	0.7	0.7		0.49				
Fisuras en borde	m ²	b	11.7	0.3		3.51				
Fisuras en borde	m ²	b	16.5	0.3		4.95				
Parche	m ²	a	3	1.6		4.8				
Parche	m ²	a	0.7	0.7		0.49				
Desmoronamiento / Intemperismo	m ²	b	15	5		75				
Depresión	m ²	b	8	0.25		2				
Baches	unidad	a	0.8	0.8		0.64				
Fisuras Longit. y/o trans.	m	m	10	0.3		3				
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES										
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q			
Piel de cocodrilo (b).	m ²	b	12.36	5.38	23	117	8			
Piel de cocodrilo (m)	m ²	a	0.58	0.25	26					
Fisuras en borde (b)	m ²	b	8.46	3.68	3					
Parche (a)	m ²	a	5.29	2.30	24					
Desmoronamiento / Intemperismo (b)	m ²	b	75	32.64	8					
Depresión (b)	m ²	b	2	0.87	5					
Baches (a)	Unidad	a	0.64	0.28	28	m	7.61			
Fisuras Longit. y/o trans (m)	m	m	3	1.31	4					
CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS										
28	26	24	13	8	5	4	2.00	CDT	Q	CDV
								110	7	55
26	24	13	8	5	4	2	2	84	6	40
24	13	8	5	4	2	2	2	60	5	36
13	8	5	4	2	2	2	2	38	4	16
8	5	4	2	2	2	2	2	27	3	13
5	4	2	2	2	2	2	2	21	2	14
4	2	2	2	2	2	2	3	19	1	20

% de densidad de fallas (Muestra M1-02)





UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Vía 01: TARMATAMBO - HUARICOLCA

Evaluado por: Melendez - Maza **PAVIMENTO FLEXIBLE - CARPETA ASFÁLTICA** **Área de tramo:**

Fecha: Abr-24 **Muestra:** M1-02 **Prog. Inicial:** 42+038 **Prog. final:** 42+077 229.8 m²

TIPOS DE FALLAS

1 Piel de cocodrilo	m ²	10 Fisuras Longit. y/o trans.	m
2 Exudación	m ²	11 Parche	m ²
3 Fisuramiento en bloque	m ²	12 Agregado Pulido	m ²
4 Desniveles Localizados	m ²	13 Baches	Unidad
5 Corrugación	m ²	14 Cruce de ferrocarril	m ²
6 Depresión	m ²	15 Surco en Huella (Ahuellamiento)	m ²
7 Fisuramiento en borde	m ²	16 Desplazamiento	m ²
8 Fisuramiento de reflexión	m ²	17 Fisuramiento de Resbalamiento	m ²
9 Desnivel carril/espaldón	m ²	18 Hinchamiento	m ²
		19 Desmoronamiento / Intemperismo	m ²

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL
Fisura Longitudinal y/o Transversal	m	m	105	0.3		31.5
Fisura Longitudinal y/o Transversal	m	m	1	0.3		0.3
Fisura Longitudinal y/o Transversal	m	m	1.7	0.3		0.51
Depresión	m ²	b	0.48	0.2	0.2	0.096
Ahuellamiento	m ²	b	60	0.2	0.03	12
Desnivel Carril- Berma.	m ²	b	2.6	0.3		0.78

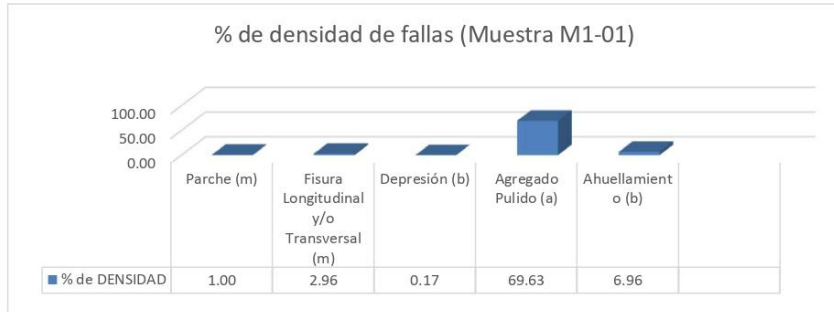
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
Fisura Longitudinal y/o Transversal (m)	m	m	32.31	14.06	7		
Depresión (b)	m ²	b	0.096	0.04	5	34	3
Ahuellamiento (b)	m ²	b	12	5.22	22		
Desnivel Carril- Berma (b)	m ²	b	0.78	0.34	0	m	8.16

CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS					CDT	Q	CDV
22	7	5	2	0	36	3	22
7	5	2	2		16	2	13
5	2	2	2		11	1	13
0							

HDV	22
PCI	78
CLASIFICACIÓN	
MUY BUENO	





UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Vía 01: TARMATAMBO - HUARICOLCA

Evaluado por: Melendez - Maza	PAVIMENTO FLEXIBLE - CARPETA ASFÁLTICA	Área de
Fecha: Abr-24	Muestra: M1-01	Prog. Inicial: 42+000
		Prog. final: 42+038
		229.8 m ²

TIPOS DE FALLAS

1 Piel de cocodrilo	m ²	10 Fisuras Longit. y/o trans.	m
2 Exudación	m ²	11 Parche	m ²
3 Fisuramiento en bloque	m ²	12 Agregado Pulido	m ²
4 Desniveles Localizados	m ²	13 Baches	Unidad
5 Corrugación	m ²	14 Cruce de ferrocarril	m ²
6 Depresión	m ²	15 Surco en Huella (Ahuellamiento)	m ²
7 Fisuramiento en borde	m ²	16 Desplazamiento	m ²
8 Fisuramiento de reflexión	m ²	17 Fisuramiento de Resbalamiento	m ²
9 Desnivel carril/espaldón	m ²	18 Hinchamiento	m ²
.		19 Desmoronamiento / Intemperismo	m ²

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL
Parche	m ²	m	2.3	1		2.3
Fisura Longitudinal y/o Transversal	m	m	11.2	0.3		3.36
Fisura Longitudinal y/o Transversal	m	m	8	0.3		2.4
Fisura Longitudinal y/o Transversal	m	m	2	0.3		0.6
Fisura Longitudinal y/o Transversal	m	m	1.5	0.3		0.45
Depresión	m ²	b	0.34	0.25	0.2	0.085
Depresión	m	b	0.3	0.25	0.2	0.075
Depresión	m ²	b	0.56	0.4	0.2	0.224
Agregado Pulido	m ²	a	20	8		160
Ahuellamiento	m ²	b	80	0.2	0.03	16
Desnivel Carril- Berma.	m ²	b	2.5	0.4		1

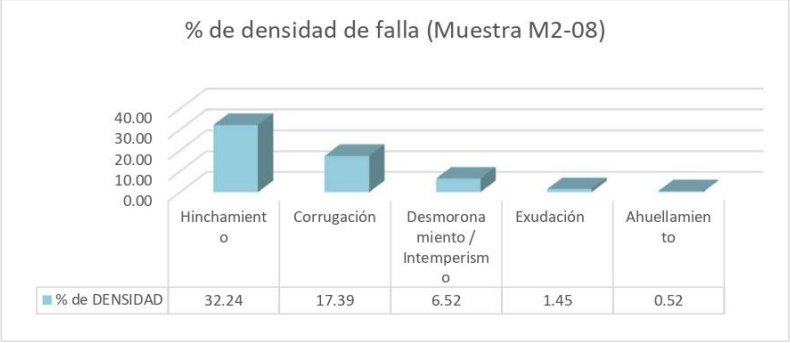
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
Parche (m)	m ²	m	2.3	1.00	9		
Fisura Longitudinal y/o Transversal (m)	m	m	6.81	2.96	7		
Depresión (b)	m ²	b	0.384	0.17	5	54	5
Agregado Pulido (a)	m ²	a	160	69.63	13		
Ahuellamiento (b)	m ²	b	16	6.96	20		
						m	8.35

CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV
20	13	9	8	5		55	5	26
13	9	8	5	2		37	4	18
9	8	5	2	2		26	3	13
8	5	2	2	2		19	2	12
5	2	2	2	2		13	1	13

HDV	26
PCI	74
CLASIFICACIÓN	
MUY BUENO.	





Specialistas en suelos y pavimentos

CIAA
SANTA
CRUZ
GEOTECNIA

CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS
ASESORES SANTA CRUZ SRL

975151126 / 912880976 / (064) 581405
Av. Oriente N° 772 Concepción
Concepción – Junín
ciaasantacruz@gmail.com

OBRA		MEDIDA DE LA DEFLEXION DE UN PAVIMENTO FLEMBLE EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN (MTC E - 1002)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
ACTIVIDAD		ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA ACOBAMBA - PALCAMAYO Y TARMATAMBO - HUARCOLLA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
TIPO DE PAVIMENTO		MEDICION DE DEFLEXIONES Y RADIO DE CURVATURA (ESTUDIO DE DEFLECTOMETRIA)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
CARGA DE EJE DEL CAMION		CARPETA ASFALTICA TRAMO ACOBAMBA - PALCAMAYO (KM 0+400 - KM 0+400) LADO DERECHO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
PRESION DE INFLADO DE NEUMATICOS		82 PSI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
EQUIPO DE MEDICION DE DEFLEXIONES		BENKELMAN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
TEMPERATURA		23 °C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
FECHA		14 DE AGOSTO 2024																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
SOLICITADO POR		BACH. MAZA CON INGENIEROS Y ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ S.C.R.L. (LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
REALIZADO POR		CONSTRUCTORA INGENIEROS Y ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ S.C.R.L. (LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
PTO DE EMBAJO		RA = 80 cm	RB = 75 cm	RC = 105 cm	RD = 236 cm	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX



Especialistas en suelos y pavimentos

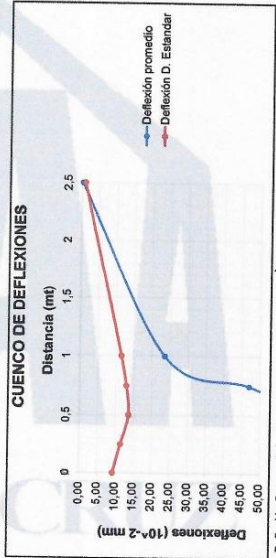
CIAA
SANTA
CRUZ
GEOTECNIA

CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS
ASESORES SANTA CRUZ SCRL

975151126 / 912880976 / (064) 581405
Av. Oriente N° 772 Concepción
Concepción - Junín
ciaasantacruz@gmail.com

OBRA: MEDIDA DE LA DEFLEXION DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN (MTC E - 1002)											
ACTIVIDAD: ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA ACOBAMBA - PALCAMAYO Y TARMATAMBO - HUARCOCOLA											
TIPO DE PAVIMENTO: MEDICION DE DEFLEXIONES Y RADIO DE CURVATURA ESTUDIO DE DEFLECTOMETRIA											
CARGA DE EJE DEL CAMION: CARPETA ASFALTICA TRAMO ACOBAMBA - PALCAMAYO (KM 9+00 - KM 10+00) LADO DERECHO											
PRESION DE INFLADO DE NEUMATICOS: 8.2 TN											
EQUIPO DE MEDICION DE DEFLEXIONES: 50 PSI											
TEMPERATURA: 24 °C											
FECHA: Viernes, 05 de abril de 2024											
SOLICITADO POR: BACH. MAZA CORPUS - ERICK JEBUS - BANC. MELLENIZ DOSES - BRENDA VALERIA											
REALIZADO POR: CONSTRUCTORA INGENIEROS Y ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ S.C.R.L. (LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS)											
LADO: LECTURAS DEL DEFLECTOMETRO											
PROF: DEFLEXIONES PARCIALES (10 ⁻² mm)											
LADO: R1 = 28 cm R2 = 46 cm R3 = 75 cm R4 = 109 cm R5 = 156 cm											
DEFLEXIONES - RELACION DE BRAZO DE 08.14 (10 ⁻² mm)											
D100											
D150											
D200											
D250											
D300											
D350											
D400											
D450											
D500											
D550											
D600											
D650											
D700											
D750											
D800											
D850											
D900											
D950											
D1000											
Indicador de Curvatura (m)											
Indicador de Curvatura (m)											

CUENCO DE DEFLEXIONES Y ANALISIS DE LA DEFLEXION CARACTERISTICA Y ADMISIBLE



Deflexión Característica

Dm = 100.24 (10⁻² mm)
da = 9.32 (10⁻² mm)
Dc = 116.87 (10⁻² mm)

Deflexión admisible

N = 1.39 millones de ejes equivalentes
Dadm = 96.37 (10⁻² mm)

Análisis de la Deflexión Característica y Admisible

Dc = 116.87 (10⁻² mm)
Dadm = 96.37 (10⁻² mm)
Verif. Estado = **observado!!!**

Tipo de Carretera	Deflexión Característica Dm	Deflexión Característica da	Deflexión Característica Dc	Observación
Aeropistas - carreteras de NOVA - mayor de 5000 vehículos, de calzadas asfálticas, con una con 500 o más carriles.	De = Dm = 1.64E+04			Deflexión característica, para una confiabilidad de 95%
Carreteras de NOVA - carreteras de 4000 a 5000 vehículos, de calzadas asfálticas, con una con 500 o más carriles.	De = Dm = 1.64E+04			Deflexión característica, para una confiabilidad de 95%
Carreteras de Primera Clase - 2000 vehículos de una calzada de 500 carriles.	De = Dm = 1.64E+04			Deflexión característica, para una confiabilidad de 95%
Carreteras de Segunda Clase - carreteras con un IMZA entre 2000-3000 vehículos de una calzada de 500 carriles.	De = Dm = 1.28E+04			Deflexión característica, para una confiabilidad de 90%
Carreteras de Tercera Clase - 200 vehículos de una calzada de 200 carriles.	De = Dm = 1.28E+04			Deflexión característica, para una confiabilidad de 90%
Carreteras de Bajo Volumen de Tráfico - 100 vehículos de una calzada de 200 carriles.	De = Dm = 1.05E+04			Deflexión característica, para una confiabilidad de 80%

Nota: De = Deflexión característica, Dm = Deflexión media, da = deflexión estándar

Cuadro 13.23: Deflexión de Pavimento Característica según Tipo de Carretera Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos - MITC - 2014.

CIAA SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTADO

JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
LABORATORISTA

SANTA CRUZ VELIZ PAOLO
INGENIERO CIVIL
CIP N° 263426



Especialistas en suelos y pavimentos

CIAA
SANTA
CRUZ
GEOTECNIA

CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS
ASESORES SANTA CRUZ SRL

975151126 / 912880976 / (064) 581405
Av. Oriente N° 772 Concepción
Concepción - Junín
ciaasantacruz@gmail.com

MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLANDO LA VIGA BENNEMAN (MTC E - 1002)

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA ACOBAMBA - PALCAMAYO Y TARMATAMBO - HUARCOLCA
MEDICIÓN DE DEFLEXIONES Y RADIO DE CURVATURA, ESTUDIO DE DEFLECTOMETRÍA
CARRETERA ASFÁLTICA TRAMO: TARMATAMBO - HUARCOLCA (K+742+000 - K+742+400) LADO OZQUIERRO

OBRA: VIGA BENNEMAN - RELACIÓN DE BRAZOS 1:4 (DEFLECTÓMETRO MARCA BAKER)
ACTIVIDAD: VIENTOS, 06 de abril de 2024

TIPO DE PAVIMENTO: CARRETERA ASFÁLTICA TRAMO: TARMATAMBO - HUARCOLCA (K+742+000 - K+742+400) LADO OZQUIERRO

CARGA DE EJEC DEL CAMIÓN: S.2 TN

PRENSIÓN DE INFLADO DE NEUMÁTICOS: 80 PSI

EQUIPO DE MEDICIÓN DE DEFLEXIONES: VIGA BENNEMAN - RELACIÓN DE BRAZOS 1:4 (DEFLECTÓMETRO MARCA BAKER)

TEMPERATURA: 28 °C

FECHA: Viernes, 06 de abril de 2024

SOLICITADO POR: BACH. MAZA CORPUS, ERICK JEBUS, MELLENDEZ DOSSES, BRENDA VALERIA

REALIZADO POR: CONSTRUCTORA INGENIEROS Y ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ S.C.R.L. (LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS)

PROYECTO: URBANIZACIÓN DEL DEFLECTOMETRO

PROYECTO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LADO	PROYECTO	R1 = 8 cm	R2 = 25 cm	R3 = 75 cm	R4 = 150 cm	R5 = 250 cm
		DO	D1	D2	D3	D4
		D5	D6	D7	D8	D9
		D10	D11	D12	D13	D14
		D15	D16	D17	D18	D19
		D20	D21	D22	D23	D24
		D25	D26	D27	D28	D29
		D30	D31	D32	D33	D34
		D35	D36	D37	D38	D39
		D40	D41	D42	D43	D44
		D45	D46	D47	D48	D49
		D50	D51	D52	D53	D54
		D55	D56	D57	D58	D59
		D60	D61	D62	D63	D64
		D65	D66	D67	D68	D69
		D70	D71	D72	D73	D74
		D75	D76	D77	D78	D79
		D80	D81	D82	D83	D84
		D85	D86	D87	D88	D89
		D90	D91	D92	D93	D94
		D95	D96	D97	D98	D99
		D100	D101	D102	D103	D104
		D105	D106	D107	D108	D109
		D110	D111	D112	D113	D114
		D115	D116	D117	D118	D119
		D120	D121	D122	D123	D124
		D125	D126	D127	D128	D129
		D130	D131	D132	D133	D134
		D135	D136	D137	D138	D139
		D140	D141	D142	D143	D144
		D145	D146	D147	D148	D149
		D150	D151	D152	D153	D154
		D155	D156	D157	D158	D159
		D160	D161	D162	D163	D164
		D165	D166	D167	D168	D169
		D170	D171	D172	D173	D174
		D175	D176	D177	D178	D179
		D180	D181	D182	D183	D184
		D185	D186	D187	D188	D189
		D190	D191	D192	D193	D194
		D195	D196	D197	D198	D199
		D200	D201	D202	D203	D204
		D205	D206	D207	D208	D209
		D210	D211	D212	D213	D214
		D215	D216	D217	D218	D219
		D220	D221	D222	D223	D224
		D225	D226	D227	D228	D229
		D230	D231	D232	D233	D234
		D235	D236	D237	D238	D239
		D240	D241	D242	D243	D244
		D245	D246	D247	D248	D249
		D250	D251	D252	D253	D254
		D255	D256	D257	D258	D259
		D260	D261	D262	D263	D264
		D265	D266	D267	D268	D269
		D270	D271	D272	D273	D274
		D275	D276	D277	D278	D279
		D280	D281	D282	D283	D284
		D285	D286	D287	D288	D289
		D290	D291	D292	D293	D294
		D295	D296	D297	D298	D299
		D300	D301	D302	D303	D304
		D305	D306	D307	D308	D309
		D310	D311	D312	D313	D314
		D315	D316	D317	D318	D319
		D320	D321	D322	D323	D324
		D325	D326	D327	D328	D329
		D330	D331	D332	D333	D334
		D335	D336	D337	D338	D339
		D340	D341	D342	D343	D344
		D345	D346	D347	D348	D349
		D350	D351	D352	D353	D354
		D355	D356	D357	D358	D359
		D360	D361	D362	D363	D364
		D365	D366	D367	D368	D369
		D370	D371	D372	D373	D374
		D375	D376	D377	D378	D379
		D380	D381	D382	D383	D384
		D385	D386	D387	D388	D389
		D390	D391	D392	D393	D394
		D395	D396	D397	D398	D399
		D400	D401	D402	D403	D404
		D405	D406	D407	D408	D409
		D410	D411	D412	D413	D414
		D415	D416	D417	D418	D419
		D420	D421	D422	D423	D424
		D425	D426	D427	D428	D429
		D430	D431	D432	D433	D434
		D435	D436	D437	D438	D439
		D440	D441	D442	D443	D444
		D445	D446	D447	D448	D449
		D450	D451	D452	D453	D454
		D455	D456	D457	D458	D459
		D460	D461	D462	D463	D464
		D465	D466	D467	D468	D469
		D470	D471	D472	D473	D474
		D475	D476	D477	D478	D479
		D480	D481	D482	D483	D484
		D485	D486	D487	D488	D489
		D490	D491	D492	D493	D494
		D495	D496	D497	D498	D499
		D500	D501	D502	D503	D504
		D505	D506	D507	D508	D509
		D510	D511	D512	D513	D514
		D515	D516	D517	D518	D519
		D520	D521	D522	D523	D524
		D525	D526	D527	D528	D529
		D530	D531	D532	D533	D534
		D535	D536	D537	D538	D539
		D540	D541	D542	D543	D544
		D545	D546	D547	D548	D549
		D550	D551	D552	D553	D554
		D555	D556	D557	D558	D559
		D560	D561	D562	D563	D564
		D565	D566	D567	D568	D569
		D570	D571	D572	D573	D574
		D575	D576	D577	D578	D579
		D580	D581	D582	D583	D584
		D585	D586	D587	D588	D589
		D590	D591	D592	D593	D594
		D595	D596	D597	D598	D599
		D600	D601	D602	D603	D604
		D605	D606	D607	D608	D609
		D610	D611	D612	D613	D614
		D615	D616	D617	D618	D619
		D620	D621	D622	D623	D624
		D625	D626	D627	D628	D629
		D630	D631	D632	D633	D634
		D635	D636	D637	D638	D639
		D640	D641	D642	D643	D644
		D645	D646	D647	D648	D649
		D650	D651	D652	D653	D654
		D655	D656	D657	D658	D659
		D660	D661	D662	D663	D664
		D665	D666	D667	D668	D669
		D670	D671	D672	D673	D674
		D675	D676	D677	D678	D679
		D680	D681	D682	D683	D684
		D685	D686	D687	D688	D689
		D690	D691	D692	D693	D694
		D695	D696	D697	D698	D699
		D700	D701	D702	D703	D704
		D705	D706	D707	D708	D709
		D710	D711	D712	D713	D714
		D715	D716	D717	D718	D719
		D720	D721	D722	D723	D724
		D725	D726	D727	D728	D729
		D730	D731	D732	D733	D734
		D735	D736	D737	D738	D739
		D740	D741	D742	D743	D744
		D745	D746	D747	D748	D749
		D750	D751	D752	D753	D754
		D755	D756	D757	D758	D759
		D760	D761	D762	D763	D764
		D765	D766	D767	D768	D769
		D770	D771	D772	D773	D774
		D775	D776	D777	D778	D779
		D780	D781	D782	D783	D784
		D785	D786	D787	D788	D789
		D790	D791	D792	D793	D794
		D795	D796	D797	D798	D799
		D800	D801	D802	D803	D804
		D805	D806	D807	D808	D809
		D810	D811	D812	D813	D814
		D815	D816	D817	D818	D819
		D820	D821	D822	D823	D824
		D825	D826	D827	D828	D829
		D830	D831	D832	D833	D834
		D835	D836	D837	D838	D839
		D840	D841	D842	D843	D844
		D845	D846	D847	D848	D849
		D850	D851	D852	D853	D854
		D855	D856	D857	D858	D859
		D860	D861	D862	D863	D864
		D865	D866	D867	D868	D869
		D870	D871	D872	D873	D874
		D875	D876	D877	D878	D879
		D880	D881	D882	D883	D884
		D885	D886	D887	D888	D889
		D890	D891	D892	D893	D894
		D895	D896	D897	D898	D899
		D900	D901	D902	D903	D904
		D905	D906	D907	D908	D909
		D910	D911	D912	D913	D914
		D915	D916	D917	D918	D919
		D920	D921	D922	D923	D924
		D925	D926	D927	D928	D929



Especialistas en suelos y pavimentos

CIAA
SANTA
CRUZ
GEOTECNIA

CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS
ASESORES SANTA CRUZ SRL

975151126 / 912880976 / (064) 581405
Av. Oriente N° 772 Concepción
Concepción - Junín
ciaasantacruz@gmail.com

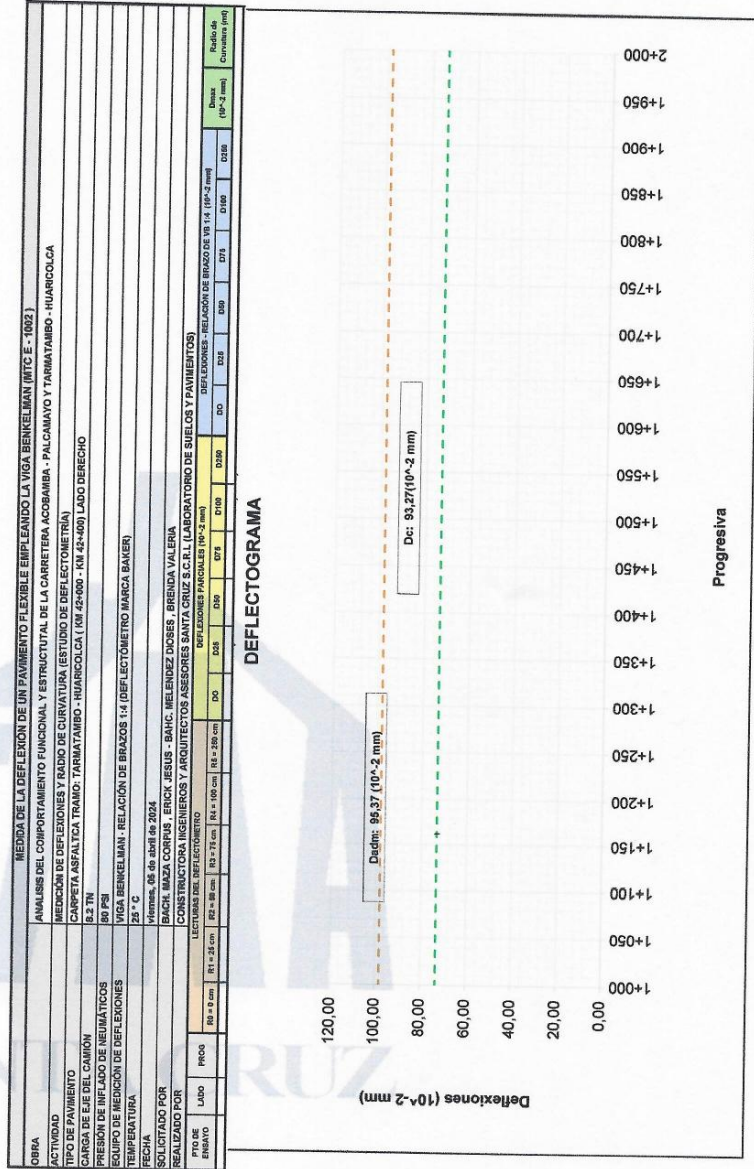
LADO	PUNTO	R1 = 25 cm			R2 = 50 cm			R3 = 75 cm			R4 = 100 cm			R5 = 150 cm			R6 = 200 cm			D100	D150	D200	D250	D300	D350	D400	D450	D500	D550	D600	D650	D700	D750	D800	D850	D900	D950	D1000	D1050	D1100	D1150	D1200	D1250	D1300	D1350	D1400	D1450	D1500	D1550	D1600	D1650	D1700	D1750	D1800	D1850	D1900	D1950	D2000	D2050	D2100	D2150	D2200	D2250	D2300	D2350	D2400	D2450	D2500	D2550	D2600	D2650	D2700	D2750	D2800	D2850	D2900	D2950	D3000	D3050	D3100	D3150	D3200	D3250	D3300	D3350	D3400	D3450	D3500	D3550	D3600	D3650	D3700	D3750	D3800	D3850	D3900	D3950	D4000	D4050	D4100	D4150	D4200	D4250	D4300	D4350	D4400	D4450	D4500	D4550	D4600	D4650	D4700	D4750	D4800	D4850	D4900	D4950	D5000	D5050	D5100	D5150	D5200	D5250	D5300	D5350	D5400	D5450	D5500	D5550	D5600	D5650	D5700	D5750	D5800	D5850	D5900	D5950	D6000	D6050	D6100	D6150	D6200	D6250	D6300	D6350	D6400	D6450	D6500	D6550	D6600	D6650	D6700	D6750	D6800	D6850	D6900	D6950	D7000	D7050	D7100	D7150	D7200	D7250	D7300	D7350	D7400	D7450	D7500	D7550	D7600	D7650	D7700	D7750	D7800	D7850	D7900	D7950	D8000	D8050	D8100	D8150	D8200	D8250	D8300	D8350	D8400	D8450	D8500	D8550	D8600	D8650	D8700	D8750	D8800	D8850	D8900	D8950	D9000	D9050	D9100	D9150	D9200	D9250	D9300	D9350	D9400	D9450	D9500	D9550	D9600	D9650	D9700	D9750	D9800	D9850	D9900	D9950	D10000	D10050	D10100	D10150	D10200	D10250	D10300	D10350	D10400	D10450	D10500	D10550	D10600	D10650	D10700	D10750	D10800	D10850	D10900	D10950	D11000	D11050	D11100	D11150	D11200	D11250	D11300	D11350	D11400	D11450	D11500	D11550	D11600	D11650	D11700	D11750	D11800	D11850	D11900	D11950	D12000	D12050	D12100	D12150	D12200	D12250	D12300	D12350	D12400	D12450	D12500	D12550	D12600	D12650	D12700	D12750	D12800	D12850	D12900	D12950	D13000	D13050	D13100	D13150	D13200	D13250	D13300	D13350	D13400	D13450	D13500	D13550	D13600	D13650	D13700	D13750	D13800	D13850	D13900	D13950	D14000	D14050	D14100	D14150	D14200	D14250	D14300	D14350	D14400	D14450	D14500	D14550	D14600	D14650	D14700	D14750	D14800	D14850	D14900	D14950	D15000	D15050	D15100	D15150	D15200	D15250	D15300	D15350	D15400	D15450	D15500	D15550	D15600	D15650	D15700	D15750	D15800	D15850	D15900	D15950	D16000	D16050	D16100	D16150	D16200	D16250	D16300	D16350	D16400	D16450	D16500	D16550	D16600	D16650	D16700	D16750	D16800	D16850	D16900	D16950	D17000	D17050	D17100	D17150	D17200	D17250	D17300	D17350	D17400	D17450	D17500	D17550	D17600	D17650	D17700	D17750	D17800	D17850	D17900	D17950	D18000	D18050	D18100	D18150	D18200	D18250	D18300	D18350	D18400	D18450	D18500	D18550	D18600	D18650	D18700	D18750	D18800	D18850	D18900	D18950	D19000	D19050	D19100	D19150	D19200	D19250	D19300	D19350	D19400	D19450	D19500	D19550	D19600	D19650	D19700	D19750	D19800	D19850	D19900	D19950	D20000	D20050	D20100	D20150	D20200	D20250	D20300	D20350	D20400	D20450	D20500	D20550	D20600	D20650	D20700	D20750	D20800	D20850	D20900	D20950	D21000	D21050	D21100	D21150	D21200	D21250	D21300	D21350	D21400	D21450	D21500	D21550	D21600	D21650	D21700	D21750	D21800	D21850	D21900	D21950	D22000	D22050	D22100	D22150	D22200	D22250	D22300	D22350	D22400	D22450	D22500	D22550	D22600	D22650	D22700	D22750	D22800	D22850	D22900	D22950	D23000	D23050	D23100	D23150	D23200	D23250	D23300	D23350	D23400	D23450	D23500	D23550	D23600	D23650	D23700	D23750	D23800	D23850	D23900	D23950	D24000	D24050	D24100	D24150	D24200	D24250	D24300	D24350	D24400	D24450	D24500	D24550	D24600	D24650	D24700	D24750	D24800	D24850	D24900	D24950	D25000	D25050	D25100	D25150	D25200	D25250	D25300	D25350	D25400	D25450	D25500	D25550	D25600	D25650	D25700	D25750	D25800	D25850	D25900	D25950	D26000	D26050	D26100	D26150	D26200	D26250	D26300	D26350	D26400	D26450	D26500	D26550	D26600	D26650	D26700	D26750	D26800	D26850	D26900	D26950	D27000	D27050	D27100	D27150	D27200	D27250	D27300	D27350	D27400	D27450	D27500	D27550	D27600	D27650	D27700	D27750	D27800	D27850	D27900	D27950	D28000	D28050	D28100	D28150	D28200	D28250	D28300	D28350	D28400	D28450	D28500	D28550	D28600	D28650	D28700	D28750	D28800	D28850	D28900	D28950	D29000	D29050	D29100	D29150	D29200	D29250	D29300	D29350	D29400	D29450	D29500	D29550	D29600	D29650	D29700	D29750	D29800	D29850	D29900	D29950	D30000	D30050	D30100	D30150	D30200	D30250	D30300	D30350	D30400	D30450	D30500	D30550	D30600	D30650	D30700	D30750	D30800	D30850	D30900	D30950	D31000	D31050	D31100	D31150	D31200	D31250	D31300	D31350	D31400	D31450	D31500	D31550	D31600	D31650	D31700	D31750	D31800	D31850	D31900	D31950	D32000	D32050	D32100	D32150	D32200	D32250	D32300	D32350	D32400	D32450	D32500	D32550	D32600	D32650	D32700	D32750	D32800	D32850	D32900	D32950	D33000	D33050	D33100	D33150	D33200	D33250	D33300	D33350	D33400	D33450	D33500	D33550	D33600	D33650	D33700	D33750	D33800	D33850	D33900	D33950	D34000	D34050	D34100	D34150	D34200	D34250	D34300	D34350	D34400	D34450	D34500	D34550	D34600	D34650	D34700	D34750	D34800	D34850	D34900	D34950	D35000	D35050	D35100	D35150	D35200	D35250	D35300	D35350	D35400	D35450	D35500	D35550	D35600	D35650	D35700	D35750	D35800	D35850	D35900	D35950	D36000	D36050	D36100	D36150	D36200	D36250	D36300	D36350	D36400	D36450	D36500	D36550	D36600	D36650	D36700	D36750	D36800	D36850	D36900	D36950	D37000	D37050	D37100	D37150	D37200	D37250	D37300	D37350	D37400	D37450	D37500	D37550	D37600	D37650	D37700	D37750	D37800	D37850	D37900	D37950	D38000	D38050	D38100	D38150	D38200	D38250	D38300	D38350	D38400	D38450	D38500	D38550	D38600	D38650	D38700	D38750	D38800	D38850	D38900	D38950	D39000	D39050	D39100	D39150	D39200	D39250	D39300	D39350	D39400	D39450	D39500	D39550	D39600	D39650	D39700	D39750	D39800	D39850	D39900	D39950	D40000	D40050	D40100	D40150	D40200	D40250	D40300	D40350	D40400	D40450	D40500
------	-------	------------	--	--	------------	--	--	------------	--	--	-------------	--	--	-------------	--	--	-------------	--	--	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------



CIAA
SANTA
CRUZ
GEOTECNIA
Especialistas en suelos y pavimentos

CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS
ASESORES SANTA CRUZ SRL

975151126 / 912880976 / (064) 581405
Av. Oriente N° 772 Concepción
Concepción - Junín
ciaasantacruz@gmail.com



CIAA SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO ASFALTICO

JAMIER SANTA CRUZ VELIZ
S.C. LABORATORIO

SANTA CRUZ VELIZ PASCUAL
INGENIERO CIVIL
CIP N° 76147

OBRA: MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE ENPLAZANDO LA VIGA BENKELMAN (MTC E-1005)

ACTIVIDAD: ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA AGCABAMA - PALCAMAÑO Y TARMATAMBO - HUARCILCOLA

TIPO DE PAVIMENTO: MEDICIÓN DE DEFLEXIONES Y RADIO DE CURVATURA (ESTUDIO DE SER. ECTOMETRÍA)

CARGA DE EJE DEL CAMIÓN: CARPETA ASFÁLTICA TRANIC-TARMATAMBO - HUARCILCOLA (MTC 42-900 - RMI 42-900) LADO DERECHO

PRESIÓN DE INFLADO DE NEUMÁTICOS: 82.7 TN

EQUIPO DE MEDICIÓN DE DEFLEXIONES: 107251

TEMPERATURA: 23.2 °C

FECHA: 08 de abril de 2024

SOLICITADO POR: BACH. MAZO CORPUS, ERICK JESUS - BANC. MELÉNDEZ DOSES - BREINDA VALERIA

REALIZADO POR: CONSTRUCTORA INGENIEROS Y ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ S.C.R.L. (LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS)

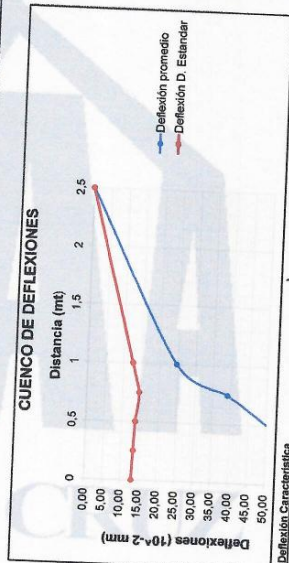
PTA DE EMPLEO: LECTURAS DEL DEFLECTÓMETRO

PRIDA	R1 = 2.0 cm	R2 = 6.0 cm	R3 = 7.1 cm	R4 = 10.0 cm	R5 = 20.0 cm	DO	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	Radio de Curvatura (m)
LADO																

DEFLEXIONES - RELACION DE BRAZOS DE 1/4 (10'-2 mm)

DEFLEXIONES PARCIALES (10'-2 mm)

CUENCO DE DEFLEXIONES Y ANÁLISIS DE LA DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA Y ADMISIBLE



Deflexión Característica

$D_m = 76.47$ (10⁻² mm)

$d_6 = 13.11$ (10⁻² mm)

$D_c = 98.03$ (10⁻² mm)

Deflexión admisible

$N = 4$ millones de ejes equivalentes

$D_{adm} = 73.23$ (10⁻² mm)

Análisis de la Deflexión Característica y Admisible

$D_c = 98.03$ (10⁻² mm)

$D_{adm} = 73.23$ (10⁻² mm)

$D_c > D_{adm}$

Estado: **observado!!!**

Tipo de Carretera	Deflexión Característica D _c	Deflexión Característica D _m	Observación
Autopistas, carreteras de 10000 a 60000 vehículos, de calzadas asfaltadas, cada una con dos o más carriles, cada una con una calzada de 4001 a 4004 vehículos.	$D_c = D_m = 1.64$ mds		Deflexión característica, para una confiabilidad de 95%.
Carreteras: Duales o Multicarril de 4001 a 4004 vehículos, de una calzada de dos carriles, cada una con dos o más carriles.	$D_c = D_m = 1.64$ mds		Deflexión característica, para una confiabilidad de 95%.
Carreteras de Pavimento Clásico con un IMDA entre 4000-5000 vehículos, de una calzada de dos carriles con un carril de carriles con un IMDA entre 400-500 vehículos, de una calzada de dos carriles.	$D_c = D_m = 1.64$ mds		Deflexión característica, para una confiabilidad de 95%.
Carreteras de 1ª categoría, Carreteras con un IMDA entre 400-500 vehículos, de una calzada de dos carriles.	$D_c = D_m = 1.25$ mds		Deflexión característica, para una confiabilidad de 90%.
Carreteras de Bajo Volumen, de carreteras con un IMDA < 200 vehículos.	$D_c = D_m = 1.03$ mds		Deflexión característica, para una confiabilidad de 85%.

Nota: D_c = deflexión característica, D_m = deflexión media, d₆ = elevación estándar

Cuadro 1.2.21: Deflexión Característica Según Tipo de Carretera. Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - MEC -2014.



SANTA CRUZ
Especialistas en suelos y pavimentos

CIAA
SANTA
CRUZ
GEOTECNIA

CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS
ASESORES SANTA CRUZ SCRL

975151126 / 912880976 / (064) 581405
Av. Oriente N° 772 Concepción
Concepción - Junín
ciaasantacruz@gmail.com

FORMATO		CÓDIGO	TEC-TL-65
DETERMINACION DE RUGOSIDAD (EQUIPO TIPO MERLIN)		VERSIÓN	4
		FECHA	05/04/2024
		PÁGINA	4 DE 4
NORMA ASTM E 867-06			
OBRA: ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA ACOBAMBA - PALCAMAYO Y TARMATAMBO - HUARICOLCA			
TRAMO: TARMATAMBO - HUARICOLCA KM. 42+000 - KM. 42+400			
SOLICITANTE BACH. MAZA CORPUS , ERICK JESUS - BAHC. MELENDEZ DIOSES , BRENDA VALERIA			
TRAMO: 42+000,00 — 42+400,00			
CARRIL: DERECHO		ING. RESP. P.S.C.V	
		TEC. RESP. J.S.C.V	
FECHA: 07/09/2023			

LECTURAS CAMPO										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	21	20	22	21	18	12	18	21	22	19
2	22	22	20	23	20	16	25	22	28	18
3	24	25	18	21	23	28	21	20	23	22
4	22	21	19	22	18	15	18	21	23	25
5	25	19	19	21	23	18	22	25	25	23
6	21	19	20	14	24	24	15	23	21	21
7	20	18	18	23	21	18	16	22	22	20
8	20	21	15	21	23	22	20	21	19	21
9	21	19	20	22	22	20	24	21	20	22
10	19	20	23	21	20	21	23	20	21	21
11	16	21	18	20	23	25	22	22	20	
12	21	21	24	19	20	22	21	22	23	19
13	18	19	20	20	22	18	20	24	22	22
14	25	20	21	22	20	22	23	21	22	23
15	22	25	22	19	20	23	22	25	26	22
16	21	25	15	26	24	23	20	24	23	22
17	20	24	12	22	22	21	25	22	20	24
18	22	15	16	23	22	23	20	24	21	22
19	23	20	21	22	23	18	22	19	23	24
20	24	21	22	23	21	23	24	23	20	24

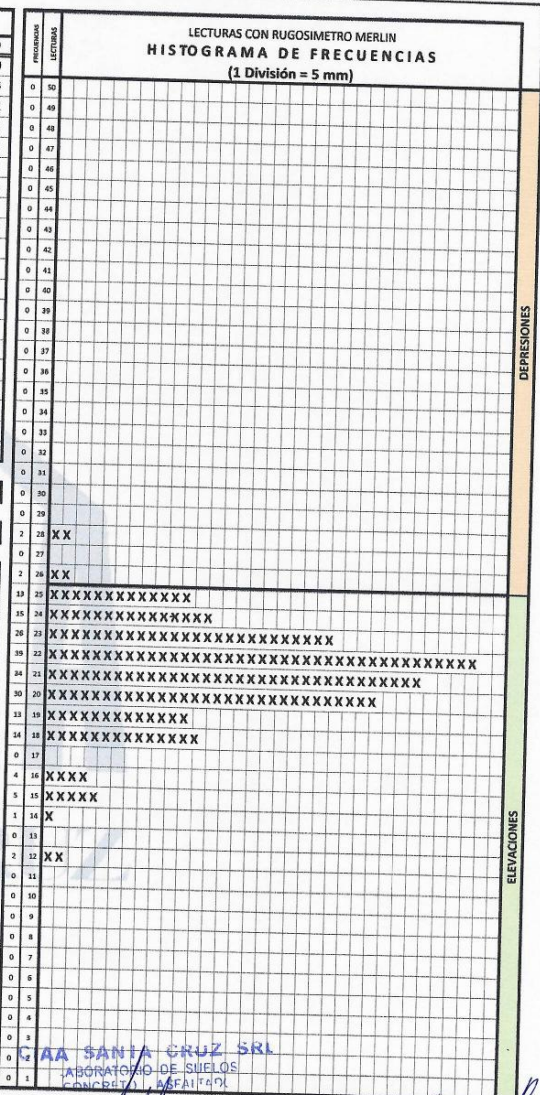
CONTROL CANTIDADE MARCAS: 200 LECTURAS

FACTOR DE CORRECCION F.C. = 1,09

CALCULO DE "RANGO D"
 $D = (I_{ZQ} + CE + DER) \times S \times F_c$
 DESCARTANDO 10 VALORES CADA DISPOSICION DEL HISTOGRAMA
 HISTOGRAMA (IZQ. = ELEVACION CE = CENTRO DER. = DEPRESION)

CORRELACION PARA "IRI"
 $IRI = 0,0485 \cdot D$

DESCRIPCION	ELEVACION (IZQ.)	CENTRO (CEN.)	DEPRESION (DER.)
TOTALES COLUMNAS EXTREMAS	13	-	5
LECTURAS CONSIDERADAS	7	-	3
FRACCIONES RESULTANTES	0,54	8	0,60
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)	9,14		
Rango "D"	49,85		
IRI requerido	2,0 m/km		
IRI	2,42 m/km		



CIAA SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO ASFALTADO

JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
INGENIERO CIVIL





CIAA
SANTA
CRUZ
GEOTECNIA

Especialistas en suelos y pavimentos

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405
Av. Oriente N° 772 Concepción
Concepción - Junín
ciaasantacruz@gmail.com

FORMATO		CÓDIGO	TEC-TL-85
DETERMINACION DE RUGOSIDAD (EQUIPO TIPO MERLIN)		VERSIÓN	3
		FECHA	05/04/2024
		PÁGINA	3 DE 4

NORMA ASTM E 867-06

OBRA: ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA ACOBAMBA - PALCAMAYO Y TARMATAMBO - HUARICOLCA

TRAMO: TARMATAMBO - HUARICOLCA KM. 42+000 - KM. 42+400

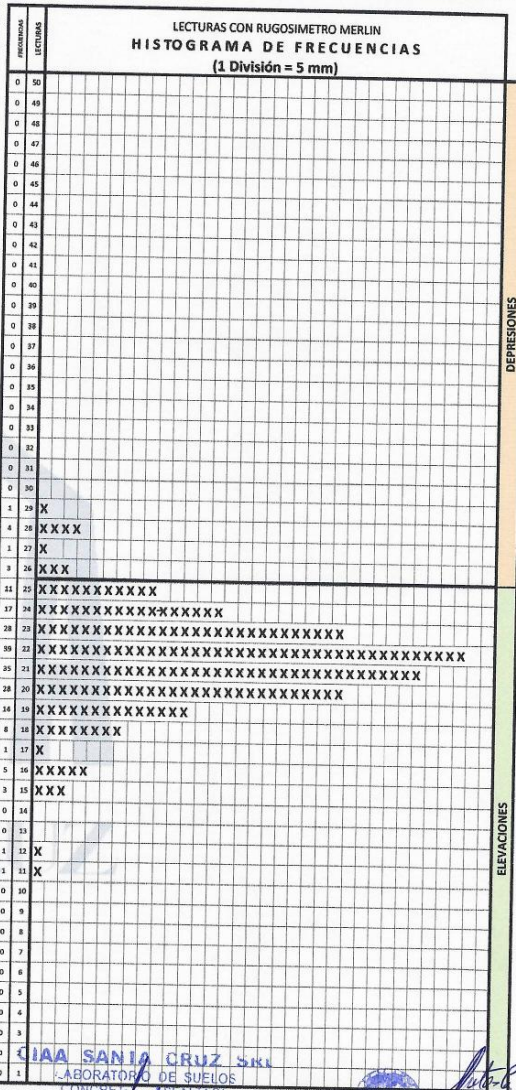
SOLICITANTE BACH. MAZA CORPUS, ERICK JESUS - BAHC. MELENDEZ DIOSES, BRENDA VALERIA

TRAMO: 42+000,00 - 42+400,00

CARRIL: IZQUIERDO

ING. RESP. P.S.C.V
TEC. RESP. J.S.C.V
FECHA: 05/04/2024

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	21	17	22	21	22	28	18	21	22	18
2	22	22	21	23	20	24	19	22	28	19
3	24	25	21	29	23	28	19	20	23	22
4	22	25	19	28	24	24	18	21	23	25
5	25	21	20	21	23	18	22	25	25	23
6	21	19	20	27	24	24	18	23	21	21
7	20	18	21	23	21	18	16	22	22	20
8	20	19	22	21	23	22	20	21	19	21
9	21	19	20	22	22	20	24	22	19	22
10	19	20	23	21	20	16	23	20	21	21
11	21	21	26	20	23	21	25	12	22	20
12	21	21	16	21	21	20	19	22	23	16
13	18	22	20	20	22	24	20	24	22	22
14	25	20	15	22	21	22	23	21	22	23
15	22	25	22	19	20	23	22	11	26	22
16	21	25	23	26	24	23	20	15	23	15
17	20	24	23	22	22	21	25	22	20	20
18	22	24	19	23	22	23	20	24	21	22
19	23	20	21	22	23	18	22	19	23	24
20	24	21	22	23	21	23	24	23	20	24



CONTROL CANTIDADE MARCAS: 200 LECTURAS

FACTOR DE CORRECCION F.C. = 1,09

CALCULO DE "RANGO D"

$D = (IZQ + CE + DER) \cdot 5 \cdot F_c$

DESCARTAR 10 VALORES CADA DISPOSICION DEL HISTOGRAMA
HISTOGRAMA: IZQ = ELEVACION CE = CENTRO DER = DEPRESION

CORRELACION PARA "IRI"

IRI = 0,0485 * D

DESCRIPCION	ELEVACION (IZQ)	CENTRO (CEN)	DEPRESION (DER)
TOTALES COLUMNAS EXTREMAS	11	-	5
LECTURAS CONSIDERADAS	10	-	5
FRACCIONES RESULTANTES	0,91	7	1,00
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)	8,91		
Rango "D"	48,60		
IRI requerido	2,0 m/Km		
IRI	2,36 m/Km		

CIAA SANTA CRUZ S.R.L.
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO ASFALTICO

JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
INGENIERO CIVIL
RFP N° 263426



CIAA
SANTA CRUZ
GEOTECNIA

Specialistas en suelos y pavimentos

CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS
ASESORES SANTA CRUZ SRL

975151126 / 912880976 / (064) 581405
Av. Oriente N° 772 Concepción
Concepción - Junín
ciaasantacruz@gmail.com

FORMATO		CÓDIGO	TEC-TL-65
DETERMINACION DE RUGOSIDAD (EQUIPO TIPO MERLIN)		VERSIÓN	2
		FECHA	05/04/2024
		PÁGINA	2 DE 4

NORMA ASTM E 867-06

OBRA: ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA ACOBAMBA - PALCAMAYO Y TARMATAMBO - HUARICOLCA

TRAMO: ACOBAMBA - PALCAMAYO KM. 00+000 - KM. 00+400

SOLICITANTE BACH. MAZA CORPUS, ERICK JESUS - BAH.C. MELENDEZ DIOSES, BRENDA VALERIA

TRAMO: 0+00,00 — 0+400,00

CARRIL: IZQU DERECHO

ING. RESP. P.S.C.V
TEC. RESP. J.S.C.V
FECHA: 05/04/2024

LECTURAS CAMPO										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	21	20	15	12	18	18	16	25	22	21
2	22	22	12	23	20	21	21	22	28	19
3	20	21	21	15	26	23	21	20	23	22
4	22	15	19	28	20	21	15	12	23	25
5	18	22	15	18	23	21	22	25	25	23
6	21	19	18	27	20	21	15	23	21	21
7	20	22	21	23	21	18	18	22	14	20
8	20	23	17	21	23	22	20	21	12	21
9	21	16	15	25	15	12	21	22	25	22
10	16	15	21	23	20	22	23	20	21	21
11	16	21	12	20	15	21	25	24	22	20
12	21	21	22	12	19	15	22	21	26	20
13	21	20	20	20	22	24	20	24	22	22
14	21	10	12	18	21	15	23	21	22	23
15	15	20	12	25	20	36	32	25	15	22
16	25	21	18	15	21	22	26	24	23	22
17	20	24	23	22	18	21	18	19	20	24
18	15	12	18	21	25	25	33	32	21	22
19	18	20	21	22	23	18	22	19	23	24
20	15	21	22	15	21	21	12	23	20	24

CONTROL CANTIDADE MARCAS:	200	LECTURAS
FACTOR DE CORRECCION	F.C. =	1,09

CALCULO DE "RANGO D"

$D = (IZQ + CE + DER) \cdot 5 \times Fc$

DESCARTANDO 10 VALORES CADA DISPERSION DEL HISTOGRAMA
HISTOGRAMA: IZQ = ELEVACION CE = CENTRO DER = DEPRESION

CORRELACION PARA "IRI"

IRI = 0.0485 * D

DESCRIPCION	ELEVACION (IZQ)	CENTRO (CEN)	DEPRESION (DER)
TOTALES COLUMNAS EXTREMAS	12	-	11
LECTURAS CONSIDERADAS	12	-	2
FRACCIONES RESULTANTES	1,00	12	0,18
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)	13,18		
Range "D"	71,90		
IRI requerido	2,0 m/Km		
IRI	3,49 m/Km		

LECTURAS CON RUGOSIMETRO MERLIN		DEPRESIONES
HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS		
(1 División = 5 mm)		
LECTURAS		
0 50		
0 49		
0 48		
0 47		
0 46		
0 45		
0 44		
0 43		
0 42		
0 41		
0 40		
0 39		
0 38		
0 37		
1 36	X	
0 35		
0 34		
1 33	X	
7 32	XX	
0 31		
0 30		
0 29		
2 28	XX	
1 27	X	
3 26	XXX	
12 25	XXXXXXXXXXXX	
8 24	XXXXXXXXXX	
19 23	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	
29 22	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	
41 21	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	
25 20	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	
6 19	XXXXXX	
15 18	XXXXXXXXXXXX	
1 17	X	
5 16	XXXXXX	
18 15	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	
1 14	X	
0 13		
11 12	XXXXXXXXXXXX	
0 11		
1 10	X	
0 9		
0 8		
0 7		
0 6		
0 5		
0 4		
0 3		
0 2		
0 1		

LABORATORIO DE SUELOS	
CONCRETO PARA TRAFIC	

JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 63470

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**MT - LL - 127 - 2024***Área de Metrología**Laboratorio de Longitud*

Página 3 de 3

SEGUNDO BRAZO

VALOR PATRON (mm)	INDICACION DEL DIAL DEL EQUIPO (mm)	RELACIÓN (BRAZO / DIAL)
2,0	0,501	4,0
4,0	1,003	4,0
6,0	1,502	4,0
8,0	2,004	4,0
10,0	2,502	4,0

Relación Promedio Brazo : 1 : 4Incertidumbre de indicación : 0,22 μm (para $k = 2$)

Posiciones	A - B	B - C
Longitud del primer brazo de ensayo prueba	0,61 m	2,44 m
Longitud del segundo brazo de ensayo prueba	0,56 m	2,18 m

posición A : Punto de apoyo del vástago del Dial registrador.

posición B : Ubicación del Pivote en el equipo.

posición C : Punto de prueba.

12. Observaciones

- (*) Características del dial del Segundo Brazo del equipo a calibrar.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de **CALIBRADO**.

**13. Incertidumbre**

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LL - 127 - 2024

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	14448
2. Solicitante	CONSTRUCTORA INGENIEROS Y ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ S.R.L.
3. Dirección	Av. Oriente Nro. 772 Concepción - Junín
4. Equipo	VIGA BENKELMAN (2 BRAZOS)
Fabricante	TAMIEQUIPOS
Número de Serie	224
Modelo	TCP - 1158
5. Instrumento de Medición	COMPARADOR DE CUADRANTE (DIAL)
Marca	BAKER / BAKER (*)
Modelo	JO8A / JO8A (*)
Número de Serie	R3225 / R2925 (*)
Alcance de Indicación	0 a 25 mm / 0 a 25 mm (*)
División de Escala	0,01 mm / 0,01 mm (*)
6. Fecha de Calibración	2024-01-07
7. Lugar de calibración	Laboratorio de Longitud METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2024-01-07

Jefe del Laboratorio de Metrología

Ing. WILLIAMS PÉREZ COELLO

Sello



Metrología y Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Tel.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

RPM: *849 272 / *849 282

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología

Laboratorio de Longitud

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**MT - LL - 127 - 2024**

Página 2 de 3

8. Método de Calibración

La calibración se realizó empleando el método de comparación directa tomando como referencia la norma internacional ASTM D - 4695 "Standard Guide for General Pavement Deflection Measurements" y el manual de ensayo de materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú MTC E 1002-2000 "Medida de la deflexión y determinación del radio de curvatura de un pavimento flexible empleando la Viga Benkelman".

9. Trazabilidad

La calibración brinda la trazabilidad hacia la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Longitud del Servicio Nacional de Metrología SNM - INDECOPI en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
BLOQUES PATRÓN (Grado K) CNM-CC-740-509/2011	BLOQUES PATRÓN (Grado 0) Vertex Modelo VGB-87-0	INDECOPI/SNM LLA-061-2020
REGLA METÁLICA (Clase I) INDECOPI/SNM LLA-385-2012	CINTA MÉTRICA (Clase II) Kamsa Modelo KM-707	SG NORTE S.R.L. SGL-109-2020

10. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,1 °C	20,4 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

11. Resultados**PRIMER BRAZO**

VALOR PATRON (mm)	INDICACION DEL DIAL DEL EQUIPO (mm)	RELACIÓN (BRAZO / DIAL)
2,0	0,500	4,0
4,0	1,000	4,0
6,0	1,480	4,1
8,0	1,985	4,0
10,0	2,480	4,0

Relación Promedio Brazo : 1 : 4Incertidumbre de indicación : 0,26 μm (para $k = 2$)**Metrología y Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

RPM: *849 272 / *849 282

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA
CON REGISTRO N° LC - 001



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1AD-0646-2024



Exp.: 1A24247
Página 1 de 2

Fecha de emisión: 2024-05-23

1. **Solicitante** : CALIBRACIONES PERÚ S.A.C.
2. **Dirección** : Jr. Pasco N° 3312 Urb. Perú - San Martín De Porres - Lima - Lima
3. **Instrumento** : CINTA MÉTRICA (*)
 - **Marca / Fabricante** : STANLEY
 - **Modelo** : 30-615
 - **Número de serie** : No indica
 - **Código de identif.** : LL001 (**)
 - **Intervalo de indicación** : 0 m a 5 m
 - **Resolución** : 1 mm
 - **Clase de exactitud** : II
 - **Procedencia** : China
 - **Ubicación** : No indica
4. **Lugar de Calibración** : Laboratorio Dimensional de METROIL S.A.C. - Sede Lima
5. **Fecha de calibración** : 2024-05-23
6. **Método de calibración**
La calibración se efectuó por comparación directa, según el PC-ML-002* Procedimiento de Calibración de Cintas Métricas de clase II y III* Rev. 09:2023 de METROIL S.A.C. (VALIDADO)

7. **Trazabilidad**
Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Código	Instrumento patrón	Certif. / Inf. de calibración
1AIDI-0040 / IL-258	Cinta métrica patrón Clase: I	LLA-301-2023 / INACAL-DM
1AIDI-0081 / IL-279	Magnificador óptico incertidumbre de 2,4 µm	LLA-067-2023 / INACAL-DM

8. **Condiciones de calibración**

Temperatura ambiental	: Inicial : 20,2 °C	Final : 20,3 °C
Humedad relativa	: Inicial : 52,7 %H.R.	Final : 53,6 %H.R.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.


JORGE L. GUTIÉRREZ VILLAGÓMEZ
Laboratorio de Calibración



9. Resultados

Indicación promedio del Patrón		Indicación del instrumento (mm)	Error tope exterior (mm)	Error tope interior (mm)	Error Máximo Permisible Clase II (***) (mm)	Incertidumbre de la medición (mm)
Tope exterior (mm)	Tope Interior (mm)					
0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,6	0,5
500,0	500,1	500	0,0	-0,1	1,0	0,5
1 000,1	1 000,2	1 000	-0,1	-0,2	1,0	0,5
1 500,6	1 500,7	1 500	-0,6	-0,7	1,4	0,5
2 000,9	2 001,0	2 000	-0,9	-1,0	1,4	0,5
2 500,7	2 500,8	2 500	-0,7	-0,8	1,8	0,5
3 000,7	3 000,8	3 000	-0,7	-0,8	1,8	0,5
3 500,9	3 501,0	3 500	-0,9	-1,0	2,2	0,5
4 000,8	4 000,9	4 000	-0,8	-0,9	2,2	0,5
4 500,8	4 500,9	4 500	-0,8	-0,9	2,6	0,5
5 001,0	5 001,1	5 000	-1,0	-1,1	2,6	0,5

Tope exterior (La parte exterior del gancho de la cinta métrica hace contacto con la parte interna de la superficie a medir).

Tope interior (La parte interior del gancho de la cinta métrica hace contacto con la parte externa de la superficie a medir).

10. Observaciones

- Se colocó en el instrumento una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" y con identificación N° 1AMA-36043.
 - La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de aproximadamente 95 %.
- (*) Cinta métrica metálica de tope interior y exterior con enrollador.
(**) Indicado en una etiqueta adherida al instrumento
(***) Según lo especificado en la OIML R35-1 para cintas métricas de Clase II en uso.

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 2

N° de certificado : **0068-MPES-C-2024**

N° de orden de trabajo : **0033**

1. SOLICITANTE : **CALIBRACIONES PERU S.A.C. - CALPE**

Dirección : **Jr. Pasco Nro. 3312 Urb. Perú Lima - Lima - San Martín de Porres**

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **PESA**

Marca : **METTLER TOLEDO**

Valor nominal : **5 kg**

Clase de exactitud : **M1**

Color : **PLATEADO**

Procedencia : **NO INDICA**

Número de serie : **NO INDICA**

Código de identificación : **LM031 (*)**

Cantidad : **1 unidad**

Fecha de calibración : **2024-01-16**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición".

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PESATEC PERÚ S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

3. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Metrología de PESATEC PERÚ S.A.C.
Cal. Condevilla Nro. 1289 Urb. El Olivar - Callao

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Método de comparación directa por doble sustitución - Procedimiento para la calibración de pesas de precisión (PC-016 de SNM-INDECOPI, 2da Ed. Abril 2015).

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	24,4 °C	24,5 °C
Humedad relativa	47,2 %hr	49,3 %hr
Presión atmosférica	1 004 mbar	1 004 mbar

Sello



Fecha de emisión

2024-01-17

Autorizado por



Sandra Jurupe Melgarejo
Gerente Técnico

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0068-MPES-C-2024

Página 2 de 2

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Código de patrón	Certificado de calibración
Patrones de referencia de PESATEC PERU SAC	Pesa (clase de exactitud F1)	MP14	1305-MPES-C-2023

7. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
- Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para este juego de pesa corresponden a los e.m.p. para pesas de clase de exactitud M1, según la Norma Metrológica Peruana 004 - 2007.
- Manipular la pesa con cuidado y mantenerla limpia para evitar la alteración de su masa.
 (*) Código indicado en una etiqueta adherida en la caja que contiene a la pesa.

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Valor nominal	Identificación	Masa convencional	Incertidumbre	Material	Forma	e.m.p. M1 ± (mg)
5 kg	—	5 kg + 63 mg	80 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	250

Fin del certificado de calibración

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 2

N° de certificado : **0789-MPES-C-2024**

N° de orden de trabajo : 0382

1. SOLICITANTE : **CALIBRACIONES PERU S.A.C - CALPE**

Dirección : Jr. Pasco Nro. 3312 Urb. Perú Lima - Lima - San Martín de Porres

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **JUEGO DE PESAS**

Marca : Accurate

Valor nominal : 1 mg a 200 g

Clase de exactitud : M1

Color : PLATEADO

Procedencia : NO INDICA

Número de serie : NO INDICA

Código de identificación : LM025 (*)

Cantidad : 23 unidades

Fecha de calibración : 2024-06-13 al 2024-06-14

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición".

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PESATEC PERÚ S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

3. LUGAR DE CALIBRACIÓN
Laboratorio de Metrología de PESATEC PERÚ S.A.C.
Cal. Condevilla Nro. 1269 Urb. El Olivar - Callao

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Método de comparación directa por doble sustitución - Procedimiento para la calibración de pesas de precisión (PC-016 de SNM-INDECOPI, 2da Ed. Abril 2015).

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	21,1 °C	21,4 °C
Humedad relativa	57,0 %hr	56,8 %hr
Presión atmosférica	1 010 mbar	1 010 mbar



Fecha de emisión

2024-06-17

Autorizado por



Sandra Jurupe Melgarejo
Gerente Técnico

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0789-MPES-C-2024

Página 2 de 2

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Código de patrón	Certificado de calibración
Patrones de referencia de PESATEC PERU SAC	Juego de Pesas (clase de exactitud F1)	MP12	1717-MPES-C-2023

7. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
- Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para este juego de pesa corresponden a los e.m.p. para pesas de clase de exactitud M1, según la Norma Metroológica Peruana 004 - 2007.
- Manipular la pesa con cuidado y mantenerla limpia para evitar la alteración de su masa.
(*) Código indicado en una etiqueta adherida en la caja que contiene a la pesa.

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Valor nominal	Identificación	Masa convencional	Incertidumbre	Material	Forma	e.m.p. M1 ± (mg)
1 mg	—	1 mg - 0,08 mg	0,06 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,20
2 mg	—	2 mg - 0,11 mg	0,06 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,20
2 mg	*	2 mg - 0,09 mg	0,06 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,20
5 mg	—	5 mg - 0,08 mg	0,06 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,20
10 mg	—	10 mg + 0,07 mg	0,08 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,25
20 mg	—	20 mg - 0,09 mg	0,10 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,30
20 mg	*	20 mg - 0,05 mg	0,10 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,30
50 mg	—	50 mg - 0,20 mg	0,12 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,4
100 mg	—	100 mg - 0,09 mg	0,16 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,5
200 mg	—	200 mg - 0,05 mg	0,20 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,6
200 mg	—	200 mg + 0,13 mg	0,20 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,6
500 mg	—	500 mg - 0,45 mg	0,25 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,8
1 g	—	1 g - 0,0 mg	0,3 mg	ACERO INOXIDABLE	CILINDRICA CON BOTÓN	1,0
2 g	—	2 g + 0,2 mg	0,4 mg	ACERO INOXIDABLE	CILINDRICA CON BOTÓN	1,2
2 g	*	2 g - 0,3 mg	0,4 mg	ACERO INOXIDABLE	CILINDRICA CON BOTÓN	1,2
5 g	—	5 g + 0,0 mg	0,5 mg	ACERO INOXIDABLE	CILINDRICA CON BOTÓN	1,6
10 g	—	10 g - 0,1 mg	0,6 mg	ACERO INOXIDABLE	CILINDRICA CON BOTÓN	2,0
20 g	—	20 g - 0,1 mg	0,8 mg	ACERO INOXIDABLE	CILINDRICA CON BOTÓN	2,5
20 g	*	20 g + 0,6 mg	0,8 mg	ACERO INOXIDABLE	CILINDRICA CON BOTÓN	2,5
50 g	—	50 g + 0,6 mg	1,0 mg	ACERO INOXIDABLE	CILINDRICA CON BOTÓN	3,0
100 g	—	100 g - 0,5 mg	1,6 mg	ACERO INOXIDABLE	CILINDRICA CON BOTÓN	5
200 g	—	200 g + 5,8 mg	3,0 mg	ACERO INOXIDABLE	CILINDRICA CON BOTÓN	10
200 g	*	200 g + 3,2 mg	3,0 mg	ACERO INOXIDABLE	CILINDRICA CON BOTÓN	10

Fin del certificado de calibración

RT08-F19 Rev.08

Elaborado JCFA

Revisado JMSE

Aprobado NGIC

Av. Condesita 1289 Urb. EL OLIVAR - Callao | Telef 4848092 - 4847633 - 7444303 - 7444308 | Celular0904083220 - 975525151

Email: ventas@pesatec.com | Website: www.pesatec.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PESATEC PERU SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 2

N° de certificado : **0790-MPES-C-2024**

N° de orden de trabajo : 0382

1. SOLICITANTE : CALIBRACIONES PERU S.A.C - CALPE

Dirección : Jr. Pasco Nro. 3312 Urb. Perú Lima - Lima - San Martín de Porres

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PESA

Marca : FUYUE

Valor nominal : 500 g

Clase de exactitud : M1

Color : PLATEADO

Procedencia : NO INDICA

Número de serie : 29M68

Código de identificación : LM026 (*)

Cantidad : 1 unidad

Fecha de calibración : 2024-06-14

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición".

Los resultados sólo están relacionados con los items calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PESATEC PERÚ S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

3. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Metrología de PESATEC PERÚ S.A.C.
Cal. Condevilla Nro. 1269 Urb. El Olivar - Callao

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Método de comparación directa por doble sustitución - Procedimiento para la calibración de pesas de precisión (PC-016 de SNM-INDECOPI, 2da Ed. Abril 2015).

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	21,2 °C	21,3 °C
Humedad relativa	55,5 %hr	55,2 %hr
Presión atmosférica	1 010 mbar	1 010 mbar



Fecha de emisión

2024-06-17

Autorizado por



Sandra Jurupe Melgarejo
Gerente Técnico

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0790-MPES-C-2024

Página 2 de 2

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Código de patrón	Certificado de calibración
Patrones de referencia de PESATEC PERU SAC	Juego de Pesas (clase de exactitud F1)	MP12	1717-MPES-C-2023

7. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
 - Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para este juego de pesa corresponden a los e.m.p. para pesas de clase de exactitud M1, según la Norma Metrológica Peruana 004 - 2007.
 - Manipular la pesa con cuidado y mantenerla limpia para evitar la alteración de su masa.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherida en la caja que contiene a la pesa.

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Valor nominal	Identificación	Masa convencional	Incertidumbre	Material	Forma	e.m.p. M1 ± (mg)
500 g	—	500 g + 0,5 mg	8,0 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	25

 Fin del certificado de calibración

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0789-MPES-C-2024

Página 2 de 2

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Código de patrón	Certificado de calibración
Patrones de referencia de PESATEC PERU SAC	Juego de Pesas (clase de exactitud F1)	MP12	1717-MPES-C-2023

7. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
- Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para este juego de pesa corresponden a los e.m.p. para pesas de clase de exactitud M1, según la Norma Metroológica Peruana 004 - 2007.
- Manipular la pesa con cuidado y mantenerla limpia para evitar la alteración de su masa.
 (*) Código indicado en una etiqueta adherida en la caja que contiene a la pesa.

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Valor nominal	Identificación	Masa convencional	Incertidumbre	Material	Forma	e.m.p. M1 ± (mg)
1 mg	—	1 mg - 0,08 mg	0,08 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,20
2 mg	—	2 mg - 0,11 mg	0,08 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,20
3 mg	*	3 mg - 0,09 mg	0,08 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,20
5 mg	—	5 mg - 0,08 mg	0,08 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,20
10 mg	—	10 mg + 0,07 mg	0,08 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,25
20 mg	—	20 mg - 0,09 mg	0,10 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,30
30 mg	*	30 mg - 0,08 mg	0,10 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,30
50 mg	—	50 mg - 0,20 mg	0,12 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,4
100 mg	—	100 mg - 0,09 mg	0,18 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,5
200 mg	—	200 mg - 0,08 mg	0,20 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,8
300 mg	—	300 mg + 0,13 mg	0,20 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,8
500 mg	—	500 mg - 0,48 mg	0,25 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,8
1 g	—	1 g - 0,8 mg	0,3 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	1,0
2 g	—	2 g + 0,2 mg	0,4 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	1,2
3 g	*	3 g - 0,3 mg	0,4 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	1,2
5 g	—	5 g + 0,8 mg	0,5 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	1,8
10 g	—	10 g - 0,1 mg	0,8 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	3,0
20 g	—	20 g - 0,1 mg	0,8 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	3,0
30 g	*	30 g + 0,8 mg	0,8 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	3,0
50 g	—	50 g + 0,8 mg	1,0 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	3,0
100 g	—	100 g - 0,8 mg	1,8 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	5
200 g	—	200 g + 0,8 mg	3,0 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	10
300 g	*	300 g + 3,2 mg	3,0 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	10

Fin del certificado de calibración

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0791-MPES-C-2024

Página 2 de 2

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Código de patrón	Certificado de calibración
Patrones de referencia de PESATEC PERU SAC	Juego de Pesas (clase de exactitud F1)	MP12	1717-MPES-C-2023

7. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
 - Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para este juego de pesa corresponden a los e.m.p. para pesas de clase de exactitud M1, según la Norma Metrológica Peruana 004 - 2007.
 - Manipular la pesa con cuidado y mantenerla limpia para evitar la alteración de su masa.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherida en la caja que contiene a la pesa.

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Valor nominal	Identificación	Masa convencional	Incertidumbre	Material	Forma	e.m.p. M1 ± (mg)
1 kg	—	1 kg + 2 mg	16 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	50

 Fin del certificado de calibración

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 2

N° de certificado : **0791-MPES-C-2024**

N° de orden de trabajo : 0382

1. SOLICITANTE : **CALIBRACIONES PERU S.A.C - CALPE**

Dirección : Jr. Pasco Nro. 3312 Urb. Perú Lima - Lima - San Martín de Porres

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **PESA**

Marca : FUYUE

Valor nominal : 1 kg

Clase de exactitud : M1

Color : PLATEADO

Procedencia : NO INDICA

Número de serie : NO INDICA

Código de identificación : LM027 (*)

Cantidad : 1 unidad

Fecha de calibración : 2024-06-14

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición".

Los resultados sólo están relacionados con los items calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PESATEC PERÚ S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

3. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Metrología de PESATEC PERÚ S.A.C.
Cal. Condevilla Nro. 1269 Urb. El Olivar - Callao

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Método de comparación directa por doble sustitución - Procedimiento para la calibración de pesas de precisión (PC-016 de SNM-INDECOPI, 2da Ed. Abril 2015).

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	21,2 °C	21,3 °C
Humedad relativa	56,5 %hr	55,1 %hr
Presión atmosférica	1 010 mbar	1 010 mbar



Fecha de emisión

2024-06-17

Autorizado por



Sandra Jurupe Melgarejo
Gerente Técnico

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0791-MPES-C-2024

Página 2 de 2

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Código de patrón	Certificado de calibración
Patrones de referencia de PESATEC PERU SAC	Juego de Pesas (clase de exactitud F1)	MP12	1717-MPES-C-2023

7. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
- Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para este juego de pesa corresponden a los e.m.p. para pesas de clase de exactitud M1, según la Norma Metroológica Peruana 004 - 2007.
- Manipular la pesa con cuidado y mantenerla limpia para evitar la alteración de su masa.
 (*) Código indicado en una etiqueta adherida en la caja que contiene a la pesa.

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Valor nominal	Identificación	Masa convencional	Incertidumbre	Material	Forma	e.m.p. M1 ± (mg)
1 kg	—	1 kg + 2 mg	16 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	50

 Fin del certificado de calibración



**CALIBRACIONES
PERU S.A.C.**

LABORATORIO DE METROLOGÍA

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de
Medición, Lixistria es y de Laboratorio.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LML-049-2023

Página 1 de 2

Fecha de Emisión: 2023/12/07
Expirante: 10

1. SOLICITANTE

**CONSTRUCTORA INGENIEROS Y
ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ
SOCIEDAD COMERCIAL DE
RESPONSABILIDAD LIMITADA**

DIRECCIÓN

**AV. ORIENTE NRO. 772 (FRENTE A FABRICA DE
EMBUTIDOS HUAYCHULO) JUNIN - CONCEPCION**

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

DIAL INDICADOR (FLUJOMETRO)

Marca

NO INDICA

Numero de Serie

950143/DI49

Procedencia

NO INDICA

Alcance de Indicación

0,01"

Division de Escala

0,01"

FECHA DE CALIBRACION

7/12/2023

3. METODO DE CALIBRACION

La calibración se realizó empleando el método por comparación entre Bloques Planoparalelos Patrón y la indicación de lectura del Reloj Comparador, tomando como referencia el procedimiento PC 014 "Procedimiento para la calibración de comparadores de Cuadrantes (usando Bloques)".

4. LUGAR DE CALIBRACION

La calibración se realizó en LABORATORIO DEL SOLICITANTE


ROBERTO QUINTO C.



La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Exposición de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

CALIBRACIONES PERU S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

CALIBRACIONES PERU S.A.C. - RUC: 20604149721
Jr. Posco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú
Tel: (01) 397 8754 - Cel: 954 187 027

E-mail: ventas@calibracionesperu.pe
metrologia@calibracionesperu.pe
www.calibracionesperu.pe



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	20.8	20.8
Humedad Relativa %HR	65.0	68.0

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL DM	RIQUIS PATRON DE LONGITUD	LLA - 141 - 2020

7. OBSERVACIONES

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRACION"

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

ALCANCE DEL ERROR DE INDICACION (A)			
Valor Patrón (mm)	Indicación del Reloj Instrumento a Calibrar (pulg)	Error de Indicación (pulg)	Error Máximo Permisible (pulg)
0.038	0.040	0.002	0.02
0.078	0.079	0.001	0.02
0.119	0.119	0.000	0.02
0.157	0.0158	-0.001	0.02
0.198	0.198	0.000	0.02
0.235	0.238	-0.001	0.02
0.274	0.275	-0.001	0.02
0.313	0.314	-0.001	0.02
0.354	0.354	0.001	0.02
0.393	0.362	-0.001	0.02
0.787	0.788	-0.001	0.02



Fin del Documento



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LML-048-2023

Página 1 de 7

Fecha de Emisión : 2023/12/07

Expediente : 10

1. SOLICITANTE : **CONSTRUCTORA INGENIEROS Y ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA**

DIRECCION : **AV. ORIENTE NRO 772 (FRENTE A FABRICA DE EMBUTIDOS HUAYCHULO) JUNIN - CONCEPCION CONCEPCION**

2. INSTRUMENTO DE MEDICION : **DIAL INDICADOR (FLUJOMETRO)**

Marca : **NO INDICA**

Numero de Serie : **950143/DH45**

Procedencia : **NO INDICA**

Alcance de Indicación : **1"**

Division de Escala : **0.01"**

FECHA DE CALIBRACION : **7/12/2023**

3. METODO DE CALIBRACION

La calibración se realizó empleando el método por comparación entre Bloques Planoparalelos Patron y la indicación de la lectura del Ralój Comparador, tomando como referencia el procedimiento PC-014 "Procedimiento para la calibración de comparadores de Cuadrantes (usando Bloques)".

4. LUGAR DE CALIBRACION

La calibración se realizó en el LABORATORIO DEL SOLICITANTE


ROBERTO QUINTO C.



La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

CALIBRACIONES PERU S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	20.8	20.8
Humedad Relativa %HR	66.0	66.0

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las Unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL UM	RI OQUIFS PATRON DE LONGITUD	LLA-141-2020

7. OBSERVACIONES

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRACION"

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

ALCANCE DEL ERROR DE INDICACION (μ)			
Valor Patrón (mm)	Indicación del Reloj Instrumento a Calibrar (pulg)	Error de Indicación (pulg)	Error Máximo Permisible (pulg)
0,039	0,040	-0,001	0,02
0,078	0,079	0,001	0,02
0,118	0,119	-0,001	0,02
0,157	0,158	-0,001	0,02
0,196	0,197	0,001	0,02
0,236	0,236	0,001	0,02
0,275	0,275	0,001	0,02
0,314	0,314	-0,001	0,02
0,354	0,354	-0,001	0,02
0,393	0,392	-0,001	0,02
0,432	0,432	-0,001	0,02



Fin del Documento

INFORME TÉCNICO

EXPEDIENTE : INF-LE 111 – 22 B

SOLICITANTE : **CALIBRACIONES PERU S.A.C. - CALPE**
Jr Pasco Nro. 3312 URB. Perú (Allura cuadra
33 de Av. Perú) – San Martín de Porres
At: Sr. Leonel Palomino Nuñez

TITULO : CALIBRACION DE SISTEMA DE CELDA
DE CARGA
Celda de Carga: KCL1
Tipo: ZSF-A
Capacidad: 10 t
Indicador Digital: LF002
Resolución: 1kg

FECHA : San Miguel, 20 de julio de 2022.



Ing. Daniel Torrealva D.
Jefe del Laboratorio de
Estructuras Antisísmicas

CALIBRACION DE SISTEMA CELDA DE CARGA

1. GENERALIDADES.

CALIBRACIONES PERU S.A.C. - CALPE solicitó al Laboratorio de Estructuras de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) efectuar la calibración de un sistema de medición de carga compuesto por una celda de carga y un indicador digital.

Esta operación fue efectuada por personal del Laboratorio de Estructuras. La calibración se efectuó en el Laboratorio de Estructuras el día 20 de julio de 2022.

2. EQUIPO CALBRADO.

Celda de carga

- Marca : KELI
- N° serie : 88A5811
- Tipo : Z5F-A
- Capacidad : 10 t (nominal)

Indicador Digital

- Marca : LF002
- Resolución : 0.1 kg

3. EQUIPO EMPLEADO.

- Marco de reacción de perfiles metálicos.
- Celda de carga, HBM, C3H, N° 35857, 200 kN, con última calibración de 13 de julio de 2022.
- Amplificador, HBM-MGCplus1 ch3
- Celda de carga, IIRM, C3H, N° 8727, 50 kN, con última calibración de 06 de junio de 2022.
- Amplificador, IIRM-MGCplus1 ch5
- Gato hidráulico, LUKAS, 200 t HP 200/200 FNr - 300
- Bomba hidráulica manual LUKAS 84*200425

4. PROCEDIMIENTO SEGUIDO.

Para la realización de la calibración se tomó como referencia la norma ASTM 774-15 y de acuerdo con el cliente se procedió a aplicar los valores de carga indicados en la página 3/3.

El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga a la celda mediante un gato hidráulico en serie con la celda patrón.

5. RESULTADOS.

En la página 3/3 se presentan los resultados de la calibración efectuada.

INFLE: 11-22-0



Celca calibrada: KALI
serie: 62A3611
Indicador Digital: LF002
Número serie:
Celda patrón: HBM #serie: 95567 Capacidad: 200 kN U = 0.2 kN
Amplificador Usaco: MGCplus1 ch5
Informe de Calibración N° 2022-1 95567 de 13 de julio de 2022
Celda patrón: HBM #serie: 6727 Capacidad: 50 kN U = 0.05 kN
Amplificador Usaco: MGCplus1 ch5
Informe de Calibración N° 2022-1 6727 de 30 de junio de 2022
Celdas patrón calibradas en LEDI-PUCP con patrones trazables al
HOHLINEER BALDWIN MEßTECHNIK GmbH - Alemania
Norma de referencia: ASTM E74 18
Fecha calibración: 2022-07-20
Ejecutores: S.Llanos L. - Y. Huamancayo P.

PATRON			INDICADOR DIGITAL - LF002		
(kg)			(kg)		
1001.7	1001.7	1001.7	1002.0	1002.0	1002.0
1973.6	1973.6	1973.6	1974.0	1974.0	1974.0
2995.7	2995.7	2995.7	2997.0	2997.0	2997.0
4020.2	4020.2	4020.2	4021.0	4021.0	4022.0
4992.6	4992.6	4992.6	4990.0	4990.0	4995.0
6022.4	6022.3	6022.3	6021.0	6020.0	6026.0
7043.1	7042.9	7042.9	7052.0	7051.0	7046.0
8053.6	8053.6	8053.5	8072.0	8069.0	8058.0
9064.5	9064.3	9064.3	9083.0	9084.0	9059.0
9983.0	9982.7	9982.7	10007.0	9999.0	10002.0

La ecuación de ajuste por el método de mínimos cuadrados según la norma citada es:

$$\text{DEFLEXION} = A + B (\text{CARGA}) + C (\text{CARGA})^2$$

Siendo los coeficientes:

A = -0,0017716523
B = 2,3599626249
C = 0,000000920

Obtenido como resultado:

Desviación Escalar E = 3,3 kg
LLP = 8,1 kg
U = 34 kg

Nota: DEFLEXION es la lectura directa del indicador digital T-Suele
La Incertidumbre expandida, para k=2, ha sido calculada para 9900 kg

Este informe contiene 0 páginas.

Prohibida la reproducción parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Estructuras Antisísmicas.

IMP-LE 11-1-22 B





INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

LLA - 141 - 2020

Laboratorio de Longitud y Angulo

Página 1 de 8

Expediente	1038108	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	Calibraciones Perú S.A.C.	
Dirección	Jr Pasco N° 3312 Urb. Perú	
Instrumento de Medición	BLOQUES PATRON DE LONGITUD	
Valor Nominal	1 mm a 100 mm	
Grado	0 (+)	
Marca	NO INDICA	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	180038 (+)	
Cantidad	38	
Material	ACERO	
Fecha de Calibración	2020-06-25 al 2020-06-30	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL.
Certificados sin firma digital y sello carecen de validez.



Responsable del área

Responsable del laboratorio

Dirección de Metrología

Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 617, San Isidro, Lima - Perú
Tel: (01) 640-8820 Anexo 1601
Email: metrologia@inacal.gob.pe
Web: www.inacal.gob.pe

Puede verificar el número de certificado en la página:
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/htm/verificar/>

Certificado de Calibración LLA – 141 – 2020

Método de Calibración

Determinación del error en la longitud central, por el método de comparación, utilizando bloques patrón de longitud y un comparador mecánico de bloques patrón de longitud.
Se tomó como referencia la Norma ISO 3650:1998

Lugar de Calibración

Laboratorio de Longitud y Ángulo
Calle De La Prosa N° 150 - San Borja, Lima

Condiciones Ambientales

Temperatura	20,0 °C ± 0,5 °C
-------------	------------------

Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia del Centro Español de Metrología - CEM	LA 01 021 Bloques patrón de longitud Grado K	170439001
Patrones de Referencia de la Dirección de Metrología - INACAL	LA 05 019 Comparador mecánico de bloques con incertidumbre del orden de 0,034 µm	INACAL DM/LLA-125-2020

Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL-DM.
(*) Datos dados en la caja que los contiene.



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Longitud y Angulo

Certificado de Calibración LLA – 141 – 2020

Página 3 de 8

Resultados de Medición

Valor Nominal (mm)	Número de Serie	CARA IZQUIERDA / CARA SIN MARCAR					CARA DERECHA / CARA MARCADA					DESMB		
		AR	LR	R	BR	C/O	AD	AR	LR	R	BR		C/O	AD
1	00030			X			SI			X			SI	NO
1.005	00020			X			NO			X			NO	NO
1.01	00164			X			NO			X			NO	NO
1.02	00125			X			NO			X			NO	NO
1.03	00085			X			NO			X			NO	NO
1.04	00050			X			NO			X			NO	NO
1.05	00190			X			NO			X			NO	NO
1.06	00060			X			NO			X			NO	NO
1.07	00125			X			NO			X			NO	NO
1.08	00121			X			NO			X			NO	NO
1.09	00132			X			NO			X			NO	NO
1.10	00021			X			NO			X			NO	NO
1.20	00009			X			NO			X			NO	NO
1.30	00110			X			NO			X			NO	NO
1.40	00152			X			NO			X			NO	NO
1.5	00169			X			NO			X			NO	NO
1.6	00141			X			NO			X			NO	NO
1.7	00135			X			NO			X			NO	NO
1.8	00198			X			NO			X			NO	NO
1.9	00173			X			NO			X			NO	NO
2	00086			X			NO			X			NO	NO
3	00158			X			NO			X			NO	NO
4	00075			X			NO			X			NO	NO
5	00170			X			NO			X			NO	NO
6	00590			X			NO			X			NO	NO
7	00166			X			NO			X			NO	NO
8	00089			X			NO			X			NO	NO
9	00134			X			NO			X			NO	NO
10	00418			X			NO			X			NO	NO
20	00351			X			NO			X			NO	NO
30	00294			X			NO			X			NO	NO
40	00781		X				NO		X				NO	NO
50	00022		X				NO		X				NO	NO
60	00576		X				NO		X				NO	NO
70	00121		X				NO		X				NO	NO
80	00817		X				NO		X				NO	NO
90	00250		X				NO		X				NO	NO
100	00257		X				NO		X				NO	NO

Un casillero marcado con X significa que el Instrumento de medición entra dentro de la clasificación indicada en el encabezado de dicha columna.
Un casillero sin marca alguna significa que el Instrumento de medición no entra dentro de la clasificación indicada en el encabezado de dicha columna.
Las clasificaciones se describen en la siguiente página.



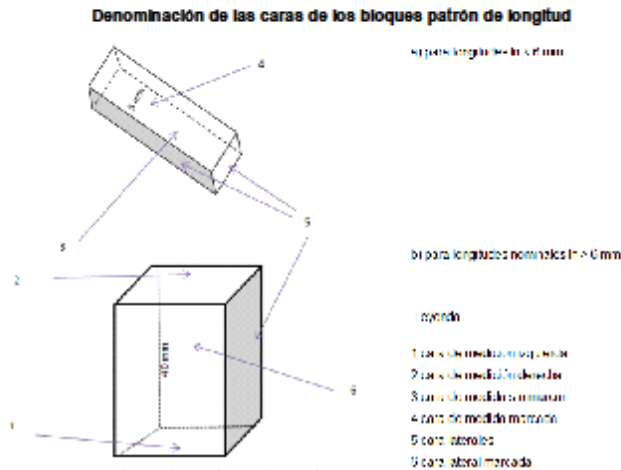
INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Longitud y Angulo

Certificado de Calibración LLA – 141 – 2020

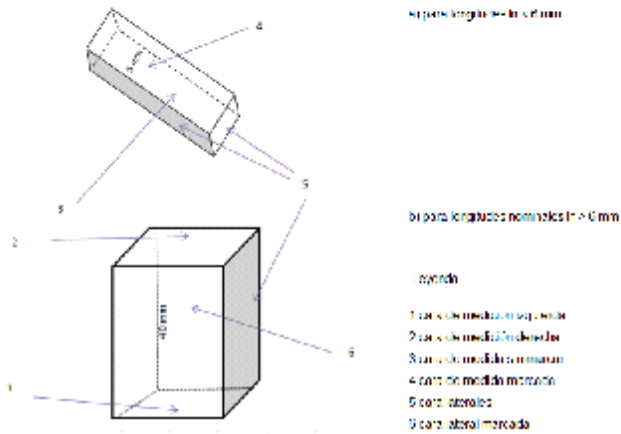
Página 4 de 8



Considerar las clasificaciones siguientes:

AR	Ausencia de rayas. No debe observarse rayas en la totalidad de la cara.
LR	Levemente rayado. Se observa una pequeña cantidad de rayas, no mayor de veinte.
R	Rayado. Se observa una cantidad de rayas considerablemente mayor a las del caso anterior, prácticamente es imposible de determinar su número.
SR	Severamente rayado. No existe sector alguno libre de rayas sobre la cara observada, o bien esta presenta al menos una raya de gran longitud y profundidad.
C/O	Corrosión y/o oxidación. Se observe corrosión y/o oxidación de cualquier tipo sobre la cara observada.
AD	Resultado de la prueba de adherencia (SI/NO)
DESMG	Fue necesario desmagnetizar al bloque (SI/NO)

Denominación de las caras de los bloques patrón de longitud



Considerar las clasificaciones siguientes:

AR	Ausencia de rayas. No debe observarse rayas en la totalidad de la cara.
LR	Levemente rayado. Se observa una pequeña cantidad de rayas, no mayor de veinte.
R	Rayado. Se observa una cantidad de rayas considerablemente mayor a las del caso anterior, prácticamente es imposible de determinar su número.
SR	Severamente rayado. No existe sector alguno libre de rayas sobre la cara observada, o bien esta presenta al menos una raya de gran longitud y profundidad.
C/O	Corrosión y/o oxidación. Se observe corrosión y/o oxidación de cualquier tipo sobre la cara observada.
AD	Resultado de la prueba de adherencia (SI/NO)
DESMG	Fue necesario desmagnetizar al bloque (SI/NO)



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Longitud y Angulo

Certificado de Calibración LLA – 141 – 2020

Página 5 de 8

LONGITUD NOMINAL In (mm)	N° DE SERIE DEL BLOQUE	CORRECCIÓN A LA LONGITUD NOMINAL (Ic - In) (µm)	LONGITUD CENTRAL MEDIDA (Ic) (mm)	VARIACIÓN DE LONGITUD (v = Imax - Imín) (µm)	GRADO 0	
					ERROR MÁXIMO PERMITIDO	
					EN CUALQUIER PUNTO RESPECTO A LA LONGITUD NOMINAL ± t ₀ (µm)	VARIACIÓN DE LONGITUD t ₀ (µm)
1	00030	-0,01	0,99999	0,07	0,12	0,10
1,005	00020	0,10	1,00510	0,02	0,12	0,10
1,01	00164	0,05	1,01009	0,02	0,12	0,10
1,02	00165	0,09	1,02009	0,02	0,12	0,10
1,03	00085	0,08	1,03008	0,05	0,12	0,10
1,04	00050	0,09	1,04009	0,01	0,12	0,10
1,05	00190	0,10	1,05010	0,04	0,12	0,10
1,06	00060	-0,08	1,05992	0,03	0,12	0,10
1,07	00155	0,12	1,07012	0,02	0,12	0,10
1,08	00121	-0,03	1,07997	0,02	0,12	0,10
1,09	00132	-0,05	1,08995	0,01	0,12	0,10
1,10	00021	0,04	1,10004	0,02	0,12	0,10
1,20	00009	-0,09	1,19991	0,01	0,12	0,10
1,30	00110	0,11	1,30011	0,02	0,12	0,10
1,40	00152	-0,05	1,39995	0,02	0,12	0,10
1,5	00169	-0,06	1,49994	0,01	0,12	0,10
1,6	00141	-0,05	1,59995	0,04	0,12	0,10
1,7	00135	-0,09	1,69991	0,02	0,12	0,10
1,8	00198	0,11	1,80011	0,01	0,12	0,10
1,9	00173	-0,05	1,89995	0,05	0,12	0,10
2	00086	0,09	2,00009	0,08	0,12	0,10
3	00158	0,11	3,00011	0,09	0,12	0,10
4	00075	-0,09	3,99991	0,04	0,12	0,10
5	00170	-0,01	4,99999	0,00	0,12	0,10
6	00630	0,12	6,00012	0,05	0,12	0,10
7	00166	0,04	7,00004	0,02	0,12	0,10
8	00089	-0,04	7,99996	0,02	0,12	0,10
9	00134	0,11	9,00011	0,03	0,12	0,10
10	00418	0,12	10,00012	0,08	0,12	0,10
20	00331	0,01	20,00001	0,07	0,14	0,10

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 017, San Isidro, Lima – Perú
Telf.: (01) 640-0020 Anexo 1601
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB: www.inacal.gob.pe



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Longitud y Angulo

Certificado de Calibración LLA – 141 – 2020

Página 6 de 8

LONGITUD NOMINAL	N° DE SERIE DEL BLOQUE	CORRECCIÓN ALA LONGITUD NOMINAL	LONGITUD CENTRAL MEDIDA	VARIACION DE LONGITUD	GRADO 0	
					EN CUALQUIER PUNTO RESPECTO A LA LONGITUD NOMINAL	VARIACION DE LONGITUD
ln		(lc - ln)	(lc)	(v = lmax - lmin)	± t ₀	t ₀
(mm)		(µm)	(mm)	(µm)	(µm)	(µm)
30	00394	-0,18	29,99982	0,09	0,20	0,10
40	00781	0,06	40,00006	0,03	0,20	0,10
50	00022	0,03	50,00003	0,03	0,20	0,10
60	00976	0,13	60,00013	0,11	0,25	0,12
70	00121	0,11	70,00011	0,08	0,25	0,12
80	00817	0,82	80,00082	0,18	0,30	0,12
90	00250	0,18	90,00018	0,06	0,30	0,12
100	00257	0,10	100,00010	0,06	0,30	0,12

(**); (***)

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 017, San Isidro, Lima – Perú
Telf: (01) 640-9820 Anexo 1601
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB: www.inacal.gob.pe

Certificado de Calibración LLA – 141 – 2020

Determinación de la corrección de los bloques patrón de longitud



Incertidumbre Expandida de Medición: $\pm 0,00010562 \sqrt{L^2 + 1}$

L : Valor Nominal expresado en milímetros.

(**) La corrección a la longitud nominal para este bloque patrón de longitud es mayor a la permitida para bloques patrón de longitud Grado 0 de acuerdo a la Norma ISO 3650.

(***) La variación de longitud encontrada para este bloque patrón de longitud es mayor a la permitida para bloques patrón de longitud Grado 0 de acuerdo a la Norma ISO 3650.

Nota:

El coeficiente de dilatación térmica utilizado es $(1,0 \pm 1,0 \times 10^{-6}) / ^\circ\text{C}$ y los errores máximos permitidos, de los insertos de la Norma ISO 3650: 1996.



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Longitud y Angulo

Certificado de Calibración LLA – 141 – 2020

Página 8 de 8

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Recalibración

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPI mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metroológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad que cumple con las siguientes Normas internacionales vigentes ISO/IEC 17025; ISO 17034; ISO 27001 e ISO 37001; con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metroológico para la industria, la ciencia y el comercio brindando trazabilidad metroológicamente válida al Sistema Internacional de Unidades SI y al Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metroológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las Intercomparaciones realizadas por el SIM.

Certificado de calibración

TC - 11024 - 2024



Proforma : 03625

Fecha de emisión : 2024-05-23

Solicitante : CALIBRACIONES PERU S.A.C.

Dirección : Jr. Pasco Nro. 3312 Peru Lima-Lima-San Martín De Porres

Instrumento de medición : Termómetro de indicación digital
Intervalo de indicación : -200 °C a 1372 °C
Resolución : 0,1 °C
Marca : EZODO
Modelo : YC-321
Número de serie : 151201443
Identificación : LT001
Procedencia : TAIWAN
Elemento sensor : Termopar
Ubicación : No indica
Fecha de calibración : 2024-05-23

Lugar de calibración

Laboratorio de Test & Control S.A.C.

Método de calibración

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro termómetro patrón. Según procedimiento PC-017 "Procedimiento para la calibración de termómetros digitales. Segunda edición - Diciembre 2012. SNM - INDECOPI.

Condiciones ambientales

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,2 °C	22,2 °C
Humedad Relativa	60,0 %hr	58,1 %hr

Test & Control S.A.C. es un laboratorio de calibración y certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

Test & Control S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.



Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Test & Control S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración	QR
Patrones de Referencia de la DM-INACAL	Termómetro digital con sensor tipo S (sensor A) con incertidumbres del orden desde 1,1 °C hasta 1,2 °C	LT-179-2023 Julio 2023	
Patrones de Referencia de la DM-INACAL	Termómetro digital con sensor tipo S (sensor B) con incertidumbres del orden desde 1,1 °C hasta 1,2 °C	LT-180-2023 Julio 2023	

Resultados de medición

1. Para el sensor de la entrada: Tipo K

Marca: No indica / Modelo: No indica / Serie: No indica / Identificación: T002

Indicación del termómetro (°C)	Temperatura convencionalmente verdadera (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre (°C)
407,7	400,4	-7,3	2,3
808,6	800,7	-5,9	3,0
992,3	1000,1	7,8	3,5

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación

$$TCV = \text{Indicación del termómetro} + \text{corrección}$$

Observaciones

Las temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición corresponden con la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale - ITS-90).

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

La profundidad de inmersión del sensor fue de 30 cm aproximadamente.

El tiempo mínimo de estabilización fue al menos 10 minutos.

Incertidumbre

La incertidumbre expandida resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Fin del documento

Certificado de calibración TC-11082-2024



Proforma : 03625 Fecha de emisión : 2024-05-22
Solicitante : CALIBRACIONES PERU S.A.C. - CALPE
Dirección : JR. PASCO NRO. 3312 PERU LIMA - LIMA - SAN MARTÍN DE PORRES

Instrumento de medición : Tacómetro óptico
Marca : INSIZE
Modelo : 9221-999
N° de Serie : CAB19427
Identificación : LW001
Procedencia : No indica
Alcance de medición : 50 a 99999 RPM
Resolución : 0,1 RPM; 1 RPM
Ubicación : No indica
Fecha de calibración : 2024-05-22

Lugar de calibración
Laboratorio de TEST&CONTROL S.A.C.

Método de calibración

La calibración se realizó por comparación directa, según lineamientos del documento "CRITERIA FOR LABORATORIES ACCREDITED TO CALIBRATE TACHOMETERS, CENTRIFUGES AND MEASURE ROTATIONAL SPEED" TR 45-02 2017.

Condiciones ambientales

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,5 °C	21,5 °C
Humedad relativa	74,1 %	75,2 %

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Certificado de Calibración
TC-11082-2024

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de Calibración	QR
Patrones de Referencia DM-INACAL	Generador de Pulsos de Luz Time Electronics 5025e	LTF - C - 106 - 2023	
Patrones de Referencia JLI	Tacómetro óptico Monarch PLT200	30933	

Resultados de medición

Función medición de rotación

Patrón (RPM)	Instrumento (RPM)	Error (RPM)	Incertidumbre (RPM)
300,00	300,0	0	0,127
15000,0	15000	0	0,588
50000,0	60005	-5,1	22,543
80000,0	80081	18,0	0,50

Incertidumbre

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

*** FIN DEL DOCUMENTO ***

