



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

“ANÁLISIS DEL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO MEDIANTE LA METODOLOGÍA DEL PCI Y SU RELACIÓN CON EL REGLAMENTO NACIONAL DE VEHÍCULOS (TÍTULO V: PESOS Y MEDIDAS) EN EL TRÁNSITO DE VEHÍCULOS DE CATEGORÍA N3 DE CONFIGURACIÓN VEHICULAR C3 Y 8X4 EN EL TRAMO GRIFO MÓBIL – UNIVERSIDAD CONTINENTAL”.

Presentado por:

Bach. Casapino Espinoza José Gabriel
0009-0001-2133-7425

**Para optar al título profesional de
Ingeniero Civil**

Asesor:

Dr. Ing. Chacón Sánchez, Víctor
0000-0001-6891-6902

**CUSCO- PERÚ
2023**



Metadatos

Datos del autor	
Nombres y apellidos	JOSE GABRIEL CASAPINO ESPINOZA
Número de documento de identidad	72328433
URL de Orcid	https://orcid.org/0009-0001-2133-7425
Datos del autor	
Nombres y apellidos	
Número de documento de identidad	
URL de Orcid	
Datos del asesor	
Nombres y apellidos	VÍCTOR CHACÓN SÁNCHEZ
Número de documento de identidad	23807993
URL de Orcid	https://orcid.org/0000-0001-6891-6902
Datos del jurado	
Presidente del jurado (jurado 1)	
Nombres y apellidos	JOSE RONALD AGUILAR HUERTA
Número de documento de identidad	42419267
Jurado 2	
Nombres y apellidos	JOHN CHARLIE OSCCO ORCOHUARANCCA
Número de documento de identidad	43999821
Jurado 3	
Nombres y apellidos	JOSE CARLOS SOLIS TITO
Número de documento de identidad	43491953
Jurado 4	
Nombres y apellidos	WALTER ROBERTO ALVAREZ MONTEROLA
Número de documento de identidad	24660325
Datos de la investigación	
Línea de investigación de la Escuela Profesional	TRANSPORTES



análisis del estado superficial del pavimento mediante la metodología del pci y su relación con el reglamento nacional de vehículos (título v: pesos y medidas) en el tránsito de vehículos de categoría

por José Gabriel Casapino Espinoza

Fecha de entrega: 08-nov-2023 12:44p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2220845875

Nombre del archivo: Tesis_Gabriel_Casapino_Conclu_do_100_definitivo_revisado.docx (75.77M)

Total de palabras: 24363

Total de caracteres: 128800

Dr. Ing. Victor Chacon Sanchez
Asesor de tesis



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

“ANÁLISIS DEL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO MEDIANTE LA METODOLOGÍA DEL PCI Y SU RELACIÓN CON EL REGLAMENTO NACIONAL DE VEHÍCULOS (TÍTULO V: PESOS Y MEDIDAS) EN EL TRÁNSITO DE VEHÍCULOS DE CATEGORÍA N3 DE CONFIGURACIÓN VEHICULAR C3 Y 8X4 EN EL TRAMO GRIFO MÓBIL – UNIVERSIDAD CONTINENTAL”.

Presentado por:

Bach. Casapino Espinoza José Gabriel

Para optar al título profesional de
Ingeniero Civil

Asesor:

Dr. Ing. Chacón Sánchez, Víctor

CUSCO- PERÚ

2023

Dr. Ing. Victor Chacon Sanchez
Asesor de tesis



análisis del estado superficial del pavimento mediante la metodología del pci y su relación con el reglamento nacional de vehículos (título v: pesos y medidas) en el tránsito de vehículos de categoría

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%	23%	2%	15%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	6%
3	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	3%
4	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	1%
5	repositorio.uprit.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	1%
7	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	1%

Dr. Ing. Victor Chacon Sanchez
Asesor de tesis



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	José Gabriel Casapino Espinoza
Título del ejercicio:	Tesis final - Casapino Espinoza
Título de la entrega:	análisis del estado superficial del pavimento mediante la m...
Nombre del archivo:	Tesis_Gabriel_Casapino_Conclu_do_100_definitivo_revisado.d...
Tamaño del archivo:	75.77M
Total páginas:	254
Total de palabras:	24,363
Total de caracteres:	128,800
Fecha de entrega:	08-nov.-2023 12:44p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre...	2220845875



Derechos de autor 2023 Turnitin. Todos los derechos reservados.

Dr. Ing. Víctor Chacon Sanchez
Asesor de tesis



Dedicatoria

*A mis padres Miguel y Eliana, que a través del trabajo
y de su amor, amasado con sudor, me enseñaron a
valorar lo poco o mucho que uno pueda tener.*

*A mis hermanos Miguel y Carlos, por su compañía,
cariño, amistad y apoyo incondicional.*

*A mis tíos Alexis y Mónica, que me enseñaron a
pensar en abundancia y que el empoderamiento es la
herramienta más valiosa que uno puede tener.*



Agradecimientos

A mi familia, que me dio la oportunidad de estudiar una carrera profesional.

A mi asesor el Ing. Víctor Chacón Sánchez, quien considero uno de los docentes más íntegros de la Universidad Andina del Cusco. Agradezco sus conocimientos, su apoyo y orientación para culminar con esta investigación.

A mi papá Miguel, mi tío Alexis y mi hermano Miguel, quienes fueron los principales mentores que tuve para poder decantar mi preferencia por la ingeniería y construcción.

A mi mamá Eliana y a la srta Elsa Sofía, por su constante motivación y apoyo incondicional para la culminación de la tesis.

Finalmente a todos los docentes e ingenieros que me brindaron sus conocimientos durante la etapa universitaria.



“Los que creen que pueden, a veces tienen razón. Los que creen que no pueden, siempre tienen razón”

Henry Ford.



Resumen

En la presente investigación se analiza el estado superficial del pavimento a través de la Metodología del PCI y se busca encontrar la relación con el Reglamento Nacional de Vehículos (Título V: Pesos y Medidas), enfocado al tránsito de vehículos de categoría N3 de configuración vehicular C3 y 8x4, sobre el tramo grifo Móbil – Universidad Continental.

Para desarrollar la metodología del PCI se hizo el registro de fallas en 60 unidades de muestra, anotando la severidad, tamaño y cantidad de las mismas, dividiéndose de la siguiente manera: 17 unidades de muestra para el tramo grifo Móbil - calle Agricultura carril subida, 17 unidades de muestra para el tramo grifo Móbil - Calle Agricultura carril bajada, 11 unidades de muestra para el tramo calle Agricultura – posta médica de San Jerónimo y 15 unidades de muestra para el tramo posta médica San Jerónimo – Universidad Continental. Éste trabajo se llevó a cabo haciendo uso de herramientas como odómetro, regla de aluminio, cinta métrica y el catálogo de fallas según la metodología del PCI.

Por otra parte, para el análisis del Título V: Pesos y Medidas Vehiculares del Reglamento Nacional de Vehículos, se llevaron a cabo conteos vehiculares separando el tránsito de camiones volquete de configuración vehicular C3 y 8x4 vacíos, cargados y sobrecargados. Esta segregación durante el conteo se hizo para ver la incidencia de ese determinado tipo de tránsito respecto del tránsito total de vehículos durante una semana. Así mismo se cubicaron los camiones que presentaban sobrecarga y con el peso específico de los materiales transportados se hizo el cálculo de cuánto de carga, sobrecarga y peso bruto vehicular circulan por nuestras vías. Adicionalmente se consideraron parámetros como las fichas técnicas de fabricante de camiones de esa categoría y ficha técnica de fabricante de llantas que usan dichos camiones.

Teniendo como resultados de la metodología del PCI valores de: 56 con una calificación “buena” para el tramo grifo Móbil - calle Agricultura carril subida, 53 con una calificación “regular” para el tramo grifo Móbil - calle Agricultura carril bajada, 8 con una calificación “fallado” para el tramo calle Agricultura – posta médica de San Jerónimo y 48 con una calificación “Regular” para el tramo posta médica San Jerónimo – Universidad Continental. Así mismo éste último tramo cuenta con un valor del PCI de 24 con calificación “muy Pobre” para el carril de subida y un PCI de 78 con calificación “Muy buena” para el carril de bajada. En este último tramo se comprueba que hay una incidencia evidente entre los camiones volquete que entran a la ciudad del Cusco con sobrecarga (para abastecer la demanda de materiales) versus los camiones volquete que salen en su mayoría vacíos (una vez que dejaron la carga. Como resultados del cálculo de la sobrecarga de estos camiones volquete se tiene que los volquetes C3 en su mayoría circulan con 60 tn de PBV y los volquetes 8x4 circulan con 65 tn de PBV, lo cual representa un 242%, 173% y 153% de exceso según los parámetros establecidos en el Reglamento Nacional de Vehículos, Ficha Técnica de fabricante de Volquetes y ficha Técnica del fabricante de llantas para volquetes, respectivamente. Considerando que en el Reglamento Nacional de Vehículos nos indica que la tolerancia máxima permitida del PBV será del 3%.

Palabras Clave: Pavimento, PCI, sobrecarga, PBV, volquetes C3 y 8x4, ficha técnica.



Abstract

This research analyzes the Pavement Surface Condition through the PCI Methodology and seeks to find the relationship with the National Vehicle Regulations (Title V: Vehicle Weights and Measures), focused on the traffic of vehicles of category N3 of vehicle configuration C3 and 8x4, on the Grifo Móbil - Universidad Continental Section.

In order to develop the PCI methodology, faults were recorded in 60 sample units, noting the severity, size and number of faults, divided as follows: 17 sample units for the Grifo Móbil - Calle Agricultura uphill lane section, 17 sample units for the Grifo Móbil - Calle Agricultura downhill lane section, 11 sample units for the Calle Agricultura - Posta Médica de San Jerónimo section and 15 sample units for the Posta Médica San Jerónimo - Universidad Continental section. This work was carried out using tools such as an odometer, aluminum ruler, tape measure and the catalog of faults according to the PCI methodology.

On the other hand, for the analysis of Title V: Vehicle Weights and Measures of the National Vehicle Regulations, vehicle counts were carried out separating the traffic of empty, loaded and overloaded dump trucks of C3 and 8x4 vehicle configuration. This segregation during the count was done to see the incidence of that particular type of traffic with respect to the total traffic of vehicles during a week. Likewise, the trucks that were overloaded were cubed and the specific weight of the materials transported was used to calculate how much load, overload and total vehicle weight circulate on our roads. Additionally, parameters such as the technical data sheets of the manufacturers of trucks in that category and the technical data sheet of the tire manufacturers used by those trucks were considered.

The results of the PCI methodology were: 56 with a "Good" rating for the Grifo Móbil - Calle Agricultura uphill lane section, 53 with a "Fair" rating for the Grifo Móbil - Calle Agricultura downhill lane section, 8 with a "Failed" rating for the Calle Agricultura - Posta Médica de San Jerónimo section and 48 with a "Fair" rating for the Posta Médica San Jerónimo - Universidad Continental section. Likewise, this last section has a PCI value of 24 with a "Very Poor" rating for the uphill lane and a PCI of 78 with a "Very Good" rating for the downhill lane. In this last section, there is a clear incidence between dump trucks entering the city of Cusco with overload (to supply the demand for materials) versus dump trucks leaving mostly empty. As a result of the calculation of the overload of these dump trucks, most of the C3 dump trucks circulate with 60 tons of TVW and the 8x4 dump trucks circulate with 65 tons of TVW, which represents 242%, 173% and 153% of excess according to the parameters established in the National Vehicle Regulations, the dump truck manufacturer's technical data sheet and the dump tire manufacturer's technical data sheet, respectively. Considering that the National Vehicle Regulations indicate that the maximum tolerance allowed for TVW is 3%.

Key words: Pavement, PCI, overload, PBV, C3 and 8x4 dump trucks, technical data sheet.



Introducción

La importancia de las vías en un país radica en que dinamizan la economía de éste, a través del transporte de personas y mercancías. Por lo tanto, es importante que estas vías estén correctamente mantenidas y proporcionen una buena calidad de vida para sus usuarios. Sin embargo, muchas veces hacemos mal uso de las mismas, al transitar con excesivas cargas sobre nuestros vehículos. La principal causa es el desconocimiento del Reglamento Nacional de Vehículos, así también como el desconocimiento de información técnica como la capacidad de carga de los vehículos en los cuales transitamos o el peso específico de los materiales que transportamos. Es así que nace el interés por desarrollar esta investigación la cual se titula “Análisis del estado superficial del pavimento mediante la metodología del PCI y su relación con el Reglamento Nacional de Vehículos (Título V: Pesos y Medidas) en el tránsito de vehículos de categoría N3 de configuración vehicular C3 y 8x4 en el tramo grifo Móvil – Universidad Continental”.

Se tiene como objetivo encontrar la relación entre los valores obtenidos a través de la metodología del índice de condición de pavimento PCI, con los valores del tránsito de vehículos de categorías N3 camiones volquete de configuración vehicular C3 y 8x4 vacíos, cargados y sobrecargados. Teniendo en cuenta los valores de las cargas máximas permitidas establecidas en el Título V: Pesos y Medidas, del Reglamento Nacional de Vehículos, que regulan el peso de las cargas transportadas por dichos vehículos en estudio.



Contenido

Dedicatoria.....	6
Agradecimientos	7
Resumen	9
Abstract.....	10
Introducción	11
ÍNDICE DE TABLAS	15
ÍNDICE DE FIGURAS	20
Capítulo I: Planteamiento del problema.....	23
1.1 Identificación del problema.....	23
1.1.1 Descripción del problema.	23
1.1.2 Formulación interrogativa.	27
1.1.2.1 Formulación interrogativa del problema general.	27
1.1.2.2 Formulación interrogativa de los problemas específicos.....	27
1.2 Justificación de la investigación.....	27
1.2.1. Justificación técnica.	27
1.2.2. Justificación social.	28
1.2.3. Justificación por viabilidad.....	28
1.2.4. Justificación por relevancia.....	28
1.3 Limitaciones de la investigación	28
1.3.1 Limitacion territorial:.....	28
1.3.2 Limitación de normativa:.....	29
1.3.3 Limitaciones de información:	29
1.4 Objetivos de la investigación	30
1.4.1. Objetivo general.	30
1.4.2. Objetivos específicos.	30
Capítulo II: Marco teórico de la tesis.....	31
2.1 Antecedentes de la tesis.....	31
2.1.1 Antecedentes a nivel nacional.	31
2.1.2 Antecedentes a nivel internacional.	32
2.2 Aspectos teóricos pertinentes:.....	33
2.2.1 Pavimentos:.....	33
2.2.2 Carpeta de rodadura:	34
2.2.3 Metodología del PCI:	35



2.2.4 Fallas en los pavimentos según PCI:	41
2.2.5 Mantenimiento vial:	61
2.2.6 Índice medio diario (IMD):.....	61
2.2.7 Capacidad vial:.....	61
2.2.8 Peso específico de materiales:	61
2.2.9 Reglamento Nacional de Vehículos:	62
2.2.10 Camiones volquete	64
2.2.10.1 Eje delantero.....	64
2.2.10.2 Eje posterior.....	65
2.2.10.3 Tolva de volquetes	65
2.2.10.4 Llantas o neumáticos para camión volquete	67
2.2.10.5 Presión de inflado de llantas.....	68
2.2.10.6 Capacidad de carga según configuración vehicular	69
Glosario	71
2.3 Hipótesis.....	73
2.3.1 Hipótesis general	73
2.3.2 Sub hipótesis	73
2.4 Definición de variables:	74
2.4.1 Variables independientes	74
2.4.2 Variables dependientes	74
2.4.3 Cuadro de operacionalización de variables	75
Capítulo III: Metodología.....	76
3.1 Metodología de la investigación:.....	76
3.1.1 Enfoque de la investigación:	76
3.1.2 Nivel o alcance de la investigación:	76
3.1.3 Método de la investigación:	76
3.2 Diseño de la investigación:	76
3.2.1 Diseño metodológico:.....	76
3.2.1 Diseño de ingeniería:.....	77
3.3 Población y muestra:	78
3.3.1 Población:.....	78
3.3.2 Muestra:	78
3.3.3 Criterios de inclusión:	80
3.4 Instrumentos:.....	81



3.4.1 Instrumentos metodológicos:.....	81
3.4.2 Instrumentos de ingeniería:	83
3.5 Procedimiento de recolección de datos:	83
3.5.1 Recolección de datos para el cálculo del PCI:	83
3.5.2 Recolección de datos para el análisis del Reglamento Nacional de Vehículos (Título V: Pesos y Medidas):.....	100
3.6 Procedimiento de análisis de datos:	103
3.6.1 Procedimiento de análisis de datos para el cálculo del PCI:	103
3.6.2 Procedimiento de análisis de datos para la evaluación del Reglamento Nacional de Vehículos:.....	119
Capítulo IV: Resultados	148
4.1 Resultados de la evaluación del PCI:.....	148
4.1.1 Resultados del PCI en el tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida:.....	148
4.1.2 Resultados del PCI en el tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril bajada:	149
4.1.3 Resultados del PCI en el tramo calle Agricultura – posta médica de San Jerónimo:.....	150
4.1.4 Resultados del PCI en el tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental:	151
4.2 Resultados de la evaluación del Reglamento Nacional de Vehículos:	152
Capítulo V: Discusión.....	156
a) Contraste con antecedentes del marco teórico:	156
b) Interpretación de resultados obtenidos en la investigación:.....	156
c) Comentario de la demostración de las hipótesis:.....	157
d) Aporte de la investigación	157
Conclusiones	159
Recomendaciones	162
Referencias Bibliográficas	164
Apéndices.....	167
Anexos.....	244



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Rangos de calificación del PCI.....	35
Tabla 2: Consideraciones de fallas en pavimentos según PCI.....	36
Tabla 3: Longitudes de unidades de muestreo.....	36
Tabla 4: Ficha de registro de fallas según metodología PCI.....	38
Tabla 5: falla piel de cocodrilo.....	42
Tabla 6: Falla exudación.....	43
Tabla 7: Falla fisuras o agrietamientos en bloque.....	44
Tabla 8: Falla abultamientos y hundimientos.....	45
Tabla 9: Falla corrugación.....	46
Tabla 10: Falla depresión.....	47
Tabla 11: Falla grieta de borde.....	48
Tabla 12: Falla grieta de reflexión de junta.....	49
Tabla 13: Falla desnivel carril / berma.....	50
Tabla 14: Falla grietas longitudinales y transversales.....	51
Tabla 15: Falla parcheo.....	52
Tabla 16: Falla pulimiento de agregados.....	53
Tabla 17: Falla huecos o baches.....	54
Tabla 18: Falla cruce de vía férrea.....	55
Tabla 19: Falla ahuellamiento.....	56
Tabla 20: Falla desplazamiento.....	57
Tabla 21: Falla grieta parabólica.....	58
Tabla 22: Falla hinchamiento.....	59
Tabla 23: Falla desprendimiento de agregados.....	60
Tabla 24: Pesos específicos de materiales.....	61
Tabla 25: Principales camiones volquete que circulan en la ciudad del Cusco.....	64
Tabla 26: Tabla de pesos y medidas máximas permitidas.....	65
Tabla 27: Espesores y calidad de acero en tolvas de la marca Firme.....	66
Tabla 28: Diferencias entre llantas convencionales y llantas radiales.....	67
Tabla 29: Tabla de presiones y carga recomendadas por fabricante de llantas BF Goodrich para llantas convencionales.....	69
Tabla 30: Límite de carga de las llantas con presión de inflado en frío.....	70
Tabla 31: Cuadro de operacionalización de variables.....	75
Tabla 32: Cuantificación de la población.....	78
Tabla 33: Tamaño de la muestra.....	79
Tabla 34: Formato de recolección de datos de PCI.....	81
Tabla 35: Formato de recolección de datos para Evaluación del Reglamento Nacional de Vehículos.....	82
Tabla 36: Unidades de muestra del 1er tramo grifo Móbil - Calle Agricultura parte A.....	89
Tabla 37: Unidades de muestra del 1er tramo grifo Móbil - Calle Agricultura parte B.....	90
Tabla 38: Unidades de muestra del 1er tramo grifo Móbil - Calle Agricultura parte C.....	90
Tabla 39: Unidades de muestra del 1er tramo grifo Móbil - Calle Agricultura parte D.....	91
Tabla 40: Unidades de muestra del 1er tramo grifo Móbil - Calle Agricultura parte E.....	91
Tabla 41: Unidades de muestra del 2do tramo Av. Manco Capac parte A.....	92



Tabla 42: Unidades de muestra del 2do tramo Av. Manco Capac parte B	92
Tabla 43: Unidades de muestra del 2do tramo Av. Manco Capac parte C	92
Tabla 44: Unidades de muestra del 3er tramo posta médica de San Jerónimo - Universidad Continental parte A	93
Tabla 45: Unidades de muestra del 3er tramo posta médica de San Jerónimo - Universidad Continental parte B	93
Tabla 46: Unidades de muestra del 3er tramo posta médica de San Jerónimo - Universidad Continental parte C	93
Tabla 47: Unidades de muestra del 3er tramo posta médica de San Jerónimo - Universidad Continental parte D	94
Tabla 48: Unidades de muestra del 3er tramo posta médica de San Jerónimo - Universidad Continental parte E	94
Tabla 49: Unidades de muestra del 3er tramo posta médica de San Jerónimo - Universidad Continental parte F	94
Tabla 50: Progresivas de unidades de muestra 1er tramo carril subida	95
Tabla 51: Progresivas de unidades de muestra 1er tramo carril bajada	96
Tabla 52: Progresivas de unidades de muestra 2do tramo	97
Tabla 53: Progresivas de unidades de muestra del 3er tramo	97
Tabla 54: Formato resumen del conteo vehicular	100
Tabla 55: Cálculo de la densidad para cada tipo de falla	104
Tabla 56: Cálculo del valor deducido para cada tipo de falla	105
Tabla 57: Valores deducidos totales considerando valores de “q” y “m”	106
Tabla 58: Valores deducidos corregidos y máximo valor deducido corregido.....	107
Tabla 59: Escala de calificación del PCI	108
Tabla 60: Resumen de fallas con nivel de severidad tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida parte A.....	109
Tabla 61: Resumen de fallas con nivel de severidad tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida parte B.....	110
Tabla 62: Fallas más frecuentes tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida	110
Tabla 63: Fallas más incidentes tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida	111
Tabla 64: Resumen de fallas con nivel de severidad tramo Grifo Móbil – calle Agricultura carril bajada parte A.....	111
Tabla 65: Resumen de fallas con nivel de severidad tramo Grifo Móbil – calle Agricultura carril bajada parte B.....	112
Tabla 66: Fallas más frecuentes tramo grifo Móbil – Calle Agricultura carril bajada	112
Tabla 67: Fallas más incidentes tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril bajada	113
Tabla 68: Resumen de fallas con nivel de severidad tramo calle Agricultura – posta médica de San Jerónimo parte A.....	113
Tabla 69: Resumen de fallas con nivel de severidad tramo calle Agricultura – posta médica de San Jerónimo parte B.....	114
Tabla 70: Fallas más frecuentes tramo calle Agricultura – posta medica de San Jerónimo.....	114
Tabla 71: Fallas más incidentes tramo calle Agricultura – posta medica de San Jerónimo	115
Tabla 72: Resumen de fallas con nivel de severidad tramo posta Médica de San Jerónimo – Universidad Continental parte A	115



Tabla 73: Resumen de fallas con nivel de severidad tramo posta Médica de San Jerónimo – Universidad Continental parte B	116
Tabla 74: Fallas más frecuentes tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental ...	116
Tabla 75: Fallas más incidentes tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental....	117
Tabla 76: Peso neto, peso bruto y carga útil en vehículos considerados por el MTC	120
Tabla 77: Resumen conteo vehicular estación grifo Móbil carril subida	122
Tabla 78: Resumen conteo vehicular estación grifo Móbil carril bajada	124
Tabla 79: Resumen conteo vehicular estación control de San Jerónimo.....	126
Tabla 80: Resumen conteo vehicular estación Universidad Continental carril subida	128
Tabla 81: Resumen conteo vehicular estación Universidad Continental carril bajada	131
Tabla 82: Cubicación de carga y sobrecarga en tolvas para camiones C3	135
Tabla 83: Cubicación de carga y sobrecarga en tolvas para camiones 8x4.....	137
Tabla 84: Pesos específicos de materiales más transportados por volquetes C3 y 8x4	138
Tabla 85: Configuración vehicular, tara, carga útil y PBV de volquetes C3 y 8x4.....	139
Tabla 86: Presión de trabajo y capacidad de carga para llantas tubulares Marca Continental	140
Tabla 87: Tabla de pesos y medidas para camión C3	144
Tabla 88: Tabla de pesos y medidas para camión 8x4.....	144
Tabla 89: Tabla de peso máximo por eje simple	145
Tabla 90: Tabla de peso máximo por eje en tándem.....	145
Tabla 91: Tabla de peso máximo por eje doble con llantas simples	146
Tabla 92: Tabla de peso máximo por eje doble en tándem	146
Tabla 93: Tabla de tolerancia de pesaje dinámico	147
Tabla 94: Valores del PCI para cada unidad de muestra evaluada del 1er tramo carril subida	148
Tabla 95: Valores del PCI para cada unidad de muestra evaluada del 1er tramo carril bajada	149
Tabla 96: Valores del PCI para cada unidad de muestra evaluada del 2do tramo	150
Tabla 97: Valores del PCI para cada unidad de muestra evaluada del 3er tramo.....	151
Tabla 98: Tránsito total vs tránsito de volquetes C3 y volquetes 8x4 por cada tramo	152
Tabla 99: Tránsito de volquetes C3 (vacíos/cargados y sobrecargados) y volquetes 8x4 (vacíos/cargados y sobrecargados) por cada tramo	152
Tabla 100: Comparativo entre cargas reales transportadas vs pesos brutos vehiculares en volquetes C3 y 8x4	153
Tabla 101: Resumen de cargas máximas permitidas en volquetes C3 y 8x4	154
Tabla 102: PBV real y sobrecarga según ficha técnica de fabricante de camiones volquete C3 y 8x4	154
Tabla 103: PBV real y sobrecarga según Reglamento Nacional de Vehículos en camiones C3 y 8x4..	155
Tabla 104: PBV real y sobrecarga según ficha técnica de fabricante de llantas para camiones C3 y 8x4	155
Tabla 105: Matriz de consistencia	167
Tabla 106: Unidad de muestra 1S UM 01 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida.....	168
Tabla 107: Unidad de muestra 1S UM 02 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida.....	169
Tabla 108: Unidad de muestra 1S UM 03 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida.....	170
Tabla 109: Unidad de muestra 1S UM 04 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida.....	171
Tabla 110: Unidad de muestra 1S UM 05 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida.....	172
Tabla 111: Unidad de muestra 1S UM 06 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida.....	173
Tabla 112: Unidad de muestra 1S UM 07 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida.....	174
Tabla 113: Unidad de muestra 1S UM 08 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida.....	175



<i>Tabla 114: Unidad de muestra 1S UM 09 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida.....</i>	<i>176</i>
<i>Tabla 115: Unidad de muestra 1S UM 10 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida.....</i>	<i>177</i>
<i>Tabla 116: Unidad de muestra 1S UM 11 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida.....</i>	<i>178</i>
<i>Tabla 117: Unidad de muestra 1S UM 12 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida.....</i>	<i>179</i>
<i>Tabla 118: Unidad de muestra 1S UM 13 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida.....</i>	<i>180</i>
<i>Tabla 119: Unidad de muestra 1S UM 14 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida.....</i>	<i>181</i>
<i>Tabla 120: Unidad de muestra 1S UM 15 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida.....</i>	<i>182</i>
<i>Tabla 121: Unidad de muestra 1S UM 16 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida.....</i>	<i>183</i>
<i>Tabla 122: Unidad de muestra 1S UM 17 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida.....</i>	<i>184</i>
<i>Tabla 123: Unidad de muestra 1B UM 01 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril bajada.....</i>	<i>185</i>
<i>Tabla 124: Unidad de muestra 1B UM 02 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril bajada.....</i>	<i>186</i>
<i>Tabla 125: Unidad de muestra 1B UM 03 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril bajada.....</i>	<i>187</i>
<i>Tabla 126: Unidad de muestra 1B UM 04 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril bajada.....</i>	<i>188</i>
<i>Tabla 127: Unidad de muestra 1B UM 05 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril bajada.....</i>	<i>189</i>
<i>Tabla 128: Unidad de muestra 1B UM 06 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril bajada.....</i>	<i>190</i>
<i>Tabla 129: Unidad de muestra 1B UM 07 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril bajada.....</i>	<i>191</i>
<i>Tabla 130: Unidad de muestra 1B UM 08 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril bajada.....</i>	<i>192</i>
<i>Tabla 131: Unidad de muestra 1B UM 09 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril bajada.....</i>	<i>193</i>
<i>Tabla 132: Unidad de muestra 1B UM 10 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril bajada.....</i>	<i>194</i>
<i>Tabla 133: Unidad de muestra 1B UM 11 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril bajada.....</i>	<i>195</i>
<i>Tabla 134: Unidad de muestra 1B UM 12 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril bajada.....</i>	<i>196</i>
<i>Tabla 135: Unidad de muestra 1B UM 13 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril bajada.....</i>	<i>197</i>
<i>Tabla 136: Unidad de muestra 1B UM 14 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril bajada.....</i>	<i>198</i>
<i>Tabla 137: Unidad de muestra 1B UM 15 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril bajada.....</i>	<i>199</i>
<i>Tabla 138: Unidad de muestra 1B UM 16 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril bajada.....</i>	<i>200</i>
<i>Tabla 139: Unidad de muestra 1B UM 17 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril bajada.....</i>	<i>201</i>
<i>Tabla 140: Unidad de muestra 2 UM 01 tramo calle Agricultura – posta médica de San Jerónimo ...</i>	<i>202</i>
<i>Tabla 141: Unidad de muestra 2 UM 02 tramo calle Agricultura – posta médica de San Jerónimo ...</i>	<i>203</i>
<i>Tabla 142: Unidad de muestra 2 UM 03 tramo calle Agricultura – posta médica de San Jerónimo ...</i>	<i>204</i>
<i>Tabla 143: Unidad de muestra 2 UM 04 tramo calle Agricultura – posta médica de San Jerónimo ...</i>	<i>205</i>
<i>Tabla 144: Unidad de muestra 2 UM 05 tramo calle Agricultura – posta médica de San Jerónimo ...</i>	<i>206</i>
<i>Tabla 145: Unidad de muestra 2 UM 06 tramo calle Agricultura – posta médica de San Jerónimo ...</i>	<i>207</i>
<i>Tabla 146: Unidad de muestra 2 UM 07 tramo calle Agricultura – posta médica de San Jerónimo ...</i>	<i>208</i>
<i>Tabla 147: Unidad de muestra 2 UM 08 tramo calle Agricultura – posta médica de San Jerónimo ...</i>	<i>209</i>
<i>Tabla 148: Unidad de muestra 2 UM 09 tramo calle Agricultura – posta médica de San Jerónimo ...</i>	<i>210</i>
<i>Tabla 149: Unidad de muestra 2 UM 10 tramo calle Agricultura – posta médica de San Jerónimo ...</i>	<i>211</i>
<i>Tabla 150: Unidad de muestra 2 UM 11 tramo calle Agricultura – posta médica de San Jerónimo ...</i>	<i>212</i>
<i>Tabla 151: Unidad de muestra 3 UM 01 tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental.....</i>	<i>213</i>
<i>Tabla 152: Unidad de muestra 3 UM 02 tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental.....</i>	<i>214</i>
<i>Tabla 153: Unidad de muestra 3 UM 03 tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental.....</i>	<i>215</i>
<i>Tabla 154: Unidad de muestra 3 UM 04 tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental.....</i>	<i>216</i>



<i>Tabla 155: Unidad de muestra 3 UM 05 tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental</i>	217
<i>Tabla 156: Unidad de muestra 3 UM 06 tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental</i>	218
<i>Tabla 157: Unidad de muestra 3 UM 07 tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental</i>	219
<i>Tabla 158: Unidad de muestra 3 UM 08 tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental</i>	220
<i>Tabla 159: Unidad de muestra 3 UM 09 tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental</i>	221
<i>Tabla 160: Unidad de muestra 3 UM 10 tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental</i>	222
<i>Tabla 161: Unidad de muestra 3 UM 11 tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental</i>	223
<i>Tabla 162: Unidad de muestra 3 UM 12 tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental</i>	224
<i>Tabla 163: Unidad de muestra 3 UM 13 tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental</i>	225
<i>Tabla 164: Unidad de muestra 3 UM 14 tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental</i>	226
<i>Tabla 165: Unidad de muestra 3 UM 15 tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental</i>	227
<i>Tabla 166: Medición de anchos de vía en grifo Móbil y Av. Manco Capac</i>	228
<i>Tabla 167: Medición de anchos de vía en tramo posta médica San Jerónimo – Universidad Continental</i>	228
<i>Tabla 168: Medición de fallas ahuellamiento y hueco para el cálculo del PCI</i>	229
<i>Tabla 169: Medición de fallas parcheo y ahuellamiento para el cálculo del PCI</i>	229
<i>Tabla 170: Medición de fallas piel de cocodrilo y hueco para el cálculo del PCI</i>	230
<i>Tabla 171: Comprobación de progresivas de unidades de muestra para el cálculo del PCI</i>	230
<i>Tabla 172: Comprobación de progresivas de unidades de muestra para el cálculo del PCI</i>	231
<i>Tabla 173: Curvas de valores deducidos de fallas: piel de cocodrilo y exudación</i>	244
<i>Tabla 174: Curvas de valores deducidos de fallas: agrietamiento en bloque y abultamientos y hundimientos</i>	244
<i>Tabla 175: Curvas de valores deducidos de fallas: corrugación y depresión</i>	245
<i>Tabla 176: Curvas de valores deducidos de fallas: grieta en bloque y grieta de reflexión de junta</i>	245
<i>Tabla 177: Curvas de valores deducidos de fallas: desnivel carril/berma y grietas longitudinales y transversales</i>	246
<i>Tabla 178: Curvas de valores deducidos de fallas: parcheo y pulimiento de agregados</i>	246
<i>Tabla 179: Curvas de valores deducidos de fallas: huecos y cruce de vía férrea</i>	247
<i>Tabla 180: Curvas de valores deducidos de fallas: ahuellamiento y desplazamiento</i>	247
<i>Tabla 181: Curvas de valores deducidos de fallas: grietas parabólicas o por desplazamiento e hinchamiento</i>	248
<i>Tabla 182: Curvas de valores deducidos de falla meteorización / desprendimiento de agregados</i>	248



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa político del departamento del Cusco.	25
Figura 2: Mapa político de los distritos de la provincia del Cusco	25
Figura 3: Tramo a evaluar comprendido entre el grifo Móbil - Universidad Continental.....	26
Figura 4: Corte transversal de un pavimento rígido.....	33
Figura 5: Corte transversal de un pavimento flexible	34
Figura 6: Curva de valor deducido ahuellamiento, Metodología PCI.....	39
Figura 7: Curva de valores deducidos corregidos	41
Figura 8: Medidas de tolva semirroquera marca RMB Sateci	66
Figura 9: Simplificación en el montaje de una llanta radial vs una llanta convencional	67
Figura 10: Variedades de patrón en la banda de rodamiento de llantas para camión.	68
Figura 11: Adecuada presión de inflado para neumáticos.	69
Figura 12: Diagrama de flujo de la investigación	77
Figura 13: Medición del ancho de la calzada altura grifo Móbil	83
Figura 14: Medición del ancho de la calzada altura Av.Manco Capac	84
<i>Figura 15: Medición del ancho de la calzada altura Universidad Continental</i>	<i>84</i>
Figura 16: Replanteo de progresivas de unidades de muestra a evaluar	98
<i>Figura 17: Medición de la falla piel de cocodrilo</i>	<i>98</i>
Figura 18: Medición de la falla tipo parcheo	99
Figura 19: Medición de la falla tipo desnivel carril / berma	99
Figura 20: Estación de conteo vehicular grifo Móbil carril subida	101
Figura 21: Estación de conteo vehicular grifo Móbil carril bajada	101
Figura 22: Estación de conteo vehicular Av. Manco Capac con calle Agricultura	102
Figura 23: Estación de conteo vehicular Universidad Continental carril subida.....	102
Figura 24: Estación de conteo vehicular Universidad Continental carril subida.....	103
Figura 25: Curva de valores deducidos para pavimentos asfálticos: agrietamiento en bloque.....	105
Figura 26: Curva de valores deducidos corregidos para la 3UM14	107
Figura 27: Condición del pavimento tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida	117
Figura 28: Condición del pavimento tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril bajada	118
Figura 29: Condición del pavimento tramo calle Agricultura – posta médica de San Jerónimo	118
Figura 30: Condición del pavimento tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental	119
Figura 31: Variación del peso bruto por neumático vs número de neumáticos por vehículo	121
Figura 32: Comparación tránsito total vs tránsito de camiones volquete C3 y 8x4 en grifo Móbil carril subida.....	123
Figura 33: Comparación de tránsito de volquetes C3 vacíos/cargados vs tránsito de volquetes C3 sobrecargados en grifo Móbil carril subida	123
Figura 34: Comparación tránsito total vs tránsito de camiones volquete C3 y 8x4 en grifo Móbil carril bajada.....	125
Figura 35: Comparación de tránsito de volquetes C3 vacíos/cargados vs tránsito de volquetes C3 sobrecargados en grifo Móbil carril bajada	125
Figura 36: Comparación tránsito total vs tránsito de camiones Volquete C3 y 8x4 en control de San Jerónimo.....	127



Figura 37: Comparación de tránsito de volquetes C3 vacíos/cargados vs tránsito de volquetes C3 sobrecargados en control de San Jerónimo	127
Figura 38: Comparación tránsito total vs tránsito de camiones Volquete C3 y 8x4 en Universidad Continental carril subida	129
Figura 39: Comparación de tránsito de volquetes C3 vacíos/cargados vs tránsito de volquetes C3 sobrecargados en Universidad Continental carril subida	129
Figura 40: Comparación de tránsito de volquetes 8x4 vacíos/cargados vs tránsito de volquetes 8x4 sobrecargados en Universidad Continental carril subida	130
Figura 41: Comparación tránsito total vs tránsito de camiones volquete C3 y 8x4 en Universidad Continental carril bajada	132
Figura 42: Comparación de tránsito de volquetes C3 vacíos/cargados vs tránsito de volquetes C3 sobrecargados en Universidad Continental carril bajada	132
Figura 43: Medidas de tolva de 15m3 semirroquera marca RMB Sateci dibujados en Autocad	133
Figura 44: Camión volquete C3 sobrecargado escalado en Autocad	134
Figura 45: Vista posterior de tolva de camión volquete C3 sobrecargado	134
Figura 46: Camión volquete 8x4 sobrecargado escalado en Autocad	136
Figura 47: Vista posterior de tolva de camión volquete 8x4 sobrecargado	136
Figura 48: Distribución de cargas según ficha técnica de fabricante de llantas en camión C3	141
Figura 49: Distribución de cargas según condiciones de trabajo real de llantas en camión C3.....	141
Figura 50: Distribución de cargas según ficha técnica de fabricante de llantas en camión 8x4	142
Figura 51: Distribución de cargas según condiciones de trabajo real de llantas en camión 8x4	143
Figura 52: Llanta reventada debido a un exceso de carga.....	143
Figura 53: Camión volquete C3 con sobrecarga en estación de conteo grifo Móbil carril subida	231
Figura 54: Camión volquete C3 con sobrecarga en estación de conteo grifo Móbil carril subida	232
Figura 55: Camión volquete C3 con sobrecarga en estación de conteo grifo Móbil carril subida	232
Figura 56: Camión volquete C3 con sobrecarga en estación de conteo grifo Móbil carril subida	233
Figura 57: Camión volquete C3 vacío en estación de conteo grifo Móbil carril bajada.....	233
Figura 58: Camión volquete C3 con carga moderada en estación de conteo grifo Móbil carril bajada	234
Figura 59: Camión volquete 8x4 vacío en estación de conteo grifo Móbil carril bajada	234
Figura 60: Camión volquete C3 vacío en estación de conteo grifo Móbil carril bajada.....	235
Figura 61: Camión volquete C3 con sobrecarga en estación de conteo control de San Jerónimo	235
Figura 62: Camión volquete C3 con sobrecarga en estación de conteo control de San Jerónimo	236
Figura 63: Camión volquete C3 con sobrecarga en estación de conteo control de San Jerónimo	236
Figura 64: Camión volquete C3 con sobrecarga en estación de conteo control de San Jerónimo	237
Figura 65: Camión volquete C3 con sobrecarga en estación de conteo Universidad Continental carril subida.....	237
Figura 66: Camión volquete 8x4 con sobrecarga en estación de conteo Universidad Continental carril subida.....	238
Figura 67: Camión volquete C3 con sobrecarga en estación de conteo Universidad Continental carril subida.....	238
Figura 68: Camión volquete C3 con sobrecarga en estación de conteo Universidad Continental carril subida.....	239
Figura 69: Camión volquete 8x4 con sobrecarga en estación de conteo Universidad Continental carril subida.....	239



Figura 70: Camión volquete C3 con sobrecarga en estación de conteo Universidad Continental carril subida.....	240
Figura 71: Camión volquete C3 con sobrecarga en estación de conteo Universidad Continental carril bajada.....	240
Figura 72: Camión volquete C3 con sobrecarga y con carga moderada en estación de conteo Universidad Continental carril bajada	241
Figura 73: Camión volquete C3 con sobrecarga en estación de conteo Universidad Continental carril bajada.....	241
Figura 74: Camión volquete 8x4 con sobrecarga en estación de conteo Universidad Continental carril bajada.....	242
Figura 75: Camión volquete C3 con sobrecarga en estación de conteo Universidad Continental carril bajada.....	242
Figura 76: Ahuellamiento de 10cm de profundidad en la estación Universidad Continental Carril Subida	243
Figura 77: Ahuellamiento de 1.5cm de profundidad en la estación Universidad Continental Carril Bajada	243
Figura 78: Unidades de muestra progresivas 0+000 a la 0+306 carriles subida y bajada	249
Figura 79: Unidades de muestra progresivas 0+383 a la 0+689 carriles subida y bajada	249
Figura 80: Unidades de muestra progresivas 0+804 a la 01+110 carriles subida y bajada	250
Figura 81: Unidades de muestra progresivas 01+187 a la 01+493 carriles subida y bajada	250
Figura 82: Unidades de muestra progresivas 01+608 a la 01+915 carriles subida y bajada	251
Figura 83: Unidades de muestra progresivas 01+991 a la 02+183 carriles subida y bajada	251
Figura 84: Unidades de muestra progresivas 02+200 a la 02+420	252
Figura 85: Unidades de muestra progresivas 02+483 a la 02+703	252
Figura 86: Unidades de muestra progresivas 02+766 a la 02+987	253
Figura 87: Unidades de muestra progresivas 03+050 a la 03+176	253
Figura 88: Unidades de muestra progresivas 03+180 a la 03+410	254
Figura 89: Unidades de muestra progresivas 03+594 a la 03+824	254
Figura 90: Unidades de muestra progresivas 04+008 a la 04+238	255
Figura 91: Unidades de muestra progresivas 04+422 a la 04+652	255
Figura 92: Unidades de muestra progresivas 04+836 a la 05+066	256
Figura 93: Unidades de muestra progresivas 05+250 a la 05+480	256
Figura 94: Unidades de muestra progresivas 05+664 a la 05+894	257
Figura 95: Unidades de muestra progresivas 05+986 a la 06+032	257



Capítulo I: Planteamiento del problema

1.1 Identificación del problema

1.1.1 Descripción del problema.

El transporte terrestre de carga, personas y mercancías es una actividad económica básica de necesidad y de utilidad pública y de preferente interés nacional (Ley N°29380 SUTRAN), sin embargo, a falta de un buen control y una correcta fiscalización del transporte de diversas cargas, es que nace el interés para desarrollar esta investigación en el área de Transportes y Vialidad, de la ingeniería civil.

Debido a la ausencia de un buen control y correcta fiscalización en el área de transporte de carga y mercancías en la ciudad del Cusco, los vehículos de categoría N3 (que son vehículos en su mayoría de carga) transitan libremente sin el menor control sobre las cargas y sobrecargas que transportan. En la mayoría de casos por ignorancia de los mismos transportistas y/o conductores; y en otros casos, por viveza y aprovechamiento a los parámetros del Reglamento Nacional de Vehículos (Título V: Pesos y Medidas Vehiculares).

Toda esa excesiva sobrecarga que se transporta libremente por las vías principales de acceso a la ciudad del Cusco, afecta primeramente al vehículo, acortando su tiempo de vida útil ya que según ficha técnica de fabricante no están diseñados para esos porcentajes de carga; luego, toda esa sobrecarga en movimiento se transmite hacia el pavimento a través de los neumáticos de dicho vehículo. A nivel de transporte de cargas, algo que no suele considerarse en nuestro medio es que también los neumáticos cuentan con fichas técnicas de sus respectivos fabricantes, donde indican las máximas cargas admisibles que puede soportar por neumático según configuración vehicular; y como el vehículo de transporte de carga lleva una sobrecarga considerable, los neumáticos del mismo vehículo tienden a estar en sus límites superiores e incluso superan esos límites de carga, lo cual se convierte en un riesgo inminente tanto para el transportista como para cualquier transeúnte que se encuentre por la zona de desplazamiento del vehículo, exponiéndolos a un posible accidente de tránsito. Y finalmente a través de los neumáticos del vehículo es que toda la carga transportada es transmitida hacia los pavimentos de nuestra red vial nacional, los cuales no han sido diseñados para soportar esa sobrecarga, lo que genera un deterioro prematuro de la carpeta de rodadura y se manifiestan como: ahuellamientos, baches, fisuras y demás fallas en el pavimento. En consecuencia, la presencia de estos deterioros genera



un bajo nivel de servicio de las vías y por ende baja la calidad de vida de los usuarios, reflejado términos de seguridad vial, tiempos de recorrido, y el estado propio de la vía.

Por otra parte, según el informe de flujo vehicular por estaciones de pesaje (INEI, 2023), se observa a nivel nacional que el parque automotor de vehículos pesados de carga (3 a 7 ejes) creció este año 2023 con respecto al anterior un 1.9%, directamente relacionado al incremento de la demanda del servicio de los sectores de la construcción, minería y comercio.

Adicionalmente la (Cámara de Comercio del Cusco, 2023) nos indica que el porcentaje de inmatriculaciones en el 2023 aumentó un 9% con respecto al mismo periodo del anterior año, este incremento fue las categorías de: motos, autos particulares y vehículos de transporte de mercancías, es decir en vehículos de carga de categorías N2 y N3.

Ésta cifra se ve reflejada en los resultados de los conteos vehiculares realizados en la presente investigación, siendo más de 4000 camiones (3 a 7 ejes) que entran semanalmente a la ciudad del Cusco por la zona sur (estación de conteo Universidad Andina), observando que el 36.38% de vehículos de configuración vehicular C3 entran con un peso bruto vehicular de 58 a 60 toneladas; y el 47.31% de los vehículos de configuración vehicular 8x4 entran con un peso bruto vehicular de 64 a 66 toneladas. Ambas cifras se encuentran muy por encima de los límites estipulados en el Reglamento Nacional de Vehículos (Capítulo V: Pesos y Medidas).

Adicionalmente se obtuvo un comunicado de la municipalidad provincial del Cusco realizado en marzo del 2022, expresando que iniciarían operativos de fiscalización para evitar la circulación de vehículos pesados en la ciudad señalando que “estas unidades que brindan el servicio de carga no solo ocasionan caos vehicular sino que constituyen un peligro latente para los peatones, sin considerar que deterioran las vías debido a que éstas no están diseñadas para soportar un excesivo peso” (Municipalidad Provincial del Cusco, 2022). Sin embargo, 1 año después de realizado el comunicado, aun no se llevan a cabo dichos operativos de fiscalización de vehículos pesados, es por ello que aún se ve una gran cantidad de vehículos pesados circulando libremente por las vías principales de la ciudad del Cusco (Av. De la Cultura y Av. 28 de Julio) generando congestión vehicular y ocasionando daños al pavimento.

1.1.1.1 Ubicación geográfica:

El presente trabajo de investigación se desarrolla en la ciudad del Cusco, en el distrito de San Jerónimo, ubicado en la Provincia y Departamento del Cusco. Distrito que se escogió por presentar una de las entradas principales al Cusco, sobre la cual transitan los vehículos pesados



que abastecen a la ciudad de diferentes tipos de cargas para su respectivo comercio y distribución.

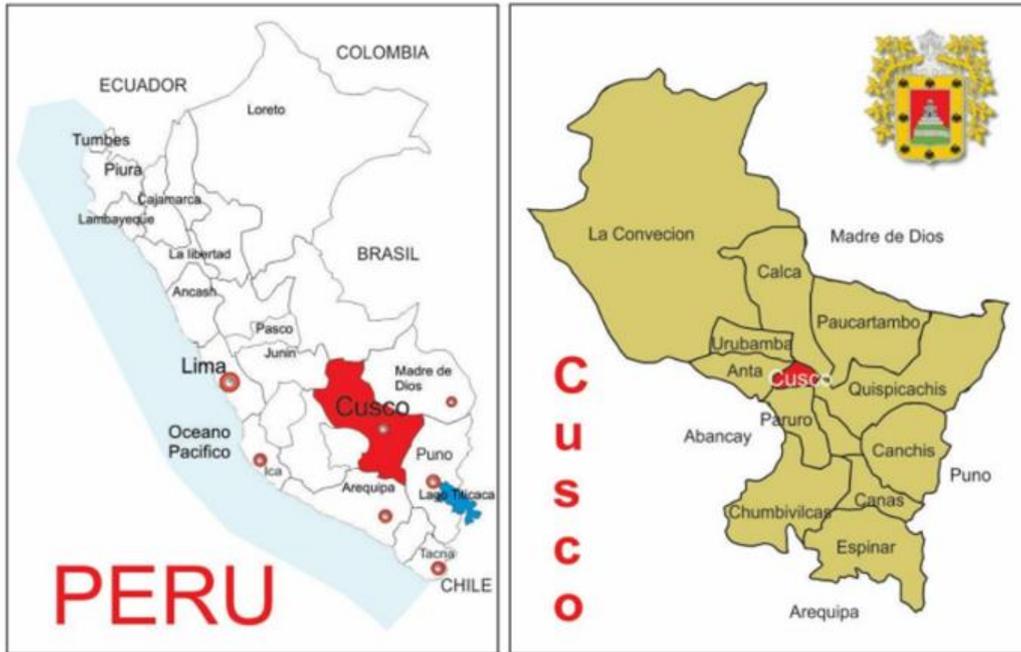


Figura 1: Mapa político del departamento del Cusco.

Fuente: (Plan Distrital de Seguridad Ciudadana del Cusco, 2018)



Figura 2: Mapa político de los distritos de la provincia del Cusco

Fuente: (Comité Provincial de Seguridad Ciudadana Cusco, 2019)

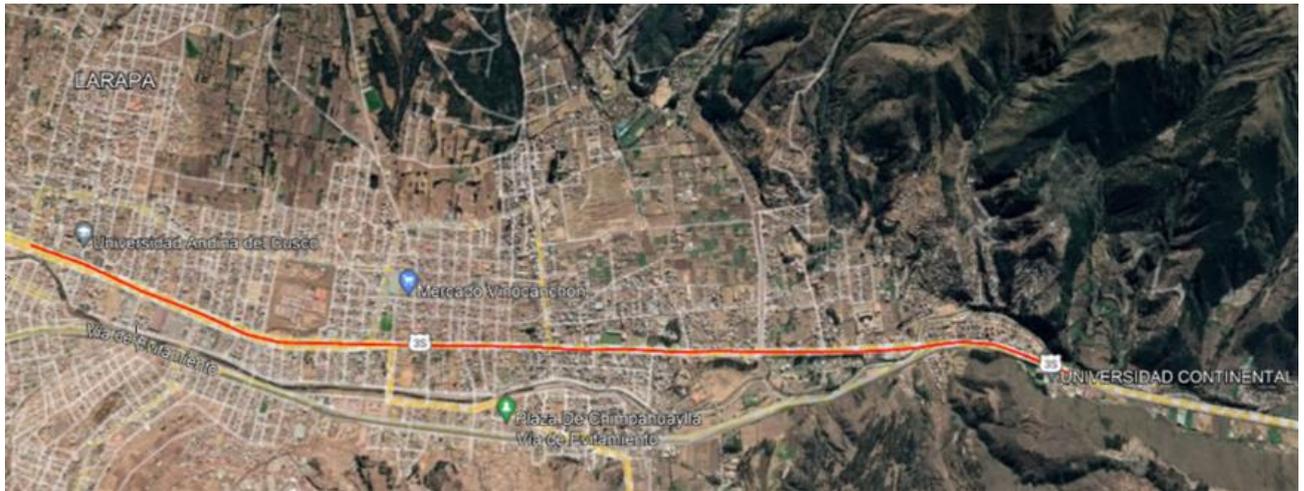


Figura 3: Tramo a evaluar comprendido entre el grifo Móbil - Universidad Continental

Fuente: Elaboración propia adaptado de Google Earth



1.1.2 Formulación interrogativa.

1.1.2.1 Formulación interrogativa del problema general.

¿Cuál es el estado superficial del pavimento mediante la Metodología del PCI y su relación con el Reglamento Nacional de Vehículos (Título V: Pesos y Medidas) en el tránsito de vehículos de categoría N3 de configuración vehicular C3 y 8x4 en el tramo grifo Móbil – Universidad Continental?

1.1.2.2 Formulación interrogativa de los problemas específicos

Problema específico 01:

¿Cómo afecta el peso específico de los materiales transportados en vehículos de categoría N3 de configuración vehicular C3 y 8x4 al pavimento del tramo grifo Móbil – Universidad Continental?

Problema específico 02:

¿De qué manera influye la capacidad de carga de volquetes C3 y 8x4 al estado superficial del pavimento del tramo grifo Móbil – Universidad Continental?

Problema específico 03:

¿Cómo influye la capacidad de carga de las llantas de los vehículos en estudio al estado del pavimento del tramo grifo Móbil – Universidad Continental?

Problema específico 04:

¿Cuál es el Índice de Condición del Pavimento del tramo grifo Móbil – Universidad Continental según las fallas que presenta el pavimento?

1.2 Justificación de la investigación

1.2.1. Justificación técnica.

A falta de información y conocimiento por parte de los conductores de vehículos de categorías N3, en su mayoría, éstos permiten que sus vehículos sean cargados de manera excesiva, generando deterioros los cuales acortan la vida útil de dichos vehículos de carga y esto a su vez los expone a sufrir de algún accidente de tránsito ya que la sobrecarga genera un comportamiento deficiente en la suspensión del vehículo, alarga la distancia de frenado, entre otras consecuencias negativas.

Es así que la presente investigación pretende evaluar el estado superficial del pavimento mediante la metodología del PCI y ver su relación con los parámetros del Reglamento de Pesos y Medidas, que hay hacia los vehículos de categorías N3 de configuración vehicular C3 y 8x4.



Es así que con los resultados del PCI se tendrá un nivel de afectación a la condición del pavimento, de esta manera se podrá identificar qué aspectos o parámetros del Capítulo V (Pesos y Medidas) no se cumple, así también poder contrastar qué nivel de incidencia tienen los vehículos de categoría N3 de configuración vehicular C3 y 8x4 cargados, versus los vehículos de la misma categoría vacíos, sobre el estado del pavimento.

1.2.2. Justificación social.

Luego de relacionar los resultados de la metodología del PCI con los parámetros que no se cumplen del Reglamento Nacional de Vehículos, se podrá inferir a la necesidad de un mejor control y fiscalización de vehículos de categorías N3, es así que la sobrecarga que transita libremente sin ningún tipo de control en algunos distritos dentro de la ciudad se mitigará y disminuirá, disminuyendo los daños y perjuicios en nuestras vías, en consecuencia se preservarán mejor nuestros pavimentos, se tendrá una mejor circulación del tráfico y en general una mejor calidad de vida.

1.2.3. Justificación por viabilidad.

La investigación es viable debido a la factibilidad de obtención de información necesaria, como reglamentos vehiculares y de tránsito, encuestas, aforos vehiculares, medición de deterioro en el pavimento y ubicación de vehículos de transporte de carga y demás.

1.2.4. Justificación por relevancia.

La importancia del estudio se da básicamente por el interés para conocer que tanto se cumplen las directivas expuestas en el título V: Pesos y Medidas del Reglamento Nacional de Vehículos y si es que el tránsito de vehículos con sobrecarga excesiva tiene una relación directa con las fallas del pavimento en el tramo señalado. Además, exponer a los conductores de carga pesada el porcentaje de sobrecarga que llevan en sus vehículos, y así poder concientizar sobre el transporte correcto y medido de carga, con el fin de cuidar, preservar y alargar la vida útil de los vehículos de carga, así como también de los pavimentos.

1.3 Limitaciones de la investigación

1.3.1 Limitación territorial:

La presente investigación se limita territorialmente en los distritos de San Jerónimo y Saylla de la provincia y departamento del Cusco. También se limita a desarrollar los análisis respectivos sobre la prolongación de la Avenida de la Cultura desde el grifo Móvil en San Jerónimo hasta la Universidad Continental.



Coordenadas geográficas:

- Grifo Móbil San Jerónimo
Latitud: 13°32'12"S
Longitud: 71°54'22"W
- Universidad Continental
Latitud: 13°33'22"S
Longitud: 71°51'21"W

Coordenadas UTM

- Grifo Móbil San Jerónimo
Este: 185402.94
Norte: 8501613.28
- Universidad Continental
Este: 190901.14
Norte: 8499576.75

1.3.2 Limitación de normativa:

Se limita al uso del decreto supremo DS N°058-2003-MTC Reglamento Nacional de Vehículos, al título V: Pesos y Medidas Vehiculares, al artículo N°37 Pesos Máximos Permitidos.

Se limita al uso de la normativa ASTM D6433 para la determinación del PCI.

1.3.3 Limitaciones de información:

- Se limita al estudio de vehículos camiones tipo volquete de categorías N3 de configuración vehicular C3 y 8x4, vacíos y cargados que circulan en el tramo anteriormente señalado.
- Se limita a la evaluación superficial del pavimento flexible mediante la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI).



1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general.

Determinar el estado superficial del pavimento mediante la metodología del PCI y su relación con el Reglamento Nacional de Vehículos (Título V: Pesos y Medidas) en el tránsito de vehículos de categoría N3 de configuración C3 y 8X4 en el tramo grifo Móbil – Universidad Continental.

1.4.2. Objetivos específicos.

Objetivo específico 01:

Determinar el nivel de incidencia del peso específico de los materiales transportados en vehículos de categoría N3 de configuración C3 y 8x4 al pavimento del tramo grifo Móbil – Universidad Continental.

Objetivo específico 02:

Analizar cómo influye la capacidad de carga de volquetes C3 y 8x4 al estado superficial del pavimento del tramo grifo Móbil – Universidad Continental.

Objetivo específico 03:

Identificar la influencia de la capacidad de carga de las llantas de los vehículos en estudio al estado superficial del pavimento del tramo grifo Móbil – Universidad Continental.

Objetivo específico 04:

Determinar el índice de Condición del Pavimento del tramo grifo Móbil – Universidad Continental.



Capítulo II: Marco teórico de la tesis

2.1 Antecedentes de la tesis

2.1.1 Antecedentes a nivel nacional.

- Título: Impacto del control de pesos por eje de vehículos pesados sobre la estructura de los pavimentos

Autores: Danny Steve Martinez Rodriguez

Procedencia: Universidad Ricardo Palma

Objetivo:

“Evaluar el impacto real de la sobrecarga por eje de vehículos pesados sobre la estructura del pavimento en Perú y el control que sirva para tomar medidas correctivas que ayuden a preservar nuestras carreteras”

Aporte: La tesis en mención hace un estudio del impacto de la sobrecarga de vehículos pesados sobre el pavimento a través de cálculos de IMD, ESAL, cálculos de factor camión, en relación con las estaciones de pesaje en el país. Es así que llega a la conclusión que es más importante el control de cargas por eje que por peso bruto.

- Título: “Determinación del estado actual del pavimento mediante la medición del Índice de Condición del Pavimento (PCI) y el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) en la vía principal Izcuchaca – Huarcocondo” – 2019 (Aranibar Centeno & Saavedra Blanco, 2019).

Autores: Mary Cielo Aranibar Centeno y Kiara Chaska Saavedra Blanco.

Procedencia: Universidad Andina del Cusco. Cusco - Perú 2019

Resumen:

“Tiene por objetivo determinar el estado actual del pavimento flexible de la vía Izcuchaca – Huarcocondo, aplicando los métodos de Índice de Condición de Pavimento (PCI) y el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), llevando a cabo diagnósticos visuales de las fallas para las unidades de muestreo basado en la norma ASTM D6433, así como también midiendo la



regularidad superficial de la vía utilizando el rugosímetro de Merlín, realizando ensayos basado en la norma ASTM E867”

Aporte: La tesis mencionada evalúa la condición del pavimento mediante 02 metodologías (PCI e IRI), es así que la vía en estudio tiene un PCI de 19.5 es decir “muy malo”, y un IRI de 4.90 m/km y 4.48 m/km para el carril derecho e izquierdo respectivamente, lo cual muestra que ambos carriles del pavimento se encuentran en la calificación de “malo”. Con los resultados obtenidos por ambas metodologías, se concluyó que la intervención a realizar es de “reconstrucción”.

2.1.2 Antecedentes a nivel internacional.

- Título: Análisis y procedimiento para un estudio de cargas por eje

Autor: Primitivo Condarco A.

Procedencia: UMSA – ITVC Universidad Mayor de San Andrés - Instituto del Transporte y Vías de Comunicación, Bolivia, 2016.

Resumen:

“Este documento presenta un procedimiento de análisis de la información de cargas por eje para la determinación de los factores de carga (factor equivalente de carga – LEF- y factor camión – TF) de acuerdo al espectro de cargas por eje, factores utilizados en el diseño del paquete estructural de una carretera.”

Aporte: La investigación mencionada toma como referencia el Reglamento de Pesos y Dimensiones para vehículos que transporten carga o pasajeros que circulan en el territorio Boliviano, es así que se hace el cálculo de cargas por eje de vehículo de carga y posteriormente se relaciona al daño causado a los pavimentos debido a la carga que descarga cada eje sobre el pavimento.

2.2 Aspectos teóricos pertinentes:

2.2.1 Pavimentos:

(Giordani & Leone, 2013) indican lo siguiente:

Los pavimentos constituyen estructuras de las vías de comunicación terrestre, formada por una o más capas de materiales, colocados sobre un terreno acondicionado, que tiene como función el permitir el tránsito de vehículos con comodidad, seguridad, con un costo óptimo de operación, sobre una superficie uniforme e impermeable, con color y textura adecuados.

Adicionalmente según (Morales & Chávez, 2009)

Los pavimentos tienen propiedades mecánicas y espesores que han sido especificados y dimensionados de manera que las cargas aplicadas por el tráfico sean reducidas y transmitidas a la subrasante. Además, la estructura debe ser capaz de soportar las condiciones ambientales circundantes.

2.2.1.1 Pavimentos rígidos:

(Giordani & Leone, 2013) explican lo siguiente:

Los pavimentos rígidos se integran por una capa (losa) de concreto de cemento portland que se apoya en una capa de base, constituida por grava; esta capa descansa en una capa de suelo compactado, llamada subrasante.

La resistencia estructural depende principalmente de la losa de concreto.



Figura 4: Corte transversal de un pavimento rígido

Fuente: (Giordani & Leone, 2013)

2.2.1.2 Pavimentos flexibles:

(Morales & Chávez, 2009) dice lo siguiente:

Los pavimentos flexibles distribuyen los esfuerzos aplicados en áreas pequeñas debido a su menor rigidez, por lo que tienden a deformarse y a recuperar su condición una vez que la carga es retirada. Este tipo de pavimentos están compuestos por una capa de rodamiento bituminosa, apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la sub-base.

Existen diferentes tipos de asfaltos y por consiguiente, existen varias formas de construir una capa de rodamiento bituminosa. Los más comunes son los siguientes:

- Tratamientos asfálticos superficiales
- Mezcla asfáltica en frío
- Mezcla asfáltica en caliente

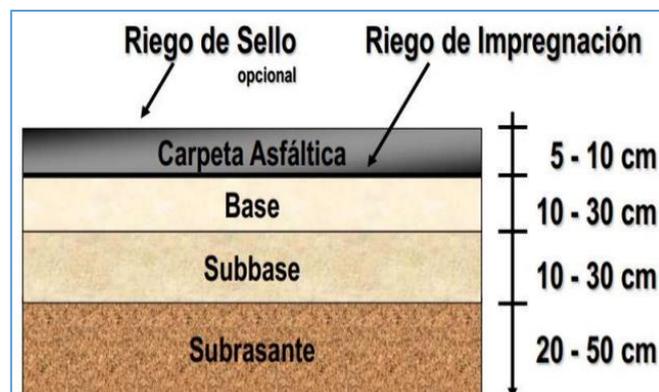


Figura 5: Corte transversal de un pavimento flexible

Fuente: (Giordani & Leone, 2013)

2.2.2 Carpeta de rodadura:

Esta superficie transmite las cargas inducidas por el tráfico hacia la capa de base en la que se apoya, además que provee una superficie adecuada para el rodamiento del tráfico. También debe poseer la menor permeabilidad posible, con el fin de que el agua superficial drene en su mayor parte sobre ésta, reduciendo la cantidad de agua que llegue a la base. En general, la carpeta de rodamiento de mayor calidad se construye con mezcla asfáltica producida y colocada en caliente. (Morales & Chávez, 2009)



2.2.3 Metodología del PCI:

Según la normativa ASTM D 6433 – 07

La metodología del PCI fue desarrollada entre los años 1974 y 1976 a cargo del Centro de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos, con la finalidad de obtener un sistema de administración del mantenimiento de pavimentos rígidos y flexibles. En un principio fue desarrollado para aplicarse en pavimentos de aeropuertos y posteriormente su rango de aplicación llegó a las autopistas, carreteras y estacionamientos. Como metodología de análisis y aplicación, es conocida como “Procedimiento Estándar para la Inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos”. (American Society for Testing and Materials D6433, 2007)

Índice de Condición del Pavimento:

(American Society for Testing and Materials D6433, 2007) indica lo siguiente:

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0) para un pavimento en mal estado o fallado, hasta cien (100) para un pavimento en óptimas condiciones y perfecto estado. En la tabla N°01 se muestran los rangos del PCI con su correspondiente descripción cualitativa de condición del pavimento.

Tabla 1: Rangos de calificación del PCI

PCI	Clasificación
100 -- 85	Excelente
85 -- 70	Muy bueno
70 -- 55	Bueno
55 -- 40	Regular
40 -- 25	Malo
25 --10	Muy malo
10 -- 0	Fallado

Fuente: (American Society for Testing and Materials D6433, 2007)

Para el PCI, las fallas del pavimento se catalogan en función a su tipo, severidad y cantidad extensión de las mismas. “El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños resultado del inventario, ofrece una percepción sobre las causas de los daños y su relación con las cargas que soportan los pavimentos o el clima en el que se encuentran” (Vásquez Varela, 2002).



Procedimiento de evaluación:

“La primera etapa consta del trabajo de campo en el cual se identifican los daños en el pavimento considerando la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para su respectiva evaluación.” (Vásquez Varela, 2002). Considerar lo siguiente:

Tabla 2: Consideraciones de fallas en pavimentos según PCI

Clase	Severidad	Extensión
Relacionada con el tipo de falla presente en la superficie del pavimento, la metodología PCI cataloga 19 tipos de fallas.	Representa el grado de la falla, mientras más severo sea el daño, su medida de corrección será más importante.	Viene a ser el área o longitud medida de cada falla en el pavimento

Fuente: (American Society for Testing and Materials D6433, 2007)

- **Unidades de muestreo:**

Las unidades de muestreo son subdivisiones de una sección de pavimento que tiene un tamaño estándar, para pavimentos flexibles varía entre 225m² +/- 90 m². En la tabla 3 se presentan las relaciones longitud – ancho de calzada pavimentada.

Tabla 3: Longitudes de unidades de muestreo

Ancho de Calzada (m)	Longitud de la Unidad de Muestreo (m)
5.00	46.00
5.50	41.80
6.00	38.30
6.50	35.40
7.30 (maximo)	31.50

Fuente: (Vásquez Varela, 2002)

- **Determinación de las unidades de muestreo:**

(Vásquez Varela, 2002) indica lo siguiente :

En la Evaluación de una Red Vial puede tenerse un número muy grande de unidades de muestreo cuya inspección demandará tiempo y recursos considerables; por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo.



En la evaluación de un proyecto se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la ecuación N°1, la cual produce un estimado del PCI +/- 5 del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

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

Ecuación 1: Número mínimo de unidades de muestreo

“Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e: Error admisible en el estimado del PCI de la sección (e = 5%)

s: Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (s) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25) y de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de 35). Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco (n < 5), todas las unidades deberán evaluarse” (Vásquez Varela, 2002).

- **Selección de las unidades de muestreo para inspección:**

(Vásquez Varela, 2002) indica lo siguiente:

a) El intervalo de muestreo (i) se expresa mediante la ecuación N°2:

$$i = \frac{N}{n}$$

Ecuación 2: Intervalo de muestreo

“Donde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior



b) La primera unidad de muestra a ser inspeccionada es elegida al azar entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo i . Es así que las siguientes unidades de muestreo irán a razón de i . Sin embargo, si se requieren cantidades de análisis exactas (rehabilitación), todas y cada una de las unidades de muestreo deberán ser inspeccionadas” (Vásquez Varela, 2002).

- **Evaluación de la condición:**

Se inspecciona el pavimento para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños o fallas, y se registra la información en el formato correspondiente para cada unidad de muestra según el manual de daños.

Tabla 4: Ficha de registro de fallas según metodología PCI

METODO PCI		ESQUEMA					
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							
HOJA DE REGISTRO							
Nombre de la vía: _____	Sección: _____	Unidad de muestra: _____					
Ejecutor: _____	Fecha: _____	Área: _____					
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabolica o por deslizamiento				
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento				
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados				
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berna	14. Ahuellamiento					
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO

Fuente: (Vásquez Varela, 2002)

- **Cálculo del PCI de las unidades de muestreo:**

“Una vez culminada la recolección y evaluación de datos en campo, la información sobre los daños se utiliza para calcular el PCI. Dicho cálculo puede ser manual o en computadora y se basa en los “valores deducidos” de cada daño de acuerdo con la cantidad y severidad anteriormente determinadas.

En el manual del PCI de (Vásquez Varela, 2002), indica lo siguiente:

Etapas 1: Cálculo de los valores deducidos:



1.a. Totalizamos cada tipo y nivel de severidad de falla y registramos en las columnas de dicho formato. La falla puede medirse en longitud, área o por número según su tipo.

1.b. Se divide la cantidad de cada clase de falla, en cada nivel de severidad, entre el área total de la unidad de muestreo y el resultado se expresa en porcentaje. Esta viene a ser la Densidad de la falla, con su nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio” (Vásquez Varela, 2002).

$$\text{Densidad \%} = \frac{\text{cantidad de cada tipo de falla}}{\text{área total de unidad de muestreo}} \times 100$$

Ecuación 3: Densidad de falla en %

1.c. Se determina el valor deducido para cada tipo de falla y su nivel de severidad mediante las curvas presentadas en el Anexo 1.

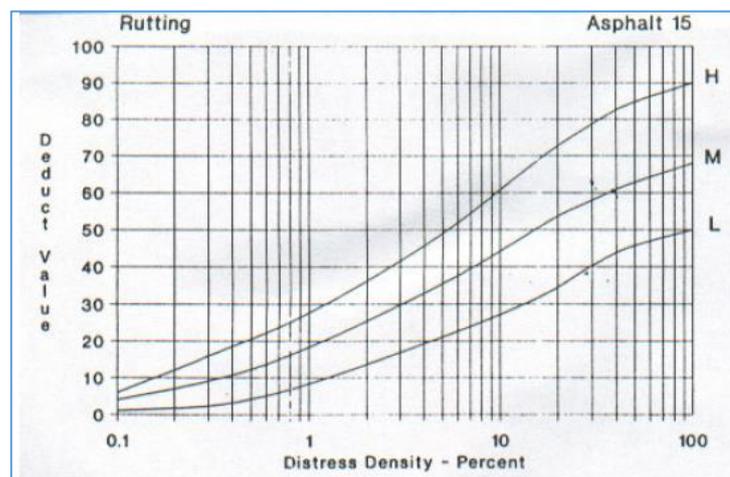


Figura 6: Curva de valor deducido ahuellamiento, Metodología PCI

Fuente: (American Society for Testing and Materials D6433, 2007)

Etapla 2: Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m):

2.a. Si ninguno o tan solo uno de los valores deducidos es mayor que 2, se utiliza el valor deducido total en lugar del mayor valor deducido corregido (CDV), obtenido en la **Etapla 4**. De no ser el caso, se continúan con los pasos **2.b.** y **2.c.**

2.b. Se listan los valores deducidos individuales de mayor a menor.



2.c. Se determina el número máximo admisible de valores deducidos (m), utilizando la siguiente ecuación:

$$m = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

Ecuación 4: Número máximo admisible de valores deducidos

Donde:

m_i : Número máximo admisible de valores deducidos, incluyendo fracción para la unidad de muestreo i

HDV_i : Mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i .

2.d. El número de valores individuales deducidos se reduce a “ m ”, incluso la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que “ m ”, se utilizan todos los que se tengan.

Etapla 3: Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV)

3.a. Se determina el número de valores deducidos “ q ” mayores que 2.0

3.b. Se determina el “valor deducido total” sumando todos los valores deducidos individuales.

3.c. Se determina el máximo valor deducido corregido (CDV) con “ q ” y el “valor deducido total” en la siguiente curva de corrección.

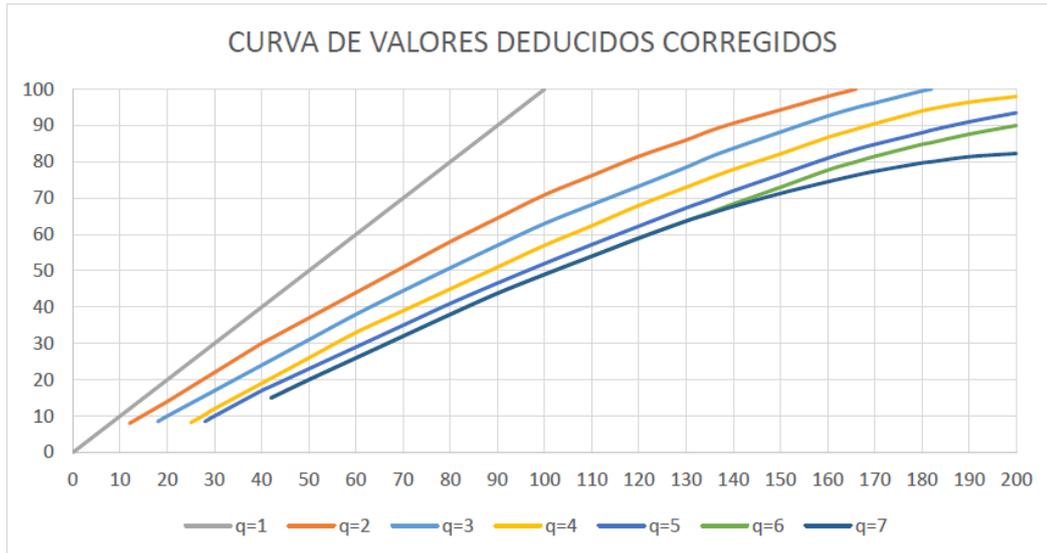


Figura 7: Curva de valores deducidos corregidos

Fuente: (Vilca Callata & Cuba Asillo, 2019) de (Vásquez Varela, 2002)

3.d. Se reduce a 2.0 el menor de los “valores deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas **3.a** a **3.c** hasta que “q” sea igual a 1.

3.e. El máximo valor deducido corregido (CDV) es el máximo de los CDV obtenidos en este proceso. (Vásquez Varela, 2002)

Etapla 4: Cálculo del PCI

4.a. Se determina el PCI de la unidad restando de 100 el máximo CDV obtenido en la

Etapla 3.

$$\text{PCI} = 100 - \text{Max CDV}$$

Ecuación 5: Cálculo del PCI

2.2.4 Fallas en los pavimentos según PCI:

A continuación, se describen las 19 fallas consideradas por la Metodología del PCI para pavimentos flexibles según (Vásquez Varela, 2002), (Manual de Inspección Visual de Pav. Flexibles, 2006) y (American Society for Testing and Materials D6433, 2007).

2.2.4.1 Piel de cocodrilo:

Tabla 5: falla piel de cocodrilo

Tipo de Falla		1.Piel de Cocodrilo
Descripción		"Las grietas de fatiga o piel de cocodrilo son grietas interconectadas cuyo motivo es la falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo acción repetida de cargas de tránsito. Únicamente ocurre en áreas sujetas a cargas repetidas de tránsito tales como el área de las huellas de las llantas. Por lo tanto, no podría producirse sobre la totalidad de un área de pavimento, a menos que esté sujeta a cargas de tránsito en su totalidad. Un patrón de grietas producido sobre un área no sujeta a cargas de tránsito se denomina grietas en bloque. La piel de cocodrilo se considera un daño estructural importante y usualmente se presenta acompañado por ahuellamientos" (Vásquez Varela, 2002).
Niveles de Severidad	L (Low:Bajo)	Grietas finas capilares y longitudinales, las grietas no están descascaradas y no presentan rotura del material a lo largo de los lados de la grieta.
	M (Medium:Medio)	Patrón o red de grietas que presentan ligeramente descascaramiento.
	H (High: Alto)	Patrón o red de grietas que las piezas o pedazos están bien definidos y descascarados en los bordes. Algunos pedazos pueden moverse bajo el tránsito.
Medida		Se miden en pies cuadrados o metros cuadrados. Si dos o tres niveles de severidad coexisten en una misma área deteriorada, estas porciones deben medirse y registrarse separadamente. De lo contrario toda el área deberá ser calificada con el mayor nivel de severidad.
Opciones de Reparación	L	No se hace nada, sello superficial. Sobre carpeta
	M	Parqueo parcial o en toda la profundida. Reconstrucción sobre carpeta.
	H	Parqueo en toda la profundidad. Reconstrucción sobre carpeta.
Imagen Referencial		

Fuente: Adaptación (Vásquez Varela, 2002)

2.2.4.2 Exudación:

Tabla 6: Falla exudación

Tipo de Falla		2.Exudación
Descripción		"La exudación es una película de material bituminoso en la superficie del pavimento la cual forma una superficie brillante, cristalina y reflectora que usualmente llega a ser pegajosa. La exudación es originada por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de aplicación de un sellante asfáltico o un bajo contenido de vacíos de aire. Ocurre cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla en medio de altas temperaturas ambientales y entonces se expande en la superficie del pavimento. Debido a que el proceso de exudación no es reversible en temporada de frío, el asfalto se acumulará en la superficie" (Vásquez Varela, 2002).
Niveles de Severidad	L (Low:Bajo)	La exudación ha ocurrido solamente en un grado muy ligero y es detectable durante unos pocos días del año. El asfalto no se pega a los zapatos ni a los neumáticos de los vehículos.
	M (Medium:Medio)	La exudación ha ocurrido hasta un punto en el cual se pega a los zapatos y neumáticos de los vehículos unicamente durante unas pocas semanas del año.
	H (High:Alto)	La exudación ha ocurrido de forma extensa y gran cantidad de asfalto se pega a los zapatos y neumáticos de los vehículos al menos durante varias semanas al año.
Medida		Se mide en pies cuadrados o metros cuadrados de área afectada. Si se contabiliza la exudación no deberá contabilizarse el pulimiento de agregados.
Opciones de Reparación	L	No se hace nada.
	M	Se aplica arena / agregados y cilindrado.
	H	Se aplica arena / agregados y cilindrado (precalentado si fuera necesario).
Imagen Referencial		

Fuente: Adaptación (Vásquez Varela, 2002)

2.2.4.3 Fisuras o Agrietamientos en Bloque:

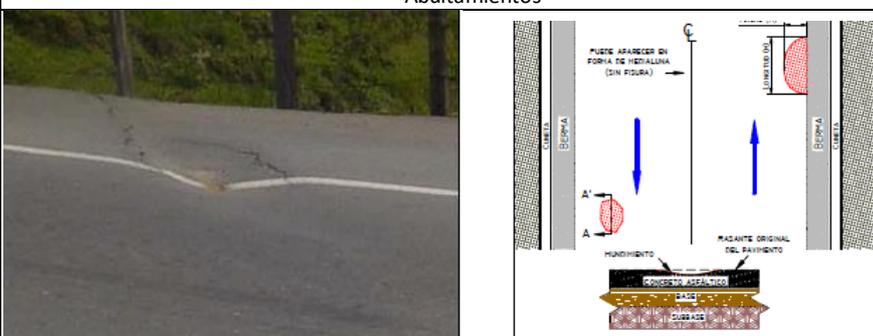
Tabla 7: Falla fisuras o agrietamientos en bloque

Tipo de Falla		3. Fisuras o Agrietamientos en Bloque
Descripción		"Las grietas en bloque son grietas interconectadas que dividen el pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares. Se originan principalmente por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diarios. No están asociadas a cargas e indican que el asfalto se ha endurecido significativamente. Normalmente ocurre sobre una gran porción del pavimento, pero otras veces aparece únicamente en áreas sin tránsito. Este tipo de daño difiere de la piel de cocodrilo en que éste último forma pedazos más pequeños de muchos lados y con muchos ángulos" (Vásquez Varela, 2002).
Niveles de Severidad	L (Low: Bajo)	Bloques definidos por grietas de baja severidad, como se define para grietas longitudinales y transversales
	M (Medium: Medio)	Bloques definidos por grietas de severidad media.
	H (High: Alto)	Bloques definidos por grietas de alta severidad.
Medida		Se mide en pies cuadrados o metros cuadrados de área afectada. Generalmente se presenta un solo nivel de severidad en una sección de pavimento, sin embargo cualquier área de la sección de pavimento que tenga diferente nivel de severidad deberá medirse y anotarse por separado.
Opciones de Reparación	L	Sellado de grietas con ancho mayor a 3.0 mm. Riego de sello.
	M	Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.
	H	Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.
Imagen Referencial		

Fuente: Adaptación (Vásquez Varela, 2002)

2.2.4.4 Abultamientos y hundimientos:

Tabla 8: Falla abultamientos y hundimientos

Tipo de Falla		4. Abultamientos y Hundimientos
Descripción		"Los abultamientos son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento. Se diferencian de los desplazamientos, pues éstos últimos son causados por pavimentos inestables. Los abultamientos son causados por la expansión de las capas de concreto asfáltico colocado sobre placas de concreto rígido, el cual se deforma al existir presiones bajo la capa de asfalto. Por otra parte, los hundimientos son desplazamientos hacia abajo de la superficie del pavimento. Causados por asentamientos de la subrasante, deficiencia de compactación de las capas inferiores del pavimento, deficiencias de drenaje" (Vásquez Varela, 2002).
Niveles de Severidad	L (Low:Bajo)	Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de baja severidad.
	M (Medium:Medio)	Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad media.
	H (High:Alto)	Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad alta.
Medida		Se miden en pies lineales o metros lineales. Si aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tránsito y están espaciadas a menos de 3.0 m, el daño se llama "corrugación". Si el abultamiento ocurre en una combinación con una grieta, ésta también se registra.
Opciones de Reparación	L	No se hace nada.
	M	Reciclado en frío. Parcheo profundo o parcial.
	H	Reciclado (fresado) en frío. Parcheo profundo o parcial. Sobre carpeta.
Imagen Referencial	 <p>Abultamientos</p>	
	 <p>Hundimientos</p>	

Fuente: Adaptación (Vásquez Varela, 2002)

2.2.4.5 Corrugación:

Tabla 9: Falla corrugación

Tipo de Falla		5. Corrugación
Descripción		"También llamado ondulación, es una deformación plástica de la capa asfáltica, debido generalmente a una pérdida de estabilidad de la mezcla en climas cálidos por mala dosificación del asfalto, uso de ligantes blandos o agregados redondeados. Muchos de los casos suelen presentarse en las zonas de frenado o aceleración de vehículos. Generalmente perpendiculares a la dirección del tránsito. Este tipo de daño es usualmente causado por la acción del tránsito combinada con una carpeta o una base inestables" (Vásquez Varela, 2002).
Niveles de Severidad	L (Low:Bajo)	Corrugaciones producen una calidad de tránsito de baja severidad.
	M (Medium:Medio)	Corrugaciones producen una calidad de tránsito de mediana severidad.
	H (High: Alto)	Corrugaciones producen una calidad de tránsito de alta severidad.
Medida		Se mide en pies cuadrados o metros cuadrados de área afectada.
Opciones de Reparación	L	No se hace nada.
	M	Reconstrucción.
	H	Reconstrucción.
Imagen Referencial		<p>The image shows a photograph of a road surface with visible corrugation (wavy patterns) and a technical cross-section diagram labeled 'A' - A'. The diagram illustrates the pavement structure: 'CONCRETO ASFALTICO' (Asphalt Concrete) on top, 'BASE' (Base) in the middle, and 'SUBBASE' (Subbase) at the bottom. It also shows 'BERMA' (Shoulder) on both sides. A red shaded area in the diagram indicates the 'ONDULACIONES' (Corrugations) in the asphalt concrete layer. Labels include 'Ancho (m)' (Width), 'Longitud (m)' (Length), 'RASANTE ORIGINAL DEL PAVIMENTO' (Original Pavement Grade), and 'C' (Centerline). Arrows indicate the direction of traffic flow.</p>

Fuente: Adaptación (Vásquez Varela, 2002)

2.2.4.6 Depresión:

Tabla 10: Falla depresión

Tipo de Falla		6. Depresión
Descripción		"Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor. En múltiples ocasiones las depresiones suaves son visibles después de la lluvia, cuando el agua almacenada forma pequeñas pozas. En el pavimento seco las depresiones pueden ubicarse gracias a las manchas causadas por el agua almacenada. Las depresiones son causadas por el asentamiento de la subrasante o mal proceso constructivo. Los hundimientos a diferencia de las depresiones, son las caídas bruscas del nivel" (Vásquez Varela, 2002).
Niveles de Severidad	L (Low: Bajo)	Profundidad de la depresión entre 13.0 a 25.0 mm
	M (Medium: Medio)	Profundidad de la depresión entre 25.0 a 51.0 mm
	H (High: Alto)	Profundidad de la depresión mayor a 51.0 mm
Medida		Se mide en pies cuadrados o metros cuadrados del área afectada.
Opciones de Reparación	L	No se hace nada.
	M	Parqueo superficial, parcial o profundo.
	H	Parqueo superficial, parcial o profundo.
Imagen Referencial		

Fuente: Adaptación (Vásquez Varela, 2002)

2.2.4.7 Grieta de borde:

Tabla 11: Falla grieta de borde

Tipo de Falla		7. Grieta de Borde
Descripción		"Las grietas o fisuras de borde son paralelas al tránsito y generalmente están a una distancia entre 0.30 y 0.60 m del borde exterior del pavimento. La causa principal de este daño es la falta de confinamiento lateral de la estructura debido a la carencia de bordillos, anchos de berma insuficientes o sobrecarpetas que llegan hasta el borde del carril y quedan en desnivel con la berma, en estos casos la fisura es generada cuando el tránsito circula muy cerca del borde. El área entre la grieta y el borde del pavimento se clasifica de acuerdo con la forma como se agrieta (a veces tanto que los pedazos pueden removerse)" (Vásquez Varela, 2002).
Niveles de Severidad	L (Low:Bajo)	Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento.
	M (Medium:Medio)	Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento.
	H (High:Alto)	Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde.
Medida		La grieta de borde se mide en pies lineales o metros lineales.
Opciones de Reparación	L	No se hace nada. Sellado de grietas con ancho mayor a 3 mm.
	M	Sellado de grietas. Parcheo parcial - profundo.
	H	Parcheo parcial - profundo.
Imagen Referencial		

Fuente: Adaptación (Vásquez Varela, 2002)

2.2.4.8 Grieta de reflexión de junta:

Tabla 12: Falla grieta de reflexión de junta

Tipo de Falla		8. Grieta de Reflexión de Junta
Descripción		"Este daño ocurre solamente en pavimentos con superficie asfáltica construídos sobre una losa de concreto de cemento portland. No incluye las grietas de reflexión de otros tipos de base. Estas grietas son causadas por los movimientos de las juntas entre las placas de concreto rígido o de los bloques formados por las grietas existentes en éste, debido a los cambios de temperatura y humedad. Este daño no está relacionado con las cargas, sin embargo las cargas de tránsito pueden causar la rotura del concreto asfáltico cerca de la grieta" (Vásquez Varela, 2002).
Niveles de Severidad	L (Low:Bajo)	1.- Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm o 2.- Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).
	M (Medium:Medio)	1) Grieta sin relleno con ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm, 2) Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio, 3) Grieta rellena de cualquier ancho rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.
	H (High:Alto)	1) Cualquier grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad, 2) Grietas sin relleno de más de 76.0 mm, 3) Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.
Medida		La grieta de reflexión de junta se mide en pies lineales o metros lineales. La longitud y nivel de severidad de cada grieta debe registrarse por separado.
Opciones de Reparación	L	Sellado para anchos superiores a 3.00 mm.
	M	Sellado de grietas. Parcheo de profundidad parcial.
	H	Parcheo de profundidad parcial. Reconstrucción de la junta.
Imagen Referencial		

Fuente: Adaptación (Vásquez Varela, 2002)

2.2.4.9 Desnivel carril / berma:

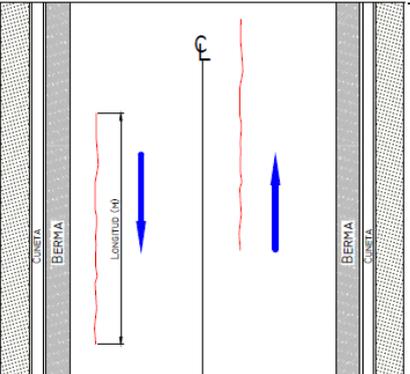
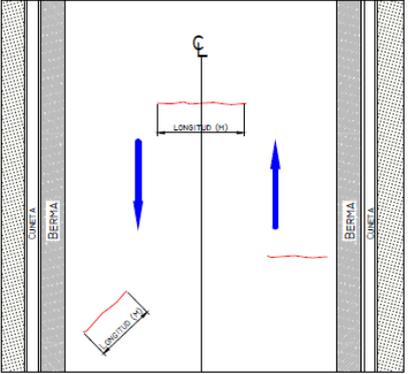
Tabla 13: Falla desnivel carril / berma

Tipo de Falla		9. Desnivel Carril / Berma
Descripción		"El desnivel carril / berma es una diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma. Este daño se debe a la erosión de la berma, el asentamiento de la berma o la colocación de sobrecarpetas en la calzada sin ajustar el nivel de la berma" (Vásquez Varela, 2002).
Niveles de Severidad	L (Low:Bajo)	La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma está entre 25.0 y 51.0 mm.
	M (Medium:Medio)	La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma está entre 51.0 y 102.0 mm.
	H (High:Alto)	La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma es mayor que 102.0 mm.
Medida		El desnivel carril / berma se miden en pies lineales o metros lineales.
Opciones de Reparación	L	Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.
	M	Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.
	H	Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.
Imagen Referencial		

Fuente: Adaptación (Vásquez Varela, 2002)

2.2.4.10 Grietas longitudinales y transversales:

Tabla 14: Falla grietas longitudinales y transversales

Tipo de Falla		10. Grietas Longitudinales y Transversales
Descripción		"Corresponden a discontinuidades en la carpeta asfáltica, en la misma dirección del tránsito o transversales a él. Son indicio de la existencia de esfuerzos de tensión en alguna de las capas de la estructura, los cuales han superado la resistencia del material afectado. Las causas más comunes para ambos tipos de fisuras son: rigidización de la mezcla asfáltica por pérdida de flexibilidad, envejecimiento del asfalto, gradientes térmicos superiores a 30 °C, reflexión de grietas de las capas inferiores generadas en materiales estabilizados, riego de liga insuficiente o ausencia total" (Vásquez Varela, 2002).
Niveles de Severidad	L (Low: Bajo)	1) Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm, 2) Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).
	M (Medium: Medio)	1) Grieta sin relleno de ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm, 2) Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm, rodeada de grietas aleatorias pequeñas, 3) Grieta rellena de cualquier ancho, rodeada de grietas aleatorias pequeñas.
	H (High: Alto)	1) Cualquier grieta rellena o no, rodeada de grietas aleatorias pequeñas de severidad media o alta, 2) Grieta sin relleno de más de 76.0 mm de ancho, 3) Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.
Medida		"Las grietas longitudinales y transversales se miden en pies lineales o metros lineales. La longitud y severidad de cada grieta debe registrarse después de su indentificación. Si la grieta no tiene el mismo nivel de severidad a lo largo de toda su longitud, cada porción de la grieta con un nivel de severidad diferente debe registrarse por separado" (Vásquez Varela, 2002).
Opciones de Reparación	L	Mo se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.
	M	Sellado de grietas.
	H	Sellado de grietas. Parcheo parcial.
Imagen Referencial		
		
	<p style="text-align: center;">Grieta Longitudinal</p>	
Imagen Referencial		
		
	<p style="text-align: center;">Grieta Transversal</p>	

Fuente: Adaptación (Vásquez Varela, 2002)

2.2.4.11 Parcheo:

Tabla 15: Falla parcheo

Tipo de Falla		11. Parcheo
Descripción		"Los parches corresponden a áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente, ya sea para reparar la estructura o para permitir la instalación o reparación de alguna red de servicios (acueducto, gas, etc). Un parche se considera un defecto, no importa que tan bien se comporte el área parchada, no se comporta tan bien como la sección de pavimento original. Considerar que cuando la intervención realizada comprendió el reemplazo del espesor parcial o total del asfalto, ésta se considera como "parcheo". Sin embargo, cuando la intervención realizada comprendió el reemplazo parcial o total de granulares, ésta se conoce como bacheo" (Vásquez Varela, 2002).
Niveles de Severidad	L (Low: Bajo)	El parche está en buena condición y es satisfactorio. La calidad del tránsito se califica como de baja severidad.
	M (Medium: Medio)	El parche está moderadamente deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de severidad media.
	H (High: Alto)	El parche está muy deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de alta severidad. Requiere sustitución.
Medida		Los parches se miden en pies cuadrados o metros cuadrados de área afectada. Sin embargo si un solo parche tiene áreas de diferente severidad, estas deben medirse y registrarse de forma separada.
Opciones de Reparación	L	No se hace nada.
	M	No se hace nada. Sustitución del parche.
	H	Sustitución del parche.
Imagen Referencial		

Fuente: Adaptación (Vásquez Varela, 2002)

2.2.4.12 Pulimiento de agregados:

Tabla 16: Falla pulimiento de agregados

Tipo de Falla		12. Pulimiento de Agregados
Descripción		"Este daño se evidencia por la presencia de agregados con caras planas en la superficie o por la ausencia de agregados angulares, en ambos casos llega a afectar la resistencia al deslizamiento. La causa de este tipo de daño radica en una baja resistencia o susceptibilidad de algunos agregados al pulimiento, adicionalmente es causado por la repetición de cargas de tránsito en esa área de pavimento. Cuando la porción de agregado que está sobre la superficie es pequeña, la texturta del pavimento no contribuye de manera significativa a la adherencia de los neumáticos del vehículo al pavimento, por ende la fricción disminuye" (Vásquez Varela, 2002).
Niveles de Severidad	L (Low: Bajo)	No se define ningun nivel de severidad. Sin embargo, el grado de pulimiento deberá ser significativo antes de ser incluido en una evaluación de la condición y ser contabilizado como defecto.
	M	
	(Medium:Me)	
	H (High: Alto)	
Medida		Se mide en pies cuadrados o metros cuadrados de área afectada. Si se contabiliza exudación, no se tendrá en cuenta el pulimiento de agregados.
Opciones de Reparación	L	No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobrecarpeta.
	M	
	H	
Imagen Referencial		

Fuente: Adaptación (Vásquez Varela, 2002)

2.2.4.13 Huecos o baches:

Tabla 17: Falla huecos o baches

Tipo de Falla		13. Huecos																					
Descripción		"También considerados baches, viene a ser la desintegración total de la carpeta asfáltica que deja expuestos los materiales granulares lo cual lleva al aumento del área afectada y al aumento de la profundidad debido a la acción del tránsito y a la acumulación del agua dentro del mismo. La causa principal es debido a que el tráfico arranca pequeños pedazos de la superficie del pavimento producto de la desintegración del pavimento debido a mezclas pobres en la superficie, puntos débiles de la base o subrasante o porque alcanzó una condición de piel de cocodrilo de severidad alta. Adicionando la retención de agua en zonas fisuradas y ante la acción de tránsito, es que se generan los huecos o baches" (Vásquez Varela, 2002).																					
Niveles de Severidad	L (Low: Bajo)	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Máxima Profundidad del Bache</th> <th colspan="3">Diámetro Promedio (mm) (pulgada)</th> </tr> <tr> <th>100 a 200 mm (4 a 8 pulgadas)</th> <th>200 a 450 mm (8 a 18 pulgadas)</th> <th>450 a 750 mm (18 a 30 pulgadas)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>13 a <= 25 mm (1/2 a 1 pulgada)</td> <td>L</td> <td>L</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>>25 y <= 50 mm (1 a 2 pulgadas)</td> <td>L</td> <td>M</td> <td>H</td> </tr> <tr> <td>> 50 mm (2 pulgadas)</td> <td>M</td> <td>M</td> <td>H</td> </tr> </tbody> </table>			Máxima Profundidad del Bache	Diámetro Promedio (mm) (pulgada)			100 a 200 mm (4 a 8 pulgadas)	200 a 450 mm (8 a 18 pulgadas)	450 a 750 mm (18 a 30 pulgadas)	13 a <= 25 mm (1/2 a 1 pulgada)	L	L	M	>25 y <= 50 mm (1 a 2 pulgadas)	L	M	H	> 50 mm (2 pulgadas)	M	M	H
	Máxima Profundidad del Bache	Diámetro Promedio (mm) (pulgada)																					
		100 a 200 mm (4 a 8 pulgadas)	200 a 450 mm (8 a 18 pulgadas)	450 a 750 mm (18 a 30 pulgadas)																			
13 a <= 25 mm (1/2 a 1 pulgada)	L	L	M																				
>25 y <= 50 mm (1 a 2 pulgadas)	L	M	H																				
> 50 mm (2 pulgadas)	M	M	H																				
M (Medium: Medio)																							
H (High: Alto)																							
Medida		Los baches no son medidos, sino contados y registrados por separado de acuerdo a su nivel de severidad, bajo, medio o alto.																					
Opciones de Reparación	L	No se hace nada. Parcheo parcial o profundo.																					
	M	Parcheo parcial o profundo.																					
	H	Parcheo profundo.																					
Imagen Referencial																							

Fuente: Adaptación (Vásquez Varela, 2002)

2.2.4.14 Cruce de vía férrea:

Tabla 18: Falla cruce de vía férrea

Tipo de Falla		14. Cruce de Vía Férrea
Descripción		Los defectos asociados al cruce de vía férrea son depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles, o ambos.
Niveles de Severidad	L (Low: Bajo)	El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.
	M (Medium: Medio)	El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.
	H (High: Alto)	El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad alta.
Medida		"El área del cruce se mide en pies cuadrados o metros cuadrados de área afectada. Si el cruce no afecta la calidad de tránsito, entonces no debe registrarse. Cualquier abultamiento considerable causado por los rieles debe registrarse como parte del cruce" (Vásquez Varela, 2002).
Opciones de Reparación	L	No se hace nada.
	M	Parqueo superficial o parcial. Reconstrucción del cruce.
	H	Parqueo parcial. Reconstrucción del cruce.
Imagen Referencial		

Fuente: Adaptación (Vásquez Varela, 2002)

2.2.4.15 Ahuellamiento:

Tabla 19: Falla ahuellamiento

Tipo de Falla		15. Ahuellamiento
Descripción		"El ahuellamiento es una depresión de la zona localizada sobre la trayectoria de las llantas de los vehículos. Con frecuencia viene acompañado un levantamiento del pavimento a lo largo de los lados del ahuellamiento. El ahuellamiento se deriva principalmente de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o de la subrasante debido a la fatiga de la estructura ante la repetición de cargas. La deformación plástica de la mezcla asfáltica tiende a aumentar en climas cálidos y también puede darse por una compactación inadecuada de las capas durante la construcción. La falla estructural del pavimento puede manifestarse con daños de este tipo debido a una deficiencia de diseño, debido a que la vía está sometida a cargas de tránsito muy altas" (Vásquez Varela, 2002).
Niveles de Severidad	L (Low: Bajo)	Profundidad del ahuellamiento entre 6.0 mm a 13.0 mm.
	M (Medium: Medio)	Profundidad del ahuellamiento entre 13.0 mm y 25.0 mm.
	H (High: Alto)	Profundidad del ahuellamiento mayor a 25.0 mm.
Medida		"El ahuellamiento se mide en pies cuadrados o metros cuadrados de área afectada y su severidad está definida por la profundidad media de la huella. La profundidad media del ahuellamiento se calcula colocando una regla perpendicular a la dirección del mismo, midiendo su profundidad y usando las medidas tomadas a lo largo de aquel para calcular su profundidad media" (Vásquez Varela, 2002).
Opciones de Reparación	L	No se hace nada.
	M	Parqueo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.
	H	Parqueo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.
Imagen Referencial		

Fuente: Adaptación (Vásquez Varela, 2002)

2.2.4.16 Desplazamiento:

Tabla 20: Falla desplazamiento

Tipo de Falla		16. Desplazamiento
Descripción		"El desplazamiento es un corrimiento longitudinal y permanente de un área localizada de la superficie del pavimento producido por las cargas del tránsito. Cuando el tránsito empuja contra el pavimento, produce una onda corta y brusca en la superficie. Normalmente, este daño solo ocurre en pavimentos con mezclas de asfalto líquido inestables. Los desplazamientos también ocurren cuando pavimentos de concreto asfáltico colindan con pavimentos de concreto rígido, el pavimento rígido al aumentar su longitud empuja al pavimento flexible produciendo un desplazamiento" (Vásquez Varela, 2002).
Niveles de Severidad	L (Low: Bajo)	El desplazamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.
	M (Medium: Medio)	El desplazamiento causa calidad de tránsito de severidad media.
	H (High: Alto)	El desplazamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.
Medida		"Los desplazamientos se miden en pies cuadrados o metros cuadrados de área afectada. Los desplazamientos que ocurren en parches se consideran para el inventario de daños como parches, no como un daño separado" (Vásquez Varela, 2002).
Opciones de Reparación	L	No se hace nada.
	M	Fresado. Parcheo parcial o profundo
	H	Fresado. Parcheo parcial o profundo
Imagen Referencial		

Fuente: Adaptación (Vásquez Varela, 2002)

2.2.4.17 Grieta parabólica:

Tabla 21: Falla grieta parabólica

Tipo de Falla		17. Grieta Parabólica
Descripción		"También llamados fisuras en medialuna, éstas fisuras o grietas se producen por acción del frenado de las ruedas o cambio de dirección, la superficie del pavimento se desliza o deforma. A veces están relacionadas con el movimiento del terraplén, por lo que usualmente se presentan acompañadas de hundimientos. en este segundo caso sus causas son: falla lateral del talud en zonas de terraplén y ausencia o falla de obras de contención" (Vásquez Varela, 2002).
Niveles de Severidad	L (Low: Bajo)	Ancho promedio de la grieta menor que 10.0 mm.
	M (Medium: Medio)	1) Ancho promedio de la grieta entre 10.0 mm y 38.0 mm, 2) El área alrededor de la grieta está fracturada en pedazos fácilmente removibles
	H (High: Alto)	1) Ancho promedio de la grieta mayor que 38.0 mm, 2) El área alrededor de la grieta está fracturada en pedazos fácilmente removibles.
Medida		El área está asociada con una grieta parabólica y se mide en pies cuadrados o metros cuadrados y se califica según el nivel de severidad más alto presente en la misma.
Opciones de Reparación	L	No se hace nada. Parcheo parcial.
	M	Parcheo parcial.
	H	Parcheo parcial.
Imagen Referencial		

Fuente: Adaptación (Vásquez Varela, 2002)

2.2.4.18 Hinchamiento:

Tabla 22: Falla hinchamiento

Tipo de Falla		18. Hinchamiento
Descripción		"El hinchamiento se caracteriza por presentar una protuberancia hacia arriba en la superficie del pavimento, una onda larga y gradual de más de 3m de longitud. El hinchamiento puede estar acompañado de fisuramiento superficial. Este tipo de falla generalmente es causado por el congelamiento del material de la subrasante o por la presencia de suelos expansivos" (Vásquez Varela, 2002).
Niveles de Severidad	L (Low:Bajo)	"El hinchamiento causa calidad de tránsito de baja severidad. El hinchamiento de baja severidad no es siempre fácil de ver, pero puede ser detectado conduciendo en el límite de velocidad sobre la sección de pavimento. Si existe un hinchamiento se producirá un movimiento hacia arriba" (Vásquez Varela, 2002).
	M (Medium:Medio)	El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.
	H (High:Alto)	El hinchamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.
Medida		El hinchamiento se mide en pies cuadrados a metros cuadrados de área afectada.
Opciones de Reparación	L	No se hace nada.
	M	No se hace nada. Reconstrucción.
	H	Reconstrucción.
Imagen Referencial		

Fuente: Adaptación (Vásquez Varela, 2002)

2.2.4.19 Desprendimiento de agregados:

Tabla 23: Falla desprendimiento de agregados

Tipo de Falla		19. Desprendimiento de Agregados
Descripción		"Conocida también como desintegración, corresponde a la disgregación superficial de la capa de rodadura debido a una pérdida gradual de agregados. Esta falla nos indica que el ligante asfáltico ha sufrido un endurecimiento considerable o que presenta una mezcla de pobre calidad. La pérdida gradual de agregados hace de la superficie del pavimento más rugosa y expone de manera progresiva los materiales a la acción del tránsito y los agentes climáticos. Otras causas que lo generan también son: aplicación irregular del ligante, uso de agregados contaminados con finos o agregados muy absorbentes, lluvia durante la aplicación del ligante asfáltico" (Vásquez Varela, 2002).
Niveles de Severidad	L (Low: Bajo)	"Han comenzado a perderse los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse. En el caso del derramamiento de aceite, puede verse la mancha del mismo, pero la superficie es dura y no puede penetrarse con una moneda.
	M (Medium: Medio)	Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada. En el caso del derramamiento de aceite, la superficie es suave y puede penetrarse con una moneda.
	H (High: Alto)	Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores que 10.0 mm y profundidades menores que 13.0 mm. En el caso del derramamiento de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto ligante y el agregado está completamente suelto.
Medida		La meteorización y el desprendimiento se miden en pies cuadrados o metros cuadrados de área afectada" (Vásquez Varela, 2002).
Opciones de Reparación	L	No se hace nada. Sello superficial. Tratamiento superficial.
	M	Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta.
	H	Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reciclaje. Reconstrucción.
Imagen Referencial		

Fuente: Adaptación (Vásquez Varela, 2002)



2.2.5 Mantenimiento vial:

“El mantenimiento vial, en general, es el conjunto de actividades que se realizan para conservar en buen estado las condiciones físicas de los diferentes elementos que constituyen el camino y, de esta manera, garantizar que el transporte sea cómodo, seguro y económico. En la práctica lo que se busca es preservar el capital ya invertido en el camino y evitar su deterioro físico prematuro” (Caminos y Ferrocarriles, 2006).

2.2.6 Índice medio diario (IMD):

El índice medio diario es el volumen de tráfico diario registrado por tipo de vehículo en un tramo de una red vial. A partir del IMD se calculan otros factores como el IMDA que representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía. Su conocimiento da una idea cuantitativa de la importancia de la vía en la sección considerada y permite realizar los cálculos de factibilidad económica. (Comunicaciones, 2014)

2.2.7 Capacidad vial:

Se define como capacidad de una infraestructura de transporte al “flujo máximo horario al que se puede razonablemente esperar que las personas o vehículos atraviesen un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un periodo de tiempo dado, bajo condiciones prevalecientes de la vía, del control y del tránsito”. (Cerquera Escobar, 2007)

2.2.8 Peso específico de materiales:

El peso específico es la relación existente entre el peso y el volumen que ocupa una sustancia en el espacio. En el Sistema Internacional se expresa en unidades de newtons sobre m³ (N/m³). (Coluccio Leskow, 2021)

Tabla 24: Pesos específicos de materiales



Material	Peso (Kg/m ³)
Arena Húmeda	1,800.00
Arena Seca	1,700.00
Tierra Húmeda	1,800.00
Tierra Seca	1,600.00
Grava	1,700.00
Grava y Arena Húmeda	1,800.00
Grava y Arena Seca	1,600.00

Fuente: Elaboración propia adaptado de (Norma E.020 Cargas, 2006)

2.2.9 Reglamento Nacional de Vehículos:

Aprobado mediante decreto supremo N° 034-2001-MTC, y modificado mediante decreto supremo N° 058-2003-MTC. “Cuyo objetivo es establecer los requisitos y características técnicas que deben cumplir los vehículos para que ingresen, se registren, transiten, operen y se retiren del sistema nacional de transporte terrestre” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2003).

2.2.9.1 Carga legal:

Es la carga máxima por eje o conjunto de ejes permitido por el presente reglamento. En los vehículos cuyo peso máximo por eje señalado por el fabricante sean menores a los máximos establecidos en el presente reglamento, dichos valores de fabrica se constituyen en los máximos permitidos.

2.2.9.2 Carga real:

Es la carga que es llevada por el transportista. En nuestro medio, usualmente la carga real es mayor que la estipulada por el fabricante, acortando la vida útil del vehículo y del pavimento.

2.2.9.3 Sobrecarga:

Es la carga que se encuentra por encima de los límites estipulados en el presente reglamento y/o por encima de lo señalado por el fabricante.

2.2.9.4 Peso por ejes:

Es la carga transmitida al pavimento por los ejes o conjunto de ejes de un vehículo.



2.2.9.5 % Sobrecarga por vehículo:

La tolerancia del peso bruto vehicular máximo será del 3% conforme a lo dispuesto en el Anexo IV.

2.2.9.6 % Sobrecarga por eje:

La tolerancia por eje o conjunto de ejes es de 5% y quedará fijada de acuerdo al Anexo IV.

2.2.9.7 Peso bruto vehicular (PBV):

Peso neto (tara) del vehículo más la capacidad de carga

2.2.9.8 Peso bruto vehicular combinado (PBVC):

Peso bruto vehicular de la combinación camión más remolque(s) o tracto-camión más semirremolque(s).

2.2.9.9 Peso neto vehicular (tara):

Peso del vehículo en orden de marcha, sin incluir la carga o pasajeros (incluye el peso del combustible con los tanques llenos, herramientas y rueda(s) de repuesto.

2.2.9.10 Carga útil:

Según el Reglamento Nacional de Vehículos la información que hay en la tarjeta de propiedad vehicular, la carga útil es el peso bruto vehicular menos la tara del vehículo.

2.2.9.11 Capacidad técnica de carga:

Es el máximo peso bruto en carga que un camión es capaz de transportar, operando de manera segura él y todos sus componentes como motor, transmisión, dirección y suspensión. Uno de los datos más importantes que se debe prestar atención es la capacidad técnica de carga ya que está directamente relacionado con la vida útil del camión.

2.2.9.12 Peso máximo permitido:

Es la carga máxima permitida según el Anexo IV: pesos y medidas máximas permitidas del Reglamento Nacional de Vehículos.



2.2.9.13 Tolerancia de peso bruto vehicular:

Viene a ser la permisividad en caso se sobrepase el peso bruto vehicular. La tolerancia del peso bruto vehicular máximo será de 3% conforme lo dispuesto en el Anexo IV del Reglamento Nacional de Vehículos.

2.2.9.14 Tolerancia por eje o conjunto de ejes:

Viene a ser la permisividad en caso se sobrepase el peso por eje o conjunto de ejes La tolerancia por eje o conjunto de ejes es de 5% y quedará fijada de acuerdo al cuadro adjunto en el Anexo IV del Reglamento Nacional de Vehículos.

2.2.10 Camiones volquete

Son vehículos de categoría N3 (PBV > 12tn). Consideradas unidades de trabajo que poseen una tolva en la parte posterior encima del chasis que permite el acarreo y transporte de distintos materiales. La tolva del volquete funciona a través de un sistema hidráulico que consta de una bomba y una botella hidráulica, que permiten la elevación de éste y así poder descargar el material donde se necesite.

Tabla 25: Principales camiones volquete que circulan en la ciudad del Cusco

Marca	Modelo	Configuración Vehicular	Capacidad Técnica de Carga		Peso Seco Vehicular tn	Carga Útil tn	Peso Bruto Vehicular (PBV) tn
			Eje Delantero	Eje Posterior			
Volvo	NL 10	6x4	7.5	18.5	11.9	14.1	26.0
Volvo	NL 12	6x4	7.5	18.5	12.3	13.7	26.0
Volvo	F 12	6x4	7.1	21	13.0	15.1	28.1
Volvo	FMX 440	6x4	9	26	14.7	20.3	35.0
Volvo	FMX 480	6x4	9	26	14.8	20.2	35.0
Volvo	FMX 520	8x4	18	30	17.3	30.7	48.0
Scania	113H	6x4	7.5	25.3	12.8	20.0	32.8
Scania	P360	6x4	9	26	14.0	21.0	35.0
Scania	P360	8x4	18	32	20.0	30.0	50.0
Mercedez Benz	Arocs 4845K	8x4	18	32	20.0	30.0	50.0

Fuente: Elaboración propia hecha en base de fichas técnicas de fabricante de volquetes

2.2.10.1 Eje delantero

Es un elemento lineal que sirve de soporte del vehículo y que conecta un par de ruedas. Los ejes delanteros en su mayoría solamente son de soporte y dirección. Sin embargo, de acuerdo a la configuración vehicular, los ejes delanteros también pueden ser de tipo tracción.

Según el Reglamento Nacional de Vehículos, en el Anexo IV indica que el peso máximo por eje delantero es de 7 toneladas.

Tabla 26: Tabla de pesos y medidas máximas permitidas

ANEXO IV : PESOS Y MEDIDAS

1. PESOS Y MEDIDAS MÁXIMAS PERMITIDAS

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º		4º
C2		12,30	7	11	---	---	---	18
C3		13,20	7	18	---	---	---	25
C4		13,20	7	23 ⁽¹⁾	---	---	---	30

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2003)

2.2.10.2 Eje posterior

Es un elemento lineal que sirve de soporte y tracción del vehículo. Dependiendo de la configuración vehicular pueden ser: eje simple, eje tipo “torton” o también llamado “tándem” (eje doble motriz), eje doble con un eje motriz y el otro no motriz, eje doble con un eje motriz y el otro retráctil o eje triple.

2.2.10.3 Tolva de volquetes

Es una cajuela ubicada en la parte posterior encima del chasis que sirve para transportar distintos materiales. Funciona a través de un sistema hidráulico que consta de una bomba y una botella hidráulica, que permiten su elevación para el des carguío del material transportado.

Especificaciones técnicas de fabricante de tolvas para volquete:

Tabla 27: Espesores y calidad de acero en tolvas de la marca Firme

Cobertura: Plancha de acero en contacto con material a transportar ACERO DE ALTA RESISTENCIA CALIDAD AR450	
Frontal	6.0 mm de espesor Calidad AR450
Laterales	6.0 mm de espesor Calidad AR450
Compuerta	6.0 mm de espesor Calidad AR450
Piso	10.0 mm de espesor Calidad AR450
Peso Tolva 4.7 tn (+/-5%) en orden de marcha	

Fuente: (Firme S.A.C, 2022)

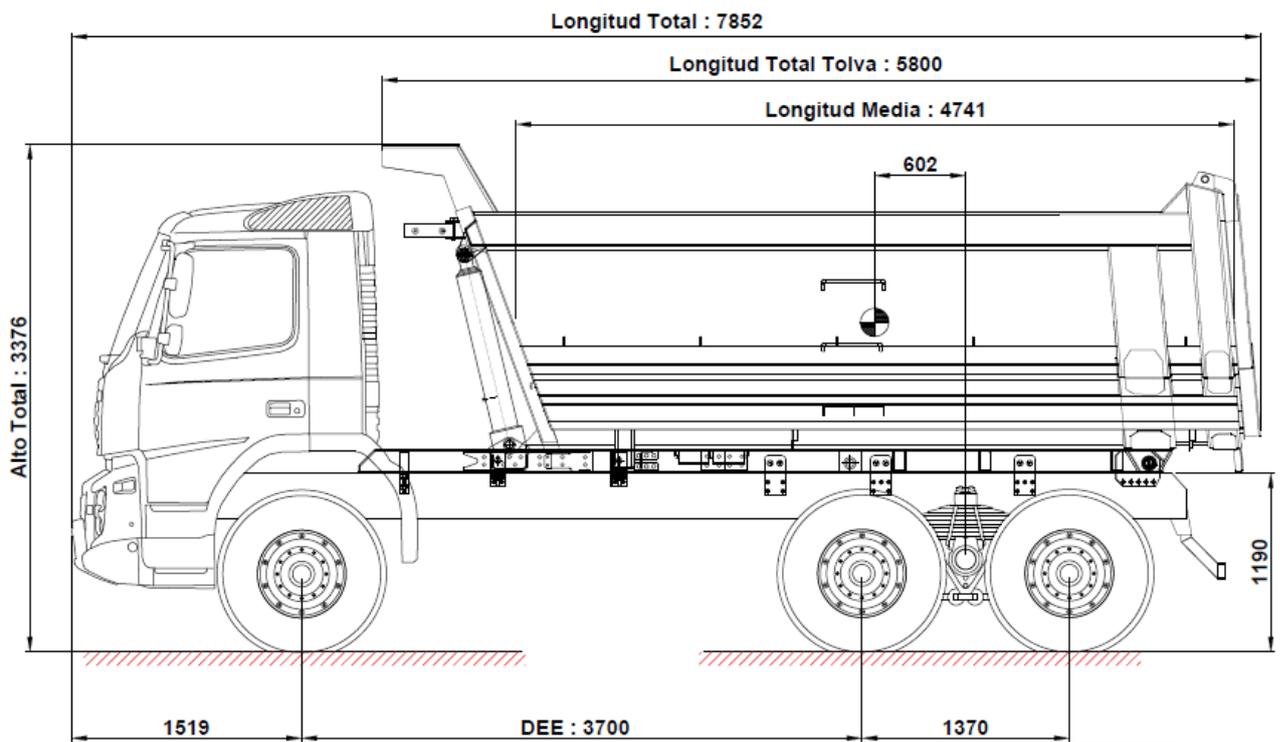


Figura 8: Medidas de tolva semirroquera marca RMB Sateci

Fuente: (RMB Sateci, 2018)

2.2.10.4 Llantas o neumáticos para camión volquete

La llanta (del francés “*jante*”), comúnmente conocidos como neumáticos, están diseñados para soportar las cargas que se transportan en los vehículos y a su vez transmitir las hacia los pavimentos. Por el tipo de fabricación existen 2 grupos: las convencionales (con cámara) y radiales o tubulares (sin cámara).

Tabla 28: Diferencias entre llantas convencionales y llantas radiales

Llantas Radiales	Llantas Convencionales
Precio más elevado	Precio más económico
Costados de llanta más flexibles	Costados de llanta más resistentes
Cinturones de acero	Cinturones de lona
Menor producción de calor	Mayor producción de calor
Rodaje más frío por menos componentes	Rodaje caliente por fricción de componentes
Simplificación en el montaje	Montaje algo complicado
Reducción de peso del conjunto llanta-aro	Incremento de peso del conjunto llanta-aro

Fuente: (GoodYear, 2001)

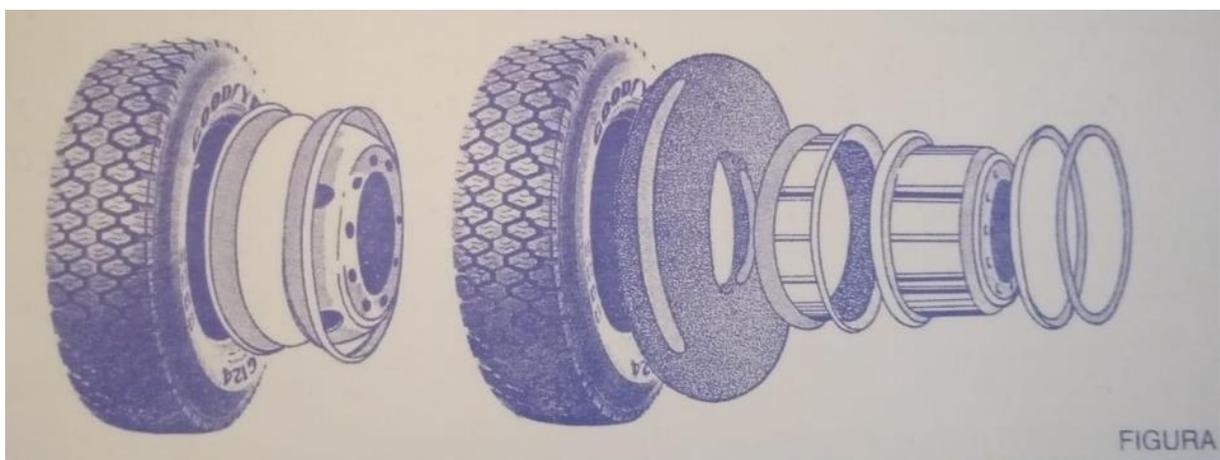


Figura 9: Simplificación en el montaje de una llanta radial vs una llanta convencional

Fuente: (GoodYear, 2001)

Para seleccionar las llantas del camión se recomienda tener en cuenta lo siguiente:

- Identificar la necesidad, según las condiciones de uso del camión.
- Velocidad de marcha promedio del camión.
- Clase de terreno que normalmente transita.
- Peso de la carga promedio.
- Conocer la diferencia entre las llantas direccionales, de tracción y de remolque.
- Interpretar la información que traen las llantas en sus costados.



Según el terreno por donde frecuentará el camión de carga, existen distintos tipos de patrón de llantas. Las principales condiciones de transporte considerados por los fabricantes de llantas son: asfalto, tierra, roca, hielo y nieve, arena, trabajo forestal, lodo, tierra suelta, etc.



Figura 10: Variedades de patrón en la banda de rodamiento de llantas para camión.

Fuente: (Llantrac, 2021)

2.2.10.5 Presión de inflado de llantas

La presión de inflado es la cantidad apropiada de aire que una llanta necesita para tener una correcta posición y condición en el trabajo. Es el factor más importante para que la llanta ofrezca al conductor máxima seguridad, confort y desempeño en kilometraje. (BF Goodrich Llantas, 2003)

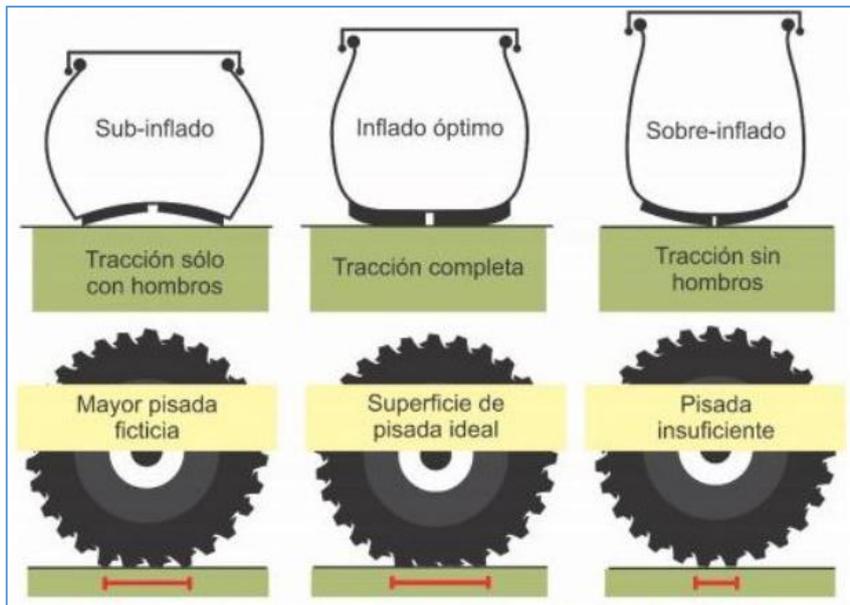


Figura 11: Adecuada presión de inflado para neumáticos.

Fuente: (Ferrari & Ferrari, 2010)

Tabla 29: Tabla de presiones y carga recomendadas por fabricante de llantas BF Goodrich para llantas convencionales

Camión y Omnibus									
Medida	Sencillo				Doble				
	Mínima		Maxima		Mínima		Maxima		
	P	C	P	C	P	C	P	C	
8.25 x 20 12PR	70	1615	100	2046	60	1415	90	1792	
9.00 x 20 14PR	80	2091	110	2572	70	1833	100	2254	
10.00 x 20 14PR	80	2263	100	2740	70	2077	90	2404	
11.00 x 20 16PR	85	2685	120	3266	75	2354	110	2867	
12.00 x 20 16PR	85	3057	110	3511	75	2681	100	3080	
12.00 x 20 18PR	90	3175	115	3724	80	2785	105	3266	
11.00 x 22 14PR	80	2626	95	3071	80	2599	90	2785	
12.00 x 24 16PR	85	3438	105	3951	75	3016	95	3465	
P = Presión de aire en lb/pul2 (en frío)									
C = Capacidad de carga en kg									

Fuente: (BF Goodrich Llantas, 2003)

2.2.10.6 Capacidad de carga según configuración vehicular

La capacidad de carga de un neumático de camión está en función:

- Medida (perfil de llanta y aro)
- Presión de inflado
- Configuración de trabajo (simple o doble)

Tabla 30: Límite de carga de las llantas con presión de inflado en frío

24.5"			kPa	480	520	550	590	620	660	690	720	760	790	830
			psi	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
11R24.5	*	dual	kg	2110	2210	2300	2390	2500	2580	2660	2725 (G)	2820	2910	3000 (H)
			lbs	4660	4870	5070	5260	5510	5675	5840	6005 (G)	6205	6405	6610 (H)
		single	kg	2190	2300	2410	2520	2650	2770	2890	3000 (G)	3080	3160	3250 (H)
			lbs	4820	5070	5310	5550	5840	6095	6350	6610 (G)	6790	6970	7160 (H)
12R24.5	*	dual	kg	2300	2400	2500	2600	2650	2770	2890	3000 (G)	3080	3160	3250 (H)
			lbs	5080	5300	5520	5730	5840	6095	6350	6610 (G)	6790	6970	7160 (H)
		single	kg	2380	2500	2630	2740	2900	3020	3140	3250 (G)	3350	3450	3550 (H)
			lbs	5240	5520	5790	6040	6395	6650	6910	7160 (G)	7380	7600	7830 (H)

Fuente: (Continental Tires, 2018)

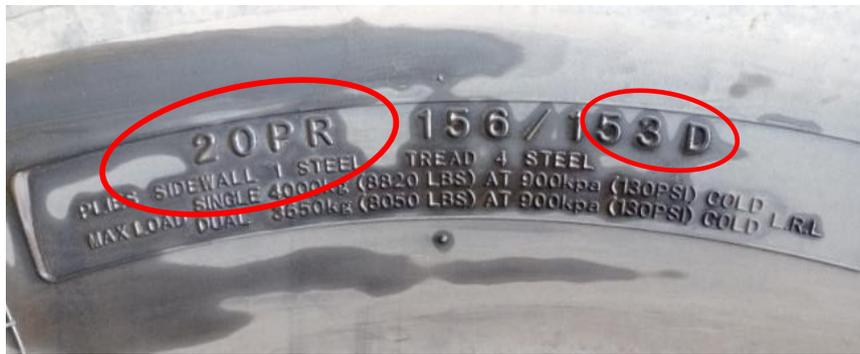


Figura 12: Capacidad de carga según configuración y presión recomendada por fabricante de llantas Roadwing

Fuente: Elaboración propia



Glosario

GENERALES

MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

PCI: Pavament condition index o índice de condición del pavimento

CARRIL: Sección de la calzada destinada para el tránsito de vehículos en un solo sentido.

VÍA: Camino o calle destinado al tránsito de vehículos.

FALLA: Defecto o irregularidad de alguna parte de la vía.

AHUELLAMIENTO: Tipo de falla caracterizado por surcos o huellas en la superficie de rodadura.

PESO ESPECÍFICO: Relación entre el peso y el volumen que ocupa una sustancia.

PESOS Y CAPACIDAD DE CARGA

CAPACIDAD DE CARGA: Es el máximo peso que un camión es capaz de transportar

PBV: Peso bruto vehicular, es el peso neto del vehículo mas la capacidad de carga.

PBVC: Peso bruto vehicular combinado, es el peso bruto vehicular de la combinación de camión mas remolque (s) o tracto – camión más semirremolque (s).

PESO NETO: Peso del vehículo sin carga ni pasajeros, incluye el peso del combustible con tanques llenos, herramientas y rueda de repuesto.

CARGA ÚTIL: Peso bruto vehicular menos la tara del vehículo.

CARGA LEGAL: Es la carga máxima por eje o conjunto de ejes permitido en un reglamento.

CARGA REAL: Es la carga que es llevada por el transportista.



CAMIONES

VOLQUETE: Vehículo de categoría N3 (PBV > 12tn). Cuentan con una tolva que permite el transporte de diversos materiales.

TOLVA: Cajuela o caja de diversas capacidades donde se transporta la carga.

CATEGORÍA N3: Vehículos de PBV mayor a 12 toneladas.

FORMULA RODANTE: Es la relación entre puntos de contacto vs puntos de tracción.

CONFIGURACIÓN VEHICULAR 6X4: Vehículos con 6 puntos de apoyo y 4 de tracción.

CONFIGURACIÓN VEHICULAR 8X4: Vehículos con 8 puntos de apoyo y 4 de tracción.

EJE: Es un elemento lineal que sirve de soporte del vehículo y que conecta un par de ruedas.

EJE DIRECCIONAL: En su mayoría eje delantero que proporciona soporte y dirección

EJE DE TRACCIÓN: Eje que proporciona soporte y tracción.

LLANTAS O NEUMÁTICOS

BANDA DE RODAMIENTO: Parte del neumático que está en contacto con el suelo.

ARO: Elementos metálicos que unen los ejes y van en la parte central de los neumáticos.

LLANTA CONVENCIONAL: Llanta “tradicional” que consta de elementos como cámara, poncho, aro y pestaña.

LLANTA RADIAL: Llanta “tubeless” o tubular, únicamente consta del propio neumático y el aro.

PATRÓN DE BANDA DE RODAMIENTO: Tipo de diseño de banda de rodamiento según el terreno por donde frecuentará el camión de carga.

PRESIÓN: Es la cantidad de aire que va dentro de la llanta según valores recomendados por el fabricante, se mide en psi o libra/pulg².

CONFIGURACIÓN DE TRABAJO DE LLANTAS: Es la disposición de trabajo de las llantas en un camión, puede ser simple o dual, también llamado melliceras.



PR (PLY RATING): Es el índice de capacidad de carga de un neumático en términos de número de lonas, ya que originalmente se refería al número de lonas de la banda de rodamiento.

ÍNDICE DE VELOCIDAD: Es un valor dado por el fabricante de llantas que indica el límite máximo de la velocidad a la cual debe operar la llanta.

ÍNDICE DE CARGA: Es un valor dado por el fabricante de llantas que indica el peso máximo que un neumático puede aguantar.

2.3 Hipótesis

2.3.1 Hipótesis general

El estado superficial del pavimento determinado por la metodología PCI, tiene una considerable influencia debido a la falta de aplicación del Reglamento Nacional de Vehículos (Título V: Pesos y Medidas) en el tránsito de vehículos de categoría N3 de configuración vehicular C3 y 8x4 en el tramo grifo Móbil – Universidad Continental.

2.3.2 Sub hipótesis

Sub hipótesis 01:

El peso específico de los materiales transportados en los vehículos en estudio, tienen una considerable incidencia sobre el estado superficial del pavimento en el tramo grifo Móbil – Universidad Continental.



Sub hipótesis 02:

El desconocimiento de la capacidad de carga de los volquetes C3 y 8x4 tiene una alta influencia sobre el estado superficial del pavimento en el tramo grifo Móbil – Universidad Continental.

Sub hipótesis 03:

La capacidad de carga de llantas en los vehículos en estudio tiene una leve influencia sobre el estado superficial del pavimento en el tramo grifo Móbil – Universidad Continental.

Sub hipótesis 04:

Según los valores determinados del PCI, el carril de subida presenta mayor nivel de deterioro que el carril de bajada.

2.4 Definición de variables:

2.4.1 Variables independientes

Y1: Aplicación del Reglamento Nacional de Vehículos (Título V: Pesos y Medidas)

2.4.2 Variables dependientes

X1: Tránsito de vehículos

X2: Estado superficial del pavimento



2.4.3 Cuadro de operacionalización de variables

Tabla 31: Cuadro de operacionalización de variables

CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
TIPO	VARIABLES	DIMENSION O NIVEL	INDICADOR	UNIDAD
Independiente	Aplicación del Reglamento Nacional de Vehículos (Título V: Pesos y Medidas)	Criterios considerados por el Reglamento	Carga legal	tn
			Carga real	tn
			% sobrecarga por vehículo	%
			% sobrecarga por eje	%
Dependiente 1	Tránsito de Vehículos	Peso Especifico de Materiales Transportados	Seco	%
			Húmedo	%
		Ficha Técnica Fabricante de Volquetes	Peso bruto vehicular	tn
			Peso neto vehicular	tn
			Carga útil	tn
		Ficha Técnica Fabricante de Llantas (Volquetes)	Presión inflado de llantas	psi
Capacidad de carga según configuración	kg			
Dependiente 2	Estado Superficial del Pavimento	Fallas en el Pavimento	Tipo	descripcion
			Severidad	H, M, L
			Extensión	m

Fuente: Elaboración propia



Capítulo III: Metodología

3.1 Metodología de la investigación:

3.1.1 Enfoque de la investigación:

“La investigación tendrá un enfoque cuantitativo - transversal, ya que utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010).

3.1.2 Nivel o alcance de la investigación:

“De acuerdo a los niveles de investigación, la presente tesis será del tipo descriptivo, ya que el objetivo general apunta hacia la descripción del fenómeno en su totalidad, además apunta a la verificación de las relaciones causales entre variables o el impacto de un evento sobre otro” (Mousalli Kayat & Molina G, 2015).

3.1.3 Método de la investigación:

“El método de la investigación será del tipo hipotético – deductivo, ya que se plantean hipótesis a partir de la observación del problema, para luego ser comprobadas experimentalmente y finalmente llegar a las conclusiones en base a la contrastación de información para poder explicar la predicción de las hipótesis” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010).

3.2 Diseño de la investigación:

3.2.1 Diseño metodológico:

“El diseño de la investigación será del tipo no experimental, ya que los estudios se realizarán sin la manipulación deliberada de variables y en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010).

3.2.1 Diseño de ingeniería:

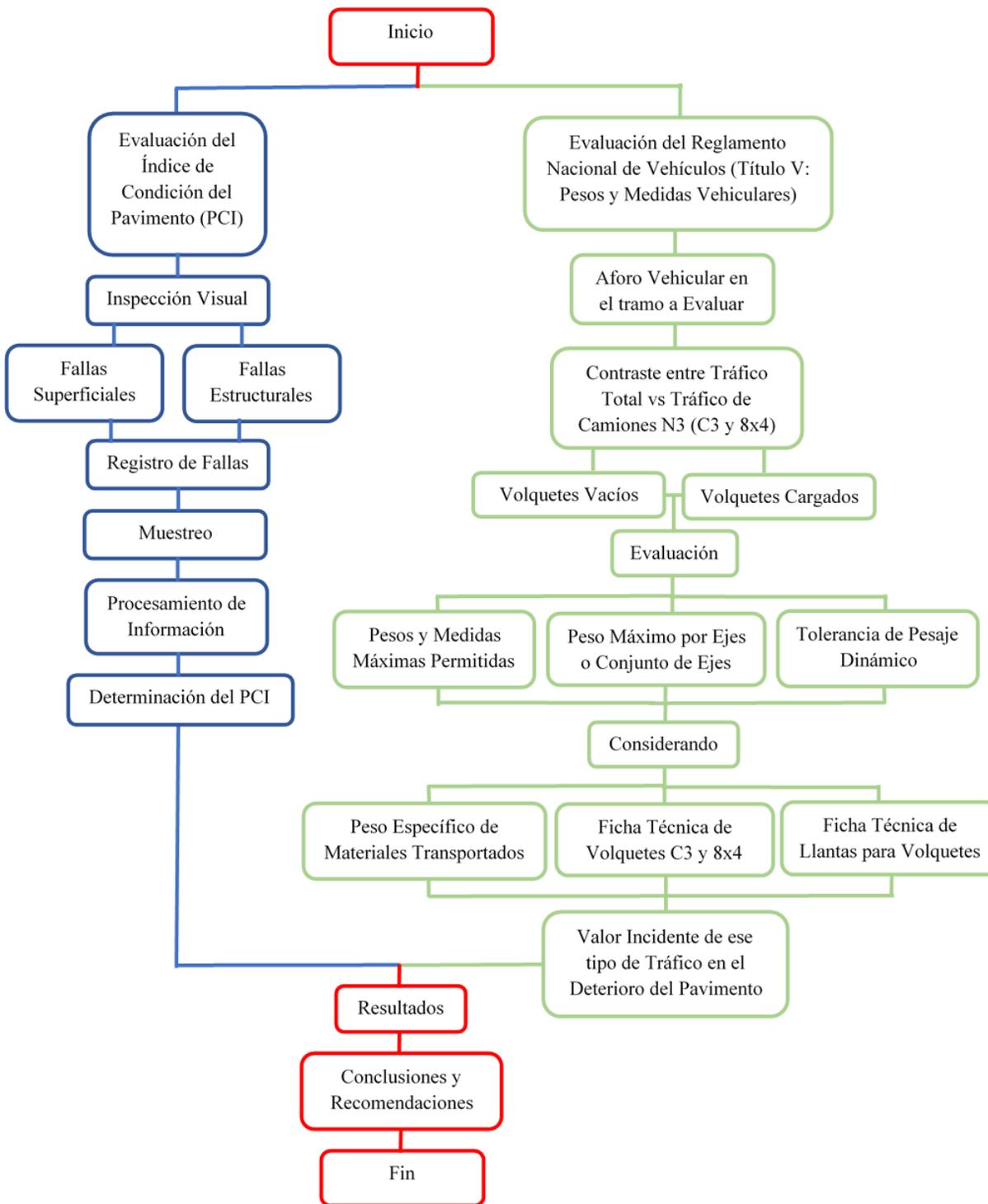


Figura 12: Diagrama de flujo de la investigación

Fuente: Elaboración propia



3.3 Población y muestra:

3.3.1 Población:

3.3.1.1 Descripción de la población:

Para la presente investigación la población está dada por el pavimento flexible comprendido entre el paradero grifo Móbil – Universidad Continental. Tramo que se encuentra en el distrito de San Jerónimo, provincia y departamento del Cusco y los vehículos de categoría N3 de configuración vehicular C3 y 8x4 que transitan por ella.

3.3.1.2 Cuantificación de la población:

Tabla 32: Cuantificación de la población

Para evaluar el Índice de Condición del Pavimento (PCI)	
Tramo prolongación Av. de la Cultura (grifo Móbil - calle Agricultura) carril subida	2.2 km
Tramo prolongación Av. de la Cultura (grifo Móbil - calle Agricultura) carril bajada	2.2 km
Tramo prolongación Av. de la Cultura (Av. Manco Capac)	0.98 km
Tramo prolongación Av. de la cultura (posta médica de San Jerónimo - Universidad Continental)	2.84 km
Para evaluar el Reglamento Nacional de Vehículos	
Todos los camiones volquete de categoría N3 de configuración vehicular C3 y 8x4 que circulan en dicho tramo.	

Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Muestra:

3.3.2.1 Descripción de la muestra:

- **Para evaluar el índice de condición del pavimento (PCI)**

En la presente investigación las unidades de muestreo fueron muestras representativas de la vía Prolongación Av. de la Cultura grifo Móbil – Universidad Continental.

- **Para evaluar el Reglamento Nacional de Vehículos (Título V: Pesos y Medidas)**

Para la presente investigación la muestra a examinar para poder evaluar el cumplimiento del Reglamento Nacional de Vehículos (Título V: Pesos y Medidas) vienen a ser los camiones volquete de categoría N3 de configuración vehicular C3 y 8x4 (vacíos y cargados).



3.3.2.2 Cuantificación de la muestra:

Tabla 33: Tamaño de la muestra

Para evaluar el Índice de Condición del Pavimento (PCI)	Longitud	Unidades de muestra	Sección de UM
Tramo prolong. Av. de la Cultura (grifo Móvil - calle Agricultura) carril subida	2.2 km	17	30m x 6m
Tramo prolong. Av. de la Cultura (grifo Móvil - calle Agricultura) carril bajada	2.2 km	17	30m x 6m
Tramo prolong. Av. de la Cultura (Av. Manco Capac)	0.98 km	11	31.5m x 7m
Tramo prolong. Av. de la cultura (posta médica de San Jerónimo - Universidad Continental)	2.84 km	15	46m x 4.5m
Para evaluar el Reglamento Nacional de Vehículos			
Todos los camiones volquete de configuración vehicular C3 vacíos, cargados y sobrecargados			
Todos los camiones volquete de configuración vehicular 8x4 vacíos, cargados y sobrecargados			

Fuente: Elaboración propia

3.3.2.3 Método de muestreo:

- **Para evaluar el índice de condición del pavimento (PCI)**

La metodología de muestreo utilizada para la determinación del PCI es **Probabilístico**, debido a que las unidades de muestra fueron elegidas aleatoriamente a través de intervalos de unidades de muestreo, cuyos cálculos se encuentran en la parte **IV** del ítem **3.5.1** Procedimiento de recolección de datos para el cálculo del PCI.

- **Para evaluar el Reglamento Nacional de Vehículos (Título V: Pesos y Medidas)**

El método de muestreo utilizado para la evaluación del Reglamento Nacional de Vehículos (Título V: Pesos y Medidas) fue **No probabilístico**, debido a que la muestra a ser evaluada comprende todos los vehículos de categoría N3 de configuración vehicular C3 y 8x4 vacíos y cargados que transitan sobre dicho tramo.

3.3.2.4 Criterios de evaluación de la muestra:

- **Para evaluar el índice de condición del pavimento (PCI)**

Se realizó el muestreo de 60 unidades de muestra con anchos de calzada y longitudes variables de acuerdo al tramo, las cuales fueron recolectadas a través



de formatos de recolección de datos pre diseñados y procesadas a través de cálculos y tablas establecidas en la norma ASTM D6433.

- **Para evaluar el Reglamento Nacional de Vehículos (Título V: Pesos y Medidas)**

Para la evaluación del Reglamento Nacional de Vehículos (Título V: Pesos y Medidas Vehiculares) se realizó aforos vehiculares en intervalos de 9 hrs diarias en las horas punta del tránsito de vehículos pesados durante 07 días consecutivos en 05 puntos del tramo a evaluar.

Estaciones:

- 1ra Estación: grifo Móbil carril subida
- 2da Estación: grifo Móbil carril bajada
- 3ra Estación: Inicio de Av. Manco Capac / calle Agricultura
- 4ta Estación: Universidad Continental carril subida
- 5ta Estación: Universidad Continental carril bajada

Intervalos:

- 7hrs – 10hrs
- 11hrs – 14hrs
- 15hrs – 18hrs

3.3.3 Criterios de inclusión:

Para la evaluación del pavimento se considerarán todas las muestras que sean de pavimento flexible, esta inspección se realizará sobre la carpeta de rodadura de la vía y para la evaluación del Reglamento Nacional de Vehículos (Título V: Pesos y Medidas) se considerarán todos los vehículos de categoría N3 de configuración vehicular C3 y 8x4 vacíos y cargados que transiten sobre el tramo a evaluar. Todos los datos e información recopilada provienen de la vía prolongación Av. De la Cultura desde el grifo Móbil hasta la Universidad Continental evaluada en el año 2023.



3.4 Instrumentos:

3.4.1 Instrumentos metodológicos:

- a) Formato de recolección de información para determinación del PCI

Tabla 34: Formato de recolección de datos de PCI

		TESIS: "ANÁLISIS DEL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO MEDIANTE LA METODOLOGÍA DEL PCI Y SU RELACIÓN CON EL REGLAMENTO NACIONAL DE VEHÍCULOS (TÍTULO V : PESOS Y MEDIDAS VEHICULARES) EN EL TRÁNSITO DE VEHÍCULOS DE CATEGORÍA N3 DE CONFIGURACIÓN VEHICULAR C3 Y 8X4 EN EL TRAMO GRIFO MÓBIL – UNIVERSIDAD CONTINENTAL".								
Evaluado por:		ESQUEMA								
Nombre de la vía:										
Fecha:		Carril:								
Área de Muestra:		Und Muestra								
Progres. Inicial:		Progres. Final:								
TIPOS DE FALLAS										
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parqueo	m2							
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados	m2							
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos	N°							
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea	m2							
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento	m2							
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento	m2							
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas	m2							
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento	m2							
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados	m2							
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m									
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra		Número Máximo de VD				
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$	$i = \frac{N}{n}$		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$				
Medium	Media	M								
High	Alta	H								
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
100 - 86		EXCELENTE								
85 - 71		MUY BUENA	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
70 - 56		BUENA								
55 - 41		REGULAR								
40 - 26		POBRE								
25 - 11		MUY POBRE								
10 - 0		FALLADO								
Total	Baja (L)									
	Media (M)									
	Alta (H)									
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE DAÑO		SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO		Número de valores deducidos > 2			
							Valor deducido más alto =			
							Número máximo de VD (m) =			
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC	
1										
2										
3										
4										
5										
								Max VDC		
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI						PCI = 100 - Max CDV				
						PCI =				
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										

Fuente: Elaboración propia adaptado de (Vásquez Varela, 2002)



b) Formato de recolección de datos para la evaluación al Reglamento Nacional de Vehículos

Tabla 35: Formato de recolección de datos para Evaluación del Reglamento Nacional de Vehículos

		TESIS: "ANÁLISIS DEL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO MEDIANTE LA METODOLOGÍA DEL PCI Y SU RELACIÓN CON EL REGLAMENTO NACIONAL DE VEHÍCULOS (TÍTULO V : PESOS Y MEDIDAS VEHICULARES) EN EL TRÁNSITO DE VEHÍCULOS DE CATEGORÍA N3 DE CONFIGURACIÓN VEHICULAR C3 Y 8X4 EN EL TRAMO GRIFO MÓBIL – UNIVERSIDAD CONTINENTAL".																			
NOMBRE DE LA VÍA																ESTACIÓN					
CARRIL																DÍA					
SENTIDO																FECHA					
AFORADOR																					
VEHÍCULO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAILER			TRAILER			TOTAL			
HORA																					
7:00 - 7:15																					
7:15 - 7:30																					
7:30 - 7:45																					
7:45 - 8:00																					
8:00 - 8:15																					
8:15 - 8:30																					
8:30 - 8:45																					
8:45 - 9:00																					
9:00 - 9:15																					
9:15 - 9:30																					
9:30 - 9:45																					
09:45 - 10:00																					
11:00 - 11:15																					
11:15 - 11:30																					
11:30 - 11:45																					
11:45 - 12:00																					
12:00 - 12:15																					
12:15 - 12:30																					
12:30 - 12:45																					
12:45 - 13:00																					
13:00 - 13:15																					
13:15 - 13:30																					
13:30 - 13:45																					
13:45 - 14:00																					
15:00 - 15:15																					
15:15 - 15:30																					
15:30 - 15:45																					
15:45 - 16:00																					
16:00 - 16:15																					
16:15 - 16:30																					
16:30 - 16:45																					
16:45 - 17:00																					
17:00 - 17:15																					
17:15 - 17:30																					
17:30 - 17:45																					
17:45 - 18:00																					

Fuente: Elaboración propia adaptado de (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2003)



3.4.2 Instrumentos de ingeniería:

- Cinta métrica de 3m
- Wincha de 50m.
- Cámara fotográfica
- Regla metálica
- Nivel de mano
- Chaleco de seguridad

3.5 Procedimiento de recolección de datos:

3.5.1 Recolección de datos para el cálculo del PCI:

a) Equipos utilizados:

- Cinta métrica de 3m
- Wincha de 50m
- Odómetro
- Regla metálica
- Nivel de mano
- Chaleco de seguridad

b) Procedimiento:

- I. Para comenzar, se hizo el reconocimiento de la vía y sus características principales como longitud de vía, ancho de calzada, número de carriles.

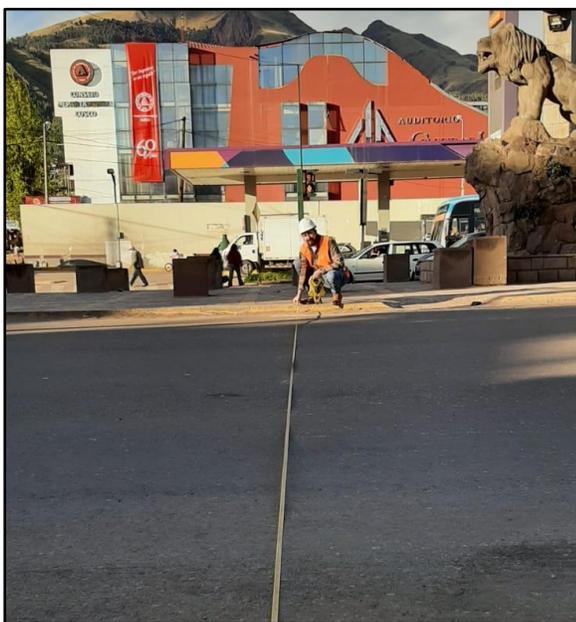


Figura 13: Medición del ancho de la calzada altura grifo Móvil



Fuente: Elaboración propia



Figura 14: Medición del ancho de la calzada altura Av.Manco Capac

Fuente: Elaboración propia

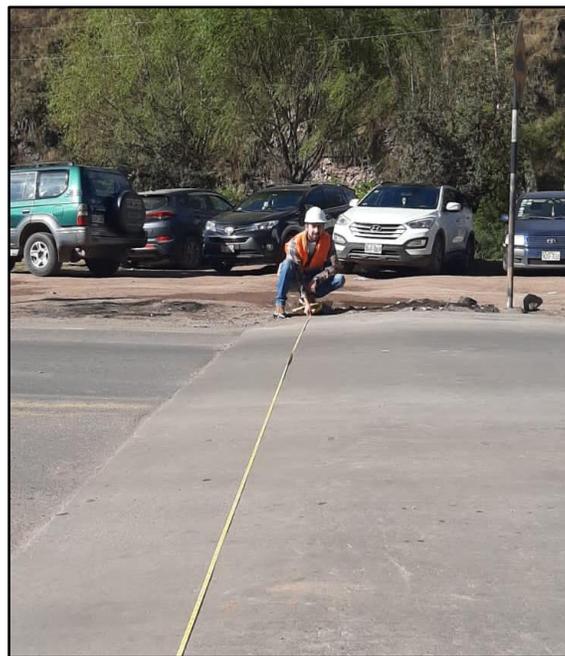


Figura 15: Medición del ancho de la calzada altura Universidad Continental

Fuente: Elaboración propia



- II.** Se procedió a realizar la división de la vía en unidades de muestra según el ancho de la calzada, es así que se tuvo unidades de muestra de longitud 38.30 m para el 1er tramo grifo Móvil – calle Agricultura, 31.50 m para el 2do tramo Calle Agricultura – Posta de Salud San Jerónimo y finalmente de 46.00 m para el 3er y último tramo posta de salud San Jerónimo – Universidad Continental. Teniendo en cuenta que la unidad de muestreo según la metodología del PCI debe estar entre 225.00 ± 90 m².
- III.** Posteriormente se procedió a calcular la cantidad total de unidades de muestra por tramo, considerando la longitud total de cada tramo, las longitudes establecidas en función del ancho promedio del carril la vía, para tener 225.00 ± 90 m², y del número de carriles. Obteniendo los siguientes resultados:

1er Tramo:

$$0+000 - 02+200 = 2.2 \text{ km} = 2200 \text{ m}$$

$$\text{Ancho promedio} = 12.00 \text{ m}$$

Se trabajará con 02 carriles por vía (nuevo ancho 6.00 m)

Será la misma cantidad de unidades de muestra para el carril de subida y para el carril de bajada ya que tienen la misma longitud.

$$\text{Área total carril bajada} = 2200\text{m} \times 12\text{m} = 26400.00 \text{ m}^2$$

$$\text{Área de unidad de muestra} = 38.30 \times 6\text{m} = 229.80 \text{ m}^2$$

$$\text{Área total} = \text{área de unidad de muestra} \times n$$

$$26400.00 \text{ m}^2 = 229.80 \text{ m}^2 \times n$$

$$n = 115 \text{ unidades de muestra de } 38.30 \text{ m} \times 6.00 \text{ m para el carril de bajada}$$

$$n = 115 \text{ unidades de muestra de } 38.30 \text{ m} \times 6.00 \text{ m para el carril de subida}$$

2do Tramo:

$$02+200 - 03+180 = 0.98 \text{ km} = 980 \text{ m}$$

$$\text{Ancho promedio} = 7.00 \text{ m}$$

$$\text{Área total} = 980\text{m} \times 7\text{m} = 6860.00 \text{ m}^2$$

$$\text{Área de unidad de muestra} = 31.50 \times 7\text{m} = 220.50 \text{ m}^2$$

$$\text{Área total} = \text{área de unidad de muestra} \times n$$



$$6860.00 \text{ m}^2 = 220.50 \text{ m}^2 \times n$$

$$n = 31 \text{ unidades de muestra de } 31.50 \text{ m} \times 7.00 \text{ m}$$

3er Tramo:

$$03+180 - 06+020 = 2.84 \text{ km} = 2840 \text{ m}$$

$$\text{Ancho promedio} = 9.00 \text{ m}$$

$$\text{Área total} = 2840\text{m} \times 9\text{m} = 25560.00 \text{ m}^2$$

$$\text{Área de unidad de muestra} = 46 \times 4.5\text{m} = 207 \text{ m}^2$$

$$\text{Área total} = \text{área de unidad de muestra} \times n$$

$$25560.00 \text{ m}^2 = 207.00 \text{ m}^2 \times n$$

$$n = 124 \text{ unidades de muestra de } 46 \text{ m} \times 4.50 \text{ m}$$

- IV.** Luego se procedió a determinar el mínimo número de unidades de muestra a ser evaluadas “n”, mediante la ecuación *N°1: Número mínimo de unidades de muestreo*. Conjuntamente se seleccionan las unidades de muestra que deben estar igualmente espaciadas, para lo cual se utiliza la ecuación *N°2: Intervalo de muestreo*, correspondiente al intervalo de muestreo. Cuyos resultados para cada tramo a evaluar son los siguientes:

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

Recordando el manual del PCI de (Vásquez Varela, 2002):

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e: Error admisible en el estimado del PCI de la sección (e = 5%)

s: Desviación estándar del PCI entre las unidades.

$$i = \frac{N}{n}$$



Donde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior

Obteniendo los siguientes resultados:

1er tramo:

$$n = \frac{115 \times 10^2}{\left[\left(\frac{5^2}{4}\right) \times (115 - 1) + 10^2\right]}$$

$$n = 14.139$$

$$n = 17 \text{ para el carril de subida}$$

$$n = 17 \text{ para el carril de bajada}$$

Por reajuste de longitud de tramo y ancho de carril, se considerarán 17 unidades de muestra.¹

$$i = \frac{115}{17}$$

$$i = 6.76$$

$$i = 7$$

¹ Considerando 15 unidades de muestra se generaba un error del 0.60 en cada unidad de muestra, que en las 115 unidades de muestra generaban 2 unidades de muestra adicionales.



2do tramo:

$$n = \frac{31 \times 10^2}{\left[\left(\frac{5^2}{4}\right) \times (31 - 1) + 10^2\right]}$$

$$n = 10.78$$

$$n = 11$$

$$i = \frac{31}{10.78}$$

$$i = 2.82$$

$$i = 3$$

3er tramo:

$$n = \frac{124 \times 10^2}{\left[\left(\frac{5^2}{4}\right) \times (124 - 1) + 10^2\right]}$$

$$n = 14.27$$

$$n = 15$$

$$i = \frac{124}{14.27}$$

$$i = 8.26$$

$$i = 9$$



Por lo tanto, la selección de las unidades de muestra se observa a continuación.

- ❖ Para el 1er tramo prolongación Av. de la Cultura (grifo Móbil – Calle Agricultura):

Tabla 36: Unidades de muestra del 1er tramo grifo Móbil - Calle Agricultura parte A

1er Tramo	Carril Subida	# muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		Progresiva	0+000	0+0383	0+0766	0+114	0+153	0+191	0+229	0+268	0+306	0+344	0+383
			0+000	0.0383	0.0766	0.1149	0.1532	0.1915	0.2298	0.2681	0.3064	0.3447	0.3830
		Distancia	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30
		carril 1 ←	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	
	carril 2 ←	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19		
	Carril Bajada	# muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		Progresiva	0+000	0+0383	0+0766	0+114	0+153	0+191	0+229	0+268	0+306	0+344	0+383
			0+000	0.0383	0.0766	0.1149	0.1532	0.1915	0.2298	0.2681	0.3064	0.3447	0.383
		Distancia	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30
carril 1 →		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20		
carril 2 →	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19			



Tabla 37: Unidades de muestra del 1er tramo grifo Móbil - Calle Agricultura parte B

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0+421	0+459	0+497	0+536	0+574	0+612	0+651	0+689	0+727	0+766	0+804	0+842	0+880	0+919
0.4213	0.4596	0.4979	0.5362	0.5745	0.6128	0.6511	0.6894	0.7277	0.7660	0.8043	0.8426	0.8809	0.9192
38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30
22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48
21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0+421	0+459	0+497	0+536	0+574	0+612	0+651	0+689	0+727	0+766	0+804	0+842	0+880	0+919
0.4213	0.4596	0.4979	0.5362	0.5745	0.6128	0.6511	0.6894	0.7277	0.766	0.8043	0.8426	0.8809	0.9192
38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30
22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48
21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47

Tabla 38: Unidades de muestra del 1er tramo grifo Móbil - Calle Agricultura parte C

25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
0+957	0+995	01+034	01+072	01+110	01+149	01+187	01+225	01+263	01+302	01+340	01+378	01+417	01+455
0.9575	0.9958	1.0341	1.0724	1.1107	1.1490	1.1873	1.2256	1.2639	1.3022	1.3405	1.3788	1.4171	1.4554
38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30
50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76
49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75

25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
0+957	0+995	01+034	01+072	01+110	01+149	01+187	01+225	01+263	01+302	01+340	01+378	01+417	01+455
0.9575	0.9958	1.0341	1.0724	1.1107	1.149	1.1873	1.2256	1.2639	1.3022	1.3405	1.3788	1.4171	1.4554
38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30
50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76
49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75



Tabla 39: Unidades de muestra del 1er tramo grifo Móbil - Calle Agricultura parte D

39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
01+493	01+532	01+570	01+608	01+646	01+685	01+723	01+761	01+800	01+838	01+876	01+915	01+953	01+991
1.4937	1.5320	1.5703	1.6086	1.6469	1.6852	1.7235	1.7618	1.8001	1.8384	1.8767	1.9150	1.9533	1.9916
38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30
78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104
77	79	81	83	85	87	89	91	93	95	97	99	101	103

39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
01+493	01+532	01+570	01+608	01+646	01+685	01+723	01+761	01+800	01+838	01+876	01+915	01+953	01+991
1.4937	1.532	1.5703	1.6086	1.6469	1.6852	1.7235	1.7618	1.8001	1.8384	1.8767	1.915	1.9533	1.9916
38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30
78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104
77	79	81	83	85	87	89	91	93	95	97	99	101	103

Tabla 40: Unidades de muestra del 1er tramo grifo Móbil - Calle Agricultura parte E

53	54	55	56	57	58
02+029	02+068	02+106	02+144	02+183	02+221
2.0299	2.0682	2.1065	2.1448	2.1831	2.2214
38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30
106	108	110	112	114	116
105	107	109	111	113	115

53	54	55	56	57	58
02+029	02+068	02+106	02+144	02+183	02+221
2.0299	2.0682	2.1065	2.1448	2.1831	2.2214
38.30	38.30	38.30	38.30	38.30	38.30
106	108	110	112	114	116
105	107	109	111	113	115

Fuente: Elaboración propia



❖ Para el 2do tramo prolongación Av. de la Cultura (Av. Manco Capac)

Tabla 41: Unidades de muestra del 2do tramo Av. Manco Capac parte A

2do Tramo	# muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	02+200	02+231	02+262	02+294	02+325	02+357	02+388	02+420	02+451	02+483	02+514
	02+200	0.2310	0.2625	0.2940	0.3255	0.3570	0.3885	0.4200	0.4515	0.4830	0.5145
	Distancia	31.50	31.50	31.50	31.50	31.50	31.50	31.50	31.50	31.50	31.50
carril único	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Tabla 42: Unidades de muestra del 2do tramo Av. Manco Capac parte B

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
02+546	02+577	02+609	02+640	02+672	02+703	02+735	02+766	02+798	02+829	02+861
0.5460	0.5775	0.6090	0.6405	0.6720	0.7035	0.7350	0.7665	0.7980	0.8295	0.8610
31.50	31.50	31.50	31.50	31.50	31.50	31.50	31.50	31.50	31.50	31.50
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

Tabla 43: Unidades de muestra del 2do tramo Av. Manco Capac parte C

22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
02+892	02+924	02+955	02+987	03+018	03+050	03+081	03+113	03+144	03+176
0.8925	0.9240	0.9555	0.9870	1.0185	1.0500	1.0815	1.1130	1.1445	1.1760
31.50	31.50	31.50	31.50	31.50	31.50	31.50	31.50	31.50	31.50
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31

Fuente: Elaboración propia



❖ Para el 3er tramo prolongación Av. de la Cultura (posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental)

Tabla 44: Unidades de muestra del 3er tramo posta médica de San Jerónimo - Universidad Continental parte A

3er Tramo	# muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Progresiva	03+180	03+226	03+272	03+318	03+364	03+410	03+456	03+502	03+548	03+594	03+640
		03+180	0.2260	0.2720	0.3180	0.3640	0.4100	0.4560	0.5020	0.5480	0.5940	0.6400
	Distancia	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00
	carril 1 ←	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	
carril 2 →	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19		

Tabla 45: Unidades de muestra del 3er tramo posta médica de San Jerónimo - Universidad Continental parte B

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
03+686	03+732	03+778	03+824	03+870	03+916	03+962	04+008	04+054	04+100	04+146	04+192
0.6860	0.7320	0.7780	0.8240	0.8700	0.9160	0.9620	1.0080	1.0540	1.1000	1.1460	1.1920
46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00
22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44
21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43

Tabla 46: Unidades de muestra del 3er tramo posta médica de San Jerónimo - Universidad Continental parte C

23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
04+238	04+284	04+330	04+376	04+422	04+468	04+514	04+560	04+606	04+652	04+698	04+744
1.2380	1.2840	1.3300	1.3760	1.4220	1.4680	1.5140	1.5600	1.6060	1.6520	1.6980	1.7440
46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00
46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68
45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67



Tabla 47: Unidades de muestra del 3er tramo posta médica de San Jerónimo - Universidad Continental parte D

35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
04+790	04+836	04+882	04+928	04+974	05+020	05+066	05+112	05+158	05+204	05+250	05+296
1.7900	1.8360	1.8820	1.9280	1.9740	2.0200	2.0660	2.1120	2.1580	2.2040	2.2500	2.2960
46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00
70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92
69	71	73	75	77	79	81	83	85	87	89	91

Tabla 48: Unidades de muestra del 3er tramo posta médica de San Jerónimo - Universidad Continental parte E

47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
05+342	05+388	05+434	05+480	05+526	05+572	05+618	05+664	05+710	05+756	05+802	05+848
2.3420	2.3880	2.4340	2.4800	2.5260	2.5720	2.6180	2.6640	2.7100	2.7560	2.8020	2.8480
46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00
94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116
93	95	97	99	101	103	105	107	109	111	113	115

Tabla 49: Unidades de muestra del 3er tramo posta médica de San Jerónimo - Universidad Continental parte F

59	60	61	62
05+894	05+940	05+986	06+032
2.8940	2.9400	2.9860	3.0320
46.00	46.00	46.00	46.00
118	120	122	124
117	119	121	123

Fuente: Elaboración propia



Resumen de unidades de muestra con progresivas según cada tramo:

Tabla 50: Progresivas de unidades de muestra 1er tramo carril subida

1er Tamo Grifo Móbil - Calle Agricultura			
Carril Subida			
Unidad de Muestra	Progresiva		Carril
	Inicial	Final	
1S UM - 01	0+000	0+0383	izquierdo
1S UM - 02	0+114	0+153	derecho
1S UM - 03	0+268	0+306	izquierdo
1S UM - 04	0+383	0+421	derecho
1S UM - 05	0+536	0+574	izquierdo
1S UM - 06	0+651	0+689	derecho
1S UM - 07	0+804	0+842	izquierdo
1S UM - 08	0+919	0+957	derecho
1S UM - 09	01+072	01+110	izquierdo
1S UM - 10	01+187	01+225	derecho
1S UM - 11	01+340	01+378	izquierdo
1S UM - 12	01+455	01+493	derecho
1S UM - 13	01+608	01+646	izquierdo
1S UM - 14	01+723	01+761	derecho
1S UM - 15	01+876	01+915	izquierdo
1S UM - 16	01+991	02+029	derecho
1S UM - 17	02+144	02+183	izquierdo

Fuente: Elaboración propia



Tabla 51: Progresivas de unidades de muestra 1er tramo carril bajada

1er Tamo Grifo Móbil - Calle Agricultura			
Carril Bajada			
Unidad de Muestra	Progresiva		Carril
	Inicial	Final	
1B UM - 01	0+000	0+0383	derecho
1B UM - 02	0+114	0+153	izquierdo
1B UM - 03	0+268	0+306	derecho
1B UM - 04	0+383	0+421	izquierdo
1B UM - 05	0+536	0+574	derecho
1B UM - 06	0+651	0+689	izquierdo
1B UM - 07	0+804	0+842	derecho
1B UM - 08	0+919	0+957	izquierdo
1B UM - 09	01+072	01+110	derecho
1B UM - 10	01+187	01+225	izquierdo
1B UM - 11	01+340	01+378	derecho
1B UM - 12	01+455	01+493	izquierdo
1B UM - 13	01+608	01+646	derecho
1B UM - 14	01+723	01+761	izquierdo
1B UM - 15	01+876	01+915	derecho
1B UM - 16	01+991	02+029	izquierdo
1B UM - 17	02+144	02+183	derecho

Fuente: Elaboración propia



Tabla 52: Progresivas de unidades de muestra 2do tramo

2do Tramo Av. Manco Capac			
Carril Único			
Unidad de Muestra	Progresiva		Carril
	Inicial	Final	
2UM - 01	02+200	02+231	subida y bajada
2UM - 02	02+294	02+325	subida y bajada
2UM - 03	02+388	02+420	subida y bajada
2UM - 04	02+483	02+514	subida y bajada
2UM - 05	02+577	02+609	subida y bajada
2UM - 06	02+672	02+703	subida y bajada
2UM - 07	02+766	02+798	subida y bajada
2UM - 08	02+861	02+892	subida y bajada
2UM - 09	02+955	02+987	subida y bajada
2UM - 10	03+050	03+081	subida y bajada
2UM - 11	03+144	03+176	subida y bajada

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53: Progresivas de unidades de muestra del 3er tramo

3er Tramo Posta Médica de San Jerónimo – Universidad Continental			
Ambos Carriles			
Unidad de Muestra	Progresiva		Carril
	Inicial	Final	
3UM - 01	03+180	03+226	bajada
3UM - 02	03+364	03+410	subida
3UM - 03	03+594	03+640	bajada
3UM - 04	03+778	03+824	subida
3UM - 05	04+008	04+054	bajada
3UM - 06	04+192	04+238	subida
3UM - 07	04+422	04+468	bajada
3UM - 08	04+606	04+652	subida
3UM - 09	04+836	04+882	bajada
3UM - 10	05+020	05+066	subida
3UM - 11	05+250	05+296	bajada
3UM - 12	05+434	05+480	subida
3UM - 13	05+664	05+710	bajada
3UM - 14	05+848	05+894	subida
3UM - 15	05+986	06+032	bajada

Fuente: Elaboración propia



- V. Se efectuó el registro de las fallas presentes en el pavimento de cada tramo, utilizando el formato presentado anteriormente para la metodología del PCI.



Figura 16: Replanteo de progresivas de unidades de muestra a evaluar

Fuente: Elaboración propia



Figura 17: Medición de la falla piel de cocodrilo



Fuente: Elaboración propia



Figura 18: Medición de la falla tipo parcheo

Fuente: Elaboración propia



Figura 19: Medición de la falla tipo desnivel carril / berma

Fuente: Elaboración propia



3.5.2 Recolección de datos para el análisis del Reglamento Nacional de Vehículos (Título V: Pesos y Medidas):

a) Instrumentos utilizados:

- Fichas de conteo vehicular

Tabla 54: Formato resumen del conteo vehicular

RESUMEN CONTEO VEHICULAR ESTACIÓN GRIFO MÓBIL CARRIL SUBIDA

NOMBRE DE LA VÍA		Av de la Cultura Altura Grifo Móbil																				
CARRIL		Ambos																ESTACIÓN	Grifo Móbil			
SENTIDO		Subida																				
AFORADOR																						
VEHÍCULO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAILER			TRAILER				TOTAL			
			PICK UP	PANEL	COMBI		2 E	>= 3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
HORA																						
Lunes																						
Martes																						
Miercoles																						
Jueves																						
Viernes																						
Sábado																						
Domingo																						
Tráfico Total																						

Fuente: Elaboración propia adaptado de (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2003)

b) Procedimiento:

Se realizó el conteo vehicular durante 02 semanas debido al número de estaciones y al personal con el que se contaba para hacer los aforos. Los conteos vehiculares fueron de Lunes a Domingo en los siguientes horarios de 7:00 am a 10:00 am, 11:00 am a 2:00pm y de 3:00 pm a 6:00 pm, ya que son horas punta de tránsito de vehículos pesados; y las estaciones de conteo fueron el grifo Móbil carril subida, grifo Móbil carril bajada, inicio de Av. Manco Capac con calle Agricultura, Universidad Continental carril subida y Universidad Continental carril bajada.

La primera semana se hicieron los conteos vehiculares en las estaciones del grifo Móbil carril subida, grifo Móbil carril bajada y en la estación del Inicio de Av. Manco Capac con calle Agricultura.



Figura 20: Estación de conteo vehicular grifo Móbil carril subida

Fuente: Elaboración propia



Figura 21: Estación de conteo vehicular grifo Móbil carril bajada

Fuente: Elaboración propia



Figura 22: Estación de conteo vehicular Av. Manco Capac con calle Agricultura

Fuente: Elaboración propia

La segunda semana se hicieron los conteos vehiculares en las estaciones de la Universidad Continental carril subida y Universidad Continental carril bajada.



Figura 23: Estación de conteo vehicular Universidad Continental carril subida

Fuente: Elaboración propia



Figura 24: Estación de conteo vehicular Universidad Continental carril subida

Fuente: Elaboración propia

Simultáneamente al conteo vehicular, se hizo el conteo de los vehículos de categoría N3 (6x4 y 8x4) que transitaban sobrecargados, se los anotó en la misma ficha de conteo vehicular en la parte superior en inferior del recuadro de dichas categorías.

3.6 Procedimiento de análisis de datos:

3.6.1 Procedimiento de análisis de datos para el cálculo del PCI:

a) Procesamiento y cálculos

Procedemos al cálculo del PCI a través de los datos recopilados y su respectivo procesamiento según el manual de la metodología ASTM D6433.

Paso 1:

Como ejemplo de cálculo del PCI se considerará la unidad de muestra 3UM14, siendo la 14va muestra del tramo número 03. Para iniciar se totaliza todos los tipos de fallas existentes según sus niveles de severidad respectivos para proceder con el cálculo de la densidad con la ecuación 3 Densidad de Falla en %.



$$Densidad = \frac{\text{área de la falla}}{\text{área total de muestra}} \times 100$$

Tabla 55: Cálculo de la densidad para cada tipo de falla

		TESIS: "ANÁLISIS DEL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO MEDIANTE LA METODOLOGÍA DEL PCI Y SU RELACIÓN CON EL REGLAMENTO NACIONAL DE VEHÍCULOS (TÍTULO V : PESOS Y MEDIDAS VEHICULARES) EN EL TRÁNSITO DE VEHÍCULOS DE CATEGORÍA N3 DE CONFIGURACIÓN VEHICULAR C3 Y 8X4 EN EL TRAMO GRIFO MÓBIL – UNIVERSIDAD CONTINENTAL".									
Evaluado por:	José Gabriel Casapino Espinoza				ESQUEMA 46.00 						
Nombre de la vía:	rolongación Av. De la Cultura (Universidad Continenta										
Fecha:	31/01/2023	Carril:	Subida								
Área de Muestra:	207.00	m2	Und Mues:	3UM 14							
Progres. Inicial:	05+848	Progres. Fi	05+894								
TIPOS DE FALLAS											
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo	m2								
2. Exudación	m2	12. Pulimento de Agregados	m2								
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos	N°								
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea	m2								
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento	m2								
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento	m2								
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas	m2								
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento	m2								
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados	m2								
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m										
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
100--86		EXCELENTE	3				15	16			
85--71		MUY BUENA	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	
70--56		BUENA	25.20	M	180.00	M	36.80	H			
55--41		REGULAR									
40--26		POBRE									
25--11		MUY POBRE									
10--0		FAILADO									
Total	Baja (L)										
	Media (M)		25.20		180.00						
	Alta (H)						36.80				
CÁLCULO DEL PCI											
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2						
3	M	25.20	12.17								
15	M	180.00	86.96								
16	H	36.80	17.78								

Fuente: Elaboración propia adaptado de (Vásquez Varela, 2002)

Paso 2:

Se determina el valor deducido para cada tipo de falla según su nivel de severidad utilizando las curvas de valor deducido para cada falla que son encontradas en el Anexo A.

En consecuencia, para una densidad de 12.17% de la falla agrietamiento en bloque en una severidad media (M) se tendrá un valor deducido de 19.

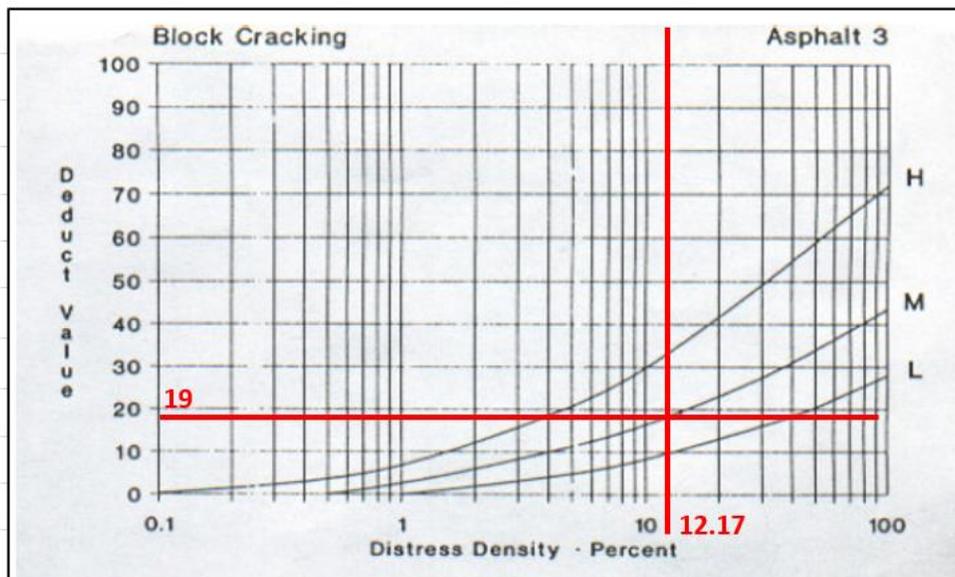


Figura 25: Curva de valores deducidos para pavimentos asfálticos: agrietamiento en bloque

Fuente: Elaboración propia adaptado de (Vásquez Varela, 2002)

Paso 3:

Si ninguno o solamente uno de los valores deducidos es mayor que 2, se utiliza el valor deducido total VDT, caso contrario se debe calcular el valor deducido corregido VDC.

Tabla 56: Cálculo del valor deducido para cada tipo de falla

CÁLCULO DEL PCI					
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	
3	M	25.20	12.17	19	Número de valores deducidos > 2
15	M	180.00	86.96	68.5	
16	H	36.80	17.78	64.5	
					Valor deducido más alto =
					68.5

Fuente: Elaboración propia

Paso 4:

Calculamos el número máximo admisible de valores deducidos (m) con la ecuación 4.



$$m = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

Donde:

m_i : Número máximo admisible de valores deducidos, incluyendo fracción para la unidad de muestreo i

HDV_i : Mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i .

Paso 5:

Se crea una lista de valores deducidos individuales de manera descendente, el número de valores deducidos es reducido hasta su máximo valor admisible “ m ”, incluyendo su parte fraccionaria. si disponemos de un número de valores deducidos menor a “ m ”, entonces todos los valores deducidos deben ser utilizados.

Luego determinamos el valor deducido total mediante la suma de los valores deducidos individuales. posteriormente definimos a “ q ” como el número de valores deducidos mayores a 2. después procedemos a reducir a 2 el menor de los valores deducidos individuales que sea mayor a 2 y repetimos este proceso iterativamente hasta que “ q ” sea igual a 1.

A continuación, determinamos el valor deducido corregido a partir del valor deducido total y el valor de “ q ” usando las curvas pertinentes de corrección para pavimentos de concreto asfáltico.

Tabla 57: Valores deducidos totales considerando valores de “ q ” y “ m ”

CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO						
3	M	25.20	12.17	19	Número de valores deducidos > 2					
15	M	180.00	86.96	68.5						
16	H	36.80	17.78	64.5						
					Valor deducido más alto =					
					= 68.5					
					Número máximo de VD (m) =					
					3.9					
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS INDIVIDUALES						VDT	q	VDC	
1	68.5	64.5	17.1	→			150.1	3	89	
2	68.5	64.5	2	→			135	2	90	
3	68.5	2	2	→			72.5	1	72.5	

Fuente: Elaboración propia

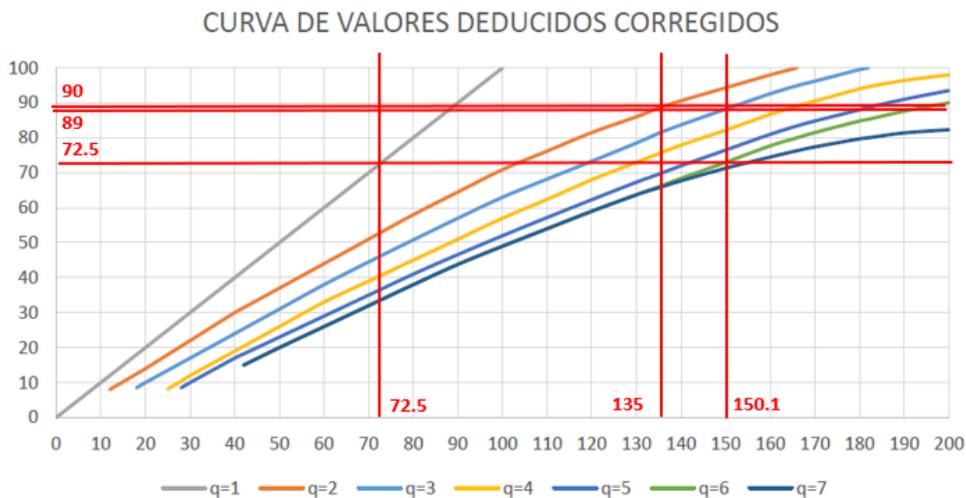


Figura 26: Curva de valores deducidos corregidos para la 3UM14

Fuente: (Vilca Callata & Cuba Asillo, 2019) de (Vásquez Varela, 2002)

Paso 6:

Se determina el máximo valor deducido corregido.

Tabla 58: Valores deducidos corregidos y máximo valor deducido corregido

NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS INDIVIDUALES						VDT	q	VDC
1	68.5	64.5	17.1	→			150.1	3	89
2	68.5	64.5	2	→			135	2	90
3	68.5	2	2	→			72.5	1	72.5
								Max VDC	90

Fuente: Elaboración propia

Paso 7:

Finalmente, el PCI de la unidad de muestra se calcula restando de 100 el máximo valor deducido corregido.

$$PCI = 100 - 90$$

$$PCI = 10$$



b) Diagramas y tablas

Luego del cálculo del PCI, su interpretación viene dada por la tabla siguiente:

Tabla 59: Escala de calificación del PCI

100 -- 86		EXCELENTE
85 -- 71		MUY BUENA
70 -- 56		BUENA
55 -- 41		REGULAR
40 -- 26		POBRE
25 -- 11		MUY POBRE
10 -- 0		FALLADO

Fuente: (Vásquez Varela, 2002)

c) Análisis de la prueba

Se realizó el cálculo del PCI en todos los tramos establecidos para la investigación haciendo una comparación entre las fallas más frecuentes y las fallas más incidentes, teniendo como falla más incidente en todos los tramos al ahuellamiento, teniendo una incidencia del 19% al 84% del total de fallas presentes. Siendo esta falla causada principalmente por la fatiga de la estructura del pavimento ante la repetición de cargas de tránsito muy altas.



Tabla 60: Resumen de fallas con nivel de severidad tramo grifo Móvil – calle Agricultura carril subida parte A

Tramo : Prolongación Av. De la Cultura Grifo Móvil – Calle Agricultura Carril Subida						
N°	Tipo de Falla	Unidad	Nivel de Severidad	Metrado por Nivel	Metrado total	Número de Fallas
1	Piel de Cocodrilo	m2	H	99.00	125.75	17
			M	21.75		
			L	5.00		
2	Exudación	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
3	Agrietamiento en Bloque	m2	H	32.10	94.70	12
			M	62.60		
			L	0.00		
4	Abultamiento y Hundimiento	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
5	Corrugación	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
6	Depresión	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
7	Grieta de Borde	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
8	Grieta de Reflexión de Junta	m2	H	6.00	12.00	2
			M	6.00		
			L	0.00		
9	Denivel Carril / Berma	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
10	Grietas Longitudinales y Transversales	m2	H	0.00	104.50	16
			M	54.50		
			L	50.00		

Continúa...



Tabla 61: Resumen de fallas con nivel de severidad tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida parte B

11	Parcheo	m2	H	0.00	119.78	8	
			M	100.66			
			L	19.12			
12	Pulimiento de Agregados	m2	H	0.00	212.40	3	
			M	130.50			
			L	81.90			
13	Huecos	m2	H	12.40	19.60	6	
			M	6.20			
			L	1.00			
14	Cruce de Vía Férrea	m2	H	0.00	0.00	0	
			M	0.00			
			L	0.00			
15	Ahuellamiento	m2	H	0.00	203.20	4	
			M	45.00			
			L	158.20			
16	Desplazamiento	m2	H	0.00	19.00	1	
			M	19.00			
			L	0.00			
17	Grietas Parabólicas	m2	H	0.00	0.00	0	
			M	0.00			
			L	0.00			
18	Hinchamiento	m2	H	0.00	0.00	0	
			M	0.00			
			L	0.00			
19	Desprendimiento de Agregados	m2	H	0.00	150.00	2	
			M	0.00			
			L	150.00			
Área total del Tramo (m2)		26,400.00					
Área deteriorada (m2)		1,060.93					
% Área deteriorada		4.02					
Cantidad de Fallas		71.00					

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62: Fallas más frecuentes tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida

Fallas más frecuentes	Cantidad	Metrado (m2)	% del total de fallas
Piel de Cocodrilo	17	125.75	11.85
Grietas Longitudinales y Transver	16	104.50	9.85
Agrietamiento en bloque	12	94.70	8.93
Otras fallas	26.00	735.98	69.37
Total =			100.00

Fuente: Elaboración propia



Tabla 63: Fallas más incidentes tramo grifo Móvil – calle Agricultura carril subida

Fallas más incidentes	Cantidad	Metrado (m2)	% del total de fallas
Pulimiento de Agregados	3	212.40	20.02
Ahuellamiento	4	203.20	19.15
Desprendimiento de Agregados	2	150.00	14.14
Otras fallas	62.00	495.33	46.69
		Total =	100.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 64: Resumen de fallas con nivel de severidad tramo Grifo Móvil – calle Agricultura carril bajada parte A

Tramo : Prolongación Av. De la Cultura Grifo Móvil – Calle Agricultura Carril Bajada						
N°	Tipo de Falla	Unidad	Nivel de Severidad	Metrado por Nivel	Metrado total	Número de Fallas
1	Piel de Cocodrilo	m2	H	0.00	36.37	8
			M	33.14		
			L	3.23		
2	Exudación	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
3	Agrietamiento en Bloque	m2	H	7.50	100.50	9
			M	85.00		
			L	8.00		
4	Abultamiento y Hundimiento	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
5	Corrugación	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
6	Depresión	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
7	Grieta de Borde	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
8	Grieta de Reflexión de Junta	m2	H	6.00	6.00	1
			M	0.00		
			L	0.00		
9	Denivel Carril / Berma	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
10	Grietas Longitudinales y Transversales	m2	H	4.00	31.10	11
			M	20.10		
			L	7.00		

Continúa...



Tabla 65: Resumen de fallas con nivel de severidad tramo Grifo Móvil – calle Agricultura carril bajada parte B

11	Parcheo	m2	H	0.00	36.95	6
			M	36.75		
			L	0.20		
12	Pulimiento de Agregados	m2	H	0.00	12.50	1
			M	0.00		
			L	12.50		
13	Huecos	m2	H	1.00	1.00	1
			M	0.00		
			L	0.00		
14	Cruce de Vía Férrea	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
15	Ahuellamiento	m2	H	418.00	1329.90	10
			M	435.00		
			L	476.90		
16	Desplazamiento	m2	H	13.90	13.90	2
			M	0.00		
			L	0.00		
17	Grietas Parabólicas	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
18	Hinchamiento	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
19	Desprendimiento de Agregados	m2	H	0.00	9.00	1
			M	0.00		
			L	9.00		
Área total del Tramo (m2)		26,400.00				
Área deteriorada (m2)		1,577.22				
% Área deteriorada		5.97				
Cantidad de Fallas		50.00				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 66: Fallas más frecuentes tramo grifo Móvil – Calle Agricultura carril bajada

Fallas más frecuentes	Cantidad	Metrado (m2)	% del total de fallas
Grietas Longitudinales y Transver	11	31.10	1.97
Ahuellamiento	10	1329.90	84.32
Agrietamiento en bloque	9	100.50	6.37
Otras fallas	20.00	115.72	7.34
		Total =	100.00

Fuente: Elaboración propia



Tabla 67: Fallas más incidentes tramo grifo Móvil – calle Agricultura carril bajada

Fallas más incidentes	Cantidad	Metrado (m2)	% del total de fallas
Ahuellamiento	10	1329.90	84.32
Agrietamiento en Bloque	9	100.50	6.37
Parqueo	6	36.95	2.34
Otras fallas	25.00	109.87	6.97
		Total =	100.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 68: Resumen de fallas con nivel de severidad tramo calle Agricultura – posta médica de San Jerónimo parte A

Tramo : Prolongación Av. De la Cultura Calle Agricultura - Posta Médica de San Jerónimo						
N°	Tipo de Falla	Unidad	Nivel de Severidad	Metrado por Nivel	Metrado Total	Número de Fallas
1	Piel de Cocodrilo	m2	H	19.80	93.70	6
			M	51.90		
			L	22.00		
2	Exudación	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
3	Agrietamiento en Bloque	m2	H	133.40	192.50	6
			M	59.10		
			L	0.00		
4	Abultamiento y Hundimiento	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
5	Corrugación	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
6	Depresión	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
7	Grieta de Borde	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
8	Grieta de Reflexión de Junta	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
9	Denivel Carril / Berma	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
10	Grietas Longitudinales y Transversales	m2	H	0.00	11.00	2
			M	8.00		
			L	3.00		



Tabla 69: Resumen de fallas con nivel de severidad tramo calle Agricultura – posta médica de San Jerónimo parte B

11	Parqueo	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
12	Pulimiento de Agregados	m2	H	45.00	82.80	2
			M	37.80		
			L	0.00		
13	Huecos	m2	H	30.00	31.00	9
			M	1.00		
			L	0.00		
14	Cruce de Vía Férrea	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
15	Ahuellamiento	m2	H	1827.00	2047.50	11
			M	220.50		
			L	0.00		
16	Desplazamiento	m2	H	36.22	36.22	3
			M	0.00		
			L	0.00		
17	Grietas Parabólicas	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
18	Hinchamiento	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
19	Desprendimiento de Agregados	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
Área total del Tramo (m2)		6,860.00				
Área deteriorada (m2)		2,494.72				
% Área deteriorada		36.37				
Cantidad de Fallas		39.00				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 70: Fallas más frecuentes tramo calle Agricultura – posta medica de San Jerónimo

Fallas más frecuentes	Cantidad	Metrado (m2)	% del total de fallas
Ahuellamiento	11	2047.50	82.07
Huecos	9	31.00	1.24
Piel de Cocodrilo	6	93.70	3.76
Otras fallas	13.00	322.52	12.93
		Total =	100.00

Fuente: Elaboración propia



Tabla 71: Fallas más incidentes tramo calle Agricultura – posta medica de San Jerónimo

Fallas más incidentes	Cantidad	Metrado (m2)	% del total de fallas
Ahuellamiento	11	2047.50	82.07
Agrietamiento en Bloque	6	192.50	7.72
Piel de Cocodrilo	6	93.70	3.76
Otras fallas	16.00	161.02	6.45
		Total =	100.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 72: Resumen de fallas con nivel de severidad tramo posta Médica de San Jerónimo – Universidad Continental parte A

Tramo : Prolongación Av. De la Cultura Posta Médica de San jerónimo - Universidad Continental						
N°	Tipo de Falla	Unidad	Nivel de Severidad	Metrado por Nivel	Metrado Total	Número de Fallas
1	Piel de Cocodrilo	m2	H	0.00	1.50	1
			M	0.00		
			L	1.50		
2	Exudación	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
3	Agrietamiento en Bloque	m2	H	7.50	35.70	3
			M	28.20		
			L	0.00		
4	Abultamiento y Hundimiento	m2	H	46.00	92.00	2
			M	46.00		
			L	0.00		
5	Corrugación	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
6	Depresión	m2	H	115.00	196.50	3
			M	81.50		
			L	0.00		
7	Grieta de Borde	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
8	Grieta de Reflexión de Junta	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
9	Denivel Carril / Berma	m2	H	92.00	92.00	2
			M	0.00		
			L	0.00		
10	Grietas Longitudinales y Transversales	m2	H	0.00	16.30	3
			M	0.00		
			L	16.30		

Continúa...



Tabla 73: Resumen de fallas con nivel de severidad tramo posta Médica de San Jerónimo – Universidad Continental parte B

11	Parcheo	m2	H	20.00	34.75	4
			M	4.50		
			L	10.25		
12	Pulimiento de Agregados	m2	H	90.00	226.00	3
			M	0.00		
			L	136.00		
13	Huecos	m2	H	2.00	2.00	1
			M	0.00		
			L	0.00		
14	Cruce de Vía Férrea	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
15	Ahuellamiento	m2	H	368.00	1349.50	10
			M	522.00		
			L	459.50		
16	Desplazamiento	m2	H	64.40	64.40	2
			M	0.00		
			L	0.00		
17	Grietas Parabólicas	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
18	Hinchamiento	m2	H	0.00	0.00	0
			M	0.00		
			L	0.00		
19	Desprendimiento de Agregados	m2	H	0.00	6.00	1
			M	0.00		
			L	6.00		
Área total del Tramo (m2)		25,560.00				
Área deteriorada (m2)		2,116.65				
% Área deteriorada		8.28				
Cantidad de Fallas		35.00				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 74: Fallas más frecuentes tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental

Fallas más frecuentes	Cantidad	Metrado (m2)	% del total de fallas
Ahuellamiento	10	1349.50	63.76
Parcheo	4	34.75	1.64
Pulimiento de Agregados	3	226.00	10.68
Otras fallas	18.00	506.40	23.92
		Total =	100.00

Fuente: Elaboración propia



Tabla 75: Fallas más incidentes tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental

Fallas más incidentes	Cantidad	Metrado (m2)	% del total de fallas
Ahuellamiento	10	1349.50	63.76
Pulimiento de Agregados	3	226.00	10.68
Depresión	3	196.50	9.28
Otras fallas	19.00	344.65	16.28
		Total =	100.00

Fuente: Elaboración propia

Es así que encontramos que la falla más frecuente y la falla con más incidencia en todos los tramos evaluados es el ahuellamiento, en su mayoría con profundidades mayores a 25mm.

A continuación, en los siguientes gráficos de la condición del pavimento para cada tramo evaluado, se observa que la condición “Fallado” está presente en rangos que varían desde el 12% hasta el 91%.

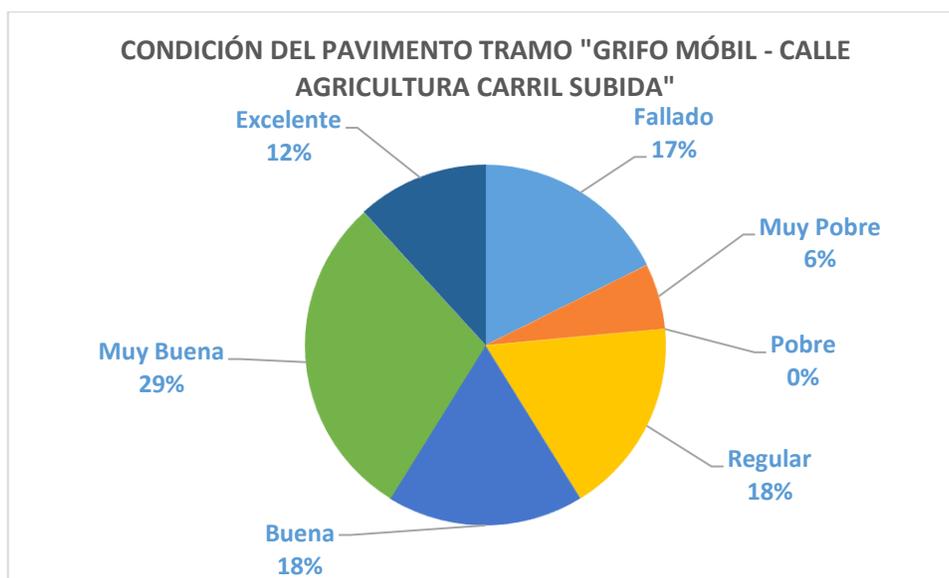


Figura 27: Condición del pavimento tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida

Fuente: Elaboración propia

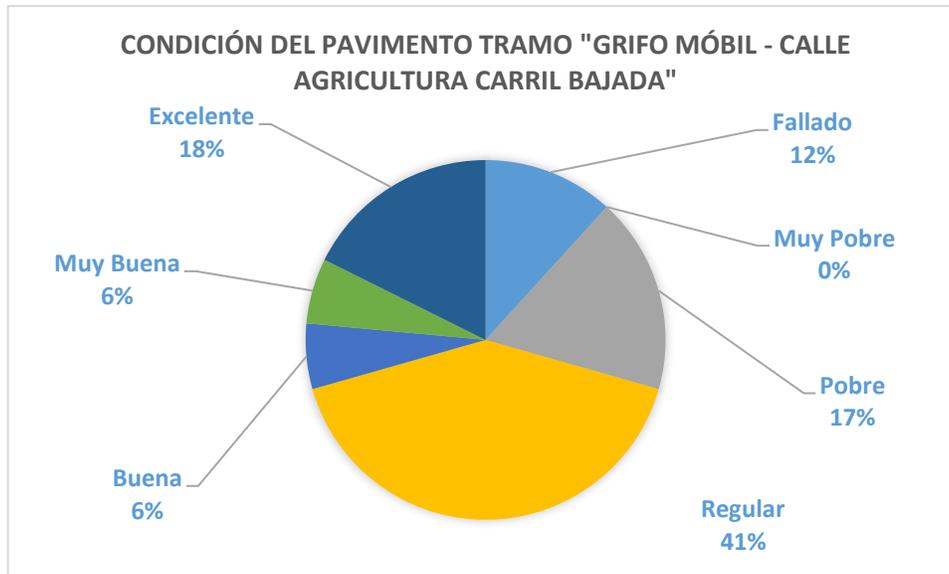


Figura 28: Condición del pavimento tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril bajada

Fuente: Elaboración propia

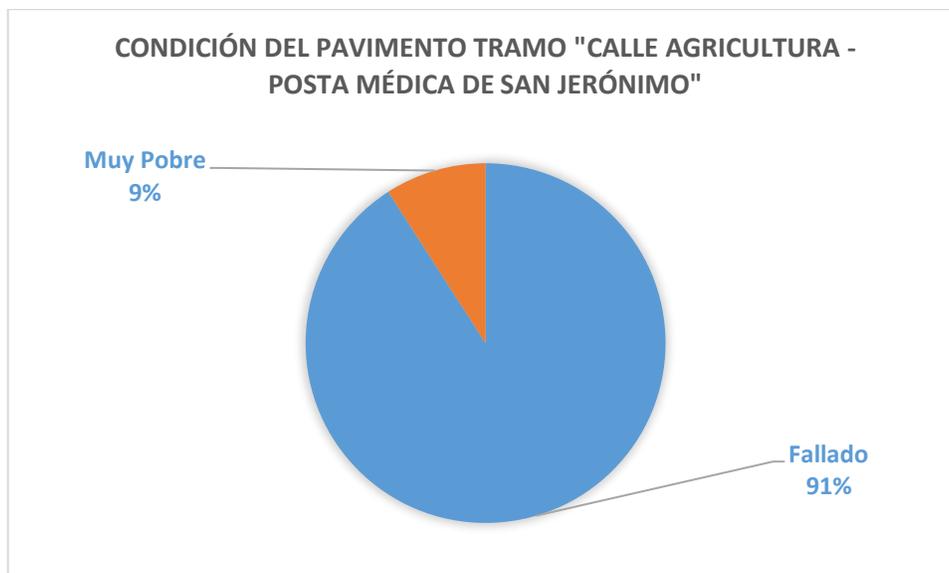


Figura 29: Condición del pavimento tramo calle Agricultura – posta médica de San Jerónimo

Fuente: Elaboración propia

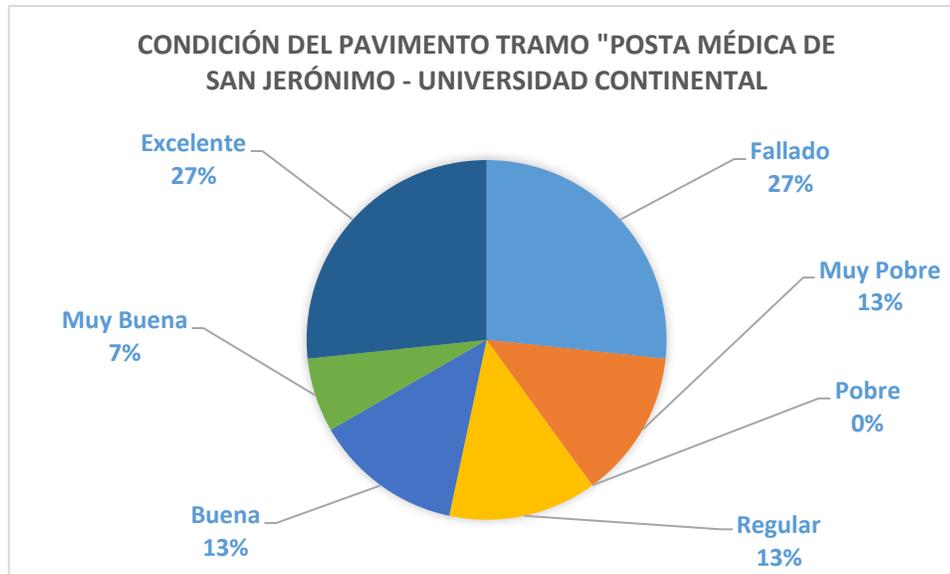


Figura 30: Condición del pavimento tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental

Fuente: Elaboración propia

3.6.2 Procedimiento de análisis de datos para la evaluación del Reglamento Nacional de Vehículos:

a) Modelo de discriminación del impacto de cargas de los vehículos N3 (C3 y 8x4) del resto de vehículos.

Para el tránsito de personas y carga en cualquier tipo de vehículo destinado para ese uso, se debería tener en cuenta el peso bruto vehicular y la carga útil, considerando que estas variables (proporcionadas por la ficha técnica del fabricante) son importantes para una eficiente transferencia de cargas hacia el pavimento. Es así que en la tabla 59 se observan los tipos de vehículos considerados por el MTC en sus formatos de conteo vehicular, así también como su peso neto, peso bruto vehicular, número de neumáticos y carga bruta por neumático.



Tabla 76: Peso neto, peso bruto y carga útil en vehículos considerados por el MTC

Tipo de Vehículo	Marca	Modelo	Número de neumáticos	Peso Neto (tn)	Peso Bruto (tn)	Carga Útil (tn)	Peso Bruto / cantidad de neumáticos (tn)	
Autos	Suzuki	Alto 800	4	0.73	1.19	0.45	0.30	
Station Wagon	Toyota	Corolla	4	1.10	1.55	0.45	0.39	
Pick Up	Toyota	Hilux	4	1.99	2.91	0.92	0.73	
Panel	Chevrolet	N400 max	4	1.20	1.92	0.72	0.48	
Combi	Toyota	Hiace	4	2.27	3.40	1.13	0.85	
Micro	Hyundai	County	6	3.27	5.67	2.40	0.95	
Bus	Bus 2E	Sinotruk	Howo City bus	6	2.70	6.31	3.61	1.05
	Bus >= 3E	Scania	K 360 4x2	10	12.24	19.50	7.26	1.95
Camión	Camión 2E	Mitsubishi	Fuso Fi 1217	6	3.90	11.99	8.09	2.00
	Camión 3E	Volvo	FMX 480 6x4	10	14.80	35.00	20.20	3.50
	Camión 4E	Volvo	FMX 520 8x4	12	17.30	48.00	30.70	4.00
Semi Trailer >=3S3	Tracto	Foton	BJ4259	22	9.00	64.52	16.00	2.93
	Cama baja	Melga	Nacional Standart		8.52		31.00	

Fuente: Elaboración propia hecha a base de fichas técnicas de fabricante de vehículos

Se observa que en la tabla 59 los camiones de 3 ejes y los de 4 ejes, es decir los camiones de configuración vehicular C3 y 8x4 son los que tienen la mayor carga bruta por neumático, esto considerando este resultado de manera teórica utilizando la información de la ficha técnica del fabricante de ese tipo de vehículo.

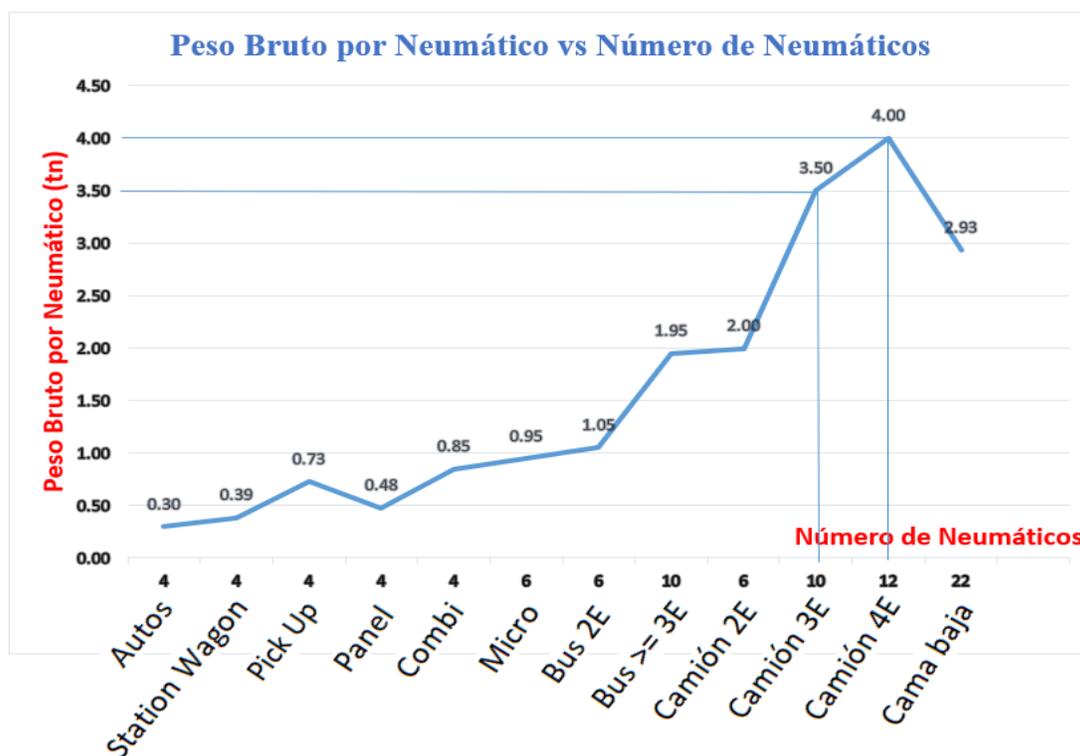




Figura 31: Variación del peso bruto por neumático vs número de neumáticos por vehículo

Fuente: Elaboración propia

La curva de la figura 31 muestra la variación del peso bruto por neumático vs el número de neumáticos por vehículo, donde se observa que los camiones de 3 ejes y los camiones de 4 ejes, es decir los camiones de categoría N3 de configuración vehicular C3 y 8x4, son los que tienen mayor incidencia de toneladas por neumático disponible según configuración vehicular. Aún cuando este análisis solamente es considerando las cargas teóricas. Más adelante observaremos el análisis considerando las cargas reales a las cuales están sometidas diariamente.

b) Análisis del tránsito total vs tránsito de camión volquete C3 y 8x4:

Luego de haber hecho el conteo vehicular durante 7 días consecutivos en las estaciones establecidas, se tiene la siguiente información:



Tabla 77: Resumen conteo vehicular estación grifo Móbil carril subida

RESUMEN CONTEO VEHICULAR ESTACIÓN GRIFO MÓBIL CARRIL SUBIDA

NOMBRE DE LA VÍA		Av de la Cultura Alta Grifo Móbil																		
CARRIL		Ambos																		
SENTIDO		Subida																		
AFORADOR																				
VEHÍCULO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAILER				TRAILER				TOTAL
			PICK UP	PANEL	COMBI		2 E	>= 3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
HORA																				
19/03/2023	3,649	587	433	90	199	825	295	10	100	8	0	0	0	0	3	0	0	0	0	6,199
20/03/2023	3,893	578	890	37	246	1,621	528	0	514	69	7	2	4	1	21	0	0	0	1	8,412
21/03/2023	3,649	587	433	90	199	825	295	10	100	8	0	0	0	0	3	0	0	0	0	6,199
22/03/2023	5,408	571	747	10	224	1,623	296	0	375	67	9	0	3	2	16	0	0	0	0	9,351
23/03/2023	5,996	441	783	85	138	1,232	285	0	379	75	4	0	4	1	15	0	0	0	0	9,438
24/03/2023	5,287	618	844	114	251	1,345	385	0	477	37	3	0	0	0	29	0	0	0	1	9,391
25/03/2023	5,558	633	818	95	119	1,420	357	0	411	45	4	0	0	0	28	0	0	0	0	9,488
Tráfico Total	33,440	4,015	4,948	521	1,376	8,891	2,441	20	2,356	309	27	2	11	4	115	0	0	0	2	58,478
Tráfico Vacío y/o Cargado										281	27									
Tráfico Sobrecargado (más de 15 m3)										28	0									
Días	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
IMD	4,777	574	707	74	197	1,270	349	3	337	44	4	0	2	1	16	0	0	0	0	

Fuente: Elaboración propia adaptado de (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2003)

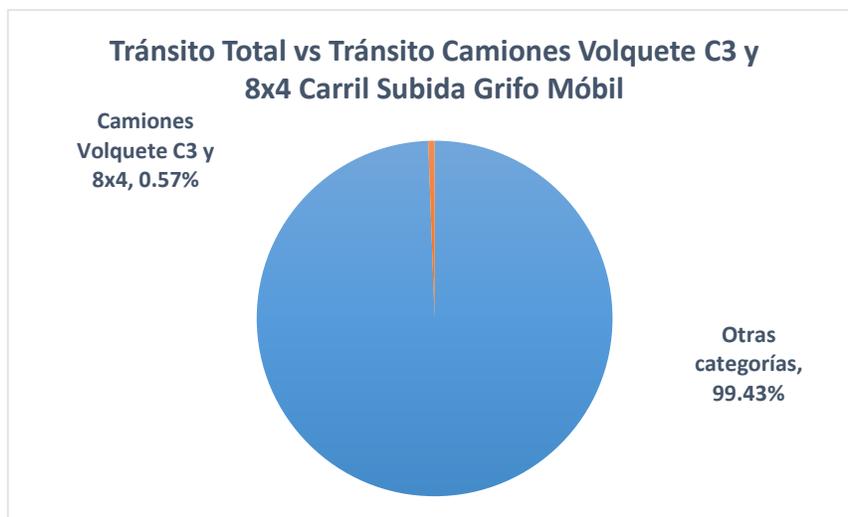


Figura 32: Comparación tránsito total vs tránsito de camiones volquete C3 y 8x4 en grifo Móbil carril subida

Fuente: Elaboración propia

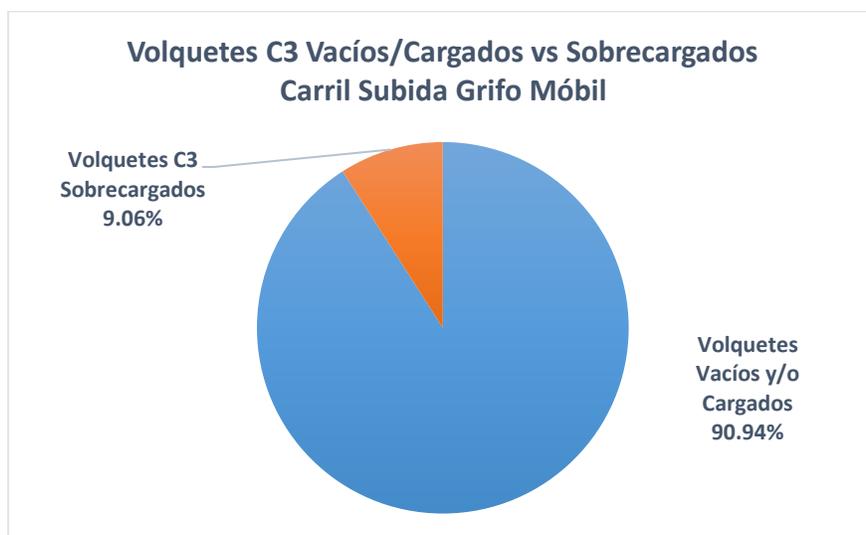


Figura 33: Comparación de tránsito de volquetes C3 vacíos/cargados vs tránsito de volquetes C3 sobrecargados en grifo Móbil carril subida

Fuente: Elaboración propia

En la figura 31 podemos observar que el tránsito de los camiones volquetes C3 y 8x4 no representa ni el 1% del tránsito total en la estación grifo Móbil carril subida.

En la figura 32 se observa que del 100% de camiones volquete C3 que transitan por dicha estación, el 9.06% son los que transitan sobrecargados, siendo el 90.94% los que teóricamente respetan el Reglamento Nacional de Vehículos (Título V: Pesos y Medidas).



Tabla 78: Resumen conteo vehicular estación grifo Móbil carril bajada

RESUMEN CONTEO VEHICULAR ESTACIÓN GRIFO MÓBIL CARRIL BAJADA

NOMBRE DE LA VÍA		Av de la Cultura Altura Grifo Móbil																		
CARRIL		Ambos																		
SENTIDO		Bajada																		
AFORADOR																				
VEHÍCULO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAILER				TRAILER				TOTAL
			PICK UP	PANEL	COMBI		2 E	>= 3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
HORA																				
19/03/2023	4,260	2,541	934	69	468	1,391	451	8	240	19	0	0	2	6	1	0	0	0	1	10,391
20/03/2023	4,031	2,885	1,122	44	571	1,850	614	13	960	115	1	2	3	26	9	0	0	3	3	12,252
21/03/2023	4,471	2,730	1,021	25	545	1,708	545	10	813	125	1	5	10	12	2	0	0	0	0	12,023
22/03/2023	4,256	2,720	942	16	436	1,703	487	7	648	117	0	3	6	10	9	0	0	0	0	11,360
23/03/2023	4,575	2,854	914	20	412	1,678	469	4	621	95	0	7	3	15	8	0	0	0	2	11,677
24/03/2023	4,784	2,960	998	17	356	1,601	426	9	574	44	0	9	5	3	21	0	0	0	2	11,809
25/03/2023	4,728	3,063	971	13	399	1,623	444	7	536	84	0	7	0	15	24	0	0	0	0	11,914
Tráfico Total	31,105	19,753	6,902	204	3,187	11,554	3,436	58	4,392	599	2	33	29	87	74	0	0	3	8	81,426
Tráfico Vacío y/o Cargado										598	2									
Tráfico Sobrecargado (más de 15 m3)										1	0									
Días	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
IMD	4,444	2,822	986	29	455	1,651	491	8	627	86	0	5	4	12	11	0	0	0	1	

Fuente: Elaboración propia adaptado de (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2003)

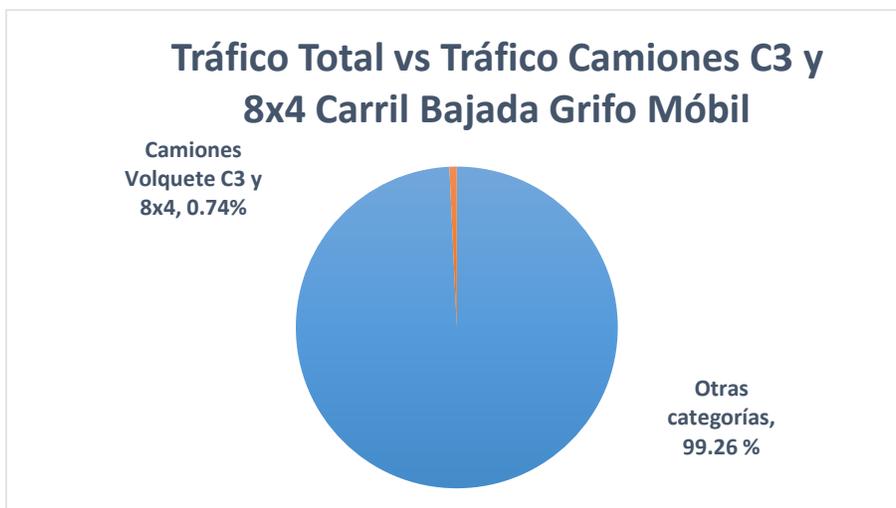


Figura 34: Comparación tránsito total vs tránsito de camiones volquete C3 y 8x4 en grifo Móbil carril bajada

Fuente: Elaboración propia

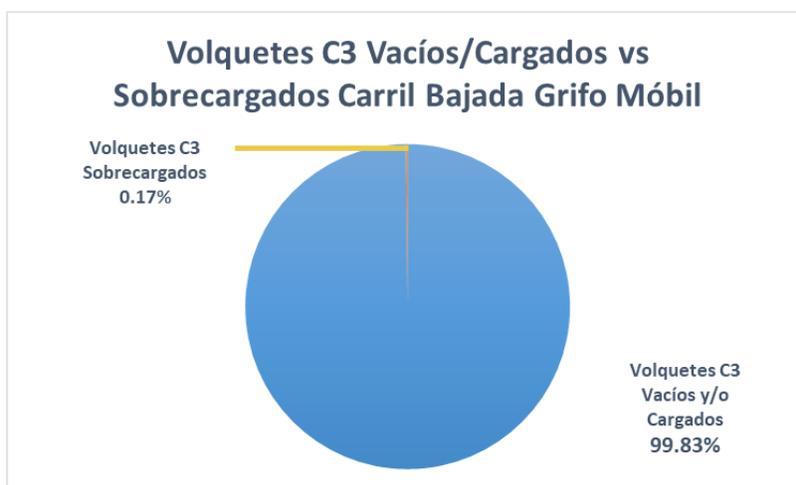


Figura 35: Comparación de tránsito de volquetes C3 vacíos/cargados vs tránsito de volquetes C3 sobrecargados en grifo Móbil carril bajada

Fuente: Elaboración propia

En la figura 33 podemos observar que el tránsito de los camiones volquetes C3 y 8x4 no representa ni el 1%, siendo el 0.74% del tránsito total en la estación grifo Móbil carril subida.

En la figura 34 se observa que del 100% de camiones volquete C3 que transitan por dicha estación, el 0.17% transita con sobrecarga, lo cual es despreciable ya que se evidencia que muy pocos camiones volquete C3 salen de la ciudad del Cusco sobrecargados.



Tabla 79: Resumen conteo vehicular estación control de San Jerónimo

RESUMEN CONTEO VEHICULAR ESTACIÓN CONTROL DE SAN JERÓNIMO

NOMBRE DE LA VÍA		Av de la Cultura Altura Control de San Jerónimo																		
CARRIL		Ambos																		
SENTIDO		Ambos																		
AFORADOR																				
VEHÍCULO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAILER				TRAILER				TOTAL
			PICK UP	PANEL	COMBI		2 E	>= 3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
HORA																				
19/03/2023	5,000	583	536	0	290	668	211	2	147	15	8	0	0	0	0	0	1	0	0	7,461
20/03/2023	4,959	628	708	3	317	1,073	265	8	377	140	8	0	1	0	48	0	0	0	0	8,535
21/03/2023	4,933	550	619	0	317	1,136	213	5	409	132	10	0	1	0	54	0	0	0	1	8,380
22/03/2023	4,930	616	618	2	356	1,026	217	5	377	121	7	0	0	0	43	0	0	0	0	8,318
23/03/2023	4,956	648	587	15	304	956	207	1	393	109	6	1	4	0	30	0	0	0	3	8,220
24/03/2023	5,415	517	651	7	218	962	240	7	405	98	9	0	1	0	44	0	0	0	2	8,576
25/03/2023	6,162	660	672	7	315	991	266	4	380	84	10	0	1	0	62	0	0	0	1	9,615
Tráfico Total	36,355	4,202	4,391	34	2,117	6,812	1,619	32	2,488	699	58	1	8	0	281	0	1	0	7	59,105
Tráfico Vacío y/o Cargado										667	58									
Tráfico Sobrecargado (más de 15 m3)										32	0									
Días	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
IMD	5,194	600	627	5	302	973	231	5	355	100	8	0	1	0	40	0	0	0	1	

Fuente: Elaboración propia adaptado de (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2003)

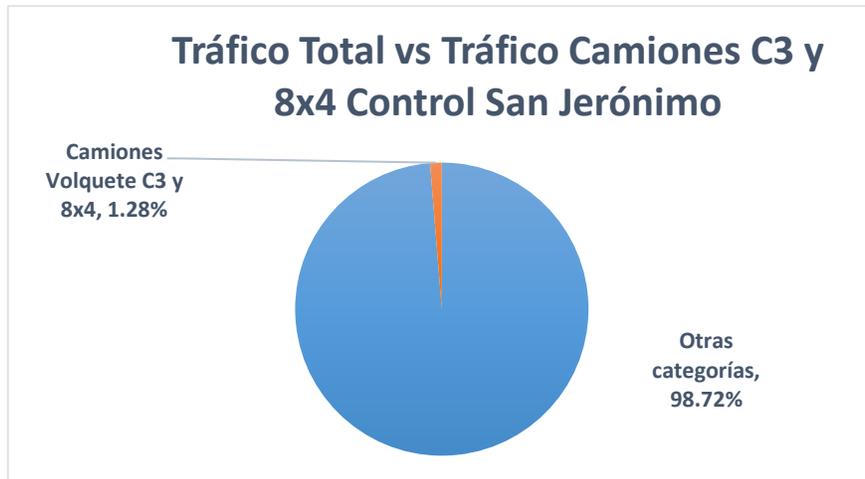


Figura 36: Comparación tránsito total vs tránsito de camiones Volquete C3 y 8x4 en control de San Jerónimo

Fuente: Elaboración propia

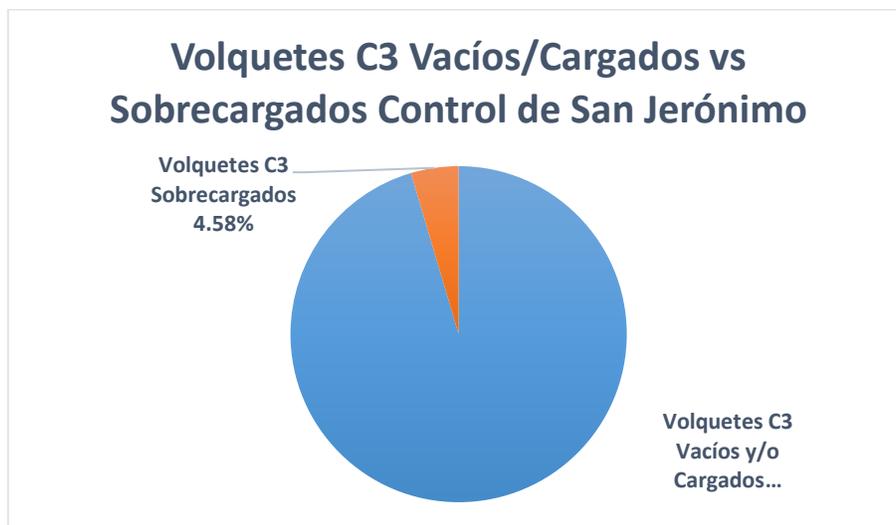


Figura 37: Comparación de tránsito de volquetes C3 vacíos/cargados vs tránsito de volquetes C3 sobrecargados en control de San Jerónimo

Fuente: Elaboración propia

En la figura 35 podemos observar que el tránsito de los camiones volquetes C3 y 8x4 representa el 1.28% del tránsito total.

En la figura 36 se observa que del 100% de camiones volquete C3 que transitan por dicha estación, el 5% transita con sobrecarga. A diferencia de la estación del grifo Móvil, se evidencia que más camiones volquete C3 llegan a entrar hasta la zona de San Jerónimo, para posteriormente evitar la zona de la Av. de la Cultura y así llegar a sus destinos, evitando pasar por el grifo Móvil.



Tabla 80: Resumen conteo vehicular estación Universidad Continental carril subida

RESUMEN CONTEO VEHICULAR ESTACIÓN UNIVERSIDAD CONTINENTAL CARRIL SUBIDA

NOMBRE DE LA VÍA		Prolongación Av de la Cultura Universidad Continental																		
CARRIL		Derecho																		
SENTIDO		Subida																		
AFORADOR		ESTACIÓN Universidad Continental																		
VEHÍCULO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAILER				TRAILER				TOTAL
HORA																				
27/03/2023	2,202	436	510	8	205	476	158	16	422	205	46	0	4	0	77	0	0	0	0	4,765
28/03/2023	2,032	398	464	13	193	456	153	5	446	193	53	0	4	0	75	0	0	0	0	4,485
29/03/2023	2,004	445	511	6	210	504	140	12	389	217	52	0	4	0	75	0	0	0	1	4,570
30/03/2023	2,015	485	524	6	238	503	174	14	376	205	52	0	0	1	53	0	0	0	1	4,647
31/03/2023	2,493	398	580	10	233	542	199	19	425	215	43	0	0	0	99	0	0	0	0	5,256
01/04/2023	3,756	521	639	10	322	510	161	18	414	127	33	0	0	0	82	0	0	0	2	6,595
02/04/2023	3,179	434	484	3	259	393	146	24	180	31	0	0	0	0	27	0	0	0	1	5,161
Tráfico Total	17,681	3,117	3,712	56	1,660	3,384	1,131	108	2,652	1,193	279	0	12	1	488	0	0	0	5	35,479
Tráfico Vacío y/o Cargado										759	147									
Tráfico Sobrecargado (más de 15 m3)										434	132									
Días	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
IMD	2,526	445	530	8	237	483	162	15	379	170	40	0	2	0	70	0	0	0	1	

Fuente: Elaboración propia adaptado de (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2003)

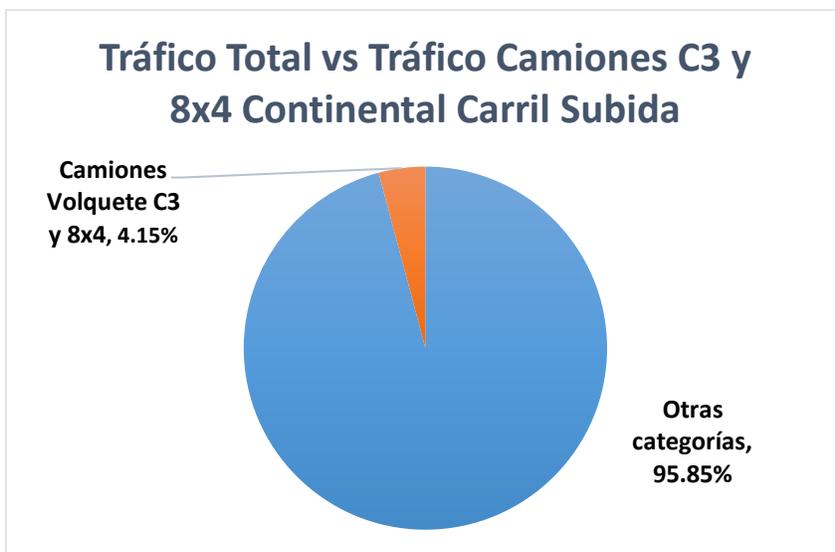


Figura 38: Comparación tránsito total vs tránsito de camiones Volquete C3 y 8x4 en Universidad Continental carril subida

Fuente: Elaboración propia

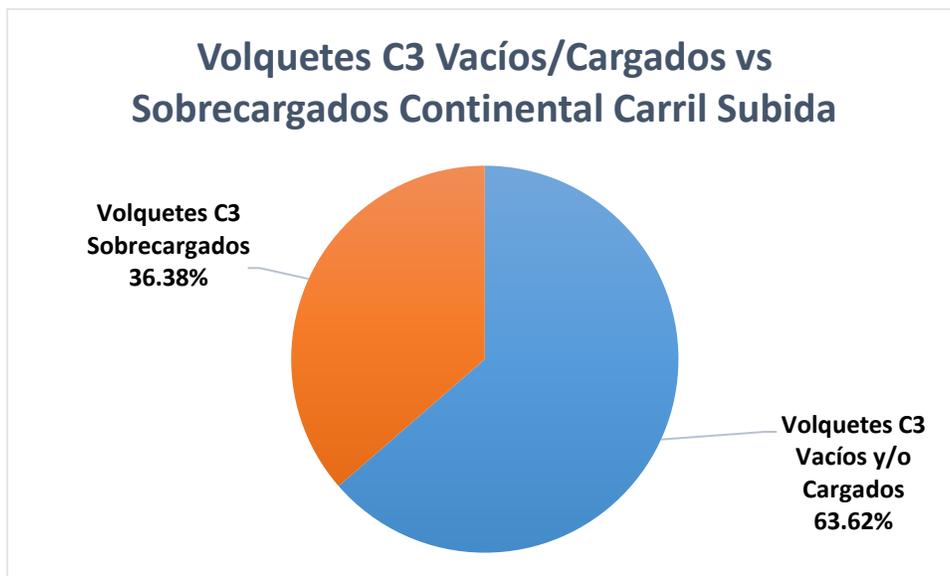


Figura 39: Comparación de tránsito de volquetes C3 vacíos/cargados vs tránsito de volquetes C3 sobrecargados en Universidad Continental carril subida

Fuente: Elaboración propia

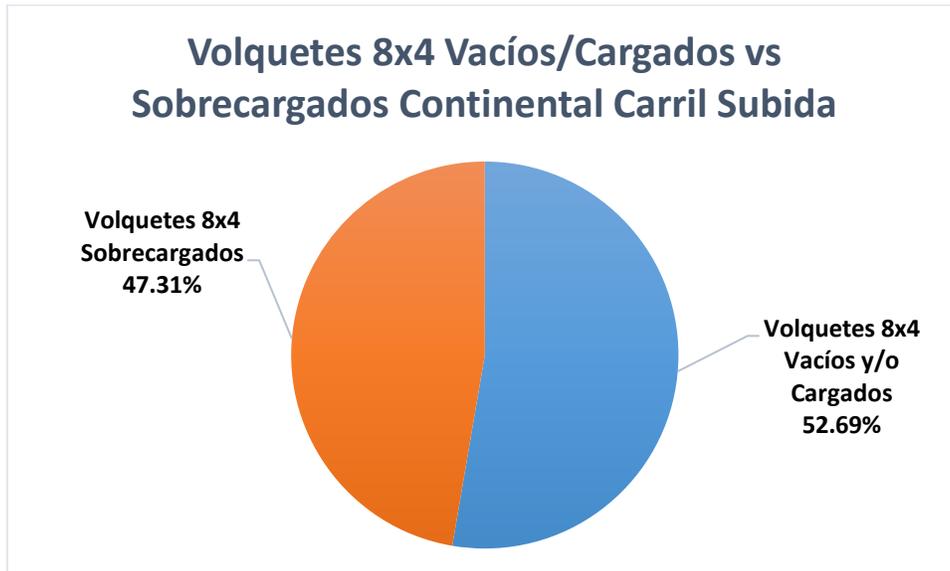


Figura 40: Comparación de tránsito de volquetes 8x4 vacíos/cargados vs tránsito de volquetes 8x4 sobrecargados en Universidad Continental carril subida

Fuente: Elaboración propia

En las figuras 38, 39 y 40 se evidencia que éste es el tramo que mayor tránsito de camiones volquete C3 y 8x4 presenta, tanto vacíos/cargados y sobrecargados. Al ser el único acceso principal a la ciudad del Cusco, estos camiones de carga y de otras categorías entran por esta vía para abastecer toda la demanda requerida.

En la figura 38 podemos observar que el tránsito de los camiones volquetes C3 y 8x4 representa el 4.15% del tránsito total de vehículos.

A su vez, en la figura 39 se aprecia que el 36.38% del total de camiones volquete C3 transitan con sobrecarga.

En la figura 40 se observa que el 47.31% del total de camiones volquete 8x4 transitan con sobrecarga.



Tabla 81: Resumen conteo vehicular estación Universidad Continental carril bajada

RESUMEN CONTEO VEHICULAR ESTACIÓN UNIVERSIDAD CONTINENTAL CARRIL BAJADA

NOMBRE DE LA VÍA		Prolongación Av de la Cultura Universidad Continental																		
CARRIL		Derecho																		
SENTIDO		Bajada																		
AFORADOR		ESTACIÓN Universidad Continental																		
VEHÍCULO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAILER				TRAILER				TOTAL
			PICK UP	PANEL	COMBI		2 E	>= 3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
HORA																				
27/03/2023	2,959	547	517	57	186	382	370	12	400	207	24	5	2	14	92	0	2	2	0	5,778
28/03/2023	2,448	479	474	80	128	271	319	4	353	224	32	12	2	8	32	0	1	0	2	4,869
29/03/2023	2,257	493	484	52	145	325	347	8	379	212	33	5	2	3	64	0	1	0	0	4,810
30/03/2023	2,259	470	491	45	148	204	464	13	386	221	31	5	0	4	84	0	0	0	2	4,827
31/03/2023	2,331	530	484	35	161	181	507	9	453	216	38	8	0	2	91	1	0	1	1	5,049
01/04/2023	4,441	828	589	49	246	133	551	10	471	146	30	2	2	4	84	1	0	0	0	7,587
02/04/2023	4,387	673	554	16	229	76	475	10	179	19	3	2	2	3	34	2	0	0	1	6,665
Tráfico Total	21,082	4,020	3,593	334	1,243	1,572	3,033	66	2,621	1,245	191	39	10	38	481	4	4	3	6	39,585
Tráfico Vacío y/o Cargado										918	191									
Tráfico Sobrecargado (más de 15 m3)										327	0									
Días	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
IMD	3,012	574	513	48	178	225	433	9	374	178	27	6	1	5	69	1	1	0	1	

Fuente: Elaboración propia adaptado de (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2003)

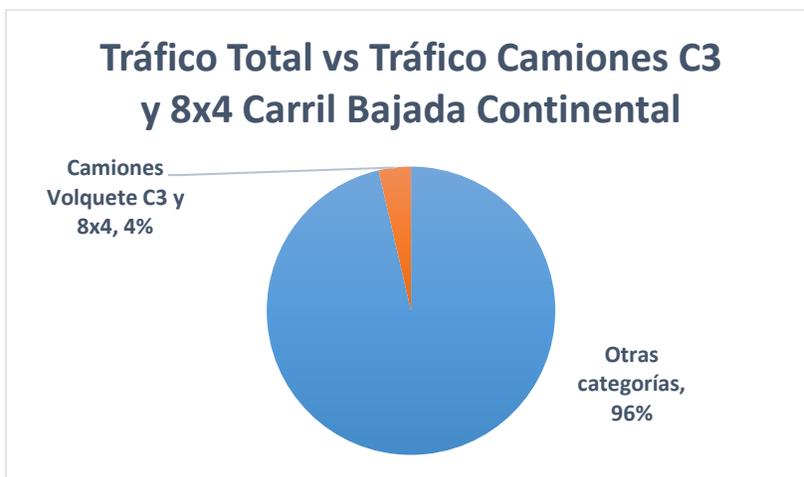


Figura 41: Comparación tránsito total vs tránsito de camiones volquete C3 y 8x4 en Universidad Continental carril bajada

Fuente: Elaboración propia

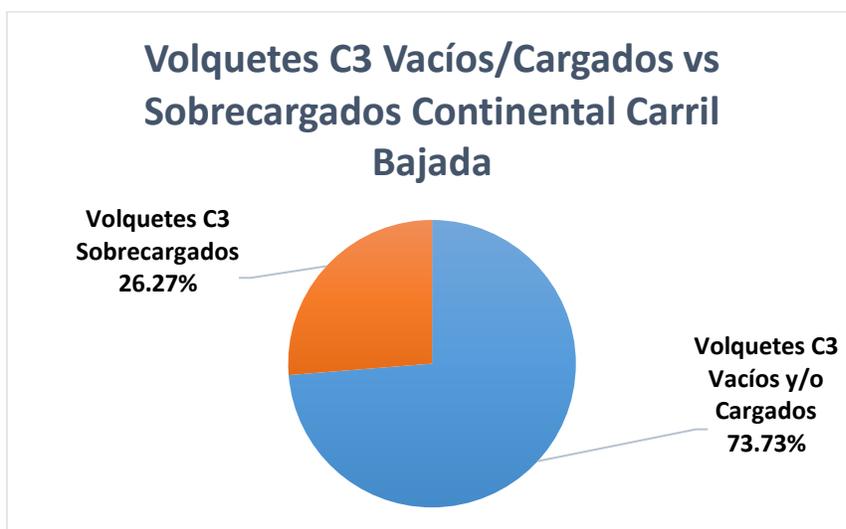


Figura 42: Comparación de tránsito de volquetes C3 vacíos/cargados vs tránsito de volquetes C3 sobrecargados en Universidad Continental carril bajada

Fuente: Elaboración propia

En este tramo Universidad Continental carril bajada se observa que disminuyen los valores de camiones volquete C3 y 8x4 con carga y sobrecarga, ya que los vehículos en su mayoría entran cargados al Cusco y salen vacíos.

La figura 40 al igual que la figura 37, los valores de volquetes C3 y 8x4 representan el 4% aprox del tránsito total, debido a que teóricamente entran y salen la misma cantidad de vehículos.

En la figura 41 se observa que representa el 26.26% el tránsito de volquetes C3 sobrecargados, del tránsito total de camiones volquete C3.



c) Análisis de la sobrecarga en camiones volquete de configuración vehicular C3 y 8x4:

c.1) Cubicación de sobrecarga en camiones volquete C3:

Para el cálculo de la sobrecarga de los camiones volquete se procedió a escalar las fotografías tomadas durante los conteos vehiculares, para posteriormente ubicar las cargas con mayor precisión en el programa Autocad. Teniendo la siguiente información:

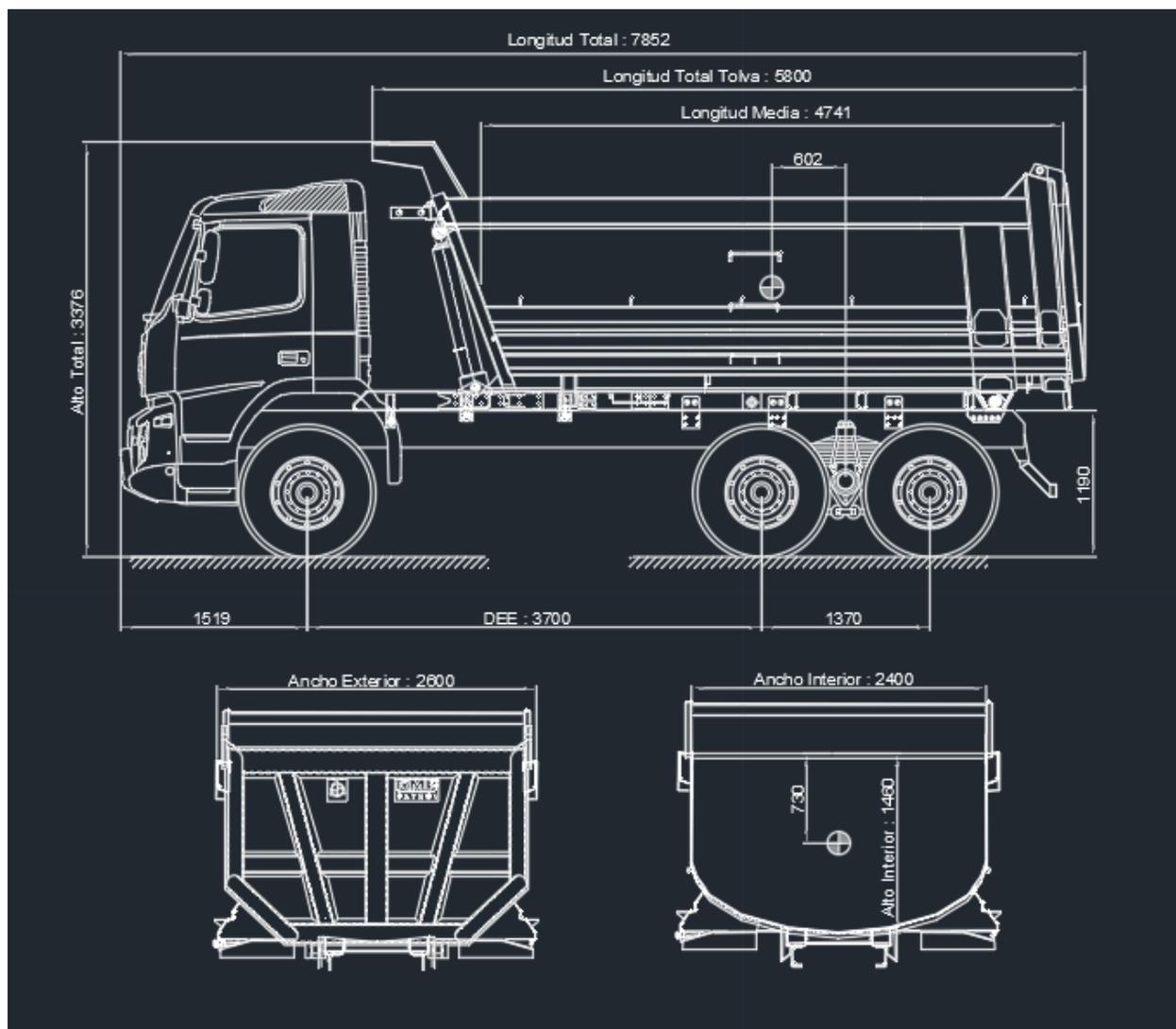


Figura 43: Medidas de tolva de 15m³ semirroquera marca RMB Sateci dibujados en Autocad

Fuente: (RMB Sateci, 2018) Autocad



Luego de escalar la fotografía, procedemos a cubicar la sobrecarga transportada.



Figura 44: Camión volquete C3 sobrecargado escalado en Autocad

Fuente: Elaboración propia

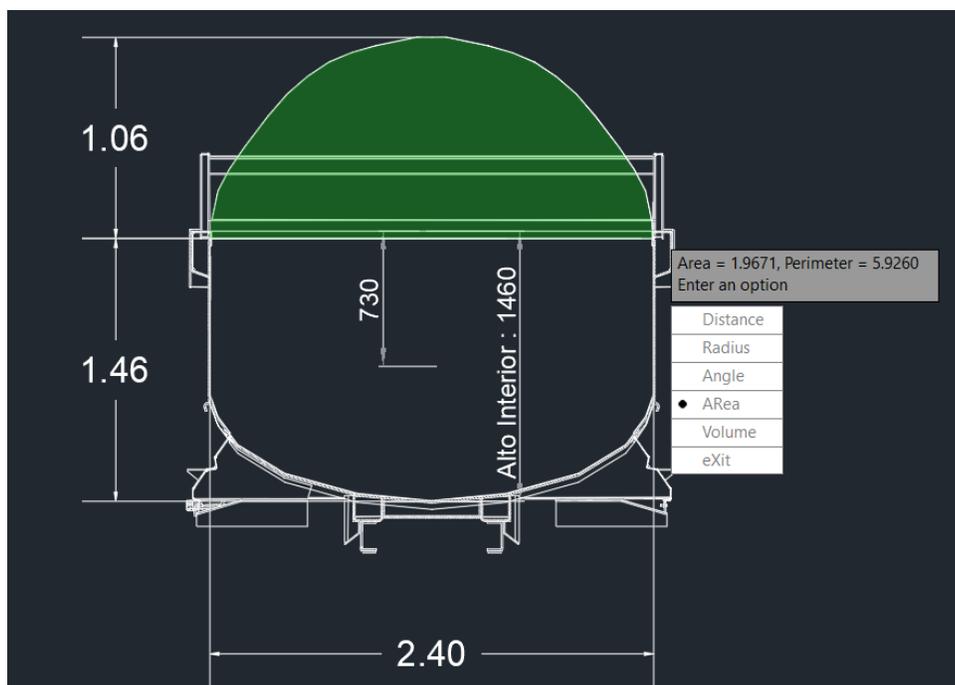


Figura 45: Vista posterior de tolva de camión volquete C3 sobrecargado

Fuente: Elaboración propia



Tabla 82: Cubicación de carga y sobrecarga en tolvas para camiones C3

Capacidad de Carga de Tolva para Camión Volquete C3		
Longitud media	4.74	m
Ancho interior	2.40	m
Alto interior	1.46	m
Volumen teórico	16.61	m ³
Volumen de Sobrecarga en Camión C3		
Longitud media	4.74	m
Área	1.97	m ²
Volumen sobrecarga	9.32	m ³
Volumen Total transportado = 16.61 m ³ + 9.32 m ³		
Volumen Total transportado = 25.93 m ³		

Fuente: Elaboración propia

Con las medidas de los planos de fabricación de las tolvas de marca RMB Sateci para los camiones volquete C3, se hizo la cubicación dando por resultado 16.61 m³ el volumen teórico de dichas tolvas.

Así mismo con la medida de la altura por encima del límite superior de la tolva siendo 1.06m se hizo el cálculo del área lomeada donde se encuentra la sobrecarga, y multiplicandola por la longitud media de la tolva 4.74m nos dá como resultado un volumen de 9.32 m³ de sobrecarga.

Siendo el total un volumen de 25.93 m³ transportados diariamente en camiones volquete de configuración vehicular C3, representando un 60% de exceso en carga en volumen.

c.2) Cubicación de sobrecarga en camiones volquete 8x4:

Para el cálculo de la sobrecarga en camiones volquete 8x4 es de la misma que en camiones volquete C3. La única diferencia vendría a ser la longitud media de la tolva ya que el chasis en los camiones 8x4 es más largo.

Según ficha técnica de la tolva semirroquera marca Firme para camión volquete 8x4, el volumen teórico es de 20m³, siendo 5.70m la longitud media de la tolva. Es así que se tiene la siguiente información:



Figura 46: Camión volquete 8x4 sobrecargado escalado en Autocad

Fuente: Elaboración propia

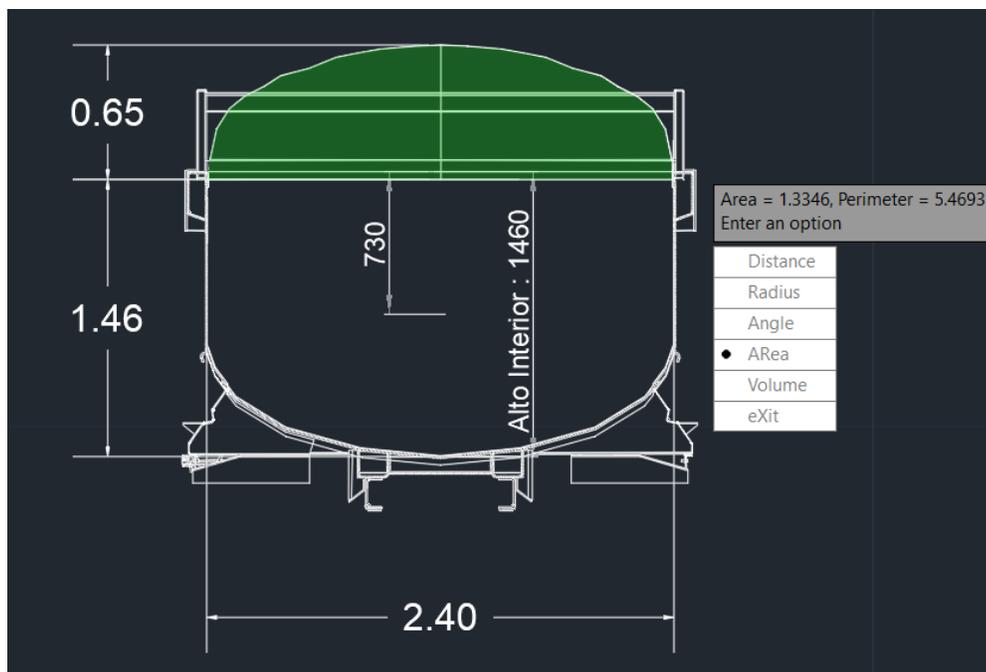


Figura 47: Vista posterior de tolva de camión volquete 8x4 sobrecargado

Fuente: Elaboración propia



Tabla 83: Cubicación de carga y sobrecarga en tolvas para camiones 8x4

Capacidad de Carga de Tolva para Camión Volquete 8x4		
Longitud media	5.70	m
Ancho interior	2.40	m
Alto interior	1.46	m
Volumen teórico	19.97	m ³

Volumen de Sobrecarga en Camión 8x4		
Longitud media	5.70	m
Área	1.33	m ²
Volumen sobrecarga	7.58	m ³

Volumen Total transportado = 19.97 m ³ + 7.58 m ³
Volumen Total transportado = 27.55 m ³

Fuente: Elaboración propia

De la misma manera como se escaló al camión volquete C3 sobrecargado, se escaló el camión volquete 8x4 sobrecargado, dando por resultado el volumen teórico de 19.97 m³.

La medida de la altura por encima del límite superior de la tolva en este caso fue de 0.65m, con el área lomeada determinada en Autocad, multiplicada por la longitud media de la tolva 5.70m, nos da un volumen de 7.58 m³ de sobrecarga.

Teniendo un total de volumen transportado en camiones volquetes 8x4 de 27.55 m³, representando un 37% de exceso en carga en volumen.

Considerando:

➤ **Peso específico de materiales:**

Procedemos a hacer los siguientes cálculos siendo la arena húmeda y la grava los materiales más transportados en los camiones volquetes de configuración vehicular C3 y 8x4.



Tabla 84: Pesos específicos de materiales más transportados por volquetes C3 y 8x4

Material	Peso (Kg/m3)
Arena Húmeda	1,800.00
Arena Seca	1,700.00
Tierra Húmeda	1,800.00
Tierra Seca	1,600.00
Grava	1,700.00
Grava y Arena Húmeda	1,800.00
Grava y Arena Seca	1,600.00

Fuente: (Norma E.020 Cargas, 2006)

- ❖ Los camiones volquete **C3** transportan diariamente 25.93m³ (Tabla 45).
 - Si llevan arena húmeda, cargan 1800 kg/m³ x 25.93 m³ = 46,674 kg (**solo en carga**). Es decir que mas el peso seco vehicular de 14 tn, serían 60.67 tn de peso bruto vehicular PBV transitando con completa normalidad diariamente. Representando una carga del 231% o una sobrecarga del 131%, según la Tabla 67 que nos indica la carga útil según ficha técnica de fabricante de volquetes C3.
 - Si llevan grava, cargan 1700 kg/m³ x 25.93 m³ = 44,081 kg (**solo en carga**). Es decir que mas el peso seco vehicular de 14 tn, serían 58.08 tn de peso bruto vehicular PBV transitando con completa normalidad diariamente. Representando una carga del 218% o una sobrecarga del 118%, según la Tabla 67 que nos indica la carga útil según ficha técnica de fabricante de volquetes C3.
- ❖ Los camiones volquete **8x4** transportan diariamente 27.55m³ (Tabla 46).
 - Si llevan arena húmeda, cargan 1800 kg/m³ x 27.55 m³ = 49,590 kg (**solo en carga**). Es decir que mas el peso seco vehicular de 17.3 tn, serían 66.89 tn de peso bruto vehicular PBV transitando diariamente con completa normalidad. Representando una carga del 165% o una sobrecarga del 65%, según la Tabla 67 que nos indica la carga útil según ficha técnica de fabricante de volquetes 8x4.
 - Si llevan grava, cargan 1700 kg/m³ x 27.55 m³ = 46,835 kg (**solo en carga**). En consecuencia mas el peso seco vehicular de 17.3 tn, serían 64.13 tn de peso bruto



vehicular PBV circulando diariamente con completa normalidad. Representando una carga del 156% o una sobrecarga del 56%, según la Tabla 67 que nos indica la carga útil según ficha técnica de fabricante de volquetes 8x4.

➤ **Ficha técnica de volquetes C3 y 8x4:**

Tabla 85: Configuración vehicular, tara, carga útil y PBV de volquetes C3 y 8x4

Marca	Modelo	Configuración Vehicular	Capacidad Técnica de Carga		Peso Seco Vehicular tn	Carga Útil tn	Peso Bruto Vehicular (PBV) tn
			Eje Delantero	Eje Posterior			
Volvo	NL 10	6x4	7.5	18.5	11.9	14.1	26.0
Volvo	NL 12	6x4	7.5	18.5	12.3	13.7	26.0
Volvo	F 12	6x4	7.1	21	13.0	15.1	28.1
Volvo	FMX 440	6x4	9	26	14.7	20.3	35.0
Volvo	FMX 480	6x4	9	26	14.8	20.2	35.0
Volvo	FMX 520	8x4	18	30	17.3	30.7	48.0
Scania	113H	6x4	7.5	25.3	12.8	20.0	32.8
Scania	P360	6x4	9	26	14.0	21.0	35.0
Scania	P360	8x4	18	32	20.0	30.0	50.0
Mercedez Benz	Arocs 4845K	8x4	18	32	20.0	30.0	50.0

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la tabla 48 que los camiones volquete de configuración vehicular 8x4 son los que tiene mayor capacidad de carga y por ende mayor peso bruto vehicular. Sin embargo, en ambos casos los camiones volquete C3 y los 8x4, exceden en 18 tn y hasta en 25 tn los límites de capacidad de carga según ficha técnica del fabricante de volquetes de esas configuraciones vehiculares.

➤ **Ficha técnica de llantas para volquetes C3 y 8x4:**

❖ Presión de inflado y capacidad de carga:

Como se mencionó en la sección 2.2.11.6, la capacidad de carga de un neumático de camión está en función de:

- Medida (perfil de llanta y aro)
- Presión de inflado
- Configuración de trabajo (simple o doble)



Las tablas que encontramos en toda ficha técnica de fabricante de llantas para camión, nos proporciona esa información.

Tabla 86: Presión de trabajo y capacidad de carga para llantas tubulares Marca Continental

24"			kPa	480	520	550	590	620	660	690	720	760	790	830
			psi	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
325/95R24	*	dual	kg	2780	2860	3020	3140	3250	3350	3450	3550	3650	3760	3875 (J)
			lbs	6120	6390	6650	6910	7160	7390	7610	7830	8050	8300	8540 (J)
		single	kg	2870	3020	3170	3300	3440	3650	3770	3890	4000	4130	4250 (J)
			lbs	6330	6660	6980	7280	7580	8050	8310	8570	8820	9100	9370 (J)

Fuente: (Continental Tires, 2018)

Observamos en la ficha técnica de Llantas Continental en la Tabla 49 la presión y capacidad de carga proporcionada por el fabricante de llantas, sabiendo que para camiones volquete la presión utilizada en llantas tubulares es de 120 psi, por otra parte para llantas convencionales la presión a usar es de 90 a 100 psi, teniendo en ambos casos capacidades de carga similares.

Considerando la medida de 325/95R24 equivalente a una 13R24 llantas tubulares para camiones de configuración vehicular C3 y 8x4, para una presión máxima de trabajo de 120 psi, en configuración dual tendrán una capacidad de carga de 3875 kg cada llanta y en configuración simple tendrán una capacidad de carga de 4250 kg cada llanta.

Análisis de cargas en llantas para camiones volquete C3 y 8x4:

- Siendo un camión volquete C3 que cuenta con 10 llantas en total: 08 que trabajan en condición dual y 2 delanteras direccionales que trabajan en condición simple, entonces el peso bruto vehicular PBV según la capacidad de carga de las llantas debería ser de 39,500 kg o 39.50 tn. Pero anteriormente se demostró que dichos camiones transitan con 58 y 60 tn de peso bruto vehicular, en consecuencia cada llanta realmente estaría recibiendo de carga 5,900 kg. Es decir en los camiones volquete C3 las llantas delanteras estarían transitando con un 38.8% de sobrecarga y las llantas del tandem estarían transitando con un 52.25% de sobrecarga Teniendo en cuenta que el

100% de la capacidad de carga de cada llanta es lo que nos indica el fabricante, siendo 3875 kg para condición dual y 4250 kg para condición simple, ambas a 120 psi de presión.

Carga Teórica en Llantas de Camión C3 (6x4)

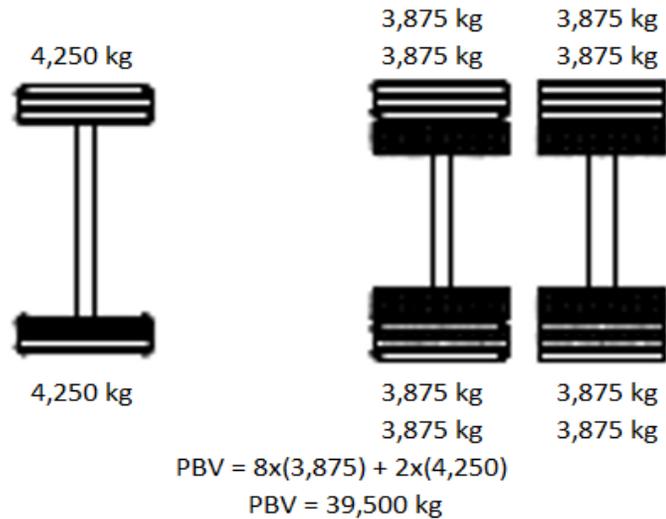


Figura 48: Distribución de cargas según ficha técnica de fabricante de llantas en camión C3

Fuente: Elaboración propia

Carga Real en Llantas de Camión C3 (6x4)

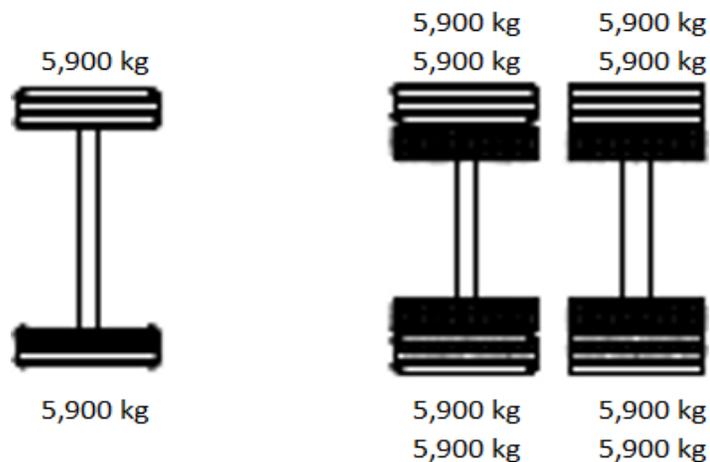


Figura 49: Distribución de cargas según condiciones de trabajo real de llantas en camión C3

Fuente: Elaboración propia



- Siendo un camion volquete 8x4 que cuenta con 12 llantas en total: 08 que trabajan en condición dual y 4 delanteras direccionales que trabajan en condición simple, entonces el peso bruto vehicular PBV según la capacidad de carga de las llantas debería ser de 48,000 kg o 48.00 tn. Pero anteriormente se demostró que dichos camiones transitan con 64 y 66 tn de peso bruto vehicular, en consecuencia cada llanta realmente estaría recibiendo de carga 5,400 kg. Es decir en los camiones volquete 8x4 las llantas delanteras estarían transitando con un 27.05% de sobrecarga y las llantas del tandem estarían transitando con un 39.35% de sobrecarga Teniendo en cuenta que el 100% de la capacidad de carga de cada llanta es lo que nos indica el fabricante, siendo 3875 kg para condición dual y 4250 kg para condición simple, ambas a 120 psi de presión.

Carga Teórica en Llantas de Camión 8x4

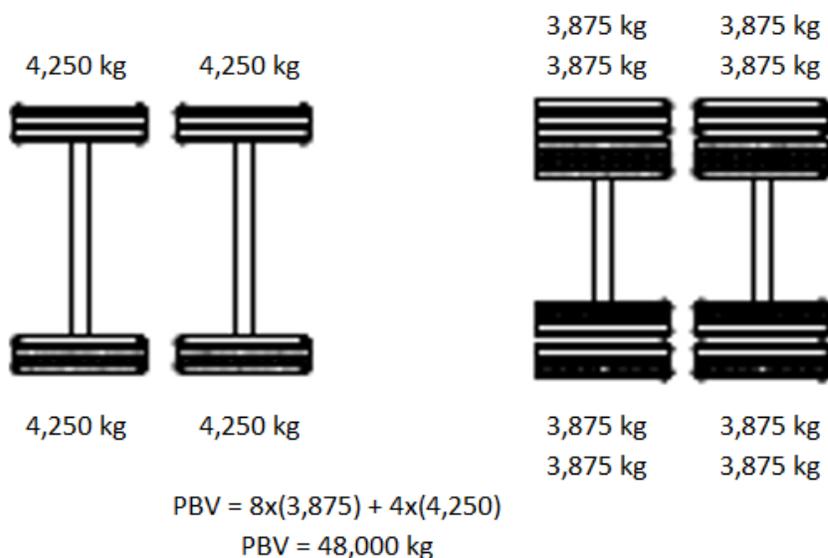


Figura 50: Distribución de cargas según ficha técnica de fabricante de llantas en camión 8x4

Fuente: Elaboración propia

Carga Real en Llantas de Camión 8x4

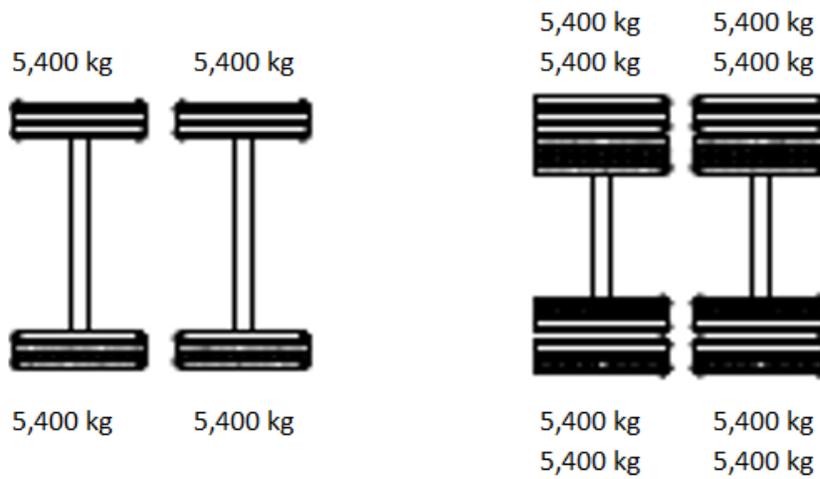


Figura 51: Distribución de cargas según condiciones de trabajo real de llantas en camión 8x4

Fuente: Elaboración propia

Consecuencias de la sobrecarga que soportan las llantas de los camiones volquete C3 y 8x4.



Figura 52: Llanta reventada debido a un exceso de carga

Fuente: Elaboración propia

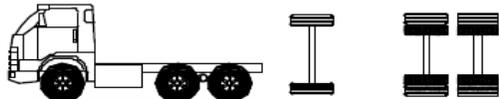
Evaluando:

➤ **Pesos y medidas máximas permitidas:**

Considerando el ítem 1: pesos y medidas máximas permitidas del Anexo IV: Pesos y Medidas del Reglamento Nacional de Vehículos, se tiene la siguiente información:

- Para camiones de configuración vehicular C3

Tabla 87: Tabla de pesos y medidas para camión C3

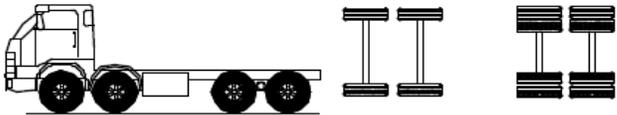
TABLA DE PESOS Y MEDIDAS								
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º		4º
C3		13,20	7	18	---	---	---	25

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos Anexo IV

Con la información anteriormente calculada y demostrada se tiene que los camiones volquete C3 efectivamente transitan con 58 y 60 tn de peso bruto máximo o peso bruto vehicular, representando un 136% de sobrecarga por encima del límite que establece el Reglamento.

- Para camiones de configuración vehicular 8x4

Tabla 88: Tabla de pesos y medidas para camión 8x4

TABLA DE PESOS Y MEDIDAS								
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º		4º
8x4		13,20	7+7 ⁽⁵⁾	18	---	---	---	32

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos Anexo IV

Con la información anteriormente calculada y demostrada se tiene que los camiones volquete C3 efectivamente transitan con 64 y 66 tn de peso bruto máximo o peso bruto vehicular, representando un 103% de sobrecarga por encima del límite que establece el Reglamento.

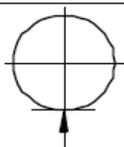
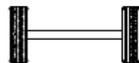
➤ **Peso máximo por ejes o conjunto de ejes:**

Considerando el ítem 2: peso máximo por eje o conjunto de ejes del Anexo IV: Pesos y Medidas del Reglamento Nacional de Vehículos, se tiene la siguiente información:

- Para camiones de configuración vehicular C3

Para el tren o eje delantero.

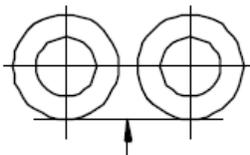
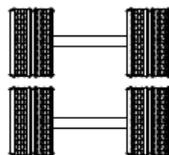
Tabla 89: Tabla de peso máximo por eje simple

Conjunto de eje(s)	Nomenclatura	Simbología	Nº de Neumáticos	GRAFICO	Peso máximo por eje(s) (t)
Simple	1RS		02		7

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos Anexo IV

Para el eje posterior o eje trasero.

Tabla 90: Tabla de peso máximo por eje en tándem

Conjunto de eje(s)	Nomenclatura	Simbología	Nº de Neumáticos	GRAFICO	Peso máximo por eje(s) (t)
Doble	2RD		08		18

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos Anexo IV

Es decir, según el Reglamento Nacional de Vehículos, un camión C3 en su eje delantero debería cargar como máximo 7 tn y en su eje posterior 18 tn, siendo un total de 25 tn de peso máximo vehicular.

- Para camiones de configuración vehicular 8x4

Para el tren o eje delantero.

Tabla 91: Tabla de peso máximo por eje doble con llantas simples

Conjunto de eje(s)	Nomenclatura	Simbología	Nº de Neumáticos	GRAFICO	Peso máximo por eje(s) (t)
Doble	2RS		04		12

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos Anexo IV

Para el eje posterior o eje trasero.

Tabla 92: Tabla de peso máximo por eje doble en tándem

Conjunto de eje(s)	Nomenclatura	Simbología	Nº de Neumáticos	GRAFICO	Peso máximo por eje(s) (t)
Doble	2RD		08		18

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos Anexo IV

Es decir, según el Reglamento Nacional de Vehículos, un camión 8x4 en su eje delantero debería cargar como máximo 12 tn y 14 tn para ejes direccionales; y en su eje posterior 18 tn, siendo un total de 32 tn de peso máximo vehicular.



➤ **Tolarenia de pesaje dinámico.**

Considerando el ítem 3: tolerancia del pesaje dinámico del Anexo IV: Pesos y Medidas del Reglamento Nacional de Vehículos, se tiene la siguiente información:

Tabla 93: Tabla de tolerancia de pesaje dinámico

Eje (s)	Neumáticos	Tolerancia
Simple	02	350 kg
Simple	04	550 kg
Doble	04	600 kg
Doble	06	800 kg
Doble	08	900 kg
Triple	06	800 kg
Triple	10	1150 kg
Triple	12	1250 kg

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos Anexo IV

En la tabla 56 se observan los valores en kg de la tolerancia del pesaje dinámico:

- Considerando un camión C3, en su eje delantero tendría 350 kg de tolerancia en pesaje dinámico y en su eje posterior 900 kg de tolerancia en pesaje dinámico, teniendo un total de 1250 kg de tolerancia en pesaje dinámico.
- Considerando un camión 8x4, en su eje delantero tendría 600 kg de tolerancia en pesaje dinámico y en su eje posterior 900 kg de tolerancia en pesaje dinámico, teniendo un total de 1500 kg de tolerancia en pesaje dinámico.



Capítulo IV: Resultados

4.1 Resultados de la evaluación del PCI:

4.1.1 Resultados del PCI en el tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida:

Tabla 94: Valores del PCI para cada unidad de muestra evaluada del 1er tramo carril subida

TRAMO: GRIFO MÓBIL - CALLE AGRICULTURA CARRIL SUBIDA				
UM	Progresiva Inicial	Progresiva Final	PCI	Calificación
1S UM 01	0+000	0+0383	7	FALLADO
1S UM 02	0+114	0+153	21	MUY POBRE
1S UM 03	0+268	0+306	9	FALLADO
1S UM 04	0+383	0+421	76	MUY BUENA
1S UM 05	0+536	0+574	93	EXCELENTE
1S UM 06	0+651	0+689	50	REGULAR
1S UM 07	0+804	0+842	85	MUY BUENA
1S UM 08	0+919	0+957	62	BUENA
1S UM 09	01+072	01+110	7	FALLADO
1S UM 10	01+187	01+225	67	BUENA
1S UM 11	01+340	01+378	54	REGULAR
1S UM 12	01+455	01+493	50	REGULAR
1S UM 13	01+608	01+646	70	MUY BUENA
1S UM 14	01+723	01+761	56	BUENA
1S UM 15	01+876	01+915	83	MUY BUENA
1S UM 16	01+991	02+029	81	MUY BUENA
1S UM 17	02+144	02+183	89	EXCELENTE
Tramo			PCI	Calificación
Grifo Móbil - Calle Agricultura Subida			56	Buena

Fuente: Elaboración propia



4.1.2 Resultados del PCI en el tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril bajada:

Tabla 95: Valores del PCI para cada unidad de muestra evaluada del 1er tramo carril bajada

TRAMO: GRIFO MÓBIL - CALLE AGRICULTURA CARRIL BAJADA				
UM	Progresiva Inicial	Progresiva Final	PCI	Calificación
1B UM 01	0+000	0+0383	55	REGULAR
1B UM 02	0+114	0+153	10	FALLADO
1B UM 03	0+268	0+306	6	FALLADO
1B UM 04	0+383	0+421	49	REGULAR
1B UM 05	0+536	0+574	89	EXCELENTE
1B UM 06	0+651	0+689	80	MUY BUENA
1B UM 07	0+804	0+842	55	REGULAR
1B UM 08	0+919	0+957	30	POBRE
1B UM 09	01+072	01+110	31	POBRE
1B UM 10	01+187	01+225	55	REGULAR
1B UM 11	01+340	01+378	28	POBRE
1B UM 12	01+455	01+493	94	EXCELENTE
1B UM 13	01+608	01+646	52	REGULAR
1B UM 14	01+723	01+761	46	REGULAR
1B UM 15	01+876	01+915	67	BUENA
1B UM 16	01+991	02+029	55	REGULAR
1B UM 17	02+144	02+183	96	EXCELENTE

Tramo	PCI	Calificación
Grifo Móbil - Calle Agricultura Bajada	53	Regular

Fuente: Elaboración propia



4.1.3 Resultados del PCI en el tramo calle Agricultura – posta médica de San Jerónimo:

Tabla 96: Valores del PCI para cada unidad de muestra evaluada del 2do tramo

TRAMO: CALLE AGRICULTURA - POSTA DE SALUD SAN JERÓNIMO				
UM	Progresiva Inicial	Progresiva Final	PCI	Calificación
2UM 01	02+200	02+231	9	FALLADO
2UM 02	02+294	02+325	4	FALLADO
2UM 03	02+388	02+420	10	FALLADO
2UM 04	02+483	02+514	7	FALLADO
2UM 05	02+577	02+609	0	FALLADO
2UM 06	02+672	02+703	9	FALLADO
2UM 07	02+766	02+798	9	FALLADO
2UM 08	02+861	02+892	8	FALLADO
2UM 09	02+955	02+987	20	MUY POBRE
2UM 10	03+050	03+081	6	FALLADO
2UM 11	03+144	03+176	10	FALLADO

Tramo	PCI	Calificación
Calle Agricultura - Posta de Salud San Jerónimo	8	Fallado

Fuente: Elaboración propia



4.1.4 Resultados del PCI en el tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental:

Tabla 97: Valores del PCI para cada unidad de muestra evaluada del 3er tramo

TRAMO: POSTA DE SALUD SAN JERÓNIMO - UNIVERSIDAD CONTINENTAL				
UM	Progresiva Inicial	Progresiva Final	PCI	Calificación
3UM 01	03+180	03+226	86	EXCELENTE
3UM 02	03+364	03+410	60	BUENA
3UM 03	03+594	03+640	99	EXCELENTE
3UM 04	03+778	03+824	5	FALLADO
3UM 05	04+008	04+054	91	EXCELENTE
3UM 06	04+192	04+238	2	FALLADO
3UM 07	04+422	04+468	72.5	MUY BUENA
3UM 08	04+606	04+652	17	MUY POBRE
3UM 09	04+836	04+882	87	EXCELENTE
3UM 10	05+020	05+066	20	MUY POBRE
3UM 11	05+250	05+296	69	BUENA
3UM 12	05+434	05+480	55	REGULAR
3UM 13	05+664	05+710	44	REGULAR
3UM 14	05+848	05+894	10	FALLADO
3UM 15	05+986	06+032	8	FALLADO

Tramo	PCI	Calificación
Posta de Salud San Jerónimo - Universidad Continental	48.4	Regular
Unidades de muestra carril subida	24	Muy Pobre
Unidades de muestra carril bajada	78	Muy Buena

Fuente: Elaboración propia



4.2 Resultados de la evaluación del Reglamento Nacional de Vehículos:

Tabla 98: Tránsito total vs tránsito de volquetes C3 y volquetes 8x4 por cada tramo

Tramo	Tránsito Total		Camiones Volquete C3		Camiones Volquete 8x4	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Grifo Móbil - Calle Agricultura Carril Subida	58,478	100%	309	0.528%	27	0.046%
Grifo Móbil - Calle Agricultura Carril Bajada	81,426	100%	599	0.736%	2	0.002%
Calle Agricultura - Posta Médica San Jerónimo	59,105	100%	699	1.183%	58	0.098%
Posta Médica San Jerónimo - Universidad Continental Carril Subida	35,479	100%	1,193	3.363%	279	0.786%
Posta Médica San Jerónimo - Universidad Continental Carril Bajada	39,585	100%	1,245	3.145%	191	0.483%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 99: Tránsito de volquetes C3 (vacíos/cargados y sobrecargados) y volquetes 8x4 (vacíos/cargados y sobrecargados) por cada tramo

Tramo	Camiones Volquete C3				Camiones Volquete 8x4			
	C3 Vacío/Cargado	%	C3 Sobrecargado	%	8x4 Vacío/Cargado	%	8x4 Sobrecargado	%
Grifo Móbil - Calle Agricultura Carril Subida	281	0.48	28	0.05	27	0.05	0	0.00
Grifo Móbil - Calle Agricultura Carril Bajada	598	0.73	1	0.00	2	0.00	0	0.00
Calle Agricultura - Posta Médica San Jerónimo	667	1.13	32	0.05	58	0.10	0	0.00
Posta Médica San Jerónimo - Universidad Continental Carril Subida	759	2.14	434	1.22	147	0.41	132	0.37
Posta Médica San Jerónimo - Universidad Continental Carril Bajada	918	2.32	327	0.83	191	0.48	0	0.00

Fuente: Elaboración propia



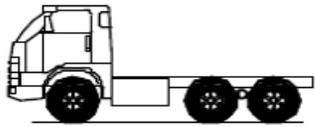
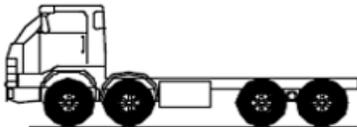
Tabla 100: Comparativo entre cargas reales transportadas vs pesos brutos vehiculares en volquetes C3 y 8x4

Carga, Sobrecarga y Carga Total		Configuración Vehicular	
		C3	8X4
Carga	volumen (m3)	16.00	20.00
	peso con arena húmeda (tn)	28.80	36.00
	peso con grava (tn)	27.20	34.00
Sobrecarga	volumen (m3)	9.93	7.55
	peso con arena húmeda (tn)	17.87	13.59
	peso con grava (tn)	16.88	12.84
Carga Total = Carga + Sobrecarga	volumen (m3)	25.93	27.55
	peso con arena húmeda (tn)	46.67	49.59
	peso con grava (tn)	44.08	46.84
Peso Seco Vehicular (tn) Ficha Técnica		14.00	17.30
Peso Bruto Vehicular Real (tn)	peso con arena húmeda (tn)	60.67	66.89
	peso con grava (tn)	58.08	64.14
Peso Bruto Vehicular Ficha Técnica Fabricante de Volquetes (tn)		35.00	50.00
Peso Bruto Vehicular Reglamento Nacional de Vehículos (tn)		25.00	32.00
Capacidad de Carga Maxima según ficha Técnica de Llantas (tn)		39.50	48.00

Fuente: Elaboración propia

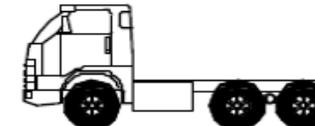
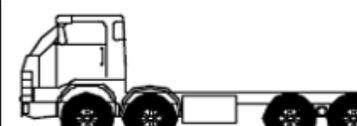


Tabla 101: Resumen de cargas máximas permitidas en volquetes C3 y 8x4

Configuración Vehicular	Tipo de Material	PBV			
		PBV Real transportado (tn)	Ficha Técnica Volquetes (tn)	Reglamento Nacional de Vehículos (tn)	Ficha Técnica de Llantas (tn)
C3 	peso con arena húmeda (tn)	60.67	35.00	25.00	39.50
	peso con grava (tn)	58.08	35.00	25.00	39.50
8x4 	peso con arena húmeda (tn)	66.89	50.00	32.00	48.00
	peso con grava (tn)	64.14	50.00	32.00	48.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 102: PBV real y sobrecarga según ficha técnica de fabricante de camiones volquete C3 y 8x4

Configuración Vehicular	Tipo de Material	Sobrecarga según Ficha Técnica de Fabricante de Camiones Volquete C3 y 8x4			
		PBV Real transportado (tn)	PBV según Ficha Técnica de Volquetes (tn)	Sobrecarga (tn)	Sobrecarga (%)
C3 	peso con arena húmeda (tn)	60.67	35.00	25.67	73.35
	peso con grava (tn)	58.08	35.00	23.08	65.95
8x4 	peso con arena húmeda (tn)	66.89	50.00	16.89	33.78
	peso con grava (tn)	64.14	50.00	14.14	28.27

Fuente: Elaboración propia



Tabla 103: PBV real y sobrecarga según Reglamento Nacional de Vehículos en camiones C3 y 8x4

			Sobrecarga según Reglamento Nacional de Vehículos				
			Tipo de Material	PBV Real transportado (tn)	Reglamento Nacional de Vehículos (tn)	Sobrecarga (tn)	Sobrecarga (%)
Configuración Vehicular	C3		peso con arena húmeda (tn)	60.67	25.00	35.67	142.70
			peso con grava (tn)	58.08	25.00	33.08	132.32
	8x4		peso con arena húmeda (tn)	66.89	32.00	34.89	109.03
			peso con grava (tn)	64.14	32.00	32.14	100.42

Fuente: Elaboración propia

Tabla 104: PBV real y sobrecarga según ficha técnica de fabricante de llantas para camiones C3 y 8x4

			Sobrecarga según Ficha Técnica de Fabricante de Llantas para Camiones Volquete C3 y 8x4				
			Tipo de Material	PBV Real transportado (tn)	Ficha Técnica de Llantas (tn)	Sobrecarga (tn)	Sobrecarga (%)
Configuración Vehicular	C3		peso con arena húmeda (tn)	60.67	39.50	21.17	53.61
			peso con grava (tn)	58.08	39.50	18.58	47.04
	8x4		peso con arena húmeda (tn)	66.89	48.00	18.89	39.35
			peso con grava (tn)	64.14	48.00	16.14	33.61

Fuente: Elaboración propia



Capítulo V: Discusión

a) **Contraste con antecedentes del marco teórico:**

Para el desarrollo de la presente investigación se consideraron 03 antecedentes que describen e indagan temas relacionados al impacto de la sobrecarga de vehículos pesados sobre el pavimento y el estado actual del pavimento a través de diversas metodologías. Tomando en cuenta los mismos, en la investigación se hizo un análisis a detalle sobre los excesos de carga que circulan en nuestras vías sin ningún tipo de control, según los límites estipulados en el Reglamento Nacional de Vehículos, la ficha técnica del fabricante de camiones y la ficha técnica del fabricante de llantas para camiones. Dicho análisis consideró aspectos como: peso específico de materiales transportados, capacidad de carga de camiones C3(6x4) y 8x4 según fabricante, y capacidad de carga de llantas para camiones según su configuración de trabajo y presión.

b) **Interpretación de resultados obtenidos en la investigación:**

Las tablas 94, 95, 96, 97 muestran los resultados de la evaluación mediante la Metodología del PCI, observando que la tabla 94 tramo grifo Móvil – calle Agricultura carril subida tiene más unidades de muestra falladas y en mal estado que en la tabla 95 tramo grifo Móvil – Calle Agricultura carril bajada. Por otra parte, las tablas 98 y 99 muestran la cantidad de vehículos que transitan en cada tramo en una semana, observando que en la estación grifo Móvil salen más vehículos de los que entran a la ciudad del Cusco, sin embargo, a la semana entraron 28 camiones volquete C3 con sobrecarga y solamente salió uno, representando apenas el 0.05% del tránsito total de vehículos. Sin embargo, este 0.05% representando únicamente tránsito de camiones volquete C3 que circulan con 21 tn y hasta 35 tn solamente en sobrecarga es altamente incidente para el pavimento que lo soporta.

La tabla 96 muestra los valores del PCI del tramo calle Agricultura – posta médica de San Jerónimo, representando el tramo con mayor deterioro del pavimento, siendo una vía que recibe todo el flujo vehicular que viene por el sur y que entra a la misma ciudad del Cusco, recibe además el tránsito de todo tipo de vehículos proveniente de la zona de San Jerónimo.

La tabla 97 muestra los valores del PCI del tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental representando un estado superficial del pavimento relativamente en buenas condiciones.



Sin embargo, en determinadas unidades de muestra el pavimento se encuentra fallado. Cabe resaltar que en este último tramo tanto el carril de subida como el carril de bajada se consideraron dentro del mismo tramo para el cálculo de cada unidad de muestra del PCI, al ser la única vía de acceso a la ciudad del Cusco, por ende, todo el tráfico, tanto pesado como liviano, pasan por dicha vía.

En la tabla 98 se observa que apenas el 3.14% y 0.48% del tránsito total de vehículos es representado por camiones volquete C3 y 8x4 respectivamente.

En la tabla 99 apreciamos que apenas el 0.83% del tránsito total de vehículos en el tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental, viene representado por camiones volquete C3 con sobrecarga, representando 327 camiones que circulan a la semana con 21, 25 y hasta 35 toneladas en sobrecarga; siendo un peso excesivo acorde a la ficha técnica de fabricante de volquetes, reglamento nacional de vehículos y ficha técnica de fabricante de llantas para camiones volquete respectivamente como se puede verificar en las tablas 102, 103 y 104.

c) Comentario de la demostración de las hipótesis:

La verificación de las hipótesis planteadas no necesariamente está en la misma variable como por ejemplo “peso específico de los materiales” o “capacidad de carga de las llantas de camiones C3 y 8x4”; sino más bien está en el desconocimiento de estas variables en la operación diaria de este tipo de camiones de carga. Es decir, el problema está en que los conductores, dueños y demás personas que participan en la operación y tránsito de este tipo de vehículos de carga, desconocen en su totalidad factores importantes como lo son: la capacidad de carga de su vehículo y la capacidad de carga que tienen las llantas de su vehículo, para el cuidado de sus propias unidades así también como para el cuidado y uso correcto de la vía por donde transitamos todos los usuarios.

d) Aporte de la investigación

- Determinación de influencias considerables de: peso específico de materiales transportados, capacidad de carga de camiones C3 y 8x4; y capacidad de carga de llantas para camiones, al estado superficial del pavimento del tramo en estudio.
- Determinación de peso bruto vehicular real en camiones volquete C3 y 8x4 es entre 100% y 142% por encima del límite permitido por el Reglamento Nacional de Vehículos.



- Incidencia en información técnica sobre fabricante de camiones volquete C3 y 8x4; y sobre fabricante de llantas para camiones, enfocados a las capacidades de carga.



Conclusiones

Conclusión general:

- De la hipótesis general: “El estado superficial del pavimento determinado por la metodología PCI, tiene una considerable influencia debido a la falta de aplicación del Reglamento Nacional de Vehículos (Título V: Pesos y Medidas) en el tránsito de vehículos de categoría N3 de configuración vehicular C3 y 8x4 en el tramo grifo Móvil – Universidad Continental.”

Si se verifica, debido a que, como se explica en la tabla 86, los camiones volquete C3 transitan con 60 toneladas y los 8x4 con 66 toneladas de peso bruto vehicular, siendo 25 y 32 toneladas el límite máximo permitido por el Reglamento Nacional de Vehículos respectivamente. Además, como se aprecia en las tablas 94, 95, 96 y 97, los valores del PCI son más críticos en los carriles de subida que los del carril de bajada, debido a que los camiones volquete C3 y 8x4 entran con sobrecarga por los carriles de subida, y en su mayoría salen vacíos o con carga moderada por los carriles de bajada.

Conclusión N°01:

- De la hipótesis específica N°1: “El peso específico de los materiales transportados en los vehículos en estudio, tienen una considerable incidencia sobre el estado superficial del pavimento en el tramo grifo Móvil – Universidad Continental.”

Si se verifica, puesto que la mayoría de conductores de camiones volquete C3 y 8x4 desconocen completamente la diferencia entre metros cúbicos y toneladas. En las tablas 82 y 83 se muestra el cálculo de la cubicación de las tolvas de los vehículos en estudio. Y en el caso de los camiones volquete C3, que dichas tolvas con carga lomeada pueden cargar hasta 25 m³ en volumen. Sin embargo, al desconocer el peso específico de la carga transportada, éstos realmente llevan alrededor de 46 toneladas solo en carga, lo cual ya está muy por encima de los límites del Reglamento Nacional de Vehículos.



Conclusión N°02:

- De la hipótesis específica N°2: “El desconocimiento de la capacidad de carga de los volquetes C3 y 8x4 tiene una alta influencia sobre el estado superficial del pavimento en el tramo grifo Móbil – Universidad Continental”.

Si se verifica, puesto que los conductores al desconocer los valores técnicos de sus propios vehículos, le dan mal uso a los mismos, permitiendo que les carguen en cantera entre 14 y 25 toneladas por exceso, representando desde un 28% hasta un 73% solamente en sobrecarga. Lo cual afecta directamente a la vida útil de dichos camiones tanto C3 y 8x4, y a la propia vía que soporta dichas cargas de tránsito.

Conclusión N°03:

- De la hipótesis específica N°3: “La capacidad de carga de llantas de los vehículos en estudio tiene una leve influencia sobre el estado superficial del pavimento en el tramo grifo Móbil – Universidad Continental”.

No se verifica dicha hipótesis, puesto que la capacidad de carga de las llantas tiene una considerable influencia sobre el estado del pavimento. Ya que como se demostró en la sección “análisis de cargas en llantas para camiones volquete C3 y 8x4”(ver pag 140, Fig 48, 49, 50 y 51), cada llanta carga aprox 2 toneladas extra, por encima del límite indicado por la ficha técnica del fabricante. Lo cual repercute directamente en la vía al recibir mayor sobrecarga puntual.



Conclusión N°04:

- De la hipótesis específica N°4: “Según los valores determinados del PCI, el carril de subida presenta mayor nivel de deterioro que el carril de bajada.”

Se verifica, debido a que en el tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental, los valores del PCI considerados como “fallado” o “muy pobre”, corresponden para unidades de muestra del carril de subida, ya que es por donde todos los camiones volquete C3 y 8x4 circulan tanto para entrar como para salir de la ciudad del Cusco. De la misma manera ocurre en el tramo tramo grifo Móvil – calle Agricultura carril subida.



Recomendaciones

Recomendación N°01:

El PCI nos brinda un índice de condición operacional de la superficie de rodadura de un pavimento, es así que se recomienda realizar otras investigaciones que abarquen el paquete estructural del pavimento en el tramo evaluado, ya que como se demostró en la investigación, el tramo evaluado es sometido a altas cargas de tránsito, las cuales deterioran el estado de la misma y brindan a los usuarios un bajo nivel de servicio.

Recomendación N°02:

Se recomienda tomar énfasis en el control de las cargas de tránsito por la entrada sur a la ciudad del Cusco, especialmente en los camiones volquete de configuración vehicular C3 y 8x4, ya que aunque el tránsito de éstos no represente ni el 3% del tránsito total en una semana, se comprobó que es altamente nocivo para el pavimento, debido a que según el Reglamento Nacional de Vehículos (título V: Pesos y Medidas), transitan con un 100% a 142% de sobrecarga. Es decir que dichos camiones volquete circulan en condiciones normales con un 200% a 242% de su capacidad de carga con respecto al PBV estipulado en dicho reglamento.

Recomendación N°03:

Se recomienda realizar un permanente análisis de cargas, distribuidas en todos los puntos de apoyo de los camiones volquete C3 y 8x4 que presenten cualquier tipo de carga y sobrecarga. De esa manera se comprueba rápidamente si tanto el vehículo como los neumáticos del mismo se encuentran dentro de sus límites de carga óptimos. Si se encuentran dentro de sus parámetros de capacidad de carga, se puede inferir que la transmisión de cargas al pavimento es correcta y no es dañina, ya que los límites de capacidad de carga que se estipulan en el Reglamento Nacional de Vehículos como en las fichas técnicas; son valores que están dentro de los rangos de operación y transferencia de cargas óptima. Cuidando a la unidad de transporte, los neumáticos y a la propia vía.



Recomendación N°04:

Se recomienda que en los centros de inspección técnica vehicular esté normado la capacidad o cubicaje de las tolvas de camiones volquete C3 y 8x4, ya que muchas tolvas de camiones que circulan en la ciudad son tolvas diseñadas bajo requerimientos de compañías mineras que son principalmente volquetes 6x4 y 8x4 con capacidades de 17 y 24 m³ respectivamente (Heredia, 2019). Es así que se recomienda que dichas tolvas no deban tener elementos como suples de madera ni suples metálicos que aumenten la capacidad volumétrica de la tolva. Ya que una inspección integral al vehículo no solo se limita en el funcionamiento y operatividad del motor, luces, emisiones de CO₂, etc; sino también en la correcta capacidad de carga y PBV que indica el Reglamento Nacional de Vehículos.



Referencias Bibliográficas

- Alarcón Alagón, K. (2018). *Evaluación del Estado Superficial del Pavimento Flexible por el Método PCI y su Influencia en el Confort de Servicio del Circuito de la Explanada de Sacsayhuamán*. Cusco.
- American Society for Testing and Materials D6433. (2007). *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys*. ASTM International.
- Aranibar Centeno, M. C., & Saavedra Blanco, K. C. (2019). *Determinación del Estado Actual del Pavimento mediante la medición del Índice de Condición del Pavimento (PCI) y el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) en la Vía Principal Izcuchaca - Huarcocondo*. Cusco: Universidad Andina del Cusco.
- Aranibar Centeno, M., & Saavedra Blanco, K. (2019). *Determinación del Estado Actual del Pavimento mediante la Medición del Índice de condición del Pavimento (PCI) y el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) en la Vía Principal Izcuchaca - Huarcocondo*. Cusco: Universidad Andina del Cusco.
- BF Goodrich Llantas. (2003). Presión de Inflado.
- Cámara de Comercio del Cusco. (14 de Marzo de 2023). *Cámara de Comercio, Industria, Servicios, Turismo y de la Producción del Cusco*. Obtenido de Cámara de Comercio, Industria, Servicios, Turismo y de la Producción del Cusco.: <https://www.camaracusco.org/inmatriculaciones-aumento-22-en-febrero-de-2023-con-respecto-a-febrero-de-2019/>
- Caminos y Ferrocarriles, D. (22 de Marzo de 2006). *Manual Técnico de Mantenimiento Rutinario de la Red Vial Departamental No Pavimentada*. Lima: Provias Departamental. Obtenido de https://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2015/08/manualmatenimiento_rutinario_para_la_red_vial_departamental__no_pavimentada.pdf
- Cerquera Escobar, F. (2007). *Capacidad y Nivel de Servicio de la Infraestructura Vial*. Tunja, Colombia.
- Coluccio Leskow, E. (15 de Julio de 2021). *Peso Específico*. Obtenido de Concepto: <https://concepto.de/peso-especifico/#:~:text=Es%20el%20peso%20de%20cierta,la%20densidad%20y%20la%20masa.>
- Comité Provincial de Seguridad Ciudadana Cusco. (2019). *Plan Provincial de Seguridad Ciudadana Cusco 2019*. Cusco: Municipalidad Provincial del Cusco.
- Comunicaciones, M. d. (2014). *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras*. Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.
- Condarco A, P. (2016). *Análisis y Procedimiento para un Estudio de Cargas por Eje*. La Paz: Instituto del Transporte y Vías de Comunicación.
- Continental Tires. (2018). *Información Técnica de Llantas para Camión*. Mexico.



Ferrari, H., & Ferrari, M. (2010). *Adecuada Presión de Inflado para Neumáticos*. Obtenido de Agro Proyectual: https://www.agroproyectual.com/agro/index.php?option=com_content&view=article&id=490&Itemid=124

Firme S.A.C. (04 de Abril de 2022). Ficha Técnica de Tolva de Volquete Semirroquera. Cusco, Cusco, Perú.

Giordani, C., & Leone, D. (2013). *Pavimentos*. Rosario, Santa Fe, Argentina: Departamento de Ingeniería Civil.

Goodyear. (2001). Guía del Consumidor. Llantas para Camiones y Buses.

Heredia, J. (02 de Diciembre de 2019). *Rumbo Minero*. Obtenido de Rumbo Minero: <https://www.rumbominero.com/revista/informes/camiones-volquete-fuerza-y-capacidad-de-carga-que-acompanan-la-mineria/>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2010). *Metodología de la Investigación*. Mexico: Mc Graw Hill Education.

INEI. (2023). *Flujo Vehicular por Unidades de Pesaje*. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

Ley N° 29380. (16 de Junio de 2009). *Normas Legales*. Obtenido de Ley N° 29380: http://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2015/08/Ley_29380.pdf

Llantrac. (08 de Enero de 2021). Obtenido de Llantrac Corporación de Venta de Llantas para todas las Industrias: <https://llantrac.com.mx/blog/cual-es-la-diferencia-entre-la-huella-de-piso-y-la-banda-de-rodadura-de-tus-llantas>

Manual de Inspección Visual de Pav. Flexibles. (2006). *Estudio e Investigación del Estado Actual de las Obras de la Red Nacional de Carreteras*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Medrano, J. (2016). *Identificación de Fallas en Pavimentos*. República Dominicana: Departamento de Administración y Evaluación de Pavimentos.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2003). *Reglamento Nacional de Vehículos*. Lima: Decreto Supremo N° 058-2003-MTC.

Morales, P., & Chávez, O. y. (2009). *Efectos de la Alta Compactación de la Capa de Base en Pavimentos Flexibles*. Nicaragua: Facultad de la Tecnología de la Construcción.

Mousalli Kayat, G., & Molina G, T. (Octubre de 2015). *Bases de la Investigación Científica*. Obtenido de http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/41851/bases_investigacion_cientifica.pdf;jsessionid=060597D687B9CF1C319EFC8D313E23C8?sequence=1

Municipalidad Provincial del Cusco. (20 de Marzo de 2022). *Municipalidad Provincial del Cusco*. Obtenido de Operativos de fiscalización en vehículos pesados: <https://cusco.gob.pe/noticias/mpc-iniciara-operativos-de-fiscalizacion-para-evitar-la-circulacion-de-vehiculos-pesados-en-la-ciudad/>



Norma E.020 Cargas. (2006). *Anexo 01: Pesos Unitarios*. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Plan Distrital de Seguridad Ciudadana del Cusco. (2018). *Plan Local de Seguridad Ciudadana del Distrito del Cusco 2018*. Cusco: Gobierno Municipal del Cusco.

RMB Sateci. (23 de Febrero de 2018). Plano de Peso y Medidas de Volquete Semirroquero Half Round de 15 m3. Lima, Lima, Perú.

Vásquez Varela, L. (2002). *Pavement Condition Index PCI para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.

Vilca Callata, R., & Cuba Asillo, A. (2019). *Evaluación Superficial en Pavimentos Flexibles aplicando la Metodología PCI, IRI y Deflectometría en las Avenidas Floral y El Sol de la Ciudad de Puno*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.



Apéndices

Apéndice A: Matriz de consistencia

Tabla 105: Matriz de consistencia

ANÁLISIS DEL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO MEDIANTE LA METODOLOGÍA DEL PCI Y SU RELACIÓN CON EL REGLAMENTO NACIONAL DE VEHÍCULOS (TÍTULO V: PESOS Y MEDIDAS) EN EL TRÁNSITO DE VEHÍCULOS DE CATEGORÍA N3 DE CONFIGURACIÓN VEHICULAR C3 Y 8x4 EN EL TRAMO GRIFO MÓBIL - UNIVERSIDAD CONTINENTAL.						
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSION O NIVEL	INDICADOR	UNIDAD
General	General	General				
¿Cuál es el estado superficial del pavimento mediante la metodología del PCI y su relación con el Reglamento Nacional de Vehículos (Título V: Pesos y Medidas) en el tránsito de vehículos de categoría N3 de configuración vehicular C3 y 8x4 en el tramo Grifo Móbil - Universidad Continental?	Determinar el estado superficial del pavimento mediante la metodología del PCI y su relación con el Reglamento Nacional de Vehículos (Título V: Pesos y Medidas) en el tránsito de vehículos de categoría N3 de configuración vehicular C3 y 8x4 en el tramo Grifo Móbil - Universidad Continental.	El estado superficial del pavimento determinado por el método del PCI tiene una considerable influencia debido a la falta de aplicación del Reglamento Nacional de Vehículos (Título V: Pesos y Medidas) en el tránsito de vehículos de categoría N3 de configuración vehicular C3 y 8x4 en el tramo Grifo Móbil - Universidad Continental.	Apliación del Reglamento Nacional de Vehículos (Título V: Pesos y Medidas)	Criterios considerados por el Reglamento	Carga legal	tn
					Carga real	tn
					% sobrecarga por vehículo	%
					% sobrecarga por eje	%
Específico	Específico	Específico				
¿Cómo afecta el peso específico de los materiales transportados en vehículos de categoría N3 de configuración vehicular C3 y 8x4 al pavimento del tramo Grifo Móbil - Universidad Continental?	Determinar la incidencia del peso específico de los materiales transportados en vehículos de categoría N3 de configuración vehicular C3 y 8x4 al pavimento del tramo Grifo Móbil - Universidad Continental.	El peso específico de los materiales transportados en los vehículos en estudio tienen una considerable incidencia sobre el estado superficial del pavimento en el tramo Grifo Móbil - Universidad Continental.		Peso Específico de Materiales Transportados	Seco	%
					Húmedo	%
¿De qué manera influye la capacidad de carga de volquetes C3 y 8x4 al estado superficial del pavimento del tramo Grifo Móbil - Universidad Continental?	Analizar cómo influye la capacidad de carga de volquetes C3 y 8x4 al estado superficial del pavimento del tramo Grifo Móbil - Universidad Continental.	El desconocimiento de la capacidad de carga de los volquetes C3 y 8x4 tiene una alta influencia sobre el estado superficial del pavimento en el tramo Grifo Móbil - Universidad Continental.	Tránsito de Vehículos	Ficha Técnica Fabricante de Volquetes (Capacidad de Carga)	Peso bruto vehicular	tn
					Peso neto vehicular	tn
					Carga útil	tn
¿Cómo influye la capacidad de carga de las llantas de los vehículos en estudio al estado del pavimento del tramo Grifo Móbil - Universidad Continental?	Identificar la influencia de la capacidad de carga de las llantas de los vehículos en estudio al estado superficial del pavimento del tramo Grifo Móbil - Universidad Continental.	La capacidad de carga de llantas en los vehículos en estudio tiene una leve influencia sobre el estado superficial del pavimento en el tramo Grifo Móbil - Universidad Continental.		Ficha Técnica Fabricante de Llantas (Volquetes)	Presión inflado de llantas	psi
					Capacidad de carga según configuración	kg
¿Cuál es el Índice de Condición del Pavimento del tramo Grifo Móbil - Universidad Continental según las fallas que presenta el pavimento?	Determinar el Índice de Condición del Pavimento del tramo Grifo Móbil - Universidad Continental	Según los valores determinados del PCI, el carril de subida presenta mayor nivel de deterioro que el carril de bajada.	Estado Superficial del Pavimento	Fallas en el Pavimento	Tipo	descripción
					Severidad	H, M, L
					Extensión	m, m2

Fuente: Elaboración propia



Apéndice B: Hojas de cálculo del PCI

Tabla 106: Unidad de muestra 1S UM 01 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida

Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra	Número Máximo de VD			
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{\left(\frac{e^2}{4}\right) * (N-1) + s^2}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$			
Medium	Media	M						
High	Alta	H						
100 – 86	EXCELENTE	TIPOS DE FALLAS EXISTENTES						
85 – 71	MUY BUENA							
70 – 56	BUENA							
55 – 41	REGULAR							
40 – 26	POBRE							
25 – 11	MUY POBRE							
10 – 0	FALLADO							
Total	Baja (L)	53.20		0.40				
	Media (M)	7.95		2.16	19.00			
	Alta (H)	16.00			3.20			
CÁLCULO DEL PCI								
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2			
1	M	7.95	3.46	35				
1	H	16.00	6.96	58				
11	L	0.40	0.17	0				
11	M	2.16	0.94	12.5				
13	M	3.20	1.39	39.8				
15	L	53.20	23.15	37	Valor deducido más alto = 58			
16	M	19.00	8.27	31	Número máximo de VD (m) = 4.9			
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	58	39.8	37	35	27.9	197.7	5	93
2	58	39.8	37	35	2	171.8	4	90.5
3	58	39.8	37	2	2	138.8	3	82
4	58	39.8	2	2	2	103.8	2	72
5	58	2	2	2	2	66	1	66.5
							Max VDC	93
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI						PCI = 100 – Max CDV		
						PCI =	7	
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						Fallado		

Fuente: Elaboración propia



Tabla 107: Unidad de muestra 1S UM 02 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida

Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra		Número Máximo de VD				
Low	Baja	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$		$i = \frac{N}{n}$		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$				
Medium	Media									
High	Alta									
100 - 86	EXCELENTE	TIPOS DE FALLAS EXISTENTES								
85 - 71	MUY BUENA	1		3		11		12		
70 - 56	BUENA	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	
55 - 41	REGULAR	50.50	H	8.40	M	1.00	L	81.90	L	
40 - 26	POBRE					5.20	L			
25 - 11	MUY POBRE									
10 - 0	FALLADO									
Total	Baja (L)					6.20		81.90		
	Media (M)			8.40						
	Alta (H)	50.50								
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2					
1	H	50.50	21.98	72.5						
3	M	8.40	3.66	9						
11	L	6.20	2.70	5.8						
12	L	81.90	35.64	9.9						
					Valor deducido más alto =					
					72.5					
					Número máximo de VD (m)					
					=					
					3.5					
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC			
1	72.5	9.9	9	2.9	94.3	4	54			
2	72.5	9.9	9	2	93.4	3	60			
3	72.5	9.9	2	2	86.4	2	62.5			
4	72.5	2	2	2	78.5	1	79			
							Max VDC	79		
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI						PCI = 100 - Max CDV				
						PCI =	21			
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						Muy Pobre				

Fuente: Elaboración propia



Tabla 108: Unidad de muestra 1S UM 03 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza				ESQUEMA					
Nombre de la vía:		Av. De la Cultura (Grifo Móbil – Calle Agricultura)									
Fecha:		19/01/2023		Carril:						Subida	
Área de Muestra:		229.80 m ²		Und Muestr						1S UM 03	
Progres. Inicial:		0+268		Progres. Fin						0+306	
TIPOS DE FALLAS											
1. Piel de Cocodrilo		m2		11. Parcheo		m2					
2. Exudación		m2		12. Pulimiento de Agregados		m2					
3. Agrietamiento en Bloque		m2		13. Huecos		N°					
4. Abultamiento y Hundimiento		m		14. Cruce de Vía Férrea		m2					
5. Corrugación		m2		15. Ahuellamiento		m2					
6. Depresión		m2		16. Desplazamiento		m2					
7. Grieta de Borde		m		17. Grietas Parabólicas		m2					
8. Grieta de Reflexión de junta		m		18. Hinchamiento		m2					
9. Desnivel Carril / Berma		m		19. Desprendimiento de Agregados		m2					
10. Grietas Longitudinales y Transversales		m									
Nivel de Severidad			Unidades de Muestra			Intervalos de Und. Muestra		Número Máximo de VD			
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$			$i = \frac{N}{n}$		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$			
Medium	Media	M									
High	Alta	H									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
		1		3		11		13		19	
		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
100 – 86		1.20	H	21.70	H	98.50	M	1.00	M	69.00	L
85 – 71		4.80	H								
70 – 56		7.00	H								
55 – 41		5.00	H								
40 – 26											
25 – 11											
10 – 0											
Total		Baja (L)								69.00	
		Media (M)				98.50		1.00			
		Alta (H)		18.00		21.70					
CÁLCULO DEL PCI											
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2						
1	H	18.00	7.83	59							
3	H	21.70	9.44	29							
11	M	98.50	42.86	54.5							
13	M	1	0.44	20							
19	L	69.00	30.03	10	Valor deducido más alto =						
				59							
				Número máximo de VD (m)							
				=							
				4.8							
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC		
1	59	54.5	29	20	8		170.5	5	86		
2	59	54.5	29	20	2		164.5	4	91		
3	59	54.5	29	2	2		146.5	3	86		
4	59	54.5	2	2	2		119.5	2	80		
5	59	2	2	2	2		67	1	66		
									Max VDC	91	
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI							PCI = 100 – Max CDV				
							PCI =	9			
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO							Fallado				

Fuente: Elaboración propia



Tabla 109: Unidad de muestra 1S UM 04 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza				ESQUEMA					
Nombre de la vía:		Av. De la Cultura (Grifo Móbil – Calle Agricultura)									
Fecha:		20/01/2023		Carril: Subida							
Área de Muestra:		229.80 m ²		Und Muestr 1S UM 04							
Progres. Inicial:		0+383		Progres. Fin 0+421							
TIPOS DE FALLAS											
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo	m2	2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados	m2	3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos	N°
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea	m2	5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento	m2	6. Depresión	m2	16. Desplazamiento	m2
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas	m2	8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento	m2	9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados	m2
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m										
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra		Número Máximo de VD					
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						
Medium	Media	M									
High	Alta	H									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
100 – 86	EXCELENTE	3		10		11		19			
85 – 71	MUY BUENA	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad		
70 – 56	BUENA	15.20	M	19.00	M	0.12	L	81.00	L		
55 – 41	REGULAR										
40 – 26	POBRE										
25 – 11	MUY POBRE										
10 – 0	FALLADO										
Total	Baja (L)					0.12		81.00			
	Media (M)	15.20		19.00							
	Alta (H)										
CÁLCULO DEL PCI											
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2						
3	M	15.20	6.61	11.8	Valor deducido más alto = 16 Número máximo de VD (m) = 8.7						
10	M	19.00	8.27	16							
11	L	0.12	0.05	1							
19	L	81.00	35.25	10							
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC				
1	16	11.8	10	0.7		38.5	4	17			
2	16	11.8	10	2		39.8	3	24			
3	16	11.8	2	2		31.8	2	24			
4	16	2	2	2		22	1	22			
									Max VDC	24	
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI						PCI = 100 – Max CDV					
						PCI =	76				
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						Muy Buena					

Fuente: Elaboración propia



Tabla 112: Unidad de muestra 1S UM 07 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza		ESQUEMA			
Nombre de la vía:		Av. De la Cultura (Grifo Móbil – Calle Agricultura)		38.30			
Fecha:		20/01/2023	Carril:	Subida			
Área de Muestra:		229.80	m2	Und Muestr		1S UM 07	
Progres. Inicial:		0+804	Progres. Fin	0+842			
TIPOS DE FALLAS							
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo	m2				
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados	m2				
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos	N°				
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea	m2				
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento	m2				
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento	m2				
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas	m2				
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento	m2				
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados	m2				
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m						
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra		Número Máximo de VD	
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$		
Medium	Media	M					
High	Alta	H					
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES							
		10					
		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
100 – 86	EXCELENTE						
85 – 71	MUY BUENA	3.00	L				
70 – 56	BUENA	2.00	L				
55 – 41	REGULAR	4.00	M				
40 – 26	POBRE	3.00	M				
25 – 11	MUY POBRE	2.00	M				
10 – 0	FALLADO						
Total	Baja (L)	5.00					
	Media (M)	9.00					
	Alta (H)						
CÁLCULO DEL PCI							
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2		
10	L	5.00	2.18	1.5			
10	M	9.00	3.92	10	Valor deducido más alto =		
					Número máximo de VD (m)		
					=		
					9.3		
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC
1	10	0.45			10.45	2	9
2	10	2			12	1	15
						Max VDC	15
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI					PCI = 100 – Max CDV		
					PCI =	85	
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					Muy Buena		

Fuente: Elaboración propia



Tabla 114: Unidad de muestra 1S UM 09 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza		ESQUEMA							
Nombre de la vía:		Av. De la Cultura (Grifo Móbil – Calle Agricultura)									
Fecha:		20/01/2023	Carril: Subida								
Área de Muestra:		229.80 m2	Und Muestra: 1S UM 09								
Progres. Inicial:		01+072	Progres. Fin: 01+110								
TIPOS DE FALLAS											
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo	m2								
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados	m2								
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos	N°								
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea	m2								
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento	m2								
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento	m2								
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas	m2								
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento	m2								
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados	m2								
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m										
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra		Número Máximo de VD					
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						
Medium	Media	M									
High	Alta	H									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
		1		3		8		13		15	
		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
		5.00	H	5.00	M	6.00	H	12.00	H	30.00	M
100 – 86	EXCELENTE										
85 – 71	MUY BUENA										
70 – 56	BUENA										
55 – 41	REGULAR										
40 – 26	POBRE										
25 – 11	MUY POBRE										
10 – 0	FALLADO										
Total	Baja (L)										
	Media (M)		5.00							30.00	
	Alta (H)	5.00				6.00		12.00			
CÁLCULO DEL PCI											
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2						
1	H	5.00	2.18	43							
3	M	5.00	2.18	7.5							
8	H	6.00	2.61	12							
13	H	12.00	5.22	90							
15	M	30.00	13.05	61	Valor deducido más alto =						
					90						
					Número máximo de VD (m)						
					=						
					1.9						
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC
1	90	54.9						144.9	2	91	
2	90	2						92	1	93	
										Max VDC	93
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI								PCI = 100 – Max CDV			
								PCI =	7		
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO								Fallado			

Fuente: Elaboración propia



Tabla 115: Unidad de muestra 1S UM 10 tramo grifo Móvil – calle Agricultura carril subida

Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra		Número Máximo de VD	
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N - 1) + s^2)}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$		
Medium	Media	M					
High	Alta	H					
100 - 86	EXCELENTE	TIPOS DE FALLAS EXISTENTES					
85 - 71	MUY BUENA	3		13			
70 - 56	BUENA	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
55 - 41	REGULAR	5.50	H	0.40	H		
40 - 26	POBRE	2.40	H				
25 - 11	MUY POBRE	2.50	H				
10 - 0	FALLADO						
Total	Baja (L)						
	Media (M)						
	Alta (H)	10.40		0.40			
CÁLCULO DEL PCI							
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2		
3	H	10.40	4.53	20			
13	H	0.40	0.17	24			
					Valor deducido más alto =		
					24		
					Número máximo de VD (m)		
					=		
					8.0		
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC
1	24	20			44	2	33.5
2	24	2			26	1	27.5
					Max VDC		33.5
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI					PCI = 100 - Max CDV		
					PCI =	66.5	
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					Buena		

Fuente: Elaboración propia



Tabla 116: Unidad de muestra 1S UM 11 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza		ESQUEMA						
Nombre de la vía:		Av. De la Cultura (Grifo Móbil – Calle Agricultura)								
Fecha:		20/01/2023	Carril:			Subida				
Área de Muestra:		229.80	m2			Und Muestr	1S UM 11			
Progres. Inicial:		01+340	Progres. Fin:			01+378				
TIPOS DE FALLAS										
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo	m2							
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados	m2							
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos	N°							
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea	m2							
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento	m2							
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento	m2							
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas	m2							
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento	m2							
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados	m2							
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m									
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra		Número Máximo de VD				
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$					
Medium	Media	M								
High	Alta	H								
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
		1		10		12		13		
		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	
		4.50	M	20.00	L	40.50	M	2.00	M	
100 – 86	EXCELENTE									
85 – 71	MUY BUENA									
70 – 56	BUENA									
55 – 41	REGULAR									
40 – 26	POBRE									
25 – 11	MUY POBRE									
10 – 0	FALLADO									
Total		Baja (L)		20.00						
		Media (M)		4.50		40.50		2.00		
		Alta (H)								
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2					
1	M	4.50	1.96	28.5						
10	L	20.00	8.70	8						
12	M	40.50	17.62	5						
13	M	2.00	0.87	30	Valor deducido más alto =					
					30					
					Número máximo de VD (m)					
					=					
					7.4					
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC			
1	30	28.5	8	2	68.5	4	37.5			
2	30	28.5	8	2	68.5	3	42			
3	30	28.5	2	2	62.5	2	46.5			
4	30	2	2	2	36	1	35			
							Max VDC	46.5		
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI							PCI = 100 – Max CDV			
							PCI =	53.5		
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO							Regular			

Fuente: Elaboración propia



Tabla 120: Unidad de muestra 1S UM 15 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza		ESQUEMA							
Nombre de la vía:		Av. De la Cultura (Grifo Móbil – Calle Agricultura)		38.30							
Fecha:		20/01/2023	Carril:	Subida							
Área de Muestra:		229.80	m2	Und Muestr	1S UM 15						
Progres. Inicial:		01+876	Progres. Fin	01+915							
TIPOS DE FALLAS											
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo	m2								
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados	m2								
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos	N°								
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea	m2								
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento	m2								
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento	m2								
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas	m2								
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento	m2								
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados	m2								
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m										
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra							
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$						
Medium	Media	M									
High	Alta	H									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
100 – 86	EXCELENTE	3		10							
85 – 71	MUY BUENA	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	
70 – 56	BUENA	8.00	M	4.00	L						
55 – 41	REGULAR	8.00	M								
40 – 26	POBRE										
25 – 11	MUY POBRE										
10 – 0	FALLADO										
Total	Baja (L)	4.00									
	Media (M)	16.00									
	Alta (H)										
CÁLCULO DEL PCI											
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2						
3	M	16.00	6.96	12							
10	L	4.00	1.74	1							
					Valor deducido más alto =						
					12						
					Número máximo de VD (m)						
					=						
					9.1						
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC				
1	12	0.1			12.1	2	9				
2	12	2			14	1	17				
3											
4											
5											
					Max VDC	17					
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI					PCI = 100 – Max CDV						
					PCI =	83					
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					Muy Buena						

Fuente: Elaboración propia



Tabla 121: Unidad de muestra 1S UM 16 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza		ESQUEMA							
Nombre de la vía:		Av. De la Cultura (Grifo Móbil – Calle Agricultura)									
Fecha:		20/01/2023	Carril:			Subida					
Área de Muestra:		229.80	m2			Und Muestr	1S UM 16				
Progres. Inicial:		01+991	Progres. Fin:			02+029					
TIPOS DE FALLAS											
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo	m2								
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados	m2								
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos	N°								
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea	m2								
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento	m2								
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento	m2								
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas	m2								
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento	m2								
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados	m2								
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m										
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra		Número Máximo de VD					
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						
Medium	Media	M									
High	Alta	H									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
		1		3		11					
		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad		
		3.00	L	6.00	M	12.00	L				
100 – 86	EXCELENTE										
85 – 71	MUY BUENA										
70 – 56	BUENA										
55 – 41	REGULAR										
40 – 26	POBRE										
25 – 11	MUY POBRE										
10 – 0	FALLADO										
Total	Baja (L)	3.00		12.00							
	Media (M)	6.00									
	Alta (H)										
CÁLCULO DEL PCI											
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2						
1	L	3.00	1.31	11.5							
3	M	6.00	2.61	8.5							
11	L	12.00	5.22	10							
					Valor deducido más alto =						
					11.5						
					Número máximo de VD (m)						
					=						
					9.1						
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC				
1	11.5	10	0.85		22.35	3	11				
2	11.5	10	2		23.5	2	19				
3	11.5	2	2		15.5	1	18				
							Max VDC	19			
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI							PCI = 100 – Max CDV				
							PCI =	81			
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO							Muy Buena				

Fuente: Elaboración propia



Tabla 122: Unidad de muestra 1S UM 17 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril subida

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza		ESQUEMA						
Nombre de la vía:		Av. De la Cultura (Grifo Móbil – Calle Agricultura)		38.30						
Fecha:		20/01/2023	Carril:	Subida						
Área de Muestra:		229.80	m2	Und Muestr	1S UM 17					
Progres. Inicial:		02+144	Progres. Fin	02+183						
TIPOS DE FALLAS										
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo	m2							
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados	m2							
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos	N°							
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea	m2							
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento	m2							
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento	m2							
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas	m2							
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento	m2							
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados	m2							
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m									
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra						
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$					
Medium	Media	M								
High	Alta	H								
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
		1		8						
		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	
		2.00	L	6.00	M					
100 – 86	EXCELENTE									
85 – 71	MUY BUENA									
70 – 56	BUENA									
55 – 41	REGULAR									
40 – 26	POBRE									
25 – 11	MUY POBRE									
10 – 0	FALLADO									
Total	Baja (L)	2.00								
	Media (M)			6.00						
	Alta (H)									
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2					
1	L	2.00	0.87	10						
8	M	6.00	2.61	7.5						
					Valor deducido más alto =					
					10					
					Número máximo de VD (m)					
					=					
					9.3					
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC			
1	10	2.25			12.25	2	9			
2	10	2			12	1	11			
							Max VDC	11		
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI						PCI = 100 – Max CDV				
						PCI =	89			
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						Excelente				

Fuente: Elaboración propia



Tabla 125: Unidad de muestra 1B UM 03 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril bajada

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza		ESQUEMA						
Nombre de la vía:		Av. De la Cultura (Grifo Móbil – Calle Agricultura)		38.30						
Fecha:		20/01/2023	Carril:	Bajada						
Área de Muestra:		229.80	m2	Und Muestra:		1B UM 03				
Progres. Inicial:		0+268	Progres. Fin:	0+306		6.00				
TIPOS DE FALLAS										
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo	m2							
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados	m2							
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos	N°							
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea	m2							
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento	m2							
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento	m2							
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas	m2							
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento	m2							
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados	m2							
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m									
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra		Número Máximo de VD				
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$					
Medium	Media	M								
High	Alta	H								
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
100 – 86	EXCELENTE	1		15		16				
85 – 71	MUY BUENA	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	
70 – 56	BUENA	15.30	M	198.00	H	4.90	H			
55 – 41	REGULAR									
40 – 26	POBRE									
25 – 11	MUY POBRE									
10 – 0	FALLADO									
Total	Baja (L)									
	Media (M)	15.30								
	Alta (H)		198.00		4.90					
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2					
1	M	15.30	6.66	42	Valor deducido más alto = 90 Número máximo de VD (m) = 1.9					
15	H	198.00	86.16	90						
16	H	4.90	2.13	29						
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC			
1	90	42	26.1		158.1	3	91			
2	90	42	2		134	2	89			
3	90	2	2		94	1	94			
								Max VDC	94	
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI					PCI = 100 – Max CDV					
					PCI =	6				
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					Fallado					

Fuente: Elaboración propia



Tabla 126: Unidad de muestra 1B UM 04 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril bajada

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza		ESQUEMA				
Nombre de la vía:		Av. De la Cultura (Grifo Móbil – Calle Agricultura)		38.30				
Fecha:		20/01/2023	Carril:	Bajada				
Área de Muestra:		229.80	m2	Und Muestr		1B UM 04		
Progres. Inicial:		0+383	Progres. Fin	0+421		6.00		
TIPOS DE FALLAS								
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo	m2					
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados	m2					
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos	N°					
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea	m2					
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento	m2					
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento	m2					
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas	m2					
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento	m2					
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados	m2					
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m							
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra		Número Máximo de VD		
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$			
Medium	Media	M						
High	Alta	H						
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES								
100 – 86	EXCELENTE	15		19				
85 – 71	MUY BUENA	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	
70 – 56	BUENA	152.00	L	9.00	L			
55 – 41	REGULAR							
40 – 26	POBRE							
25 – 11	MUY POBRE							
10 – 0	FALLADO							
Total	Baja (L)	152.00		9.00				
	Media (M)							
	Alta (H)							
CÁLCULO DEL PCI								
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2			
15	L	152.00	66.14	49				
19	L	9.00	3.92	3.5				
					Valor deducido más alto =			
					49			
					Número máximo de VD (m)			
					=			
					5.7			
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC	
1	49	2.45			51.45	2	39	
2	49	2			51	1	51	
							Max VDC	51
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI					PCI = 100 – Max CDV			
					PCI =	49		
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					Regular			

Fuente: Elaboración propia



Tabla 130: Unidad de muestra 1B UM 08 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril bajada

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza		ESQUEMA				
Nombre de la vía:		Av. De la Cultura (Grifo Móbil – Calle Agricultura)						
Fecha:		20/01/2023	Carril: Bajada					
Área de Muestra:		229.80	m2			Und Muestra: 1B UM 08		
Progres. Inicial:		0+919	Progres. Fin: 0+957					
TIPOS DE FALLAS								
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo	m2					
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados	m2					
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos	N°					
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea	m2					
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento	m2					
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento	m2					
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas	m2					
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento	m2					
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados	m2					
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m							
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra		Número Máximo de VD		
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$			
Medium	Media	M						
High	Alta	H						
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES								
100 – 86	EXCELENTE	10		15				
85 – 71	MUY BUENA	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	
70 – 56	BUENA	2.00	L	190.00	M			
55 – 41	REGULAR							
40 – 26	POBRE							
25 – 11	MUY POBRE							
10 – 0	FALLADO							
Total	Baja (L)	2.00		190.00				
	Media (M)							
	Alta (H)							
CÁLCULO DEL PCI								
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2			
10	L	2.00	0.87	1				
15	M	190.00	82.68	67.5				
				Valor deducido más alto = 67.5				
				Número máximo de VD (m) = 4.0				
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC	
1	67.5	1			68.5	2	59	
2	67.5	2			69.5	1	70	
3								
4								
5								
							Max VDC	70
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI					PCI = 100 – Max CDV			
					PCI =	30		
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					Pobre			

Fuente: Elaboración propia



Tabla 131: Unidad de muestra 1B UM 09 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril bajada

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza		ESQUEMA					
Nombre de la vía:		Av. De la Cultura (Grifo Móbil – Calle Agricultura)							
Fecha:		20/01/2023	Carril: Bajada						
Área de Muestra:		229.80	m2			Und Muestra: 1B UM 09			
Progres. Inicial:		01+072	Progres. Fin: 01+110						
TIPOS DE FALLAS									
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo	m2						
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados	m2						
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos	N°						
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea	m2						
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento	m2						
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento	m2						
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas	m2						
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento	m2						
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados	m2						
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m								
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra		Número Máximo de VD			
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$				
Medium	Media	M							
High	Alta	H							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
100 – 86	EXCELENTE	8		10		11		15	
85 – 71	MUY BUENA	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
70 – 56	BUENA	6.00	H	2.50	H	0.20	L	30.00	M
55 – 41	REGULAR			1.50	H				
40 – 26	POBRE								
25 – 11	MUY POBRE								
10 – 0	FALLADO								
Total	Baja (L)					0.20			
	Media (M)							30.00	
	Alta (H)	6.00		4.00					
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2				
8	H	6.00	2.61	12.5	Valor deducido más alto = 61.5 Número máximo de VD (m) = 4.5				
10	H	4.00	1.74	12					
11	L	0.20	0.09	1					
15	M	30.00	13.05	61.5					
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC	
1	61.5	12.5	12	0.5		86.5	4	49	
2	61.5	12.5	12	2		88	3	58	
3	61.5	12.5	2	2		78	2	58	
4	61.5	2	2	2		67.5	1	69	
								Max VDC	
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI						PCI = 100 – Max CDV			
						PCI =	31		
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						Pobre			

Fuente: Elaboración propia



Tabla 133: Unidad de muestra 1B UM 11 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril bajada

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza		ESQUEMA										
Nombre de la vía:		Av. De la Cultura (Grifo Móbil – Calle Agricultura)												
Fecha:		20/01/2023	Carril: Bajada											
Área de Muestra:		229.80	m2			Und Muestra: 1B UM 11								
Progres. Inicial:		01+340	Progres. Fin: 01+378											
TIPOS DE FALLAS														
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo	m2											
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados	m2											
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos	N°											
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea	m2											
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento	m2											
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento	m2											
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas	m2											
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento	m2											
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados	m2											
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m													
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra		Número Máximo de VD								
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$									
Medium	Media	M												
High	Alta	H												
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES														
		10		15		16								
		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad					
		4.00	M	215.00	M	9.00	H							
100 – 86	EXCELENTE													
85 – 71	MUY BUENA													
70 – 56	BUENA													
55 – 41	REGULAR													
40 – 26	POBRE													
25 – 11	MUY POBRE													
10 – 0	FALLADO													
Total	Baja (L)													
	Media (M)	4.00	215.00											
	Alta (H)							9.00						
CÁLCULO DEL PCI														
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2									
10	M	4.00	1.74	4.5										
15	M	215.00	93.56	68.5										
16	H	9.00	3.92	35	Valor deducido más alto = 68.5									
										Número máximo de VD (m) = 3.9				
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC							
1	68.5	35	4.05		107.55	3	67							
2	68.5	35	2		105.5	2	72							
3	68.5	2	2		72.5	1	72							
							Max VDC	72						
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI						PCI = 100 – Max CDV								
						PCI =	28							
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						Pobre								

Fuente: Elaboración propia



Tabla 134: Unidad de muestra 1B UM 12 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril bajada

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza		ESQUEMA			
Nombre de la vía:		Av. De la Cultura (Grifo Móbil – Calle Agricultura)					
Fecha:		20/01/2023	Carril: Bajada				
Área de Muestra:		229.80	m2			Und Muestr	1B UM 12
Progres. Inicial:		01+455	Progres. Fin			01+493	
TIPOS DE FALLAS							
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo	m2				
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados	m2				
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos	N°				
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea	m2				
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento	m2				
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento	m2				
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas	m2				
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento	m2				
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados	m2				
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m						
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra		Número Máximo de VD	
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$		
Medium	Media	M					
High	Alta	H					
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES							
100 – 86	EXCELENTE	3		10			
85 – 71	MUY BUENA	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
70 – 56	BUENA	8.00	L	4.00	L		
55 – 41	REGULAR						
40 – 26	POBRE						
25 – 11	MUY POBRE						
10 – 0	FALLADO						
Total	Baja (L)	8.00		4.00			
	Media (M)						
	Alta (H)						
CÁLCULO DEL PCI							
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2		
3	L	8.00	3.48	0.4			
10	L	4.00	1.74	1			
					Valor deducido más alto =		
					1		
					Número máximo de VD (m)		
					= 10.1		
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC
1	1	0.04			1.04	2	1
2	1	2			3	1	6
3							
4							
5							
						Max VDC	6
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI					PCI = 100 – Max CDV		
					PCI =	94	
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					Excelente		

Fuente: Elaboración propia



Tabla 136: Unidad de muestra 1B UM 14 tramo grifo Móbil – calle Agricultura carril bajada

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza		ESQUEMA						
Nombre de la vía:		Av. De la Cultura (Grifo Móbil – Calle Agricultura)								
Fecha:		20/01/2023	Carril: Bajada							
Área de Muestra:		229.80 m2	Und Muestr: 1B UM 14							
Progres. Inicial:		01+723	Progres. Fin: 01+761							
TIPOS DE FALLAS										
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo	m2							
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados	m2							
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos	N°							
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea	m2							
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento	m2							
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento	m2							
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas	m2							
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento	m2							
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados	m2							
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m									
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra		Número Máximo de VD				
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$					
Medium	Media	M								
High	Alta	H								
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
100 – 86	EXCELENTE	1		3		10		13		
85 – 71	MUY BUENA	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	
70 – 56	BUENA	3.00	M	3.00	H	6.00	M	1.00	H	
55 – 41	REGULAR			4.50	H					
40 – 26	POBRE									
25 – 11	MUY POBRE									
10 – 0	FALLADO									
Total	Baja (L)									
	Media (M)	3.00				6.00				
	Alta (H)			7.50				1.00		
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2					
1	M	3.00	1.31	25	Valor deducido más alto = 39 Número máximo de VD (m) = 6.6					
3	H	7.50	3.26	18.5						
10	M	6.00	2.61	8						
13	H	1.00	0.44	39						
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC			
1	39	25	18.5	4.8	87.3	4	50			
2	39	25	18.5	2	84.5	3	54			
3	39	25	2	2	68	2	49			
4	39	2	2	2	45	1	45			
								Max VDC	54	
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI						PCI = 100 – Max CDV				
						PCI =	46			
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						Regular				

Fuente: Elaboración propia



Tabla 140: Unidad de muestra 2 UM 01 tramo calle Agricultura – posta médica de San Jerónimo

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza		ESQUEMA						
Nombre de la vía:		Avenida Manco Capac		31.50						
Fecha:		21/01/2023	Carril:	Subida y bajada						
Área de Muestra:		220.50	m2	Und Muestra:	2UM 01					
Progres. Inicial:		02+200	Progres. Fin:	02+231	7.00					
TIPOS DE FALLAS										
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo	m2							
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados	m2							
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos	N°							
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea	m2							
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento	m2							
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento	m2							
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas	m2							
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento	m2							
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados	m2							
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m									
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra						
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$					
Medium	Media	M								
High	Alta	H								
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
100 - 86	EXCELENTE	3		11		13		15		
85 - 71	MUY BUENA	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	
70 - 56	BUENA	40.30	M	31.00	M	6.00	H	140.00	H	
55 - 41	REGULAR									
40 - 26	POBRE									
25 - 11	MUY POBRE									
10 - 0	FALLADO									
Total	Baja (L)									
	Media (M)	40.30		31.00						
	Alta (H)					6.00		140.00		
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2					
3	M	40.30	18.28	21						
11	M	31.00	14.06	34						
13	H	6.00	2.72	72						
15	H	140.00	63.49	88.5	Valor deducido más alto = 88.5					
					Número máximo de VD (m) = 2.1					
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC			
1	88.5	7.2			95.7	2	69			
2	88.5	2			90.5	1	91			
							Max VDC	91		
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI					PCI = 100 - Max CDV					
					PCI =	9				
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					Fallado					

Fuente: Elaboración propia



Tabla 141: Unidad de muestra 2 UM 02 tramo calle Agricultura – posta médica de San Jerónimo

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza		ESQUEMA								
Nombre de la vía:		Avenida Manco Capac		31.50								
Fecha:		21/01/2023	Carril:	Subida y bajada								
Área de Muestra:		220.50	m2	Und Muestra:	2UM 02							
Progres. Inicial:		02+294	Progres. Fin:	02+325								
TIPOS DE FALLAS												
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo	m2									
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados	m2									
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos	N°									
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea	m2									
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento	m2									
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento	m2									
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas	m2									
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento	m2									
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados	m2									
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m											
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra								
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$							
Medium	Media	M										
High	Alta	H										
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES												
100 - 86	EXCELENTE	3		12		13		15		16		
85 - 71	MUY BUENA	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	
70 - 56	BUENA	4.80	M	45.00	H	4.00	H	150.00	H	12.60	H	
55 - 41	REGULAR											
40 - 26	POBRE											
25 - 11	MUY POBRE											
10 - 0	FALLADO											
Total	Baja (L)											
	Media (M)	4.80										
	Alta (H)			45.00		4.00		150.00		12.60		
CÁLCULO DEL PCI												
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2							
3	M	4.80	2.18	7.5								
12	H	45.00	20.41	8.5								
13	H	4.00	1.81	64								
15	H	150.00	68.03	88.8								
16	H	12.60	5.71	40	Valor deducido más alto =							
					88.8							
					Número máximo de VD (m) =							
					2.0							
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC			
1	88.8	64					152.8	2	96			
2	8.8	2					10.8	1	11			
									Max VDC	96		
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI							PCI = 100 - Max CDV					
							PCI =	4				
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO							Fallado					

Fuente: Elaboración propia



Tabla 143: Unidad de muestra 2 UM 04 tramo calle Agricultura – posta médica de San Jerónimo

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza		ESQUEMA				
Nombre de la vía:		Avenida Manco Capac		31.50				
Fecha:		21/01/2023	Carril:	Subida y bajada				
Área de Muestra:		220.50	m2	Und Muestra:	2UM 04			
Progres. Inicial:		02+483	Progres. Fin:	02+514				
TIPOS DE FALLAS								
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo	m2					
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados	m2					
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos	N°					
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea	m2					
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento	m2					
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento	m2					
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas	m2					
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento	m2					
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados	m2					
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m							
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra	Número Máximo de VD			
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$			
Medium	Media	M						
High	Alta	H						
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES								
100 – 86	EXCELENTE							
85 – 71	MUY BUENA							
70 – 56	BUENA							
55 – 41	REGULAR							
40 – 26	POBRE							
25 – 11	MUY POBRE							
10 – 0	FALLADO							
Total	Baja (L)							
	Media (M)	18.90	1.00					
	Alta (H)			188.50	11.02			
CÁLCULO DEL PCI								
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2			
1	18.90	M	8.57	45				
13	1.00	M	0.45	20				
15	188.50	H	85.49	89.5				
16	11.02	H	5.00	39.5				
					Valor deducido más alto =			
					89.5			
					Número máximo de VD (m) =			
					2.0			
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC	
1	89.5	45			134.5	2	89	
2	89.5	2			91.5	1	93	
							Max VDC	93
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI					PCI = 100 – Max CDV			
					PCI =	7		
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					Fallado			

Fuente: Elaboración propia



Tabla 144: Unidad de muestra 2 UM 05 tramo calle Agricultura – posta médica de San Jerónimo

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza		ESQUEMA						
Nombre de la vía:		Avenida Manco Capac		31.50						
Fecha:		21/01/2023	Carril:	Subida y bajada						
Área de Muestra:		220.50	m2	Und Muestra:	2UM 05					
Progres. Inicial:		02+577	Progres. Fin:	02+609						
TIPOS DE FALLAS										
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo	m2							
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados	m2							
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos	N*							
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea	m2							
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento	m2							
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento	m2							
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas	m2							
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento	m2							
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados	m2							
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m									
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra						
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$					
Medium	Media	M								
High	Alta	H								
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
		1		13		15		16		
		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	
		19.80	H	9.00	H	175.80	H	12.60	H	
100 - 86	EXCELENTE									
85 - 71	MUY BUENA									
70 - 56	BUENA									
55 - 41	REGULAR									
40 - 26	POBRE									
25 - 11	MUY POBRE									
10 - 0	FALLADO									
Total	Baja (L)									
	Media (M)									
	Alta (H)	19.80	9.00	175.80	12.60					
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2					
1	H	19.80	8.98	60						
13	H	9.00	4.08	86.5						
15	H	175.80	79.73	89.5						
16	H	12.60	5.71	40						
					Valor deducido más alto = 89.5					
					Número máximo de VD (m) = 2.0					
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC			
1	89.5	86.5			176	2	100			
2	89.5	2			91.5	1	91			
							Max VDC	100		
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI					PCI = 100 - Max CDV					
					PCI =	0				
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					Fallado					

Fuente: Elaboración propia



Tabla 146: Unidad de muestra 2 UM 07 tramo calle Agricultura – posta médica de San Jerónimo

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza		ESQUEMA				
Nombre de la vía:		Avenida Manco Capac		31.50				
Fecha:		21/01/2023	Carril:	Subida y bajada				
Área de Muestra:		220.50	m2	Und Muestra:	2UM 07			
Progres. Inicial:		02+766	Progres. Fin:	02+798				
TIPOS DE FALLAS								
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo	m2					
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados	m2					
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos	N*					
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea	m2					
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento	m2					
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento	m2					
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas	m2					
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento	m2					
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados	m2					
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m							
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra				
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$			
Medium	Media	M						
High	Alta	H						
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES								
100 – 86	EXCELENTE							
85 – 71	MUY BUENA							
70 – 56	BUENA							
55 – 41	REGULAR							
40 – 26	POBRE							
25 – 11	MUY POBRE							
10 – 0	FALLADO							
Total	Baja (L)	9.00						
	Media (M)			220.50				
	Alta (H)	1.00						
CÁLCULO DEL PCI								
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2			
1	L	9.00	4.08	25				
13	H	1.00	0.45	39				
15	H	220.50	100.00	90				
					Valor deducido más alto =			
					90			
					Número máximo de VD (m) =			
					1.9			
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC	
1	90	35.1			125.1	2	83	
2	90	2			92	1	91	
							Max VDC	91
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI					PCI = 100 - Max CDV			
					PCI =	9		
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					Fallado			

Fuente: Elaboración propia



Tabla 147: Unidad de muestra 2 UM 08 tramo calle Agricultura – posta médica de San Jerónimo

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza		ESQUEMA				
Nombre de la vía:		Avenida Manco Capac		31.50				
Fecha:		21/01/2023	Carril:	Subida y bajada				
Área de Muestra:		220.50	m2	Und Muestra:	2UM 08			
Progres. Inicial:		02+861	Progres. Fin:	02+892				
TIPOS DE FALLAS								
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo	m2					
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados	m2					
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos	N°					
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea	m2					
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento	m2					
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento	m2					
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas	m2					
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento	m2					
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados	m2					
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m							
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra				
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$			
Medium	Media	M						
High	Alta	H						
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES								
100 - 86	EXCELENTE							
85 - 71	MUY BUENA							
70 - 56	BUENA							
55 - 41	REGULAR							
40 - 26	POBRE							
25 - 11	MUY POBRE							
10 - 0	FALLADO							
Total	Baja (L)	3.00						
	Media (M)							
	Alta (H)	220.50						
CÁLCULO DEL PCI								
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2			
10	L	3.00	1.36	1				
15	H	220.50	100.00	90				
					Valor deducido más alto =			
					90			
					Número máximo de VD (m) =			
					1.9			
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC	
1	90	0.9			90.9	2	65	
2	90	2			92	1	92	
							Max VDC	92
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI					PCI = 100 - Max CDV			
					PCI =	8		
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					Fallado			

Fuente: Elaboración propia



Tabla 148: Unidad de muestra 2 UM 09 tramo calle Agricultura – posta médica de San Jerónimo

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza		ESQUEMA				
Nombre de la vía:		Avenida Manco Capac		31.50				
Fecha:		21/01/2023	Carril:	Subida y bajada				
Área de Muestra:		220.50	m2	Und Muestra:	2UM 09			
Progres. Inicial:		02+955	Progres. Fin:	02+987				
TIPOS DE FALLAS								
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo	m2					
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados	m2					
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos	N°					
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea	m2					
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento	m2					
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento	m2					
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas	m2					
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento	m2					
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados	m2					
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m							
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra	Número Máximo de VD			
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$			
Medium	Media	M						
High	Alta	H						
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES								
100 - 86	EXCELENTE							
85 - 71	MUY BUENA							
70 - 56	BUENA							
55 - 41	REGULAR							
40 - 26	POBRE							
25 - 11	MUY POBRE							
10 - 0	FALLADO							
Total	Baja (L)	13.00						
	Media (M)			220.50				
	Alta (H)	1.00						
CÁLCULO DEL PCI								
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2			
1	L	13.00	5.90	27.5				
13	H	1.00	0.45	39				
15	M	220.50	100.00	68.5				
					Valor deducido más alto =			
					68.5			
					Número máximo de VD (m) =			
					3.9			
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC	
1	68.5	39	24.75		132.25	3	80	
2	68.5	39	2		109.5	2	75	
3	68.5	2	2		72.5	1	72	
							Max VDC	80
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI					PCI = 100 - Max CDV			
					PCI =	20		
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					Muy Pobre			

Fuente: Elaboración propia



Tabla 149: Unidad de muestra 2 UM 10 tramo calle Agricultura – posta médica de San Jerónimo

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza		ESQUEMA				
Nombre de la vía:		Avenida Manco Capac		31.50				
Fecha:		21/01/2023	Carril:	Subida y bajada				
Área de Muestra:		220.50	m2	Und Muestra:	2UM 10			
Progres. Inicial:		03+050	Progres. Fin:	03+081				
TIPOS DE FALLAS								
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo	m2					
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados	m2					
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos	N*					
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea	m2					
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento	m2					
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento	m2					
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas	m2					
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento	m2					
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados	m2					
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m							
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra				
Low	Baja	L			Número Máximo de VD			
Medium	Media	M			$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$			
High	Alta	H						
			$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N - 1) + s^2)}$					
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES								
100 - 86	EXCELENTE	3				10		
85 - 71	MUY BUENA	14.00				8.00		
70 - 56	BUENA	10.80				7.00		
55 - 41	REGULAR	7.00						
40 - 26	POBRE							
25 - 11	MUY POBRE							
10 - 0	FALLADO							
Total	Baja (L)							
	Media (M)	14.00				8.00		
	Alta (H)	17.80				2.00		
CÁLCULO DEL PCI								
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2			
3	M	14.00	6.35	13.5				
3	H	17.80	8.07	29				
10	M	8.00	3.63	10				
13	H	2.00	0.91	50				
15	H	220.50	100.00	90	Valor deducido más alto =			
					90			
					Número máximo de VD (m) =			
					1.9			
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC	
1	90	45			135	2	89	
2	90	2			92	1	94	
							Max VDC	94
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI					PCI = 100 - Max CDV			
					PCI =	6		
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					Fallado			

Fuente: Elaboración propia



Tabla 152: Unidad de muestra 3 UM 02 tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza				ESQUEMA					
Nombre de la vía:		Prolongación Av. De la Cultura (Universidad Continental)				46.00					
Fecha:		31/01/2023	Carril:	Subida		4.50					
Área de Muestra:		207.00	Und Muestr	3UM 02							
Progres. Inicial:		03+364	Progres. Fin	03+410							
TIPOS DE FALLAS											
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo			m2						
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados			m2						
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos			N°						
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea			m2						
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento			m2						
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento			m2						
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas			m2						
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento			m2						
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados			m2						
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m										
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra		Número Máximo de VD					
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						
Medium	Media	M									
High	Alta	H									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
		10		15							
		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad		
100 - 86	EXCELENTE										
85 - 71	MUY BUENA	12.00	L	50.00	L						
70 - 56	BUENA										
55 - 41	REGULAR										
40 - 26	POBRE										
25 - 11	MUY POBRE										
10 - 0	FALLADO										
Total	Baja (L)	12.00		50.00							
	Media (M)										
	Alta (H)										
CÁLCULO DEL PCI											
TIPO DE DAÑO		SEVERIDAD		TOTAL		DENSIDAD %		VALOR DEDUCIDO			
10		L		12.00		5.80		4.5			
15		L		50.00		24.15		38			
								Valor deducido más alto =			
								38			
								Número máximo de VD (m) =			
								6.7			
NÚMERO		VALORES DEDUCIDOS				VDT		q		VDC	
1		38		2.7		40.7		2		31	
2		38		2		40		1		40	
										Max VDC	
										40	
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI						PCI = 100 - Max CDV					
						PCI =		60			
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						Buena					

Fuente: Elaboración propia



Tabla 153: Unidad de muestra 3 UM 03 tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza				ESQUEMA							
Nombre de la vía:		Prolongación Av. De la Cultura (Universidad Continental)				46.00							
Fecha:		31/01/2023	Carril:	Bajada		4.50							
Área de Muestra:		207.00	Und Muestr	3UM 03									
Progres. Inicial:		03+594	Progres. Fin	03+640									
TIPOS DE FALLAS													
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo			m2								
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados			m2								
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos			N°								
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea			m2								
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento			m2								
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento			m2								
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas			m2								
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento			m2								
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados			m2								
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m												
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra		Número Máximo de VD							
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$								
Medium	Media	M											
High	Alta	H											
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES													
100 - 86	EXCELENTE	10											
85 - 71	MUY BUENA	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad		
70 - 56	BUENA	0.30	L										
55 - 41	REGULAR												
40 - 26	POBRE												
25 - 11	MUY POBRE												
10 - 0	FALLADO												
Total	Baja (L)	0.30											
	Media (M)												
	Alta (H)												
CÁLCULO DEL PCI													
TIPO DE DAÑO		SEVERIDAD		TOTAL		DENSIDAD %		VALOR DEDUCIDO		Número de valores deducidos > 2			
10		L		0.30		0.14		1		1			
										Valor deducido más alto =			
										1			
										Número máximo de VD (m) =			
										10.1			
NÚMERO		VALORES DEDUCIDOS						VDT		q		VDC	
1		1						1		1		1	
2													
3													
4													
5													
												Max VDC	
												1	
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI								PCI = 100 - Max CDV					
								PCI =		99			
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO								Excelente					

Fuente: Elaboración propia



Tabla 154: Unidad de muestra 3 UM 04 tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza				ESQUEMA				
Nombre de la vía:		Prolongación Av. De la Cultura (Universidad Continental)				46.00				
Fecha:		31/01/2023	Carril:	Subida		4.50				
Área de Muestra:		207.00	m2	Und Muestr	3UM 04					
Progres. Inicial:		03+778	Progres. Fin	03+824						
TIPOS DE FALLAS										
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo	m2							
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados	m2							
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos	N°							
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea	m2							
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento	m2							
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento	m2							
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas	m2							
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento	m2							
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados	m2							
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m									
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra		Número Máximo de VD				
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$					
Medium	Media	M								
High	Alta	H								
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
100 - 86	EXCELENTE	4		6		15				
85 - 71	MUY BUENA	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	
70 - 56	BUENA	46.00	H	115.00	H	207.00	M			
55 - 41	REGULAR									
40 - 26	POBRE									
25 - 11	MUY POBRE									
10 - 0	FALLADO									
Total	Baja (L)					207.00				
	Media (M)									
	Alta (H)	46.00		115.00						
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2					
4	H	46.00	22.22	93	Valor deducido más alto = 93					
6	H	115.00	55.56	70						
15	M	207.00	100.00	69						
					Número máximo de VD (m) = 1.6					
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC			
1	93	42			135	2	89			
2	93	2			95	1	95			
3										
4										
5										
							Max VDC	95		
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI					PCI = 100 - Max CDV					
					PCI =	5				
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					Fallado					

Fuente: Elaboración propia



Tabla 155: Unidad de muestra 3 UM 05 tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza				ESQUEMA					
Nombre de la vía:		Prolongación Av. De la Cultura (Universidad Continental)				46.00					
Fecha:		31/01/2023	Carril:	Bajada							
Área de Muestra:		207.00	m2	Und Muestra:	3UM 05						
Progres. Inicial:		04+008	Progres. Fin:	04+054							
TIPOS DE FALLAS											
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo	m2								
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados	m2								
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos	N°								
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea	m2								
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento	m2								
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento	m2								
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas	m2								
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento	m2								
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados	m2								
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m										
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra		Número Máximo de VD					
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						
Medium	Media	M									
High	Alta	H									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
100 - 86	EXCELENTE	12									
85 - 71	MUY BUENA	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
70 - 56	BUENA	46.00	L								
55 - 41	REGULAR										
40 - 26	POBRE										
25 - 11	MUY POBRE										
10 - 0	FALLADO										
Total	Baja (L)	46.00									
	Media (M)										
	Alta (H)										
CÁLCULO DEL PCI											
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2 Valor deducido más alto = 9 Número máximo de VD (m) = 9.4						
12	L	46.00	22.22	9							
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC		
1	9						9	1	9		
								Max VDC	9		
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI						PCI = 100 - Max CDV					
						PCI =	91				
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						Excelente					

Fuente: Elaboración propia



Tabla 156: Unidad de muestra 3 UM 06 tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza		ESQUEMA					
Nombre de la vía:		Prolongación Av. De la Cultura (Universidad Continental)							
Fecha:		31/01/2023	Carril:			Subida			
Área de Muestra:		207.00	m2			Und Muestr	3UM 06		
Progres. Inicial:		04+192	Progres. Fin			04+238			
TIPOS DE FALLAS									
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo	m2						
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados	m2						
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos	N°						
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea	m2						
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento	m2						
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento	m2						
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas	m2						
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento	m2						
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados	m2						
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m								
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra		Número Máximo de VD			
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$				
Medium	Media	M							
High	Alta	H							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
100 - 86	EXCELENTE	4		6		15			
85 - 71	MUY BUENA	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
70 - 56	BUENA	46.00	M	69.00	M	207.00	L		
55 - 41	REGULAR					92.00	H		
40 - 26	POBRE								
25 - 11	MUY POBRE								
10 - 0	FALLADO								
Total	Baja (L)					207.00			
	Media (M)	46.00		69.00					
	Alta (H)					92.00			
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2				
4	M	46.00	22.22	64.5					
6	M	69.00	33.33	51					
15	L	207.00	100.00	50					
15	H	92.00	44.44	83.5	Valor deducido más alto =				
					83.5				
					Número máximo de VD (m) =				
					2.5				
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC		
1	83.5	64.5	25.5		173.5	3	98		
2	83.5	64.5	2		150	2	94		
3	83.5	2	2		87.5	1	89		
						Max VDC	98		
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI					PCI = 100 - Max CDV				
					PCI =	2			
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					Fallado				

Fuente: Elaboración propia



Tabla 157: Unidad de muestra 3 UM 07 tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza				ESQUEMA						
Nombre de la vía:		Prolongación Av. De la Cultura (Universidad Continental)				46.00						
Fecha:		31/01/2023	Carril:	Bajada		4.50						
Área de Muestra:		207.00	m2	Und Muestr	3UM 07							
Progres. Inicial:		04+422		Progres. Fin:		04+468						
TIPOS DE FALLAS												
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo					m2					
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados					m2					
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos					N°					
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea					m2					
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento					m2					
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento					m2					
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas					m2					
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento					m2					
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados					m2					
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m											
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra		Número Máximo de VD						
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$	$i = \frac{N}{n}$		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						
Medium	Media	M										
High	Alta	H										
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES												
100 - 86	EXCELENTE	9										
85 - 71	MUY BUENA	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	
70 - 56	BUENA	46.00	H									
55 - 41	REGULAR											
40 - 26	POBRE											
25 - 11	MUY POBRE											
10 - 0	FALLADO											
Total	Baja (L)											
	Media (M)											
	Alta (H)	46.00										
CÁLCULO DEL PCI												
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2							
9	H	46.00	22.22	27.5	Valor deducido más alto = 27.5							
					Número máximo de VD (m) = 7.7							
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC		
1	27.5							27.5	1	27.5		
											Max VDC	27.5
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI								PCI = 100 - Max CDV				
								PCI =	72.5			
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO								Muy Buena				

Fuente: Elaboración propia



Tabla 158: Unidad de muestra 3 UM 08 tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza				ESQUEMA	
Nombre de la vía:		Prolongación Av. De la Cultura (Universidad Continental)				46.00	
Fecha:		31/01/2023	Carril:		Subida	4.50	
Área de Muestra:		207.00	Und Muestr		3UM 08		
Progres. Inicial:		04+606	Progres. Fin		04+652		
TIPOS DE FALLAS							
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo			m2		
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados			m2		
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos			N°		
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea			m2		
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento			m2		
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento			m2		
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas			m2		
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento			m2		
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados			m2		
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m						
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra		Número Máximo de VD	
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$		$i = \frac{N}{n}$		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$
Medium	Media	M					
High	Alta	H					
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES							
100 - 86	EXCELENTE	13		15			
85 - 71	MUY BUENA	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
70 - 56	BUENA	2.00	H	69.00	H		
55 - 41	REGULAR						
40 - 26	POBRE						
25 - 11	MUY POBRE						
10 - 0	FALLADO						
Total	Baja (L)						
	Media (M)						
	Alta (H)	2.00		69.00			
CÁLCULO DEL PCI							
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2		
13	H	2.00	0.97	52			
15	H	69.00	33.33	81			
					Valor deducido más alto =		
					81		
					Número máximo de VD (m) =		
					2.7		
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC
1	81	36.4			117.4	2	80
2	81	2			83	1	83
						Max VDC	83
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI					PCI = 100 - Max CDV		
					PCI =	17	
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					Muy Pobre		

Fuente: Elaboración propia



Tabla 159: Unidad de muestra 3 UM 09 tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza				ESQUEMA			
Nombre de la vía:		Prolongación Av. De la Cultura (Universidad Continental)				46.00			
Fecha:		31/01/2023	Carril:		Bajada	4.50			
Área de Muestra:		207.00	Und Muestr		3UM 09				
Progres. Inicial:		04+836	Progres. Fin		04+882				
TIPOS DE FALLAS									
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo			m2				
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados			m2				
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos			N°				
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea			m2				
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento			m2				
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento			m2				
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas			m2				
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento			m2				
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados			m2				
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m								
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra		Número Máximo de VD			
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$				
Medium	Media	M							
High	Alta	H							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
100 - 86	EXCELENTE	1		10		19			
85 - 71	MUY BUENA	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
70 - 56	BUENA	1.50	L	4.00	L	6.00	L		
55 - 41	REGULAR								
40 - 26	POBRE								
25 - 11	MUY POBRE								
10 - 0	FALLADO								
Total	Baja (L)	1.50		4.00		6.00			
	Media (M)								
	Alta (H)								
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2				
1	L	1.50	0.72	9	Valor deducido más alto = 9				
10	L	4.00	1.93	1					
19	L	6.00	2.90	2.5					
					Número máximo de VD (m) = 9.4				
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC		
1	9	2.5	0.4		11.9	3	8		
2	9	2.5	2		13.5	2	11		
3	9	2	2		13	1	13		
							Max VDC	13	
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI					PCI = 100 - Max CDV				
					PCI =	87			
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					Excelente				

Fuente: Elaboración propia



Tabla 160: Unidad de muestra 3 UM 10 tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza				ESQUEMA				
Nombre de la vía:		Prolongación Av. De la Cultura (Universidad Continental)				46.00				
Fecha:		31/01/2023	Carril:	Subida		4.50				
Área de Muestra:		207.00	m2	Und Muestr	3UM 10					
Progres. Inicial:		05+020		Progres. Fin		05+066				
TIPOS DE FALLAS										
1. Piel de Cocodrilo	m2			11. Parcheo	m2					
2. Exudación	m2			12. Pulimiento de Agregados	m2					
3. Agrietamiento en Bloque	m2			13. Huecos	N°					
4. Abultamiento y Hundimiento	m			14. Cruce de Vía Férrea	m2					
5. Corrugación	m2			15. Ahuellamiento	m2					
6. Depresión	m2			16. Desplazamiento	m2					
7. Grieta de Borde	m			17. Grietas Parabólicas	m2					
8. Grieta de Reflexión de junta	m			18. Hinchamiento	m2					
9. Desnivel Carril / Berma	m			19. Desprendimiento de Agregados	m2					
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m									
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra		Número Máximo de VD				
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$	$i = \frac{N}{n}$		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$				
Medium	Media	M								
High	Alta	H								
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
100 - 86	EXCELENTE	3		11		15				
85 - 71	MUY BUENA	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	
70 - 56	BUENA	3.00	M	2.00	L	135.00	M			
55 - 41	REGULAR			8.25	L					
40 - 26	POBRE			20.00	H					
25 - 11	MUY POBRE									
10 - 0	FALLADO									
Total	Baja (L)	3.00		10.25		135.00				
	Media (M)									
	Alta (H)			20.00						
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2					
3	M	3.00	1.45	5	Valor deducido más alto = 65					
11	L	10.25	4.95	12.5						
11	H	20.00	9.66	50						
15	M	135.00	65.22	65						
					Número máximo de VD (m) = 4.2					
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC			
1	65	50	12.5	1	128.5	4	70			
2	65	50	12.5	2	129.5	3	78			
3	65	50	2	2	119	2	80			
4	65	2	2	2	71	1	71			
							Max VDC	80		
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI					PCI = 100 - Max CDV					
					PCI =	20				
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					Muy Pobre					

Fuente: Elaboración propia



Tabla 161: Unidad de muestra 3 UM 11 tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza				ESQUEMA			
Nombre de la vía:		Prolongación Av. De la Cultura (Universidad Continental)				46.00			
Fecha:		31/01/2023	Carril:	Bajada		4.50			
Área de Muestra:		207.00	m2	Und Muestr	3UM 11				
Progres. Inicial:		05+250		Progres. Fin	05+296				
TIPOS DE FALLAS									
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo			m2				
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados			m2				
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos			N°				
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea			m2				
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento			m2				
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento			m2				
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas			m2				
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento			m2				
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados			m2				
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m								
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra		Número Máximo de VD			
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$		$i = \frac{N}{n}$		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$		
Medium	Media	M							
High	Alta	H							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
100 - 86	EXCELENTE	3		6		12			
85 - 71	MUY BUENA	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
70 - 56	BUENA	7.50	H	12.50	M	90.00	H		
55 - 41	REGULAR								
40 - 26	POBRE								
25 - 11	MUY POBRE								
10 - 0	FALLADO								
Total	Baja (L)			12.50					
	Media (M)								
	Alta (H)	7.50				90.00			
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2				
3	H	7.50	3.62	18.5					
6	M	12.50	6.04	21					
12	H	90.00	43.48	11					
					Valor deducido más alto =				
					21				
					Número máximo de VD (m) =				
					8.3				
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC		
1	21	18.5	3.3		42.8	3	29		
2	21	18.5	2		41.5	2	31		
3	21	2	2		25	1	25		
					Max VDC				
					31				
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI					PCI = 100 - Max CDV				
					PCI =	69			
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					Buena				

Fuente: Elaboración propia



Tabla 162: Unidad de muestra 3 UM 12 tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza				ESQUEMA							
Nombre de la vía:		Prolongación Av. De la Cultura (Universidad Continental)				46.00							
Fecha:		31/01/2023	Carril:	Subida		4.50							
Área de Muestra:		207.00	m2	Und Muestr	3UM 12								
Progres. Inicial:		05+434		Progres. Fin:		05+480							
TIPOS DE FALLAS													
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo			m2								
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados			m2								
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos			N°								
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea			m2								
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento			m2								
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento			m2								
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas			m2								
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento			m2								
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados			m2								
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m												
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra		Número Máximo de VD							
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$		$i = \frac{N}{n}$		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						
Medium	Media	M											
High	Alta	H											
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES													
100 - 86	EXCELENTE	15											
85 - 71	MUY BUENA	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad		
70 - 56	BUENA	90.00	L										
55 - 41	REGULAR												
40 - 26	POBRE												
25 - 11	MUY POBRE												
10 - 0	FALLADO												
Total	Baja (L)	90.00											
	Media (M)												
	Alta (H)												
CÁLCULO DEL PCI													
TIPO DE DAÑO		SEVERIDAD		TOTAL		DENSIDAD %		VALOR DEDUCIDO		Número de valores deducidos > 2			
15		L		90.00		43.48		45		Valor deducido más alto = 45			
										Número máximo de VD (m) = 6.1			
NÚMERO		VALORES DEDUCIDOS						VDT		q		VDC	
1		45						45		1		45	
2													
3													
4													
5													
												Max VDC 45	
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI								PCI = 100 - Max CDV					
								PCI =		55			
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO								Regular					

Fuente: Elaboración propia



Tabla 163: Unidad de muestra 3 UM 13 tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza				ESQUEMA					
Nombre de la vía:		Prolongación Av. De la Cultura (Universidad Continental)				46.00					
Fecha:		31/01/2023	Carril:	Bajada		4.50					
Área de Muestra:		207.00	m2	Und Muestr	3UM 13						
Progres. Inicial:		05+664		Progres. Fin	05+710						
TIPOS DE FALLAS											
1. Piel de Cocodrilo	m2				11. Parcheo	m2					
2. Exudación	m2				12. Pulimiento de Agregados	m2					
3. Agrietamiento en Bloque	m2				13. Huecos	N°					
4. Abultamiento y Hundimiento	m				14. Cruce de Vía Férrea	m2					
5. Corrugación	m2				15. Ahuellamiento	m2					
6. Depresión	m2				16. Desplazamiento	m2					
7. Grieta de Borde	m				17. Grietas Parabólicas	m2					
8. Grieta de Reflexión de junta	m				18. Hinchamiento	m2					
9. Desnivel Carril / Berma	m				19. Desprendimiento de Agregados	m2					
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m										
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra				Intervalos de Und. Muestra		Número Máximo de VD			
Low	Baja	L									
Medium	Media	M									
High	Alta	H									
		$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$				$i = \frac{N}{n}$		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$			
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
100 - 86	EXCELENTE		9		12		15				
85 - 71	MUY BUENA		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	
70 - 56	BUENA		46.00	H	90.00	L	112.50	L			
55 - 41	REGULAR										
40 - 26	POBRE										
25 - 11	MUY POBRE										
10 - 0	FALLADO										
Total	Baja (L)	90.00				112.50					
	Media (M)										
	Alta (H)	46.00									
CÁLCULO DEL PCI											
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD		TOTAL		DENSIDAD %		VALOR DEDUCIDO		Número de valores deducidos > 2		
9	H		46.00		22.22		25				
12	L		90.00		43.48		11.5				
15	L		112.50		54.35		48.5				
										Valor deducido más alto =	
										48.5	
										Número máximo de VD (m) =	
										5.7	
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT		q	VDC			
1	48.5	25	8.05		81.55		3	51			
2	48.5	25	2		75.5		2	56			
3	48.5	2	2		52.5		1	52.5			
										Max VDC	
										56	
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI							PCI = 100 - Max CDV				
							PCI =	44			
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO							Regular				

Fuente: Elaboración propia



Tabla 164: Unidad de muestra 3 UM 14 tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza				ESQUEMA					
Nombre de la vía:		Prolongación Av. De la Cultura (Universidad Continental)				46.00					
Fecha:		31/01/2023	Carril:	Subida							
Área de Muestra:		207.00	Und Muestra:	3UM 14							
Progres. Inicial:		05+848	Progres. Fin:	05+894							
TIPOS DE FALLAS											
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo			m2						
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados			m2						
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos			N°						
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea			m2						
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento			m2						
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento			m2						
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas			m2						
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento			m2						
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados			m2						
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m										
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra		Número Máximo de VD					
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$		$i = \frac{N}{n}$		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$				
Medium	Media	M									
High	Alta	H									
100 -- 86		EXCELENTE		TIPOS DE FALLAS EXISTENTES							
85 -- 71		MUY BUENA		3		15		16			
70 -- 56		BUENA		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad		
55 -- 41		REGULAR		25.20	M	180.00	M	36.80	H		
40 -- 26		POBRE									
25 -- 11		MUY POBRE									
10 -- 0		FALLADO									
Total		Baja (L)		25.20		180.00		36.80			
		Media (M)									
		Alta (H)									
CÁLCULO DEL PCI											
TIPO DE DAÑO		SEVERIDAD		TOTAL		DENSIDAD %		VALOR DEDUCIDO			
3		M		25.20		12.17		19			
15		M		180.00		86.96		68.5			
16		H		36.80		17.78		64.5			
								Valor deducido más alto =			
								68.5			
								Número máximo de VD (m) =			
								3.9			
NÚMERO		VALORES DEDUCIDOS INDIVIDUALES				VDT		q		VDC	
1		68.5		64.5		17.1		150.1		3	
2		68.5		64.5		2		135		2	
3		68.5		2		2		72.5		1	
										Max VDC	
										90	
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI								PCI = 100 - Max CDV			
								PCI =		10	
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO								Fallado			

Fuente: Elaboración propia



Tabla 165: Unidad de muestra 3 UM 15 tramo posta médica de San Jerónimo – Universidad Continental

Evaluado por:		José Gabriel Casapino Espinoza				ESQUEMA			
Nombre de la vía:		Prolongación Av. De la Cultura (Universidad Continental)				46.00			
Fecha:		31/01/2023	Carril:		Bajada				
Área de Muestra:		207.00	Und Muestr		3UM 15				
Progres. Inicial:		05+986	Progres. Fin		06+032				
TIPOS DE FALLAS									
1. Piel de Cocodrilo	m2	11. Parcheo			m2				
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de Agregados			m2				
3. Agrietamiento en Bloque	m2	13. Huecos			N°				
4. Abultamiento y Hundimiento	m	14. Cruce de Vía Férrea			m2				
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamiento			m2				
6. Depresión	m2	16. Desplazamiento			m2				
7. Grieta de Borde	m	17. Grietas Parabólicas			m2				
8. Grieta de Reflexión de junta	m	18. Hinchamiento			m2				
9. Desnivel Carril / Berma	m	19. Desprendimiento de Agregados			m2				
10. Grietas Longitudinales y Transversales	m								
Nivel de Severidad		Unidades de Muestra		Intervalos de Und. Muestra		Número Máximo de VD			
Low	Baja	L	$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N-1) + s^2)}$		$i = \frac{N}{n}$		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$		
Medium	Media	M							
High	Alta	H							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
100 - 86	EXCELENTE	15		16					
85 - 71	MUY BUENA	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
70 - 56	BUENA	207.00	H	27.60	H				
55 - 41	REGULAR								
40 - 26	POBRE								
25 - 11	MUY POBRE								
10 - 0	FALLADO								
Total	Baja (L)								
	Media (M)								
	Alta (H)	207.00		27.60					
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	Número de valores deducidos > 2				
15	H	207.00	100.00	90					
16	H	27.60	13.33	59					
					Valor deducido más alto =				
					90				
					Número máximo de VD (m) =				
					1.9				
NÚMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC		
1	90	53.1			143.1	2	92		
2	90	2			92	1	92		
					Max VDC				
					92				
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI					PCI = 100 - Max CDV				
					PCI =	8			
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					Fallado				

Fuente: Elaboración propia



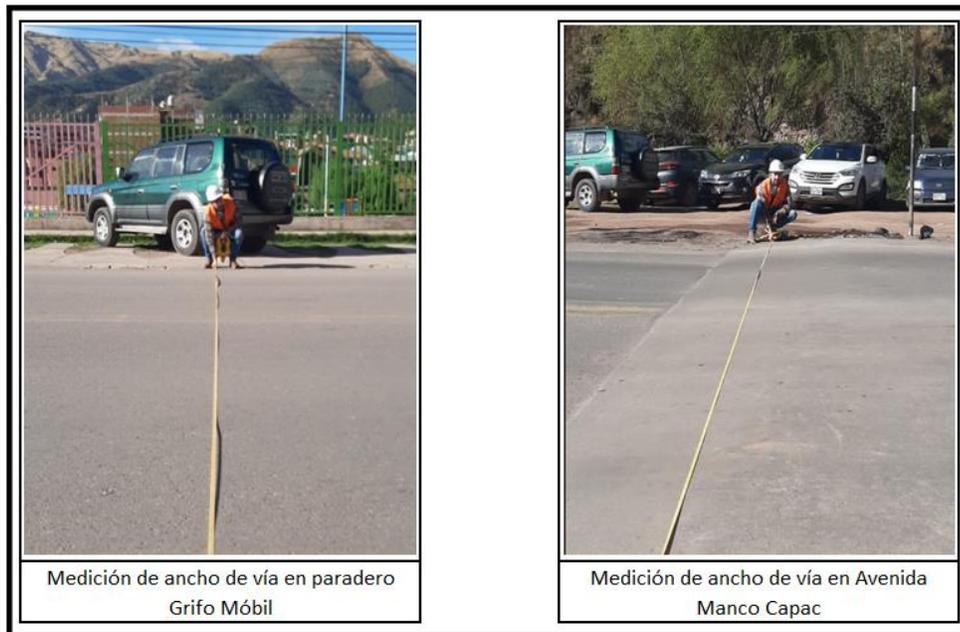
Apéndice C: Panel Fotográfico

Tabla 166: Medición de anchos de vía en grifo Móbil y Av. Manco Capac



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 167: Medición de anchos de vía en tramo posta médica San Jerónimo – Universidad Continental



Fuente: Elaboración propia

Tabla 168: Medición de fallas ahuellamiento y hueco para el cálculo del PCI



Fuente: Elaboración propia

Tabla 169: Medición de fallas parcheo y ahuellamiento para el cálculo del PCI



Fuente: Elaboración propia

Tabla 170: Medición de fallas piel de cocodrilo y hueco para el cálculo del PCI



Fuente: Elaboración propia

Tabla 171: Comprobación de progresivas de unidades de muestra para el cálculo del PCI



Fuente: Elaboración propia

Tabla 172: Comprobación de progresivas de unidades de muestra para el cálculo del PCI



Fuente: Elaboración propia



Figura 53: Camión volquete C3 con sobrecarga en estación de conteo grifo Móvil carril subida

Fuente: Elaboración propia



Figura 54: Camión volquete C3 con sobrecarga en estación de conteo grifo Móbil carril subida

Fuente: Elaboración propia



Figura 55: Camión volquete C3 con sobrecarga en estación de conteo grifo Móbil carril subida

Fuente: Elaboración propia



Figura 56: Camión volquete C3 con sobrecarga en estación de conteo grifo Móvil carril subida

Fuente: Elaboración propia



Figura 57: Camión volquete C3 vacío en estación de conteo grifo Móvil carril bajada

Fuente: Elaboración propia



Figura 58: Camión volquete C3 con carga moderada en estación de conteo grifo Móbil carril bajada

Fuente: Elaboración propia



Figura 59: Camión volquete 8x4 vacío en estación de conteo grifo Móbil carril bajada

Fuente: Elaboración propia



Figura 60: Camión volquete C3 vacío en estación de conteo grifo Móvil carril bajada

Fuente: Elaboración propia



Figura 61: Camión volquete C3 con sobrecarga en estación de conteo control de San Jerónimo

Fuente: Elaboración propia



Figura 62: Camión volquete C3 con sobrecarga en estación de conteo control de San Jerónimo

Fuente: Elaboración propia



Figura 63: Camión volquete C3 con sobrecarga en estación de conteo control de San Jerónimo

Fuente: Elaboración propia



Figura 64: Camión volquete C3 con sobrecarga en estación de conteo control de San Jerónimo

Fuente: Elaboración propia



Figura 65: Camión volquete C3 con sobrecarga en estación de conteo Universidad Continental carril subida

Fuente: Elaboración propia



Figura 66: Camión volquete 8x4 con sobrecarga en estación de conteo Universidad Continental carril subida

Fuente: Elaboración propia



Figura 67: Camión volquete C3 con sobrecarga en estación de conteo Universidad Continental carril subida

Fuente: Elaboración propia



Figura 68: Camión volquete C3 con sobrecarga en estación de conteo Universidad Continental carril subida

Fuente: Elaboración propia



Figura 69: Camión volquete 8x4 con sobrecarga en estación de conteo Universidad Continental carril subida

Fuente: Elaboración propia



Figura 70: Camión volquete C3 con sobrecarga en estación de conteo Universidad Continental carril subida

Fuente: Elaboración propia



Figura 71: Camión volquete C3 con sobrecarga en estación de conteo Universidad Continental carril bajada

Fuente: Elaboración propia



Figura 72: Camión volquete C3 con sobrecarga y con carga moderada en estación de conteo Universidad Continental carril bajada

Fuente: Elaboración propia



Figura 73: Camión volquete C3 con sobrecarga en estación de conteo Universidad Continental carril bajada

Fuente: Elaboración propia



Figura 74: Camión volquete 8x4 con sobrecarga en estación de conteo Universidad Continental carril bajada

Fuente: Elaboración propia



Figura 75: Camión volquete C3 con sobrecarga en estación de conteo Universidad Continental carril bajada

Fuente: Elaboración propia



Figura 76: Ahuellamiento de 10cm de profundidad en la estación Universidad Continental Carril Subida

Fuente: Elaboración propia



Figura 77: Ahuellamiento de 1.5cm de profundidad en la estación Universidad Continental Carril Bajada

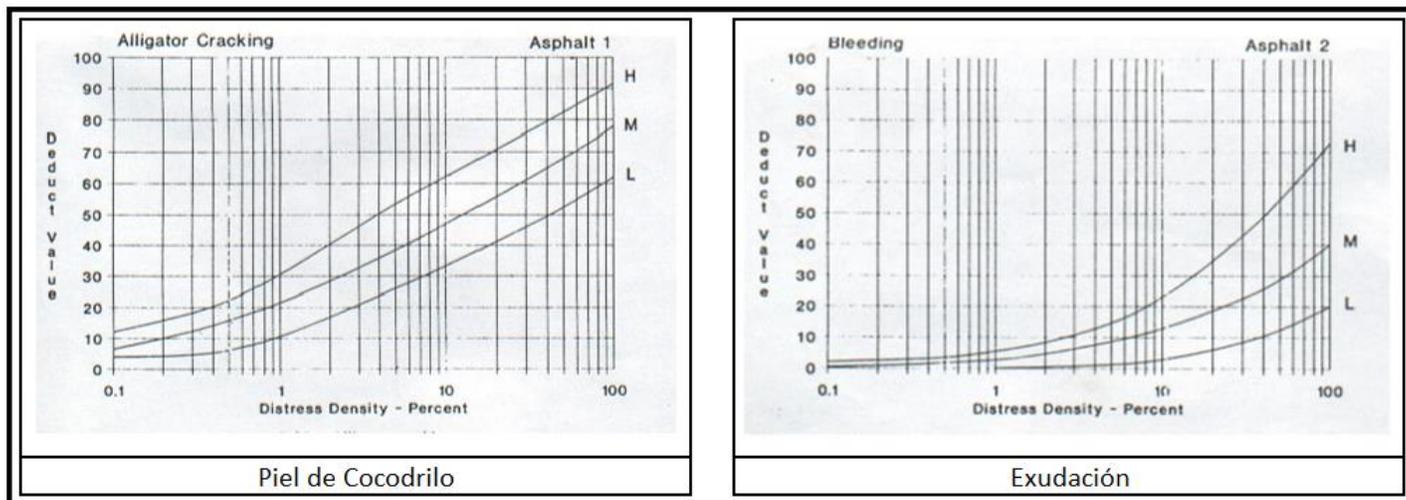
Fuente: Elaboración propia



Anexos

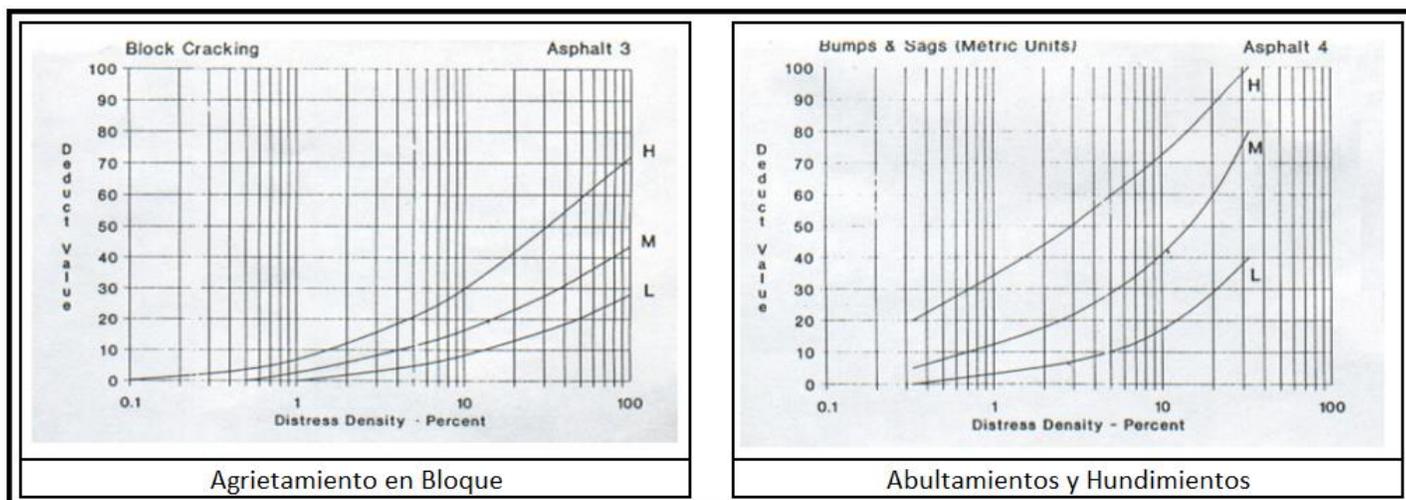
Anexo 1. Curvas de valores deducidos para pavimentos asfálticos según tipo de falla

Tabla 173: Curvas de valores deducidos de fallas: piel de cocodrilo y exudación



Fuente: Adaptación (Vásquez Varela, 2002)

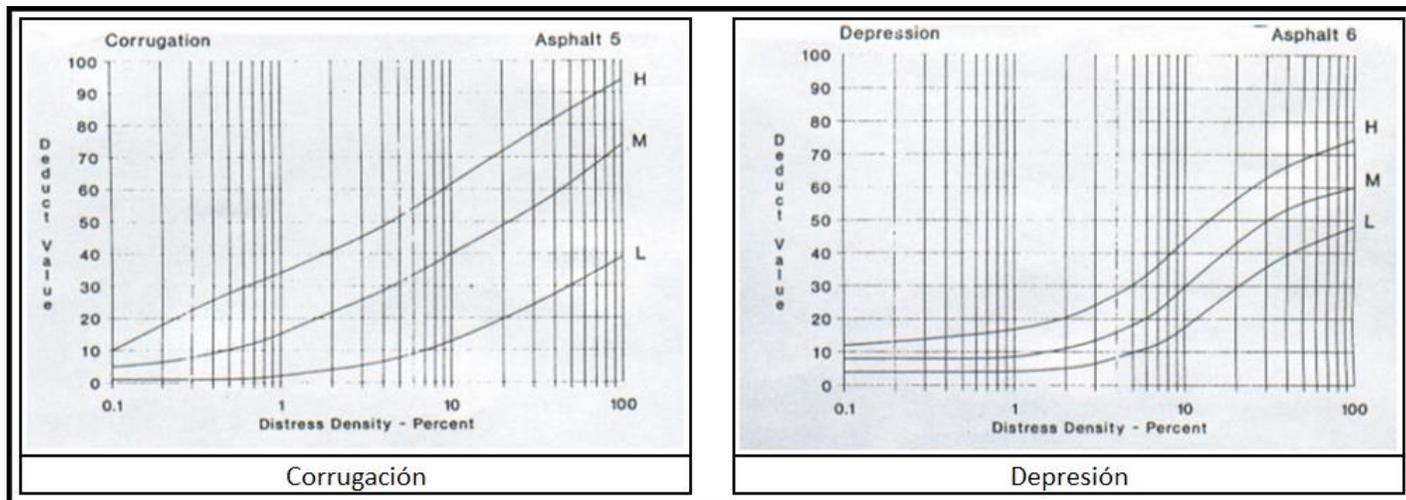
Tabla 174: Curvas de valores deducidos de fallas: agrietamiento en bloque y abultamientos y hundimientos



Fuente: Adaptación (Vásquez Varela, 2002)

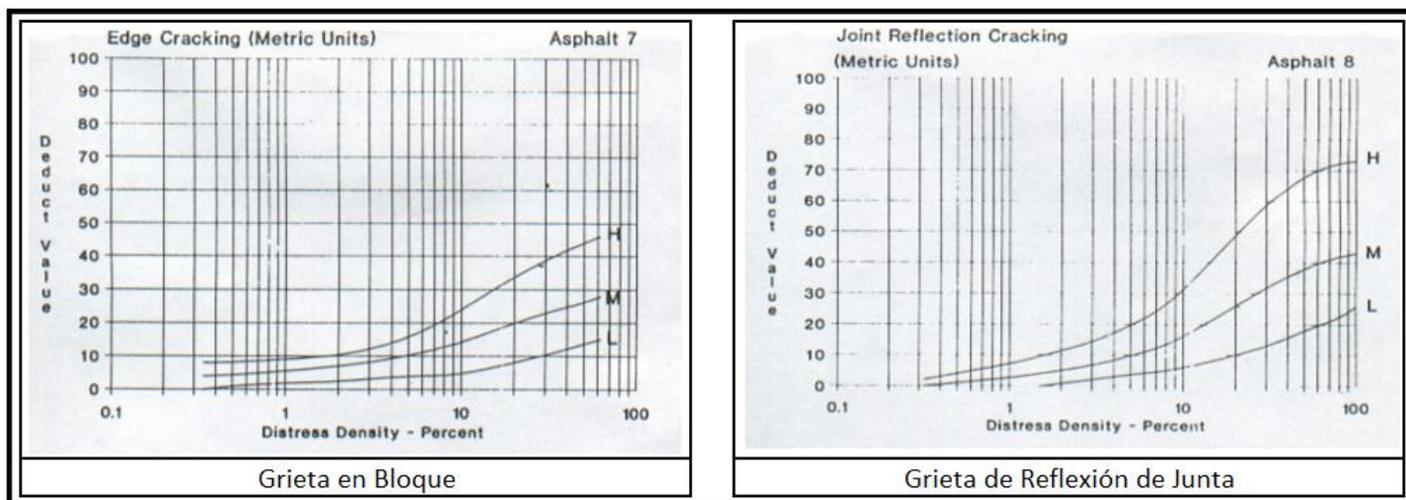


Tabla 175: Curvas de valores deducidos de fallas: corrugación y depresión



Fuente: Adaptación (Vásquez Varela, 2002)

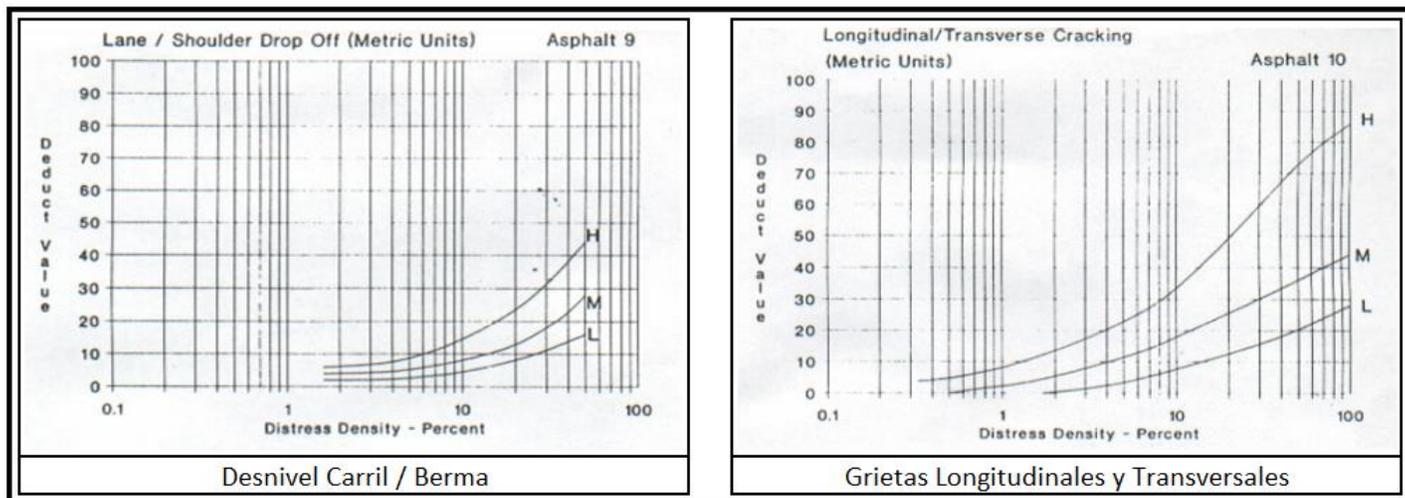
Tabla 176: Curvas de valores deducidos de fallas: grieta en bloque y grieta de reflexión de junta



Fuente: Adaptación (Vásquez Varela, 2002)

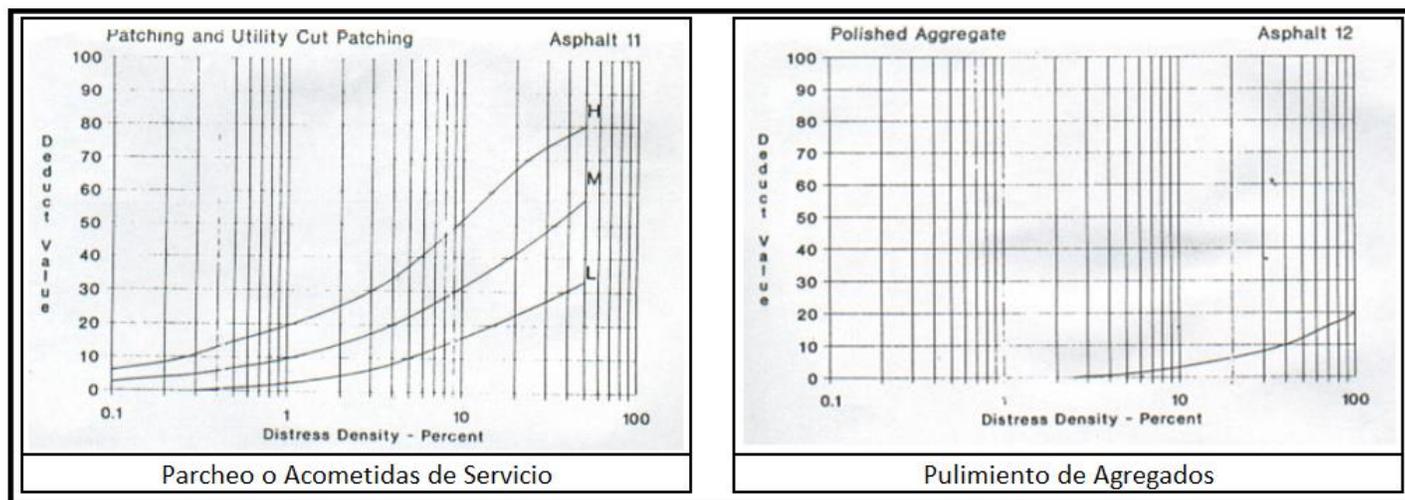


Tabla 177: Curvas de valores deducidos de fallas: desnivel carril/berma y grietas longitudinales y transversales



Fuente: Adaptación (Vásquez Varela, 2002)

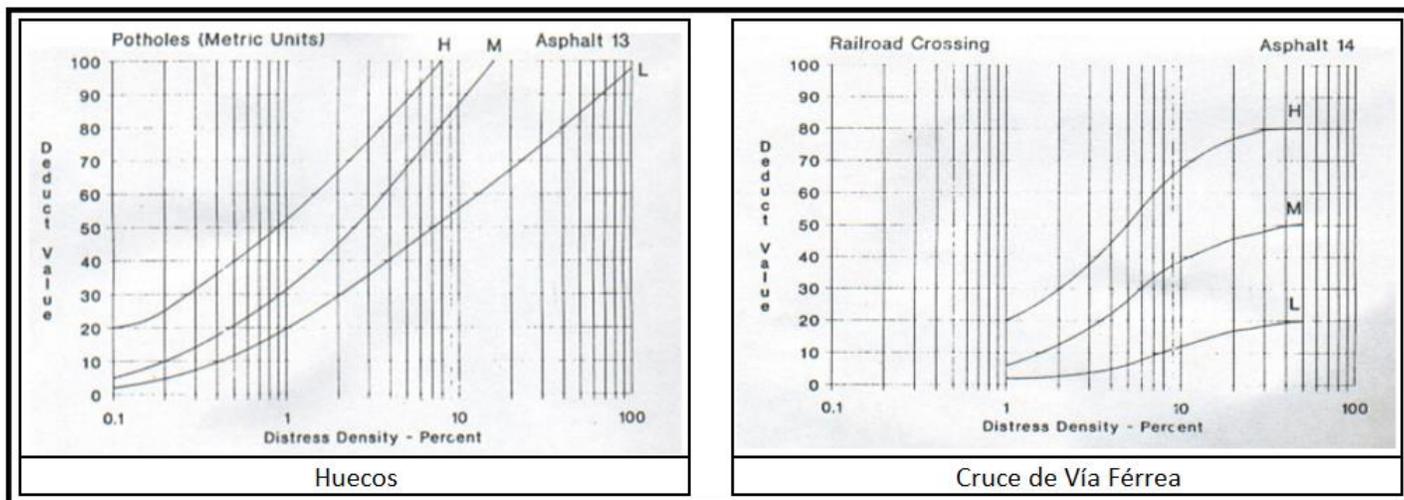
Tabla 178: Curvas de valores deducidos de fallas: parcheo y pulimiento de agregados



Fuente: Adaptación (Vásquez Varela, 2002)

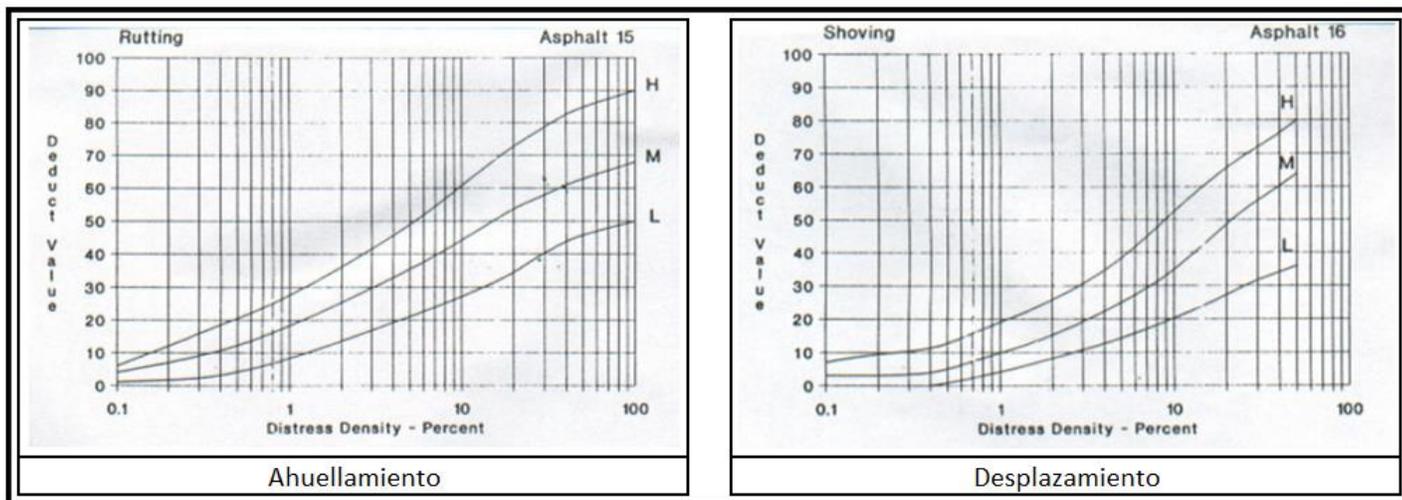


Tabla 179: Curvas de valores deducidos de fallas: huecos y cruce de vía férrea



Fuente: Adaptación (Vásquez Varela, 2002)

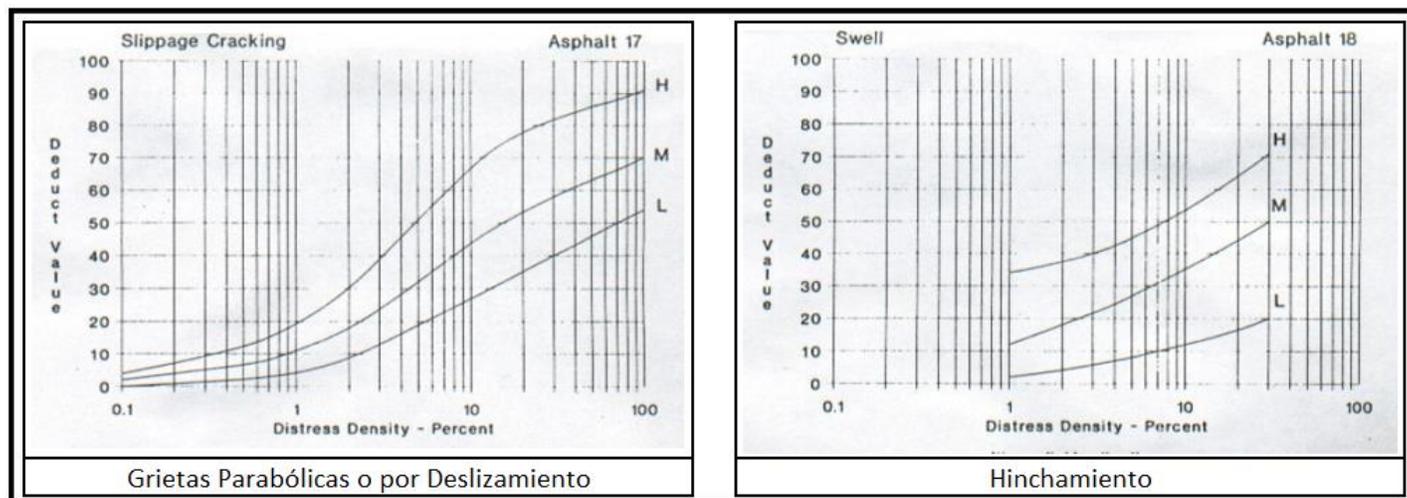
Tabla 180: Curvas de valores deducidos de fallas: ahuellamiento y desplazamiento



Fuente: Adaptación (Vásquez Varela, 2002)

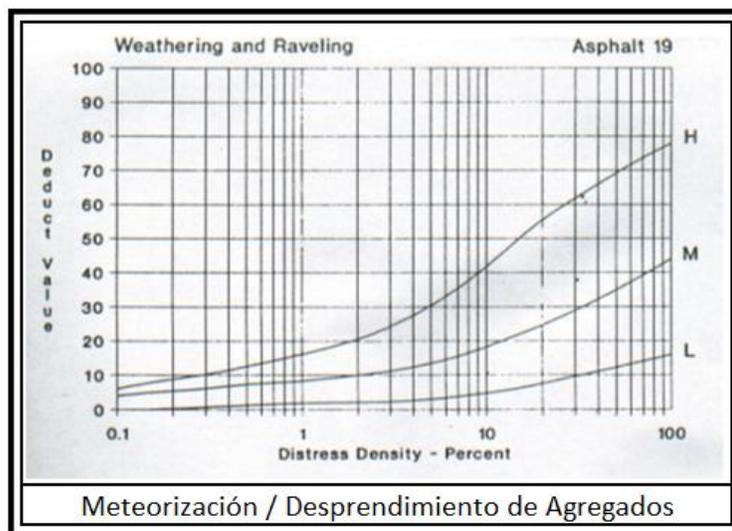


Tabla 181: Curvas de valores deducidos de fallas: grietas parabólicas o por desplazamiento e hinchamiento



Fuente: Adaptación (Vásquez Varela, 2002)

Tabla 182: Curvas de valores deducidos de falla meteorización / desprendimiento de agregados



Fuente: Adaptación (Vásquez Varela, 2002)



Anexo 2. Plano en planta de las unidades de muestra por progresivas de la vía evaluada por la metodología del PCI.



Figura 78: Unidades de muestra progresivas 0+000 a la 0+306 carriles subida y bajada

Fuente: Google Earth elaboración propia



Figura 79: Unidades de muestra progresivas 0+383 a la 0+689 carriles subida y bajada

Fuente: Google Earth elaboración propia



Figura 80: Unidades de muestra progresivas 0+804 a la 01+110 carriles subida y bajada

Fuente: Google Earth elaboración propia



Figura 81: Unidades de muestra progresivas 01+187 a la 01+493 carriles subida y bajada

Fuente: Google Earth elaboración propia



Figura 82: Unidades de muestra progresivas 01+608 a la 01+915 carriles subida y bajada

Fuente: Google Earth elaboración propia



Figura 83: Unidades de muestra progresivas 01+991 a la 02+183 carriles subida y bajada

Fuente: Google Earth elaboración propia



Figura 84: Unidades de muestra progresivas 02+200 a la 02+420

Fuente: Google Earth elaboración propia



Figura 85: Unidades de muestra progresivas 02+483 a la 02+703

Fuente: Google Earth elaboración propia



Figura 86: Unidades de muestra progresivas 02+766 a la 02+987

Fuente: Google Earth elaboración propia



Figura 87: Unidades de muestra progresivas 03+050 a la 03+176

Fuente: Google Earth elaboración propia



Figura 88: Unidades de muestra progresivas 03+180 a la 03+410

Fuente: Google Earth elaboración propia



Figura 89: Unidades de muestra progresivas 03+594 a la 03+824

Fuente: Google Earth elaboración propia



Figura 90: Unidades de muestra progresivas 04+008 a la 04+238

Fuente: Google Earth elaboración propia



Figura 91: Unidades de muestra progresivas 04+422 a la 04+652

Fuente: Google Earth elaboración propia



Figura 92: Unidades de muestra progresivas 04+836 a la 05+066

Fuente: Google Earth elaboración propia



Figura 93: Unidades de muestra progresivas 05+250 a la 05+480

Fuente: Google Earth elaboración propia



Figura 94: Unidades de muestra progresivas 05+664 a la 05+894

Fuente: Google Earth elaboración propia



Figura 95: Unidades de muestra progresivas 05+986 a la 06+032

Fuente: Google Earth elaboración propia



“No se puede hacer inversión para que la informalidad lo destruya”

Gabriel Casapino E.