

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Tesis

Evaluación del impacto del flujo vehicular en la transitabilidad de carreteras vecinales
utilizando la metodología URCI y ensayos de campo en el distrito de Abancay - Apurímac,
2023

Presentado por:

Constantino Saavedra Merino
Keitty Milagros Córdova Robles

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Abancay, Perú
2025



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**Evaluación del impacto del flujo vehicular en la transitabilidad de carreteras vecinales
utilizando la metodología URCI y ensayos de campo en el distrito de Abancay -
Apurímac, 2023**

Presentado por **Constantino Saavedra Merino y Keitty Milagros Córdova Robles**
para optar el título de Ingeniero Civil.

Sustentado y aprobado el 27 de diciembre de 2024 ante jurado evaluador:

Presidente:

Dr. Calixto Cañari Otero

Primer miembro:

Mtro. Charles Néstor Checya Alata

Segundo miembro:

Ing. Oscar Velazque Rojas

Asesor:

Mtro. Feliciano Escobedo Silva





CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD N° 241-2024

La Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, a través de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería declara que, la Tesis intitulada: **Evaluación del impacto del flujo vehicular en la transitabilidad de carreteras vecinales utilizando la metodología URCI y ensayos de campo en el distrito de Abancay - Apurímac, 2023**, presentado por los Bachs. **Constantino Saavedra Merino y Keitty Milagros Córdova Robles**, Para optar el Título de **Ingeniero Civil**; ha sido sometido a un mecanismo de evaluación y verificación de similitud, a través del Software Turnitin, siendo el índice de similitud **ACEPTABLE de (18%)** por lo que, cumple con los criterios de originalidad establecidos por la Universidad.

Abancay, 16 de diciembre del 2024


UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS
DE APURIMAC
Dr. Lintol Contreras Salas
DIRECTOR(E) DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA

C. c.
Archivo
REG. N° 888

Agradecimiento

Quiero expresar mi gratitud a todas esas personas que me apoyaron y contribuyeron en el desarrollo de esta investigación, desde mi madre que estuvo motivándome y apoyándome, a cada paso que di, a los que me ayudaron a recopilar los datos y a los que me ayudaron revisándolos y encaminándome esta investigación dedicándome su tiempo.

Pero también quiero agradecer a nuestro asesor por todo su apoyo, consejos, experiencia, tiempo y paciencia sobre todo que nos brindó. Su constante guía y fe inquebrantable en nuestras habilidades que nos motivaron a continuar, “Gracias por su apoyo en todo este viaje de la investigación de proyecto de tesis”.

Keitty

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi asesor, cuya guía y dedicación han sido fundamentales en cada etapa de esta investigación. Gracias por su paciencia, sus conocimientos compartidos y por siempre motivarme a superar mis propios límites.

A los docentes de mi carrera, quienes con su enseñanza y pasión por el conocimiento han dejado una huella imborrable en mi formación académica y personal. A cada uno de ustedes, gracias por inspirarme y por el compromiso con el que nos acompañaron en este recorrido.

A mi universidad, por brindarme el espacio y los recursos necesarios para crecer profesionalmente, y por ser un lugar de encuentro, aprendizaje y grandes experiencias que llevaré conmigo siempre.

Y a nuestras madres, por su amor incondicional, por creer en nosotros y apoyarnos sin reservas. Su esfuerzo y dedicación han sido el motor que nos impulsó a llegar hasta aquí. Este logro es también suyo.

Constantino



Dedicatoria

A mi madre, cuyo amor incondicional y fuerza han sido mi guía y mi inspiración en cada paso de este camino. Gracias por enseñarme a perseguir mis sueños con valentía y a nunca rendirme. Al universo, en toda su inmensidad y misterio, que me recuerda que siempre hay algo más por descubrir y entender, y que la búsqueda de conocimiento es una travesía tan vasta como el propio cosmos. Y a mi querido gato, mi compañero fiel y silencioso, por estar ahí en cada noche de estudio, aportando paz y alegría en los momentos de cansancio. Esta tesis es para ustedes, quienes me dieron motivos para mirar siempre hacia adelante y hacia las estrellas.

Keitty.

A Dios, por ser la luz y el sostén en cada momento de este camino. A Él, que en su infinita bondad me ha dado la fuerza para superar cada desafío y la serenidad para aprender de cada paso, dedico este logro con gratitud profunda.

A mi madre, por su amor y sacrificio incansables, por enseñarme con su ejemplo a ser resiliente y a nunca dejar de luchar por mis sueños. Gracias por ser mi apoyo constante y por creer en mí aun en los momentos en que dudé. Este esfuerzo es también tuyo, porque sin ti no habría llegado hasta aquí.

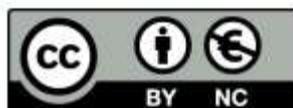
Constantino.



Evaluación del impacto del flujo vehicular en la transitabilidad de carreteras vecinales
utilizando la metodología URCI y ensayos de campo en el distrito de Abancay - Apurímac,
2023

Línea de Investigación: Ingeniería de Materiales

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
CAPÍTULO I	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.1 Descripción del problema	5
1.2 Enunciado del Problema	9
1.2.1 Problema general	9
1.2.2 Problemas específicos	10
1.3 Justificación de la investigación	10
1.3.1 Justificación Social	10
1.3.2 Justificación Económica	10
1.3.3 Justificación Técnica	11
1.3.4 Justificación Académica	11
CAPÍTULO II	12
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	12
2.1 Objetivos de la investigación	12
2.1.1 Objetivo general	12
2.1.2 Objetivos específicos	12
2.2 Hipótesis de la investigación	12
2.2.1 Hipótesis general	12
2.2.2 Hipótesis específicas	12
2.3 Operacionalización de variables	14
CAPÍTULO III	16
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	16
3.1 Antecedentes	16
3.1.1 Internacional	16
3.1.2 Nacional	17
3.2 Marco teórico	21
3.2.1 Flujo vehicular – variable independiente 1	21



3.2.2	Resistencia del suelo – variable independiente 2	27
3.2.3	Transitabilidad de carreteras vecinales – variable dependiente	29
3.2.4	Clasificación de vías	49
3.3	Marco conceptual	53
CAPÍTULO IV		56
METODOLOGÍA		56
4.1	Tipo y nivel de investigación	56
4.1.1	Tipo de investigación	56
4.1.2	Nivel de investigación	56
4.2	Diseño de la investigación	57
4.3	Descripción de la ética de la investigación	58
4.4	Población y muestra	59
4.4.1	Población	59
4.4.2	Muestra	59
4.5	Procedimiento	59
4.6	Técnica e instrumentos	61
4.6.1	Técnica	61
4.6.2	Instrumentos	61
4.7	Análisis estadístico	63
4.7.1	Pasos básicos para el análisis estadístico descriptivo	64
4.7.2	Pruebas de normalidad por cada variable	64
4.7.3	Pasos básicos para el análisis estadístico inferencial	65
CAPÍTULO V		67
RESULTADO Y DISCUSIONES		67
5.1	Análisis de resultados	67
5.1.1	Análisis de resultados de la variable dependiente: Transitabilidad de carreteras sin pavimentar	67
5.1.2	Análisis de resultados de la variable independiente 1: Flujo vehicular	84
5.1.3	Análisis de los resultados de la variable independiente 2: Resistencia del suelo CBR	97
5.1.4	Análisis estadístico descriptivo	104
5.1.5	Prueba de normalidad por cada variable	107
5.2	Contrastación de hipótesis	109
5.2.1	Contrastación de hipótesis general	110
5.2.2	Contrastación de hipótesis específicas	111
5.3	Discusión	115
CAPÍTULO VI		118
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		118



6.1	Conclusiones	118
6.2	Recomendaciones	119
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA	121
	ANEXOS	125



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 — Cuadro de operacionalización de variables	14
Tabla 2 — Clase y tipo de vehículos	23
Tabla 3 — Relación cargas entre eje equivalente y tipo de eje	24
Tabla 4 — Configuración vehicular de ejes	25
Tabla 5 — Periodos de diseño de carril para 5 y 10 años	26
Tabla 6 — Ensayos de Laboratorio	27
Tabla 7 — Número de calicatas para la exploración de suelos	28
Tabla 8 — Número de ensayos de Mr y CBR	29
Tabla 9 — Tipos de fallas según calificación de condición	32
Tabla 10 — Formato URCI	37
Tabla 11 — Métodos de mantenimiento alternativos.	44
Tabla 12 — Modalidades de ejecución de conservación	48
Tabla 13 — Categoría de la subrasante	52
Tabla 14 — Diseño de la investigación	57
Tabla 15 — Juicio de expertos	62
Tabla 16 — Interpretación del valor del α de Alfa de Cronbach	63
Tabla 17 — Interpretación del valor del α de Alfa de Cronbach	63
Tabla 18 — Interpretación del valor del coeficiente Rho de Spearman	66
Tabla 19 — Cuadro resumen de las vías estudiadas y los ensayos realizados	67
Tabla 20 — Resultado URCI por cada unidad de muestra de la vía 1 (Condebamba-Marcahuasi-Taraccasa)	69
Tabla 21 — Cuadro de resultados finales de cada muestra inspeccionada de la vía 1	70
Tabla 22 — Resultado URCI por cada unidad de muestra de la vía 2 (Marcahuasi-Asillo-Ayaorcco)	73
Tabla 23 — Cuadro de resultados finales de cada muestra inspeccionada de la vía 2	74
Tabla 24 — Resultado URCI por cada unidad de muestra de la 3 (Muyoc corral-Huayllabamba-Ccarccatera)	77
Tabla 25 — Cuadro de resultados finales de cada muestra inspeccionada de la vía 3	78
Tabla 26 — Resultado URCI por cada unidad de muestra de la 4 (Tamburco-Colcaque)	81
Tabla 27 — Cuadro de resultados finales de cada muestra inspeccionada de la vía 4	82
Tabla 28 — Resultado final de las 4 vías estudiadas	83
Tabla 29 — Cuadro resumen del tráfico vehicular durante una semana en la vía- 1	85
Tabla 30 — Cuadro resumen del tráfico vehicular durante una semana en la vía- 2	87
Tabla 31 — Cuadro resumen del tráfico vehicular durante una semana en la vía- 3	89
Tabla 32 — Cuadro resumen del tráfico vehicular durante una semana en la vía- 4	91



Tabla 33 — Cuadro resumen de las cargas de los ejes por el IMDa del tráfico vehicular en la vía 1	93
Tabla 34 — Cuadro resumen de los datos del tráfico vehicular en la vía- 1 para determinar el ESAL	94
Tabla 35 — Cuadro resumen de las cargas de los ejes por el IMDa del tráfico vehicular en la vía- 2	94
Tabla 36 — Cuadro resumen de los datos del tráfico vehicular en la vía- 2 para determinar el ESAL	95
Tabla 37 — Cuadro resumen de las cargas de los ejes por el IMDa del tráfico vehicular en la vía- 3	95
Tabla 38 — Cuadro resumen de los datos del tráfico vehicular en la vía- 3 para determinar el ESAL	96
Tabla 39 — Cuadro resumen de las cargas de los ejes por el IMDa del tráfico vehicular en la vía- 4	96
Tabla 40 — Cuadro resumen de los datos del tráfico vehicular en la vía- 4 para determinar el ESAL	97
Tabla 41 — Cuadro resumen de calicatas realizadas por vía.	97
Tabla 42 — Cuadro resumen de la clasificación del suelo según el SUCS de las vías 1, 2, 3 y 4.	98
Tabla 43 — Cuadro resumen del CBR estudiado de suelo realizado de la vía 1.	100
Tabla 44 — Cuadro resumen del CBR estudiado de suelo realizado de la vía 2.	101
Tabla 45 — Cuadro resumen del CBR estudiado de suelo realizado de la vía 3.	102
Tabla 46 — Cuadro resumen del CBR estudiado de suelo realizado de la vía 4.	102
Tabla 47 —Medidas estadísticas de la variable dependiente-transitabilidad.	104
Tabla 48 —Medidas estadísticas de la variable independiente-flujo vehicular (IMDA).	105
Tabla 49 —Medidas estadísticas de la variable independiente-flujo vehicular (ESAL).	106
Tabla 50 —Medidas estadísticas de la variable independiente-resistencia del suelo (CBR).	107
Tabla 51 — Prueba de normalidad del Índice de condición de carreteras sin pavimentar.	108
Tabla 52 — Prueba de normalidad del Índice Medio Diario Anual y Ejes Equivalentes.	108
Tabla 53 — Prueba de normalidad de California Bearing Ratio (CBR).	109
Tabla 54 —Análisis de varianza del impacto del flujo vehicular y la resistencia del suelo en la transitabilidad medido mediante la metodología URCI.	110
Tabla 55 —Coeficientes del impacto del flujo vehicular y la resistencia del suelo en la transitabilidad medido mediante la metodología URCI.	110
Tabla 56 —Resumen del modelo del impacto del flujo vehicular y la resistencia del suelo en la transitabilidad medido mediante la metodología URCI.	111
Tabla 57 — Correlación entre flujo vehicular (IMDA) y la transitabilidad de las carreteras vecinales.	112
Figura 58 — Correlación entre flujo vehicular (IMDA) y la transitabilidad de las carreteras vecinales.	112
Tabla 59 — Correlación entre flujo vehicular (ESAL) y la transitabilidad de las carreteras vecinales.	113
Figura 60 — Correlación entre flujo vehicular (ESAL) y la transitabilidad de las carreteras vecinales.	113



Tabla 61 — Correlación entre la resistencia del suelo la transitabilidad de las carreteras vecinales.	114
Figura 62 — Correlación entre la resistencia del suelo la transitabilidad de las carreteras vecinales.	114
Tabla 63 — Matriz de consistencia	126
Tabla 64 — Ficha de validación de un estadístico	137
Tabla 65 — Ficha de validación de un metodólogo	138
Tabla 66 — Ficha de validación de un experto en ingeniería civil	139
Tabla 67 — Ficha de validación de un ingeniero civil especialista en gestión pública	140
Tabla 68 — Ficha de validación de un ingeniero civil especialista en recursos hídricos	141
Tabla 69 — Resumen de juicio de expertos	142
Tabla 70 — Interpretación del valor del α de Alfa de Cronbach	143
Tabla 71 — Interpretación del valor del α de Alfa de Cronbach	143
Tabla 72 — Certificados de calibracion de equipos	151
Tabla 73 — Resultado de los ensayos de laboratorios (Granulometría)	156
Tabla 74 — Resultado de los ensayos de laboratorios (Contenido de humedad del suelo)	157
Tabla 75 — Resultado de los ensayos de laboratorios (Límite líquido y plástico)	158
Tabla 76 — Resultado de los ensayos de laboratorios (Contenido de humedad)	159
Tabla 77 — Resultado de los ensayos de laboratorios (CBR)	160



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 — Evolución de la Red vial del SINAC, 2018 - 2022	7
Figura 2 — Causas de siniestro de tránsito, primer siniestro 2023	8
Figura 3 — Nivel de severidad para sección transversal inadecuada.	30
Figura 4 — Nivel de severidad para sección transversal inadecuada.	31
Figura 5 — Nivel de severidad para sección transversal inadecuada.	33
Figura 6 — Nivel de severidad drenaje inadecuado en el borde de carretera.	33
Figura 7 — Nivel de severidad de corrugaciones o encalaminados.	34
Figura 8 — Nivel de severidad para polvo.	34
Figura 9 — Nivel de severidad para baches.	35
Figura 10 — Nivel de severidad para Ahuellamiento.	35
Figura 11 — Nivel de severidad para Agregado suelto.	36
Figura 12 — Ábacos para el cálculo de valores de deducción de sección transversal inadecuada.	38
Figura 13 — Ábacos para el cálculo de valores de deducción de drenaje inadecuado en el borde de carretera.	39
Figura 14 — Ábacos para el cálculo de valores de deducción de corrugaciones o encalaminados.	39
Figura 15 — Ábacos para el cálculo de valores de deducción de Polvo.	40
Figura 16 — Ábacos para el cálculo de valores de deducción de baches.	40
Figura 17 — Ábacos para el cálculo de valores de deducción de Ahuellamiento, Surco.	41
Figura 18 — Ábacos para el cálculo de valores de deducción de agregado suelto.	41
Figura 19 — Ábacos para el cálculo de valores de deducción total para el cálculo del URCI.	42
Figura 20 — Gráfico de prioridad de mantenimiento (URCI-IMD).	43
Figura 21 — Ciclo de deterioro de las carreteras.	46
Figura 22 — Ciclo deseable de la conservación vial	46
Figura 23 — Ciclo fatal de los caminos	47
Figura 24 — Sección transversal de una carretera no pavimentada.	51
Figura 25 — Diseño de investigación no experimental transversal correlacional-causal.	57
Figura 26 — Flujograma de procedimiento de ejecución.	60
Figura 27 — Ubicación de la ruta de estudio de la vía 1 (Condebamba-Marchahuasi-Taraccasa)	68
Figura 28 — Índice de condición por secciones de la vía 1 (Condebamba-Marchahuasi-Taraccasa)	69
Figura 29 — Estados predominantes de condición de la vía 1 (Condebamba-Marchahuasi-Taraccasa)	71
Figura 30 — Clasificación URCI de la vía 1 (Condebamba-Marchahuasi-Taraccasa)	71
Figura 31 — Ubicación de la ruta de estudio de la vía 2 (Marchahuasi-Asillo-Ayaorcco)	72
Figura 32 — Índice de condición por secciones de la vía 2 (Marchahuasi-Asillo-Ayaorcco)	73



Figura 33 — Estados predominantes de condición de la vía 2 (Marcahuasi-Asillo- Ayaorcco)	75
Figura 34 — Clasificación URCI de la vía 2 (Marcahuasi-Asillo-Ayaorcco)	75
Figura 35 — Ubicación de la ruta de estudio de la vía 3 (Muyoc Corral-Huayllabamba-Ccarccatera)	76
Figura 36 — Índice de condición por secciones de la vía 3 (Muyoc corral-Huayllabamba-Ccarccatera)	77
Figura 37 — Estados predominantes de condición de la vía 3 (Muyoc corral-Huayllabamba-Ccarccatera)	79
Figura 38 — Clasificación URCI de la vía 3 (Muyoc Corral-Huayllabamba-Ccarccatera)	79
Figura 39 — Ubicación de la ruta de estudio de la vía 4 (Tamburco-Colcaque)	80
Figura 40 — Índice de condición por secciones de la vía 4 (Tamburco-Colcaque)	81
Figura 41 — Estados predominantes de condición de la vía 4 (Tamburco-Colcaque)	82
Figura 42 — Clasificación URCI de la vía 4 (Tamburco-Colcaque)	83
Figura 43 — Resultado final del índice de condición de carreteras sin pavimentar las 4 vías estudiadas	84
Figura 44 — Resumen de la variación diaria de vehículos que circulan por la vía 1	85
Figura 45 — Clasificación del tráfico vehicular e IMD de la vía 1	86
Figura 46 — Composición del tráfico vehicular de la vía 1	86
Figura 47 — Resumen de la variación diaria de vehículos por la vía 2	87
Figura 48 — Clasificación del tráfico vehicular e IMD de la vía 2	88
Figura 49 — Composición del tráfico vehicular de la vía 2	88
Figura 50 — Resumen de la variación diaria de vehículos que circulan por la vía 3	89
Figura 51 — Clasificación del tráfico vehicular e IMD de la vía 3	90
Figura 52 — Composición del tráfico vehicular de la vía 3	90
Figura 53 — Resumen de la variación diaria de vehículos que circulan por la vía 4	91
Figura 54 — Clasificación del tráfico vehicular e IMD de la vía 4	92
Figura 55 — Composición del tráfico vehicular de la vía 4	92
Figura 56 — Gráfico del CBR de la vía 1	100
Figura 57 — Gráfico del CBR de la vía 2	101
Figura 58 — Gráfico del CBR de la vía 3	102
Figura 59 — Gráfico del CBR de la vía 4	103
Figura 60 — Gráfico resumen del CBR de las vías	103
Figura 61 — Ficha de inspeccion vía 1 (AP-644) con la metodología URCI.	128
Figura 62 — Ficha de inspeccion vía 2 (AP-646) con la metodología URCI.	129
Figura 63 — Ficha de inspeccion vía 3 (AP-103) con la metodología URCI	130
Figura 62 — Ficha de inspeccion vía 4 (AP-645) con la metodología URCI	131
Figura 65 — formato de conteo vehicular.	132
Figura 66 — Ficha de inspeccion vía 1 AP-644 conteo vehicular (MTC) entrada y salida	133
Figura 67 — Ficha de inspeccion vía 2 AP-646 conteo vehicular (MTC) entrada y salida	134
Figura 68 — Ficha de inspeccion vía 3 AP-103 conteo vehicular (MTC) entrada y salida	135
Figura 69 — Ficha de inspeccion vía 4 AP-645 conteo vehicular (MTC) entrada y salida	136



Figura 70 — Excavacion de calicatas de la vía 1 para sacar muestras	144
Figura 71 — Verificacióón de muestras obtenidas de las calicastas realizadas en las 3 vías	144
Figura 72 — Resultados del analisis granulometrico de las 5 muestras de la vía 3	145
Figura 73 — Resultados del ensayo de proctor modificado de la vía 1	145
Figura 74 — Resultados del ensayo de proctor modificado de todas las vía	146
Figura 75 — Colocacion de la camara de seguridad en la vía 1	146
Figura 76 — Colocacion de la camara de seguridad en la vía 2	147
Figura 77 — Gráfico de contenido de humedad de la vía 3	147
Figura 78 — Procesando y analizando los datos para el determinar el flujo vehicular de las tres vías	148
Figura 79 — Toma de datos de la vía 1 para evaluarlas con la metodologia URCI.	148
Figura 80 — Medicion de fallas de ahurllamientos para el analisis con la metodologia URCI	149
Figura 81 — Medicion de fallas de drenaje lateral inadecuado para el analisis con la metodologia URCI	149
Figura 82 — Medicion de fallas de baches para el analisis con la metodologia URCI	150
Figura 83 — Medicion de fallas de agregado suelto para el analisis con la metodologia URCI	150
Figura 84 — Declaratoria de originalidad de autor 1	163
Figura 85 — Declaratoria de originalidad de autor 2	164



SIGLAS Y ACRÓNIMOS

URCI – Índice de Condición de Carreteras Sin Pavimentar

EE – Ejes Equivalentes

MTC – Ministerio de Transportes y Comunicaciones

ASTM – American Society for Testing and Materials

AASHTO – American Association of State Highway and Transportation Officials

IVP – Instituto Provincial Vial

CBR – Relación de rodamiento de California

ESAL – Carga equivalente por eje único

IMDA – Índice Medio Diario Anual

AP – Apurímac

URMM – Unsurfaced Road Maintenance Management



INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, en nuestra localidad de Abancay, se observa como la transitabilidad de las vías rurales no pavimentadas que conforman cerca del 13%, no brindan una adecuada serviciabilidad, ni seguridad al hacer uso de ellas, en estas vías podemos percibir visualmente fallas como una inadecuada sección transversal de la capa de rodadura que afecta al correcto escurrimiento del agua sobre la vía, así mismo los drenajes laterales en muchos casos no escurren adecuadamente el agua, así como también estas presentan baches, encalaminados, ahuellamientos, agregado suelto y el polvo que genera malestar en los usuarios de las vías. Estas fallas en la capa de rodadura de este tipo de vías evidencian un bajo nivel de servicio lo cual hace que la transitabilidad a través de ellas sea defectuosa, evidenciando la ineffectividad de su mantenimiento.

La calidad del servicio que prestan estas vías es imprescindible ya que conectan, centros poblados, centros educativos, centros de salud, negocios y también son canales de desarrollo para sus usuarios. Al evidenciar agregado suelto a lo largo de la vía, el polvo tan denso, los drenajes obstruidos y las cárcavas por todo el centro de las vías, se ha identificado al flujo vehicular, la resistencia del suelo y a la falta de mantenimiento como las causas principales en su deterioro. Es por ello que surge la necesidad de estudiar estas carreteras y ver cuáles son las causas o factores más perjudiciales para su deterioro prematuro.

El objetivo de esta investigación es analizar el impacto que causa el flujo vehicular a la transitabilidad determinada mediante la metodología URCI que nos indicara cual es el índice de condición de la carretera y como es el que la resistencia estructural de la sub rasante influye en el deterioro de las carreteras vecinales del distrito de Abancay. La metodología utilizada es por su propósito de tipo aplicada, por su naturaleza es cuantitativa, el nivel de la investigación es correlacional-explicativo, no experimental transversal. Basándose en las teorías de índice de condición de las carreteras sin pavimentar (URCI), estudio del flujo vehicular (IMDA, ESAL), carreteras vecinales, ensayos de laboratorios según manuales del MTC. Esta investigación busca evaluar la transitabilidad y como esta es afectada por el flujo vehicular y la resistencia estructural del suelo, para proponer alternativas que mejoren la transitabilidad de la vía.

La investigación que se ha llevado a cabo está compuesta por cinco capítulos que se describen a continuación:



En el primer capítulo se centra en la presentación del problema general y de los problemas específicos que se abordarán en la investigación, seguido de la exposición de los objetivos de la investigación. Asimismo, se describe la justificación y la delimitación del proyecto.

El segundo capítulo. Veremos sobre los objetivos de la investigación los generales y específicos, también se hará énfasis en las hipótesis de la investigación tanto generales como específicas, y por último se realizará la operacionalización de variables.

En el tercer capítulo se explica el marco teórico de la investigación, en donde se citan trabajos de investigación nacionales e internacionales, se detallan las teorías más importantes a discutir en la investigación y se desarrolla el marco conceptual.

En el cuarto capítulo se describe la metodología utilizada en la investigación, incluyendo el tipo y nivel de investigación, la población y muestra, el procesamiento de la investigación, las técnicas e instrumentos utilizados y el estadístico de investigación.

En el quinto capítulo se verá detalladamente los resultados y discusiones de la investigación, también se realiza la contrastación de hipótesis.

Por último, en el sexto capítulo veremos las conclusiones y recomendaciones del proyecto de investigación; y por su puesto también las referencias bibliográficas y anexos.

La investigación utiliza bibliografía confiable para respaldar los argumentos y conceptos presentados en el marco teórico y en el desarrollo de la investigación en general. Se citan trabajos de investigación nacionales e internacionales, y se utiliza una variedad de fuentes académicas y especializadas para asegurar la validez y la fiabilidad de la información presentada en la investigación.



RESUMEN

En la presente investigación, trata sobre factores que impactan en la transitabilidad de carreteras sin pavimentar determinada por la metodología URCI, el objetivo es determinar la relación e impacto existente entre sus variables. La metodología de investigación utilizada por su propósito es de tipo aplicada, por su naturaleza es cuantitativa, el nivel de la investigación es correlacional-explicativo, con un diseño no experimental–transversal. La población está conformada por los caminos vecinales, la muestra tomada se realizó por criterio, estas son AP-644, AP-646, AP-103 y AP-645, la técnica de recolección de datos fue por observación, haciendo uso de los formatos de los manuales. Los resultados de la transitabilidad determinada para cada vía aplicando la metodología URCI es AP-644 (FAIR, URCI: 53.7), AP-646 (FAIR, URCI: 49.76), AP-103 (FAIR, URCI: 44.31) y AP-645(FAIR, URCI: 44.42), los resultados del flujo vehicular que se obtuvieron fueron AP-644 (IMDA: 281; ESAL: 35,331.660 EE), AP-646 (IMDA: 147; ESAL: 10,169.742 EE), AP-103 (IMDA: 279; ESAL:25,321.038 EE) y AP-645(IMDA: 394; ESAL: 83,731.588 EE), de acuerdo a las pruebas estadísticas de la regresión, el 88.7% de la variación de la transitabilidad es explicada por las variables independientes (IMDA, ESAL, CBR). Se concluye que los factores como el flujo vehicular, resistencia estructural del suelo, tiempo de mantenimiento, si tienen influencia en el estado de la transitabilidad.

Palabras clave: flujo vehicular, transitabilidad, URCI, resistencia del suelo



ABSTRACT

The study entitled "Evaluation of the impact of vehicular flow on the transitability of local roads using the URCI methodology and field tests in the district of Abancay, Abancay, Apurímac-2023", deals with factors that have an impact on the deterioration of local roads that affect their transitability, with the aim of determining the relationship that exists between its variables and how the application of the URCI methodology is more reliable for determining this. The methodology used for its purpose is of an applied type, by its nature it is quantitative, the level of the research is correlational-explanatory, with a non-experimental - cross-sectional design. The population is made up of local roads and the sample was taken by criterion, which is supported by (Arias and Cangalaya 2023), which are roads AP-644, AP-646, AP-103 and AP-645, the technique used for data collection was observation, making use of the different formats provided in the manuals used. The results reveal that the trafficability determined for each road applying the URCI methodology is AP-644 (FAIR classification, URCI of 53.7), AP-646 (POOR classification, URCI of 36.75), AP-103 (VERY GOOD classification, URCI of 84.94) and AP-645 (FAIR classification, URCI of 53.00), the results of the vehicular flow that were obtained were AP-644 (IMDA of 281; ESAL of 35331.66 EE), AP-646 (IMDA of 145; ESAL of 158.015 EE), AP-103 (IMDA of 279; ESAL of 25321.038 EE) and AP-645 (IMDA of 394; ESAL of 8373.588 EE), according to the statistical tests of the regression multiple linear, 88.7% of the variation in trafficability can be explained by the independent variables (IMDA, ESAL, CBR) of local roads in the Abancay-Apurímac district. It is concluded that factors such as vehicle flow, structural resistance of the soil, maintenance time, do have an influence on the state of trafficability.

Keywords: *traffic flow, passability, URCI, soil resistance*



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

La transitabilidad en vías no pavimentadas suelen enfrentar muchas dificultades para poder lograr una condición de servicio óptima y segura, estas carreteras al no tener una superficie pavimentada presentan mayor vulnerabilidad al desgaste por la evolución del tránsito y a las condiciones climáticas al que se encuentran expuestos. Su situación se agrava ya que la falta de mantenimiento empeora la movilidad, a la vez ralentiza la economía local y desmejora la calidad de vida de sus usuarios.

A nivel mundial los caminos vecinales enfrentan serios desafíos de transitabilidad, lo cual complica la calidad de vida de millones de personas que hacen uso de estas. Estos caminos que conectan a comunidades rurales con centros urbanos y servicios esenciales, a menudo se encuentran en mal estado. A medida que crece la población, existe un incremento significativo en el flujo vehicular acelerando su deterioro, lo cual repercute en el costo del mantenimiento y reparación de estas vías.

En la India aproximadamente el 71.4% de las carreteras en zonas rurales aún se encuentran sin pavimentar y estas enfrentan problemas en su transitabilidad especialmente en épocas de lluvia haciendo algunas rutas intransitables, debido a la falta de drenaje adecuado, a la erosión y deterioro rápido del suelo, además del mantenimiento inconsistente e insuficiente que afecta la seguridad vial, ralentizando e impactando negativamente el tránsito y transporte (PBI DELHI, 2022).

Según FHWA; SDLTAP (2015), en el manual Guía de construcción y mantenimiento de caminos de grava, La Oficina de Estadísticas del Departamento de Transporte de los EE. UU. informa que 1,42 millones de millas de caminos, o el 35 % de todos los caminos en los Estados Unidos, permanecen sin pavimentar en 2012, sin embargo, las limitaciones presupuestarias están provocando que algunas agencias conviertan las superficies pavimentadas defectuosas en superficies de grava. En consecuencia, es muy importante comprender el diseño, la construcción y el mantenimiento de los caminos de grava.

Según SOARES et al. (2020) en Brasil está conformada por 1.563.00 kilómetros de carreteras de los cuales 1.350.100 km que representa al 78.5% del total, se encuentran sin



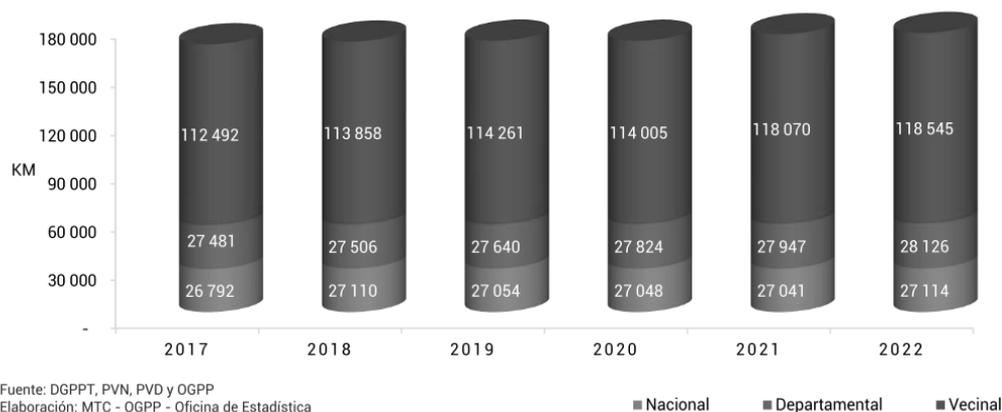
pavimentar, este elevado porcentaje afecta especialmente a las áreas rurales, que la red vial aún se encuentra conformada por caminos vecinales no pavimentados y que en muchos de estos caminos el estado es inadecuado para la transitabilidad, para poder analizar el área de estudio en su investigación que se hizo uso de la metodología Unsurfaced Road Condition Index (URCI) para medir el estado de transitabilidad, obteniendo un resultado al final de 59.2 (GOOD).

RODRÍGUEZ (2011) en su tesis de maestría para la obtención del grado Académico de Magister en Vías Terrestres menciona que el problema con las carreteras es que, aunque inicialmente se construyen adecuadamente, rápidamente se deterioran, afectando negativamente la conectividad. Esto se debe a fallas en el diseño, construcción, mantenimiento y control del tráfico. Como resultado, muchas carreteras están en condiciones mucho peores de lo esperado. Este ciclo vicioso implica que las vías se construyen o rehabilitan, luego se abandonan sin mantenimiento, se deterioran y finalmente requieren una reconstrucción costosa, todo antes de cumplir su vida útil planificada. Este problema podría evitarse con un mantenimiento adecuado y oportuno.

En el Perú según la OFICINA DE ESTADÍSTICA DEL MTC (2022, p. 30), la red de carreteras del SINAC cuenta ahora con 12.919 rutas en total, incluidas 159 rutas nacionales, 454 rutas regionales y 12.036 carreteras locales, a partir de 2022. La longitud total del SINAC es de 180.385,8 km, de los cuales el 3,7% corresponde a la red de carreteras propuesta y el 96,3% a la red de carreteras actual. Las carreteras asfaltadas representan el 17,9% de la red de carreteras actual, mientras que las carreteras sin asfaltar representan el 82,1%. La jerarquía de la red vial actual sitúa la red viaria nacional en el 15,6%, la red vial departamental en el 16,1% y la red vial vecinal en el 68,2%.

Según el SINAC para el 2022, en Apurímac aproximadamente el 85% de las carreteras se encuentran no pavimentadas, siendo de esta el 28% afirmada, 27% sin afirmar y el 30% trocha.





NOTA

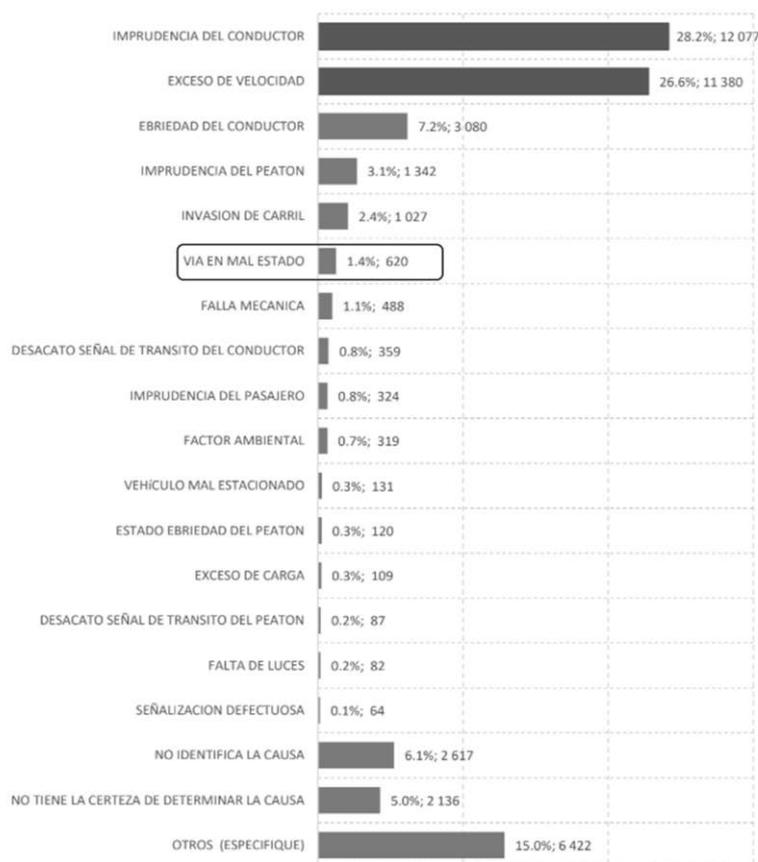
En la figura se muestra en un gráfico la evolución de la cantidad de kilómetros pertenecientes a vías vecinales, departamentales y nacionales entre los años 2017 al 2022.

FUENTE: OFICINA DE ESTADÍSTICA DEL MTC 2022, p. 31

Figura 1 — Evolución de la Red vial del SINAC, 2018 - 2022

La Dirección de Seguridad Vial puso a disposición de los organismos responsables de la gestión de la seguridad vial en 2023 el Boletín Estadístico de Incidentes Viales, que contiene datos sobre los incidentes ocurridos en nuestra nación, y si bien es cierto los indicadores más altos son como la imprudencia del conductor representando un 28.2%, también aparece el indicador del mal estado de las vías en nuestro país representando un 1.4%, y el indicador de señalización defectuosa representando el 0.1% y que en total causaron 1376 accidentes de tránsito, eso nos quiere decir que las carreteras sigue estando desatendidas las vías en nuestro país.





NOTA

En la figura se muestra en porcentaje las causas de siniestros de tránsito al primer semestre del 2023, en lo cual se remarca el porcentaje de siniestros que causan las vías en mal estado.

FUENTE: DIRECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL 2023, p. 14

Figura 2 — Causas de siniestro de tránsito, primer siniestro 2023

Un gran número de automóviles utilizan las vías locales del distrito de Abancay, provincia de Abancay, departamento de Apurímac. Sin embargo, una serie de problemas de transitabilidad en estas vías comprometen la seguridad de los usuarios y la calidad del servicio. En este sentido, la evaluación de cómo el tráfico afecta a la transitabilidad de estas vías locales es esencial para determinar las causas fundamentales de los problemas actuales y sugerir soluciones para elevar el nivel de los servicios de transporte y la seguridad de los usuarios. Para ello, se evaluará el índice de estado de la carretera y la transitabilidad mediante la técnica URCI. También se evaluará la resistencia del suelo y se determinará el IMDA y ESAL calculando la cantidad de tráfico de vehículos.

La mayoría de las carreteras de nuestra zona presentan defectos físicos que las hacen inseguras para la conducción y ponen en peligro a sus usuarios, como secciones transversales inadecuadas, drenaje deficiente de los márgenes, asfalto, polvo, baches, roderas y áridos sueltos. Estos defectos, que aceleran el deterioro de la infraestructura



viaria, reducen su eficacia de transporte y elevan los costes de mantenimiento, suelen deberse a la resistencia estructural del suelo y al flujo de vehículos.

Este estudio se realizó en cuatro vías del distrito de Abancay, la AP-644 (Condebamba-Marcahuasi-Taraccasa), AP-646 (Marcahuasi-Asillo-Marcahuasi), AP-103 (Muyoc Ccorral- Huayllabamba- Ccarccatera), AP- 645 (Tamburco-Colcaque), las cuales presentan un estado de transitabilidad deficiente exponiendo a los usuarios a sufrir afecciones de salud, agricultura, educación, calidad en el servicio de transporte y los negocios de las zonas.

Las causas de la transitabilidad inadecuada o ineficiente en las vías se deben a un incremento de flujo vehicular o cambio de tipo de vehículo que transita por las zonas ejerciendo más peso sobre estas carreteras, que al ser afirmadas están expuestas a un mayor desgaste, también por la presencia de suelos con baja resistencia estructural que muchas veces no son consideradas al momento de realizar el mantenimiento haciendo que este no dure y sufra un deterioro prematuro; también es causa de un mantenimiento atemporal de estas vías ya que muchas veces quedan en el olvido deteriorándose hasta que estas carreteras no puedan ser más mantenidas y necesiten ser reconstruidas.

Estas consecuencias de una mala transitabilidad generan en la población una ralentización del transporte en la zonas estudiadas haciendo que la velocidad de viaje sea menor y a la vez causando más impacto sobre la vía, en caso de que la velocidad de viaje sea normal o superior a lo establecido los conductores estarían expuestos a accidentes de tránsito debido a los baches, ahuellamientos, sección transversal inadecuada y más fallas que presentan estas, los problemas de salud y la agricultura no se quedan atrás debido a la presencia del polvo generando malestar en los usuarios, todos estos problemas si no son atendidos a tiempo a la larga genera más gastos económicos tanto al estado en realizar sus reparaciones como a los usuarios al aumentar los costos de transporte, los costos de reparación de sus vehículos, el costo en la pérdida de sus cultivos, etc.

Este estudio contribuye a elevar el nivel de vida de la población de Abancay facilitando los accesos de servicios básicos y el comercio y a su vez optimizando los gastos en la reparación de la infraestructura vial al gobierno.

1.2 Enunciado del Problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es el impacto del flujo vehicular y la resistencia del suelo en la transitabilidad evaluadas mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales del distrito de Abancay-Apurímac, 2023?



1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es el impacto del índice medio diario anual en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales en el distrito de Abancay-Apurímac, 2023?
- ¿Cómo impacta la carga equivalente de un solo eje en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales en el distrito de Abancay-Apurímac, 2023?
- ¿De qué manera impacta el CBR en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales en el distrito de Abancay-Apurímac, 2023?

1.3 Justificación de la investigación

La evaluación del impacto del flujo vehicular en la transitabilidad de carreteras vecinales es un tema importante y relevante en el ámbito del transporte y la infraestructura vial, se justifica en varios niveles: social, económico, técnico y académico, considerando la importancia del transporte y la infraestructura vial en el desarrollo local y regional.

1.3.1 Justificación Social

Las carreteras sin asfaltar son esenciales para la comunicación y el acceso a servicios en las comunidades rurales peruanas, como el distrito de Abancay. Sin embargo, el flujo de tráfico y el estado del firme influyen en la transitabilidad de estas vías, lo que disminuye la calidad de vida de quienes las utilizan. Con el fin de mejorar la infraestructura vial y, por lo tanto, la accesibilidad de las comunidades a servicios como el comercio, la salud y la educación, este estudio pretende ofrecer un examen exhaustivo de los elementos que influyen en la transitabilidad. En consecuencia, el mejoramiento de la infraestructura vial puede contribuir al crecimiento socioeconómico de la región al reducir la desigualdad y aumentar el bienestar social.

1.3.2 Justificación Económica

El desarrollo económico de cualquier región depende de la construcción de una infraestructura de transporte adecuada. Una deficiente transitabilidad de las carreteras locales puede acarrear elevados costes de transporte, tanto de personas como de mercancías, lo que puede repercutir en la productividad de las empresas locales y en la competitividad de sus productos en el mercado. Se prevé que la información recopilada en este estudio ayude a los responsables políticos a crear planes para hacer las carreteras más transitables. Esto reducirá los costes de



explotación y aumentará la eficiencia del transporte, lo que beneficiará a los productores y consumidores de la región.

1.3.3 Justificación Técnica

Desde un punto de vista técnico, esta investigación propone un análisis riguroso utilizando metodologías como el URCI para medir la transitabilidad, el CBR para evaluar la resistencia estructural del suelo, y el análisis del flujo vehicular para entender su impacto en las condiciones de las carreteras. La aplicación de estos métodos permitirá establecer relaciones claras entre las variables estudiadas y la transitabilidad, proporcionando datos empíricos que pueden ser utilizados por ingenieros y planificadores para la formulación de proyectos de infraestructura vial más eficientes y sostenibles. La investigación busca, además, sentar las bases para futuras investigaciones en el área de la ingeniería civil, contribuyendo al cuerpo de conocimiento existente sobre el diseño y mantenimiento de carreteras sin pavimentar.

1.3.4 Justificación Académica

Desde una perspectiva académica, el estudio de la relación entre el flujo vehicular, la resistencia estructural del suelo y la transitabilidad de carreteras sin pavimentar es un tema relevante en la ingeniería civil, que merece un análisis profundo y actualizado. Esta investigación no solo aportará nuevos datos y conclusiones al campo, sino que también servirá como base para futuros estudios en áreas relacionadas, como el desarrollo sostenible de infraestructuras y la planificación del transporte. Además, el enfoque metodológico y los resultados obtenidos podrán ser utilizados como referencia en la enseñanza de cursos relacionados con la ingeniería de transporte, la mecánica de suelos y la planificación urbana.

En síntesis, la investigación " Evaluación del impacto del flujo vehicular en la transitabilidad de carreteras vecinales utilizando la metodología URCI y ensayos de campo en el distrito de Abancay - Apurímac, 2023" se justifica por su potencial para impactar positivamente en la sociedad, la economía, el ámbito técnico y el conocimiento académico. La generación de información valiosa y el desarrollo de recomendaciones prácticas contribuirán al mejoramiento de la infraestructura vial en la región, promoviendo un desarrollo integral y sostenible para las comunidades locales.



CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos de la investigación

2.1.1 Objetivo general

Evaluar el impacto del flujo vehicular y la resistencia del suelo en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales del distrito de Abancay-Apurímac, 2023

2.1.2 Objetivos específicos

- Analizar el impacto del índice medio diario anual en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales en el distrito de Abancay-Apurímac, 2023
- Analizar el impacto de la carga equivalente de un solo eje en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales en el distrito de Abancay-Apurímac, 2023
- Determinar de qué manera impacta el CBR en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales en el distrito de Abancay-Apurímac, 2023

2.2 Hipótesis de la investigación

2.2.1 Hipótesis general

El flujo vehicular y la resistencia del suelo impactan en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales del distrito de Abancay-Apurímac, 2023.

2.2.2 Hipótesis específicas

- El índice medio diario anual impacta en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales en el distrito de Abancay-Apurímac, 2023



- La carga equivalente de un solo eje impacta en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales en el distrito de Abancay-Apurímac, 2023
- El CBR impacta en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales en el distrito de Abancay-Apurímac, 2023



2.3 Operacionalización de variables

Tabla 1 — Cuadro de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Flujo vehicular	Número de vehículos que circulan por una carretera en un periodo dado, lo que indica la intensidad del tráfico.(MTC 2016a)	La demanda que produce el tráfico es un aspecto necesario conocer para poder diseñar y planificar el mantenimiento con éxito, y según el SGC se debe tener conocimiento del IMDA, ESAL, y la tasa de crecimiento de los vehículos (MTC 2016a)	Índice Medio Diario Anual (IMDA) Carga Equivalente de un Eje Simple (ESAL)	Número de vehículos por día Clasificación vehicular Carga equivalente de un solo eje	Veh. /día nominal EE
Resistencia del suelo	Medida empleada para determinar la capacidad de carga del suelo y su idoneidad para soportar el tránsito vehicular.(MTC 2016b)	Se determinará analizando muestras de suelo en un laboratorio., el cual esta referido al 95% de la máxima densidad seca (MTC 2016b)	CBR (California Bearing Ratio)	Porcentaje de resistencia del suelo Relación entre el contenido de agua y peso unitario seco	% %; gr/cm ³

<p>Transitabilidad de carreteras sin pavimentar</p>	<p>Grado de servicio y utilidad de la carretera para el transporte se refleja en lo fácil o difícil que es para los coches circular por ella.(MTC 2016a)</p>	<p>Se evaluará utilizando la metodología del Índice de Condición de Carreteras Sin Pavimentar (URCI), el cual tiene indicadores de tipos de fallas, la severidad y los tipos de intervenciones (DEPARTMENT OF THE ARMY, 1995)</p>	<p>Índice de condición de carreteras sin pavimentar (URCI)</p>	<p>Tipo de fallas y Nivel de severidad</p>	<p>Escala Nominal</p>
---	--	---	--	--	-----------------------



CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

3.1.1 Internacional

- a) SOARES et al. (2020) en su artículo el objetivo fue evaluar la situación de las vías sin pavimento en Santa María da Boa Vista, Pernambuco, Brasil, en el cual utilizo el método URCI (Índice de Condición de Carreteras No Pavimentadas), el cual está basado en la guía técnica del Departamento del Ejército de EE. UU DEPARTMENT OF THE ARMY (1995), que proporciona una jerarquización del estado de una carretera en función a los desperfectos que se presentan en la superficie de las carreteras como el drenaje inadecuado, baches, corrugaciones, y más. Los resultados de la investigación muestran que, a pesar de los defectos estructurales y de mantenimiento, en particular a nivel del drenaje, que perjudican la transitabilidad durante las estaciones húmedas, la carretera objeto de estudio tiene una calificación BUENA y un URCI de 59,2. En resumen, el enfoque URCI para la dirección del mantenimiento de carreteras sin pavimentar es eficaz y sencillo de utilizar.
- b) DAVIS y BERKELEY (2017) cuyo objetivo fue analizar las circunstancias que afectan el rendimiento de los caminos sin pavimentar, en cual resalta que su durabilidad y rendimiento se encuentran fuertemente vinculados a los tipos de materiales, la técnica que utilizan en su construcción y mantenimiento usado que a diferencia de los materiales usados en carreteras pavimentadas, los agregados en caminos sin pavimentar están directamente expuestos tanto al tráfico como al clima, lo que exige criterios específicos de selección.

Destaca la importancia de utilizar materiales de ensayo como la relación de soporte de California (CBR), los límites de Atterberg y la prueba de nivelación porque estas medidas determinan aspectos importantes de la carretera sin pavimentar, como la cantidad de polvo producido, la estabilidad en condiciones húmedas y la resistencia a la erosión y al desgaste por el tráfico. Además, sugiere un método diferente para interpretar los datos de laboratorio fusionando las



pruebas de plasticidad con el análisis de clasificación para mejorar las previsiones sobre el funcionamiento de los materiales en distintas condiciones.

3.1.2 Nacional

- a) PAYANO (2023) su objetivo fue determinar el grado actual de transitabilidad de las carreteras CU-119, tramo CU-117 y CU-138 en las provincias de Paruro y Chumbivilcas del departamento de Cusco, mediante una evaluación exhaustiva del estado de las infraestructuras viarias y del flujo de tráfico en la región.

La investigación es de tipo aplicada, con un nivel descriptivo-explicativo, que tiene un diseño no experimental transversal. La metodología empleada incluyó una evaluación exhaustiva de la vía, utilizando conteos vehiculares para determinar el Índice Medio Diario Anual (IMDA) y un análisis del flujo vehicular por tipo y composición. Además, se realizaron mediciones de las condiciones de la vía y un análisis del nivel de servicio y capacidad con el método HCM2010.

Según los resultados, el tramo I (Yaurisque-Ccoyobamba) tiene un IMDA de 1047 vehículos al día compuesto por un 20,7% de vehículos pesados y un 79,3% de vehículos ligeros, mientras que el tramo II (Ccoyobamba-Ccapacmarca) tiene un IMDA de 1447 vehículos al día compuesto por un 17,5% de vehículos pesados y un 82,5% de vehículos ligeros. El tramo II (Ccoyobamba-Ccapacmarca) tiene un IMDA de 1447 vehículos por día, con 17.5% de vehículos pesados y 82.5% de vehículos livianos. La carga proyectada a 20 años (ESAL) en los tramos I y II es de 17,676,559.54 EE y 16,500,809.44 EE, respectivamente. El tramo I está clasificado como tipo B, mientras que el tramo II ha alcanzado el nivel de servicio A.

En conclusión, el estudio reveló que el estado de la carretera es aceptable, pero es necesario implementar mejoras en ciertas secciones para mantener o elevar la calidad de servicio, sugiriendo un plan de mantenimiento periódico y adaptaciones estructurales en tramos críticos.

- b) QUILLA (2022) en primer y segundo objetivo fue determinar si el factor de tráfico y carga influye en el estado superficial durante el Ciclo de Vida Útil del pavimento flexible de la Carretera Juliaca - Calapuja, Puno La metodología empleada fue del tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y de diseño cuasiexperimental, incluyó el uso de índices como el PCI (Índice de Condición



del Pavimento) y deflectometría mediante viga Benkelman para evaluar el estado estructural y la deflexión del pavimento, el uso las normativas peruanas del MTC para el estudio del tráfico realizando cálculos del IMDA y el ESAL. Los resultados que obtuvo en su primer objetivo y segundo fueron un IMDA de 6476 vehículos por día y un ESAL de 2,554,287.37 ejes equivalentes haciendo una comparación, mediante la prueba de Shapiro-Wilk determina que existe la distribución de normalidad y mediante el ANOVA con una significancia menor al 5% determina que, si influye significativamente el flujo y tráfico vehicular, proyectando una vida útil remanente de 11 años con un PCI medio de 57 (buen estado). La deflexión promedio fue de 66.79×10^{-2} mm, con un nivel de significancia en la repercusión de agentes como tráfico y clima. En conclusión, se determinó que, de forma similar a cómo influye la carga del vehículo en el estado estructural del pavimento, el tráfico de vehículos tiene un impacto en el estado de la superficie del pavimento flexible.

- c) MIRANDA (2022) su objetivo fue evaluar de las propiedades del afirmado y su influencia en la transitabilidad del Camino Vecinal PU-999, Lampa-2021. El estudio empleó un enfoque cuantitativo y los datos se recogieron mediante observación. Para evaluar la comodidad y seguridad del tráfico en la carretera, se recopilaron datos específicos de pruebas de laboratorio sobre las características mecánicas y físicas del firme. Además, se utilizó el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) para medir los índices de transitabilidad en un tramo de 4 kilómetros.

Los resultados mostraron que el material cumple una serie de normas de calidad establecidas en la legislación vigente, arrojando los siguientes valores: El análisis estadístico Rho de Spearman reveló que el grado de asociación es de 1,00. El CBR medio de la carretera al 100%, un valor del 53,4% a nivel de firme, también alcanzó un IRI de 4,49 m/km, que se considera adecuado para carreteras rurales.

Sus conclusiones del estudio arrojan que la transitabilidad de las carreteras y la característica del afirmado están perfectamente correlacionadas de forma positiva. Este resultado indica que la elección y el tratamiento del material afirmado tiene una influencia significativa en la calidad de las vías, lo que podría implicar mejoras en la accesibilidad y durabilidad del camino vecinal.



- d) BALLON y GONZALES (2023) tuvo como propósito diagnosticar la asertividad entre estas metodologías del MTC y URCI para calcular el estado de condición de la vía Puente Bedoya de Huancha.

En la investigación se empleó un enfoque cuantitativo y de tipo aplicada, utilizando un análisis descriptivo y transversal para recoger datos en un momento específico. Se realizó un estudio de campo no experimental, evaluando la condición de la carretera en diez tramos, aplicando los procedimientos del MTC y URCI. Se utilizó el programa informático SPSS para analizar los datos, evaluar su normalidad y comprobar las hipótesis mediante la prueba t de Student.

Los resultados estadísticos indicaron que el método URCI es más fiable para evaluar el estado de la carretera con una media de 69,50, clasificando la carretera en un estado «bueno». Los resultados obtenidos según cada metodología fueron URCI con un valor de 69,50 con una clasificación de Bueno y MTC con un valor de 103,92 con una clasificación de Malo.

En conclusión, este método nos da una representación más exacta de las fallas, gracias a su índice de condición aplicada en áreas de muestra adecuadas. Aunque el método MTC también fue efectivo, esta muestra menor exactitud al clasificar los defectos que no son muy notorios.

- e) MEJÍA (2022) su objetivo fue determinar los parámetros de la metodología URCI para especificar el tipo de intervención en carretera. Se examinaron tramos de la región de Ancash y de la provincia de Huari. Para crear un modelo de condición de servicio que ayudara en las próximas evaluaciones, se empleó el Método de Ventana. Este estudio utiliza un diseño de cohortes y es de naturaleza descriptivo-explicativa. Cada enfoque arrojó los siguientes resultados: el MTC tuvo valores de 349.79 con una clasificación Regular y el método URCI tuvo un valor de 53.39 con una clasificación Pobre.

En conclusión, existen correlaciones entre el tamaño y el tipo de fallos, pero los criterios de evaluación derivados de los cálculos y la recopilación de parámetros para el índice de estado ofrecen una fiabilidad del 71,04% independientemente de estas condiciones.

- f) URBANO y VARGAS (2019), su objetivo era evaluar las técnicas MTC, URCI y TMH-12 para conocer el estado de la carretera sin pavimentar y la forma más



sencilla de seleccionar el tipo de intervención para la carretera LM-580, situada en el barrio La Florida-Pampas de la provincia de Huaral.

El enfoque de la su investigación fue cualitativo de tipo aplicada, con nivel de investigación descriptivo con un diseño no experimental transversal-descriptivo.

Se emplearon tres estrategias, y los resultados de cada método fueron los siguientes: El método TMH -12 es de grado 4- mal estado -la técnica URCI recibió un valor de 50- mal estado- y el método MTC tuvo un índice de estado de 438,317- buen estado.

Concluye que el método URCI utiliza curvas de valores deducibles en la evaluación para especificar más fallos con sus niveles de gravedad, se determinó que era más fácil y práctico de aplicar en una carretera sin pavimentar.

- g) SANCHEZ (2018) el objetivo era aplicar y evaluar los resultados de los distintos métodos de inspección con el fin de identificar el método más encubierto y valorar la calidad de la superficie de la ruta Milagro-El Zapote, de 3,7 kilómetros sin pavimentar.

Tiene una metodología inductiva y analítica siendo tipo descriptivo con un diseño no experimental transversal, que uso la técnica de la observación.

Los resultados obtenidos según cada método de investigación, fueron los siguientes: que utilizando la dirección de la conservación de carreteras sin pavimento (URMM), se estimó que el 73,33% del estado de la superficie es regular y el 26,67% está en buen estado, mientras que el 86,67% del estado de la superficie es bueno y el 13,33% está en buen estado.

Se ha comprobado que la escasa variación en el porcentaje alcanzado por los enfoques empleados se debe a la diferencia en el tamaño de las unidades de inspección y al proceso de clasificación, en el que la URMM analiza más averías que Conservación de Carreteras. Esto determina en parte el estado de la carretera.

- h) OCHOA (2022) su investigación tenía por objeto evaluar los componentes de la carretera sin pavimentar en la via puente Tingo Chico – Llata – Antamina , en el cual utilizo el inventario del estado de las carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones y las metodologías URCI e IRI para determinar el estado de la carretera y elevar la calidad del servicio.



La investigación tiene una orientación aplicada, utilizo un enfoque cuantitativo, y es de tipo descriptivo-correlacional, de un diseño experimental-longitudinal. La metodología incluyó el uso del Índice de Condición de Caminos Sin Pavimentar (URCI) y el Índice de Regularidad Internacional (IRI) para valorar el estado de la vía. Con estos indicadores, el autor desarrolló un modelo de mantenimiento que define intervenciones específicas y niveles de servicio deseados para cada intervalo de la vía.

Las calificaciones obtenidas en las 6 mediciones realizadas del nivel de servicio antes y después del mantenimiento propuesto fueron: primera medición es de 61.29%, la segunda 63.46%, la tercera de 65.36% antes del mantenimiento, y la cuarta de 96.07%, la quinta de 96.26% y la sexta de 96.21%, mostraron que el modelo de mantenimiento propuesto incrementó el nivel de servicio de menos del 70% a más del 95%, lo que representa una notable mejora en la transitabilidad y una reducción significativa en el deterioro de la vía.

En conclusión, el estudio de modelo de mantenimiento propuesto incrementó la calidad de servicio, validando que la implementación de un modelo de conservación adaptado a las condiciones de vías no pavimentadas permite extender la vida útil y mejorar la transitabilidad, proponiendo un mantenimiento preventivo que reduce los costos a largo plazo.

3.2 Marco teórico

3.2.1 Flujo vehicular – variable independiente 1

En la ingeniería de transporte, el flujo vehicular trata del movimiento, cantidad de vehículos transitando por una carretera en un intervalo de tiempo. Según (COLOMA, 2017) Manual de tráfico y circulación, dice que el flujo vehicular permite evaluar su capacidad de soporte del tránsito de una carretera, y prever sus necesidades de mejoras y mantenimiento en función a la cantidad de vehiculas que la usan.

Esta variable es clave para estudiar el impacto del tránsito sobre el pavimento o superficies de carreteras sin pavimentar, ya que a mayor cantidad de vehículos significa mantenimientos más frecuentes para conservar su transitabilidad.

El tránsito o tráfico en las ciudades implica la movilización de personas y vehículos en áreas públicas, lo que conlleva tanto aspectos físicos como sociales. Para abordar los problemas relacionados con el tránsito urbano, es necesario comprender las bases conceptuales de la teoría del tráfico vehicular. La ingeniería de tránsito se encarga de aplicar técnicas de ingeniería para disminuir los efectos perjudiciales del tráfico en



el entorno social, urbano y ambiental. Los diseños conceptuales de la ingeniería de tránsito deben ser convertidos en planos de ingeniería por los diseñadores viales, que son los encargados de materializarlos en las calles. Por lo tanto, es esencial tener en cuenta los principios fundamentales de la teoría del tráfico vehicular para lograr un diseño vial adecuado y una gestión efectiva del tráfico en las ciudades. (FERNANDEZ, 2011, p. 9)

3.2.1.1 Volumen de tráfico vehicular (IMDA)

Según THE NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES (2010), en su manual de capacidad de carreteras, el IMDA es el volumen de tráfico expresado en vehículos por día es un indicador fundamental para la determinación del nivel de servicio y la capacidad de las vías.

Según el MTC et al. (2018), el IMDA es una medida del flujo vehicular el cual representa en número promedio de vehículos que transitan en un intervalo de tiempo y en un punto específico de la carretera en un año, este índice hace que se puedan analizar los patrones del tráfico vehicular en diferentes épocas del año, incluyendo tiempos de picos estacionales y variaciones de diarias. Este índice se calcula como el promedio del flujo de tráfico diario en el curso de un año. Su cálculo se realiza

$$IMDA = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n}$$

Donde:

V_i = Volumen de tráfico diario registrado.

n = Número de días evaluados.

- **Composición o clasificación y tipo de vehículos**

Para determinar esta composición según (MTC 2008a) en función a los datos recogidos y de las horas a las que se realiza el recuento, se utiliza sobre el terreno una ficha previamente diseñada para facilitar el proceso. Esto permite totalizar los recuentos por sentido, clase de vehículo, horas, volúmenes, etc.



Tabla 2 — Clase y tipo de vehículos

Clase	Descripción	Tipo
Autos	Autos, Station Wagon, Panel	Ligero
Camioneta	Camioneta rural y Pick Up	Ligero
Micro	Microbús	Ligero
Bus	Ómnibus 2E y3E	Pesado
Camión ligero	Camión 2E	Pesado
Camión medio	Camión 3E	Pesado
Camión pesado	Camión 4E	Pesado
Articulado	Semi-trailer de 2S2, 2S3, 3S2, 3S3 y trailers de 2T2, 2T3, 3T2, 3T3	Pesado
<p>NOTA</p> <p>En la tabla se muestra la clasificación, descripción y tipo de vehículos según la normativa del MTC 2016a, esta tabla nos ayudara para el procesamiento de los datos que se obtienen en campo.</p> <p>FUENTE: MTC 2016a, p. 165</p>		

- **Cálculo de la tasa de crecimiento y la proyección**

Para determinar este crecimiento puede utilizarse la siguiente fórmula.:

$$Tn = To * (1 + i)^{n-1}$$

Donde:

Tn = Tránsito proyectado al año “n” en veh/día.

To = Tránsito actual (año base o) en veh/día

i = Tasa anual de crecimiento del tránsito

n = Años del período de diseño

En caso de que en un futuro próximo se ejecuten determinados proyectos de desarrollo en la zona de la autopista, el ritmo de aumento del tráfico puede diferir. Hay dos componentes en la proyección del tráfico: la estimación de vehículos de pasajeros, que se espera que aumente al mismo ritmo que la población, y la estimación de vehículos de mercancías, que se espera que aumente aproximadamente al mismo ritmo que la economía. La zona suele mantener esta tasa de crecimiento estadística. Además, es posible predecir el tráfico actual en las carreteras existentes utilizando procedimientos estándar, pero las nuevas carreteras necesitan una evaluación del desarrollo económico para apoyar su construcción.

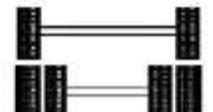
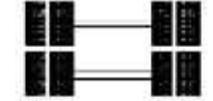
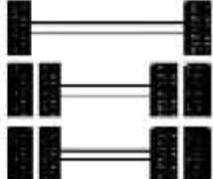
3.2.1.2 Carga equivalente de un solo eje (ESAL)

La idea de EE equivale a la unidad normalizada por la AASHTO que representa el desgaste provocado por un solo eje que transporta 8,2 toneladas. Para calcular los factores destructivos por eje equivalente utilizando los criterios metodológicos simplificados de la AASHTO, se aplican las siguientes correspondencias:

Tabla 3 — Relación cargas entre eje equivalente y tipo de eje

Tipo de eje	Eje equivalente ($EE_{8.2Tn}$)
Eje simple de ruedas simples (EE_{S1})	$EE_{S1}=[P/6.6]^{4.0}$
Eje simple de ruedas dobles (EE_{S2})	$EE_{S2}=[P/8.2]^{4.0}$
Eje tándem (1 eje ruedas dobles+1 eje rueda simple) (EE_{TA1})	$EE_{TA1}=[P/14.8]^{4.0}$
Eje tándem (2 ejes de ruedas dobles) (EE_{TA2})	$EE_{TA2}=[P/15.1]^{4.0}$
Eje trídem (2 ejes de ruedas dobles+1 eje rueda simple) (EE_{TR1})	$EE_{TR1}=[P/20.7]^{3.9}$
Eje trídem (3 ejes de ruedas dobles) (EE_{TR2})	$EE_{TR2}=[P/21.8]^{3.9}$
P=peso real por eje en toneladas	
<p>NOTA La tabla nos muestra el tipo de eje y su correspondiente eje equivalente para los diferentes tipos de vehículos que transitan en una vía. FUENTE: MTC 2008a, p. 127</p>	

Tabla 4 — Configuración vehicular de ejes

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	Nº de Neumáticos	Grafico
EJE SIMPLE (Con Rueda Simple)	1RS	02	
EJE SIMPLE (Con Rueda Doble)	1RD	04	
EJE TANDEM (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	06	
EJE TANDEM (2 Ejes Rueda Doble)	2RD	08	
EJE TRIDEM (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10	
EJE TRIDEM (3 Ejes Rueda Doble)	3RD	12	

NOTA
En la figura se muestran los diferentes tipos de conjuntos de eje, su respectiva nomenclatura, numero de neumáticos y su grafico correspondiente de cada eje.
FUENTE: MTC 2014b, p. 66

Se utilizarán las siguientes fórmulas para cada tipo de vehículo pesado con el fin de calcular la EE de 8,2 t. El total de los tipos de vehículos pesados considerados será el resultado.:

$$N^{\circ} \text{repeticiones de EE } 8.2t = \frac{\Sigma [EE_{\text{día-carril}} \times 365 \times (1 + t)^{n-1}]}{t}$$

$$EE_{\text{día-carril}} = EE \times \text{Factor direccional} \times \text{Factor carril}$$

$$EE = \text{de vehículos segun tipo} \times \text{Factor carga} \times \text{Factor de presion de llantas}$$

Donde:

N° repeticiones de EE 8.2t=Número de repeticiones de ejes equivalentes

$EE_{\text{día-carril}}$ =Ejes equivalentes por día para el carril de diseño

t=Tasa de proyección del tráfico, en centésimas

EE=Ejes equivalentes

Factor direccional =0.5, corresponde a carreteras de dos direcciones por calzada.

Factor carril=1, corresponde a un carril por dirección

Factor de presión de llantas =1, este valor se estima para los CBVT y con capa de revestimiento granular.

Tabla 5 —Periodos de diseño de carril para 5 y 10 años

IMDA (total ambos sentidos)	Veh.pesados (carril de diseño)	5 años (carril de diseño)		10 años (carril de diseño)	
		II° Repeticiones EE 8.2 tn			
10	3	13,565	1.36E+04	15,725	1.57E+04
20	6	27,130	2.71E+04	31,451	3.15E+04
30	9	40,695	4.07E+04	47,176	4.72E+04
40	12	56,197	5.62E+04	65,148	6.51E+04
50	15	67,824	6.78E+04	78,627	7.86E+04
60	17	75,576	7.56E+04	87,613	8.76E+04
70	20	96,892	9.69E+04	112,324	1.12E+05
80	23	104,643	1.05E+05	121,310	1.21E+05
90	26	122,084	1.22E+05	141,528	1.42E+05
100	28	131,773	1.32E+05	152,761	1.53E+05
110	31	147,275	1.47E+05	170,733	1.71E+05
120	34	160,840	1.61E+05	186,458	1.86E+05
130	37	172,467	1.72E+05	199,937	2.00E+05
140	40	187,970	1.88E+05	217,909	2.18E+05
150	43	203,473	2.03E+05	235,881	2.36E+05
160	45	209,286	2.09E+05	242,620	2.43E+05
170	48	226,727	2.27E+05	262,838	2.63E+05
180	51	236,416	2.36E+05	274,071	2.74E+05
190	54	253,856	2.54E+05	294,289	2.94E+05
200	56	265,483	2.65E+05	307,768	3.08E+05
250	71	335,245	3.35E+05	388,641	3.89E+05
300	84	399,194	3.99E+05	462,775	4.63E+05
350	99	468,956	4.69E+05	543,648	5.44E+05
400	112	529,029	5.29E+05	613,289	6.13E+05

NOTA

En la tabla de periodos de diseño de carril para 5 y 10 años en el que se puede encontrar el número de repeticiones EE 8,2 tn, según los datos que se tenga.

FUENTE: MTC 2008a, p. 128



3.2.2 Resistencia del suelo – variable independiente 2

Para poder determinar esta resistencia, se realizarán antes diferentes ensayos de laboratorios como se detalla a continuación.

3.2.2.1 Ensayos de laboratorio

A lo largo de cada uno de ellos se crearán también sectores homogéneos por razones de diseño de pavimentos, en los que se reconocerán como uniformes las propiedades del material de la subrasante. La investigación del suelo servirá de base para establecer dicha uniformidad, siendo las características esenciales a considerar:(MTC 2008a)

Tabla 6 — Ensayos de Laboratorio

ENSAYO	USO	AASHTO	ASTM	PROPOSITO
Análisis granulométrico por tamizado	clasificación	T88	D422	Determinar la distribución del tamaño de partículas del suelo
Contenido de humedad	Clasificación		D2216	Determinar el contenido de humedad que contiene la muestra
Límite líquido	clasificación	T89	D4318	Hallar el contenido de agua entre los estados líquidos y plástico
Límite plástico	clasificación	T90	D4318	Hallar el contenido de agua entre los estados plástico y semisólido
Índice plástico >	clasificación	T90	D4318	Hallar el rango contenido de agua por encima del cual, el suelo está en un estado plástico
Proctor modificado	Diseño de espesores	T180	DI 557	Determinación del óptimo contenido de humedad y de la máxima densidad seca del material.
CBR	Diseño de espesores	T193	D1883	Determina la capacidad de soporte del suelo, el cual permite inferir el módulo resiliente del suelo
<p>NOTA</p> <p>La tabla describe los ensayos de suelos los cuales se realizaron, esta tabla contiene el nombre del ensayo, usos, codificación y propósito.</p> <p>FUENTE: MTC 2016b</p>				

Las propiedades mecánicas, químicas y físicas de los materiales se determinan mediante ensayos realizados de conformidad con el Manual de Ensayos de Materiales de Carreteras (MTC 2014a)

A la hora de evaluar las propiedades mecánicas, químicas y físicas de los materiales utilizados para construir carreteras y otras infraestructuras viarias, los ensayos son una herramienta crucial. Estos ensayos se realizan de acuerdo

con las directrices y protocolos establecidos en el Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú.

En este manual se establecen los equipos e instrumentos necesarios para llevar a cabo las pruebas, así como los procesos y técnicas para hacerlo.

3.2.2.2 California Bearing Ratio (CBR)

Es el valor de resistencia o soporte del suelo, expresado como el 95% de la densidad máxima en seco (DMS) y 2,54 mm de penetración de la carga. Si los suelos de la subrasante en una zona determinada son tan heterogéneos que es imposible identificar uno como predominante, el diseño se basará en el suelo más débil identificado.

En conclusión, es esencial determinar qué partes de la carretera al menos 1.500 metros deben examinarse, categorizar los materiales, establecer el diseño CBR y, si hay algún lugar crucial, se realizarán trabajos adicionales para solucionarlo.

Tabla 7 — Número de calicatas para la exploración de suelos

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 4 calicatas x km 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 3 calicatas x km 	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 1 calicata x km 	

NOTA

La tabla nos muestra la profundidad y cantidad de calicatas que se deben realizar por cada kilómetro de tipo de carretera.

FUENTE: MTC 2016b, p. 29



Tabla 8 — Número de ensayos de Mr y CBR

Tipo de Carretera	Nº Mr y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • 1 Mr cada 3 km y 1 CBR cada 1 km
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 1.5 km se realizará un CBR • (*)
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 2 km se realizará un CBR • (*)
Carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 3 km se realizará un CBR
<p>NOTA</p> <p>La tabla nos muestra la cantidad de ensayos de Mr y CBR que se deben realizar en cada kilómetro de carretera según su tipo.</p> <p>FUENTE: MTC 2016b, p. 30</p>	

3.2.3 Transitabilidad de carreteras vecinales – variable dependiente

DEPARTMENT OF THE ARMY (1995), El manual que se presenta se enfoca en un sistema para la gestión de la conservación de vías sin pavimento. Su objetivo es establecer estándares de mantenimiento que protejan los intereses del Gobierno, asegurando que los presupuestos asignados se utilicen de manera eficiente y adecuada, considerando tanto los requisitos funcionales como los futuros usos previstos de las instalaciones. Dado que el presupuesto para la conservación es limitado, es esencial tomar decisiones oportunas y racionales respecto a las exigencias y prioridades de conservación y reparación (M&R).

3.2.3.1 Índice de condición de carretera sin pavimentar (URCI)

En una escala de 0 a 100, el Índice de Estado de Carreteras sin Pavimentar es un indicador numérico. El URCI indica la solidez estructural y el estado de la superficie de la carretera. La figura 3 muestra su escala y las calificaciones correspondientes, que son las mismas que el índice de estado del firme (PCI) de las carreteras pavimentadas. Al evaluar la degradación de la superficie, se calcula el URCI. Las pruebas de campo han demostrado que la técnica es una herramienta muy útil para identificar las prioridades y necesidades de mantenimiento y reparación.

URCI	RATING
100	Excellent
85	Very Good
70	Good
55	Fair
40	Poor
25	Very Poor
10	Failed
0	

NOTA

La figura muestra la escala numérica y su respectiva clasificación del Estado de Carreteras sin Pavimentar.

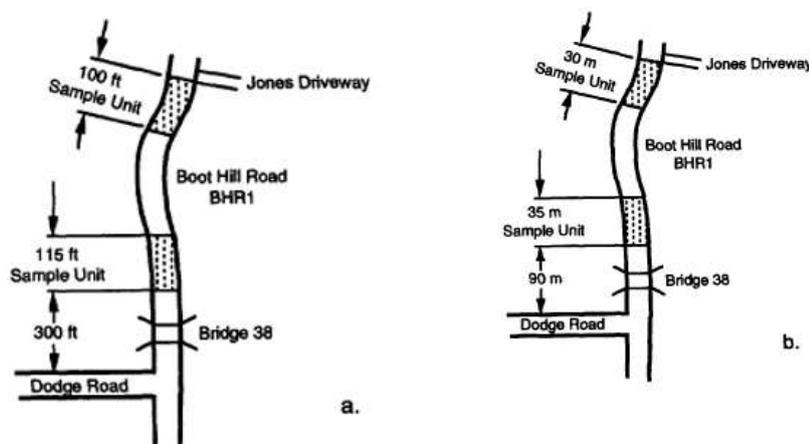
FUENTE: DEPARTMENT OF THE ARMY, 1995, p. 30

Figura 3 —Nivel de severidad para sección transversal inadecuada.

- **Selección de muestras**

Una unidad de muestreo para carreteras sin pavimentar puede tener entre 140 y 325 metros cuadrados (1.500 y 3.500 pies cuadrados), mientras que la media sugerida es de 231 metros cuadrados (2.500 pies cuadrados). Las unidades de muestreo suelen tener una longitud de 100 pies (30

metros). La longitud de la carretera debe ampliarse si es inferior a 4,5 metros (15 pies). La longitud de la carretera debe reducirse si su anchura es superior a 10,5 metros (35 pies).



NOTA

La figura muestra ejemplos de unidad de muestreo que se deben tomar para hallar el nivel de severidad para carreteras sin pavimentar.

FUENTE: DEPARTMENT OF THE ARMY, 1995, p. 30

Figura 4 —Nivel de severidad para sección transversal inadecuada.

Dos unidades de muestreo por milla (por kilómetro) suelen ser suficientes. La ruta sólo debería requerir una unidad de muestreo si su longitud es inferior a 0,8 kilómetros (media milla).

Es fundamental crear un mapa que muestre el tamaño y la posición de las unidades de muestreo para poder localizarlas más tarde. Además, designe las zonas de campo con marcadores permanentes, como barras de refuerzo, tuberías y postes de madera.

- **Clasificación de Tipos de fallas y nivel de severidad**

Cada año, la unidad de muestra debe medirse en detalle para determinar las calidades. Es crucial hacer estas evaluaciones en la misma época del año, idealmente cuando las carreteras están en su mejor estado. El inspector debe anotar los distintos tipos de problemas, a veces denominados averías, durante las mediciones. Hay siete tipos diferentes de problemas en los caminos de tierra que deben identificarse.(DEPARTMENT OF THE ARMY, 1995, p. 3)



La guía de degradación URCI, una regla de canto recto, una regla para medir la profundidad de baches, surcos o áridos sueltos y un cuentakilómetros de mano (rueda de medición) son las herramientas necesarias para realizar una encuesta.

Los datos de inspección de cada unidad de muestreo deben registrarse utilizando el formulario DA 7348-R (Hoja de inspección de carreteras sin pavimentar).

La identificación exacta de cada unidad de muestreo es crucial para localizarla para exámenes posteriores. Deberá documentarse la distancia hasta el marcador permanente más cercano (alcantarilla, puente, etc.) o la intersección, y deberá colocarse una estaca u otro marcador permanente por debajo de la línea de la zanja en una de las cuatro esquinas de la unidad de muestreo.

Las posiciones de las unidades de muestreo también deben representarse en un dibujo de cada zona.

Mida cada problema de forma independiente si hay muchos problemas al mismo tiempo. Realice una estimación aproximada si resulta difícil identificar el problema observado; el sistema es lo suficientemente adaptable como para determinar una categorización precisa.

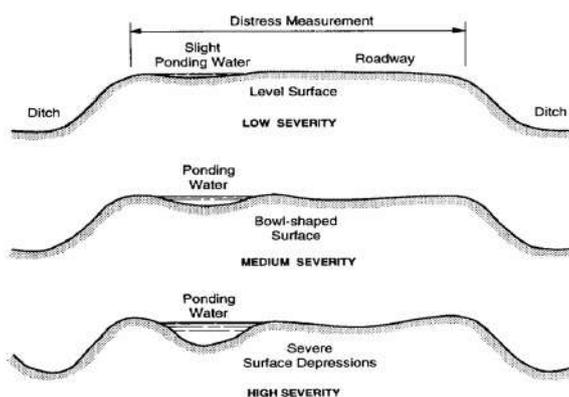
Tabla 9 — Tipos de fallas según calificación de condición

Numeración	Descripción
81	Sección transversal incorrecto
82	Drenaje inadecuado en el borde de carretera
83	Corrugación o Encalambrado
84	Polvo
85	Baches
86	Ahuellamiento, Surco
87	Agregado suelto
<p>NOTA</p> <p>La tabla indica la numeración y descripción de cada falla que se evalúa en carreteras sin pavimentar según manual URCI.</p> <p>FUENTE: DEPARTMENT OF THE ARMY, 1995, p. 10</p>	

El nivel de severidad de falla se determina mediante mediciones realizadas en el campo según sea el tipo de falla en bajo-medio-alto.



– Sección transversal incorrecto (81)



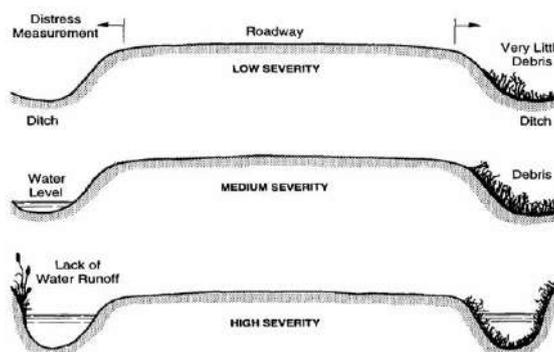
NOTA

La figura muestra el nivel de severidad de la sección transversal incorrecta en una muestra de vía sin pavimentar, esta puede tener una severidad baja, media o alta, la cual se define con las medidas tomadas en campo.

FUENTE: DEPARTMENT OF THE ARMY, 1995, p. 30

Figura 5 —Nivel de severidad para sección transversal inadecuada.

– Drenaje inadecuado en el borde de carretera (82)



NOTA

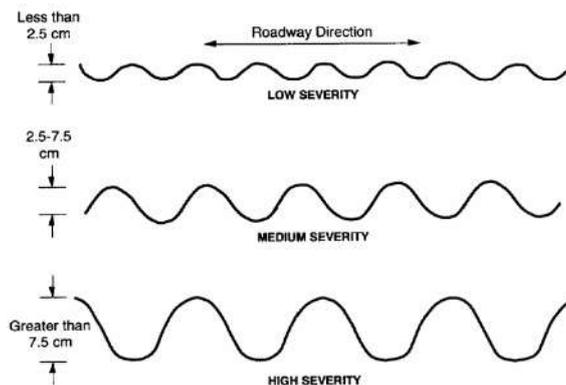
La figura muestra el nivel de severidad del drenaje en el borde de la carretera (cuneta) de vía sin pavimentar según el manual URCI, esta puede tener una severidad baja, media o alta, la cual se define con los datos tomados en campo.

FUENTE: DEPARTMENT OF THE ARMY, 1995, p. 31

Figura 6 —Nivel de severidad drenaje inadecuado en el borde de carretera.



– **Corrugación o Encalaminado (83)**



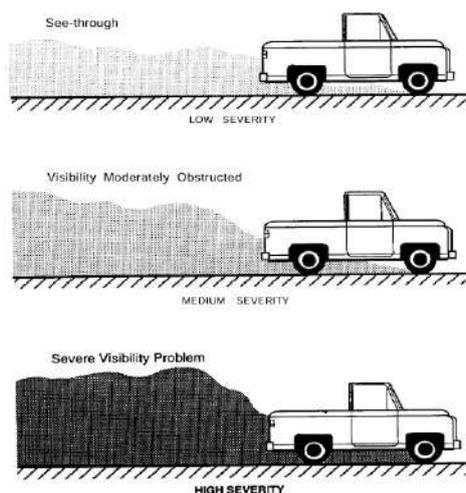
NOTA

La figura muestra el nivel de severidad de la corrugación o encalaminado de una vía sin pavimentar según el manual URCI, esta puede tener una severidad baja, media o alta, la cual se define con los datos tomados en campo.

FUENTE: DEPARTMENT OF THE ARMY, 1995, p. 33

Figura 7 —Nivel de severidad de corrugaciones o encalaminados.

– **Polvo (84)**



NOTA

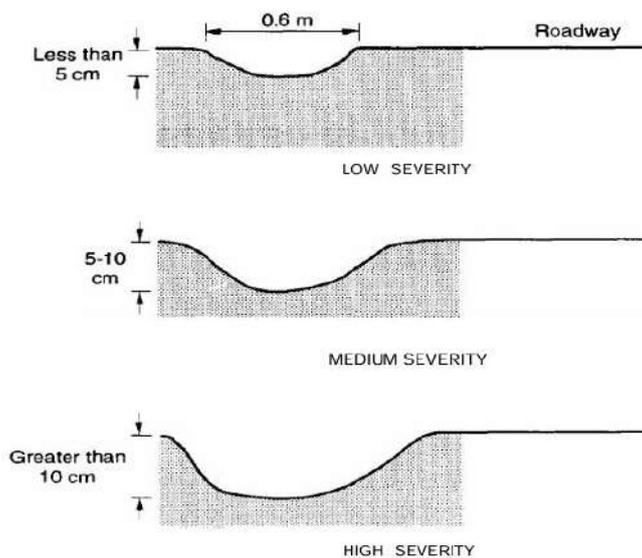
La figura muestra el nivel de severidad del polvo de una vía sin pavimentar según el manual URCI, esta puede tener una severidad baja, media o alta, la cual se define con los datos tomados en campo.

FUENTE: DEPARTMENT OF THE ARMY, 1995, p. 34

Figura 8 —Nivel de severidad para polvo.



– **Baches (85)**



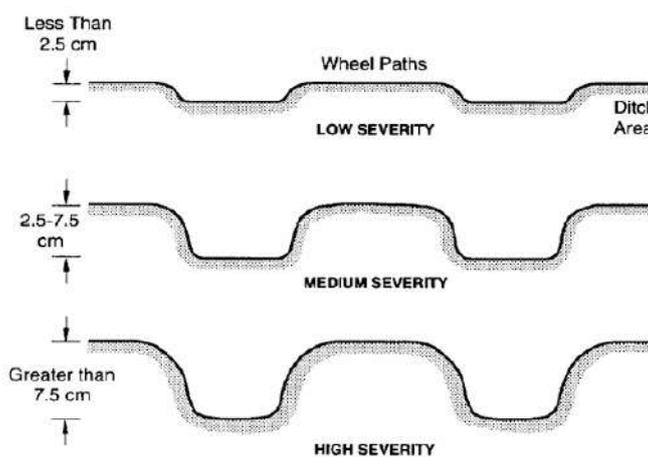
NOTA

La figura muestra el nivel de severidad de baches de una vía sin pavimentar según el manual URCI, esta puede tener una severidad baja, media o alta, la cual se define con los datos tomados en campo.

FUENTE: DEPARTMENT OF THE ARMY, 1995, p. 36

Figura 9 —Nivel de severidad para baches.

– **Ahuellamiento, Surco (86)**



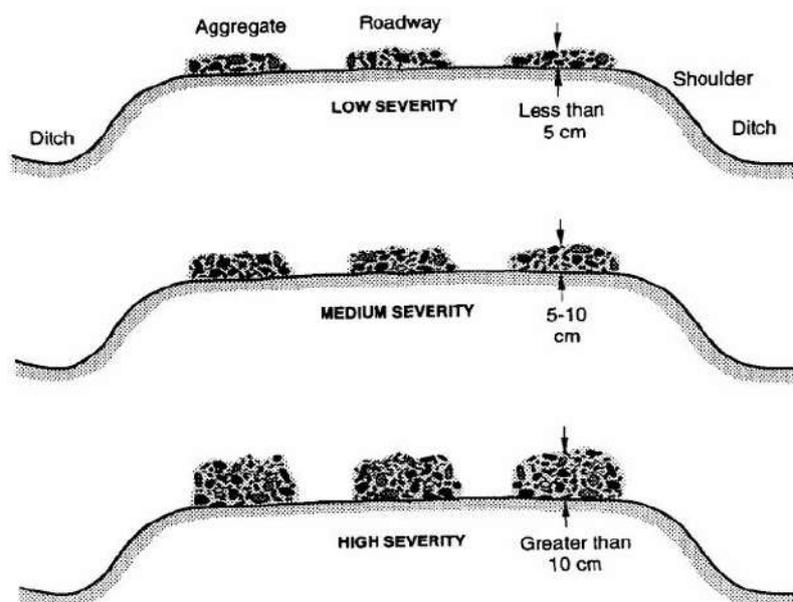
NOTA

La figura muestra el nivel de severidad ahuellamientos o surcos de una vía sin pavimentar según el manual URCI, esta puede tener una severidad baja, media o alta, esta se define en campo.

FUENTE: DEPARTMENT OF THE ARMY, 1995, p. 38

Figura 10 —Nivel de severidad para Ahuellamiento.

– Agregado suelto (87)



NOTA

La figura muestra el nivel de severidad agregado suelto de una vía sin pavimentar según el manual URCI, esta puede tener una severidad baja, media o alta, la cual se define con los datos tomados en campo.

FUENTE: DEPARTMENT OF THE ARMY, 1995, p. 40

Figura 11 —Nivel de severidad para Agregado suelto.



• Formato de recolección de datos URCI (Formulario DA 7348-R)

Tabla 10 — Formato URCI

UNSURFACED ROAD INSPECTION SHEET								
For use of this form, see TM 5-626; the proponent agency is USACE								
1. BRANCH		2. SECTION			3. DATE			
4. SAMPLE UNIT		5. AREA OF SAMPLE			6. INSPECTOR			
7. SKETCH				DISTRESS TYPES				
				B1. Improper Cross Section (linear feet) B2. Inadequate Roadside Drainage (linear feet) B3. Corrugations (square feet) B4. Dust B5. Potholes (number) B6. Ruts (square feet) B7. Loose Aggregate (linear feet)				
8. DISTRESS QUANTITY AND SEVERITY								
TYPE		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
QUANTITY AND SEVERITY	L							
	M							
	H							
9. URCI CALCULATION								
DISTRESS TYPE	DENSITY	SEVERITY	DEDUCT VALUE	10. REMARKS				
a	b	c	d					
e. TOTAL DEDUCT VALUE		f. q =		g. URCI		h. RATING =		
<p>NOTA</p> <p>En la tabla vemos el formato de recolección de datos en campo que nos proporciona el manual de aplicación URCI, el cual se hizo uso para determinar el índice de condición de carretera.</p> <p>FUENTE: DEPARTMENT OF THE ARMY 1995, p. 30</p>								



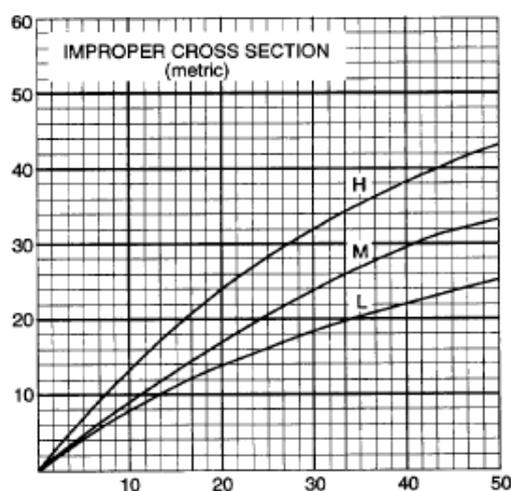
- **Cálculo del URCI.**

A partir de los valores deducidos de los datos de degradación, se calcula el índice de estado de la carretera sin pavimentar (URCI). Una cifra entre 0 y 100 se conoce como valor deducido; 0 indica que la degradación no tiene ningún efecto sobre el estado de la carretera, mientras que 100 indica que la carretera se ha colapsado por completo. b. Se calcula el URCI de la unidad de muestreo. Este cálculo consta de cuatro pasos.

1°. Cálculo de la densidad para cada tipo de falla (excepto el polvo) con la siguiente ecuación.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Cantidad de deterioro}}{\text{Área de la unidad de muestra}} \times 100\%$$

2°. Utilizando los siguientes ábacos, se calculan los valores de deducción para cada categoría de problema y nivel de gravedad utilizando las curvas de valores de deducción.

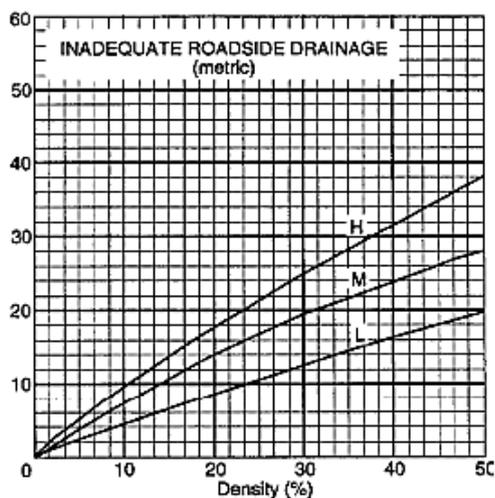


NOTA

La figura muestra un ábaco en el que calcula el valor de la falla de sección transversal, en el que se introduce la densidad de la falla para seguidamente obtener el valor de deducción de dicha falla.

FUENTE: DEPARTMENT OF THE ARMY 1995, p. 30

Figura 12 —Ábacos para el cálculo de valores de deducción de sección transversal inadecuada.

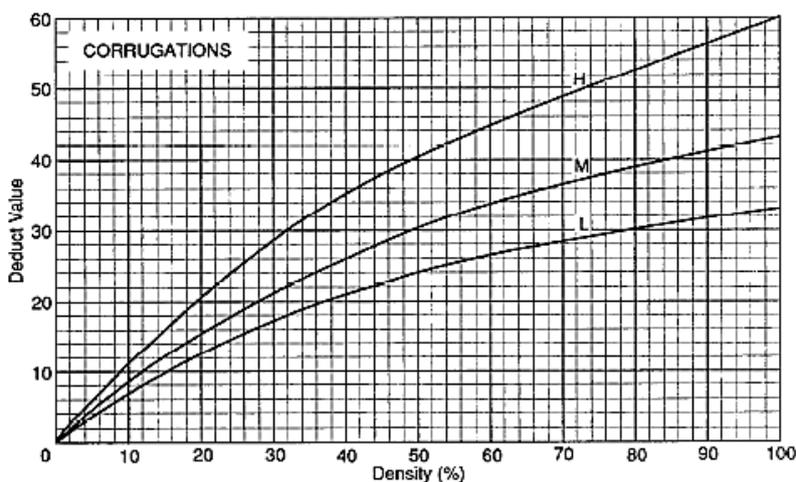


NOTA

La figura muestra un ábaco en el que calcula el valor de la falla de drenaje lateral, en el que se introduce la densidad de la falla en porcentaje para seguidamente obtener el valor de deducción de dicha falla.

FUENTE: DEPARTMENT OF THE ARMY 1995, p. 30

Figura 13 — Ábacos para el cálculo de valores de deducción de drenaje inadecuado en el borde de carretera.



NOTA

La figura muestra un ábaco en el que calcula el valor de la falla de encalaminado o corrugación, en el que se introduce la densidad en porcentaje de la falla para seguidamente obtener el valor de deducción de dicha falla.

FUENTE: DEPARTMENT OF THE ARMY 1995, p. 30

Figura 14 — Ábacos para el cálculo de valores de deducción de corrugaciones o encalamados.



DUST

Dust is not rated by density. The deduct values for the levels of severity are:

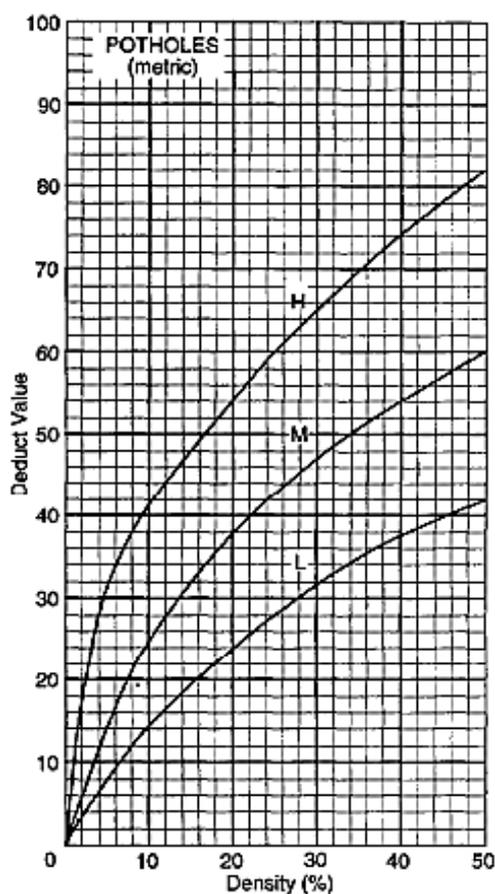
- Low ——— 2 Points
- Medium ——— 4 Points
- High ——— 15 Points

NOTA

La figura muestra un cuadro donde se indica el valor de deducción para la falla de polvo según la observación realizada en campo.

FUENTE: (DEPARTMENT OF THE ARMY, 1995, p. 30)

Figura 15 — Ábacos para el cálculo de valores de deducción de Polvo.



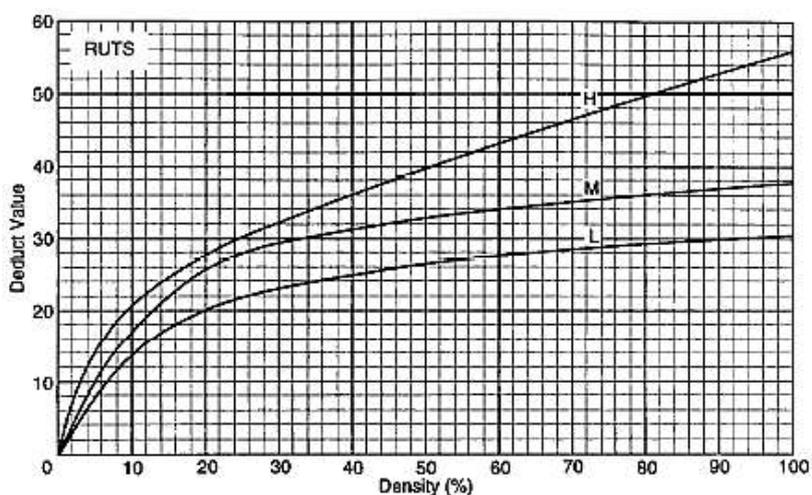
NOTA

La figura muestra un ábaco en el que calcula el valor de la falla de baches en diferentes sistemas de medida, en el que se introduce la densidad de la falla en porcentaje para seguidamente obtener el valor de deducción de dicha falla.

FUENTE: DEPARTMENT OF THE ARMY, 1995, p. 30

Figura 16 — Ábacos para el cálculo de valores de deducción de baches.



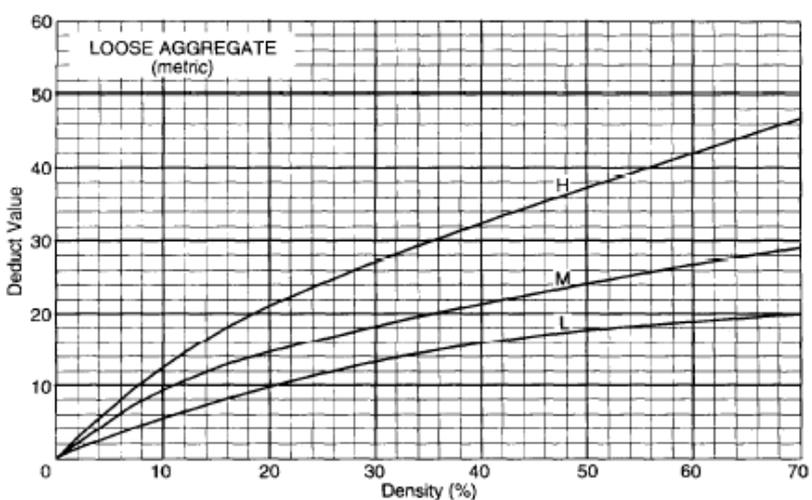


NOTA

La figura muestra un ábaco en el que calcula el valor de la falla de ahuellamiento, en el que se introduce la densidad de la falla en porcentaje para seguidamente obtener el valor de deducción de dicha falla.

FUENTE: DEPARTMENT OF THE ARMY, 1995, p. 30

Figura 17 — Ábacos para el cálculo de valores de deducción de Ahuellamiento, Surco.



NOTA

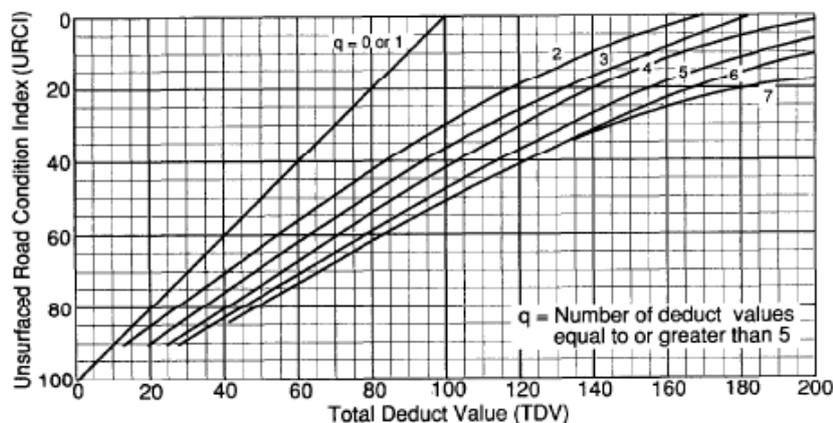
La figura muestra un ábaco en el que calcula el valor de la falla de agregado suelto, en el que se introduce la densidad de la falla en porcentaje y obtener el valor de deducción de dicha falla.

FUENTE: DEPARTMENT OF THE ARMY, 1995, p. 30

Figura 18 — Ábacos para el cálculo de valores de deducción de agregado suelto.



- 3°. Determinar el valor q y el valor total de deducción (VTD). Sume todos los valores de deducción para determinar el VTD. El número de valores de deducción distintos superiores a 5,0 se conoce como valor q.
- 4°. Cruzando los valores VDT y q, se puede obtener el índice de estado de la carretera sin pavimentar (URCI) a partir de la curva URCI.



NOTA

La figura muestra un ábaco en el que se puede hallar el valor URCI para una muestra introduciendo el valor total deducido e intersecándolo con el número de valores a deducir igual o superior a cinco.

FUENTE: DEPARTMENT OF THE ARMY, 1995, p. 30

Figura 19 — Ábacos para el cálculo de valores de deducción total para el cálculo del URCI.

- **Alternativas de intervención**

Para proponer las alternativas de mantenimiento, requiere ciertos requisitos y prioridades que están ligados con el URCI, ya que estos brindan la información sobre su estado.

Determinar el valor q y el valor total de deducción (VTD). Sume todos los valores de deducción para determinar el VTD. El número de valores de deducción distintos superiores a 5,0 se conoce como valor q.

Cruzando los valores VDT y q, se puede obtener el índice de estado de la carretera sin pavimentar (URCI) a partir de la curva URCI.

Paso 1: estudio de la red de carreteras

Consiste en determinar sobre las características que presenta las carreteras como: su estructura, el tráfico, historia de la construcción, clasificación, drenajes y arcenes, una de muestra es por lo general es una sección de 100 pies de largo o 30 metros.



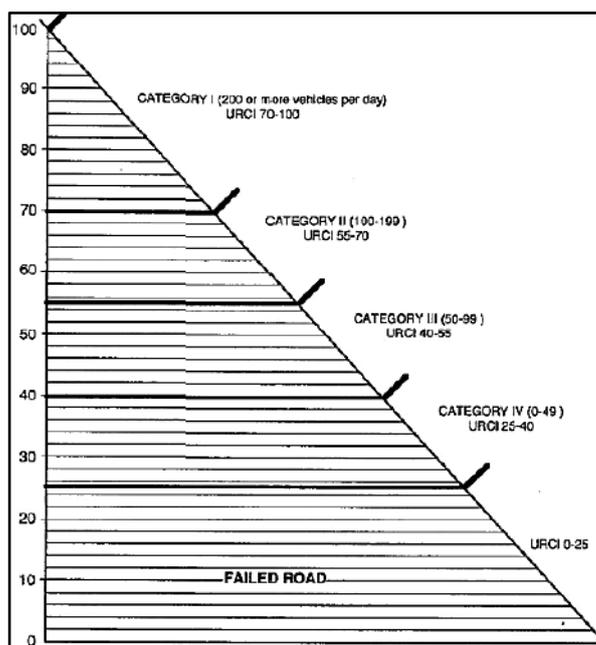
Paso 2: establecer un índice de condición de carretera URCI

El proceso implica la creación del Índice de Estado de Carreteras sin Pavimentar (URCI), que evalúa la unidad de muestreo utilizando los siete problemas que puede presentar la carretera (sección transversal deficiente, drenaje deficiente de la carretera, polvo, baches, ondulaciones, roderas o surcos y árido suelto) y sus niveles de gravedad (bajo, medio y alto). El URCI mide el alcance y la gravedad de los problemas potenciales de una carretera (DEPARTMENT OF THE ARMY, 1995).

Paso 3: establecer prioridades de mantenimiento

Para determinar esta prioridad, se utiliza un gráfico, como se ve en la imagen, que establece una conexión entre la URCI y el número diario de coches en circulación (IMD).

- Categoría I: más de 200 veh/día.
- Categoría II: de 100 a 199 veh/día.
- Categoría III: de 50 a 99 veh/día.
- Categoría IV: de 0 a 49 veh/día.



NOTA

La clasificación URCI se encuentra en el lado izquierdo, y cuanto mayor sea la prioridad, menor será la URCI y mayor el volumen de tráfico (IMD).

FUENTE: DEPARTMENT OF THE ARMY, 1995, p. 22

Figura 20 — Gráfico de prioridad de mantenimiento (URCI-IMD).

En caso de defectos significativos de seguridad o acontecimientos catastróficos como inundaciones o tormentas, las reparaciones deben acometerse de inmediato.

Paso 4: determinar alternativas de mantenimiento

- a) En primer lugar, identificar los tramos que requieren análisis para recopilar datos sobre URCI, clasificación de las carreteras, uso de las carreteras, tráfico y políticas de gestión. A partir de los resultados, determinar un valor límite de URCI para cada carretera. Si el valor es superior al límite, se aconseja continuar con el mantenimiento actual, a menos que los datos indiquen que la mayoría de los problemas o averías se deben a una resistencia insuficiente de la carretera o si el índice de deterioro de la superficie es elevado. En tercer lugar, se aconseja utilizar la siguiente tabla, que enumera las técnicas de mantenimiento para cada tipo de avería en función de su nivel de gravedad, si se desea continuar con la política de mantenimiento actual.

Tabla 11 — Métodos de mantenimiento alternativos.

Falla	Código de severidad	Código de costo	Descripción
81 - Sección transversal	L	B	Sólo enrasar
incGrecto	M	D/C	Sólo enrasar/enrasar y añadir material (agua, agregado, o ambos) y afirma-. Peralte. Ajustar transiciones.
	H	C	Cortar hasta la base, añadir agregado, dar forma, agua y afirmar.
82- inadecuado drenaje	l	B	Limpia las cunetas cada 1-2 años.
al borde de carretera	M	A	Limpia las alcantarillas.
		B	Reformar, construir, compactar o ensanchar la cuneta.
	H	c	instalar desagüe inferior, alcantarillado más grande, la cuneta o geotextiles.
83 - Corrugaciones	L	B	Sólo enrasar
	M	B/C	Sólo enrasar /enrasar y añadir material (agua, agregado, o ambos) y afirma-
	H	C	Cortar hasta la base, añadir agregado, dar forma, agua y afirmar.
84-Polvo	L	c	Añadir agua

	M	c	Añadir estabilizador.
	H	c	Aumentar el uso del estabilizante Cortar hasta la base, añadir estabilizador, agua y afirmar corte hasta la base, añadir agregado y estabilizador, dar forma, agua y afirmar
85 - Boches	L	B	Sólo enrazar
	M	B/C	Sólo enrasa r/enrasar y añadir material (agua, agregado, o 50/50 mezcla de clorhidrato de calcio y grava chancada y afirmar.
	H	C	Cortar hasta la base, añadir agregado, dar forma, agua, y afirmar.
86 - Surcos	L	B	Sólo enrasar
	M	B/C	Sólo enrasar/enrasar, añadir material y compactar
	H	C	Cortar hasta la base, añadir agregado, forma, agua y afirmar.
87 - Agregado suelto	L	B	Sólo enrasar
	M	B/C	Sólo enrasar/enrasar, añadir material y compactar
	H	C	Cortar hasta la base, añadir agregado, dar forma, agua y afirmar.
<p>NOTA</p> <p>La tabla muestra las alternativas de mantenimiento para cada falla con respecto a su severidad, en ella sugiere las actividades que se deben realizar para superar las fallas.</p> <p>FUENTE: DEPARTMENT OF THE ARMY, 1995</p> <p>Claves</p> <p>Guía de Costo'-: A=mano de obra, gastos generales; B=mano de obra, equipo, gastos generales c=mano de obra, equipo, materia es, gastos generales</p>			

Es importante saber y reconocer que en principal problema en las carreteras es el drenaje de lado o encima de la carretera es el principal causante de daños, por ende, se debe abordar para eliminar o disminuir futuras fallas.

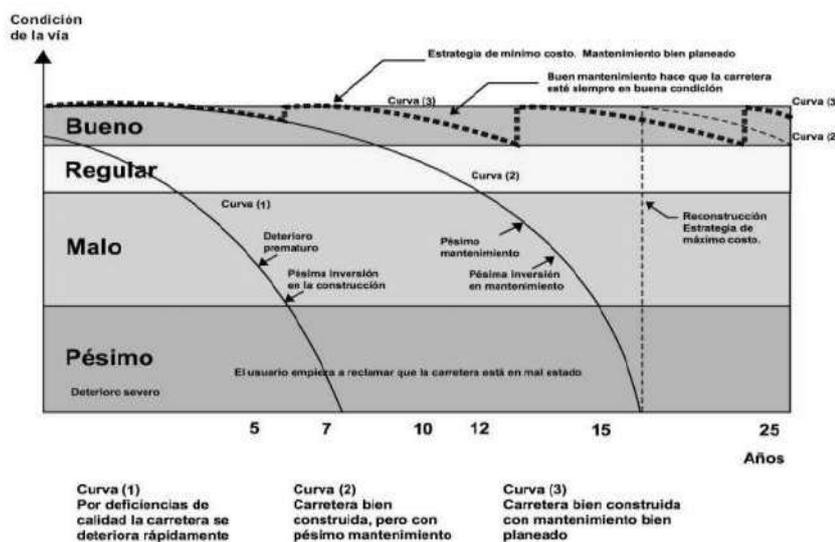
Paso 5: calcular los costos de mantenimiento reales

Para esta fase se debería considerar un registro anual de mantenimiento que enumere todas las carreteras por orden de prioridad, de mayor a menor, teniendo en cuenta al mismo tiempo los fondos disponibles.

3.2.3.2 Análisis del ciclo de vida normal de las carreteras no pavimentadas

En teoría estos caminos de tierra se deterioran a lo largo de cuatro etapas, como se ve en la imagen. Dado que las actividades de mantenimiento deben gestionarse de forma que se prohíba una degradación o destrucción excesiva de la carretera, estas rutas deberían ser más interesantes que las pavimentadas.





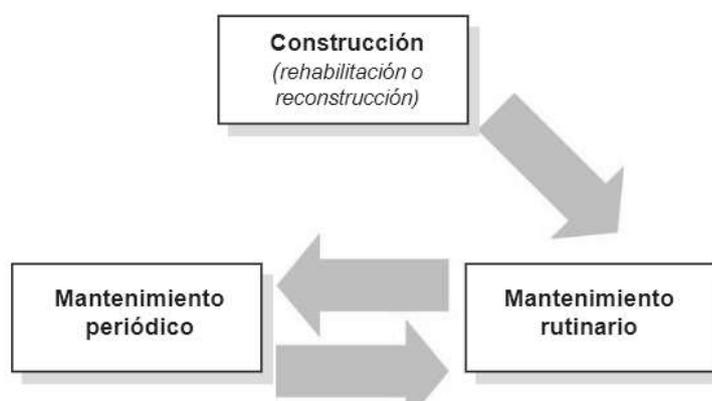
NOTA

En la figura se puede visualizar la importancia de realizar las estrategias de mantenimiento para la conservación de carreteras.

FUENTE: RAMÍREZ, 2009

Figura 21 — Ciclo de deterioro de las carreteras.

Según Salomón (2003), menciona que en comparación con una carretera que no se somete a un mantenimiento rutinario, que sólo sobreviviría dos o tres años en buen estado, el mantenimiento rutinario puede prolongar el estado de conservación de una carretera afirmada de muy bueno a regular durante un periodo de cuatro a cinco años.



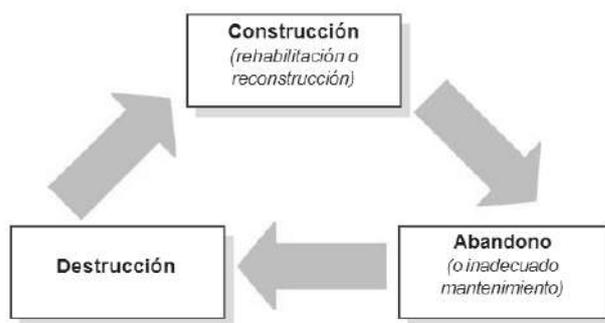
NOTA

En la figura se describe mediante un diagrama de flujo el ciclo que una carretera debería tener para poder prestar una adecuada serviciabilidad.

FUENTE: SALOMÓN, 2003, p. 25

Figura 22 — Ciclo deseable de la conservación vial





NOTA

En la figura se describe mediante un diagrama de flujo el ciclo no deseable de una carretera.

FUENTE: ABANTO, 2009, p. 12

Figura 23 — Ciclo fatal de los caminos

3.2.3.3 Niveles de intervención de mantenimiento de carreteras afirmadas

Según MTC (2008a), El manual de diseño determina cinco tipos diferentes de intervenciones de mantenimiento en carreteras pavimentadas para carreteras no pavimentadas con volúmenes de tráfico modestos.

- **Mantenimiento rutinario.** Es una serie de acciones que se realizan en las carreteras de forma permanente para mantener su nivel de servicio. Estas tareas, asociadas sobre todo a la limpieza, parchado, perfilado, roce, eliminación de pequeños desprendimientos, etc., pueden realizarse de forma manual o mecánica.
- **Mantenimiento periódico.** Conjunto de tareas que se realizan en las carreteras para preservar sus niveles de servicio y que pueden programarse a intervalos específicos. Estas tareas, que pueden ser mecánicas o humanas, están asociadas sobre todo a la nivelación, desincrustación, perfilado y sustitución de material granular. También incluyen la reparación o reconstrucción de puentes y obras de arte.
- **Rehabilitación.** Ejecución de las reparaciones necesarias, teniendo en cuenta el nuevo tiempo de servicio de la carretera, para devolverle al menos sus características anteriores.
- **Mejoramiento.** Es llevar a cabo las reparaciones necesarias para mejorar la calidad de la carretera, que incluyen realizar cambios significativos en la geometría y convertir un camino de tierra en un camino con afirmado.

- **Nueva construcción.** Construir una nueva carretera con características geométricas respetando las directrices actuales de diseño y construcción.(MTC 2008a, p. 21)

3.2.3.4 Modalidades de ejecución de conservación

Tabla 12 — Modalidades de ejecución de conservación

Modalidad	Criterios
Administración directa	Este esquema funciona, con los recursos, personal, maquinaria y materiales, propios de los administradores viales, en nuestro país, se puede evidenciar, que pocas instituciones tienen el éxito con este esquema, pues el negativismo sindical y laboral, el proceso burocrático para la adquisición de bienes y materiales y la falta de un adecuado mantenimiento al equipo caminero, hacen que este esquema no pueda ser implantado de forma exitosa
Mantenimiento rutinario con microempresas	Este es un esquema, de buen funcionamiento, su debilidad, se basa en la falta de continuidad, pues son contratos anuales, lo cual provoca etapas en las que no se realizan actividades, hasta que los procesos de contratación se concreten, y por otra parte este sistema solo permite actuaciones de tipo rutinario.
Mantenimiento periódico por precios unitarios	Esta modalidad, se complementa con la anterior, y es por eso, que estas dos deben fusionarse, pues los costos de mantenimiento periódico resultarían muy altos por la severidad de los daños al no existir una intervención previa como es el mantenimiento rutinario.
Mantenimiento integral	En este sistema, se fusionan los dos sistemas anteriores, con la limitación de que, si no están bien concebidos los estudios de mantenimiento, se producen modificaciones y se incrementa los costos.
Mantenimiento por indicadores de estado	Existen las actividades de mantenimiento rutinario y preventivo, a diferencia de la anterior, el condicionante, es la de entregar la vía en perfecto estado, para que la empresa lo mantenga en ese nivel, de lo contrario, se deriva a un sistema de estado integral
Concesión.	El esquema de concesión, tiene la particularidad, de no ser aplicado a vías de tráfico bajo o medio, por la dificultad que resulta el cobro de un peaje alto, para equiparar costos de conservación y operación, con los invertidos en la vía.
<p>NOTA</p> <p>En la tabla se describe las diferentes modalidades a la que una carretera se puede someter, además se explica los criterios de cada una de las modalidades.</p>	

3.2.4 Clasificación de vías

- **Clasificación de carreteras en función de su demanda**

Autopistas de primera clase: Las carreteras deben tener dos o más carriles con un ancho mínimo de 3,60 metros y deben estar separadas por un separador central mínimo de 6,00 metros. Se trata de carreteras con un índice medio diario anual (IMDA) de más de 6.000 coches al día.(MTC et al. 2018)

Autopistas de segunda clase: Estas carreteras tienen calzadas separadas por un separador central que puede oscilar entre 6,00 m y 1,00 m, y se implantará un sistema de contención de vehículos si el ADLI está entre 6.000 y 4.001 coches al día. Debe haber dos o más carriles de 3,60 m en cada calzada. (MTC et al. 2018)

Carreteras de primera clase: Se trata de carreteras de dos carriles con una anchura mínima de 3,60 metros y una IMDA de 4.000 a 2.001 coches al día. En ubicaciones urbanas, podría haber pasos a nivel o pasos de vehículos.(MTC et al. 2018)

Carreteras de Segunda Clase: Se trata de carreteras de dos carriles con un ancho mínima de 3,30 metros y una IMDA de 2.000 a 400 coches al día. En las localidades metropolitanas, pueden tener pasos a nivel o pasos para vehículos.(MTC et al. 2018)

Carreteras de tercera clase: Estas carreteras tienen dos carriles de al menos tres metros de ancho con una IMDA inferior a 400 coches al día. Con el respaldo tecnológico adecuado, estas calzadas pueden tener carriles de hasta 2,50 metros.(MTC et al. 2018)

Trochas carrozables: Estas carreteras son utilizables, carecen de las características geométricas de la autopista y suelen tener una IMDA inferior a 200 coches al día. Sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4,00 metros; si es así, las plataformas de cruce, que son ensanchamientos, deben construirse a una distancia mínima de 500 metros.(MTC et al. 2018)

- **Clasificación de acuerdo a su jerarquía**

Red Vial Nacional. - Consiste en las carreteras que conforman la red vial nacional, la cual cumple la función de conectar las capitales de los diferentes departamentos con ciudades, centros poblados o áreas de influencia socioeconómica de importancia nacional. Está conformada por los ejes



longitudinales y transversales que sirven de base al SINAC. Se articulan la Red Vial Provincial y la Red Vial Departamental o Regional.

Red Vial Departamental o Regional. - Consiste en las carreteras que conforman la red vial nacional, la cual cumple la función de conectar las capitales de los diferentes departamentos con ciudades, centros poblados o áreas de influencia socioeconómica de importancia nacional. Está conformada por los ejes longitudinales y transversales que sirven de base al SINAC. Se articulan la Red Vial Provincial y la Red Vial Departamental o Regional.

Red Vial Provincial. - Consiste en las carreteras que componen la red provincial de carreteras, que sirve para conectar distritos y capitales de distrito, o localidades socioeconómicamente significativas de relevancia provincial. Conecta la Red Departamental o Regional de Carreteras con la Red Nacional de Carreteras.

- **Clasificación por orografía**

Terreno plano (tipo 1): Sus pendientes longitudinales suelen ser inferiores al tres por ciento (3%), mientras que sus pendientes transversales al eje de la carretera son inferiores o iguales al 10%.

Terreno ondulado (tipo 2): Requiere un movimiento de tierras moderado debido a sus pendientes longitudinales, que oscilan entre el 3% y el 6%, y transversales, que van del 11% al 50% cerca del eje de la carretera.

Terreno accidentado (tipo 3): Sus principales pendientes longitudinales se sitúan entre el 6% y el 8%, lo que requiere importantes movimientos de tierra, mientras que sus pendientes transversales al eje de la carretera oscilan entre el 51% y el 100%.

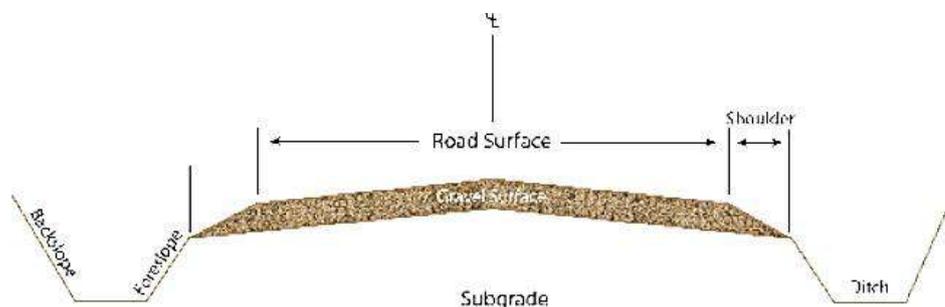
Terreno escarpado (tipo 4): Su trazado plantea importantes retos debido a sus inusuales pendientes longitudinales de más del 8% y transversales al eje de la carretera de más del 100%, que exigen la mayor cantidad de movimiento de tierras.

3.2.4.1 Tipos de carreteras no pavimentadas.

Según las normas peruanas publicadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), existen varios tipos de carreteras sin asfaltar. Entre ellos se encuentran los caminos de grava, los caminos pavimentados, los caminos de tierra y los caminos pavimentados con superficie asfaltada.



Además de estar sometidas al tráfico y a condiciones meteorológicas desfavorables, las carreteras rurales suelen tener un firme de tierra o de terreno natural con escasos sistemas de drenaje. Estos elementos combinados pueden acelerar la degradación de la carretera hasta hacerla intransitable.(MTC 2018b, p. 598).



NOTA

En la figura se muestra una sección transversal de una carretera no pavimentada describiendo las partes de ella.

FUENTE: FHWA; SDLTAP 2015, p. 12

Figura 24 — Sección transversal de una carretera no pavimentada.

- **Elementos de las carreteras no pavimentadas**

Capa de rodadura: Es la superficie superior de la carretera afirmada, compuesta generalmente por material granular como grava o piedra triturada, está diseñada para proporcionar una superficie transitable y resistente a la erosión y al desgaste causado por el tráfico.

Subrasante: La subrasante es la superficie terminada de la carretera en el nivel de desmonte y terraplenado (movimiento de tierras), cuando se instala el firme o la estructura del afirmado. (MTC 2014b, p. 25). Es la capa de tierra natural que mantiene la vía y funciona como el pilar fundamental para toda la infraestructura de la carretera. Su durabilidad y resistencia son esenciales, particularmente para caminos sin pavimentar, que se basan directamente en la calidad de esta capa para resistir el tráfico de vehículos. Normalmente se utilizan pruebas de resistencia como el CBR (Razón de Bearings de California) para determinar su capacidad para soportar cargas.



Tabla 13 — Categoría de la subrasante

Categorías de sub rasante	CBR
S ₀ : Sub rasante inadecuada	CBR<3%
S ₁ : Sub rasante insuficiente	De CBR≥3% a CBR<6%
S ₂ : Sub rasante regular	De CBR≥6% a CBR<10%
S ₃ : Sub rasante buena	De CBR≥10% a CBR<20%
S ₄ : Sub rasante muy buena	De CBR≥20% a CBR<30%
S ₅ : Sub rasante excelente	De CBR≥30%
NOTA La tabla indica las categorías de subrasante según el porcentaje de CBR que esta tiene, en la que la subrasante va desde inadecuada hasta excelente. FUENTE: MTC 2014b, p. 38	

Drenaje: Es imprescindible un adecuado sistema de drenaje en carreteras afirmadas para prevenir la acumulación de agua que podría deteriorar la subrasante y la capa de rodamiento. Los drenajes laterales, cunetas y canales de drenaje contribuyen a preservar la estabilidad del terreno y extienden la durabilidad de la vía pública.

- **Tipos de superficie de rodadura**

MTC (2008b) Los materiales y tipos de pavimento que deben utilizarse en la construcción de estas carreteras se especifican en el Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tráfico. Estos incluyen materiales granulares y/o estabilizados, así como caminos de tierra y grava.

El tráfico pesado evaluado en ejes equivalentes destructivos, que apoyará el uso de pavimentos de mejor rendimiento, y el elevado coste de construcción, que motiva el uso de materiales locales para abaratar el coste de la obra, son los dos factores más cruciales en la elección de la superficie de rodadura. El uso de áridos estabilizados también puede estar justificado en diversas situaciones. Además, para evitar daños significativos a la estructura del pavimento, la presión de los neumáticos de los vehículos debe mantenerse por debajo de 80 libras por pulgada cuadrada.

Se puede ver este tipo de pavimento tanto en carreteras rurales como en autopistas.



Tipo 1: Afirmado suelto

Es un material natural o grava que se separa mediante sacudidas y tiene un índice de plasticidad de 9 a 12 para carreteras con menos de 50 vehículos al día.

Tipo 2: afirmado neto

Para carreteras con un tráfico de vehículos de pequeño a moderado (51-100 coches al día), corresponde a un material natural o grava elegida por agitación y tiene un índice de plasticidad de 9-12.

Tipo 3: afirmado pesado

Para las vías de tráfico regular y de vehículos pesados con 101-200 vehículos al día, corresponde a un material granular natural o grava elegida por agitación y que tenga un índice de plasticidad de 9-12.

Tipo 4: afirmado procesado

Corresponde a una grava o material granular que ha sido triturado o desmenuzado y sacudido cuando el material natural tiene aristas. Tiene un índice de plasticidad de 9 a 12 y se utiliza para carreteras que transportan tanto vehículos de carga como de transporte, así como para volúmenes de tráfico diario de 200 o más vehículos. (Pag.126)

3.3 Marco conceptual

a) Afirmado

Consiste en una capa de material granular natural o procesado que ha sido compactado y tiene una gradación determinada que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tráfico. (MTC, 2014b, p. 26)

b) IMDA

Es la media aritmética de los volúmenes diarios para cada día del año, tanto si son previsibles como si están presentes en un segmento específico de una carretera. (DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES y MTC, 2018)

c) Mecánica de suelos

Campo de la ingeniería que estudia las características de los suelos y cómo se comportan en situaciones idealizadas de tensión y deformación. (Das 2013, p. 19)

d) Proctor modificado



Este ensayo abarca las técnicas de compactación en laboratorio utilizadas para calcular la curva de compactación, que muestra la correlación entre el contenido de agua y el peso seco unitario de los suelos compactados.(MTC 2016b, p. 106)

e) CBR (Relación de soporte de California)

Es la fuerza que penetra en una masa de suelo para determinar el valor relativo del soporte de un material o suelo.(GLOSARIO DE TÉRMINOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL, 2013)

f) Análisis granulométrico

Identifica las partículas del suelo en función de su tamaño y determina cuantitativamente su distribución.(MTC, 2016b, p. 45)

g) Contenido de humedad

La relación entre el peso del agua en una determinada cantidad de suelo y el peso de las partículas sólidas, expresada en porcentaje, se conoce como contenido de humedad o grado de humedad de un suelo. (MTC, 2016b, p. 50)

h) Limite líquido

Cuando el suelo se vuelve flexible y moldeable, pasa de un estado semilíquido a un estado líquido.(MTC, 2014b, p. 34)

i) Limite plástico

Cuando el suelo se rompe y pasa de un estado plástico a uno semisólido.(MTC, 2014b, p. 34)

j) Índice de plasticidad

Permite clasificar un suelo de forma razonablemente eficaz y muestra la amplitud del intervalo de humedad en el que el suelo tiene una consistencia plástica. (MTC, 2014b, p. 34)

k) Mantenimiento periódico

Acciones que se realizan en las carreteras para restablecer sus condiciones de servicio y que se programan a intervalos específicos. Estas tareas, que pueden ser mecánicas o humanas, están asociadas sobre todo a la sustitución de capas de rodadura, la aplicación de soluciones básicas, la fijación puntual de capas inferiores del firme, la fijación puntual de sistemas de drenaje y otras tareas relacionadas. (MTC, 2018a, p. 18)

l) Mantenimiento rutinario

Es el conjunto de tareas que se llevan a cabo en las carreteras de forma sistemática para mantener altos sus niveles de servicio. Estas tareas, que incluyen la limpieza, el arreglo y el perifoneo de la calzada, pueden realizarse manual o mecánicamente. (MTC, 2018a, p. 18)



m) URCI

El índice de estado de las carreteras sin pavimentar es un método de clasificación que utiliza un indicador numérico basado en una escala de 0 a 100 para evaluar el estado operativo y la integridad de la superficie. (DEPARTMENT OF THE ARMY, 1995)

n) Acceso

Entrada o salida de una instalación de infraestructura vial o de una obra.(MTC 2018a)

o) Base

Capa de construcción del afirmado con un espesor determinado que sirve de superficie de la capa de rodadura y es la principal responsable de distribuir y transmitir las cargas del tráfico a las capas subyacentes.(CORONADO, 2002)

p) Sub rasante

Es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado, es el asiento directo de la estructura del pavimento. (MTC 2014b, p. 25)

q) Carpeta, superficie de rodamiento o rodadura

La parte superior de un pavimento que soporta físicamente el tráfico de vehículos, a menudo de concreto o asfalto.(MTC 2018a)

r) Mantenimiento

Actividades frecuentes y sistemáticas de limpieza, sustitución y reparación de una carretera que garantizan un funcionamiento óptimo y prolongan su vida útil al máximo, respetando las previsiones de diseño y construcción. (MTC 2018a)

s) Flujo de tránsito

Es el flujo de tráfico dado en un determinado segmento de carretera durante un periodo de tiempo específico. (MTC 2018a)

t) Infraestructura vial de carreteras

Toda carretera que conforma o no el Sistema Nacional de Carreteras (SINAC).(MTC 2018a)

u) La transitabilidad

Se refiere al nivel de servicio de una infraestructura vial que permite un flujo vehicular regular durante un período determinado. (MTC 2018a)

v) Carretera

Carretera diseñada para transportar vehículos de motor de dos ejes o más y cuyas propiedades geométricas se establecen de conformidad con las especificaciones técnicas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (MTC 2018a)



CAPÍTULO IV METODOLOGÍA

4.1 Tipo y nivel de investigación

4.1.1 Tipo de investigación

El estudio en cuestión en función a su propósito es de tipo aplicada, por su naturaleza de datos e información es cuantitativa lo que implica la recolección de datos para poner a prueba las hipótesis mediante mediciones numéricas y análisis estadísticos HERNÁNDEZ y MENDOZA (2018), ya que se utilizarán datos numéricos para medir el flujo vehicular, el CBR y los índices de transitabilidad, permitiendo el análisis estadístico y la generalización de los resultados, de acuerdo al periodo serian estudios prospectivos, de acuerdo a la evolución del fenómeno es transversal, según la comparación de la población es descriptivo, de acuerdo con la inferencia del investigador es de tipo observacional y de acuerdo con el número de variables es de tipo analítico (ARIAS y CANGALAYA, 2023, p. 155).

4.1.2 Nivel de investigación

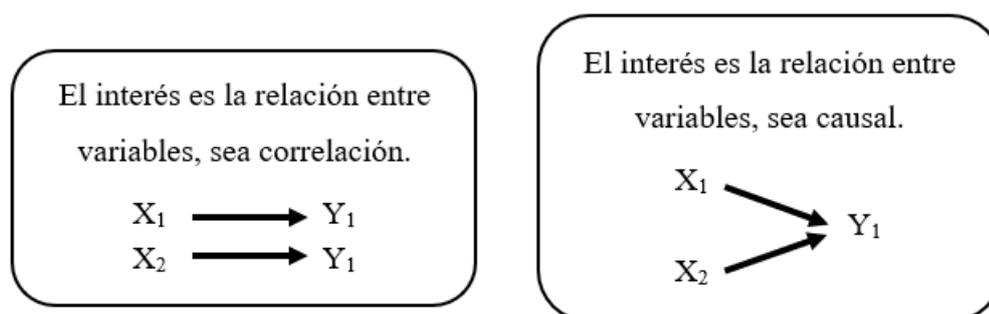
El estudio es de tipo correlacional-explicativo, el nivel correlacional esta caracterizado por buscar establecer asociación entre las variables de estudio ARIAS y CANGALAYA (2023), el nivel explicativo se encarga de identificar las causas o el impacto de una variable sobre otra, pretendiendo explicar su comportamiento, ya que este estudio primero busca establecer si existe relación entre las variables y también busca explicar cómo y en qué medida influyen las variables independientes (flujo vehicular y CBR) en la dependiente (transitabilidad).(p. 152.)

El nivel se puede jerarquizar de lo inferior a lo superior, es decir puede ser simple o complejo, científicamente estos niveles serán definidos según la variación de los resultados que se puedan alcanzar en el desarrollo de una investigación.(ARIAS y CANGALAYA 2023, p. 151).



4.2 Diseño de la investigación

El diseño de investigación observacional (no experimental), según HERNÁNDEZ y MENDOZA (2018), p. 213, la recolección de datos en un solo momento, es decir, en un tiempo único en donde el investigador no manipula deliberadamente las variables ni controla el ambiente en el que se lleva a cabo el estudio, nos habla de un diseño transversal de correlación - causal ya que llevará a cabo un análisis sin manipulación de variables, observando el impacto del flujo vehicular y la resistencia del suelo en la transitabilidad de las carreteras en su entorno natural.



NOTA

En la figura podemos ver como es el diseño de la correlación causal, en cual nos dice que primero se debe cumplir la correlación entre variables y cuando exista esta se procede a realizar la causalidad entre variables.

FUENTE: HERNÁNDEZ y MENDOZA, 2018, p. 178

Figura 25 —Diseño de investigación no experimental transversal correlacional-causal

Tabla 14 — Diseño de la investigación

Grupos experimentales	Metodología URCI	Ensayos de laboratorio	Estudio de tráfico Vehicular (red vial)
Carretera AP-644	MU 1	EC 1	ETV 1
Carretera AP-646	MU 2	EC 2	ETV 2
Carretera AP-103	MU 3	EC 3	ETV 3
Carretera AP-465	MU 4	EC 4	ETV 4

NOTA
En la tabla se muestra el diseño con las variables de esta investigación.



4.3 Descripción de la ética de la investigación

Según THORLEY y HENRION (2019), todas las investigaciones deben estar alineadas con cuatro principios y estos son coherentes con los valores fundamentales del servicio civil de Honestidad, Integridad, Imparcialidad y objetividad y los principios humanitarios de Humanidad, Neutralidad, Imparcialidad e Independencia. En la primera etapa se toma en cuenta la planificación y diseño donde su norma ética es si la investigación es útil, necesario y factibles, en la segunda etapa se habla sobre la recopilación y análisis de datos donde la norma ética protege la identidad y la confidencialidad para la seguridad de los datos, en la tercera etapa donde se ve el informe, difusión y utilización de pruebas, donde la norma ética son útiles y necesarios ya que es allí donde los hallazgos se difunden a los beneficiarios y se utilizan adecuadamente y por último la cuarta etapa trata sobre el monitoreo, seguimiento y su uso de datos, en cual resalta que el autor que es necesario cuidar la recopilación de datos personales, al final recomienda hacer una purga.

TORO et al. (2023), en el artículo que escribió acerca de los desafíos éticos que los investigadores enfrentan en Latinoamérica, se dice que la ética pertenece a la rama de la filosofía que estudia el comportamiento humano con el objetivo de ver o diferenciar entre lo correcto y lo incorrecto, La ética en la investigación asegura que el avance científico respete principios como la dignidad humana, la privacidad, el bienestar animal y la protección ambiental. En este contexto, los comités de ética son esenciales para garantizar que las investigaciones cumplan con las normativas y los estándares bioéticos y de bioseguridad.

El vicerrectorado de investigación de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac UNAMBA (2018), en su Código de ética para la investigación tiene como objetivo guiar la conducta y acciones correctas para los docentes, estudiantes y egresados que hagan investigación, y exigiendo buenas prácticas con sus responsabilidades ciudadanas, ética y deontológicas; tratando sobre las faltas que se debe evitar como investigador, por ejemplo no se debe falsificar o inventar datos total o parcialmente, evitar el plagio, publicar repetidamente los mismos hallazgos.

En esta investigación se están tomado en cuenta todos estos aspectos descritos en párrafos anteriores, como se describe en el código de ética para la investigación de la UNAMBA, con el fin de realizar una investigación exitosa y exista problemas posteriormente declarando su originalidad.



4.4 Población y muestra

4.4.1 Población

Está compuesta **por las carreteras no pavimentadas vecinales del distrito de Abancay** que son 18. Así mismo Es importante mencionar que la selección adecuada de la muestra es un aspecto crítico en cualquier investigación, ya que la muestra debe ser representativa de la población objetivo. La selección de la muestra se realizó cuidadosamente para garantizar que los resultados obtenidos sean generalizables y aplicables a la población objetivo.

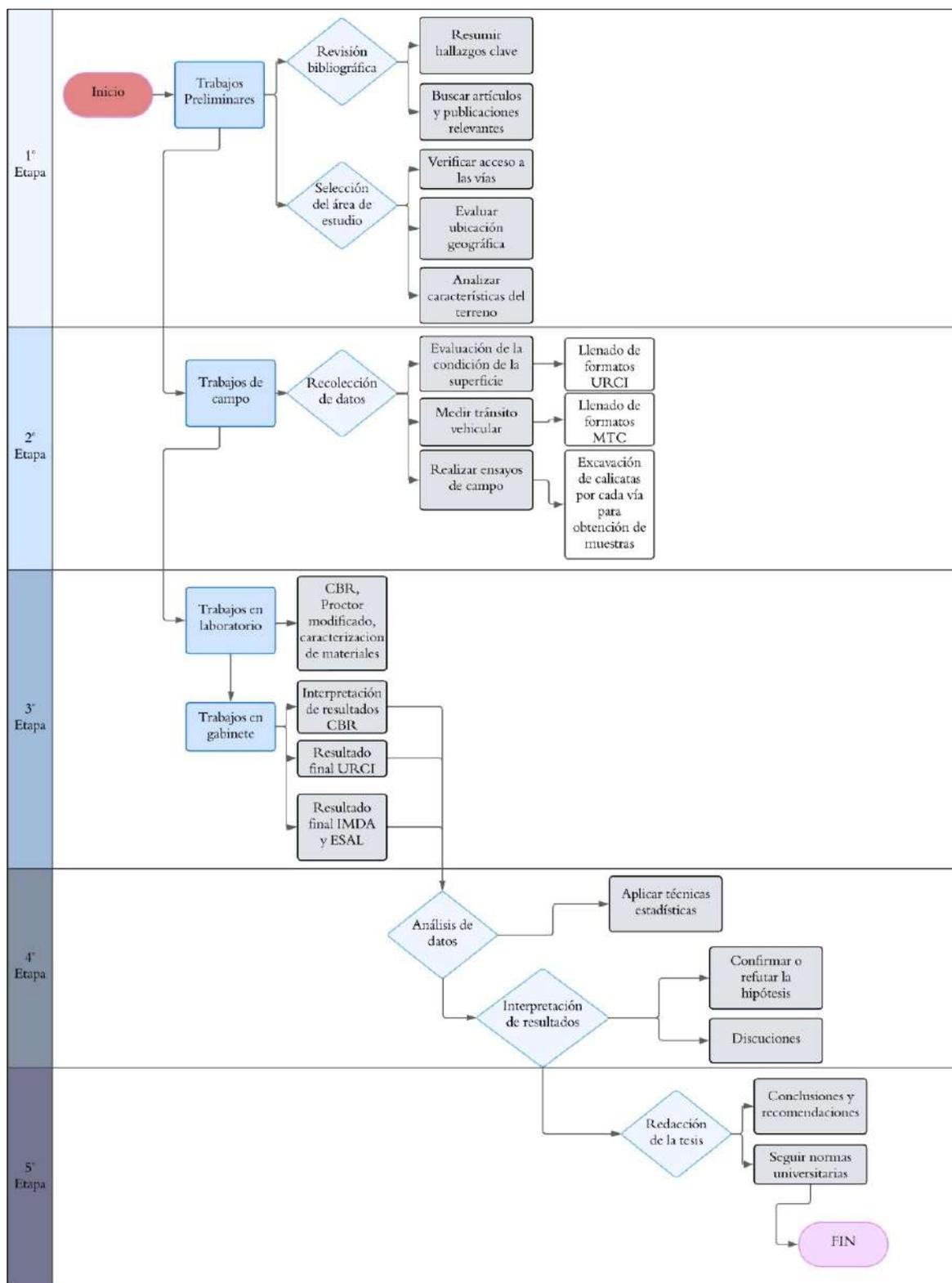
4.4.2 Muestra

Para el presente estudio, se seleccionaron 4 carreteras vecinales sin pavimentar del distrito de Abancay, Apurímac las cuales son **AP-644, AP-646, AP-103 y AP-645**, que representan una muestra representativa de la población total de carreteras. Basándonos en la bibliografía de ARIAS y CANGALAYA (2023), p. 170, quien menciona que el muestreo es una técnica para la selección de unidades de estudio que forma parte de la muestra y se clasifican diferentes tipos como probabilístico y no probabilísticos y este último muestreo presenta diferentes características, y para esta investigación tomando en cuenta los criterios expuestos se trataría de un muestreo **no probabilístico intencional o por criterio**, se realiza tomando en cuenta el conocimiento y criterio del investigador, estas selecciones se basan en las características de la ruta como criterios de variabilidad topográfica, el tipo de terreno, condiciones climáticas, niveles de flujo vehicular, proximidad con los servicios básicos, impacto ambiental sobre el medio ambiente y las comunidades locales, y estado de conservación de la vía. Aunque la muestra es limitada, es más práctico y efectivo estudiar un número limitado de casos, pero en profundidad, lo que permite obtener datos más detallados y específicos, esperando que los hallazgos sean extrapolables a otras carreteras vecinales con características similares.

4.5 Procedimiento

Para la ejecución de esta investigación se estructuro un flujograma para poder tener una mejor visión de las actividades a realizar por 5 etapas tal forma que esta se entienda y a continuación se detallara:





NOTA

En la figura se muestra el flujograma de todo el procedimiento que se realizó para la elaboración de la presente investigación, en la que se detalla mediante etapas las diferentes actividades que se realizaron.

Figura 26 — Flujograma de procedimiento de ejecución.



4.6 Técnica e instrumentos

4.6.1 Técnica

En esta investigación la técnica empleada fue de la **observación** estandarizada, según HERNÁNDEZ y MENDOZA, (2018) en su libro Metodología de la Investigación, menciona que consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos, situaciones observables a través de un conjunto de categorías y sub categorías (pág. 290)

Es importante considerar que la técnica usada para esta investigación nos permitirá realizar una observación más detallada de cada una de las variables, según estas requieran ser analizadas. Para la variable dependiente (transitabilidad de carreteras vecinales) se registraron datos de las mediciones de las fallas existentes en las vías, para la variable independiente 1 (flujo vehicular) se registraron datos de la cantidad de vehículos que transitan por cada vía en un punto específico, y para la variable independiente 2 (resistencia del suelo - CBR) se registraron la información de las propiedades físico mecánicas del suelo mediante resultados de laboratorios.

4.6.2 Instrumentos

Los instrumentos usados en esta investigación fueron las escalas de medición, las pruebas estandarizadas, las fichas de recolección de datos para registrar in situ, las cuales fueron obtenidas de los diferentes manuales que se requerían según el estudio realizado como:

El formato de recolección de datos URCI (Formulario DA 7348-R) obtenido del manual de Unsurfaced Road Maintenance Management (URMM) (Department of the Army 1995) para el cálculo de la transitabilidad, en el cual se registraron las mediciones de las fallas observadas en las carreteras sin pavimentar estudiadas, este instrumento fue usado en múltiples investigaciones para evaluar el índice de condición de carreteras sin pavimentar y ver el estado de la vía junto con du falla más representativa.

El formato de conteo vehicular obtenidos del manual de la MTC se utilizó para el estudio de flujo vehicular, el cual es importante para poder determinar IMDA de las carreteras, los tipos de vehículos más transitados, los horarios picos y también posteriormente hacer el cálculo de la carga equivalente de un solo eje (ESAL) y poder establecer una relación de daño que los vehículos causan a las carreteras, estos instrumentos ya fueron usados en diferentes estudios tanto de investigación como para la elaboración de proyectos del estado.



Y el uso del manual de ensayo de materiales para realizar las pruebas estandarizadas de los diferentes laboratorios, según son necesarios esta esta investigación, como el cálculo del CBR.

Validación

En una investigación la validez es fundamental para calidad y precisión de los resultados, garantiza que las conclusiones obtenidas sean confiables y que no se midan elementos irrelevantes. Según (ARIAS y CANGALAYA, 2023) la escala de valoración Likert es el más popular de los procedimientos por su sencillez y versatilidad para la elaboración del cuestionario, en el cual se presenta una afirmación y se pide al sujeto que califique (1, 2, 3, 4, 5) según se encuentre de acuerdo y para la prueba de confiabilidad se puede realizar por varios métodos, para este caso no centraremos en el método de Alfa de Cronbach ya que buscamos saber si una escala o prueba de medición es confiable.

Para esta **investigación** se determinó la exactitud, viabilidad y efectividad de validación del instrumento mediante el criterio de los expertos, a continuación, se detalla los resultados del juicio de los expertos y el anexo C se mostrará las fichas de cada experto.

Escala de valoración.

La **escala Likert** suele usar una escala de puntos, la más común es la de 5 puntos (1: Deficiente, 2: Regular, 3: Buena, 4: Muy buena, 5: Excelente), sacando un promedio.

$$\text{Índice total de juicio de expertos} = \frac{\Sigma \text{ índice de validación}}{\# \text{ total expertos}}$$

Tabla 15 — Juicio de expertos

Nombres y Apellidos	Categoría	Especialidad	Índice de validación
Lucy Marizol Guanuchi Orellana	Ph. D	Mención Ingeniería Civil	4
Saul Moreano Carrasco	Magister	Metodólogo	5
Wilson J. Mollocondo Flores	Doctor	Estadístico	4
Washington Gualberto Palomino Canaval	Magister	Mención Ingeniería Civil	4
Danny Daniel Saavedra Ore	Magister	Ciencias de la ingeniería, mención en recursos y medio ambiente hídrico.	5
Rómulo Gómez Noblega	Magister	Gestión Pública	4
NOTA En la tabla se muestra el juicio de los expertos para la validación del instrumento de medición (URCI).			



$$\text{Índice total de juicio de expertos} = \frac{4 + 5 + 4 + 4 + 5 + 4}{6}$$

$$\text{Índice total de juicio de expertos} = 4.33$$

Los índices de validación son (1: Deficiente, 2: Regular, 3: Buena, 4: Muy buena, 5: Excelente), se evidencia que el índice total de juicio de expertos es de **4.33** siendo esta mayor a 4 y menor a 5, con una clasificación de **muy buena**.

Prueba de confiabilidad

Para el cálculo Alfa de Cronbach, se determinará el “ α ”

Tabla 16 — Interpretación del valor del α de Alfa de Cronbach

Valor de “ α ”	Interpretación
$\alpha > 0.90$	Excelente
$0.80 < \alpha \leq 0.90$	Bueno
$0.70 < \alpha \leq 0.80$	Aceptable
$0.60 < \alpha \leq 0.70$	Cuestionable
$0.50 < \alpha \leq 0.60$	Pobre
$\alpha \leq 0.50$	Inaceptable

NOTA
En tabla podemos ver los intervalos de valores que puede tomar alfa y su respectiva interpretación, esta tabla nos ayudara a interpretar los resultados de confiabilidad.
FUENTE: ARIAS y CANGALAYA, 2023, p. 298

Realizado el procedimiento por el Software SPSS el cálculo de la confiabilidad, tenemos el siguiente cuadro:

Tabla 17 — Interpretación del valor del α de Alfa de Cronbach

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,964	10

Interpretación: siendo el valor obtenido en el Software SPSS de $\alpha=0.964$, siendo este $\alpha > 0.90$ concluimos que la confiabilidad es **excelente**.

4.7 Análisis estadístico

Para el análisis del estadístico de investigación se hará uso del estadístico Rho de Spearman y la Regresión, debido a que es cuantitativa, según ARIAS y CANGALAYA (2023) dice que se pueden clasificar de dos formas de acuerdo con la ciencia estadística por ende se utilizan métodos de pruebas paramétricos y no paramétricas, , la primera se desarrolla basados en la normalidad de las poblaciones y las no paramétricas por su parte se aplican en cualquier tipo de distribución siendo útiles en los casos de muestras pequeñas.



4.7.1 Pasos básicos para el análisis estadístico descriptivo

1º. Clasificación de variables

Identificar el tipo de variable (transitabilidad de carreteras vecinales, flujo vehicular y resistencia del suelo)

- **Cualitativas (nominales u ordinales)**-categóricas o clasificaciones. Clasifica de forma precisa las cualidades de un grupo o sujeto.
- **Cuantitativas (discretas o continuas)**-variables numéricas. Clasifica en forma precisa las cantidades de un grupo o sujeto (ARIAS y CANGALAYA, 2023).

2º. Cálculo de medidas estadísticas

- Medidas de tendencia central (media aritmética, mediana, moda).
- Medidas de dispersión o variabilidad (rango, varianza, coeficiente de variación).
- Medidas de posición (cuartiles, percentiles)

3º. Análisis e interpretación de los resultados obtenidos

Describir hallazgos.

4.7.2 Pruebas de normalidad por cada variable

Para la prueba de normalidad de una población se tuvo en cuenta el tamaño de la muestra si es menor a 50 se aplica la prueba de Shapiro-Wilk (ARIAS y CANGALAYA, 2023).

Siguiendo los siguientes pasos:

- Hipótesis
H₀: Los datos tienen distribución normal
H_a: Los datos no tienen distribución normal
- Se asumió $\alpha = 0.05$
- Se contrastó el supuesto de normalidad.
- El siguiente criterio de decisión se tuvo en cuenta que,
Si el valor de Sig. < 0.05 se acepta H_a y se rechaza H₀.
Si el valor de Sig. ≥ 0.05 se acepta H₀ y se rechaza H_a

En esta investigación se determinó que los datos no cumplen con la normalidad, siendo esta una característica representativa de las pruebas no paramétricas, también se determinó que el estudio es de tipo correlacional-explicativo y el diseño es no experimental transversal correlacional-causal en títulos anteriores. Dicho esto, se ha



empleado el análisis estadístico inferencial para poder hacer la contrastación de hipótesis y comprobar la validación de la afirmación, evaluar las relaciones entre variables con la prueba estadísticas Rho de Spearman, y regresión múltiple.

4.7.3 Pasos básicos para el análisis estadístico inferencial

1°. Formulación de hipótesis

Formulación de hipótesis general

H_1 : El flujo vehicular y la resistencia del suelo impactan en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales del distrito de Abancay-Apurímac, 2023.

Formulación de hipótesis específica 1

H_1 : El índice medio diario anual impacta en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales en el distrito de Abancay-Apurímac, 2023.

Formulación de hipótesis específica 2

H_1 : La carga equivalente de un solo eje impacta en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales en el distrito de Abancay-Apurímac, 2023.

Formulación de hipótesis específica 3

H_1 : El CBR impacta en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales en el distrito de Abancay-Apurímac, 2023.

2°. Selección de tipo de prueba estadística

La selección de la prueba depende del tipo de datos y del diseño del estudio y como se dijo en párrafos anteriores se realizará la prueba estadísticas Rho de Spearman y la regresión múltiple.

Rho de Spearman para probar correlación: La prueba de correlación de rangos de Spearman o Rho de Spearman se emplea para mide la fuerza y dirección de la asociación de correlación entre las variables.

Se utilizó el coeficiente de correlación de Rho de Spearman para evaluar la relación entre el flujo vehicular y la transitabilidad, así como entre la resistencia del suelo y la transitabilidad. Y se interpreta los resultados como valores cercanos a 1 o -1 indican una fuerte relación; valores cercanos a 0 indican una relación débil.



Tabla 18 — Interpretación del valor del coeficiente Rho de Spearman

Coefficiente de correlación de Spearman	Interpretación
$ r_s =0$	No existe correlación
$0 < r_s \leq 0.50$	Existe correlación débil
$0.50 < r_s \leq 0.80$	Existe correlación moderada
$0.80 < r_s < 1$	Existe correlación fuerte
$ r_s =1$	Existe correlación perfecta
<p>NOTA</p> <p>En tabla podemos ver los intervalos de valores que puede tomar r_s y su respectiva interpretación, esta tabla nos ayudara a interpretar los resultados de coeficiente de correlación entre variables.</p> <p>FUENTE: ARIAS y CANGALAYA 2023, p. 298</p>	

Se puede interpretar el resultado en función del signo del coeficiente:

Si r_s es positivo, la relación es Directamente proporcional; es decir, a medida que una de las variables aumenta su valor; la otra aumenta también.

Si r_s es negativo, la relación es Inversamente proporcional; es decir, a medida que una de las variables aumenta su valor, la otra decrece.

Regresión: Permite analizar la relación entre una variable dependiente (o resultado) y dos o más variables independientes (o predictoras). El objetivo es estimar cómo cada variable independiente contribuye a predecir la variable dependiente. Según MONTGOMERY; PECK (2012) Los autores destacan que esta técnica no solo ayuda a identificar relaciones significativas entre variables, sino que también permite entender la contribución única de cada variable independiente al modelo, en presencia de otras variables.

En este caso el impacto de las variables independientes (flujo vehicular y la resistencia del suelo) sobre la variable dependiente (transitabilidad) y evalúa los coeficientes de regresión y su significancia (valores p).

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \dots \beta_n \cdot X_n + \varepsilon$$

Donde:

Y = variable dependiente

X_n = variable independiente

β_n = coeficiente

ε = termino error

3°. Analizar e interpretación de resultados obtenidos

CAPÍTULO V

RESULTADO Y DISCUSIONES

5.1 Análisis de resultados

En las vías estudiadas se llevaron a cabo diferentes evaluaciones, para el cálculo de la transitabilidad se empleó la metodología URCI, para la determinación del flujo vehicular, se realizó el conteo vehicular y cálculos de del IMDA y ESAL y para determinar la resistencia del suelo se hizo diferentes ensayos de laboratorios, todos estos estudios se realizaron independiente por cada vía para un mejor análisis.

Tabla 19 — Cuadro resumen de las vías estudiadas y los ensayos realizados

Vía	Longitud	Muestras URCI	Puntos de conteo veh.	Muestras de ensayos de lab.
VIA 1 (AP-644): Condebamba-Marcahuasi-Taraccasa.	4.65Km	10	1	5 calicatas
VIA 2 (AP-646): (Marcahuasi-Asillo-Marcahuasi)	8.4 Km	16	1	5 calicatas
VIA 3 (AP-103): (Muyoc Ccorral- Huayllabamba-Ccarccatera)	4.71Km	9	1	5 calicatas
VIA 4(AP-645): (Tamburco-Colcaque)	1.9 Km	4	1	2 calicatas
NOTA En la tabla podemos ver el resumen de los estudios realizados en esta investigación a cada una de las carreteras.				

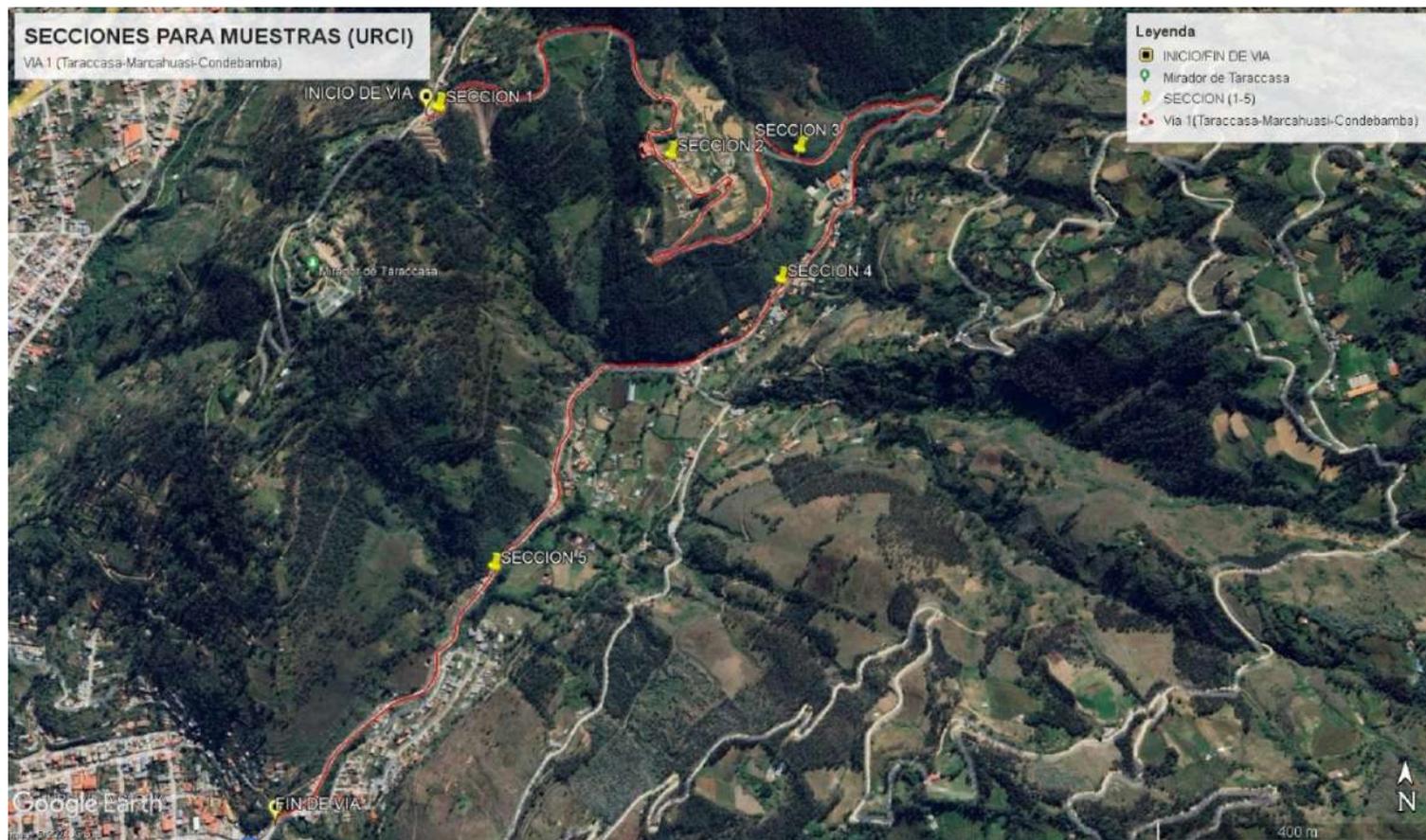
5.1.1 Análisis de resultados de la variable dependiente: Transitabilidad de carreteras sin pavimentar

5.1.1.1 Cálculo del índice de condición de carreteras sin pavimentar (URCI)

Esta metodología extranjera llamada URCI se escogió para poder determinar la falla más común que sufre la superficie de rodadora de la carretera y de esta forma poder determinar el índice que condición actual de la carretera, obteniendo los siguientes resultados.



a) Vía 1(AP-644): Condebamba-Marcahuasi-Taraccasa



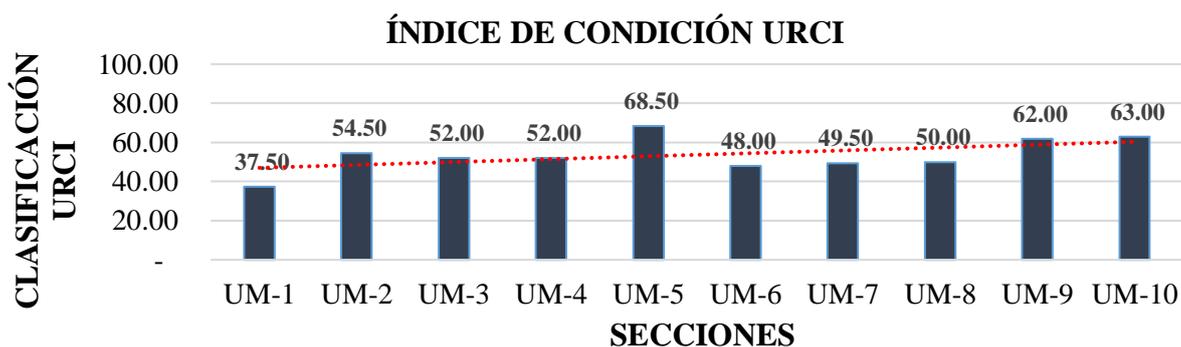
NOTA

En la figura se muestra la ruta de estudio vía 1 (Condebamba-Marcahuasi-Taraccasa) la cual esta trazada con una línea de color rojo de inicio a fin, a la vez la vía se secciono en tramos de 1km con pines de color amarillo para la realización del estudio de la transitabilidad

Figura 27 — Ubicación de la ruta de estudio de la vía 1 (Condebamba-Marcahuasi-Taraccasa).

Tabla 20 — Resultado URCI por cada unidad de muestra de la vía 1 (Condebamba-Marcahuasi-Taraccasa)

Sección	Muestra	Este	Norte	Progresiva	Área (m2)	URC I	Clasificación
1	UM-1	731473.19	8493203.43	0+196 km	205	37.50	POOR
	UM-2	731758.28	8493292.08	0+671 km	202.5	54.50	FAIR
2	UM-3	731946.73	8493039.86	1+170 km	202.8	52.00	FAIR
	UM-4	731973.31	8492927.82	1+630 km	208	52.00	FAIR
3	UM-5	732186.71	8493129.49	2+100 km	219	68.50	GOOD
	UM-6	732229.93	8493113.02	2+650 km	212.5	48.00	FAIR
4	UM-7	732063.79	8492840.82	3+000 km	210	49.50	FAIR
	UM-8	731757.63	8492679.05	3+380 km	267.5	50.00	FAIR
5	UM-9	731446.55	8492237.38	3+990 km	222.5	62.00	GOOD
	UM-10	731240.18	8491975.02	4+350 km	210	63.00	GOOD
TOTAL URCI						53.70	FAIR
<p>NOTA</p> <p>En la tabla se muestra la ubicación, progresiva, área y su clasificación URCI de cada una de las muestras de las secciones de la vía 1</p>							



NOTA

La longitud de la vía 1 en estudio consto de 4.65km, haciendo uso del manual se toma la decisión seleccionar 10 muestras, se realizó la recolección de datos y procesó según corresponde, el resultado final del índice de condición de la carretera AP-644 viene a ser el promedio de todas las muestras, teniendo como resultado tener una escala URCI de **53.7** y según su escala esta nos indica que tiene la clasificación **FAIR** (justo o regular).

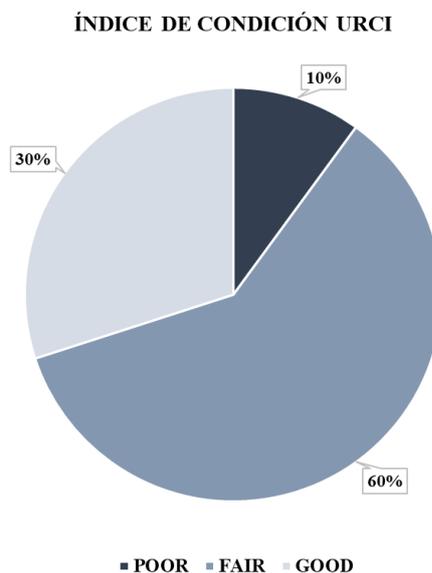
Figura 28 — Índice de condición por secciones de la vía 1 (Condebamba-Marcahuasi-Taraccasa)



Tabla 21 — Cuadro de resultados finales de cada muestra inspeccionada de la vía 1

TIPO DE FALLA	UNIDAD	SEVERDIAD	CANTIDAD										TOTAL
			UM-1	UM-2	UM-3	UM-4	UM-5	UM-6	UM-7	UM-8	UM-9	UM-10	
81. Sección Transversal Inadecuada	Metro lineal	L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		M	0	28.9	52	65	60	0	18.3	0	50	50	32.42
		H	50	21.1	0	0	0	50	31.5	50	0	0	20.26
82. Drenaje lateral inadecuado	Metro lineal	L	50	35.25	0	65	0	0	0	0	0	0	15.025
		M	0	0	38.9	0	0	0	50	0	0	50	13.89
		H	0	14.75	13.1	0	0	50	0	50	50	0	17.785
83. Encalaminado	Metro cuadrado	L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
84. Polvo		L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		M	0	4	4	4	4	4	0	4	4	4	3.2
		H	15	0	0	0	0	0	15	0	0	0	3
85. Baches	Unidad	L	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	1.5
		M	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	1.2
		H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
86. Ahuellamiento	Metro cuadrado	L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		M	46.5	61.65	11.2	75.3	13.35	29.75	0	14.45	0	0	25.22
		H	47	0	33.6	0	0	0	30.695	26.5	0	0	13.7795
87. Agregado Suelto	Metro lineal	L	100	100	104	130	0	0	100	0	100	100	73.4
		M	0	0	0	0	0	100	0	150	50	50	35
		H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESTADO			POOR	FAIR	FAIR	FAIR	GOOD	FAIR	FAIR	FAIR	GOOD	GOOD	FAIR
<p>NOTA</p> <p>La tabla muestra un resumen general de las fallas encontradas en la vía 1, en función al tipo de fallas y su severidad</p>													





NOTA

Como se muestra en la figura, el 10% de la vía 1 se encuentra en una clasificación pobre (POOR), 60% de la vía en un estado regular (FAIR) y el 30% restante se encuentra en un estado bueno (GOOD).

Figura 29 — Estados predominantes de condición de la vía 1 (Condebamba-Marchahuasi-Taraccasa)

URCI	RATING
100	Excellent
85	Very Good
70	Good
55	Fair
40	Poor
25	Very Poor
10	Failed
0	

53.70

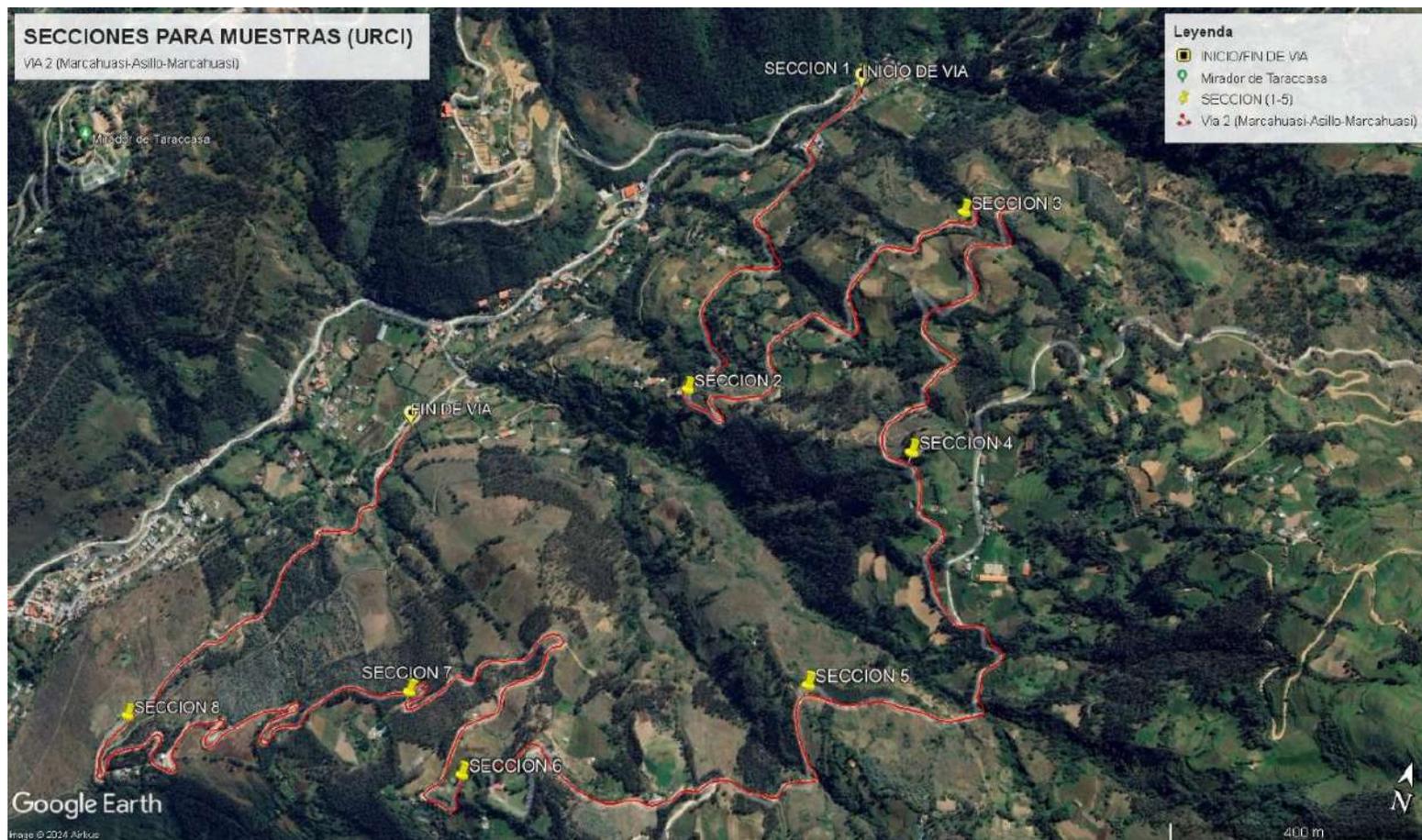
NOTA

En la figura anterior se presenta en resultado final del índice de condición de carreteras no pavimentadas de la vía 1, el cual representa el estado de transitabilidad de la vía siendo esta regular o justa (FAIR).

Figura 30 — Clasificación URCI de la vía 1 (Condebamba-Marchahuasi-Taraccasa)



b) Vía 2 (AP-646): Marcahuasi-Asillo-Ayaorcco



NOTA

En la figura se muestra la ruta de estudio vía 2 (Marcahuasi-Asillo-Ayaorcco) la cual esta trazada con una línea de color rojo de inicio a fin, a la vez la vía se secciono en tramos de 1km con pines de color amarillo.

Figura 31 — Ubicación de la ruta de estudio de la vía 2 (Marcahuasi-Asillo-Ayaorcco)

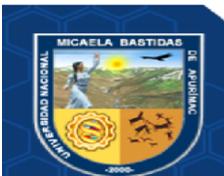
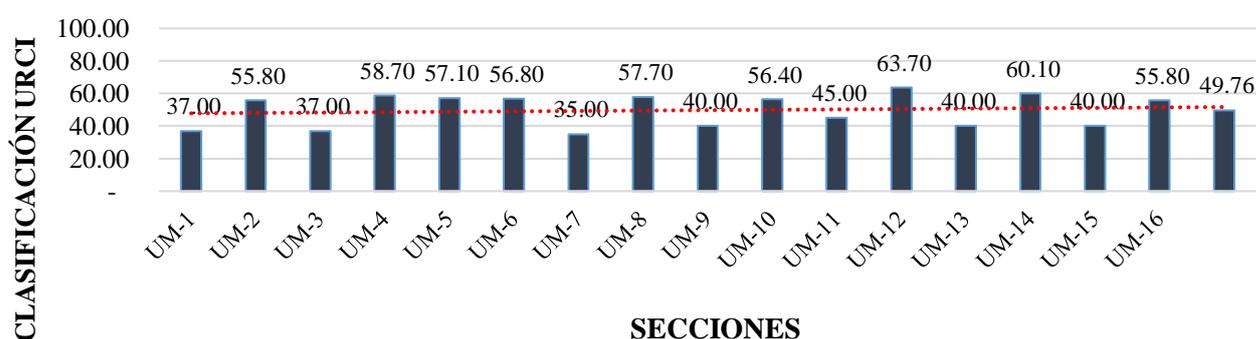


Tabla 22 — Resultado URCI por cada unidad de muestra de la vía 2 (Marcahuasi-Asillo-Ayaorcco)

Sección	Muestra	Este	Norte	Progresiva	Área	Urci	Clasificación
1	UM-1	732546.73	8493225.44	0+231 km	235	37.00	FAIR
	UM-2	732413.78	8492850.28	0+736 km	225	55.80	GOOD
2	UM-3	732503.62	8492667.56	1+120 km	279	37.00	FAIR
	UM-4	732801.70	8493122.54	1+920 km	229.5	58.70	GOOD
3	UM-5	732904.75	8493086.97	2+400 km	224	57.10	GOOD
	UM-6	732879.92	8492775.69	2+840 km	242.5	56.80	GOOD
4	UM-7	733143.14	8492382.28	3+480 km	228	35.00	FAIR
	UM-8	733001.49	8492217.16	3+820 km	238	57.70	GOOD
5	UM-9	732664.82	8491945.33	4+440 km	240	40.00	FAIR
	UM-10	732210.43	8491763.02	5+080 km	210	56.40	GOOD
6	UM-11	732257.72	8492010.15	5+400 km	256.5	45.00	FAIR
	UM-12	732068.09	8491914.22	5+990 km	228	63.70	GOOD
7	UM-13	731976.58	8491919.28	6+200 km	222	40.00	FAIR
	UM-14	731766.92	8491785.76	6+710 km	231	60.10	GOOD
8	UM-15	731449.51	8491580.68	7+490 km	274.5	40.00	FAIR
	UM-16	731852.84	8492376.96	8+490 km	237	55.80	GOOD
TOTAL URCI						49,76	FAIR
<p>NOTA</p> <p>En la tabla se muestra la ubicación, progresiva, área y su clasificación URCI de cada una de las muestras de las secciones de la vía 2</p>							

ÍNDICE DE CONDICIÓN URCI



NOTA

La longitud de la vía 2 en estudio consto de 8.4 km, haciendo uso del manual se toma la decisión seleccionar 16 muestras, después de realizar la recolección de datos y procesarlas según corresponda, el resultado final del índice de condición de la carretera AP-646 (Marcahuasi-Asillo-Ayaorcco) viene a ser el promedio de todas las muestras halladas de la carreta, teniendo como resultado tener una escala URCI de **49,76** y según su escala esta nos indica que tiene la clasificación **FAIR** (Regular).

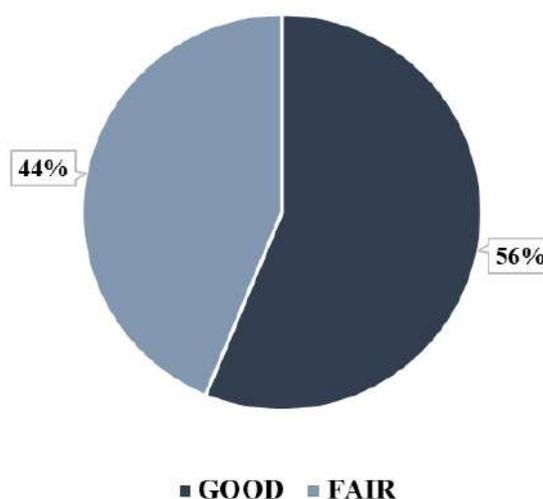
Figura 32 — Índice de condición por secciones de la vía 2 (Marcahuasi-Asillo-Ayaorcco)

Tabla 23 — Cuadro de resultados finales de cada muestra inspeccionada de la vía 2

TIPO DE FALLA	UNIDAD	SEVERDIAD	CANTIDAD																TOTAL
			UM-1	UM-2	UM-3	UM-4	UM-5	UM-6	UM-7	UM-8	UM-9	UM-10	UM-11	UM-12	UM-13	UM-14	UM-15	UM-16	
81. Sección Transversal Inadecuada	Metro lineal	L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
		M	0	0	0	0	37.3	0	60	70	0	0	0	0	60	0	0	0	14.21
		H	50	50	45	45	32.7	50	0	0	40	50	45	60	0	55	45	60	39.23
82. Drenaje lateral inadecuado	Metro lineal	L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	55	0	0	7.19	
		M	0	0	45	45	0	50	0	70	40	22.3	90	89.4	0	0	0	60	31.98
		H	50	50	32	0	70	0	60	0	0	50	0	30.6	0	0	45	0	24.23
83. Encalaminado	Metro cuadrado	L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
		M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
		H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	131.88	0	77.14	0	0	0	0	72
84. Polvo		L	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.13
		M	0	0	0	4	4	0	0	0	0	4	4	4	4	0	0	4	1.75
		H	15		15	0	0	15	15	15	15	0	0	0	0	15	15	0	7.50
85. Baches	Unidad	L	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.44
		M	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0.38
		H	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.31
86. Ahuellamiento	Metro cuadrado	L	0	0	0	0	0	0	0	56.7	0	0	0	0	0	0	0	0	3.54
		M	16.8	38.4	47.25	37.55	10.5525	45	36	0	14.4	0	33.3	7.2	42	0	0	28.4	22.30
		H	50.4	25.2	0	9.9	22	0	19.35	0	37.2	6.578	0	0	27	21.4	58.5	0	17.35
87. Agregado Suelto	Metro lineal	L	0	0	0	0	0	0	0	140	0	0	0	104	0	0	0	15.25	
		M	100	112	45	75	0	52	0	70	80	0	45	108	68	45	45	106	59.44
		H	42	0	90	65	112	98	0	0	40	100	90	0	0	90	90	0	51.06
ESTADO			FAIR	GOOD	FAIR	GOOD	GOOD	GOOD	FAIR	GOOD	FAIR	GOOD	FAIR	GOOD	FAIR	GOOD	FAIR	GOOD	FAIR
<p>NOTA</p> <p>La tabla muestra un resumen general de las fallas encontradas en la vía 1, en función al tipo de fallas y su severidad</p>																			



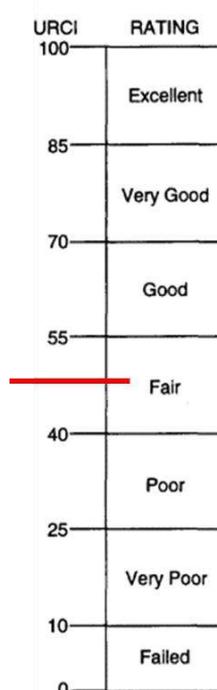
ESTADO DE CONDICION URCI



NOTA

Como se muestra en la figura, el 56% de la vía 2 se encuentra en una clasificación buena (GOOD) y 44% de la vía en un estado regular (FAIR).

Figura 33 — Estados predominantes de condición de la vía 2 (Marcahuasi-Asillo-Ayaorcco)



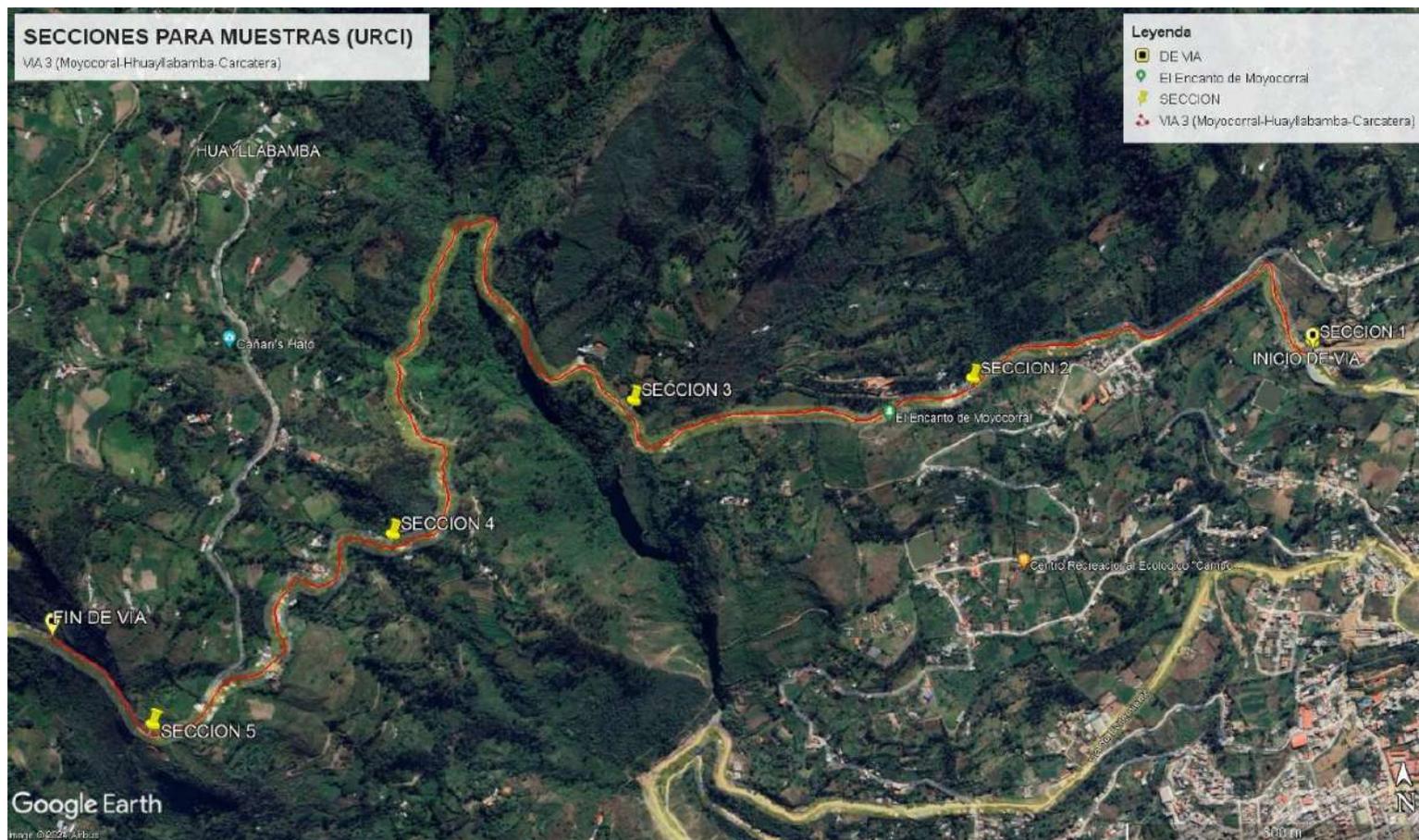
NOTA

En la figura anterior se presenta en resultado final del índice de condición de carreteras no pavimentadas de la vía 2, el cual representa el estado de transitabilidad de la vía siendo esta regular (FAIR).

Figura 34 — Clasificación URCI de la vía 2 (Marcahuasi-Asillo-Ayaorcco)



c) Vía 3 (AP-103): Muyoc Corral-Huayllabamba-Ccarccatera



NOTA

En la figura se muestra la ruta de estudio vía 3 (Muyoc Corral-Huayllabamba-Ccarccatera) la cual esta trazada con una línea de color rojo de inicio a fin, a la vez la vía se secciono en tramos de 1km con pines de color amarillo

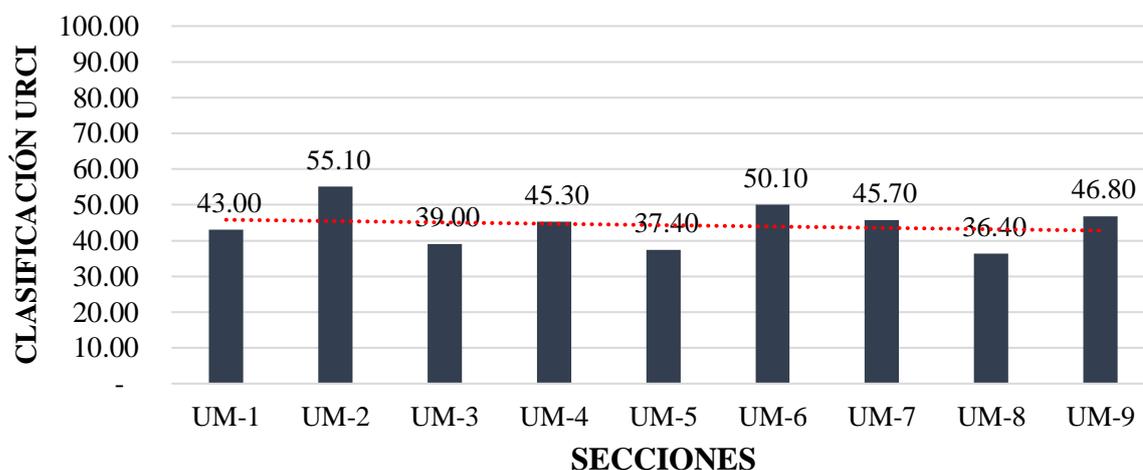
Figura 35 — Ubicación de la ruta de estudio de la vía 3 (Muyoc Corral-Huayllabamba-Ccarccatera).



Tabla 24 — Resultado URCI por cada unidad de muestra de la 3 (Muyoc corral-Huayllabamba-Ccarccatera)

Sección	Muestra	Este	Norte	Progresiva	Área	Urci	Clasificación
1	UM-1	727939.65	8493011.68	4+780 km	204	43.00	FAIR
	UM-2	727684.51	8493076.49	4+340 km	201	55.10	GOOD
2	UM-3	727210.42	8492979.26	3+820 km	198.9	39.00	POOR
	UM-4	726591.67	8492898.09	3+150 km	204	45.30	FAIR
3	UM-5	726316.64	8492970.52	2+770 km	230.4	37.40	POOR
	UM-6	725938.85	8493175.02	1+900 km	240	50.10	FAIR
4	UM-7	725849.56	8492649.38	1+210 km	270	45.70	FAIR
	UM-8	725410.16	8492295.27	0+446 km	216	36.40	POOR
5	UM-9	725117.45	8492493.76	0+010 km	205	46.80	FAIR
TOTAL URCI						84.94	VERY GOOD
<p>NOTA</p> <p>En la tabla se muestra la ubicación, progresiva, área y su clasificación URCI de cada una de las muestras de las secciones de la vía 3.</p>							

ÍNDICE DE CONDICIÓN URCI



NOTA

La longitud de la vía 3 en estudio consto de 4.71 km, haciendo uso del manual se toma la decisión seleccionar 9 muestras, después de realizar la recolección de datos y procesarlas según corresponda, el resultado final del índice de condición de la carretera AP-103 (Muyoc Corral-Huayllabamba-Karkatera) viene a ser el promedio de todas las muestras halladas de la carreta, teniendo como resultado tener una escala URCI de **44.31** y según su escala esta nos indica que tiene la clasificación **FAIR** (regular).

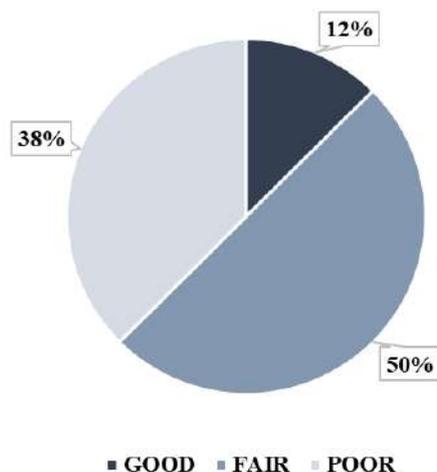
Figura 36 — Índice de condición por secciones de la vía 3 (Muyoc corral-Huayllabamba-Ccarccatera)

Tabla 25 — Cuadro de resultados finales de cada muestra inspeccionada de la vía 3

TIPO DE FALLA	UNIDAD	SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL
			UM-1	UM-2	UM-3	UM-4	UM-5	UM-6	UM-7	UM-8	UM-9	
81. Sección Transversal Inadecuada	Metro lineal	L	0	60	0	30	13.15	16.8	0	0	0	13.33
		M	9.4	0	0	0	0	0	0	0	50	6.60
		H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
82. Drenaje lateral inadecuado	Metro lineal	L	0	0	51	0	0	0	0	40	0	10.11
		M	30.25	60	0	0	0	0	0	0	35.25	13.94
		H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
83. Encalaminado	Metro cuadrado	L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
		M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
		H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
84. Polvo		L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
		M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
		H	14	4	4	4	14	14	4	4	4	7.33
85. Baches	Unidad	L	0	2	0	0	0	0	0	0	8	1.11
		M	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.22
		H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
86. Ahuellamiento	Metro cuadrado	L	0	12.41	0	0	18.41	0	0	0	0	3.42
		M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
		H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
87. Agregado Suelto	Metro lineal	L	0	0	0	80	0	0	0	0	0	8.89
		M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
		H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
ESTADO			FAIR	GOOD	POOR	FAIR	POOR	FAIR	FAIR	POOR	FAIR	FAIR
<p>NOTA</p> <p>La tabla muestra un resumen general de las fallas encontradas en la vía 3, en función al tipo de fallas y su severidad</p>												



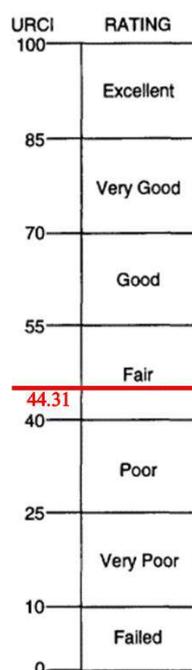
ESTADO DE CONDICION URCI



NOTA

Como se muestra en la figura, el 50% de la vía 3 se encuentra en una clasificación regular (FAIR), 38% de la vía en un estado pobre (POOR) y el 12% de las vías se encuentran en un estado bueno (GOOD).

Figura 37 — Estados predominantes de condición de la vía 3 (Muyoc corral-Huayllabamba-Ccarccatera)

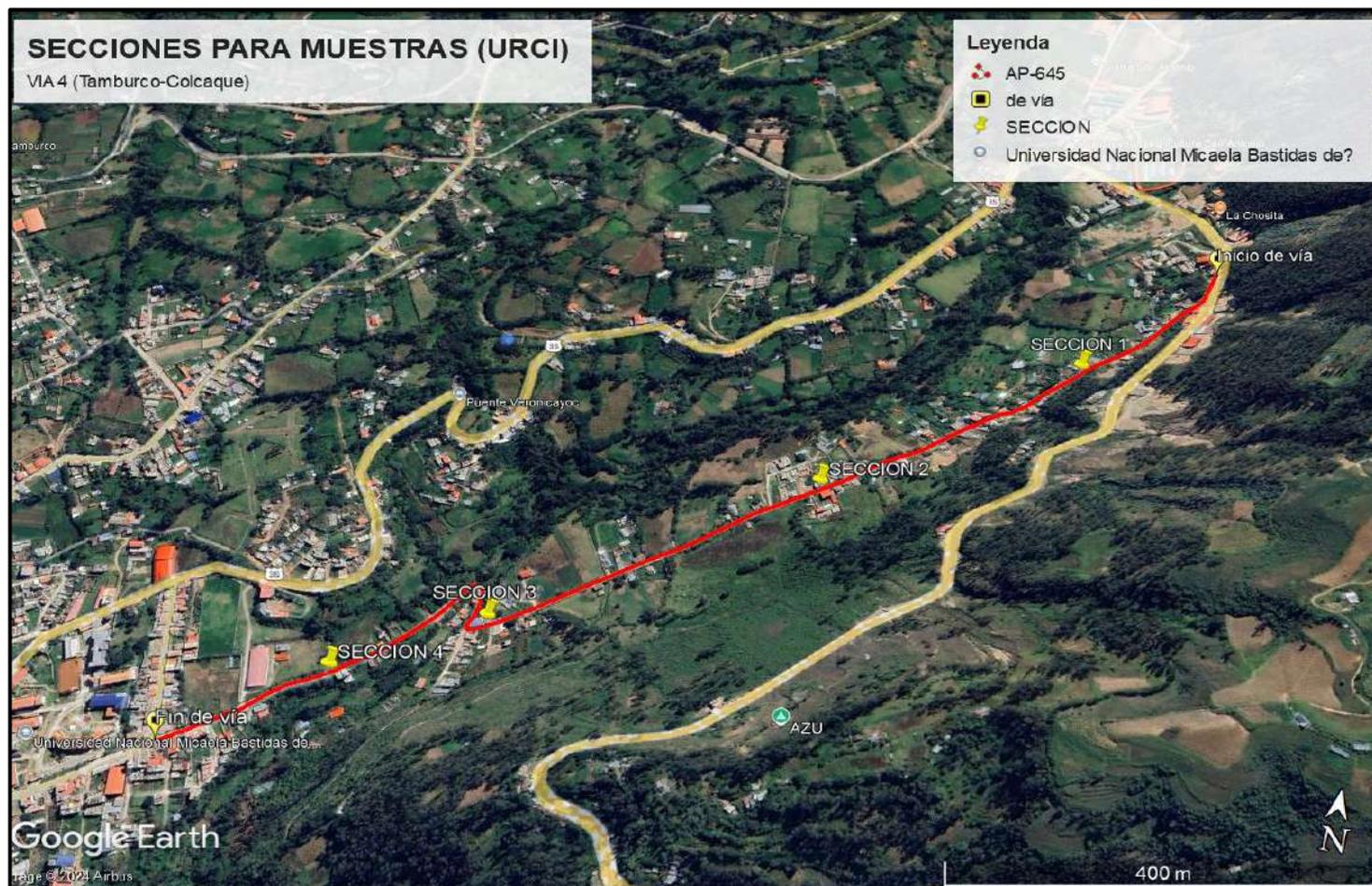


NOTA

En la figura anterior se presenta en resultado final del índice de condición de carreteras no pavimentadas de la vía 3, el cual representa el estado de transitabilidad de la vía siendo esta regular (FAIR)

Figura 38 — Clasificación URCI de la vía 3 (Muyoc Corral-Huayllabamba-Ccarccatera)

d) Vía 4 (AP-645): Tamburco-Colcaque



NOTA

En la figura se muestra la ruta de estudio vía 4 (Tamburco-Colcaque) la cual esta trazada con una línea de color rojo de inicio a fin, a la vez la vía se secciono en tramos de 1km con pines de color amarillo.

Figura 39 — Ubicación de la ruta de estudio de la vía 4 (Tamburco-Colcaque)

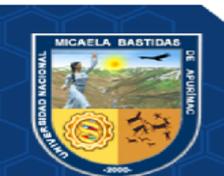
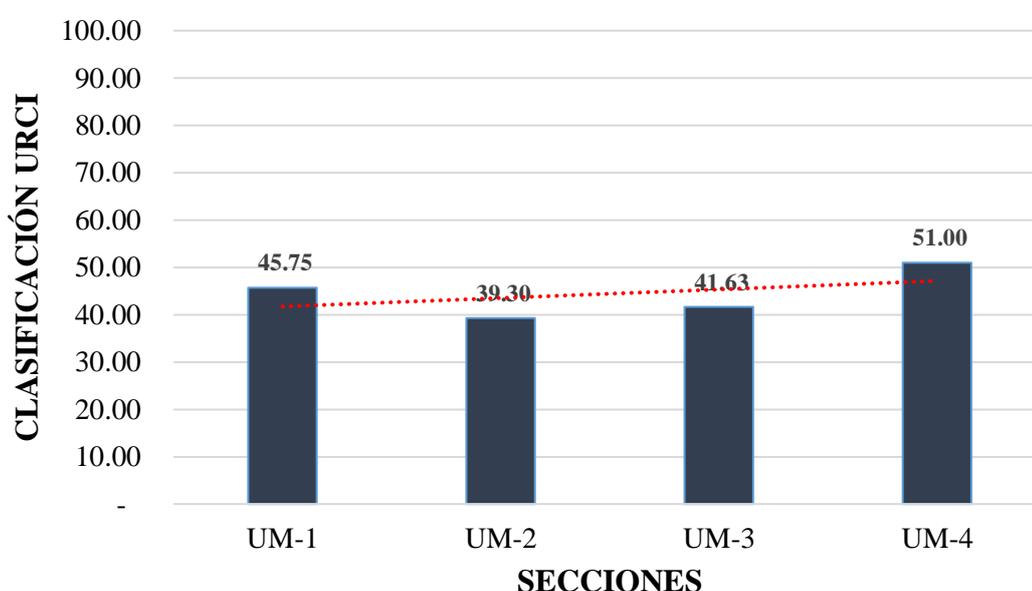


Tabla 26 — Resultado URCI por cada unidad de muestra de la 4 (Tamburco-Colcaque)

Sección	Muestra	Este	Norte	Progresiva	Área	Urci	Clasificación
1	UM-1	732021	8494453	0+082 km	229.68	45.75	FAIR
	UM-2	731637	8494132	0+598 km	230.3	39.30	POOR
2	UM-3	731138	8493800	1+200 km	227.9	41.63	FAIR
	UM-4	730973	8493710	1+520 km	227.9	51.00	FAIR
TOTAL URCI						44.42	FAIR
<p>NOTA</p> <p>En la tabla se muestra la ubicación, progresiva, área y su clasificación URCI de cada una de las muestras de las secciones de la vía 4</p>							

ÍNDICE DE CONDICIÓN URCI



NOTA

La longitud de la vía 4 en estudio consta de 1.9 km, haciendo uso del manual se toma la decisión seleccionar 4 muestras, después de realizar la recolección de datos y procesarlas según corresponda, el resultado final del índice de condición de la carretera AP-645 (Tamburco-Colcaque) viene a ser el promedio de todas las muestras halladas de la carretera, teniendo como resultado tener una escala URCI de **44.42** y según su escala esta nos indica que tiene la clasificación **FAIR** (Regular).

Figura 40 — Índice de condición por secciones de la vía 4 (Tamburco-Colcaque)

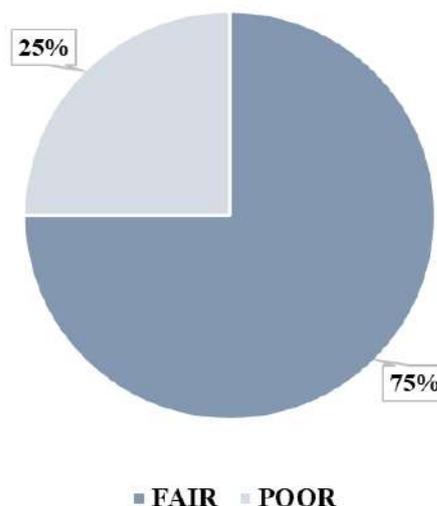
Tabla 27 — Cuadro de resultados finales de cada muestra inspeccionada de la vía 4

TIPO DE FALLA	UNIDAD	SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL
			UM-1	UM-2	UM-3	UM-4	
81. Sección Transversal Inadecuada	Metro lineal	L	0	0	0	0	0
		M	52.8	41.8	43	43	18.06
		H	0	0	0	0	0
82. Drenaje lateral inadecuado	Metro lineal	L	0	36.5	43	80	15.95
		M	84	39	35	0	15.8
		H	0	0	0	0	0
83. Encalaminado	Metro cuadrado	L	0	0	0	0	0
		M	0	0	0	0	0
		H	0	0	0	0	0
84. Polvo		L	0	0	0	0	0
		M	X	4	4	4	1.2
		H	15	0	0	0	1.5
85. Baches	Unidad	L	0	0	0	23	2.3
		M	0	0	0	15	1.5
		H	0	0	0	0	0
86. Ahuellamiento	Metro cuadrado	L	0	29.61	27.69	30.1	8.74
		M	45.6	14.2	27.2	0	8.7
		H	0	0	0	0	0
87. Agregado Suelto	Metro lineal	L	105.6	94	86	86	37.16
		M	0	0	0	0	0
		H	0	0	0	0	0
ESTADO			FAIR	POOR	FAIR	FAIR	FAIR

NOTA

a tabla muestra un resumen general de las fallas encontradas en la vía 4, en función al tipo de fallas y su severidad

ÍNDICE DE CONDICION URCI

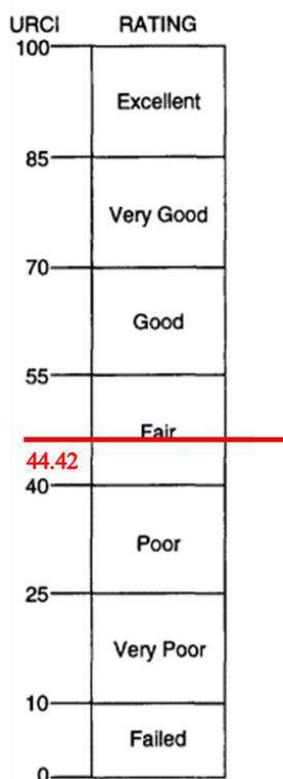


NOTA

Como se muestra en la figura, el 75% de la vía 4 se encuentra en una clasificación regular (FAIR) y el 25% de la vía en un estado pobrer (POOR).

Figura 41 — Estados predominantes de condición de la vía 4 (Tamburco-Colcaque)





NOTA

En la figura anterior se presenta el resultado final del índice de condición de carreteras no pavimentadas de la vía 4, el cual representa el estado de transitabilidad de la vía siendo esta regular (FAIR).

Figura 42 — Clasificación URCI de la vía 4 (Tamburco-Colcaque)

Tabla 28 — Resultado final de las 4 vías estudiadas

VIA	CLASIFICACIÓN	URCI
Vía-1 (Taraccasa-Marcahuasi-Condebamba)	FAIR	53.70
Vía 2 (Dv.Marcahuasi-Asillo-Ayaorcco)	FAIR	49.76
Vía 3 (Muyoc Corral-Huayllabamba-Ccarccatera)	FAIR	44.31
Vía 4 (Tamburco-Colcaque)	FAIR	44.42

NOTA
En la tabla se muestra el resultado final de la clasificación y el índice de condición de la carretera sin pavimentar URCI de las 4 vías estudiadas.



a) Vía 1(AP-644): Condebamba-Marcahuasi-Taraccasa

Tabla 29 — Cuadro resumen del tráfico vehicular durante una semana en la vía-1

TOTAL PARA EL CÁLCULO DEL IMDA									
TRAMO DE LA CARRETERA:			Condebamba -Marcahuasi - Taraccasa				DÍA :		L-M-M-J-V-S-D
SENTIDO:			AMBOS				FECHA:		6/11/2023
UBICACIÓN:			Marcahuasi						
HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			CAMIÓN	TOTAL	
				PICK UP	PANEL	COMBI RURAL	C2		
LUNES	119	93	113	10	1	14	6	237	
MARTES	142	93	95	8	3	17	7	223	
MIÉRCOLES	130	104	90	12	1	10	10	227	
JUEVES	110	89	66	23	0	5	2	185	
VIERNES	172	135	139	18	2	23	8	325	
SÁBADO	84	92	103	21	6	0	4	226	
DOMINGO	206	208	234	45	6	8	12	513	
TOTAL	963	814	840	137	19	77	49	1936	
IMD	138	116	120	20	3	11	7	276.57	
%	49.74	42.05	43.39	7.08	0.98	3.98	2.53	100.00	

NOTA
En la tabla podemos visualizar los tipos de vehículos y su variación diaria en la vía 1, cabe resaltar que en la normativa no se consideran las motos en el cálculo

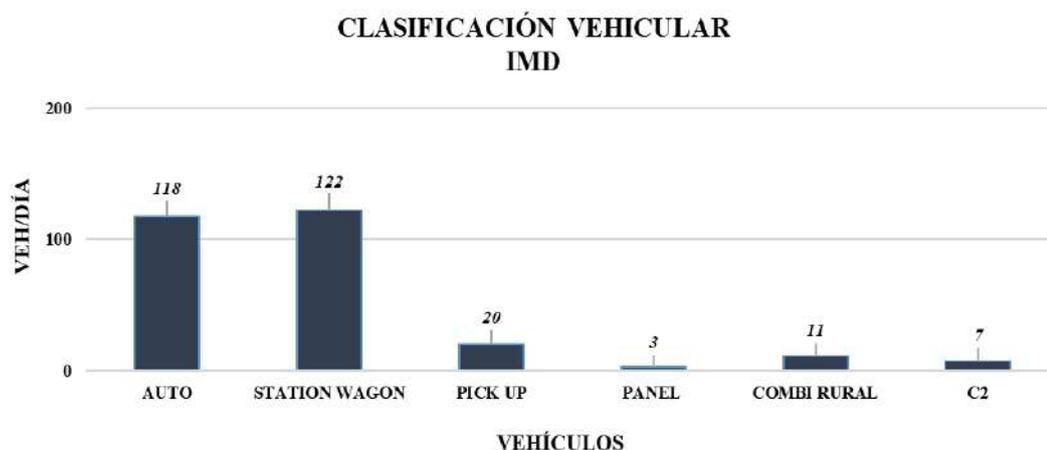


NOTA

En grafico podemos ver que los días domingo en la vía 1 es el que hay circulación, seguido del día viernes, ya que estos son días de fin de semana y por esa vía hay muchos comercios y lugares atractivos para visitar

Figura 44 — Resumen de la variación diaria de vehículos que circulan por la vía 1

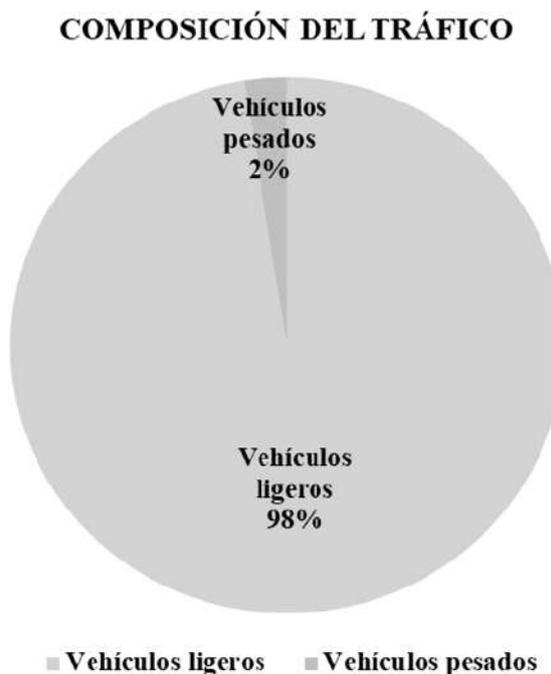




NOTA

Con los datos obtenidos del cuadro como de la figura anterior, determinaremos cual es el IMDA de la vía 1, para ello con los factores de corrección de vehículos livianos y pesados corregiremos el IMD por cada tipo de vehículo. Y al final realizar el cálculo respectivo realizando la suma y multiplicando por 365 que son los días del año, de esta forma decimos que el IMD es de **281** vehículos por día y en un año (IMDA) seria **102,565** vehículos por año.

Figura 45 — Clasificación del tráfico vehicular e IMD de la vía 1



NOTA

Se determino que el 98% del trafico esta compuesto por vehiculos livianos y solo el 2% por vehiculos pesados.

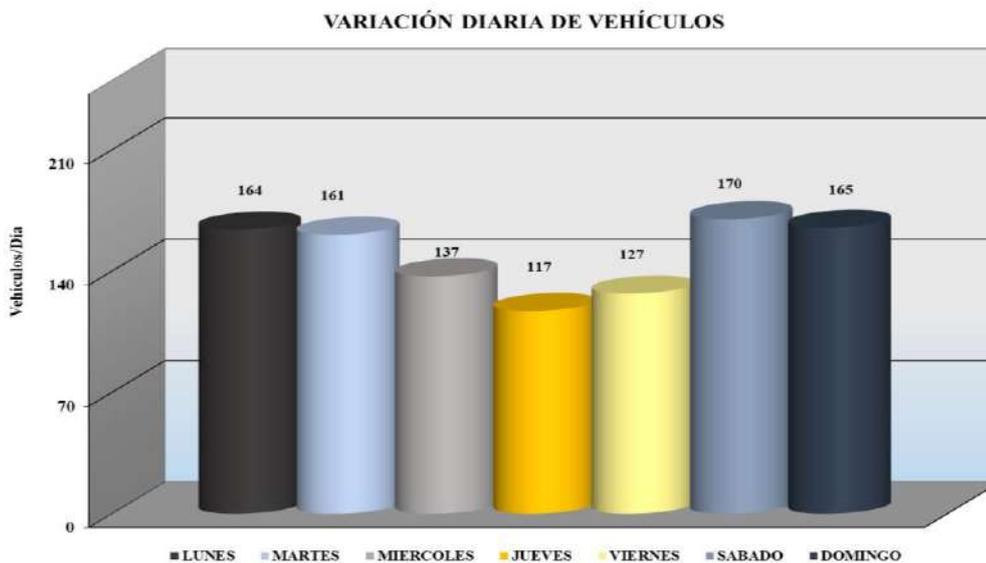
Figura 46 — Composición del tráfico vehicular de la vía 1

b) Vía 2 (AP-646): Marcahuasi-Asillo-Ayaorcco

Tabla 30 — Cuadro resumen del tráfico vehicular durante una semana en la vía-2

TOTAL PARA EL CÁLCULO DEL IMDA									
TRAMO DE LA CARRETERA:			Marcahuasi-Asillo-Marcahuasi			ESTACIÓN:			1
SENTIDO:			AMBOS			DÍA :			M-J-V-S-D-L-M
UBICACIÓN:			Asillo			FECHA:			8/11/2023-14/11/2023
HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		CAMIÓN		TOTAL	
				PICK UP 	COMBIRURAL 	C2 	C3 		
LUNES	72	75	81	4	4	0	0	164	
MARTES	73	78	83	0	0	0	0	161	
MIÉRCOLES	60	52	76	3	4	0	0	135	
JUEVES	79	55	56	3	0	0	0	114	
VIERNES	77	52	65	4	4	0	0	125	
SÁBADO	65	79	83	5	0	0	0	167	
DOMINGO	113	73	81	5	4	0	0	163	
TOTAL	539	464	525	24	16	0	0	1029	
IMD	77	66	75	3	2	0	0	147.00	
%	52.38	45.09	51.02	2.33	1.55	0.00	0.00	100.00	

NOTA
En la tabla podemos visualizar los tipos de vehículos y su variación diaria en la vía 2, cabe resaltar que en la normativa no se consideran las motos en el cálculo.



NOTA

En grafico podemos ver que los días viernes en la vía 2 es el que hay circulación, seguido del día lunes, pero casi todos los días se ve que la frecuencia del tránsito no varía mucho debido a que conecta a una comunidad llamada Asillo, todos los días la gente hace uso para poder acceder a los servicios básicos.

Figura 47 — Resumen de la variación diaria de vehículos por la vía 2





NOTA

Con los datos obtenidos del cuadro como de la figura anterior, determinaremos cual es el IMDA de la vía 2, para ello con los factores de corrección de vehículos livianos y pesados corregiremos el IMD por cada tipo de vehículo. Y al final realizar el cálculo respectivo realizando la suma y multiplicando por 365 que son los días del año, de esta forma decimos que el IMD es de **147** vehículos por día y en un año (IMDA) seria **52,925** vehículos por año.

Figura 48 — Clasificación del tráfico vehicular e IMD de la vía 2



NOTA

Se determino que el 99% del tráfico esta compuesto por vehículos livianos y el 1% del tráfico esta compuesto por vehículos pesados, pero depende a la temporda estos resultados son cambianetes.

Figura 49 — Composición del tráfico vehicular de la vía 2



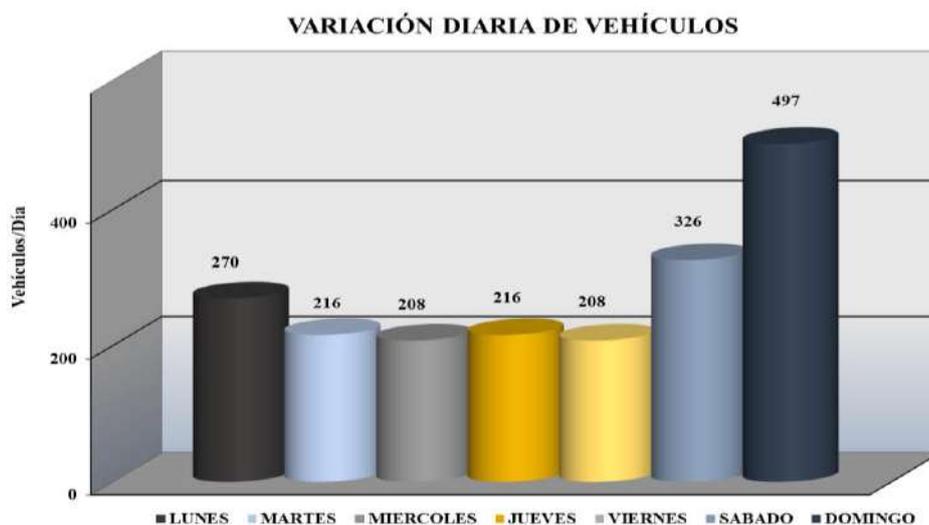
c) Via 3 (AP-103): Muyoc Corral-Huayllabamba-Ccarccatera

Tabla 31 — Cuadro resumen del tráfico vehicular durante una semana en la vía- 3

TOTAL PARA EL CÁLCULO DEL IMDA									
TRAMO DE LA CARRETERA: (Moyocorral-Huayllabamba-Ccarccatera)				ESTACIÓN: 1					
SENTIDO: AMBOS				DÍA : L-M-M-J-V-S-D					
UBICACIÓN: Moyocorral				FECHA: 03/11/2023-09/11/2023					
HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			CAMIÓN		TOTAL
				PICK UP	PANEL	COMBI RURAL	C2	C3	
LUNES	93	85	124	23	3	26	9	0	270
MARTES	73	72	93	26	0	25	0	0	216
MIÉRCOLES	93	69	101	6	3	20	9	0	208
JUEVES	73	72	93	26	0	25	0	0	216
VIERNES	93	69	101	6	3	20	9	0	208
SÁBADO	89	97	195	9	2	19	3	1	326
DOMINGO	161	171	223	55	10	29	9	0	497
TOTAL	675	635	930	151	21	164	39	1	1941
IMD	96	91	133	22	3	23	6	0	277.29
%	34.78	32.72	47.91	7.78	1.08	8.45	2.01	0.05	100.00

NOTA

En la tabla podemos visualizar los tipos de vehículos y su variación diaria en la vía 3, cabe resaltar que en la normativa no se consideran las motos en el cálculo.

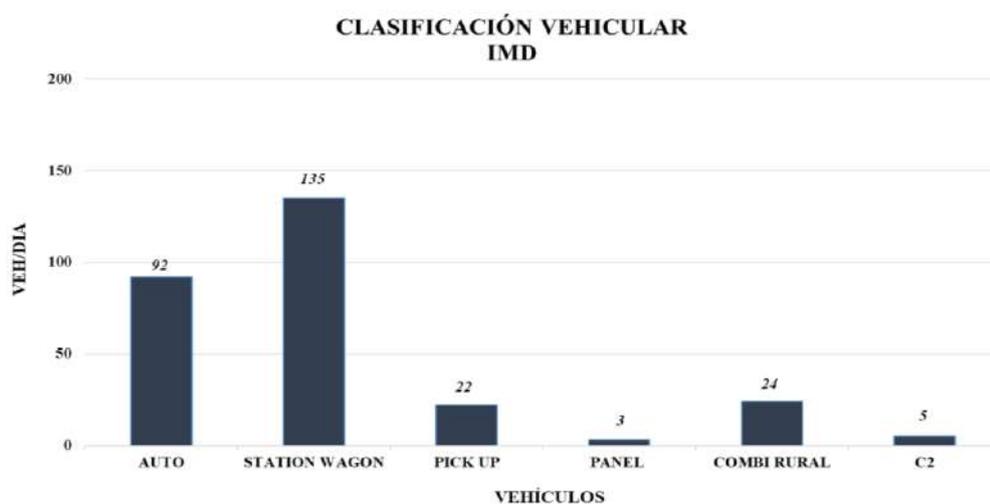


NOTA

En grafico podemos ver que los días domingo en la vía 3 es el que hay circulación, seguido del día sábado, al igual que la vía son más transcurridas esos días debido a que es fin de semana y por esa vía hay muchos comercios y lugares atractivos para visitar.

Figura 50 — Resumen de la variación diaria de vehículos que circulan por la vía 3





NOTA

Con los datos obtenidos del cuadro como de la figura anterior, determinaremos cual es el IMDA de la vía 3, para ello con los factores de corrección de vehículos livianos y pesados corregiremos el IMD por cada tipo de vehículo. Y al final realizar el cálculo respectivo realizando la suma y multiplicando por 365 que son los días del año, de esta forma decimos que el IMD es de **279** vehículos por día y en un año (IMDA) seria **101,835** vehículos por año.

Figura 51 — Clasificación del tráfico vehicular e IMD de la vía 3



NOTA

Se determinó que el 98% del tráfico esta compuesto por vehículos livianos y solo el 2% por vehículos pesados.

Figura 52 — Composición del tráfico vehicular de la vía 3

d) Vía 4 (AP-645): Tamburco-Colcaque

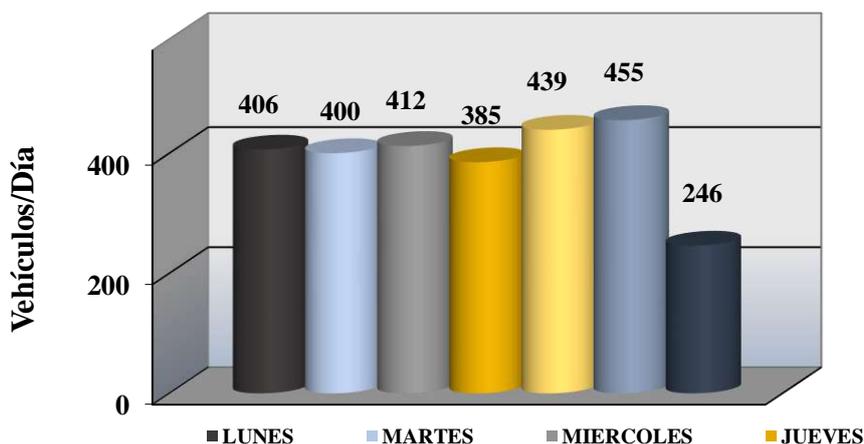
Tabla 32 — Cuadro resumen del tráfico vehicular durante una semana en la vía- 4

TOTAL PARA EL CÁLCULO DEL IMDA												
TRAMO DE LA CARRETERA:			Tamburco-Colcaque					ESTACIÓN:				1
SENTIDO:			AMBOS					DÍA :				L-M-M-J-V-S-D
UBICACIÓN:			Colcaque					FECHA:				13/10/2024-20/10/2024
HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	CAMIÓN			TOTAL	
				PICK UP 	PANEL 	COMBI RURAL 		C2 	C3 	C4 		
LUNES	115	92	91	88	14	83	21	11	6	0	406	
MARTES	115	87	96	83	15	84	20	11	4	0	400	
MIÉRCOLES	115	85	97	89	15	89	21	11	5	0	412	
JUEVES	117	80	82	85	15	78	18	19	8	0	385	
VIERNES	119	97	98	89	15	88	25	19	8	0	439	
SÁBADO	120	101	102	86	15	100	24	19	8	0	455	
DOMINGO	125	97	75	61	7	0	0	6	0	0	246	
TOTAL	826	639	641	581	96	522	129	96	39	0	2743	
IMD	118	91	92	83	14	75	18	14	6	0	391.86	
%	30.11	23.30	23.37	21.18	3.50	19.03	4.70	3.50	1.42	0.00	100.00	

NOTA

En la tabla podemos visualizar los tipos de vehículos y su variación diaria en la vía 4, cabe resaltar que en la normativa no se consideran las motos en el cálculo.

VARIACIÓN DIARIA DE VEHÍCULOS

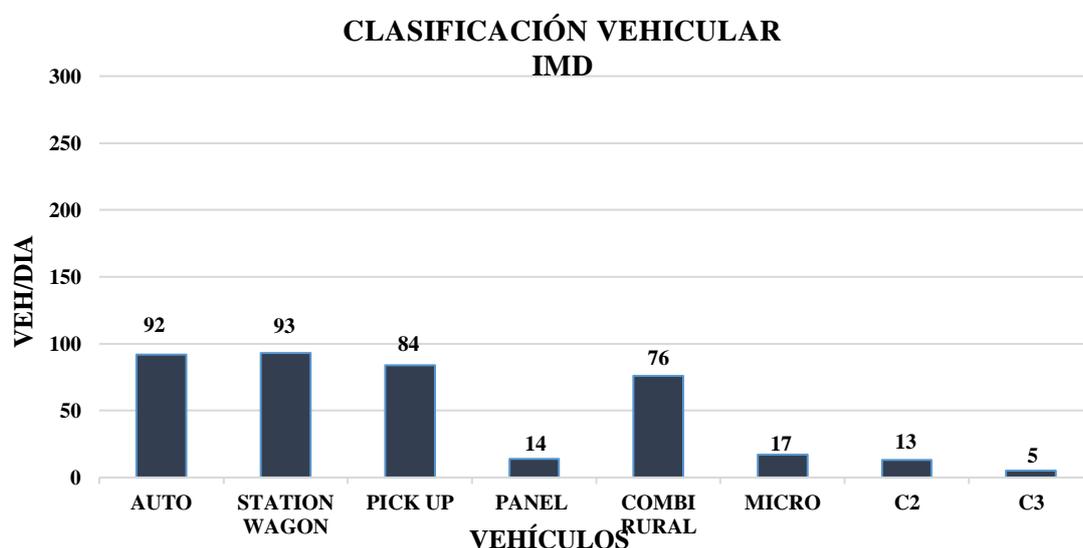


NOTA

En gráfico podemos ver que los días de la semana en la vía 4 es donde hay más circulación, seguido del día sábado, al igual que la vía son más transcurridas esos días debido a que la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, nuestra alma mater se encuentra muy cerca de esa zona, por ende, hay más actividad de vehículos, también es una zona de desvío de la carretera de primera clase Abancay-Cusco.

Figura 53 — Resumen de la variación diaria de vehículos que circulan por la vía 4

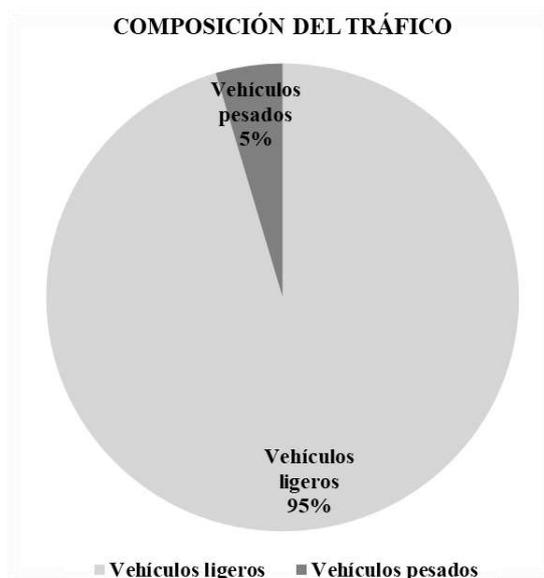




NOTA

Con los datos obtenidos del cuadro como de la figura anterior, determinaremos cual es el IMDA de la vía 4, para ello con los factores de corrección de vehículos livianos y pesados corregiremos el IMD por cada tipo de vehículo. Y al final realizar el cálculo respectivo realizando la suma y multiplicando por 365 que son los días del año, de esta forma decimos que el IMD es de **394** vehículos por día y en un año (IMDA) sería **143,810** vehículos por año.

Figura 54 — Clasificación del tráfico vehicular e IMD de la vía 4



NOTA

Se determinó que el 95% del tráfico esta compuesto por vehículos livianos y solo el 5% por vehículos pesados.

Figura 55 — Composición del tráfico vehicular de la vía 4



5.1.2.2 Cálculo del número de ejes equivalentes (ESAL)

Para determinar el ESAL haremos uso de la siguiente formula:

$$\#EE = 365 * (\Sigma f * IMDa) * Fd * Fc * Fca$$

Donde:

Σf = sumatoria de cargas por eje

IMDa = Índice medio diario anual

Fd = Factor direccional

Fc = Factor carril

Fca = Factor de crecimiento anual (vehículos pesados)

$$Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

r = tasa anual de crecimiento de veh. pesados ; n

= años de vida útil

a) Vía 1(AP-644): Condebamba-Marcahuasi-Taraccasa

Tabla 33 — Cuadro resumen de las cargas de los ejes por el IMDa del tráfico vehicular en la vía 1

Tipo De Vehículo		IMDA	Tipo	Numero	Carga	"F" P. Flexible	F. IMDA Flexible
		2025	EJE	LLANTAS	EJE Tn		
Vehiculos Ligeros	Autos	113.67	Simple	2	1	0.000527	0.05990
		113.67	SIMPLE	2	1	0.000527	0.05990
	S. Wagon	118.70	SIMPLE	2	1	0.000527	0.06255
		118.70	SIMPLE	2	1	0.000527	0.06255
	Pick Up	18.11	SIMPLE	2	1	0.000527	0.00954
		18.11	SIMPLE	2	1	0.000527	0.00954
	Panel	3.02	SIMPLE	2	1	0.000527	0.00159
		3.02	SIMPLE	2	1	0.000527	0.00159
	Rural	11.06	SIMPLE	2	1	0.000527	0.00583
	11.06	SIMPLE	2	1	0.000527	0.00583	
Camión	2e	7.47	Simple	2	7	1.265367	9.44660
		7.47	SIMPLE	4	11	3.238287	24.17543
TOTAL							33.90087
<p>NOTA</p> <p>En esta tabla se puede visualizar cual e sla relación de cargas por eje para cada vehículo, para posteriormente realizar el calculo del ESAL.</p>							



Tabla 34 — Cuadro resumen de los datos del tráfico vehicular en la vía- 1 para determinar el ESAL

Pavimento flexible		
Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados	r:	6.65 %
Tiempo de vida útil de pavimento (años)	n:	5
Factor Fca vehículos pesados	Fca	5.71
Nº de calzadas, sentidos y carriles por sentido		1 calzada, 2 sentidos, 1 carril por sentido
Factor direccional*Factor carril (Fd*Fc)	Fc*Fd	0.50

Por tanto, aplicando la fórmula y reemplazando los datos tenemos que el valor del ESAL es:

$$\#EE = 365 * (33.90087) * 0.5 * 5.71$$

Siendo el resultado final de $\#EE = 35331.66$ de la vía 1 (AP-644)

b) Vía 2 (AP-646): Marcahuasi-Asillo-Ayaorcco

Tabla 35 — Cuadro resumen de las cargas de los ejes por el IMDa del tráfico vehicular en la vía- 2

Tipo De Vehiculo		Imda	Tipo	Numero	Carga	"F" P. Flexible	F. Imda Flexible
		2025	Eje	Llantas	Eje Tn		
Vehiculos Ligeros	Autos	65.38	Simple	2	1	0.00053	0.03446
		65.38	Simple	2	1	0.00053	0.03446
	S. Wagon	73.43	Simple	2	1	0.00053	0.03870
		73.43	Simple	2	1	0.00053	0.03870
	Pick Up	3.02	Simple	2	1	0.00053	0.00159
		3.02	Simple	2	1	0.00053	0.00159
	Panel	0.00	Simple	2	1	0.00053	0.00000
		0.00	Simple	2	1	0.00053	0.00000
	Rural	2.01	Simple	2	1	0.00053	0.00106
		2.01	Simple	2	1	0.00053	0.00106
	Micros	0.00	Simple	2	1	0.00053	0.00000
	0.00	Simple	2	1	0.00053	0.00000	
Camión	2e	2.13	Simple	2	7	1.26537	2.69903
		2.13	Simple	4	11	3.23829	6.90727
Total							9.75791
<p>Nota</p> <p>en esta tabla se puede visualizar cual es la relación de cargas por eje para cada vehículo para posteriormente realizar el cálculo del ESAL.</p>							

Tabla 36 — Cuadro resumen de los datos del tráfico vehicular en la vía- 2 para determinar el ESAL

Pavimento Afirmado, Flexible y Semirrígido		
Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados	r:	6.65 %
Tiempo de vida útil de pavimento (años)	n:	5
Factor Fca vehículos pesados	Fca	5.71
N° de calzadas, sentidos y carriles por sentido		1 calzada, 2 sentidos, 1 carril por sentido
Factor direccional*Factor carril (Fd*Fc)	Fc*Fd	0.50

Por tanto, aplicando la fórmula y reemplazando los datos tenemos que el valor del ESAL es:

$$\#EE = 365 * (9.758) * 0.5 * 5.71$$

Siendo el resultado final de $\#EE = 10169.742$ de la vía 2 (AP-646)

c) Vía 3 (AP-103): Muyoc Corral-Huayllabamba-Ccarccatera

Tabla 37 — Cuadro resumen de las cargas de los ejes por el IMDa del tráfico vehicular en la vía- 3

Tipo De Vehículo	Imda 2025	Tipo	Numero	Carga	"F" P. Flexible	F. Imda Flexible
		Eje	Llantas	Eje Tn		
Vehículos Ligeros	Autos	Simple	2	1	0.000527	0.046651
		Simple	2	1	0.000527	0.046651
	S. Wagon	Simple	2	1	0.000527	0.068386
		Simple	2	1	0.000527	0.068386
	Pick Up	Simple	2	1	0.000527	0.011133
		Simple	2	1	0.000527	0.011133
	Panel	Simple	2	1	0.000527	0.001590
		Simple	2	1	0.000527	0.001590
	Rural	Simple	2	1	0.000527	0.012193
Simple		2	1	0.000527	0.012193	
Omnibus	0.00	Tandem	6	16	1.365945	0.000000
Camión	2e	Simple	2	7	1.265367	6.747568
		Simple	4	11	3.238287	17.268165
Total						24.295640
<p>NOTA</p> <p>En esta tabla se puede visualizar cual es la relación de cargas por eje para cada vehículo, para posteriormente realizar el cálculo del ESAL.</p>						

Tabla 38 — Cuadro resumen de los datos del tráfico vehicular en la vía- 3 para determinar el ESAL

Pavimento flexible		
Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados	r:	6.65 %
Tiempo de vida útil de pavimento (años)	n:	5
Factor Fca vehículos pesados	Fca	5.71
Nº de calzadas, sentidos y carriles por sentido		1 calzada, 2 sentidos, 1 carril por sentido
Factor direccional*Factor carril (Fd*Fc)	Fc*Fd	0.50

Por tanto, aplicando la fórmula y reemplazando los datos tenemos que el valor del ESAL es:

$$\#EE = 365 * (24.29564) * 0.5 * 5.71$$

Siendo el resultado final de $\#EE = 25321.038$ de la vía 3 (AP-103)

d) Via 4 (AP-645): Tamburco-Colcaque

Tabla 39 — Cuadro resumen de las cargas de los ejes por el IMDa del tráfico vehicular en la vía- 4

Tipo De Vehiculo		Imda	Tipo	Numero	Carga	"F" P. Flexible	F. Imda Flexible
		2025	Eje	Llantas	Eje Tn		
Vehiculos Ligeros	Autos	89.53	Simple	2	1	0.000527	0.0472
		89.53	Simple	2	1	0.000527	0.0472
	S. Wagon	89.53	Simple	2	1	0.000527	0.0472
		89.53	Simple	2	1	0.000527	0.0472
	Pick Up	81.48	Simple	2	1	0.000527	0.0429
		81.48	Simple	2	1	0.000527	0.0429
	Panel	13.08	Simple	2	1	0.000527	0.0069
		13.08	Simple	2	1	0.000527	0.0069
	Rural	73.43	Simple	2	1	0.000527	0.0387
		73.43	Simple	2	1	0.000527	0.0387
	Micros	18.11	Simple	2	1	0.000527	0.0095
		18.11	Simple	2	1	0.000527	0.0095
Camión	2e	13.86	Simple	2	7	1.265367	17.5437
		13.86	Simple	4	11	3.238287	44.8972
	3e	5.33	Simple	2	7	1.265367	6.7476
		5.33	Tandem	8	18	2.019213	10.7675
Total							80.3408
<p>NOTA</p> <p>En esta tabla se puede visualizar cual es la relación de cargas por eje para cada vehículo, para posteriormente realizar el cálculo del ESAL.</p>							

Tabla 40 — Cuadro resumen de los datos del tráfico vehicular en la vía- 4 para determinar el ESAL

Pavimento flexible		
Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados	r:	6.65 %
Tiempo de vida útil de pavimento (años)	n:	5
Factor Fca vehículos pesados	Fca	5.71
N° de calzadas, sentidos y carriles por sentido		1 calzada, 2 sentidos, 1 carril por sentido
Factor direccional*Factor carril (Fd*Fc)	Fc*Fd	0.50

Por tanto, aplicando la fórmula y reemplazando los datos tenemos que el valor del ESAL es:

$$\#EE = 365 * (80.3408) * 0.5 * 5.71$$

Siendo el resultado final de $\#EE = 83731.588$ de la vía 4 (AP-645)

5.1.3 Análisis de los resultados de la variable independiente 2: Resistencia del suelo CBR

Este ensayo de laboratorio fue necesario realizar para determinar la la resistencia estructural del suelo de cada una de las vías estudiadas, pero para poder determinar el CBR antes se realizaron más ensayos de laboratorios que son esenciales para este cálculo, los cuales se verá en Anexos D

Tabla 41 — Cuadro resumen de calicatas realizadas por vía.

Via	Calicata	Profundidad (M)	Coordenadas		Progresiva	Margen
			Este	Norte		
Via-01 (Condebamba-Marcahuasi-Taraccasa)	C-01	1.5	731703	8493356	0+581	Derecho
	C-02	1.5	731759	8493262	0+701 Km	Derecho
	C-03	1.5	732363	8493242	2+320 Km	Derecho
	C-04	1.5	731912	8492705	3+210 Km	Derecho
	C-05	1.5	731321	8492010	4+270 Km	Izquierdo
Via-02 (Marcahuasi-Asillo Ayaorcco-Marcahuasi)	C-01	1.5	732479	8493063	0+418 Km	Derecho
	C-02	1.5	732800	8493095	1+870 Km	Izquierdo
	C-03	1.5	732987	8492505	3+260 Km	Derecho
	C-04	1.5	732701	8491972	4+390 Km	Izquierdo
	C-05	1.2	731907	8491869	6+290 Km	Izquierdo
Via-03 (Moyocorral-Huayllabamba-Karkatera)	C-01	1.5	725345	8492288	0+381 Km	Izquierdo
	C-02	1.5	725919	8492668	1+280 Km	Izquierdo
	C-03	1.5	726241	8493021	2+660 Km	Izquierdo
	C-04	1.5	726901	8492879	3+480 Km	Derecho
	C-05	1.5	727943	8493032	4+760 Km	Derecho



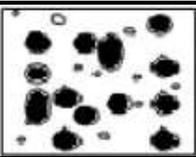
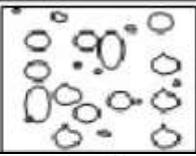
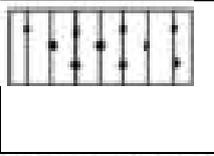
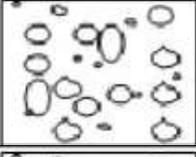
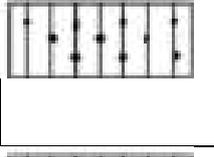
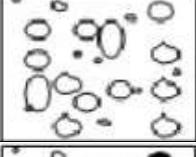
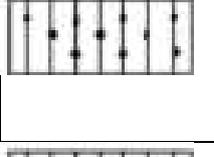
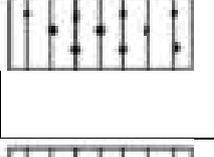
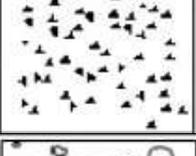
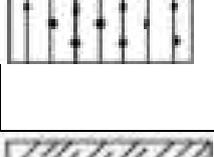
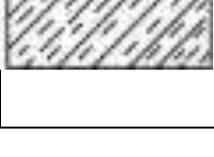
Vía-04 (Tamburco-Colqaque)	C-01	1.5	731629	8494132	0+607 Km	Izquierdo
	C-02	1.5	730975	8493706	1+520 Km	Izquierdo

NOTA
En el cuadro podemos ver la información de todas las calicatas realizadas en las 4 vías estudiadas, las cuales fueron sometidas a diferentes estudios de laboratorios para poder determinar el CBR de cada vía.

Tabla 42 — Cuadro resumen de la clasificación del suelo según el SUCS de las vías 1, 2, 3 y 4.

Vía	Calicata	SUCS	AASHTO	Descripción	Símbolo gráfico SUCS	Símbolo gráfico AASHTO
Vía 1	C-01	GP	A-2-4 (0)	Gravas mal gradadas, mezcla de gravas y arena con poco o nada de finos		
	C-02	SW	A-2-4 (0)	Arena graduada bien		
	C-03	SW	A-2-4 (0)	Arena graduada bien		
	C-04	SP	A-2-4 (0)	Arena graduada mal, arenas gravosas, poco o ningún fino.		
	C-05	SP	A-2-6 (0)	Arena graduada mal, arenas gravosas, poco o ningún fino.		
Vía 2	C-01	SP	A-2-4 (0)	Arena graduada mal, arenas gravosas, poco o ningún fino.		
	C-02	SP	A-2-4 (0)	Arena graduada mal, arenas gravosas, poco o ningún fino.		
	C-03	SW	A-2-6 (0)	Arena graduada bien		



	C-04	GP	A-2-6 (0)	Gravas mal gradadas, mezcla de gravas y arena con poco o nada de finos		
	C-05	GW	A-2-4 (0)	Grava bien gradada, mezclas gravosas, poco o ningún fino		
Vía 3	C-01	SW	A-2-6 (0)	Arena bien graduada		
	C-02	GW	A-2-4 (0)	Grava bien gradada, mezclas gravosas, poco o ningún fino		
	C-03	GW	A-2-4 (0)	Grava bien gradada, mezclas gravosas, poco o ningún fino		
	C-04	GP	A-2-4 (0)	Gravas mal gradadas, mezcla de gravas y arena con poco o nada de finos		
	C-05	SP	A-2-4 (0)	Arena mal graduada, arenas gravosas, poco o ningún fino.		
Vía 4	C-01	GW	A-2-4 (0)	Grava bien gradada, mezclas gravosas, poco o ningún fino		
	C-02	SP	A-2-6 (0)	Arena mal graduada, arenas gravosas, poco o ningún fino.		
<p>NOTA</p> <p>Cuando el suelo no está bien graduado, esto puede tener varias implicaciones en el cómo: afectar su permeabilidad haciendo que el agua fluya más fácil a través del suelo aumentando el riesgo a una erosión u otros problemas con el agua, también afecta a su estabilidad y compactación ya son más difíciles de compactar adecuadamente generándose asentamientos bajo cargas, y al no tener una buena distribución de tamaños de partículas en la mezcla del suelo esta afecta negativamente su comportamiento mecánico y su capacidad de soporte.</p>						

5.1.3.1 Ensayo California Bearing Ratio (CBR)

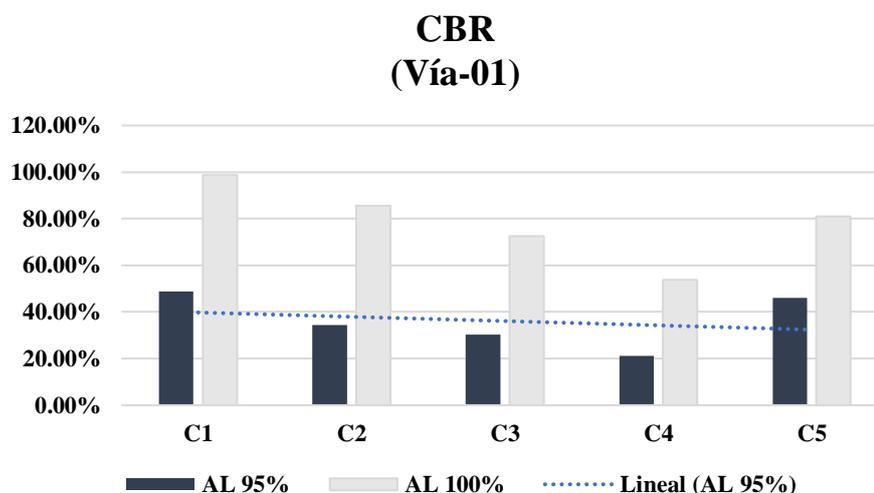
Como dice en su teoría este ensayo nos ayuda a determina la capacidad de soporte del suelo. Este índice se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, subbase y de afirmado (MTC 2016b).

Según Nazmul Hassan el índice de resistencia de California es el porcentaje de tensión que puede resistir una muestra de suelo para una cierta cantidad de penetración en relación con el valor de tensión que podría resistir un suelo estándar. Básicamente, el valor es un indicador de la resistencia del suelo.

a) Vía 1(AP-644): Condebamba-Marcahuasi-Taraccasa

Tabla 43 — Cuadro resumen del CBR estudiado de suelo realizado de la vía 1.

CALICATA	AL 95%	AL 100%
C1	48.71%	98.71%
C2	34.30%	85.58%
C3	30.20%	72.58%
C4	21.15%	53.76%
C5	46.07%	80.87%



NOTA

El CBR promedio de las cinco calicatas realizadas fue de 36.09%, en cual fue realizado a nivel de subrasante y según normal los $CBR \geq 6\%$ son aptos para su uso.

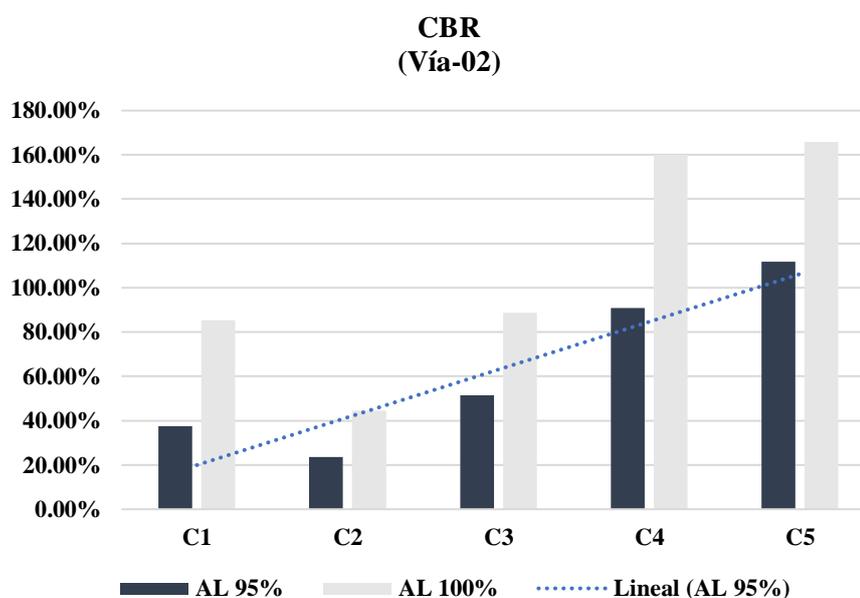
Figura 56 — Gráfico del CBR de la vía 1



b) Vía 2 (AP-646): Marcahuasi-Asillo-Ayaorcco

Tabla 44 — Cuadro resumen del CBR estudiado de suelo realizado de la vía 2.

CALICATA	AL 95%	AL 100%
C1	37.51%	85.35%
C2	23.70%	44.46%
C3	51.53%	88.71%
C4	90.79%	159.95%
C5	111.81%	165.78%



NOTA

El CBR promedio de las cinco calicatas realizadas fue de 63.07%, en cual fue realizado a nivel de subrasante y según normal los $CBR \geq 6\%$ son aptos para su uso.

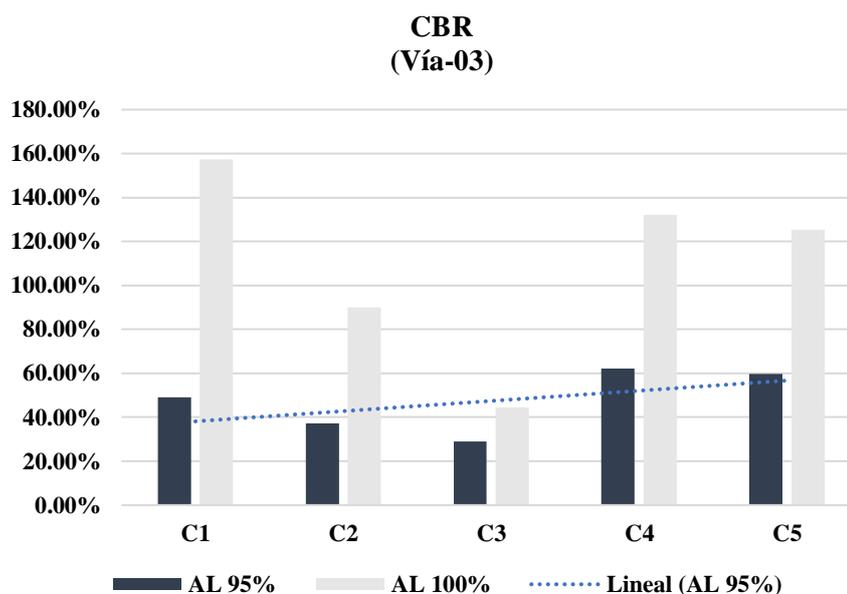
Figura 57 — Gráfico del CBR de la vía 2



c) Vía 3 (AP-103): Muyoc Corral-Huayllabamba-Ccarccatera

Tabla 45 — Cuadro resumen del CBR estudiado de suelo realizado de la vía 3.

CALICATA	AL 95%	AL 100%
C1	49.03%	157.26%
C2	37.22%	90.06%
C3	28.98%	44.36%
C4	62.13%	132.17%
C5	59.80%	125.45%



NOTA

El CBR promedio de las cinco calicatas realizadas fue de 47.43%, en cual fue realizado a nivel de subrasante y según normal los $CBR \geq 6\%$ son aptos para su uso.

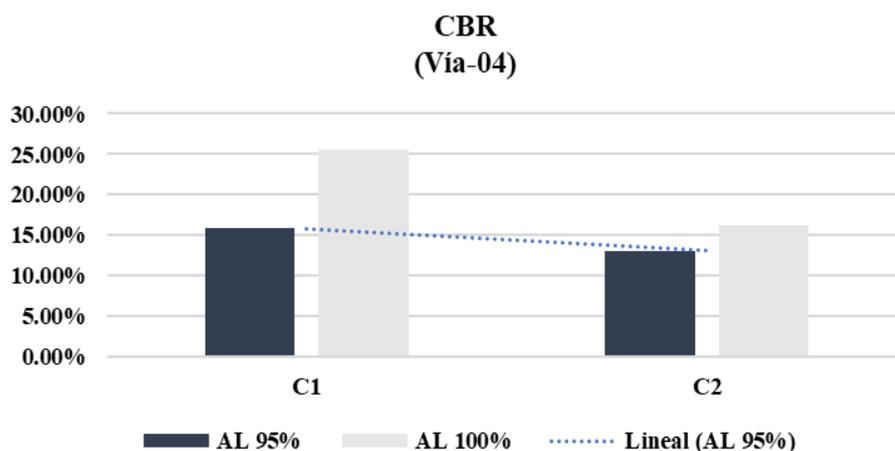
Figura 58 — Gráfico del CBR de la vía 3

d) Vía 4 (AP-645): Tamburco-Colcaque

Tabla 46 — Cuadro resumen del CBR estudiado de suelo realizado de la vía 4.

CALICATA	AL 95%	AL 100%
C1	15.84%	25.54%
C2	13.07%	16.13%

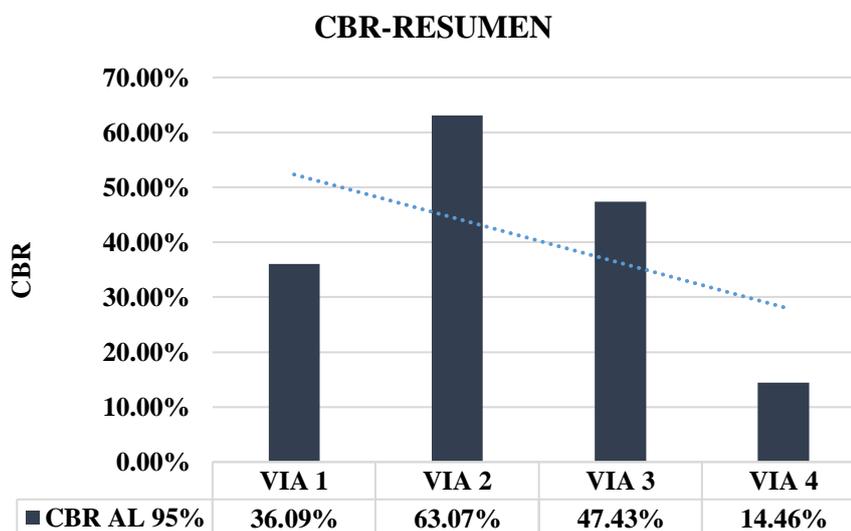




NOTA

El CBR promedio de las cinco calicatas realizadas fue de 14.46%, en cual fue **realizado** a nivel de subrasante y según normal los CBR> a 6% son aptos para su uso.

Figura 59 — Gráfico del CBR de la vía 4



NOTA

El CBR obtenido en las 4 vías estudiadas, nos arrojan valores de CBR> a 6%, que según la normativa del (MTC 2008a) en su Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, es apto para el uso de subrasante.

Figura 60 — Gráfico resumen del CBR de las vías

5.1.4 Análisis estadístico descriptivo

5.1.4.1 Variable dependiente (Transitabilidad de carreteras vecinales)

1º. Clasificación de variables

La transitabilidad de las carreteras vecinales, son variables de medición **cuantitativa**, ya que, medirá el índice de transitabilidad en una escala de 0-100.

2º. Cálculo de medidas estadísticas

Tabla 47 —Medidas estadísticas de la variable dependiente-transitabilidad.

Descriptivos				
			Estadístico	Desv. Error
Índice de condición de carretera no pavimentada	Media		54.359	3.12371
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	48.035	
		Límite superior	60.683	
	Media recortada al 5%		53.288	
	Mediana		49.500	
	Varianza		380.545	
	Desv. Estándar		19.508	
	Mínimo		30.000	
	Máximo		97.750	
	Rango		67.750	
	Rango intercuartil		27.500	
	Asimetría		0.893	0.378
	Curtosis		-0.455	0.741
NOTA				
En la tabla se muestra el estudio la transitabilidad de una muestra de cuatro carreteras no pavimentadas, del distrito de Abancay-Apurímac.				

La variable presenta valores entre 30 y 97.75 el índice de condición de las carreteras, con una asimetría positiva (0.893, media > mediana), lo que indica que se presentan valores menores con mayor frecuencia que valores mayores, el valor medio del índice de condición de carretera es de 54.359 con una desviación estándar de 19.508.

5.1.4.2 Variables independientes (flujo vehicular)

1º. Clasificación de variables

El flujo vehicular en las carreteras vecinales de Abancay-Apurímac, son variables de medición **cuantitativa**, ya que, medirá Índice Medio Diario Anual (IMDA) que se expresará en veh. /día.; y la Carga Equivalente de un Eje Simple (ESAL) que se expresara en EE.

2º. Cálculo de medidas estadísticas

Tabla 48 —Medidas estadísticas de la variable independiente-flujo vehicular (IMDA).

			Estadístico	Desv. Error
Índice Medio Diario Anual	Media		236.79	13.52
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	209.43	
		Límite superior	264.16	
	Media recortada al 5%		233.16	
	Mediana		281.00	
	Varianza		7126.38	
	Desv. Desviación		84.42	
	Mínimo		145.00	
	Máximo		394.00	
	Rango		249.00	
	Rango intercuartil		136.00	
	Asimetría		0.22	0.38
	Curtosis		-1.04	0.74
<p>NOTA</p> <p>En la tabla se muestra el estudio de la variable flujo vehicular – índice medio diario anual de una muestra de cuatro carreteras no pavimentadas, del distrito de Abancay-Apurímac.</p>				

La variable presenta valores entre 145 y 394 de IMDA, con una asimetría positiva (0.22, media < mediana), lo que indica que se presentan valores mayores con mayor frecuencia que valores menores, el valor medio del IMDA es de 236.79 con una desviación estándar de 13.52.

Tabla 49 —Medidas estadísticas de la variable independiente-flujo vehicular (ESAL).

Descriptivos				
		Estadístico	Desv. Error	
Carga Equivalente de Eje Simple	Media		18706.42	4265.09
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	10072.21	
		Límite superior	27340.64	
	Media recortada al 5%		16068.83	
	Mediana		2531.04	
	Varianza		709447554.70	
	Desv. Desviación		26635.46	
	Mínimo		1158.02	
	Máximo		83731.59	
	Rango		82573.57	
	Rango intercuartil		34173.65	
	Asimetría		1.50	0.38
	Curtosis		1.30	0.74
	<p>NOTA</p> <p>En la tabla se muestra el estudio de la variable flujo vehicular – Carga Equivalente de Eje Simple de una muestra de cuatro carreteras no pavimentadas, del distrito de Abancay-Apurímac.</p>			

La variable presenta valores entre 1158.02 y 83731.59 de ESAL, con una asimetría positiva (1.50, media >mediana), lo que indica que se presentan valores menores con mayor frecuencia que valores mayores, el valor medio del ESAL es de 18706.42 con una desviación estándar de 4265.09.

5.1.4.3 Variable independiente (resistencia del suelo)

1°. Clasificación de variables

La resistencia del suelo en las carreteras vecinales de Abancay-Apurímac, es una variable de medición **cuantitativa**, ya que, se medirá con el ensayo de laboratorio CBR al 95% de la densidad máxima seca que a su vez se determinará con el ensayo de Proctor modificado, midiéndose el CBR el porcentaje %

2°. Cálculo de medidas estadísticas

Tabla 50 —Medidas estadísticas de la variable independiente-resistencia del suelo (CBR).

Descriptivos			Estadístico	Desv. Error
CBR al 95%	Media		34.18	1.99
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	30.16	
		Límite superior	38.20	
	Media recortada al 5%		33.86	
	Mediana		34.30	
	Varianza		153.86	
	Desv. Desviación		12.40	
	Mínimo		13.00	
	Máximo		62.13	
	Rango		49.13	
	Rango intercuartil		22.17	
	Asimetría		0.39	0.38
	Curtosis		-0.20	0.74
<p>NOTA</p> <p>En la tabla se muestra el estudio de la variable resistencia del suelo – CBR de una muestra de cuatro carreteras no pavimentadas, del distrito de Abancay-Apurímac.</p>				

La variable presenta valores entre 13.00 y 62.13 de CBR, con una asimetría positiva (0.39, media < mediana), lo que indica que se presentan valores mayores con mayor frecuencia que valores menores, el valor medio del CBR es de 34.18 con una desviación estándar de 1.99.

5.1.5 Prueba de normalidad por cada variable

a) Índice de condición de carreteras sin pavimentar (URCI)

Por cada vía se realizó dos muestras por cada kilómetro, obteniendo un total de 39 unidades de muestra por las 4 carreteras no pavimentadas estudiadas.

- Hipótesis

H0: Los datos tienen distribución normal

Ha: Los datos no tienen distribución normal

- Decisión

Si el valor de Sig. < 0.05 se acepta Ha y se rechaza H0.

Si el valor de Sig. \geq 0.05 se acepta H0 y se rechaza Ha



Tabla 51 — Prueba de normalidad del Índice de condición de carreteras sin pavimentar.

Nombre de las vías		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl.	Sig.
Índice de condición de carreteras sin pavimentar (URCI)	AP-644, AP-646, AP-103, AP-645	,867	39	,000
NOTA Datos estadísticos. Fuente: Procesamiento de datos en el SPSSV-25 (2024).				

Interpretación: En la tabla nos muestra que para una muestra $n=39$ se puede apreciar una distribución asimétrica, la cual nos muestra un Sig. =,000 siendo este menor que ,050 (nivel de significancia), por ende, se rechaza H_0 y aceptamos H_a concluyendo que la distribución del índice de condición de carreteras sin pavimentar (URCI) es **no normal**.

b) Índice Medio Diario Anual y Ejes Equivalentes (IMDA y ESAL)

Por cada vía se realizó el estudio, obteniendo un total de 4 unidades de muestra por las 4 carreteras no pavimentadas estudiadas.

- Hipótesis
 H_0 : Los datos tienen distribución normal
 H_a : Los datos no tienen distribución normal
- Decisión
 Si el valor de Sig. < 0.05 se acepta H_a y se rechaza H_0 .
 Si el valor de Sig. ≥ 0.05 se acepta H_0 y se rechaza H_a

Tabla 52 — Prueba de normalidad del Índice Medio Diario Anual y Ejes Equivalentes.

Nombre de las vías		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl.	Sig.
Índice Medio Diario Anual	AP-644, AP-646, AP-103, AP-645	,771	4	,000
Carga Equivalente de Eje Simple		,668	4	,000
NOTA Datos estadísticos. Fuente: Procesamiento de datos en el SPSSV-25 (2024).				

Interpretación: En la tabla nos muestra que para una muestra $n=4$ se puede apreciar una distribución asimétrica, la cual nos muestra un Sig. =,000 siendo este menor que ,050 (nivel de significancia), por ende, se rechaza H_0 y aceptamos H_a concluyendo que la distribución del índice Medio Diario Anual y Ejes Equivalentes (IMDA y ESAL) es **no normal**.

c) California Bearing Ratio (CBR)

Por cada vía se realizó una muestra por cada dos kilómetro según norma, obteniendo un total de 17 unidades de muestra por las 4 carreteras no pavimentadas estudiadas.

- Hipótesis
 H_0 : Los datos tienen distribución normal
 H_a : Los datos no tienen distribución normal
- Decisión
 Si el valor de Sig. < 0.05 se acepta H_a y se rechaza H_0 .
 Si el valor de Sig. ≥ 0.05 se acepta H_0 y se rechaza H_a

Tabla 53 — Prueba de normalidad de California Bearing Ratio (CBR).

Nombre de las vías		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl.	Sig.
California Bearing Ratio (CBR)	AP-644, AP-646, AP-103, AP-645.	,965	17	,261
<i>Nota:</i> Datos estadísticos. Fuente: Procesamiento de datos en el SPSSV-25 (2024).				

Interpretación: En la tabla nos muestra que para una muestra $n=17$ se puede apreciar una distribución asimétrica, la cual nos muestra un Sig. =,055 siendo este mayor que ,050 (nivel de significancia), por ende, se acepta H_0 y rechazamos H_a concluyendo que la distribución del índice de condición de carreteras sin pavimentar (URCI) es **normal**.

5.2 Contrastación de hipótesis

De acuerdo a las hipótesis planteadas, veremos la prueba de las hipótesis planteadas conforme al análisis de datos



5.2.1 Contratación de hipótesis general

H_1 : El flujo vehicular y la resistencia del suelo impactan en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales del distrito de Abancay-Apurímac, 2023.

H_0 : El flujo vehicular y la resistencia del suelo no impactan en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales del distrito de Abancay-Apurímac, 2023.

Tabla 54 —Análisis de varianza del impacto del flujo vehicular y la resistencia del suelo en la transitabilidad medido mediante la metodología URCI.

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	12820.511	3	4273.504	91.191	,000 ^b
	Residuo	1640.214	35	46.863		
	Total	14460.724	38			

NOTA

En la tabla se muestra que el valor de sig. es de 0.000, por lo tanto, Si $p < 0,05$, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a)

Claves

a. Variable dependiente: Índice de condición de carretera no pavimentada

b. Predictores: (Constante), Carga Equivalente de Eje Simple, CBR al 95%, Índice Medio Diario Anual

Decimos que el flujo vehicular y la resistencia del suelo impactan en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales del distrito de Abancay-Apurímac, 2023. Entonces se procede a determinar la ecuación de la regresión múltiple.

Tabla 55 —Coeficientes del impacto del flujo vehicular y la resistencia del suelo en la transitabilidad medido mediante la metodología URCI.

Coeficientes ^a						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Beta	t	Sig.
		B	Desv. Error			
1	(Constante)	-16.596	5.148		-3.224	0.003
	CBR al 95%	0.170	0.124	0.108	1.970	0.180
	Índice Medio Diario Anual	0.339	0.024	1.469	14.095	0.000
	Carga Equivalente de Eje Simple	-0.001	0.000	-1.113	-8.879	0.000

NOTA

En la tabla podemos ver que los valores de B vienen a ser los coeficientes que conformaran la función.

Claves

- a. Variable dependiente: Índice de condición de carretera no pavimentada
- B. Coeficiente de regresión de las variables independientes

Y, por ende, la fórmula de la regresión lineal múltiple sería:

$$URCI = -16.596 + 0.170 * CBR \text{ al } 95\% + 0.339 * IMDA$$

Tabla 56 —Resumen del modelo del impacto del flujo vehicular y la resistencia del suelo en la transitabilidad medido mediante la metodología URCI.

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,942 ^a	0.887	0.877	6.84567

NOTA
 En la tabla el coeficiente de correlación R y R cuadrada se utilizan para medir la fuerza y la calidad del modelo, siendo el valor de R=0.942 y R²=0.887.

Claves
 a. Predictores: (Constante), Carga Equivalente de Eje Simple, CBR al 95%, Índice Medio Diario Anual

Lo cual indica que el 88.7% de las variables independientes pueden explicar la variabilidad de la dependiente.

5.2.2 Contrastación de hipótesis específicas

Hipótesis específica 1

H₁: El índice medio diario anual impacta en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales en el distrito de Abancay-Apurímac, 2023.

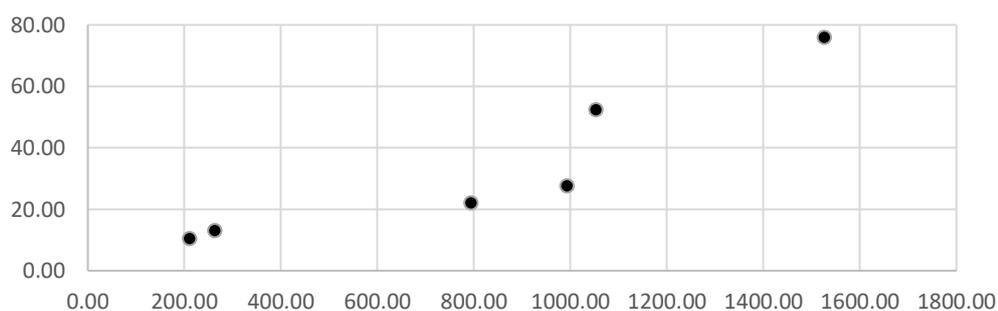
H₀: El índice medio diario anual no impacta en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales en el distrito de Abancay-Apurímac, 2023.



Tabla 57 — Correlación entre flujo vehicular (IMDA) y la transitabilidad de las carreteras vecinales.

		Flujo vehicular	Transitabilidad de carreteras seleccionadas
Flujo vehicular	Correlación de Rho Spearman	1	,724
	Sig. (bilateral)		,001
	N	4	4
Transitabilidad de carreteras seleccionadas	Correlación de Rho Spearman	,724	1
	Sig. (bilateral)	,001	
	N	4	4

NOTA Datos estadísticos. Fuente: Procesamiento de datos en el SPSSV-25 (2024).



NOTA

El coeficiente de Rho de Spearman encuentra un indicador de 0.724, con un sig bilateral de 0.001, por lo tanto, Si $p < 0,05$, lo cual se interpreta que existe una correlación moderada significativa del flujo vehicular (IMDA) y transitabilidad de las carreteras vecinales en el distrito de Abancay-Apurímac, 2023.

Figura 58 — Correlación entre flujo vehicular (IMDA) y la transitabilidad de las carreteras vecinales.

Hipótesis específica 2

H_1 : La carga equivalente de un solo eje impacta en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales en el distrito de Abancay-Apurímac, 2023.

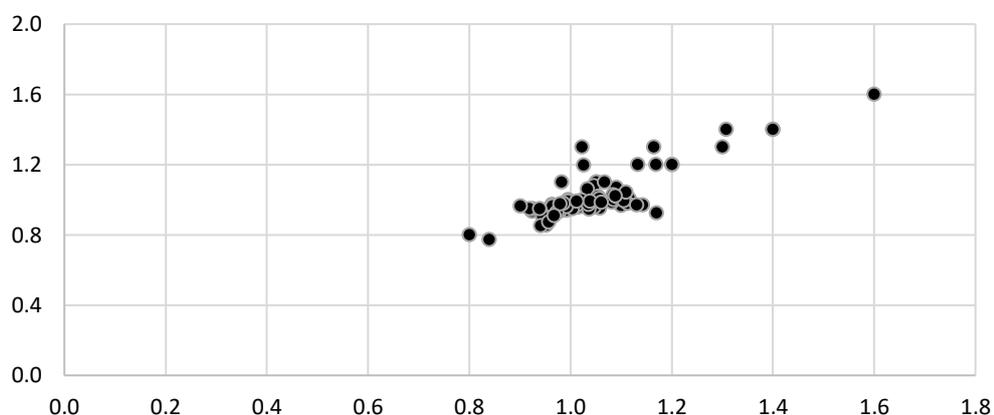
H_0 : La carga equivalente de un solo eje no impacta en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales en el distrito de Abancay-Apurímac, 2023.



Tabla 59 — Correlación entre flujo vehicular (ESAL) y la transitabilidad de las carreteras vecinales.

		Resistencia estructural	Transitabilidad de las carreteras
Carga Equivalente de Eje Simple	Correlación de Rho Spearman	1	,569**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	39	39
Transitabilidad de las carreteras.	Correlación de Rho Spearman	,569	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	39	39

NOTA Datos estadísticos. Fuente: Procesamiento de datos en el SPSSV-25 (2024).



NOTA

El coeficiente de Rho de Spearman encuentra un indicador de 0.569, con un sig bilateral de 0.000, por lo tanto, Si $p < 0,05$, lo cual se interpreta que existe una correlación moderada significativa del flujo vehicular (ESAL) y transitabilidad de las carreteras vecinales en el distrito de Abancay-Apurímac, 2023.

Figura 60 — Correlación entre flujo vehicular (ESAL) y la transitabilidad de las carreteras vecinales.

Hipótesis específica 3

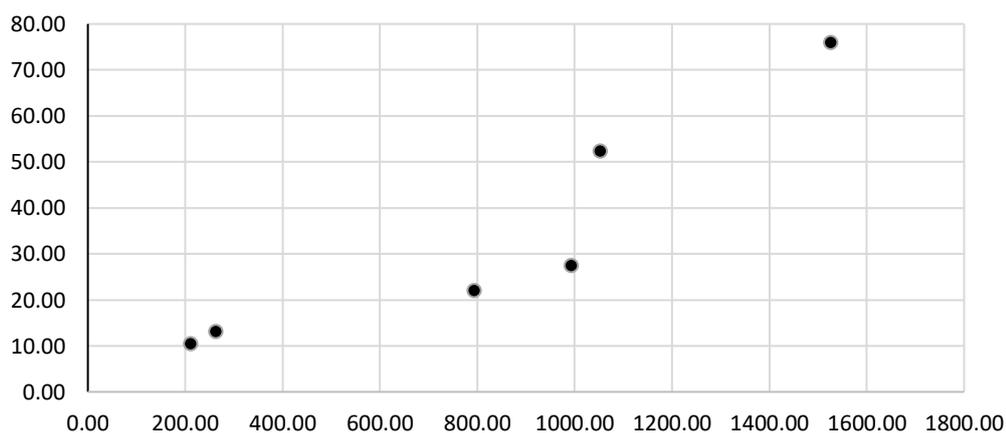
H₁: El CBR impacta en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales en el distrito de Abancay-Apurímac, 2023.

H₀: El CBR no impacta en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales en el distrito de Abancay-Apurímac, 2023.

Tabla 61 — Correlación entre la resistencia del suelo la transitabilidad de las carreteras vecinales.

		Metodología URCI	Transitabilidad de las carreteras
CBR al 95%	Correlación de Rho Spearman	1	,754
	Sig. (bilateral)		,001
	N	39	39
Transitabilidad de las carreteras	Correlación de Rho Spearman	,754	1
	Sig. (bilateral)	,001	
	N	39	39

NOTA Datos estadísticos. Fuente: Procesamiento de datos en el SPSSV-25 (2024).



NOTA

El coeficiente de Rho de Spearman encuentra un indicador de 0.754, con un sig bilateral de 0.001, por lo tanto, Si $p < 0,05$, lo cual se interpreta que existe una correlación moderada significativa de la resistencia del suelo (CBR al 95%) y transitabilidad de las carreteras vecinales en el distrito de Abancay-Apurímac, 2023.

Figura 62 — Correlación entre la resistencia del suelo la transitabilidad de las carreteras vecinales.



5.3 Discusión

El presente capítulo presenta la discusión de los hallazgos que se obtuvieron el capítulo de resultados, en comparación con los antecedentes, encontrando puntos de concordancia los cual otorga a este estudio validez interna y externa como lo plantea ARIAS y CANGALAYA (2023). Para esta discusión es importante tener en cuenta el objetivo de esta investigación el cual fue analizar el impacto del flujo vehicular y la resistencia estructural del suelo (CBR) en la transitabilidad de las carreteras vecinales del distrito de Abancay, Apurímac, evaluadas mediante la metodología URCI en el año 2023.

En el objetivo 1 y 2, el estudio del flujo vehicular fue realizado en cuatro carreteras vecinales del distrito de Abancay, según la normativa de la MTC, nos determinó por cada una el volumen de tráfico y el factor carga, en la vía AP-644 se registró un total de 281 veh/día con su respectiva relación de vehículos pesados y livianos en el cual se determinó un ESAL de 35,331.66 EE, en la vía AP-646 se registró un total de 147 veh/día con su respectiva relación de vehículos pesados y livianos en el cual se determinó un ESAL de 10,169.742 EE, en la vía AP-103 se registró un total de 279 veh/día con su respectiva relación de vehículos pesados y livianos en el cual se determinó un ESAL de 25,321.038 EE y en la vía AP-645 se registró un total de 394 veh/día con su respectiva relación de vehículos pesados y livianos en el cual se determinó un ESAL de 83,731.588 EE. De igual forma el cálculo de la transitabilidad se calculó mediante la metodología URCI por cada vía, la AP-644 se registró una clasificación FAIR (Justo) con un índice de 53.7, en la vía AP-646 se registró clasificación FAIR (Justo) con un índice de 49.76, en la vía AP-103 se registró clasificación FAIR (Justo) con un índice de 44.31. y en la vía AP-645 se registró clasificación FAIR (Justo) con un índice de 44.42. De los cuales se determinó que existe una correlación moderada entre el Flujo vehicular y la Transitabilidad.

QUILLA (2022) en su estudio evaluó la influencia del factor carga sobre la transitabilidad tuvo como objetivo principal identificar los factores externos que afectan la vida útil de las carreteras, que coincide con esta investigación, el resultado que obtuvo fue que si influye el factor carga a la transitabilidad con una significancia menor al 5%, si bien se utilizó un diferente software para realizar el análisis estadístico y también fue con unidades muestras diferentes, el resultado en ambas investigaciones son similares,. PAYANO (2023) estudio el nivel de transitabilidad usando la metodología HCM 2010, y evaluando el flujo y carga vehicular, en cual concluyo que la carretera es aceptable, pero es necesario implementar mejoras en ciertas secciones de la vía para elevar la calidad de servicio, que sugiere un plan de mantenimiento periódico y adaptaciones estructurales.



En el objetivo 3, la resistencia estructural (CBR) se evaluó en las cuatro vías haciendo uso del manual de ensayos de materiales (MTC 2016b), el cual se procesó en el laboratorio, obteniendo los siguientes resultados por cada carretera al 95%: la vía AP-644 tuvo un CBR de 36.09%, la vía AP-646 tuvo un CBR de 63.07%, la vía AP-103 tuvo un CBR de 47.43% y la vía AP-645 tuvo un CBR de 14.46%, siendo todos estos valores resultados a nivel de subrasante y según norma el mínimo porcentaje para que un material pueda ser aceptado es del 6% en adelante. De igual forma el cálculo de la transitabilidad se calculó mediante la metodología URCI por cada vía, la AP-644 se registró una clasificación FAIR (Justo) con un índice de con un índice de 53.7, en la vía AP-646 se registró clasificación FAIR (Justo) con un índice de 49.76, en la vía AP-103 se registró clasificación FAIR (Justo) con un índice de 44.31. y en la vía AP-645 se registró clasificación FAIR (Justo) con un índice de 44.42. De los cuales según la estadística aplicada que es el Rho de Spearman se determinó que existe una correlación fuerte positiva entre la resistencia del suelo y la transitabilidad.

MIRANDA (2022), en su investigación que estudio sobre las propiedades del afirmado y su influencia en la transitabilidad, obtuvo como resultados que el CBR promedio de fue de 53.4% a nivel de afirmado y una transitabilidad aceptable según el método IRI de 4.49m/km, en el cual según el estadístico Rho de Spearman obtuvo el grado de relación 1 que en la estadística significa que existe una correlación positiva perfecta, la cual se interpreta que la elección del material (su resistencia) si influye significativamente a la calidad de las carreteras. Si bien este estudio se realiza a nivel de afirmado y la investigación que se discute se realiza a nivel de subrasante, pero ambas viendo cómo es que la resistencia si influye significativamente en su duración de los caminos vecinales, ya que al estar expuestas directamente a los factores como el tráfico o el clima, estas pierden su cubierta provocando una erosión prematura.

La transitabilidad se calculó o midió mediante la metodología URCI, una metodología usada por la fuerza armada de los estados unidos, para poder evaluar su estado y conservándolo, este estudio nos arrojó resultados por cada vía, la AP-644 se registró una clasificación FAIR (Justo) con un índice de con un índice de 53.7, en la vía AP-646 se registró clasificación FAIR (Justo) con un índice de 49.76, en la vía AP-103 se registró clasificación FAIR (Justo) con un índice de 44.31. y en la vía AP-645 se registró clasificación FAIR (Justo) con un índice de 44.42. Se ha comprobado que esta metodología es práctica y objetiva, siendo más precisa en la identificación de fallas superficiales en las vías.



BALLON y GONZALES (2023) en su investigación, determinó la confiabilidad entre la metodología URCI y MTC para la evaluación de la transitabilidad de las carreteras vecinales, en la cual con la metodología URCI obtuvo un valor de 69.5 con una clasificación de Bueno y la metodología del MTC se obtuvo un valor de 103.93 con una clasificación Mala, estos resultados se evaluaron por la prueba estadística de T de Student en la cual resultó que la metodología URCI es más confiable y más exacta de la representación de las fallas. Estos resultados son similares a los encontrados por SÁNCHEZ (2018), quien al aplicar la metodología URCI obtuvo un criterio técnico superior, ya que el índice de condición resultante es más preciso y realista en comparación con el obtenido mediante la metodología MTC, tras evaluar la carretera no pavimentada El Milagro – El Zapote. De manera similar, URBANO y VARGAS (2019) evaluaron el estado de condición y tipo de intervención en la ruta LM-580 utilizando las metodologías MTC, URCI y TMH12, analizando 10 unidades de muestra de 500 metros cada una. Al aplicar la metodología MTC, todas las unidades de muestra se encontraron en buen estado. Sin embargo, al utilizar la metodología URCI, las unidades de muestra se clasificaron en estados de muy pobre, pobre y regular; y al aplicar la metodología TMH12, se encontraron en estados de muy pobre, pobre y justa. Estos resultados de condición fueron completamente diferentes a los obtenidos con la metodología MTC. En el análisis realizado en el camino vecinal ruta AM-522, las unidades de muestra mostraron una semejanza en el estado de condición al aplicar las tres metodologías, pero se encontraron discrepancias debido a que en la evaluación de la ruta LM-580 no se adoptaron las pautas y criterios de evaluación de los tipos de fallas según cada metodología. Esto se debió a que, al aplicar la metodología URCI, se evaluaron 50 metros al inicio de cada unidad de muestra, y con la metodología TMH12 se evaluaron 100 metros al inicio de cada unidad de muestra, lo cual no siempre representa de manera adecuada toda la sección de una unidad de muestra.

De la discusión dada se observa las existencias de varias metodologías para la evaluación de la transitabilidad, evidenciándose que la metodología URCI sobre todo es muy efectiva, ya que contempla más tipos de fallas, con un rango de severidad para evaluar estas, por ende, facilitó el estudio de las relaciones de los factores que impactan a la transitabilidad como del flujo vehicular y la resistencia afectan la transitabilidad de las carreteras vecinales del distrito de Abancay.



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Se realizaron estudios en cuatro vías vecinales del distrito de Abancay, que conforman la muestra, de las cuales se evaluaron la transitabilidad de las carreteras mediante la metodología URCI y como los factores impactan en el deterioro de la capa de rodadura, que son el flujo vehicular, la resistencia del suelo, llegando a una respuesta en la cual mediante el análisis estadístico regresión lineal múltiple dice que el 88.7% del estado de la transitabilidad está relacionado con estos factores estudiados.

En el objetivo 1 y 2, el flujo vehicular en las cuatro carreteras vecinales obteniendo los resultados AP-644 (IMDA de 281 veh/día; ESAL de 35,331.66 EE), AP-646 (IMDA de 147 veh/día; ESAL de 10,169.742 EE), AP-103 (IMDA de 279 veh/día; ESAL de 25,321.038 EE) y AP-645 (IMDA de 394 veh/día, ESAL de 83,731.588 EE). Se ha determinado que existe una relación significativa el flujo vehicular y la transitabilidad (Rho de Spearman =0.724 y $p=0.001<0.05$), siendo esta una correlación moderada entre las variables como indica en la tabla 57 y 58. Por lo tanto, se puede decir que el aumento del flujo vehicular está directamente relacionado con la transitabilidad, acelerando el desgaste de la capa de rodadura de las carreteras vecinales del distrito de Abancay.

En el objetivo 3, la resistencia del suelo (CBR) en las cuatro vías tomadas como muestras las cuales arrojaron valores al 95%, de AP-644 un total de 36.09%, AP-646 un total de 63.07%, AP- 103 un total de 47.43% y AP-645 un total de 14.46%, los cuales son resultados a nivel de sub rasante y según norma como se puede ver en la tabla x y tenemos una subrasante buena, también se determinó que existe una relación directa y significativa entre la resistencia estructural de la subrasante del suelo (CBR) y la transitabilidad (Rho de Spearman =0.802 y $p=0.001<0.05$), siendo esta una correlación fuerte entre las variables como indica en la tabla x. Por los tanto se puede decir que, si se tiene un valor de CBR bajo, la transitabilidad se ve más afectada y presentando una erosión de su capa de rodadura.

Se realizó la evaluación de la transitabilidad mediante la metodología URCI por cada vía en función de sus 7 fallas y su nivel de severidad obteniendo los siguientes valores AP-644



con un total de 10 muestras la clasificación fue FAIR y URCI de 53.7, siendo el 10% POOR, el 30% GOOD y el 60% FAIR, AP-646 con un total de 16 muestras la clasificación fue FAIR y URCI de 49.76, siendo el 56% GOOD y el 44% FAIR, AP-103 con un total de 9 muestras la clasificación fue FAIR y URCI de 44.31, siendo el 12% GOOD, el 38% POOR y el 50% FAIR, AP-645 con un total de 4 muestras la clasificación fue FAIR y URCI de 44.42, siendo el 25% POOR Y el 75% FAIR. Teniendo un resultado final de clasificación FAIR con un URCI de 48.05. lo cual indica que las carreteras se encuentran en estado regular, con deficiencias en su servicio, requiriendo atención en su mantenimiento.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda saber el tipo de vehículo que transita por la zona antes de realizar los mantenimientos, ya que este evoluciona según la población evoluciona, teniendo cada vez más necesidades y diferentes, por ende, saber la cantidad de vehículos que hacen uso de la carretera y de que tipo son es crucial para proponer un mantenimiento acorde y este a su vez no se deteriore muy rápido generando malestar en sus usuarios.

Se recomienda que tener conocimiento de la resistencia del suelo y sus propiedades físico-mecánicas del suelo debidos a que estas son muy importantes en una carretera sin pavimentar ya están expuestas directamente a los factores que los impactan como el tráfico vehicular, el clima, entre otros. Al momento de la ejecución del mantenimiento periódico, si la sub rasante no tiene la distribución de granos adecuado, o tiene una baja resistencia, entre otras características, estas fallaran prematuramente afectando a sus usuarios.

Se recomienda la implementación de la metodología URCI en la evaluación de las carreteras sin pavimentar, debido a su eficiencia y efectividad en su aplicación, dando más credibilidad en sus resultados, esto siendo ya comprobado en muchas tesis de grado de maestrías y también en esta investigación se hizo uso de esta, corroborando su facilidad de aplicación y a la vez que el manual tenga sus criterios abordar los problemas según la falla y el nivel que se haya determinado, y tomando en cuenta estudios previos del IMDA, CBR, y más estudios, viendo la forma de economizar a la vez.

Como en la mayoría de las carreteras estudiadas, a lo largo de su trayectoria se evidencio fallas muy representativas como el polvo excesivo, también cárcavas y cunetas tapadas, siendo estas las representativas en las 4 vías, se recomienda investigar sobre la estabilización de suelos para poder mejorar las condiciones del suelo frente al polvo, también realizar estudios de cantera o del mismo material para la elección de materiales de tal forma que este no pierda sus propiedades y tenga una mejor durabilidad, todo esto sin



dejar de la lado una propuesta de mantenimiento rutinario que cumpla con sus periodos establecidos para poder conservar las vías, ya que de esta forma, generaría menos gastos al estado.

Como se vio que el principal problema de las carreteras el agua debido a que las vías no cuentan con un buen drenaje en la superficie como en los laterales, haciendo que esta dañe a la carretera mas de lo debido en temporadas de lluvia, por ende, se recomendaría realizar las evaluaciones durante el año por cada cambio de estación, para así poder atender las fallas a tiempo antes de que estas empeoren y necesitando mas equipos y materiales para su reparación, esto se puede llevar a cabo según las recomendaciones de alternativas de mantenimiento del manual URCI.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

ARIAS, D. y CANGALAYA, L., 2023. *Manual del tesista. Principios para desarrollar una tesis*. 1. Lima: s.n. vol. 1.

BALLON, D. y GONZALES, M., 2023. *Determinación de la confiabilidad de la metodología URCI y MTC en la evaluación del estado de condición de una carretera no pavimentada ubicada en el Distrito de Olleros - Huaraz – Ancash. Tramo: Puente Bedoya - San Pedro de Huancha* [en línea]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10757/669354>.

COLOMA, M., 2017. *Manual de tráfico y circulación*. S.l.: s.n.

CORONADO, J., 2002. *Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos*. . S.l.:

DAS, B.M., 2013. *Fundamentos de ingeniería geotécnica Cuarta edición*. 4. S.l.: s.n.

DAVIS; BERKELEY, 2017. *APPENDIX A: UNDERSTANDING UNPAVED ROAD MATERIALS*. Guidelines for the Selection, Specification and Application of Chemical Dust Control and Stabilization Treatments on Unpaved Roads [en línea]. California: s.n., pp. 1-21. [consulta: 9 noviembre 2024]. Disponible en: <https://www.ucprc.ucdavis.edu/unpavedroad/PDF/UNDERSTANDING%20UNPAVED%20ROAD%20MATERIALS.PDF>.

DEPARTMENT OF THE ARMY, 1995. *Unsurfaced Road Maintenance management (URMM)*. S.l.: s.n.

DIRECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL, 2023. *Boletín semestral 2023*. En: PNP y DIVISIÓN DE ESTADÍSTICA (eds.) [en línea]. Lima: [consulta: 11 julio 2024]. Disponible en: <https://www.onsv.gob.pe/post/boletin-estadistico-de-siniestralidad-vial-primer-semestre-2023/>.

FERNÁNDEZ, R., 2011. *Elementos de la teoría del tráfico vehicular*. S.l.: s.n.

FHWA; SDLTAP, 2015. *GRAVEL ROADS CONSTRUCTION & MAINTENANCE GUIDE* [en línea]. S.l.: s.n. [consulta: 9 noviembre 2024]. Disponible en: <https://www.fhwa.dot.gov/construction/pubs/ots15002.pdf>.

GLOSARIO DE TÉRMINOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL, 2013. Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. ,

HERNÁNDEZ, R. y MENDOZA, C., 2018. *Metodología de la investigación*. 7. S.l.: s.n.



MEJÍA, C., 2022. *Modelo de condición de servicio para mejorar el tipo de intervención en caminos vecinales, Ancash Huari 2021* [en línea]. Lima: Universidad Ricardo Palma. [consulta: 5 marzo 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14138/5594>.

MIRANDA, J., 2022. *Evaluación de las Propiedades del Afirmado y su Influencia en la Transitabilidad del Camino Vecinal PU-999, Lampa-2021* [en línea]. Lima: Universidad César Vallejo. [consulta: 6 noviembre 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/90032>.

MONTGOMERY; PECK; VINING, 2012. *Introducción al análisis de regresión lineal*. S.l.: s.n.

MTC, 2008a. *Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito*. S.l.: s.n.

MTC, 2008b. *Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito*. S.l.: s.n.

MTC, 2014a. *Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos*. [en línea]. S.l.: Disponible en: www.mtc.gob.pe.

MTC, 2014b. *Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos* [en línea]. 2014. S.l.: s.n. [consulta: 5 marzo 2024]. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf.

MTC, 2016a. *MANUAL DE INVENTARIOS VIALES*. [en línea]. Lima: Disponible en: www.mtc.gob.pe.

MTC, 2016b. *Manual Ensayo de Materiales*. mayo 2016. Lima: s.n.

MTC, 2018a. *“GLOSARIO DE TÉRMINOS” DE USO FRECUENTE EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL*. [en línea], [consulta: 5 marzo 2024]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/10338-002-2018-mtc-14>.

MTC, 2018b. *Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial* [en línea]. S.l.: s.n. [consulta: 5 marzo 2024]. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_9%20MCV-2014_2016.pdf.

MTC ET AL., 2018. *Manual de carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018)*. [en línea]. S.l.: [consulta: 30 julio 2024]. Disponible en:



https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf.

NAZMUL HASSAN, [sin fecha]. *Prueba CBR de suelo: equipo, procedimiento, cálculo y uso*. CivilEngineering,

OCHOA, S., 2022. *Modelo de Mantenimiento en vías no pavimentadas para optimizar el nivel de servicio* [en línea]. Lima: UNIVERSIDAD RICARDO PALMA. [consulta: 4 noviembre 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14138/5499>.

OFICINA DE ESTADÍSTICA DEL MTC, 2022. Anuario Estadístico 2022. [en línea], [consulta: 8 julio 2024]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4577337/Anuario%20Estad%20C3%ADstico%202022.pdf>.

PAYANO, D., 2023. *Evaluación del estado de transitabilidad para el mejoramiento de la carretera CU-119, tramo: CU-117 – CU-138, en las provincias de Paruro y Chumbivilcas del departamento del Cusco*. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal.

PBI DELHI, 2022. Basic Road Statistics in India 2018—19. . Mumbai:

QUILLA, O.H., 2022. *Influencia de los factores externos del pavimento flexible en su ciclo de vida útil, carretera Juliaca - Calapuja, Puno, 2022* [en línea]. Lima: Universidad Cesar Vallejo. [consulta: 6 noviembre 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/91798>.

RAMÍREZ, L., 2009. MANUAL PARA PRIORIZACIÓN DE INVERSIONES PROYECTO MUNICIPAL. [en línea]. S.l.: [consulta: 6 noviembre 2024]. Disponible en: https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/852/MANUAL_PRIORIZACION_%20INVERSIONES.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

RODRÍGUEZ, R., 2011. “*Modelo de Gestión de Conservación Vial para reducir los costos de Mantenimiento Vial y Operación Vehicular en los Caminos Rurales de las Poblaciones de Riobamba, San Luis, Punín, Flores, Cebadas de la Provincia de Chimborazo*”. Ambato - Ecuador : s.n.

SALOMÓN, E., 2003. *Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas - Guía Conceptual* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 9223152577. Disponible en: www.oit.org.pe.

SANCHEZ, D.Y.J., 2018. *Evaluación de la condición superficial de la carretera no pavimentada El Milagro-El Zapote mediante dos técnicas Unsurfaced Road Maintenance*



Management y Conservación Vial, Provincia de Utcubamba, 2018. UTCUBAMBA: UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS.

SOARES ET AL., 2020. *View of Unpaved back roads: evaluation of traffic conditions on a stretch contained in a community in the Sertão de Pernambuco, Brazil.* [en línea], [consulta: 17 octubre 2024]. Disponible en: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/8652/7782>.

THE NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, E. and M., 2010. *Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual).* S.l.: s.n.

THORLEY, L. y HENRION, E., 2019. *DFID ethical guidance for research, evaluation and monitoring activities.* [en línea]. S.l.: Disponible en: www.iodparc.com.

TORO, E., DUQUE, D., RINCÓN, M.L., GUERRA, C., OLIVARES, F., VALENZUELA, M., REID, C. y CALIA, C., 2023. *Desafíos éticos para la investigación en Latinoamérica.* Revista Latinoamericana de Bioética, vol. 23, no. 2, ISSN 2462-859X. DOI 10.18359/rlbi.6216.

UNAMBA, 2018. *Código de ética para la investigación* [en línea]. 2018. Peru: s.n. [consulta: 1 diciembre 2024]. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1qUXgawJyA5BK3vg6UY1YKln0DNAehTI/view>.

URBANO, K. y VARGAS, M., 2019. *El estado de condición de una carretera no pavimentada y los tipos de intervención, aplicando MTC, URCI, TMH-12 de la ruta LM-580* [en línea]. Lima: UNIVERSIDAD RICARDO PALMA. [consulta: 13 noviembre 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14138/2641>.



ANEXOS

ANEXO A: Matriz de consistencia

ANEXO B: Protocolos o instrumentos de recolección de datos

ANEXO C: Certificados de validación de instrumentos (expertos)

ANEXO D: Evidencias fotografías, certificados de calibración de equipos, ensayos de laboratorio

ANEXO E: Declaratoria de originalidad de autores



ANEXO A. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 63 — Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables E Indicadores			Metodología
Problema General:	Objetivo General:	Hipótesis General:	Dimensión	Indicadores	Índices	Tipo de investigación:
¿Cuál es el impacto del flujo vehicular y la resistencia del suelo en la transitabilidad evaluadas mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales del distrito de Abancay-Apurímac, 2023?	Evaluar el impacto del flujo vehicular y la resistencia del suelo en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales del distrito de Abancay-Apurímac, 2023.	El flujo vehicular y la resistencia del suelo impactan en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales del distrito de Abancay-Apurímac, 2023.	Variable independiente: Flujo vehicular			Nivel: La investigación es de tipo correlacional-explicativo Diseño: La investigación es no experimental La Población: Está compuesta por carreteras no pavimentadas vecinales, conectadas al distrito de Abancay La Muestra: son las 4 carreteras sin pavimentar
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis Específicos:	Volumen de tráfico	Índice Medio Diario Anual de Tránsito (IMDA)	Veh. /día	
PE1: ¿Cuál es el impacto del índice medio diario anual en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales en el distrito de Abancay-Apurímac, 2023?	OE1: Analizar el impacto del índice medio diario anual en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales en el distrito de Abancay-Apurímac, 2023.	HE1: - El índice medio diario anual impacta en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales en el distrito de Abancay-Apurímac, 2023.	ESAL	Carga eje equivalente de un solo eje	EE	
PE2: ¿Cómo impacta la carga equivalente de un solo eje en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras	OE2: Analizar el impacto de la carga equivalente de un solo eje en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras	HE2: La carga equivalente de un solo eje impacta en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras	Variable independiente: Resistencia del suelo			
			CBR del suelo	Porcentaje de resistencia del suelo Relación entre el contenido de agua y peso unitario seco	0-100% %; gr/cm3	



vecinales en el distrito de Abancay-Apurímac, 2023?	vecinales en el distrito de Abancay-Apurímac, 2023.	vecinales en el distrito de Abancay, 2023	Variable dependiente: Transitabilidad de carreteras sin pavimentar			Técnica de recolección de datos: Observación
PE3:	OE3:	HE3:				
¿ De qué manera impacta el CBR en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales en el distrito de Abancay-Apurímac, 2023?	Determinar de qué manera impacta el CBR en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales en el distrito de Abancay-Apurímac, 2023.	El CBR impacta en la transitabilidad evaluada mediante la metodología URCI de las carreteras vecinales en el distrito de Abancay-Apurímac, 2023.	Índice de condición de carreteras sin pavimentar (URCI)	Tipo de fallas Nivel de severidad	Escala numérica: 0-100	



ANEXO B. PROTOCOLOS O INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

FICHA DE INSPECCION DE LA VIA NO PAVIMENTADA								
Proyecto de Tesis: Evaluación del impacto del flujo vehicular en la transitabilidad de carreteras vecinales utilizando la metodología URCI y ensayos de campo en el distrito de Abancay - Apurímac, 2023								
1. TRAMO:	Vía-1 (Taraccasa- Marcahuasi-	2. SECCION:	1	3. FECHA: 19/01/2024				
4. UNIDAD DE MUESTRA:	UM-1	5. AREA DE LA UNIDAD DE MUESTRA (metro cuadrado):	205	6. INSPECTOR : Constantino Saavedra Merino Keitty Milagros Cordova Robles				
7. BOSQUEJO			TIPOS DE FALLAS					
		81. Sección Transversal Inadecuada (metro lineal) 82. Drenaje lateral inadecuado (metro lineal) 83. Encalaminado (metro cuadrado) 84. Polvo 85. Baches (Unidad) 86. Ahuellamiento (metro cuadrado) 87. Agregado suelto (metro lineal)						
8. CANTIDAD Y SEVERIDAD DE LAS FALLAS								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	L		50					100
	M						46.5	
	H	50			X		47	
9. CALCULO DEL URCI								
TIPO DE FALLA (a)	DENSIDAD (b)	SEVERIDAD (c)	VALOR DEDUCTIVO (d)	10. OBSERVACIONES				
81 (Sección Inadecuada)	-		0					
	-		0					
	24.39	H	28					
82 (Drenaje inadecuado)	24.39	L	10					
	-		0					
	-		0					
83 (Encalaminado)	-		0					
	-		0					
	-		0					
84 (Polvo)			0					
			0					
		H	15					
85 (Baches)	-		0					
	-		0					
	-		0					
86 (Ahuellamiento)	-		0					
	22.68	L	27					
	22.93	H	29.2					
87 (Agregado Suelto)	48.78	L	17.6					
	-		0					
	-		0					
VALOR DEDUCTIVO TOTAL (e) :	126.8	q (f)	6	URCI (g)	37.50	CALIFICACION (h)	POOR	

Figura 61 — Ficha de inspeccion vía 1 (AP-644) con la metodología URCI.



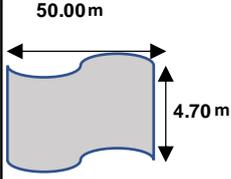
FICHA DE INSPECCION DE LA VIA NO PAVIMENTADA								
Proyecto de Tesis: Evaluación del impacto del flujo vehicular en la transitabilidad de carreteras vecinales utilizando la metodología URCI y ensayos de campo en el distrito de Abancay - Apurímac, 2023								
1. TRAMO:	Via 2 (Marcahuasi-Asillo)	2. SECCION:	1	3. FECHA: 11/01/2024				
4. UNIDAD DE MUESTRA:	1	5. AREA DE LA UNIDAD DE MUESTRA (metro cuadrado):	235	6. INSPECTOR : Constantino Saavedra Merino Keitty Milagros Cordova Robles				
7. BOSQUEJO			TIPOS DE FALLAS					
								
			81. Sección Transversal Inadecuada (metro lineal)					
			82. Drenaje lateral inadecuado (metro lineal)					
			83. Encalaminado (metro cuadrado)					
			84. Polvo					
			85. Baches (Unidad)					
			86. Ahuellamiento (metro cuadrado)					
			87. Agregado suelto (metro lineal)					
8. CANTIDAD Y SEVERIDAD DE LAS FALLAS								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	L							
	M				X		16.8	100
	H	50	50				50.4	42
9. CALCULO DEL URCI								
TIPO DE FALLA (a)	DENSIDAD (b)	SEVERIDAD (c)	VALOR DEDUCTIVO (d)	10. OBSERVACIONES				
81 (Sección Inadecuada)	-		0					
	-		0					
	21.28	H	25					
82 (Drenaje inadecuado)	-		0					
	-		0					
	21.28	H	18.4					
83 (Encalamidado)	-		0					
	-		0					
	-		0					
84 (Polvo)			0					
			4					
			0					
85 (Baches)	-		0					
	-		0					
	-		0					
86 (Ahuellamiento)	-		0					
	7.15	L	13					
	21.45	H	28					
87 (Agregado Suelto)	-		0					
	42.55	M	22					
	17.87	H	19.6					
VALOR DEDUCTIVO TOTAL (e) :	130	q (f)	7	URCI (g)	37.00	CALIFICACION (h)	FAIR	

Figura 62 — Ficha de inspección vía 2 (AP-646) con la metodología URCI.



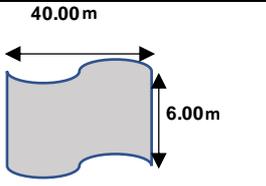
FICHA DE INSPECCION DE LA VIA NO PAVIMENTADA								
Proyecto de Tesis: Evaluación del impacto del flujo vehicular en la transitabilidad de carreteras vecinales utilizando la metodología URCI y ensayos de campo en el distrito de Abancay - Apurímac, 2023								
1. TRAMO:	Via 3 (Muyoc Ccorral-Huayllabamba-Ccarccatera)	2. SECCION:	5	3. FECHA: 11/01/2024				
4. UNIDAD DE MUESTRA:	1	5. AREA DE LA UNIDAD DE MUESTRA (metro cuadrado):	240	6. INSPECTOR : Constantino Saavedra Merino Keitty Milagros Cordova Robles				
7. BOSQUEJO			TIPOS DE FALLAS					
								
			81. Sección Transversal Inadecuada (metro lineal)					
			82. Drenaje lateral inadecuado (metro lineal)					
			83. Encalaminado (metro cuadrado)					
			84. Polvo					
			85. Baches (Unidad)					
			86. Ahuellamiento (metro cuadrado)					
			87. Agregado suelto (metro lineal)					
8. CANTIDAD Y SEVERIDAD DE LAS FALLAS								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	L							
	M		40				14.4	80
	H	40			X		37.2	40
9. CALCULO DEL URCI								
TIPO DE FALLA (a)	DENSIDAD (b)	SEVERIDAD (c)	VALOR DEDUCTIVO (d)	10. OBSERVACIONES				
81 (Sección Inadecuada)	-		0					
	-		0					
	16.67	H	21					
82 (Drenaje inadecuado)	-		0					
	16.67	M	12.2					
	-		0					
83 (Encalaminado)	-		0					
	-		0					
	-		0					
84 (Polvo)			0					
		H	15					
			0					
85 (Baches)	-		0					
	-		0					
	-		0					
86 (Ahuellamiento)	-		0					
	6.00	M	12					
	15.50	H	25					
87 (Agregado Suelto)	-		0					
	33.33	M	19.6					
	16.67	H	18.4					
VALOR DEDUCTIVO TOTAL (e) :	123.2	q (f)	7	URCI (g)	40.00	CALIFICACION (h)	FAIR	

Figura 63 — Ficha de inspección vía 3 (AP-103) con la metodología URCI

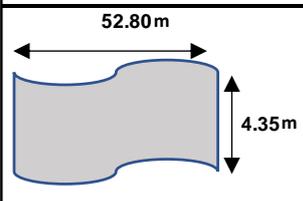
FICHA DE INSPECCION DE LA VIA NO PAVIMENTADA								
Proyecto de Tesis: Evaluación del impacto del flujo vehicular en la transitabilidad de carreteras vecinales utilizando la metodología URCI y ensayos de campo en el distrito de Abancay - Apurímac, 2023								
1. TRAMO:	Vía-4 (Tamburco-Colcaque)	2. SECCION:	0+0.80	3. FECHA: 13/10/2024				
4. UNIDAD DE MUESTRA:	UM-1	5. AREA DE LA UNIDAD DE MUESTRA (metro cuadrado):	229.68	6. INSPECTOR : Constantino Saavedra Merino Keitty Milagros Cordova Robles				
7. BOSQUEJO			TIPOS DE FALLAS					
								
			81. Sección Transversal Inadecuada (metro lineal)					
			82. Drenaje lateral inadecuado (metro lineal)					
			83. Encalaminado (metro cuadrado)					
			84. Polvo					
			85. Baches (Unidad)					
			86. Ahuellamiento (metro cuadrado)					
			87. Agregado suelto (metro lineal)					
8. CANTIDAD Y SEVERIDAD DE LAS FALLAS								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	L							105.6
	M	52.8	84		X		45.6	
	H							
9. CALCULO DEL URCI								
TIPO DE FALLA (a)	DENSIDAD (b)	SEVERIDAD (c)	VALOR DEDUCTIVO (d)	10. OBSERVACIONES				
81 (Sección Inadecuada)	-		0					
	22.99	M	17.8					
	-		0					
82 (Drenaje inadecuado)	-		0					
	36.57	M	23					
	-		0					
83 (Encalamidado)	-		0					
	-		0					
	-		0					
84 (Polvo)		M	4					
			0					
			0					
85 (Baches)	-		0					
	-		0					
	-		0					
86 (Ahuellamiento)	-		0					
	19.85	L	26.2					
	-		0					
87 (Agregado Suelto)	45.98	L	17					
	-		0					
	-		0					
VALOR DEDUCTIVO TOTAL (e) :	88	q (f)	5	URCI (g)	45.75	CALIFICACION (h)	FAIR	

Figura 64 — Ficha de inspeccion vía 4 (AP-645) con la metodología URCI

CONTROL DE TRÁFICO VEHICULAR																							
TRAMO DE LA CARRETERA: SUBIDA															ESTACION:								
SENTIDO:															DIA :								
UBICACIÓN:															FECHA:								
HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
				PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		B2	B3-1	B4	C2	C3	C4	T2S1/ T2S2	T2S3	T3S1/ T3S2	>= T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3		
00-01 am																						0	
01-02 am																							0
02-03 am																							0
03-04 am																							0
04-05 am																							0
05-06 am																							0
06-07 am																							0
07-08 am																							0
08-09 am																							0
09-10 am																							0
10-11 am																							0
11-12 am																							0
12-01 pm																							0
01-02 pm																							0
02-03 pm																							0
03-04 pm																							0
04-05 pm																							0
05-06 pm																							0
06-07 pm																							0
07-08 pm																							0
08-09 pm																							0
09-10 pm																							0
10-11 pm																							0
11-12 pm																							0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
%	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

FUENTE: MTC 2016a, p. 165.

Figura 65 — formato de conteo vehicular.



RESUMEN DE SALIDA - CONTROL DE TRÁFICO VEHICULAR																
TRAMO DE LA CARRETERA:		CONDEBAMBA TARACCASA														
SENTIDO:		SUBIDA														
UBICACIÓN:		MARCAHUASI														
HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMIÓN			SEMI TRAYLER		TOTAL
				PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		B2	B3-1	B4	C2	C3	C4	T2S1/ T2S2		
00-01 am	6	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
01-02 am	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
02-03 am	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
03-04 am	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04-05 am	1	3	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
05-06 am	6	5	14	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	22
06-07 am	9	11	23	2	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	40
07-08 am	20	18	24	3	1	10	0	0	0	0	1	0	0	0	0	57
08-09 am	23	17	21	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	40
09-10 am	22	16	16	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
10-11 am	21	13	14	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
11-12 am	27	22	26	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	53
12-01 pm	29	28	33	5	3	6	0	0	0	0	3	0	0	0	0	78
01-02 pm	41	61	53	10	1	7	0	0	0	0	4	0	0	0	0	136
02-03 pm	30	36	32	6	1	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	83
03-04 pm	37	29	38	6	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	76
04-05 pm	44	21	18	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	43
05-06 pm	37	21	19	7	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	50
06-07 pm	27	30	22	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
07-08 pm	31	13	17	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
08-09 pm	33	16	22	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41
09-10 pm	8	10	12	2	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	27
10-11 pm	7	6	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
11-12 pm	15	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
TOTAL	476	388	430	68	8	41	0	0	0	0	26	0	0	0	0	961
%	49.53	40.37	44.75	7.08	0.83	4.27	0.00	0.00	0.00	0.00	2.71	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00

Figura 66 — Ficha de inspeccion vía 1 AP-644 conteo vehicular (MTC) entrada y salida



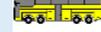
RESUMEN DE ENTRADA - CONTROL DE TRÁFICO VEHICULAR														
TRAMO DE LA CARRETERA:			Marcahuasi-Asillo-Marcahuasi			ESTACIÓN:			1					
SENTIDO:			bajada			DÍA :			M-J-V-S-D-L-M					
UBICACIÓN:			Asillo			FECHA:			8/11/2023-14/11/2023					
HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMIÓN			TOTAL
				PICK UP 	PANEL 	COMBI RURAL 		B2 	B3-1 	B4 	C2 	C3 	C4 	
00-01 am	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01-02 am	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
02-03 am	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
03-04 am	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
04-05 am	0	5	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
05-06 am	3	7	13	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	21
06-07 am	14	9	16	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	26
07-08 am	9	13	16	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	32
08-09 am	18	16	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
09-10 am	5	17	17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
10-11 am	10	7	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
11-12 am	16	22	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37
12-01 pm	14	13	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27
01-02 pm	25	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
02-03 pm	23	16	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
03-04 pm	20	7	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
04-05 pm	13	16	16	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	35
05-06 pm	21	13	13	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	27
06-07 pm	17	18	23	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	44
07-08 pm	12	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
08-09 pm	8	13	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
09-10 pm	3	7	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
10-11 pm	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
11-12 pm	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	237	232	258	11	0	8	0	0	0	0	0	0	0	509
%	46.56	45.58	50.69	2.16	0.00	1.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00

Figura 67 — Ficha de inspeccion vía 2 AP-646 conteo vehicular (MTC) entrada y salida



RESUMEN DE SALIDA - CONTROL DE TRÁFICO VEHICULAR														
TRAMO DE LA CARRETERA: (Moyocorral-Huayllabamba-Carcatera)							ESTACIÓN: 1							
SENTIDO: Subida							DÍA : L-M-M-J-V-S-D							
UBICACIÓN: Moyocorral							FECHA: 03/11/2023-09/11/2023							
HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMIÓN			TOTAL
				PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		B2	B3-1	B4	C2	C3	C4	
00-01 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01-02 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02-03 am	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
03-04 am	2	2	2	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	9
04-05 am	1	6	16	2	0	10	0	0	0	0	2	0	0	36
05-06 am	21	12	29	7	0	14	0	0	0	0	0	0	0	62
06-07 am	21	18	37	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	58
07-08 am	40	29	35	6	1	3	0	0	0	0	2	0	0	76
08-09 am	45	28	50	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	82
09-10 am	34	21	30	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55
10-11 am	31	27	25	2	0	0	0	0	0	0	4	1	0	59
11-12 am	30	21	19	1	0	4	0	0	0	0	3	0	0	48
12-01 pm	17	21	35	2	2	1	0	0	0	0	1	0	0	62
01-02 pm	28	21	22	3	1	11	0	0	0	0	0	0	0	58
02-03 pm	22	24	40	0	1	8	0	0	0	0	1	0	0	74
03-04 pm	23	7	20	3	1	10	0	0	0	0	0	0	0	41
04-05 pm	26	18	24	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	45
05-06 pm	18	17	29	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	55
06-07 pm	24	14	18	5	0	4	0	0	0	0	1	0	0	42
07-08 pm	18	19	25	11	0	3	0	0	0	0	1	0	0	59
08-09 pm	4	13	13	5	0	1	0	0	0	0	2	0	0	34
09-10 pm	0	5	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
10-11 pm	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
11-12 pm	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
TOTAL	405	325	475	66	10	80	0	0	0	0	18	1	0	975
%	41.54	33.33	48.72	6.77	1.03	8.21	0.00	0.00	0.00	0.00	1.85	0.10	0.00	100.00

Figura 68 — Ficha de inspeccion vía 3 AP-103 conteo vehicular (MTC) entrada y salida



RESUMEN DE ENTRADA - CONTROL DE TRÁFICO VEHICULAR														
TRAMO DE LA CARRETERA: (Moyocorral-Huayllabamba-Carcatara)								ESTACIÓN: 1						
SENTIDO: Bajada								DÍA : L-M-M-J-V-S-D						
UBICACIÓN: Moyocorral								FECHA: 03/11/2023-09/11/2023						
HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMIÓN			TOTAL
				PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		B2	B3-1	B4	C2	C3	C4	
00-01 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01-02 am	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
02-03 am	0	3	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
03-04 am	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
04-05 am	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
05-06 am	14	10	7	6	0	4	0	0	0	0	0	0	0	27
06-07 am	19	10	8	13	0	12	5	0	0	0	0	0	0	48
07-08 am	43	15	11	13	0	18	6	0	0	0	0	0	0	63
08-09 am	26	19	17	19	0	21	5	0	0	0	10	0	0	91
09-10 am	2	21	18	19	12	20	6	0	0	0	0	0	0	96
10-11 am	31	26	22	18	0	23	6	0	0	0	6	0	0	101
11-12 am	44	29	26	19	6	22	6	0	0	0	13	9	0	130
12-01 pm	46	19	27	26	0	20	6	0	0	0	6	6	0	110
01-02 pm	27	21	29	18	6	22	0	0	0	0	6	0	0	102
02-03 pm	26	19	28	23	6	21	6	0	0	0	6	0	0	109
03-04 pm	25	23	27	16	6	23	0	0	0	0	0	0	0	95
04-05 pm	44	20	22	24	7	21	5	0	0	0	0	5	0	104
05-06 pm	50	20	14	21	1	22	5	0	0	0	4	0	0	87
06-07 pm	37	17	12	22	6	15	0	0	0	0	4	0	0	76
07-08 pm	17	15	11	22	7	12	3	0	0	0	0	0	0	70
08-09 pm	4	7	5	11	0	3	3	0	0	0	4	0	0	33
09-10 pm	6	3	8	5	11	0	0	0	0	0	0	0	0	27
10-11 pm	2	2	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
11-12 pm	2	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
TOTAL	472	301	309	305	68	279	62	0	0	0	59	20	0	1403
%	33.64	21.45	22.02	21.74	4.85	19.89	4.42	0.00	0.00	0.00	4.21	1.43	0.00	100.00

Figura 69 — Ficha de inspeccion vía 4 AP-645 conteo vehicular (MTC) entrada y salida



ANEXO C. CERTIFICADO DE VALIDACION DE INSTRUMENTOS (EXPERTOS)

Tabla 64 — Ficha de validación de un estadístico

VALIDACION DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES
 Título de Tesis de investigación:
 "Evaluación del Impacto del flujo vehicular en la transitabilidad de las carreteras vecinales utilizando la metodología URCl y ensayos de campo en el distrito de Abancay - Apurímac 2023".

II. FICHA DE RECOLECCIÓN:
 De datos VECl

III. INVESTIGADORES:
 Bach. Constantino Saavedra Merino
 Bach. Keitty Millagros Córdova Robles.

IV. DATOS DEL EXPERTO
 Nombres y Apellidos: Wilson J. Mallocaendo Flores
 Especialidad: Mag. Estadística
 Cargo e Institución donde Labora: Docente Principal

V. ASPECTOS DE VALIDACION
 Marque con un aspa (x) dentro del cuadro de valoración, solo una vez por cada criterio, el que usted considere su opinión sobre el cuestionario

1. Deficiente	2. Regular	3. Buena	4. Muy buena	5. Excelente
---------------	------------	----------	--------------	--------------

Componente	Indicadores	Valoración Cuantitativa	Valoración
Forma	1. Redacción	Esta redactado considerando los elementos necesarios.	x
	2. Claridad	Esta formulado con un lenguaje adecuado.	x
	3. Objetividad	Esta expresa en conducta observable.	x
Contenido	4. Actualidad	Es adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.	x
	5. Suficiencia	Evalúa las dimensiones de las variables en cantidad y calidad.	x
	6. Intencionalidad	Es adecuado para alcanzar los objetivos de estudio.	x
Estructura	7. Organización	Existe una organización lógica	x
	8. Consistencia	Se basa en aspectos teóricos científicos de la investigación educativa.	x
	9. Coherencia	Existe coherencia entre las variables, dimensiones e indicadores.	x
	10. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnostico.	x
TOTAL			

VI. OPINION DE APLICABILIDAD:
FAVORABLE

VII. LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO:
 Procede su aplicación (x) Debe Corregirse ()

Abancay, 12 de mayo del 2024



Firma y Sello del experto
 DNI: 02323473



Tabla 65 — Ficha de validación de un metodólogo

VALIDACION DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES
 Título de Tesis de investigación:
 "Evaluación del impacto del flujo vehicular en la transitabilidad de las carreteras vecinales utilizando la metodología URCI y ensayos de campo en el distrito de Abancay - Apurímac 2023".

II. FICHA DE RECOLECCIÓN:
 De datos URCA

III. INVESTIGADORES:
 Bach. Constantino Saavedra Merino.
 Bach. Keitty Milagros Córdova Robles.

IV. DATOS DEL EXPERTO
 Nombres y Apellidos: Saúl Moreano Carrasco
 Especialidad: Docente Universitario - Metodólogo
 Cargo e Institución donde Labora: UNAMBA - Docente

V. ASPECTOS DE VALIDACION
 Marque con un aspa (x) dentro del cuadro de valoración, solo una vez por cada criterio, el que usted considere su opinión sobre el cuestionario

1. Deficiente	2. Regular	3. Buena	4. Muy buena	5. Excelente
---------------	------------	----------	--------------	--------------

Componente	Indicadores	Valoración Cuantitativa	Valoración
Forma	1. Redacción	Esta redactado considerando los elementos necesarios.	X
	2. Claridad	Esta formulado con un lenguaje adecuado.	X
	3. Objetividad	Esta expresa en conducta observable.	X
Contenido	4. Actualidad	Es adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.	X
	5. Suficiencia	Evalúa las dimensiones de las variables en cantidad y calidad.	X
	6. Intencionalidad	Es adecuado para alcanzar los objetivos de estudio.	X
Estructura	7. Organización	Existe una organización lógica	X
	8. Consistencia	Se basa en aspectos teóricos científicos de la investigación educativa.	X
	9. Coherencia	Existe coherencia entre las variables, dimensiones e indicadores.	X
	10. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.	X
TOTAL			

VI. OPINION DE APLICABILIDAD:

.....

VII. LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO:
 Procede su aplicación Debe Corregirse ()

Abancay,..... de mayo del 2023.



Ing. Saúl Moreano Carrasco
 Docente

Firma y Sello del experto
 DNI:



Tabla 66 — Ficha de validación de un experto en ingeniería civil

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. **DATOS GENERALES**
 Título de Tesis de investigación:
 "Evaluación del impacto del flujo vehicular en la transitabilidad de las carreteras vecinales utilizando la metodología URCI y ensayos de campo en el distrito de Abancay - Apurímac 2023".

II. **FICHA DE RECOLECCIÓN:**
 De datos: URCI

III. **INVESTIGADORES:**
 Bach. Constantino Saavedra Merino
 Bach. Keltty Milagros Córdova Robles.

IV. **DATOS DEL EXPERTO**
 Nombres y Apellidos: Lucy Marisol Guanuchi Orellana
 Especialidad: Ingeniería Civil - PNB
 Cargo e Institución donde Labora: Decente Principal EAPIA-FI-UNAPBA

V. **ASPECTOS DE VALIDACIÓN**
 Marque con un aspa (x) dentro del cuadro de valoración, solo una vez por cada criterio, el que usted considere su opinión sobre el cuestionario

1. Deficiente	2. Regular	3. Buena	4. Muy buena	5. Excelente
---------------	------------	----------	--------------	--------------

Componente	Indicadores	Valoración Cuantitativa	Valoración
Forma	1. Redacción	Esta redactado considerando los elementos necesarios.	4
	2. Claridad	Esta formulado con un lenguaje adecuado.	3
	3. Objetividad	Esta expresa en conducta observable.	4
Contenido	4. Actualidad	Es adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.	4
	5. Suficiencia	Evalúa las dimensiones de las variables en cantidad y calidad.	3
	6. Intencionalidad	Es adecuado para alcanzar los objetivos de estudio.	3
Estructura	7. Organización	Existe una organización lógica	4
	8. Consistencia	Se basa en aspectos teóricos científicos de la investigación educativa.	4
	9. Coherencia	Existe coherencia entre las variables, dimensiones e indicadores.	4
	10. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.	4
TOTAL			

VI. **OPINION DE APLICABILIDAD:**

VII. **LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO:**
 Procede su aplicación (X) Debe Corregirse ()

Abancay, 17 de mayo del 2023.



Firma y Sello del experto
 DNI: 47320319



Tabla 67 — Ficha de validación de un ingeniero civil especialista en gestión pública

VALIDACION DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES
 Título de Tesis de investigación:
 "Evaluación del Impacto del Flujo vehicular en la transitabilidad de las carreteras vecinales utilizando la metodología URCI y ensayos de campo en el distrito de Abancay - Apurímac 2023".

II. FICHA DE RECOLECCIÓN:
 De DATOS URCI

III. INVESTIGADORES:
 Bach. Constantino Saavedra Merino
 Bach. Keitty Milagros Córdova Robles.

IV. DATOS DEL EXPERTO
 Nombres y Apellidos: TEÓFILO GÓMEZ NOBLEGO
 Especialidad: ING. EN GESTIÓN PÚBLICA
 Cargo e Institución donde Labora: ESPECIALISTA EN INVERSIÓN CREP

V. ASPECTOS DE VALIDACION
 Marque con un aspa (x) dentro del cuadro de valoración, solo una vez por cada criterio, el que usted considere su opinión sobre el cuestionario

1. Deficiente	2. Regular	3. Buena	4. Muy buena	5. Excelente
---------------	------------	----------	--------------	--------------

Componente	Indicadores	Valoración Cuantitativa	Valoración
Forma	1. Redacción	Esta redactado considerando los elementos necesarios.	x
	2. Claridad	Esta formulado con un lenguaje adecuado.	x
	3. Objetividad	Esta expresa en conducta observable.	x
Contenido	4. Actualidad	Es adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.	x
	5. Suficiencia	Evalúa las dimensiones de las variables en cantidad y calidad.	x
	6. Intencionalidad	Es adecuado para alcanzar los objetivos de estudio.	x
Estructura	7. Organización	Existe una organización lógica	x
	8. Consistencia	Se basa en aspectos teóricos científicos de la investigación educativa.	x
	9. Coherencia	Existe coherencia entre las variables, dimensiones e indicadores.	x
	10. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.	x
TOTAL			

VI. OPINION DE APLICABILIDAD:
Se procede con la investigación

VII. LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO:
 Procede su aplicación Debe Corregirse ()

Abancay, 17 de mayo del 2023.



Firma y Sello del experto
 DNI: ...31.009.5.6.6...



Tabla 68 — Ficha de validación de un ingeniero civil especialista en recursos hídricos

VALIDACION DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES:
 Título de Tesis de investigación:
 "Evaluación del impacto del flujo vehicular en la transitabilidad de las carreteras vecinales utilizando la metodología URCI y ensayos de campo en el distrito de Abancay - Apurímac 2023".

II. FICHA DE RECOLECCIÓN:
 De datos vecl

III. INVESTIGADORES:
 Bach. Constantino Saavedra Merino
 Bach. Keitty Milagros Córdova Robles.

IV. DATOS DEL EXPERTO
 Nombres y Apellidos: Danny Daniel Saavedra Qui
 Especialidad: Magister en Ciencias de la Ingeniería, mención en Recursos y medio ambiente hídrico
 Cargo e Institución donde Labora: Especialista en Hidrología / SENATI

V. ASPECTOS DE VALIDACION
 Marque con un aspa (x) dentro del cuadro de valoración, solo una vez por cada criterio, el que usted considere su opinión sobre el cuestionario

1. Deficiente	2. Regular	3. Buena	4. Muy buena	5. Excelente
---------------	------------	----------	--------------	--------------

Componente	Indicadores	Valoración Cuantitativa	Valoración
Forma	1. Redacción	Esta redactado considerando los elementos necesarios.	5
	2. Claridad	Esta formulado con un lenguaje adecuado.	5
	3. Objetividad	Esta expresa en conducta observable.	5
Contenido	4. Actualidad	Es adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.	5
	5. Suficiencia	Evalúa las dimensiones de las variables en cantidad y calidad.	5
	6. Intencionalidad	Es adecuado para alcanzar los objetivos de estudio.	5
Estructura	7. Organización	Existe una organización lógica	5
	8. Consistencia	Se basa en aspectos teóricos científicos de la investigación educativa.	5
	9. Coherencia	Existe coherencia entre las variables, dimensiones e indicadores.	5
	10. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.	5
TOTAL			50

VI. OPINION DE APLICABILIDAD:
 El instrumento utilizado para la tesis de investigación cumple con los requisitos de aplicabilidad

VII. LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO:
 Procede su aplicación (X) Debe Corregirse ()

Abancay, 17 de mayo del 2023.



Danny Daniel Saavedra Qui
 ING. CIVIL
 CIP: 208621

Firma y Sello del experto
 DNI: 72846831

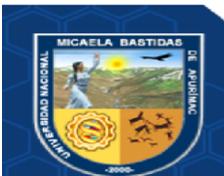


Tabla 69 — Resumen de juicio de expertos

Nombres y Apellidos	Categoría	Especialidad	Índice de validación
Lucy Marizol Guanuchi Orellana	Ph. D	Mención Ingeniería Civil	4
Saul Moreano Carrasco	Magister	Metodólogo	5
Wilson J. Mollocondo Flores	Doctor	Estadístico	4
Washington Gualberto, Palomino Canaval	Magister	Mención Ingeniería Civil	4
Danny Daniel Saavedra Ore	Magister	Ciencias de la ingeniería, mención en recursos y medio ambiente hídrico.	5
Rómulo Gómez Noblega	Magister	Gestión Pública	4
<p>NOTA</p> <p>En la tabla se muestra el juicio de los expertos para la validación del instrumento de medición de índice de condición de carreteras no pavimentadas (URCI).</p>			

$$\text{Índice total de juicio de expertos} = \frac{4 + 5 + 4 + 4 + 5 + 4}{6}$$

$$\text{Índice total de juicio de expertos} = 4.33$$

Los índices de validación son (1: Deficiente, 2: Regular, 3: Buena, 4: Muy buena, 5: Excelente), se evidencia que el índice total de juicio de expertos es de **4.33** siendo esta mayor a 4 y menor a 5, con una clasificación de **muy buena**.

Prueba de confiabilidad

Para el cálculo Alfa de Cronbach, se determinará el “ α ”, que se calcula con la siguiente formula.

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$



Donde:

S_i^2 = Varianza de los datos de cada indicador o reactivo

S_t^2 = Varianza de los totales (sumatoria de datos)

k = Número de indicadores, reactivos o preguntas

También se puede realizar el procedimiento por el Software SPSS, Los valores de “ α ” pueden variar de 0 a 1 y tienen las siguientes interpretaciones según los niveles alcanzados.

Tabla 70 — Interpretación del valor del α de Alfa de Cronbach

Valor de “ α ”	Interpretación
$\alpha > 0.90$	Excelente
$0.80 < \alpha \leq 0.90$	Bueno
$0.70 < \alpha \leq 0.80$	Aceptable
$0.60 < \alpha \leq 0.70$	Cuestionable
$0.50 < \alpha \leq 0.60$	Pobre
$\alpha \leq 0.50$	Inaceptable
NOTA En tabla podemos ver los intervalos de valores que puede tomar alfa y su respectiva interpretación, esta tabla nos ayudara a interpretar los resultados de confiabilidad. FUENTE: Arias y Cangalaya 2023, p. 298	

Realizado el procedimiento por el Software SPSS el cálculo de la confiabilidad, tenemos el siguiente cuadro:

Tabla 71 — Interpretación del valor del α de Alfa de Cronbach

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,964	10

Interpretación: siendo el valor obtenido en el Software SPSS de $\alpha=0.964$, siendo este $\alpha > 0.90$ concluimos que la confiabilidad es **excelente**.

ANEXO D. Fotografías, certificados de calibración y resultados de laboratorio



Figura 70 — Excavación de calicatas de la vía 1 para sacar muestras



Figura 71 — Verificación de muestras obtenidas de las calicatas realizadas en las 3 vías



Figura 72 — Resultados del analisis granulometrico de las 5 muestras de la vía 3



Figura 73 — Resultados del ensayo de proctor modificado de la vía 1



Figura 74 — Resultados del ensayo de proctor modificado de todas las vía



Figura 75 — Colocacion de la camara de seguridad en la vía 1



Figura 76 — Colocacion de la camara de seguridad en la vía 2



Figura 77 — Gráfico de contenido de humedad de la vía 3

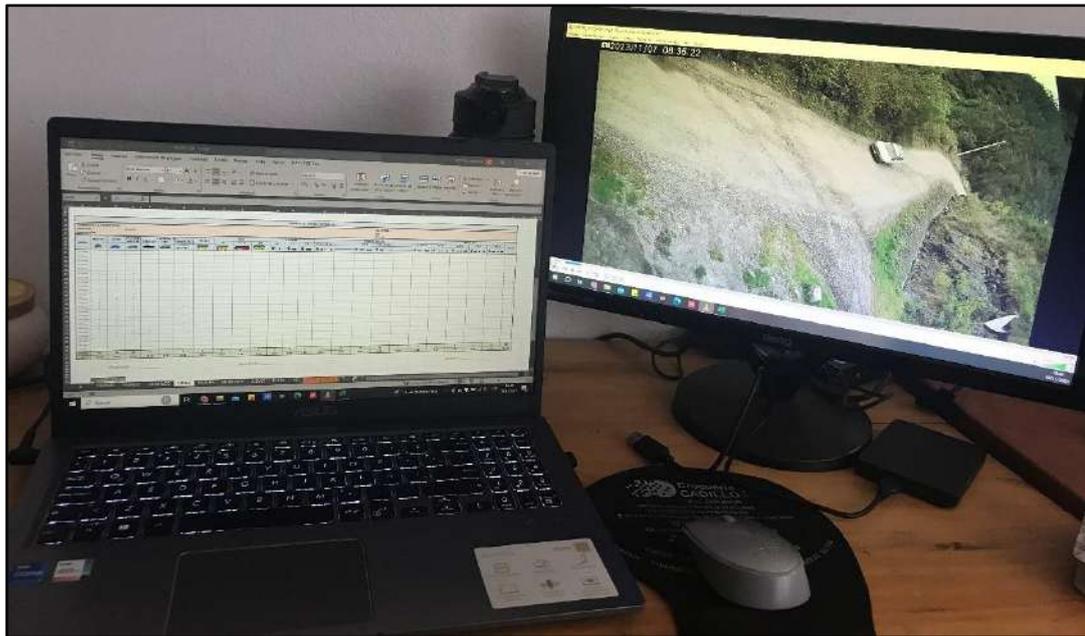


Figura 78 — Procesando y analizando los datos para el determinar el flujo vehicular de las tres vías



Figura 79 — Toma de datos de la vía 1 para evaluarlas con la metodología URCI.



Figura 80 — Medicion de fallas de ahurllamientos para el analisis con la metodologia URCI



Figura 81 — Medicion de fallas de drenaje lateral inadecuado para el analisis con la metodologia URCI



Figura 82 — Medicion de fallas de baches para el analisis con la metodologia URCI



Figura 83 — Medicion de fallas de agregado suelto para el analisis con la metodologia URCI

Tabla 72 — Certificados de calibracion de equipos

VALIDACION DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES
 Título de Tesis de Investigación:
 "Evaluación del impacto del flujo vehicular en la transitabilidad de las carreteras vecinales utilizando la metodología URCI y ensayos de campo en el distrito de Abancay - Apurímac 2023".

II. FICHA DE RECOLECCIÓN:
 De datos URCI

III. INVESTIGADORES:
 Bach. Constantino Saavedra Merino
 Bach. Keitty Milagros Córdova Robles,

IV. DATOS DEL EXPERTO
 Nombres y Apellidos: Danny Daniel Saavedra Cis
 Especialidad: Magister en Ciencias de la Ingeniería, mención en recursos y medio ambiente hidrico
 Cargo e Institución donde Labora: Especialista en Hidrología / SCAVATI

V. ASPECTOS DE VALIDACION
 Marque con un aspa (x) dentro del cuadro de valoración, sólo una vez por cada criterio, el que usted considere su opinión sobre el cuestionario

1. Deficiente	2. Regular	3. Buena	4. Muy buena	5. Excelente
---------------	------------	----------	--------------	--------------

Componente	Indicadores	Valoración Cuantitativa	Valoración
Forma	1. Redacción	Esta redactado considerando los elementos necesarios.	5
	2. Claridad	Esta formulado con un lenguaje adecuado.	5
	3. Objetividad	Esta expresa en conducta observable.	5
Contenido	4. Actualidad	Es adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.	5
	5. Suficiencia	Evalúa las dimensiones de las variables en cantidad y calidad.	5
	6. Intencionalidad	Es adecuado para alcanzar los objetivos de estudio.	5
Estructura	7. Organización	Existe una organización lógica	5
	8. Consistencia	Se basa en aspectos teóricos científicos de la investigación educativa.	5
	9. Coherencia	Existe coherencia entre las variables, dimensiones e indicadores.	5
	10. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.	5
TOTAL			50

VI. OPINION DE APLICABILIDAD:
 El instrumento utilizado para la tesis de investigación cumple con los requisitos de aplicabilidad.

VII. LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO:
 Procede su aplicación (X) Debe Corregirse ()

Abancay, 17 de mayo del 2023.



Firma y Sello del experto
 DNI: 72846831





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LBS-467-2024

Página 1 de 3

Fecha de emisión	2024/04/16
Solicitante	ECK - INGENIEROS E.I.R.L.
Dirección	JR. LOS LIRIOS NRO. 3N URB. PATIBAMBA BAJA APURIMAC - ABANCAI - ABANCAI
Instrumento de medición	PRENSA CBR
Identificación	NO INDICA
Marca Prensa	ARSOU
Modelo	PR401
Serie	CBR-01
Celda de Carga	ANYLOAD
Modelo	NO INDICA
Capacidad	5000 kgf
Indicador	DIGITAL
Modelo	DD-KC1
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración	LABORATORIO DE ARSOU GROUP S.A.C.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



Método/Procedimiento de calibración

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines". Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C. Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Ativalo Carnicé
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LBS-468-2024

Fecha de emisión	2024/04/16
Solicitante	ECK - INGENIEROS E.I.R.L.
Dirección	JR. LOS LIRIOS NRO. 3N URB. PATIBAMBA BAJA APURIMAC - ABANCAI - ABANCAI
Instrumento de medición	CONO PARA DENSIDAD DE CAMPO
Identificación	NO INDICA
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Serie	1481
Estructura	BRONCE
Ilusión	PLASTICO
Marca	NO INDICA
Base	ALUMINIO
Procedencia	PERÚ
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración	LABORATORIO DE ARSOU GROUP S.A.C.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



Método/Procedimiento de calibración

La calibración de efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 Sta. Ed., "Procedimiento de Calibración de Pico de Rey", del SNM-INDECOP y la Norma del MTC.117 - Ensayo para determinar la densidad de los suelos en el campo por el método de cono de arena.



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La Virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LBS-468-2024

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI AUTOMATION EIRL	Plie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 16 °C	Final: 17 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 71 %hr

Resultados

IMAGEN N° 01

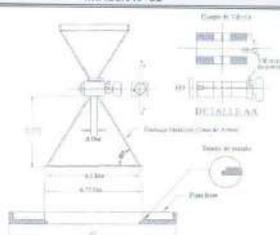


TABLA N° 01
VERIFICACIÓN

	Dato Prom.	Dato Normado	Resultado
	(mm)	(mm)	
Altura de Caída de Arena	137.6	136.5	OK
Diametro de Base	164.9	165.1	OK
Agujero de Válvula	12.8	12.7	OK
Base Cuadrada	300	300	OK

Observaciones

- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arayala Castro
METROLOGÍA



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyena, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LD-043-2024

Página 1 de 3

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión: 2024/04/16
Solicitante: ECX - INGENIEROS E.I.R.L.
Dirección: JR. LOS LIRIOS NRO. SN URB. PATIBAMBA BAJA APURIMAC - ABANCAI - ABANCAI

Instrumento de medición: BALANZA

Identificación: NO INDICA

Intervalo de indicación: 30000 g

División de escala: 1 g

Resolución: 1 g

División de verificación (e): 1 g

Tipo de indicación: Digital

Marca / Fabricante: OHAUS

Modelo: RZ1P30

N° de serie: 8390110628

Procedencia: ESTADOS UNIDOS

Ubicación: LABORATORIO DE SUELOS

Lugar de calibración: LABORATORIO DE ARSOU GROUP S.A.C.

Método/Procedimiento de calibración

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrología Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arayala Castro
METROLOGÍA



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyena, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LD-043-2024

Página 2 de 3

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	1226-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1g a 1kg	1227-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 5kg	1228-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 10 kg	1229-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 20kg	1230-MPES-C-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 17 °C Final: 17 °C
 Humedad Relativa Inicial: 71 %hr Final: 71 %hr

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15000 g			Carga L1= 30000 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	14997	0.07	-0.12	3000	0.05	-0.1
2	14998	0.07	-0.15	29999	0.04	-0.12
3	14997	0.04	-0.12	30000	0.05	-0.13
4	14998	0.07	-0.11	30000	0.04	-0.1
5	14998	0.06	-0.11	30000	0.03	-0.11
6	14997	0.07	-0.11	29999	0.05	-0.11
7	14998	0.06	-0.11	30000	0.04	-0.11
8	14999	0.06	-0.12	29999	0.05	-0.1
9	14999	0.09	-0.12	29999	0.04	-0.11
10	15001	0.08	-0.1	30000	0.05	-0.11

Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)	Error Máximo Permitido (g)
15001	0	1
30000	0	5



Luis Arévalo Carnier
 LUIS ARÉVALO CARNIER
 METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
 Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
 Telf: +51 301-2680 / Cel: +51 928 196 793 / Gbt: +51 925 151 437
 ventas@arsougroup.com
 www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMA-728-2024

Página 3 de 3

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación de E ₀				
	Carga Min ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔI (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔI (g)	E (g)	E _c (g)
1	1	1	0.04	-0.06	500	500	0.07	-0.02	0.07
2		1	0.05	-0.01		500	0.07	-0.02	0
3		1	0.03	0		500	0.05	-0.01	-0.03
4		1	0.02	0.01		500	0.07	0.04	0.05
5		1	0.07	-0.02		499	0.07	0.19	0.21

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽¹⁾ (±g)
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)	E _c (g)	
1	1	1	-0.02						1
5	10	10	0.01	0.01	10	0.04	0.01	0.03	1
10	50	50	-0.01	0.01	50	0.04	-0.03	-0.05	1
50	100	100	0.00	0	100	0.02	-0.07	-0.05	1
100	200	200	0.00	0	200	0.06	-0.04	0.01	1
500	500	500	0.01	0.01	500	0.06	-0.01	0.00	1
1000	1000	1000	-0.02	0.02	1000	0.05	0.00	0.02	1
5000	5000	4999	-0.05	0.03	4999	0.06	-0.18	-0.02	1
10000	10000	9999	0.01	0.01	4999	0.15	0.21	0.11	5
15000	15000	14998	0.09	0.03	14999	0.05	-0.12	-0.01	5
30000	30000	30000	0.15	0.18	30000	0.05	-0.18	-0.15	5

Incertidumbre de la medición: 1 g

Legenda

I: Indicación de la balanza ΔI: Carga Incrementada E: Error encontrado
 E₀: Error en cero E_c: Error corregido EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición $U_{95} = 2 \cdot \sqrt{0.43325 \text{ g}^2 + 0.000000010841 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida $R_{corregida} = R + 0.928558532 \cdot R$

R: Indicación de lectura de balanza (g)

Observaciones

- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Peruana NMP 003:2009
- La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.
 Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
 Telf: +51 301-2680 / Cel: +51 928 196 793 / Gbt: +51 925 151 437
 ventas@arsougroup.com
 www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Luis Arévalo Carnier
 LUIS ARÉVALO CARNIER
 METROLOGÍA





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LBS-467-2024

Página 1 de 2

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión: 2024/04/16
 Solicitante: ECX - INGENIEROS E.I.R.L.
 Dirección: JR. LOS LIRIOS NRO. SN URB. PATIBAMBA BAJA APURIMAC - ABANCAY - ABANCAY
 Instrumento de medición: CONO Y PISÓN DE ABSORCIÓN
 Identificación: NO INDICA
 Marca: ARSOU
 Modelo: NO INDICA
 Serie: 1502
 Estructura: ACERO
 Procedencia: PERÚ
 Ubicación: LABORATORIO DE SUELOS
 Lugar de calibración: LABORATORIO DE ARSOU GROUP S.A.C.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

Método/Procedimiento de calibración

La calibración de efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta. Ed., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del SNM-INDECOP y la Norma del MTC 205.

ARSOU GROUP S.A.C.
 Ing. Hugo Luis Arevalo Carrico
 Metrología



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
 ventas@arsougroup.com
 www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LBS-467-2024

Página 2 de 2

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
Patrones de referencia de INACAL	Balanza Ohaus de 30 kg x 1 g	144-LM-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 17 °C Final: 17 °C
 Humedad Relativa Inicial: 71 %hr Final: 70 %hr

Resultados

TABLA N° 01
MOLDE CÓNICO

Dato Prom. (mm)	Tolerancia	Resultado
Espesor	> 0.8	OK
∅ Interior Base Menor	40 +/- 3	OK
∅ Interior Base Mayor	90 +/- 3	OK
Altura	75 +/- 3	OK

TABLA N° 01
PISÓN

Dato Prom. (mm)	Tolerancia	Resultado
Peso (g.)	340 +/- 15	OK
Superfi. Circ. Plana (mm)	25 +/- 3	OK

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al Instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.
 Ing. Hugo Luis Arevalo Carrico
 Metrología

ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
 ventas@arsougroup.com
 www.arsougroup.com



Tabla 73 — Resultado de los ensayos de laboratorios (Granulometría)

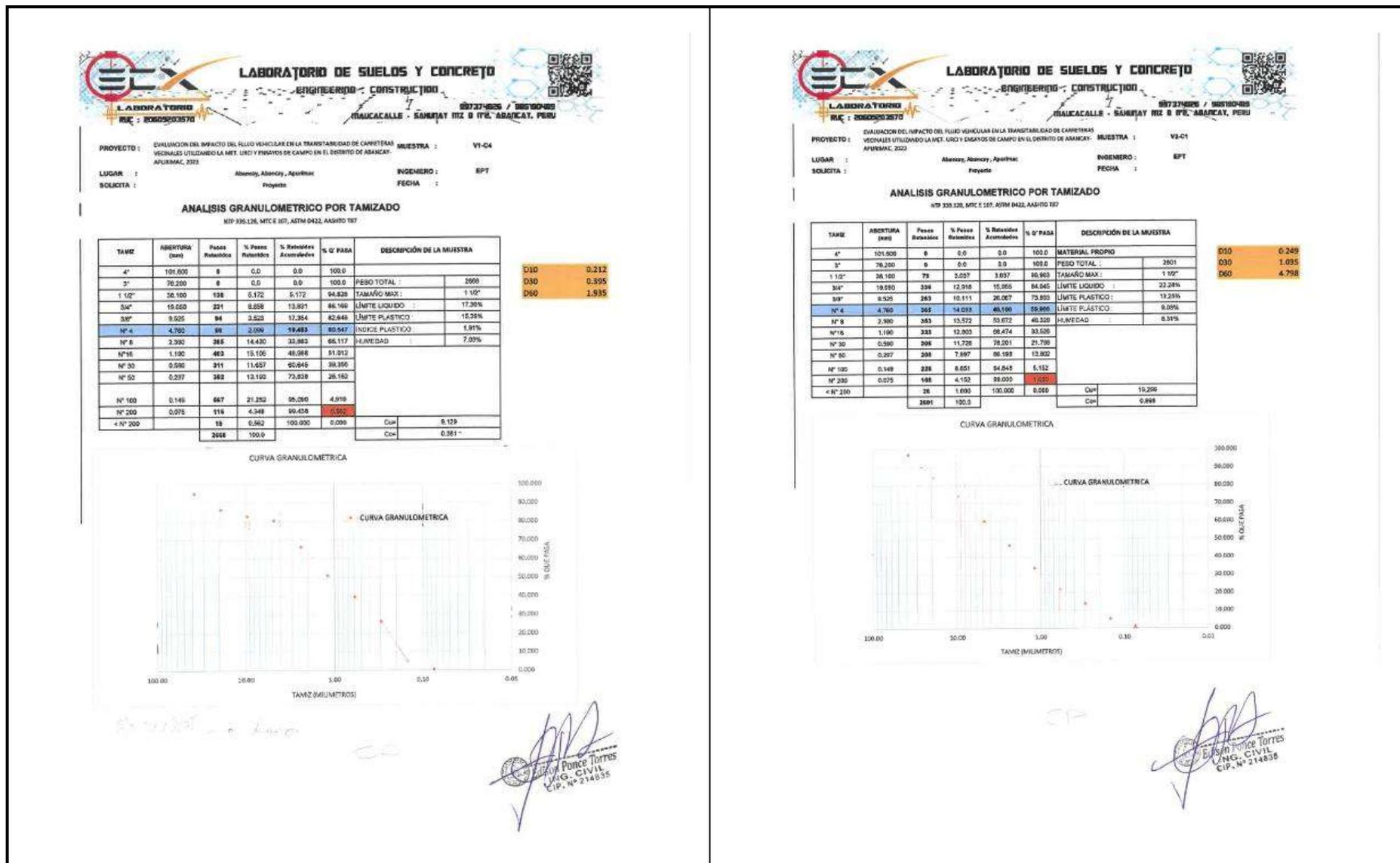


Tabla 74 — Resultado de los ensayos de laboratorios (Contenido de humedad del suelo)

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO		INGENIEROS - CONSTRUCTORES			
RUC: 2060205570		RUC: 2060205570			
<p>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO INGENIEROS - CONSTRUCTORES RUC: 2060205570 SANTO DOMINGO DE LOS ANDES - SUCRE SANTO DOMINGO DE LOS ANDES - SUCRE</p>					
OBRA:	EVALUACION DEL IMPACTO DEL ESTADO VIBRATORIO EN LA TRANSFORMACION DE CARACTERISTICAS MECANICAS DEL SUELO EN EL DISEÑO DE OBRAS DE SUELO EN EL DISTRITO DE SUCRE	PROYECTO / SERVIDOR:	VI-C1		
LUGAR:	Alameda, Alameda, Apurimac	PROYECTO:	EPT		
SOLICITA:	Proyecto	FECHA:			
DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO					
CONTENIDO DE HUMEDAD		LIMITE LIQUIDO		PROMEDIO	
1	Tara N°	T1	T2		T3
2	Peso de la tara + Peso del suelo húmedo (gr)	62.05	65.93		68.1
3	Peso de la tara + Peso del suelo seco (gr)	60.89	63.06		65.93
4	Peso del agua contenida (gr) (2) - (3)	2.56	2.87		2.61
5	Peso de la tara (gr)	21.25	21.25		21.25
6	Peso del suelo seco (gr) (3) - (5)	39.64	41.81		44.68
7	Contenido de humedad (%) (4) / (6)	6.70%	6.85%		6.80%
<p>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO INGENIEROS - CONSTRUCTORES RUC: 2060205570 SANTO DOMINGO DE LOS ANDES - SUCRE SANTO DOMINGO DE LOS ANDES - SUCRE</p>					
OBRA:	EVALUACION DEL IMPACTO DEL ESTADO VIBRATORIO EN LA TRANSFORMACION DE CARACTERISTICAS MECANICAS DEL SUELO EN EL DISEÑO DE OBRAS DE SUELO EN EL DISTRITO DE SUCRE	PROYECTO / SERVIDOR:	VI-C2		
LUGAR:	Alameda, Alameda, Apurimac	PROYECTO:	EPT		
SOLICITA:	Proyecto	FECHA:			
DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO					
CONTENIDO DE HUMEDAD		LIMITE LIQUIDO		PROMEDIO	
1	Tara N°	T1	T2		T3
2	Peso de la tara + Peso del suelo húmedo (gr)	70.01	71.14		72.49
3	Peso de la tara + Peso del suelo seco (gr)	67.7	68.5		69.9
4	Peso del agua contenida (gr) (2) - (3)	2.71	2.64		2.69
5	Peso de la tara (gr)	25.34	25.28		25.34
6	Peso del suelo seco (gr) (3) - (5)	42.36	43.22		44.56
7	Contenido de humedad (%) (4) / (6)	6.40%	6.20%		6.20%
<p>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO INGENIEROS - CONSTRUCTORES RUC: 2060205570 SANTO DOMINGO DE LOS ANDES - SUCRE SANTO DOMINGO DE LOS ANDES - SUCRE</p>					
OBRA:	EVALUACION DEL IMPACTO DEL ESTADO VIBRATORIO EN LA TRANSFORMACION DE CARACTERISTICAS MECANICAS DEL SUELO EN EL DISEÑO DE OBRAS DE SUELO EN EL DISTRITO DE SUCRE	PROYECTO / SERVIDOR:	VI-C3		
LUGAR:	Alameda, Alameda, Apurimac	PROYECTO:	EPT		
SOLICITA:	Proyecto	FECHA:			
DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO					
CONTENIDO DE HUMEDAD		LIMITE LIQUIDO		PROMEDIO	
1	Tara N°	T1	T2		T3
2	Peso de la tara + Peso del suelo húmedo (gr)	65.91	65.17		65.66
3	Peso de la tara + Peso del suelo seco (gr)	61.3	60.5		60.5
4	Peso del agua contenida (gr) (2) - (3)	2.81	2.67		2.65
5	Peso de la tara (gr)	24.08	24.02		24.02
6	Peso del suelo seco (gr) (3) - (5)	37.22	36.48		36.48
7	Contenido de humedad (%) (4) / (6)	7.58%	6.80%		6.98%



Tabla 75 — Resultado de los ensayos de laboratorios (Límite líquido y plástico)

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO

Ensayo N°	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	1	2	3	1	2
# de Tara	T1	T2	T3	TP1	TP2
Peso de Tara	20,8	22,8	21,5	21,7	15,9
Peso de Tara + M. Húmeda	52,1	58	55,7	23,6	19,1
Peso de Tara + M. Seca	47,9	53,4	50,5	23,4	18,8
Peso del Agua	4,2	4,6	5,2	0,2	0,3
Peso de M. Seca	27,1	30,6	29	1,7	2,9
Contenido de Humedad	15,5	15,0	17,9	11,76	10,34
# de Golpes	31	24	12		
RESULTADO	15,86			11,05	

LIMITE LIQUIDO

LL	15,86
LP	11,05
IP	4,81

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO

Ensayo N°	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	1	2	3	1	2
# de Tara	T1	T2	T3	TP1	TP2
Peso de Tara	34,3	33,4	33,6	21,5	18,6
Peso de Tara + M. Húmeda	60,4	60,8	55,9	23,1	21,1
Peso de Tara + M. Seca	56,7	56,7	52,4	22,9	20,8
Peso del Agua	3,7	4,1	3,5	0,2	0,3
Peso de M. Seca	22,4	23,3	18,8	1,4	2,2
Contenido de Humedad	16,5	17,6	18,6	14,29	13,64
# de Golpes	55	21	10		
RESULTADO	17,89			13,96	

LIMITE LIQUIDO

LL	17,89
LP	13,96
IP	3,93



Tabla 76 — Resultado de los ensayos de laboratorios (Contenido de humedad)



ENGINEERING AND CONSTRUCTION
RUC: 20202805570

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
ENGINEERING - CONSTRUCTION
BOYBAYAN / BOYBAYAN
BOYBAYAN - SÁNCHEZ DE B. PUC. ABANCAY, PERÚ
RUC: 2000002070

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

EVALUACION DEL IMPACTO DEL FLUJO VEHICULAR EN LA TRANSITABILIDAD DE CARRETERAS VECINALES UTILIZANDO LA MET. URCI Y ENSAYOS DE CAMPO EN EL DISTRITO DE ABANCAY-APURIMAC, 2023

PROYECTO : DISTRITO ABANCAY, PROVINCIA ABANCAY -

UBICACIÓN : APURIMAC

SOLICITA : PROYECTO

CALICATA : V1-C1

FECHA :

N° de Capas: 5	Volumen Molde: 945,45
N° de golpes por capas: 25	Método: B

Muestra	I	II	IV	V
Capas	2	4	6	8
Wcomp	35,300	34,500	33,400	34,500
Wcapresh	60,900	64,900	66,600	75,200
Wcapress	60,000	63,400	66,200	71,900
Wsa	24,700	28,900	32,600	37,400
Ww	0,900	1,500	2,400	3,300
%CH	3,844	5,190	7,317	8,824
%CH	3,84	5,19	7,32	8,82
Wmolde	4152	4152	4152	4152
Wsh-molde	6094	6225	6255	6173
Wsh	1942	2073	2103	2021
Densidad Humeda	2,054	2,183	2,224	2,138
Densidad Seca	1,982	2,084	2,073	1,964

Densidad Seca Maxima(gr/cm3): 2,089
Contenido Óptimo de Agua(%): 5,57

GRAFICO COMPACTACION V1-C1





ENGINEERING AND CONSTRUCTION
RUC: 20202805570

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
ENGINEERING - CONSTRUCTION
BOYBAYAN / BOYBAYAN
BOYBAYAN - SÁNCHEZ DE B. PUC. ABANCAY, PERÚ
RUC: 2000002070

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

EVALUACION DEL IMPACTO DEL FLUJO VEHICULAR EN LA TRANSITABILIDAD DE CARRETERAS VECINALES UTILIZANDO LA MET. URCI Y ENSAYOS DE CAMPO EN EL DISTRITO DE ABANCAY-APURIMAC, 2023

PROYECTO : DISTRITO ABANCAY, PROVINCIA ABANCAY -

UBICACIÓN : APURIMAC

SOLICITA : PROYECTO

CALICATA : V1-C2

FECHA :

N° de Capas: 5	Volumen Molde: 945
N° de golpes por capas: 25	Método: A

Muestra	I	II	III	IV
Capas	2	4	6	8
Wcomp	32,500	33,600	35,000	35,400
Wcapresh	66,200	63,800	62,400	67,200
Wcapress	68,300	62,800	61,000	65,000
Wsa	35,900	29,200	26,000	29,600
Ww	0,900	1,000	1,400	2,200
%CH	2,514	3,425	5,385	7,432
%CH	2,51	3,42	5,38	7,43
Wmolde	4152	4152	4152	4152
Wsh-molde	5756	5833	5962	5942
Wsh	1604	1681	1810	1790
Densidad Humeda	1,697	1,779	1,915	1,894
Densidad Seca	1,656	1,720	1,817	1,763

Densidad Seca Maxima(gr/cm3): 1,819
Contenido Óptimo de Agua(%): 5,60

GRAFICO COMPACTACION V1-C2

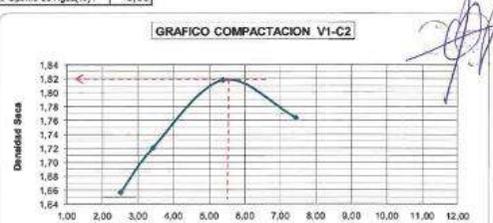
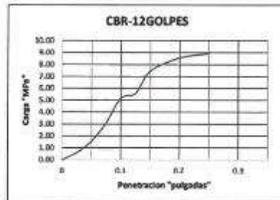
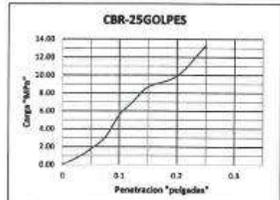
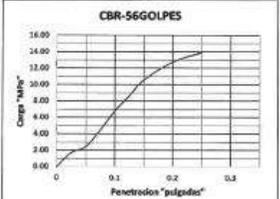
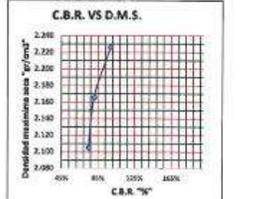




Tabla 77 — Resultado de los ensayos de laboratorios (CBR)

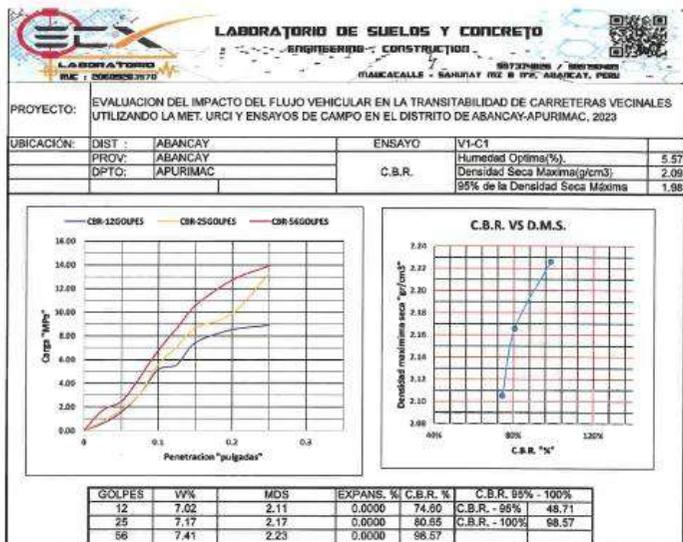
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO ENGINEERING - CONSTRUCTION MAICACALLE - SANJAY MZ B PT2, ABANCAY, PERU 057374926 / 005780489 RUC : 20609202670																																																																																																															
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)																																																																																																															
ASTM 1833 - 73																																																																																																															
PROYECTO: EVALUACION DEL IMPACTO DEL FLUJO VEHICULAR EN LA TRANSITABILIDAD DE CARRETERAS VECINALES UTILIZANDO LA MET. URCI Y ENSAYOS DE CAMPO EN EL DISTRITO DE ABANCAY-APURIMAC, 2023																																																																																																															
UBICACION: DIST: ABANCAY PROV: ABANCAY DPTO: APURIMAC																																																																																																															
PROGRESIVA: V1-C1																																																																																																															
Humedad Optima(%): 5.57 Densidad Seca Maxima(g/cm ³): 2.089 95% de la Densidad Seca Máxima: 1.88																																																																																																															
DIMENSIONES DE MOLDE: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Diametro</th> <th>Altura</th> <th>Area</th> <th>Diametro</th> <th>Altura</th> <th>Area</th> <th>Diametro</th> <th>Altura</th> <th>Area</th> </tr> <tr> <td>15.20</td> <td>11.85</td> <td>181.46</td> <td>15.20</td> <td>11.75</td> <td>181.46</td> <td>15.30</td> <td>11.73</td> <td>183.85</td> </tr> </table>												Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	15.20	11.85	181.46	15.20	11.75	181.46	15.30	11.73	183.85																																																																																		
Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area																																																																																																							
15.20	11.85	181.46	15.20	11.75	181.46	15.30	11.73	183.85																																																																																																							
N° DE GOLPES POR CAPA: 12 (15.20), 25 (15.20), 56 (15.30)																																																																																																															
CONDICIONES DE LA MUESTRA: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th></th> <th>SIN MOJAR</th> <th>SATURADA</th> <th>SIN MOJAR</th> <th>SATURADA</th> <th>SIN MOJAR</th> <th>SATURADA</th> </tr> <tr> <td>Peso del molde(gr.)</td> <td>7910</td> <td>7910</td> <td>7873</td> <td>7873</td> <td>7919</td> <td>7919</td> </tr> <tr> <td>Volumen de la Muestra(cc)</td> <td>2150.65</td> <td>2150.65</td> <td>2132.14</td> <td>2132.14</td> <td>2156.61</td> <td>2156.61</td> </tr> <tr> <td>Muestra Humeda + Molde(gr.)</td> <td>12765</td> <td>12635</td> <td>12621</td> <td>12688</td> <td>13075</td> <td>13088</td> </tr> <tr> <td>Muestra Humeda(gr.)</td> <td>4845</td> <td>4725</td> <td>4948</td> <td>5015</td> <td>5156</td> <td>5173</td> </tr> <tr> <td>Densidad Humeda(g/cm³)</td> <td>2.25</td> <td>2.20</td> <td>2.32</td> <td>2.35</td> <td>2.39</td> <td>2.40</td> </tr> </table>													SIN MOJAR	SATURADA	SIN MOJAR	SATURADA	SIN MOJAR	SATURADA	Peso del molde(gr.)	7910	7910	7873	7873	7919	7919	Volumen de la Muestra(cc)	2150.65	2150.65	2132.14	2132.14	2156.61	2156.61	Muestra Humeda + Molde(gr.)	12765	12635	12621	12688	13075	13088	Muestra Humeda(gr.)	4845	4725	4948	5015	5156	5173	Densidad Humeda(g/cm ³)	2.25	2.20	2.32	2.35	2.39	2.40																																																										
	SIN MOJAR	SATURADA	SIN MOJAR	SATURADA	SIN MOJAR	SATURADA																																																																																																									
Peso del molde(gr.)	7910	7910	7873	7873	7919	7919																																																																																																									
Volumen de la Muestra(cc)	2150.65	2150.65	2132.14	2132.14	2156.61	2156.61																																																																																																									
Muestra Humeda + Molde(gr.)	12765	12635	12621	12688	13075	13088																																																																																																									
Muestra Humeda(gr.)	4845	4725	4948	5015	5156	5173																																																																																																									
Densidad Humeda(g/cm ³)	2.25	2.20	2.32	2.35	2.39	2.40																																																																																																									
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th></th> <th>ABAJO</th> <th>ARRIBA</th> <th>ARRIBA</th> <th>ABAJO</th> <th>ARRIBA</th> <th>ARRIBA</th> <th>ABAJO</th> <th>ARRIBA</th> <th>ARRIBA</th> </tr> <tr> <td>Peso de la capsula(gr.)</td> <td>34.50</td> <td></td> <td></td> <td>32.90</td> <td></td> <td></td> <td>35.00</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Muestra Humeda + Capsula(gr.)</td> <td>71.10</td> <td></td> <td></td> <td>65.80</td> <td></td> <td></td> <td>64.00</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Muestra Seca + Capsula(gr.)</td> <td>68.70</td> <td></td> <td></td> <td>63.60</td> <td></td> <td></td> <td>62.00</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Muestra Seca(gr.)</td> <td>34.20</td> <td>0.00</td> <td></td> <td>30.70</td> <td>0.00</td> <td></td> <td>27.00</td> <td>0.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Agua(gr)</td> <td>2.40</td> <td>0.00</td> <td></td> <td>2.20</td> <td>0.00</td> <td></td> <td>2.00</td> <td>0.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad(%)</td> <td>7.02</td> <td></td> <td></td> <td>7.17</td> <td></td> <td></td> <td>7.41</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Promedio de Contenido de Humedad(%)</td> <td>7.02</td> <td></td> <td></td> <td>7.17</td> <td></td> <td></td> <td>7.41</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densidad Seca(g/cm³)</td> <td>2.105</td> <td></td> <td></td> <td>2.185</td> <td></td> <td></td> <td>2.226</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>% Compactación</td> <td>100.77</td> <td></td> <td></td> <td>103.66</td> <td></td> <td></td> <td>106.55</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	Peso de la capsula(gr.)	34.50			32.90			35.00			Muestra Humeda + Capsula(gr.)	71.10			65.80			64.00			Muestra Seca + Capsula(gr.)	68.70			63.60			62.00			Muestra Seca(gr.)	34.20	0.00		30.70	0.00		27.00	0.00		Contenido de Agua(gr)	2.40	0.00		2.20	0.00		2.00	0.00		Contenido de Humedad(%)	7.02			7.17			7.41			Promedio de Contenido de Humedad(%)	7.02			7.17			7.41			Densidad Seca(g/cm ³)	2.105			2.185			2.226			% Compactación	100.77			103.66			106.55		
	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA																																																																																																						
Peso de la capsula(gr.)	34.50			32.90			35.00																																																																																																								
Muestra Humeda + Capsula(gr.)	71.10			65.80			64.00																																																																																																								
Muestra Seca + Capsula(gr.)	68.70			63.60			62.00																																																																																																								
Muestra Seca(gr.)	34.20	0.00		30.70	0.00		27.00	0.00																																																																																																							
Contenido de Agua(gr)	2.40	0.00		2.20	0.00		2.00	0.00																																																																																																							
Contenido de Humedad(%)	7.02			7.17			7.41																																																																																																								
Promedio de Contenido de Humedad(%)	7.02			7.17			7.41																																																																																																								
Densidad Seca(g/cm ³)	2.105			2.185			2.226																																																																																																								
% Compactación	100.77			103.66			106.55																																																																																																								
MEDICION DE LA EXPANSION: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>DIA</th> <th>HORAS</th> <th>INTER VALO</th> <th>LECT. DEFOR.</th> <th>EXPANSION PULGS</th> <th>%</th> <th>LECT. DEFOR.</th> <th>EXPANSION PULGS</th> <th>%</th> <th>LECT. DEFOR.</th> <th>EXPANSION PULGS</th> <th>%</th> </tr> <tr> <td>1.00</td> <td>0</td> <td>0.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.00</td> <td>24</td> <td>1.00</td> <td></td> <td>0.0000</td> <td>0.0000</td> <td></td> <td>0.0000</td> <td>0.0000</td> <td></td> <td>0.0000</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>3.00</td> <td>48</td> <td>2.00</td> <td></td> <td>0.0000</td> <td>0.0000</td> <td></td> <td>0.0000</td> <td>0.0000</td> <td></td> <td>0.0000</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>4.00</td> <td>72</td> <td>3.00</td> <td></td> <td>0.0000</td> <td>0.0000</td> <td></td> <td>0.0000</td> <td>0.0000</td> <td></td> <td>0.0000</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>5.00</td> <td>96</td> <td>4.00</td> <td></td> <td>0.0000</td> <td>0.0000</td> <td></td> <td>0.0000</td> <td>0.0000</td> <td></td> <td>0.0000</td> <td>0.0000</td> </tr> </table>												DIA	HORAS	INTER VALO	LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS	%	LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS	%	LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS	%	1.00	0	0.00										2.00	24	1.00		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000	3.00	48	2.00		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000	4.00	72	3.00		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000	5.00	96	4.00		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000																												
DIA	HORAS	INTER VALO	LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS	%	LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS	%	LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS	%																																																																																																				
1.00	0	0.00																																																																																																													
2.00	24	1.00		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000																																																																																																				
3.00	48	2.00		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000																																																																																																				
4.00	72	3.00		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000																																																																																																				
5.00	96	4.00		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000																																																																																																				
PENETRACION "PULGADAS": <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th></th> <th>CARG. PATRO</th> <th>FACTOR CARGA</th> <th>CBR</th> <th>FACTOR CARGA</th> <th>CBR</th> <th>FACTOR CARGA</th> <th>CBR</th> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0.00</td> <td>0</td> <td>0.00</td> <td>0</td> <td>0.00</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0.025</td> <td>19</td> <td>0.59</td> <td>24.5</td> <td>0.75</td> <td>55</td> <td>1.70</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.050</td> <td>50.5</td> <td>1.56</td> <td>56.5</td> <td>1.75</td> <td>80</td> <td>2.47</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.075</td> <td>99</td> <td>3.06</td> <td>99</td> <td>3.06</td> <td>145</td> <td>4.48</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.100</td> <td>166.5</td> <td>5.15</td> <td>74.60</td> <td>5.56</td> <td>80.65</td> <td>220</td> <td>6.80</td> </tr> <tr> <td>0.125</td> <td>180</td> <td>5.56</td> <td>230</td> <td>7.11</td> <td>280</td> <td>8.66</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.150</td> <td>240</td> <td>7.42</td> <td>280</td> <td>8.96</td> <td>342</td> <td>10.57</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.200</td> <td>276</td> <td>8.53</td> <td>82.44</td> <td>9.59</td> <td>95.68</td> <td>412</td> <td>12.74</td> </tr> <tr> <td>0.250</td> <td>288</td> <td>8.90</td> <td>493</td> <td>13.29</td> <td>450</td> <td>13.91</td> <td></td> </tr> </table>													CARG. PATRO	FACTOR CARGA	CBR	FACTOR CARGA	CBR	FACTOR CARGA	CBR	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.025	19	0.59	24.5	0.75	55	1.70		0.050	50.5	1.56	56.5	1.75	80	2.47		0.075	99	3.06	99	3.06	145	4.48		0.100	166.5	5.15	74.60	5.56	80.65	220	6.80	0.125	180	5.56	230	7.11	280	8.66		0.150	240	7.42	280	8.96	342	10.57		0.200	276	8.53	82.44	9.59	95.68	412	12.74	0.250	288	8.90	493	13.29	450	13.91																					
	CARG. PATRO	FACTOR CARGA	CBR	FACTOR CARGA	CBR	FACTOR CARGA	CBR																																																																																																								
0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0																																																																																																								
0.025	19	0.59	24.5	0.75	55	1.70																																																																																																									
0.050	50.5	1.56	56.5	1.75	80	2.47																																																																																																									
0.075	99	3.06	99	3.06	145	4.48																																																																																																									
0.100	166.5	5.15	74.60	5.56	80.65	220	6.80																																																																																																								
0.125	180	5.56	230	7.11	280	8.66																																																																																																									
0.150	240	7.42	280	8.96	342	10.57																																																																																																									
0.200	276	8.53	82.44	9.59	95.68	412	12.74																																																																																																								
0.250	288	8.90	493	13.29	450	13.91																																																																																																									

[Handwritten signature]
 Ing. Polix Torres
 W.G. CIVIL
 CIP. No 214638

 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO ENGINEERING - CONSTRUCTION MAICACALLE - SANJAY MZ B PT2, ABANCAY, PERU 057374926 / 005780489 RUC : 20609202670																																			
PROYECTO: EVALUACION DEL IMPACTO DEL FLUJO VEHICULAR EN LA TRANSITABILIDAD DE CARRETERAS VECINALES UTILIZANDO LA MET. URCI Y ENSAYOS DE CAMPO EN EL DISTRITO DE ABANCAY-APURIMAC, 2023																																			
UBICACION: DIST: ABANCAY PROV: ABANCAY DPTO: APURIMAC																																			
ENSAYO: V1-C1																																			
Humedad Optima(%): 5.57 Densidad Seca Maxima(g/cm ³): 2.089 95% de la Densidad Seca Máxima: 1.88																																			
C.B.R.																																			
C.B.R. - 95%: 46.71 C.B.R. - 100%: 96.57																																			
C.B.R. - 12 GOLPES: 																																			
C.B.R. - 25 GOLPES: 																																			
C.B.R. - 56 GOLPES: 																																			
C.B.R. VS D.M.S.: 																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>GOLPES</th> <th>W%</th> <th>MDS</th> <th>EXPANS. %</th> <th>C.B.R. %</th> <th>C.B.R. 95% - 100%</th> </tr> <tr> <td>12</td> <td>7.02</td> <td>2.105</td> <td>0.00</td> <td>74.60</td> <td>C.B.R. - 95%</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>7.17</td> <td>2.185</td> <td>0.00</td> <td>80.65</td> <td>C.B.R. - 100%</td> </tr> <tr> <td>56</td> <td>7.41</td> <td>2.226</td> <td>0.00</td> <td>96.57</td> <td></td> </tr> </table>												GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%	12	7.02	2.105	0.00	74.60	C.B.R. - 95%	25	7.17	2.185	0.00	80.65	C.B.R. - 100%	56	7.41	2.226	0.00	96.57	
GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%																														
12	7.02	2.105	0.00	74.60	C.B.R. - 95%																														
25	7.17	2.185	0.00	80.65	C.B.R. - 100%																														
56	7.41	2.226	0.00	96.57																															

[Handwritten signature]
 Ing. Polix Torres
 W.G. CIVIL
 CIP. No 214638





[Handwritten signature]
 Lic. J. J. Torres
 CIVIL
 RUC 214835

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
 INGENIERIA DE CONSTRUCCION
 MAICACALLE - SANJAY MZ B ITC ABANCAY, PERU
 RUC : 2009263070

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA
 ASTM 1833 - 73

PROYECTO: EVALUACION DEL IMPACTO DEL FLUJO VEHICULAR EN LA TRANSITABILIDAD DE CARRETERAS VECINALES UTILIZANDO LA MET. URGI Y ENSAYOS DE CAMPO EN EL DISTRITO DE ABANCAY-APURIMAC, 2023

UBICACION:	DIST : ABANCAY	ENSAYO	VI-C2
	PROV: ABANCAY		Humedad Optima(%)
	DPTO: APURIMAC		Densidad Seca Maxima(g/cm3)
			95% de la Densidad Seca Máxima

C.B.R.	5.600
	1.819
	1.728

DIMENSIONES DE MOLDE	15.20			15.20			15.30		
	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area
	15.20	11.85	181.46	15.20	11.75	181.46	15.30	11.73	183.85

N° DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
------------------------------	----	----	----

CONDICIONES DE LA MUESTRA	SIN MOJAR		SATURADA		SIN MOJAR		SATURADA	
	ABAJA	ARRIBA	ABAJA	ARRIBA	ABAJA	ARRIBA	ABAJA	ARRIBA
Peso del molde(gr.)	7910	7910	7873	7873	7919	7919	7919	7919
Volumen de la Muestra(cc)	2150.65	2150.65	2132.14	2150.65	2156.61	2156.61	2156.61	2156.61
Muestra Humeda + Molde(gr.)	12190	12636	12345	12789	12698	12926	12926	12926
Muestra Humeda(gr.)	4280	4726	4472	4916	4779	5007	5007	5007
Densidad Humeda(g/cm3)	1.99	2.20	2.10	2.29	2.22	2.33	2.33	2.33

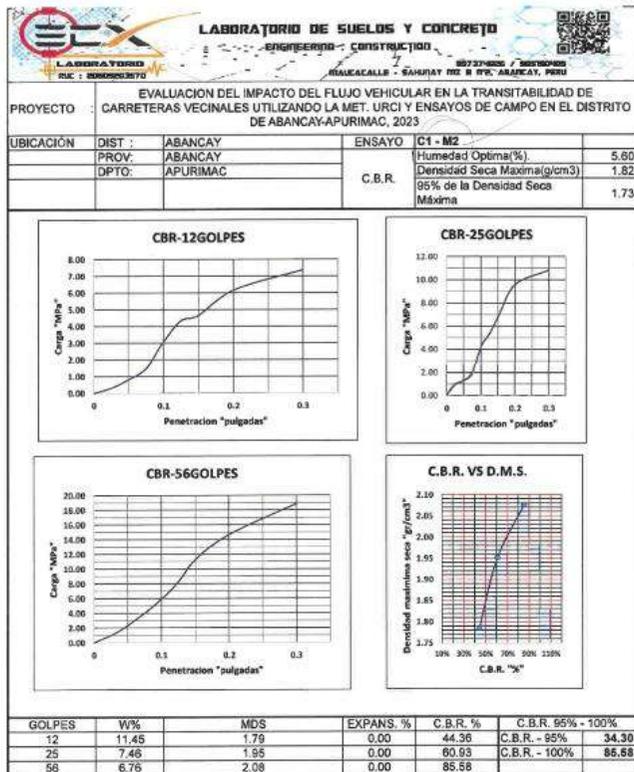
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA	ABAJA		ARRIBA		ABAJA		ARRIBA	
	ABAJA	ARRIBA	ABAJA	ARRIBA	ABAJA	ARRIBA	ABAJA	ARRIBA
Peso de la capsula(gr.)	35.00		34.50		35.10		35.10	
Muestra Humeda + Capsula(gr.)	72.00		66.20		65.10		65.10	
Muestra Seca + Capsula(gr.)	66.20		64.00		63.20		63.20	
Muestra Seca(gr.)	33.20		28.50		28.10		28.10	
Contenido de Agua(gr)	3.80	0.00	2.20	0.00	1.90	0.00	1.90	0.00
Contenido de Humedad(%)	11.45		7.46		6.76		6.76	
Promedio de Contenido de Humedad(%)	11.45		7.46		6.76		6.76	
Densidad Seca(g/cm3)	1.786		1.952		2.078		2.078	
% Compactación	98.17		107.30		114.11		114.11	

MEDICION DE LA EXPANSION	DIA	HORAS	INTER VALO	LECT. DEFOR.		EXPANSION		LECT. DEFOR.		EXPANSION	
				PULGS	%	PULGS	%	PULGS	%		
	1.00	0	0.00								
	2.00	24	1.00		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000		0.0000
	3.00	48	2.00		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000		0.0000
	4.00	72	3.00		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000		0.0000
	5.00	96	4.00		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000		0.0000

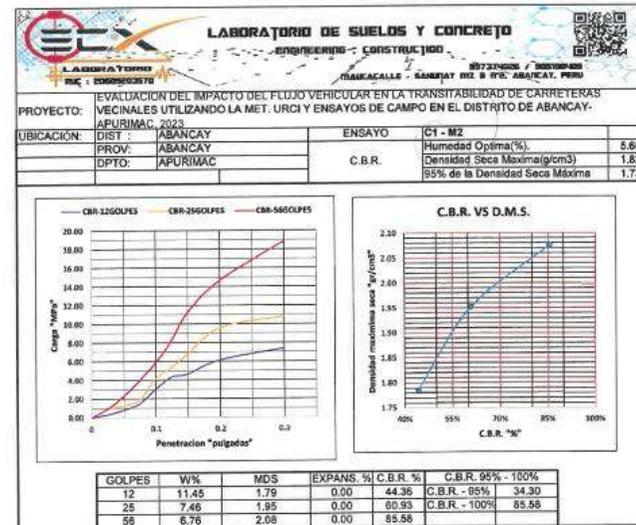
PENETRACION "PULGADAS"	CARG. PATRO	FACTOR CARGA		CBR	FACTOR CARGA		CBR	FACTOR CARGA		CBR
		IND(KG)	CARGA		IND(KG)	CARGA		IND(KG)	CARGA	
0	0	0.00		12	0	0.00		25	0	0.00
0.025	10	0.31		12	30	0.93		25	31	0.96
0.050	26	0.80		12	41	1.27		25	76	2.32
0.075	48	1.48		12	62.5	1.93		25	129.5	4.00
0.100	99	3.06	44.36	12	136	4.20	60.93	25	191	5.90
0.125	140	4.33		12	173	5.35		25	267	8.25
0.150	161	4.85		12	220	6.80		25	365	11.28
0.200	199	6.15	59.44	12	310	9.58	92.60	25	475	14.68
0.300	239	7.37		12	350	10.82		25	610	18.86

[Handwritten signature]
 Lic. J. J. Torres
 CIVIL
 RUC 214835





[Handwritten Signature]
 MICAELA BASTIDAS TORRES
 CIVIL
 CIP: 214835



[Handwritten Signature]
 MICAELA BASTIDAS TORRES
 CIVIL
 CIP: 214835



ANEXO E. DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD

	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA</p> <p>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>					
<p>DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTO/AUTORES</p>						
<p>Yo, Bach. Constantino Saavedra Merino de la escuela Académica profesional de Ingeniería civil de la universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac (Sede Abancay), declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación/ Tesis titulado:</p>						
<p>"Evaluación del impacto del flujo vehicular en la transitabilidad de las carreteras vecinales utilizando la metodología URCl y ensayos de campo en el distrito de Abancay – Apurímac, 2023"</p>						
<p>Es mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación/Tesis:</p>						
<ol style="list-style-type: none">1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificado correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.						
<p>En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.</p>						
<p>Lugar y fecha, Abancay .04 de ..set... del 2024</p>						
<table border="1"><tr><td colspan="2">Apellidos y Nombres del Autor Saavedra Merino Constantino</td></tr><tr><td>DNI: 72736463</td><td>Firma </td></tr></table>			Apellidos y Nombres del Autor Saavedra Merino Constantino		DNI: 72736463	Firma 
Apellidos y Nombres del Autor Saavedra Merino Constantino						
DNI: 72736463	Firma 					

Figura 84 — Declaratoria de originalidad de autor 1



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTO/AUTORES

Yo, Bach. Keitty Milagrosa Cordova Robles de la escuela Académica profesional de Ingeniería civil de la universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac (Sede Abancay), declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación/ Tesis titulado:

“Evaluación del Impacto del flujo vehicular en la transitabilidad de las carreteras vecinales utilizando la metodología URCI y ensayos de campo en el distrito de Abancay – Apurímac, 2023”

Es mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación/Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificado correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

Lugar y fecha, Abancay D.H. de 2024 del 2024

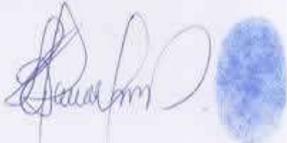
Apellidos y Nombres del Autor Cordova Robles Keitty Milagros	
DNI: 72655676	Firma 

Figura 85 — Declaratoria de originalidad de autor 2

