

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL A. CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
E. F. P. DE INGENIERÍA CIVIL



**“EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
RÍGIDO POR EL MÉTODO PCI EN EL ANILLO VIAL
TRAMO CHAUPIMARCA – YANACANCHA – PASCO –
2018”**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR :

Bach. GRANDA HINOSTROZA, CAROL GISBEL.

PASCO - PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO POR EL MÉTODO PCI
EN EL ANILLO VIAL TRAMO CHAUPIMARCA—YANACANCHA—PASCO—2018”**

PRESENTADO POR:

Bach. Carol Gisbel GRANDA HINOSTROZA

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

**SUSTENTADO Y APROBADO EL 03 DE ENERO DE 2019, ANTE LA COMISIÓN DE
JURADOS CALIFICADORES**

Dr. Hildrebrando Aníval CÓNDOR GARCÍA
PRESIDENTE

Ing. Pedro YARASCA CÓRDOVA
MIEMBRO

Mg. José Eli CASTILLO MONTALVÁN
MIEMBRO

DEDICATORIA

A Dios, mis padres Ismael y Alicia, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

A mis hermanas Margiori y Nahomy por ser mi motivación.

A mis angelitos en el cielo por hacer de mi la persona que soy.

A mis maestros por todo el conocimiento vertido, la dedicación y el tiempo invertido en su labor educadora.

A mis amigos y colegas por apoyarnos mutuamente en nuestra formación profesional y su amistad que prevalece.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por sus consejos y motivación de continuar dando mi mejor esfuerzo al desarrollar esta tesis.

A mi asesor Arq. German RAMÍREZ MEDRANO, por su constante guía y aporte en mi investigación.

A mi colega y amigo Ing. M.A.P.C, por motivarme a iniciar mi investigación, colaborar y absolver mis dudas a lo largo de toda mi carrera y en el desarrollo de la presente tesis.

A todos los docentes que me enseñaron a lo largo mi formación profesional, dentro de las aulas de la E.F.P. de Ingeniería Civil de nuestra Universidad.

A mi profesora Teresa SERPA PÉREZ, que siempre vio en mí un potencial y me motivo a luchar siempre por mis sueños.

A mis amigos y a todas las personas que dieron un aporte para avanzar y mejorar la presente tesis.

RESUMEN

Actualmente, no se conoce la condición del pavimento rígido del Anillo Vial tramo Chaupimarca – Yanacancha – Pasco. Este dato es importante para poder definir un plan de conservación y mantenimiento de la vía, debido a la importancia que posee al ser de alto tránsito.

El objetivo principal de esta tesis es evaluar la condición del pavimento rígido del Anillo Vial tramo Chaupimarca – Yanacancha – Pasco. Con este fin la pregunta de investigación es la siguiente: ¿Cuál es la condición del Pavimento Rígido del Anillo Vial tramo Chaupimarca – Yanacancha - Pasco - 2018?; el cual se respondió haciendo uso de la Metodología del Índice de Condición de Pavimento PCI, que determina la condición o estado del pavimento mediante una inspección visual, al que posteriormente mediante un proceso matemático con los datos de la inspección, da como resultado el Índice PCI; el índice obtenido se compara con los rangos para clasificar la condición del pavimento.

Habiendo aplicado la Metodología PCI en el Anillo vial Tramo Chaupimarca – Yanacancha, se obtuvo como Índice de Condición 32, este resultado nos indica que el pavimento se encuentra en condición MALO.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se recomienda a la Municipalidad Provincial de Pasco, realizar el mantenimiento rutinario del Anillo Vial, con el fin de mejorar la condición del pavimento.

Palabras claves: Evaluación superficial de pavimentos rígidos, Índice de Condición de pavimentos (PCI).

ABSTRACT

Currently, the condition of the rigid pavement of the Chaupimarca - Yanacancha - Pasco section of the Vial Ring is not known. This information is important to be able to define a plan for the conservation and maintenance of the road, due to the importance it has as a high traffic route.

The main objective of this thesis is to evaluate the condition of the rigid pavement of the Vial ring section Chaupimarca - Yanacancha - Pasco. To this end, the research question is as follows: What is the condition of the Rigid Pavement of the Ring section Chaupimarca - Yanacancha - Pasco - 2018?; which was answered using the Methodology of the PCI Pavement Condition Index, which determines the condition of the pavement through a visual inspection, which takes place through a mathematical process with the data obtained from the inspection, results in the PCI Index; The obtained index is compared with the range to classify the condition of the pavement.

The PCI Methodology has been applied in the Anillo Vial stretch Chaupimarca - Yanacancha, it was obtained as Condition 32, this result indicates the pavement is in bad condition.

Taking into account the results obtained, it is recommended to the Provincial Municipality of Pasco, perform the routine maintenance of the Road Ring, in order to improve the condition of the pavement.

Keywords: Surface evaluation of rigid pavements, Pavement Condition Index (PCI).

ÍNDICE

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
ÍNDICE	5
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE TABLAS	10
ÍNDICE DE GRÁFICOS	12
INTRODUCCIÓN	14
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	17
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	17
1.3. OBJETIVOS	17
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	17
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.5. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.6. LIMITACIONES	19
II. MARCO TEÓRICO	20
2.1. ANTECEDENTES	20
2.2. BASES TEÓRICO-CIENTÍFICO	21
2.2.1. PAVIMENTOS	21
2.2.2. PAVIMENTOS RÍGIDOS	22
2.2.3. EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS	27
2.2.4. TIPOS DE FALLAS EN PAVIMENTOS	33
2.2.5. ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)	57
2.3. HIPÓTESIS	65
2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL	65
2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	65
2.4. IDENTIFICACIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	65
2.4.1. VARIABLES INDEPENDIENTES	65
2.4.2. VARIABLES DEPENDIENTES	66

2.4.3.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	66
III.	METODOLOGÍA.....	68
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	68
3.1.1.	SEGÚN SU OBJETIVO.....	68
3.1.2.	SEGÚN LOS DATOS EMPLEADOS.....	68
3.1.3.	SEGÚN EL CONOCIMIENTO QUE SE TIENE DEL OBJETO DE ESTUDIO.....	68
3.2.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	68
3.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	69
3.3.1.	POBLACIÓN.....	69
3.3.2.	MUESTRA.....	69
3.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	69
3.5.	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	70
3.6.	TRATAMIENTOS ESTADÍSTICOS DE DATOS.....	70
IV.	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO POR EL MÉTODO DEL PCI.....	71
4.1.	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	71
4.1.1.	UBICACIÓN:.....	71
4.1.2.	COORDENADAS DEL INICIO Y FINAL DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	72
4.1.3.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS CALLES EVALUADAS.....	73
4.2.	PROCEDIMIENTO DE LA EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO.....	74
4.2.1.	FICHA DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO...74	
4.2.2.	INSPECCIÓN VISUAL DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	78
4.3.	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PCI.....	84
V.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	90
5.1.	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN LA ZONA CHAUPIMARCA.....	90
5.1.1.	DESCRIPCIÓN PRELIMINAR.....	90
5.1.2.	ANÁLISIS DE LA ZONA.....	91
5.1.3.	RESULTADOS DEL PCI Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO DE LA ZONA 1 - CHAUPIMARCA.....	107
5.2.	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN LA ZONA YANACANCHA ANTIGUA.....	108
5.2.1.	DESCRIPCIÓN PRELIMINAR.....	108
5.2.2.	ANÁLISIS DE LA ZONA.....	109
5.2.3.	RESULTADOS DEL PCI Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO DE LA ZONA 2 YANACANCHA ANTIGUA.....	112
5.3.	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN LA SAN JUAN PAMPA	

5.3.1.	DESCRIPCIÓN PRELIMINAR.....	116
5.3.2.	ANÁLISIS DE LA ZONA.....	117
5.3.3.	RESULTADOS DEL PCI Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO DE LA ZONA 3 – SAN JUAN PAMPA.....	133
5.4.	RESUMEN TOTAL DE LA EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO DEL ANILLO VIAL TRAMO CHAUPIMARCA -YANACANCHA.....	135
5.4.1.	RESUMEN DE LA CANTIDAD DE LOSAS POR TIPO DE FALLA	135
5.4.2.	RESUMEN DE LA CANTIDAD DE LOSAS POR TIPO DE FALLA SEGÚN GRADO DE SEVERIDAD	137
5.4.3.	RESUMEN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN PCI Y LA CONDICIÓN EN EL QUE SE ENCUENTRAN LOS PAVIMENTOS DE LAS ZONAS EVALUADAS.....	149
5.5.	ÍNDICE DE CONDICIÓN PCI Y CONDICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO DEL ANILLO VIAL TRAMO CHAUPIMARCA -YANACANCHA.....	151
5.6.	PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	154
5.6.1.	HIPÓTESIS GENERAL.....	154
5.6.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	154
	CONCLUSIONES.....	155
	RECOMENDACIONES.....	156
	BIBLIOGRAFÍA.....	157
	ANEXOS.....	158

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura II.1 Superficie de Pavimento de Concreto Rígido.</i>	23
<i>Figura II.2 Sección típica de un pavimento rígido.</i>	23
<i>Figura II.3 Pavimento Rígido Liso Pegado.</i>	24
<i>Figura II.4 Pavimento Rígido Armado.</i>	25
<i>Figura II.5 Pavimento Rígido Continuo Armado.</i>	26
<i>Figura II.6 Pavimento Rígido Pretensado.</i>	27
<i>Figura II.7 Levantamientos pavimentos rígidos de alta severidad.</i>	34
<i>Figura II.8 Grietas en esquina de baja severidad.</i>	36
<i>Figura II.9 Losa dividida de mediana severidad</i>	37
<i>Figura II.10 Grietas de Durabilidad de mediana severidad.</i>	39
<i>Figura II.11 Escala de alta severidad.</i>	40
<i>Figura II.12 Deterioro del sello de la junta mediana severidad.</i>	41
<i>Figura II.13 Desnivel Carril / Berma de baja severidad.</i>	42
<i>Figura II.14 Grietas lineales de severidad media en losa de concreto reforzado.</i>	44
<i>Figura II.15 Parcheo mediano de mediana severidad.</i>	46
<i>Figura II.16 Parcheo pequeño de mediana severidad.</i>	47
<i>Figura II.17 Pulimento de agregados.</i>	48
<i>Figura II.18 Desprendimientos por disgregación de áridos.</i>	49
<i>Figura II.19: Bombeo.</i>	50
<i>Figura II.20 Punzonamiento de alta severidad.</i>	51
<i>Figura II.21 Cruce de vía férrea de severidad media.</i>	52
<i>Figura II.22 Agrietamiento tipo mapeo, Descascaramiento de Alta severidad.</i>	53
<i>Figura II.23 Grietas de contracción.</i>	54
<i>Figura II.24 Descascaramiento de esquina de alta severidad.</i>	55
<i>Figura II.25 Descascaramiento de junta de alta severidad</i>	56
<i>Figura II.26 FORMATO PCI-02, Formato de inspección de la condición para pavimentos rígidos.</i>	60
<i>Figura II.27 FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (Formato PCI-02- 01).</i>	64
<i>Figura IV.1 Ruta de Evaluación.</i>	72
<i>Figura IV.2: Formato PCI-02, Evaluación de la condición por unidad de muestreo.</i>	75
<i>Figura IV.3 Solicitud permiso de uso de vía. .</i>	79
<i>Figura IV.4 Trabajo con Conos y Cintas de Seguridad.</i>	80
<i>Figura IV.5 Vigía controlando el tráfico durante la evaluación.</i>	81

<i>Figura IV.6 Inspector tomando las medidas del contorno de la unidad de muestreo con ayuda de Odómetro.</i>	82
<i>Figura IV.7 Ejemplo de la aplicación de la metodología PCI en la UM-28.</i>	86
<i>Figura V.1 Zona de Estudio Z1 – Chaupimarca.</i>	90
<i>Figura V.2 Zona de Estudio Z2 – Yanacancha Antigua.</i>	108
<i>Figura V.3 Zona de Estudio Z3 San Juan Pampa.</i>	116

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla II.1 Niveles de Severidad de falla de tipo losa Divida.</i>	37
<i>Tabla II.2 Niveles de Severidad de Falla tipo Escala.</i>	39
<i>Tabla II.3 Niveles de Severidad de Falla tipo Escala.</i>	50
<i>Tabla II.4 Niveles de Severidad para Descascaramiento de Esquina.</i>	54
<i>Tabla II.5 Niveles de Severidad Descascaramiento de Junta.</i>	56
<i>Tabla II.6 Rangos del PCI.</i>	58
<i>Tabla II.7 Tipos de Fallas en Pavimentos Rígidos.</i>	58
<i>Tabla II.8 Severidad de Fallas en Pavimentos Rígidos según PCI.</i>	59
<i>Tabla II.9 Operacionalización de la Variable Independiente.</i>	67
<i>Tabla II.10 Operacionalización de la Variable Dependiente.</i>	67
<i>Tabla IV.1: Coordenadas de los B. M.</i>	72
<i>Tabla IV.2 Clasificación por zonas y códigos de vía de la zona de estudio..</i>	76
<i>Tabla IV.3 Códigos de falla.</i>	77
<i>Tabla IV.4 Unidades de Muestreo por Zonas.</i>	80
<i>Tabla IV.5 Cronograma de ejecución de trabajo de campo y levantamiento de datos.</i>	83
<i>Tabla V.1 Unidades de Muestreo Zona Z1 - Chaupimarca.</i>	91
<i>Tabla V.2 Resultados de los parámetros de evaluación levantados en campo.</i>	92
<i>Tabla V.3 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla.</i>	92
<i>Tabla V.4: Resultados del Índice de Condición de la Z1-01 Ca. Apurímac.</i>	95
<i>Tabla V.5 Resultados de los parámetros de evaluación levantados en campo de la Z1-02.</i>	97
<i>Tabla V.6 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla de la Z1-02.</i>	98
<i>Tabla V.7 Resultados del Índice de Condición de la Z1-02 Vía Volcan.</i>	100
<i>Tabla V.8 Resultados de los parámetros de evaluación levantados en campo de la Z1-03.</i>	102
<i>Tabla V.9 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla de la Z1-03.</i>	103
<i>Tabla V.10 Resultados del Índice de Condición de la Z1-03 Ovalo Caimpincruz.</i>	105
<i>Tabla V.11 Resultados del Índice de Condición de la Z1 Chaupimarca.</i>	107
<i>Tabla V.12 Unidades de Muestreo Zona Z2- Yanacancha Antigua.</i>	109
<i>Tabla V.13 Resultados de los parámetros de evaluación levantados en campo.</i>	110
<i>Tabla V.14 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla.</i>	110
<i>Tabla V.15 Resultados del Índice de Condición de la Z2-01 Av. La Cultura.</i>	113
<i>Tabla V.16 Unidades de Muestreo Zona Z3 San Juan Pampa.</i>	117
<i>Tabla V.17 Resultados de los parámetros de evaluación levantados en campo.</i>	118
<i>Tabla V.18 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla.</i>	118
<i>Tabla V.19 Resultados del Índice de Condición de la Z3-01 Av. El Minero.</i>	121

<i>Tabla V.20 Resultados de los parámetros de evaluación levantados en campo de la Z3-02.</i>	<i>123</i>
<i>Tabla V.21 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla de la Z3-02.</i>	<i>124</i>
<i>Tabla V.22: Resultados del Índice de Condición de la Z3-02 Av. Los Próceres.</i>	<i>126</i>
<i>Tabla V.23 Resultados de los parámetros de evaluación levantados en campo de la Z3-03.</i>	<i>128</i>
<i>Tabla V.24 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla de la Z3-03.</i>	<i>129</i>
<i>Tabla V.25 Resultados del Índice de Condición de la Z3-03 Av. Las Américas.</i>	<i>131</i>
<i>Tabla V.26 Resultados del Índice de Condición de la Z3 San Juan Pampa.</i>	<i>134</i>
<i>Tabla V.27 Resumen de Cantidad de losas por Tipo de Falla, Clasificadas por Zonas y el cómputo Total.</i>	<i>135</i>
<i>Tabla V.28 Resumen de Cantidad de losas por Tipo de Falla según grado de severidad, Clasificadas por Zonas y el Total.</i>	<i>138</i>
<i>Tabla V.29 Resumen del PCI y Estado del Pavimento a lo largo de toda la zona de Estudio.</i>	<i>150</i>
<i>Tabla V.30 PCI General y Condición del Pavimento del Anillo Vial Tramo Chaupimarca – Yanacancha – Pasco.</i>	<i>153</i>

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico V.1 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla.....	93
Gráfico V.2 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla y severidad.____	94
Gráfico V.3 Perfil de los PCI obtenidos por cada unidad de muestreo de la zona Z1-01.____	95
Gráfico V.4 Estado de pavimento más frecuente en la zona Z1-01._____	96
Gráfico V.5 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla.....	98
Gráfico V.6 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla y severidad.____	99
Gráfico V.7 Perfil de los PCI obtenidos por cada unidad de muestreo de la zona Z1-02.____	100
Gráfico V.8 Condición de pavimento más frecuente en la zona Z1-02._____	101
Gráfico V.9 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla.....	104
Gráfico V.10 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla y severidad. _	104
Gráfico V.11 Perfil de los PCI obtenidos por cada unidad de muestreo de la zona Z1-03.____	106
Gráfico V.12 Estado de pavimento más frecuente en la zona Z1-03._____	106
Gráfico V.13 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla. _____	111
Gráfico V.14 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla y severidad. _	112
Gráfico V.15 Perfil de los PCI obtenidos por cada unidad de muestreo de la zona Z2-01.____	114
Gráfico V.16 Estado de pavimento más frecuente en la zona Z2-01._____	115
Gráfico V.17 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla. _____	119
Gráfico V.18 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla y severidad. _	120
Gráfico V.19 Perfil de los PCI obtenidos por cada unidad de muestreo de la zona Z1-01.____	121
Gráfico V.20 Condición de pavimento más frecuente en la zona Z3-01._____	122
Gráfico V.21 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla. _____	124
Gráfico V.22 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla y severidad. _	125
Gráfico V.23 Perfil de los PCI obtenidos por cada unidad de muestreo de la zona Z3-02.____	126
Gráfico V.24 Estado de pavimento más frecuente en la zona Z03-02._____	127
Gráfico V.25 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla. _____	130
Gráfico V.26 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla y severidad. _	130
Gráfico V.27 Perfil de los PCI obtenidos por cada unidad de muestreo de la zona Z3-03.____	132
Gráfico V.28 Estado de pavimento más frecuente en la zona Z3-03._____	133
Gráfico V.29 Resumen por zonas de la Cantidad de Losas por Tipo de Falla de toda la Zona de Estudio _____	136
Gráfico V.30 Resumen Total de la Cantidad de Losas por Tipo de Falla._____	137
Gráfico V.31 Resumen Total de la Cantidad de losas por Severidad de Falla. _____	138
Gráfico V.32 Grado de Severidad por Falla 21 Pandeo _____	139
Gráfico V.33 Grado de Severidad por Falla 22 Grieta de Esquina. _____	140

<i>Gráfico V.34 Grado de Severidad por Falla 23 Losa Dividida..</i>	140
<i>Gráfico V.35 Grado de Severidad por Falla 24 Grieta de Durabilidad.</i>	141
<i>Gráfico V.36 Grado de Severidad por Falla 25 Escala.</i>	141
<i>Gráfico V.37 Grado de Severidad por Falla 26 Sello de Junta.</i>	142
<i>Gráfico V.38 Grado de Severidad por Falla 27 Desnivel de Carril/Berma.</i>	142
<i>Gráfico V.39 Grado de Severidad por Falla 28 Grieta Lineal.</i>	143
<i>Gráfico V.40 Grado de Severidad por Falla 29 Parche Grande.</i>	143
<i>Gráfico V.41 Grado de Severidad por Falla 30 Parche Pequeño.</i>	144
<i>Gráfico V.42 Grado de Severidad por Falla 31 Pulimiento de Agregados.</i>	144
<i>Gráfico V.43 Grado de Severidad por Falla 32 Popouts.</i>	145
<i>Gráfico V.44 Grado de Severidad por Falla 33 Bombeo.</i>	145
<i>Gráfico V.45 Grado de Severidad por Falla 34 Punzonamiento.</i>	146
<i>Gráfico V.46: Grado de Severidad por Falla 36 Desconchamiento.</i>	146
<i>Gráfico V.47 Grado de Severidad por Falla 37 Retracción.</i>	147
<i>Gráfico V.48 Grado de Severidad por Falla 38 Descascaramiento de Junta.</i>	147
<i>Gráfico V.49 Grado de Severidad por Falla 39 Descascaramiento de Esquina.</i>	148

INTRODUCCIÓN

El alcance de la presente tesis, propone cómo determinar la evaluación de la condición del pavimento rígido en vías urbanas aplicando el método Pavement Condition Index (PCI), en este caso se desarrolló en el Anillo Vial Tramo Chaupimarca – Yanacancha – Pasco.

Actualmente existen diversas metodologías para la evaluación de pavimentos, sin embargo no se ha implementado un método específico de manera reglamentaria y muchas veces no se realizan; siendo éstos, estudios previos, necesarios y tomados en consideración para la elaboración de planes de mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de las redes viales involucradas; asimismo que generen resultados económicamente viables y funcionales, que nos den indicios certeros para detectar a tiempo daños presentes que, si en caso no se tomaran medidas oportunas a tiempo, en un futuro generaría más costos en cuanto a su reparación.

El interés específico de este desarrollo es obtener resultados objetivos, analíticos y actuales, de manera tal que, sirva como una guía para que la administración competente pueda determinar las políticas y estrategias de intervención, para todo tipo y clase de red vial, con la finalidad de lograr así que estas estrategias, resulten en inversiones eficientes y eficaces ante los limitados fondos públicos.

La presente tesis tiene como objetivo general evaluar la condición del pavimento rígido mediante el método Pavement Condition Index (PCI) para conocer el estado actual del Anillo Vial Tramo Chaupimarca – Yanacancha – Pasco.

La presente tesis está estructurada en 5 Capítulos:

I. Planteamiento del Problema, en el que se presenta la determinación y formulación del problema, los objetivos de la tesis, la justificación e importancia de la investigación, los alcances de la investigación y las limitaciones que se genera en el desarrollo de la investigación.

II. Marco Teórico, presenta los antecedentes de la investigación, las bases teóricas – científicas del estudio con su marco conceptual, la formulación de la hipótesis y por último la identificación y operacionalización de las variables.

III. Metodología, se hace una descripción de la metodología empleada en el desarrollo de la investigación como es el tipo de investigación, diseño de la investigación, Población y Muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, técnicas de procesamiento y análisis de datos y el tratamiento estadístico de los datos.

IV. Evaluación de la condición del Pavimento Rígido por el Método del PCI, se presenta la Descripción de la zona de estudio, procedimiento de la evaluación de la condición del pavimento rígido y la aplicación de la metodología PCI en toda el área de estudio.

V. Presentación y Discusión de Resultados, se presentan los resultados y la discusión de los mismos realizada a las 3 zonas de estudio identificadas Z1 - Chaupimarca, Z2 - Yanacancha Antigua y Z3 – San Juan Pampa, por último se define la prueba de hipótesis frente al análisis e interpretación de la investigación realizada.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

La capital de la región Pasco está compuesta por tres distritos, Chaupimarca, Yanacancha y Simón Bolívar, estas están interconectadas por el Anillo Vial.

Al Anillo Vial lo constituye una serie de vías pavimentadas en diferentes Gestiones gubernamentales de la provincia de Pasco, construidas en las últimas décadas, posterior a su construcción no se ha proporcionado mantenimiento alguno a la vía.

De todo el Anillo Vial, el tramo que se comprende entre Chaupimarca y Yanacancha posee un Índice Medio Diario Anual (IMDA) de 2843 Vehículos por Día lo que lo clasifica como Carretera de Primera Clase según el D.G. 2018, estos datos se corroboran en El Anexo V CONTEO VEHICULAR E ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL, demostrando así que es una vía de alto tránsito y de relevancia para el traslado de los pobladores de Cerro de Pasco.

El anillo vial al no haber sido mantenida a lo largo de su funcionamiento, aparenta deterioro, con presencia de fallas en su superficie, que son notorias con facilidad, estas fallas ocasionan la disminución de su vida útil, así como también daños a los vehículos que la transitan diariamente.

En la actualidad no se conoce la condición del pavimento rígido del Anillo Vial tramo Chaupimarca – Yanacancha.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la condición del Pavimento Rígido del Anillo Vial tramo Chaupimarca – Yanacancha - Pasco - 2018?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- a) ¿Cuál es el índice de Condición del Pavimento Rígido del Anillo Vial tramo Chaupimarca – Yanacancha - Pasco – 2018 empleando el método del PCI?
- b) ¿Cuáles son las fallas encontradas con mayor en el Pavimento Rígido del Anillo Vial tramo Chaupimarca – Yanacancha - Pasco - 2018?
- c) ¿Cuáles son las fallas de mayor severidad que presenta el Pavimento Rígido del Anillo Vial tramo Chaupimarca – Yanacancha - Pasco - 2018?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la condición del pavimento rígido por el método PCI en el Anillo Vial tramo Chaupimarca – Yanacancha - Pasco - 2018.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Evaluar el índice de Condición del Pavimento Rígido del Anillo Vial tramo Chaupimarca – Yanacancha - Pasco – 2018 por el método del PCI.
- b) Identificar cuáles son las fallas con mayor frecuencia en el Pavimento Rígido Anillo Vial tramo Chaupimarca – Yanacancha - Pasco - 2018.
- c) Identificar cuáles son las fallas de mayor severidad que presenta el Pavimento Rígido del Anillo Vial tramo Chaupimarca – Yanacancha - Pasco - 2018.

1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

Con la presente tesis de investigación se pretende Evaluar la condición del Pavimento Rígido del Anillo Vial tramo Chaupimarca – Yanacancha, empleando el Método PCI (Índice de Condición de Pavimento).

La evaluación al Anillo Vial se realiza por el aparente deterioro en que se encuentra, esto es demostrado por la presencia de fallas que saltan a simple vista a lo largo de toda la vía.

Con los resultados obtenidos de esta investigación se podrá plantear soluciones para el mejoramiento del pavimento rígido que lo comprende, así, reducir los daños provocados a los vehículos que lo transitan, también se podrá alargar la vida útil de la vía.

Para realizar la evaluación de la condición del pavimento se aplicara el Método PCI (Índice de Condición de Pavimento), el cual comprende en realizar una inspección visual minuciosa con ciertos criterios y requerimientos a toda la superficie del pavimento, observando las fallas existentes, para su posterior procesamiento y cálculo del valor del índice de condición del pavimento.

1.5. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación evaluara la condición del pavimento rígido del anillo vial tramo Chaupimarca – Yanacancha.

Dar a Los distritos más importantes de la capital de la región Pasco se encuentran conectados por diferentes vías, la más transitada es el Anillo Vial que comprende entre los Distritos de Yanacancha y Chaupimarca con un total de 2,51 km, un Índice Medio Diario Anual (IMDA) de 2843 Vehículos por Día

frente al IMDA de 2156 vehículos por día del tramo Paragsha – San Juan que, lo que nos da un dato preciso de la importancia que posee en el tránsito esta vía.

1.6. LIMITACIONES

Con la metodología de evaluación PCI no se realiza la evaluación directa de la sub rasante, ya que es un método de inspección visual, en tanto se realiza una evaluación de la superficie de la carpeta de rodadura.

En la presente investigación no se plantean alternativas para el mejoramiento de cada tipo de falla, no se contempla el planteamiento de una solución integral del pavimento rígido. Futuras investigaciones podrán determinar una solución integral adecuada.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

Actualmente en la Región Pasco no se tiene antecedentes de este tipo de investigación, tampoco se realizaron estudios de calidad en la transitabilidad u otros a vías de nuestra región; en algunas otras regiones del país muchos profesionales presentaron proyectos, tesis de grado con el mismo enfoque de investigación, como es el caso de Leguía y Pacheco (2016) presentaron la tesis para optar el grado de ingeniero civil en la USMP que lleva por título “EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) EN LAS VÍAS ARTERIALES: CINCUENTENARIO, COLÓN Y MIGUEL GRAU (HUACHO-HUAURA-LIMA)”, el cual tuvo como objetivo determinar la condición superficial del pavimento flexible de dichas vías, así como la identificación de parámetros según el PCI para la evaluación; se analizaron un total de 4950 m de pavimento, identificando un total de 14 clases de falla de 3 tipos de severidad, en cuanto a la aplicación del método del PCI se logró obtener un índice promedio de 55,56 lo que califica el estado de la vía como “Bueno” .

Así mismo Rodríguez (2009) presentó una tesis denominada “CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. LUIS MONTERO, DISTRITO DE CASTILLA – PIURA” y tiene como objetivo aplicar el método PCI, para determinar la condición superficial en la cual se encuentra el pavimento flexible de dicha avenida, se analizaron mil doscientos metros lineales de la vía y se determinaron las fallas existentes, además se cuantifico el estado en el que se encontraban, de estos análisis se logró obtener diferentes índices, pero el que en un mayor porcentaje se obtuvo es de “Regular”, además menciona que dicho estado es gracias a las obras de mantenimiento que se dieron en 2008, las cuales aminoraron la formación de fallas estructurales dañinas para el pavimento.

Asimismo, se indica que la mayoría de fallas fueron de tipo funcional, las cuales no eran percibidas por los usuarios, ya que no afectaban al tránsito normal de los vehículos y no era necesario disminuir la velocidad. Por último, dentro de las recomendaciones, solo se mencionaron algunas técnicas de reparación para las fallas encontradas.

De igual forma Robles (2015) presento la tesis que lleva por título “CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) BARRANCO - SURCO - LIMA”, que tuvo como objetivo general determinar el índice de condición de pavimento y evaluación de las patologías del pavimento que compone las vías Av. Pedro Osma, Av. Prolongación Castellana empleando el método del PCI.

La Ingeniera Gamboa (2009) también realizo la tesis titulada “CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN APLICADO EN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. LAS PALMERAS DE PIURA”, de esta investigación obtuvo los siguientes resultados: Sección 1 “MAL ESTADO”, Sección 2 y 4 “BUEN ESTADO” y Sección 3 y 5 “ESTADO REGULAR”, además de la simple evaluación ella propone diversas Rehabilitaciones que es posible realizar para que los pavimentos de estas vías se puedan conservar y tener una buena transitabilidad.

Para nuestra investigación, se tiene que el pavimento que compone el anillo vial, fue construido en diferentes tiempos, lo que representa que algunos tramos se encuentran mejor conservados que otros.

2.2. BASES TEÓRICO-CIENTÍFICO

2.2.1. PAVIMENTOS

Se define pavimento como un conjunto de capas de materiales seleccionados que reciben de forma directa las cargas de tránsito y las transmiten a las capas inferiores, distribuyéndolas con uniformidad. Este conjunto de capas

proporciona también la superficie de rodamiento, donde se debe tener una operación rápida y cómoda.

PROVÍAS (2008) define a los pavimentos como una estructura construida sobre la sub rasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito.

Según AASHTO (1993) existen dos puntos de vista para definir un pavimento: el de la Ingeniería y el del Usuario.

De acuerdo a la Ingeniería, el pavimento es un elemento estructural que se encuentra apoyado en toda su superficie sobre el terreno de fundación llamado subrasante. Esta capa debe estar preparada para soportar un sistema de capas de espesores diferentes, denominado paquete estructural, diseñado para soportar cargas externas durante un determinado periodo de tiempo.

Desde el punto de vista del usuario, el pavimento es una superficie que debe brindar comodidad y seguridad cuando se transite sobre ella, es decir debe proporcionar un servicio de calidad óptimo.

2.2.2. PAVIMENTOS RÍGIDOS

Son aquellos en los que la losa de concreto de cemento Portland es el principal componente estructural, que alivia las tensiones en las capas subyacentes por medio de su elevada resistencia a la flexión.

Por su mayor rigidez distribuyen las cargas de los vehículos hacia las capas inferiores por medio de toda la superficie de la losa y de las losas adyacentes que trabajan en conjunto con la que recibe directamente la carga.

Este tipo de pavimentos no puede plegarse a las deformaciones de las capas inferiores sin que se presente la falla estructural. Generalmente, el

mantenimiento que requiere es mínimo y comúnmente solo se efectúa en las juntas de las losas.



Figura II.1 Superficie de Pavimento de Concreto Rígido.

En la Figura II.2 se muestra una sección transversal típica para pavimentos rígidos. A diferencia de los pavimentos flexibles, los pavimentos rígidos se colocan directamente sobre la subrasante preparada o sobre una sola capa de material granular o estabilizado. Debido a que solo hay una capa de material debajo del concreto y encima de la subrasante, algunos lo llaman un camino base, otros una subbase.

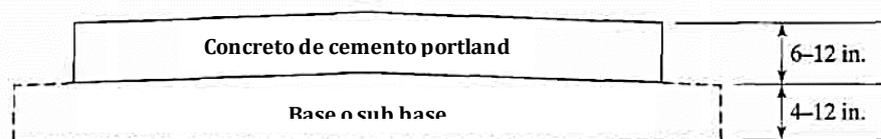


Figura II.2 Sección típica de un pavimento rígido.

TIPOS DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

Se pueden clasificar en cuatro tipos:

- **Pavimento Rígido Liso Pegado (PRLP):** Todos los pavimentos de hormigón lisos deberían construirse con juntas de contracción poco

espaciadas. Los pasadores o enclavamientos agregados se pueden usar para la transferencia de carga a través de las juntas. Dependiendo del tipo de agregado, clima y experiencia previa, se han utilizado espaciamientos entre 15 y 30 pies (4,6 y 9,1 m). Sin embargo, a medida que aumenta el espaciado entre las juntas, el enclavamiento agregado disminuye, y también existe un mayor riesgo de agrietamiento. Basándose en los resultados de una encuesta de rendimiento, Nussbaum y Lokken (1978) recomendaron espaciamientos máximos de las juntas de 20 pies (6,1 m) para las juntas de espiga y 15 pies (4,6 m) para las uniones no doradas.

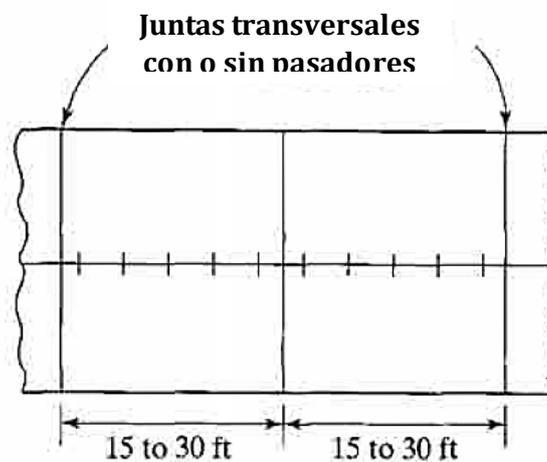


Figura II.3 Pavimento Rígido Liso Pegado.

- **Pavimento Rígido Armado (PRA):** Los refuerzos de acero en forma de malla de alambre o barras deformadas no aumentan la capacidad estructural de los pavimentos, pero permiten el uso de espaciamientos de juntas más largos. Los espaciamientos de las juntas varían de 30 a 100 pies (9,1 a 30 m). Debido a la mayor longitud del panel, se requieren tacos para transferir la carga a través de las juntas.

La cantidad de acero distribuido en PRA aumenta con el aumento en el espaciado de las juntas y está diseñado para mantener unida la losa después del agrietamiento. Sin embargo, el número de uniones y costos

de clavijas disminuye con el aumento en el espaciado de las juntas. Con base en los costos unitarios de aserrado, malla, tacos y selladores de juntas, Nussbaum y Lokken (1978) encontraron que el espaciado de las juntas más económico era de aproximadamente 40 pies (12,2 m). Los costos de mantenimiento generalmente aumentan con el aumento en el espaciado de la junta, por lo que la selección de 40 pies (12,2 m) como el espaciado máximo de la junta parece estar garantizada.

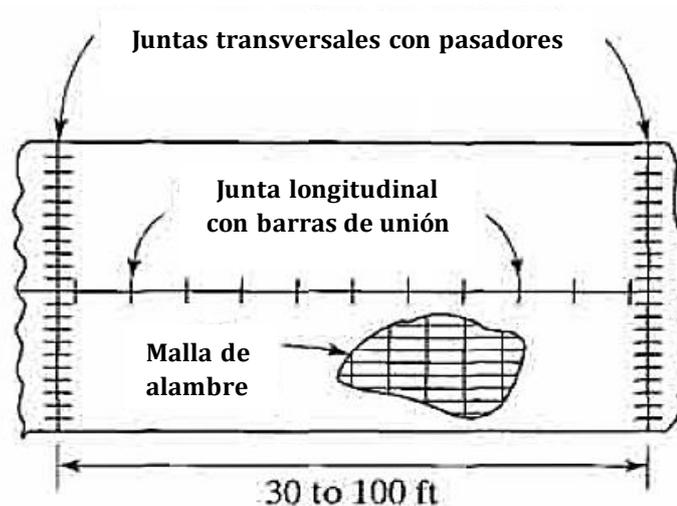


Figura II.4 Pavimento Rígido Armado.

- Pavimento Rígido Continuo Armado (PRCA):** Fue la eliminación de las articulaciones lo que provocó el primer uso experimental de CRCP en 1921 en Columbia Pike cerca de Washington, DC. Las ventajas del diseño sin juntas fueron ampliamente aceptadas por muchos estados, y más de dos docenas de estados han usado PRCA con una línea de kilometraje total de más de 20,000 millas (32,000 km). Originalmente se pensó que las juntas eran los puntos débiles en los pavimentos rígidos y que la eliminación de las juntas disminuiría el espesor del pavimento requerido. Como resultado, el grosor de CRCP se ha reducido empíricamente en 1 a 2 pulgadas. (25 a 50 mm) o arbitrariamente tomado como 70 a 80% del pavimento convencional.

La formación de grietas transversales a intervalos relativamente próximos es una característica distintiva de PRCA. Estas grietas se mantienen apretadas por los refuerzos y no deben ser motivo de preocupación siempre que estén uniformemente espaciadas. La angustia que ocurre con mayor frecuencia en PRCA es punchout en el borde del pavimento. Este tipo de falla tiene lugar entre dos grietas transversales aleatorias paralelas o en la intersección de las grietas Y. Si las fallas ocurren en el borde del pavimento en lugar de en la junta, no hay razón para usar un PRCA más delgado. La guía de diseño AASHTO de 1986 sugiere usar la misma ecuación o nomograma para determinar el espesor de PRLP y PRCA. Sin embargo, los coeficientes de transferencia de carga recomendados para PRCA son ligeramente más pequeños que los de PRLP o PRA y, por lo tanto, dan como resultado un grosor ligeramente menor de PRCA. La cantidad de acero de refuerzo longitudinal debe diseñarse para controlar el espaciado y el ancho de las grietas y la tensión máxima en el acero.

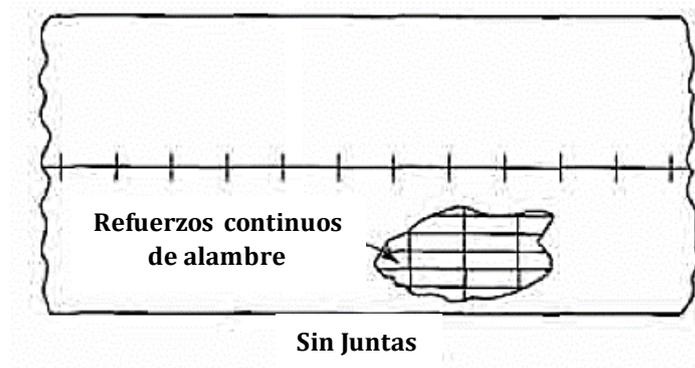


Figura II.5 Pavimento Rígido Continuo Armado.

- **Pavimento Rígido Pretensado (PRP):** El concreto es débil en tensión pero fuerte en compresión. El espesor del pavimento de concreto requerido se rige por su módulo de ruptura, que varía con la resistencia

a la tracción del concreto. La aplicación previa de una tensión de compresión al concreto reduce en gran medida la tensión de tracción causada por las cargas de tráfico y, por lo tanto, disminuye el espesor del concreto requerido. Los pavimentos rígidos pretensados tienen menos probabilidades de agrietarse y menos juntas transversales y, por lo tanto, dan como resultado un menor mantenimiento y una mayor duración del pavimento.

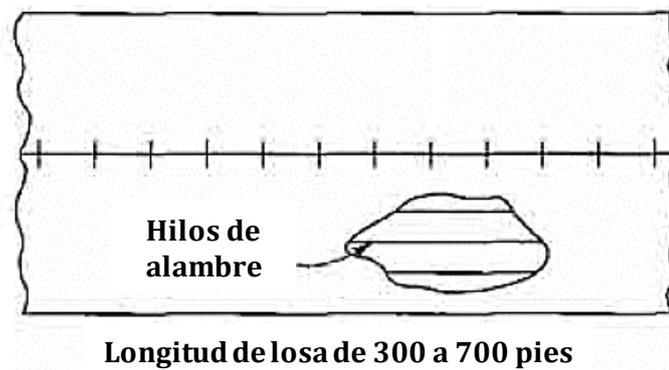


Figura II.6 Pavimento Rígido Pretensado.

2.2.3. EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS

Los pavimentos son estructuras diseñadas para aportar al usuario comodidad y seguridad al conducir. La evaluación de pavimentos permite conocer el estado situacional de la superficie del pavimento y adoptar las medidas adecuadas correctivas de reparación y mantenimiento para cumplir sus objetivos y prolongar su vida útil.

Es de suma importancia elegir y realizar una evaluación que sea objetiva y acorde al medio en el que se encuentre.

TIPOS DE EVALUACIONES

Existen 3 tipos de evaluaciones, los que son:

- **Evaluación Inicial:** forma parte de la investigación necesaria del estado del pavimento antes de entrar en operación, como pavimento nuevo o inmediatamente después de haber sido sometidos a acciones de conservación o refuerzo.
- **Evaluación de Seguimiento:** a partir de la evaluación inicial, se procederá a efectuar un programa de evaluaciones periódicas que constituyen un proceso de seguimiento de la forma en que el pavimento evoluciona a través del tiempo y así poder programar en forma racional una estrategia de conservación. En este tipo de evaluación se deberá aplicar un proceso de captura de datos que permitan conocer la evaluación de ciertos indicadores que manifiesten la forma en que el pavimento se comporta en el tiempo, principalmente los que se refieren a las características superficiales, deterioros, rugosidad, resistencia a la fricción, etc.
- **Evaluación Puntual:** este tipo de evaluación tiene como finalidad definir adecuadamente un problema concreto, conocimiento en la forma más completa posible el estado del pavimento para determinar las causas que han originado los deterioros y así poder proyectar o planear una acción concreta de rehabilitación o refuerzo del pavimento. Esta evaluación se llevara a cabo en los tramos en que la evaluación periódica o sistematizada detecte un comportamiento anormal del pavimento, o bien cuando se pronostiquen caminos en las características del tránsito, que ameriten una intervención formal de rehabilitación, refuerzo o ampliación.

FACTORES QUE AFECTAN EL DETERIORO DEL PAVIMENTO

Entre los factores más importantes que afectan el comportamiento y deterioro del pavimento se tiene:

Agregados

- Forma
- Resistencia
- Abrasión
- Desgaste
- Limpieza
- Afinidad con el suelo y el concreto
- Contenido de humedad
- Contaminación

Concreto

- Proporciones de la mezcla
- Temperatura de la mezcla
- Contenido de humedad de los agregados
- Compatibilidad de los agregados
- Propiedades del concreto

Construcción

- Velocidad de fragua
- Horario de Vaciado del concreto
- Variaciones en la calidad y espesor
- Juntas
- Curado

Cargas

- Carga por eje
- Cantidad de vehículos
- Velocidad de circulación
- Periodo de diseño
- Canalización de tráfico

Medio ambiente

- Radiación UV
- Rango de temperatura
- Gradiente térmico
- Contenido de humedad
- Precipitaciones pluviales y drenaje

CLASES DE EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS

- **Evaluación Superficial:** este tipo de evaluación consiste en una inspección de la superficie del pavimento, haciendo uso de diferentes métodos y herramientas que dan como resultado el estado en que se encuentra el pavimento evaluado. En la evaluación superficial, debe considerarse las fallas presentes en el pavimento de tal manera de valorarlas, tanto en magnitud como en severidad, para así tener un indicativo referencial de su condición. Para ello se dispone de la Evaluación Funcional del Pavimento mediante la determinación del Índice de condición del Pavimento (PCI).
- **Evaluación Estructural:** es una evaluación a mayor profundidad que se fundamenta en la toma de muestras representativas de los materiales que conforman las diferentes capas del pavimento en una vía. Los métodos

para este tipo de evaluación pueden ser destructivos o no destructivos, dependiendo del grado de alteración física producida por los materiales durante el proceso de evaluación.

Entre estos métodos se tiene:

- **Exploraciones:** suelen ser realizadas a través de calicatas o perforaciones que se ubican lo más próximo a la estructura sin alterar la superficie de rodadura o a través de perforaciones diamantinas. Con el objetivo de conocer el perfil estratigráfico y en el caso de ser requerido tomar muestras para ejecutar los ensayos de campo y laboratorio que sean requeridos.
- **Dispositivos Estáticos:** se realizan pruebas con los siguientes equipos; pruebas de placas de apoyo, medidor de curvatura, viga Benkelman, vigas para la medición automática de las deflexiones, curvómetro, entre otros.
- **Dispositivos Vibratorios:** métodos de medición bajo carga vibratoria dinámica, métodos de medición bajo impactos, procedimiento de retrocálculo, otros.
- **Análisis Espectral de Ondas Superficiales (SASW):** constituye otro metodología de carácter no destructivo, mediante la cual puede determinarse la velocidad de ondas de corte, el modulo cortante y módulo de Young, de las diferentes capas del pavimento y de las capas de apoyo.
- **Determinación de los Espesores por Métodos no Destructivos:** para usar este método es necesario conocer el espesor de casa una de ellas, de tal manera que se obtengan valores realistas de dichos módulos y con menor dispersión.

- **Evaluación de la Rugosidad:** es un factor sumamente importante para la comodidad del usuario en primer lugar y en segundo, también para su seguridad y economía. Este concepto está ligado con la calidad del servicio o la serviciabilidad del pavimento y se considera como la habilidad del pavimento para servir al tránsito con sus condiciones actuales, aspecto que es de gran interés para el usuario. Para la aplicación de esta evaluación se usa el siguiente método:
 - **Índice de Rugosidad Internacional:** es un resumen estadístico matemáticamente definido del perfil longitudinal a lo largo del perfil longitudinal a lo largo de la trayectoria de una rueda en la superficie en una carretera.
- **Serviciabilidad**
 - **Calificación por medio de un grupo de personas:** para poder aplicar este procedimiento es conveniente constituir un grupo de calificadores, integrado por cinco a diez personas, preferentemente no técnicas para obtener un valor representativo con un bajo nivel de error.
 - **Modelo AASHTO (1993):** se llevan a cabo correlaciones entre la Calificación de Servicio Actual (PSR) y las determinación de la extensión de áreas agrietadas y parchadas, así como la rugosidad, empleando para esta última un dispositivo, denominado perfilometro, que determinaba las variaciones de la pendiente del perfil longitudinal del pavimento.

2.2.4. TIPOS DE FALLAS EN PAVIMENTOS

En todos los métodos de diseño de pavimentos se acepta que durante la vida útil de la estructura se pueden producir dos tipos de fallas, la funcional y la estructural.

La falla funcional se deja ver cuando el pavimento no brinda un paso seguro sobre él, los vehículos no viajan de forma cómoda y la falla estructural está asociada con la pérdida de cohesión de algunas o todas las capas del pavimento de tal forma que este no pueden soportar las cargas a la que está sometido.

La falla estructural implica una degradación de la estructura del pavimento. Se presenta cuando los materiales que conforman la estructura, al ser sometida a repeticiones de carga por acción del tránsito sufren un agrietamiento estructural relacionado con la deformación o la tensión horizontal por tracción en la base de cada capa, esto se denomina falla por fatiga.

A continuación, se detallan los tipos de fallas presentes en los Pavimentos Rígidos definidas en la Norma ASTM D6433-03, el cual enumera alfabéticamente 19 tipos de fallas para pavimentos de rígidos.

C.F. N° 21: LEVANTAMIENTO / EXPLOSIONES (BLOWUP - BUCKLING)

Por lo general los levantamientos en las losas ocurren en climas cálidos, generalmente en grietas transversales o juntas que no son lo suficientemente anchas como para permitir la expansión de la losa. El ancho insuficiente generalmente es causado por la infiltración de materiales incompresibles en el espacio de la junta. Cuando la expansión no puede aliviar la presión suficiente, se producirá un movimiento localizado ascendente de los bordes

de la losa (pandeo) o rotura en las proximidades de la junta. Las explosiones también pueden ocurrir en cortes de servicios públicos y entradas de drenaje.

- **Niveles de Severidad**

- B: Causa una calidad de tránsito de baja severidad.
- M: Causa una calidad de tránsito de severidad media.
- A: Causa una calidad de tránsito de alta severidad.

- **Medición:**

En una grieta, una explosión se cuenta como presente en una losa. Sin embargo, si ocurre en una junta y afecta a dos losas se cuenta en ambas. Cuando la severidad de la explosión deja el pavimento inutilizable, este debe repararse de inmediato.



Figura II.7 Levantamientos pavimentos rígidos de alta severidad.

C.F. N° 22: GRIETA DE ESQUINA (CORNER BREAK)

Una grieta de esquina es una grieta que intercepta las juntas de una losa a una distancia menor o igual que la mitad de la longitud de la misma en ambos lados, medida desde la esquina. Por ejemplo, una losa con dimensiones de 3.70 m por 6.10 m presenta una grieta a 1.50 m en un lado y a 3.70 m en el otro

lado, esta grieta no se considera grieta de esquina sino grieta diagonal; sin embargo, una grieta que intercepta un lado a 1.20 m y el otro lado a 2.40 m si es una grieta de esquina. Una grieta de esquina se diferencia de un descascaramiento de esquina en que aquella se extiende verticalmente a través de todo el espesor de la losa, mientras que el otro intercepta la junta en un ángulo. Generalmente, la repetición de cargas combinada con la pérdida de soporte y los esfuerzos de alabeo originan las grietas de esquina.

- **Niveles de Severidad**

- Baja (B): Una grieta de baja severidad es <13 mm ($1/2$ in), grietas de cualquier ancho con relleno satisfactorio; sin fallas El área entre el descanso y las juntas no está rajada o puede estar ligeramente rajada.
- Media (M): se define por una grieta de severidad media, o el área entre la ruptura y las juntas, o ambas, tiene una grieta media. Una grieta de gravedad media es una grieta sin relleno > 13 mm y <50 mm ($> 1/2$ pulg. Y <2 pulg.), una grieta sin relleno <50 mm (2 pulg.) Con fallas <10 mm ($3/8$ pulg.), o una grieta llena con fallas <10 mm ($3/8$ in.).
- Alta (A): se define por una grieta de gravedad alta, o el área entre la ruptura y las juntas, o ambas, está muy agrietada. Una grieta de alta gravedad es una grieta sin relleno > 50 mm (2 pulg.) De ancho, o cualquier grieta rellena o no llena con fallas > 10 mm ($3/8$ pulg.).

- **Medición**

Una losa se registra como dañada si tiene una grieta de esquina, contiene más de una grieta de una severidad particular, o contiene una o más grietas de diferentes severidades. Para dos o más grietas se deben registrar la de mayor nivel de severidad. Por ejemplo, una losa que contiene dos grietas de esquina con severidades baja y media se debe

registrar como una losa con una grieta de esquina de severidad media. El ancho de la grieta debe medirse entre sus paredes no entre el área saltada.

Si la grieta de esquina está escalonada con 3 mm o más se le aumenta la severidad al nivel siguiente. Si la grieta de esquina está escalonada en más de 13 mm se registra como severidad alta. Si el escalonamiento es fortuito se registra separadamente. Generalmente no es fácil determinar el ángulo de una grieta de esquina de baja severidad, a menos que éste pueda diferenciar entre una grieta de esquina y una grieta saltada de esquina, usar el siguiente criterio: si la grieta intersecta las juntas en más de 600 mm desde la esquina, considerarla como grieta de esquina. Si es menor, y a menos que se pueda identificar la grieta como tal, se considerará grieta saltada de esquina.



Figura II.8 Grietas en esquina de baja severidad.

C.F. N° 23: LOSA DIVIDIDA (DIVIDED SLAB)

La losa es dividida por grietas en cuatro o más pedazos debido a sobrecarga o a soporte inadecuado. Si todos los pedazos o grietas están contenidos en una grieta de esquina, el daño se clasifica como una grieta de esquina severa.

- **Niveles de Severidad**

Se anotan según la siguiente tabla:

SEVERIDAD DE LA MAYORÍA DE LAS GRIETAS	NÚMERO DE PEDAZOS EN LA LOSA AGRIETADA		
	4 A 5	6 A 8	8 O MÁS
B	B	B	M
M	M	M	A
A	M	M	A

Tabla II.1 Niveles de Severidad de falla de tipo losa Divida.

- **Medición**

Si la losa dividida es de severidad media o alta, no se contabiliza otro tipo de daño.



Figura II.9 Losa dividida de mediana severidad

C.F. N° 24: GRIETAS DE DURABILIDAD “D” (DURABILITY “D” CRACKING)

El agrietamiento de durabilidad o agrietamiento “D” es causado por la imposibilidad del pavimento rígido de resistir los efectos medioambientales, tales como los ciclos de hielo-deshielo. Este tipo de agrietamiento se caracteriza por una serie de grietas que circundan paralelas a una junta o grieta longitudinal. Por lo general, las grietas finas de durabilidad están

acompañadas de un color oscuro. Este tipo de deterioro puede causar eventualmente la desintegración del pavimento.

- **Niveles de Severidad**

- Baja (B): Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unas pocas piezas pueden haberse desprendido.
- Media (M): Existe una de las siguientes condiciones:
 1. Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse con facilidad.
 2. Las grietas “D” cubren más del 15% del área. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unos pocos pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente.
- Alta (A): Las grietas “D” cubren más del 15% del área y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente.

- **Medición**

Cuando el daño se localiza y se califica en una severidad, se cuenta como una losa. Si existe más de un nivel de severidad, la losa se cuenta como poseedora del nivel de daño más alto. Por ejemplo, si grietas “D” de baja y media severidad están en la misma losa, la losa se registra como de severidad media únicamente.



Figura II.10 Grietas de Durabilidad de mediana severidad.

C.F. N° 25: ESCALA (FAULTING)

Escala es la diferencia de nivel a través de la junta. Algunas causas comunes que la originan son:

1. Asentamiento debido una fundación blanda.
2. Bombeo o erosión del material debajo de la losa.
3. Alabeo de los bordes de la losa debido a cambios de temperatura o humedad.

- **Niveles de Severidad**

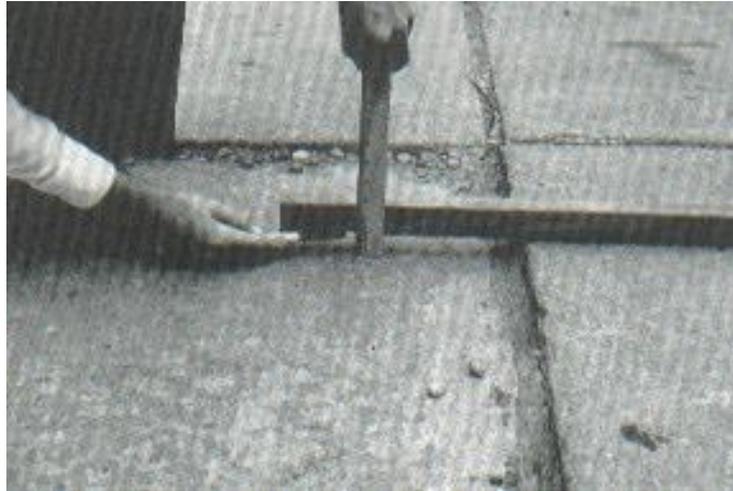
Nivel de Severidad	Diferencia en elevación
B	3 a 10 mm
M	10 a 19 mm
A	Mayor que 19 mm

Tabla II.2 Niveles de Severidad de Falla tipo Escala.

- **Medición**

La escala a través de una junta se cuenta como una losa. Se cuentan únicamente las losas afectadas. Las escalas a través de una grieta no se

cuentan como daño pero se consideran para definir la severidad de las grietas.



*Figura II.11 Escala de alta severidad.
Fuente: ASTM D 6433 - 03*

C.F. N° 26: DETERIORO DEL SELLO DE JUNTA (JOINT SEAL DAMAGE)

El deterioro del sello de la junta es cualquier condición que permite la acumulación de material en las juntas o permite filtración importante de agua. La acumulación de materiales incompresibles impide que las losas se expandan y se pueda producir alabeo, quiebre o levantamiento.

Los daños típicos de sellos de juntas son:

1. Desprendimiento del sellante de la junta.
2. Extrusión del sellante.
3. Crecimiento de vegetación.
4. Endurecimiento del material llenante (oxidación).
5. Pérdida de adherencia a los bordes de la losa.
6. Falta o ausencia del sellante en la junta.

- **Niveles de Severidad**

- B (Baja): El sellante está en una condición buena en forma general en toda la sección. Se comporta bien, con solo daño menor.
- Media (M): Está en condición regular en toda la sección, con uno o más de los tipos de daño que ocurre en un grado moderado. El sellante requiere reemplazo en dos años.
- Alta (A): Está en condición generalmente buena en toda la sección, con uno o más de los daños mencionados arriba, los cuales ocurren en un grado severo. El sellante requiere reemplazo inmediato.

- **Medición:**

El daño del sello no se contabiliza de losa en losa, pero se registra en base a la condición promedio que presenta en toda la unidad de muestreo.



Figura II.12 Deterioro del sello de la junta mediana severidad.

C.F. N° 27: DESNIVEL CARRIL / BERMA (LANE/SHOULDER DROP-OFF)

El desnivel carril / berma es la diferencia entre el asentamiento o erosión de la berma y el borde del pavimento. La diferencia de niveles puede constituirse como una amenaza para la seguridad. También puede ser causada por el incremento de la infiltración de agua.

- **Niveles de Severidad**

- B (Baja): La diferencia entre el borde del pavimento y la berma es de 25.0 mm a 51.0 mm.
- M (Media): La diferencia de niveles es de 51.0 mm a 102.0 mm.
- A (Alta): La diferencia de niveles es mayor que 102.0 mm.

- **Medición**

Calcula promediando los desniveles máximo y mínimo a lo largo de la losa. Cada losa que exhiba el daño se mide separadamente y se registra como una losa con el nivel de severidad apropiado.



*Figura II.13 Desnivel Carril / Berma de baja severidad.
Fuente: ASTM D 6433 - 03*

C.F. N° 28: GRIETAS LINEALES (LINEAR CRACKING) (Grietas longitudinales, transversales y diagonales)

Estas grietas, que dividen la losa en dos o tres pedazos, son causadas usualmente por una combinación de la repetición de las cargas de tránsito y el alabeo por gradiente térmico o de humedad. Las losas divididas en cuatro o más pedazos se contabilizan como losas divididas. Comúnmente, las grietas de baja severidad están relacionadas con el alabeo o la fricción y no se consideran daños estructurales importantes. Las grietas capilares, de pocos

pies de longitud y que no se propagan en toda la extensión de la losa, se contabilizan como grietas de retracción.

- **Niveles de Severidad**

- **Losas sin refuerzo**

- B (Bajo): Grietas no selladas (incluye llenante inadecuado) con ancho menor que 12.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.
 - M (Media): Existe una de las siguientes condiciones:
 1. Grieta no sellada con ancho entre 12.0 mm y 51.0 mm.
 2. Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 51.0 mm con escala menor que 10.0 mm.
 3. Grieta sellada de cualquier ancho con escala menor que 10.0 mm.
 - A (Alto): Existe una de las siguientes condiciones:
 1. Grieta no sellada con ancho mayor que 51.0 mm.
 2. Grieta sellada o no de cualquier ancho con escala mayor que 10.0 mm.

- **Losas con refuerzo**

- B (Bajo): Grietas no selladas con ancho entre 3.0 mm y 25.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.
 - M (Medio): Existe una de las siguientes condiciones:
 1. Grieta no sellada con un ancho entre 25.0 mm y 76.0 mm y sin escala.
 2. Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 76.0 mm con escala menor que 10.0 mm.

3. Grieta sellada de cualquier ancho con escala hasta de 10.0 mm.
 - A (Alto): Existe una de las siguientes condiciones:
 1. Grieta no sellada de más de 76.0 mm de ancho.
 2. Grieta sellada o no de cualquier ancho y con escala mayor que 10.0 mm.

- **Medición**

Una vez se ha establecido la severidad, el daño se registra como una losa.

Si dos grietas de severidad media se presentan en una losa, se cuenta dicha losa como una poseedora de grieta de alta severidad.

Las losas divididas en cuatro o más pedazos se cuentan como losas divididas. Las losas de longitud mayor que 9.10 m se dividen en “losas” de aproximadamente igual longitud y que tienen juntas imaginarias, las cuales se asumen están en perfecta condición.



Figura II.14 Grietas lineales de severidad media en losa de concreto reforzado.

C.F. N° 29: PARCHE GRANDE Y CORTES PARA INSTALACIONES (MAYOR A 0,45 M2) (PATCHING, LARGE AND UTILITY CUTS)

Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por material nuevo. Una excavación de servicios públicos (utility cut) es un parche que ha reemplazado el pavimento original para permitir la instalación o mantenimiento de instalaciones subterráneas. Los niveles de severidad de una excavación de servicios son los mismos que para el parche regular.

- **Niveles de Severidad**

- B (Bajo): El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.
- M (Medio): El parche está moderadamente deteriorado o moderadamente descascarado en sus bordes. El material del parche puede ser retirado con esfuerzo considerable.
- A (Alto): El parche está muy dañado. El estado de deterioro exige reemplazo.

- **Medición**

Si una losa tiene uno o más parches con el mismo nivel de severidad, se cuenta como una losa que tiene ese daño. Si una sola losa tiene más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad. Si la causa del parche es más severa, únicamente el daño original se cuenta.



*Figura II.15 Parcheo mediano de mediana severidad.
Fuente: ASTM D 6433 - 03*

C.F. N° 30: PARCHE PEQUEÑO (MENOR A 1,5 M²) (PATCHING, SMALL)

Es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por un material de relleno.

- **Niveles de Severidad**

- Baja (B): El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.
- Media (M): El parche está moderadamente deteriorado. El material del parche puede ser retirado con considerable esfuerzo.
- Alta (A): El parche está muy deteriorado. La extensión del daño exige reemplazo.

- **Medición**

Si una losa presenta uno o más parches con el mismo nivel de severidad, se registra como una losa que tiene ese daño. Si una sola losa tiene más de un nivel de severidad, se registra como una losa con el mayor nivel de daño. Si la causa del parche es más severa, únicamente se contabiliza el daño original.

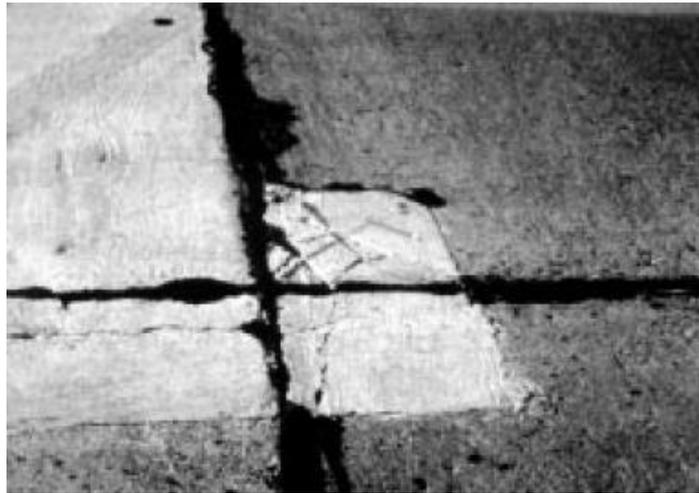


Figura II.16 Parcheo pequeño de mediana severidad.

Fuente: ASTM D 6433 - 03

C.F. N° 31: PULIMENTO DE AGREGADOS (POLISHED AGGREGATE)

Este daño se causa por aplicaciones repetidas de cargas del tránsito. Cuando los agregados en la superficie se vuelven suaves al tacto, se reduce considerablemente la adherencia con las llantas. Cuando la porción del agregado que se extiende sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye significativamente a reducir la velocidad del vehículo. El pulimento de agregados que se extiende sobre el concreto es despreciable y suave al tacto. Este tipo de daño se reporta cuando el resultado de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha disminuido significativamente respecto a evaluaciones previas.

- **Niveles de Severidad**

No se definen grados de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de incluirlo en un inventario de la condición y calificarlo como un defecto.

- **Medición**

Una losa con agregado pulido se cuenta como una losa.



*Figura II.17 Pulimento de agregados.
Fuente: ASTM D 6433 – 03*

C.F. N° 32: DESPRENDIMIENTOS POR DISGREGACIÓN DE ÁRIDOS (POPOUTS)

Un popout es un pequeño pedazo de pavimento que se desprende de la superficie del mismo. Puede deberse a partículas blandas o fragmentos de madera rotos y desgastados por el tránsito. Varían en tamaño con diámetros entre 25.0 mm y 102.0 mm y en espesor de 13.0 mm a 51.0 mm.

- **Niveles de Severidad**

No se definen grados de severidad. Sin embargo, el popout debe ser extenso antes que se registre como un daño. La densidad promedio debe exceder aproximadamente tres por metro cuadrado en toda el área de la losa.

- **Medición**

Debe medirse la densidad del daño. Si existe alguna duda de que el promedio es mayor que tres popout por metro cuadrado, deben revisarse al menos tres áreas de un metro cuadrado elegidas al azar. Cuando el promedio es mayor que dicha densidad, debe contabilizarse la losa.



*Figura II.18 Desprendimientos por disgregación de áridos.
Fuente: ASTM D 6433 - 03*

C.F. N° 33: BOMBEO (PUMPING)

El bombeo es la expulsión de material de la fundación de la losa a través de las juntas o grietas. Esto se origina por la deflexión de la losa debida a las cargas. Cuando una carga pasa sobre la junta entre las losas, el agua es primero forzada bajo losa delantera y luego hacia atrás bajo la losa trasera. Esta acción erosiona y eventualmente remueve las partículas de suelo lo cual generan una pérdida progresiva del soporte del pavimento. El bombeo puede identificarse por manchas en la superficie y la evidencia de material de base o subrasante en el pavimento cerca de las juntas o grietas. El bombeo cerca de las juntas es causado por un sellante pobre de la junta e indica la pérdida de soporte. Eventualmente, la repetición de cargas producirá grietas. El bombeo también puede ocurrir a lo largo del borde de la losa causando perdida de soporte.

- **Niveles de Severidad**

No se definen grados de severidad. Es suficiente indicar la existencia.

- **Medición**

Las losas se contabilizan como sigue: el bombeo entre dos losas se contabiliza como dos losas. Sin embargo, si las juntas adyacentes también presentan bombeo, se agrega una losa por cada junta con bombeo.



Figura II.19: Bombeo.

Fuente: ASTM D 6433 - 03

C.F. N° 34: PUNZONAMIENTO (PUNCHOUT).

Este daño es un área localizada de la losa que está rota en pedazos. Puede tomar muchas formas y figuras diferentes pero, usualmente, está definido por una grieta y una junta o dos grietas muy próximas, usualmente con 1.52 m entre sí. Este daño se origina por la repetición de cargas pesadas, el espesor inadecuado de la losa, la pérdida de soporte de la fundación o una deficiencia localizada de construcción del concreto (por ejemplo, hormigueros).

- **Niveles de Severidad**

SEVERIDAD DE LA MAYORÍA DE LAS GRIETAS	NÚMERO DE PEDAZOS		
	2 A 3	4 A 5	MÁS DE 5
B	B	B	M
M	B	M	A
A	M	H	A

Tabla II.3 Niveles de Severidad de Falla tipo Escala.

- **Medición**

Si la losa tiene uno o más punzonamientos, se contabiliza como si tuviera uno en el mayor nivel de severidad que se presente.



*Figura II.20 Punzonamiento de alta severidad.
Fuente: ASTM D 6433 - 03*

C.F. N° 35: CRUCE DE VÍA FÉRREA (RAILROAD CROSSING)

El daño de cruce de vía férrea se caracteriza por depresiones o abultamientos alrededor de los rieles.

- **Niveles de severidad**

- Baja (B): El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.
- Media (M): El cruce de la vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.
- Alta (A): El cruce de la vía férrea produce calidad de tránsito de alta severidad.

- **Medición**

Se registra el número de losas atravesadas por los rieles de la vía férrea. Cualquier gran abultamiento producido por los rieles debe contarse como parte del cruce.



Figura II.21 Cruce de vía férrea de severidad media.

C.F. N° 36: DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO (SCALING, MAP CRACKING, CRAZING)

El mapa de grietas o craquelado (crazing) se refiere a una red de grietas superficiales, finas o capilares, que se extienden únicamente en la parte superior de la superficie del concreto. Las grietas tienden a interceptarse en ángulos de 120 grados. Generalmente, este daño ocurre por exceso de manipulación en el terminado y puede producir el descamado, que es la rotura de la superficie de la losa a una profundidad aproximada de 6.0 mm a 13.0 mm. El descamado también puede ser causado por incorrecta construcción y por agregados de mala calidad.

- **Niveles de Severidad**

- Baja (B): El craquelado se presenta en la mayor parte del área de la losa; la superficie está en buena condición con solo un descamado menor presente.
- Media (M): La losa está descamada, pero menos del 15% de la losa está afectada.
- Alta (A): La losa está descamada en más del 15% de su área.

- **Medición**

Una losa descamada se contabiliza como una losa. El craquelado de baja severidad debe contabilizarse únicamente si el descamado potencial es inminente, o unas pocas piezas pequeñas se han salido.



Figura II.22 Agrietamiento tipo mapeo, Descascaramiento de Alta severidad.

C.F. N° 37: GRIETAS DE RETRACCIÓN (SHRINKAGE CRACKS)

Son grietas capilares usualmente de unos pocos pies de longitud y no se extienden a lo largo de toda la losa. Se forman durante el fraguado y curado del concreto y generalmente no se extienden a través del espesor de la losa.

- **Niveles de Severidad**

No se definen niveles de severidad. Basta con indicar que están presentes.

- **Medición**

Si una o más grietas de retracción existen en una losa en particular, se cuenta como una losa con grietas de retracción.



Figura II.23 Grietas de contracción.

C.F. N° 38: DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA (SPALLING, CORNER)

Es la rotura de la losa a 0.6 m de la esquina aproximadamente. Un descascaramiento de esquina difiere de la grieta de esquina en que el descascaramiento usualmente buza hacia abajo para interceptar la junta, mientras que la grieta se extiende verticalmente a través de la esquina de losa. Un descascaramiento menor que 127 mm medidos en ambos lados desde la grieta hasta la esquina no deberá registrarse.

- **Niveles de severidad**

En la Tabla 2.4 se listan los niveles de severidad para el descascaramiento de esquina. El descascaramiento de esquina con un área menor que 6452 mm² desde la grieta hasta la esquina en ambos lados no deberá contarse.

Profundidad del descascaramiento	Dimensiones de los lados del descascaramiento	
	127.0 x 127.0 mm a 305.0 x 305.0 mm	Mayor que 305.0 x 305.0 mm
Menor de 25.0 mm	B	B
> 25.0 mm a 51.0 mm	B	M
Mayor de 51.0 mm	M	H

Tabla II.4 Niveles de Severidad para Descascaramiento de Esquina.

- **Medición**

Si en una losa hay una o más grietas con descascaramiento con el mismo nivel de severidad, la losa se registra como una losa con descascaramiento de esquina. Si ocurre más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad.



*Figura II.24 Descascaramiento de esquina de alta severidad.
Fuente: ASTM D 6433 - 03*

C.F. N° 39: DESCASCARAMIENTO DE JUNTA (SPALLING, JOINT)

Es la rotura de los bordes de la losa en los 0.60 m de la junta. Generalmente no se extiende verticalmente a través de la losa si no que intercepta la junta en ángulo. Se origina por:

1. Esfuerzos excesivos en la junta causados por las cargas de tránsito o por la infiltración de materiales incompresibles.
2. Concreto débil en la junta por exceso de manipulación.

- **Niveles de Severidad**

En la tabla 2.5 se ilustran los niveles de severidad para descascaramiento de junta. Una junta desgastada, en la cual el concreto ha sido desgastado a lo largo de toda la junta se califica como de baja severidad.

Fragmentos del Descascaramiento	Ancho del descascaramiento	Longitud del descascaramiento	
		< 0.6m	> 0.6 m
Duros. No puede removerse fácilmente (pueden faltar algunos pocos fragmentos).	< 102 mm	B	B
	> 102 mm	B	B
Suelos. Pueden removerse y algunos fragmentos pueden faltar. Si la mayoría o todos los fragmentos faltan, el descascaramiento es superficial, menos de 25.0 mm.	< 102 mm	B	M
	> 102 mm	B	M
Desaparecidos. La mayoría, o todos los fragmentos han sido removidos.	< 102 mm	B	M
	> 102 mm	M	H

Tabla II.5 Niveles de Severidad Descascaramiento de Junta.

- **Medición**

Si el descascaramiento se presenta a lo largo del borde de una losa, esta se cuenta como una losa con descascaramiento de junta. Si está sobre más de un borde de la misma losa, el borde que tenga la mayor severidad se cuenta y se registra como una losa. El descascaramiento de junta también puede ocurrir a lo largo de los bordes de dos losas adyacentes. Si este es el caso, cada losa se contabiliza con descascaramiento de junta.

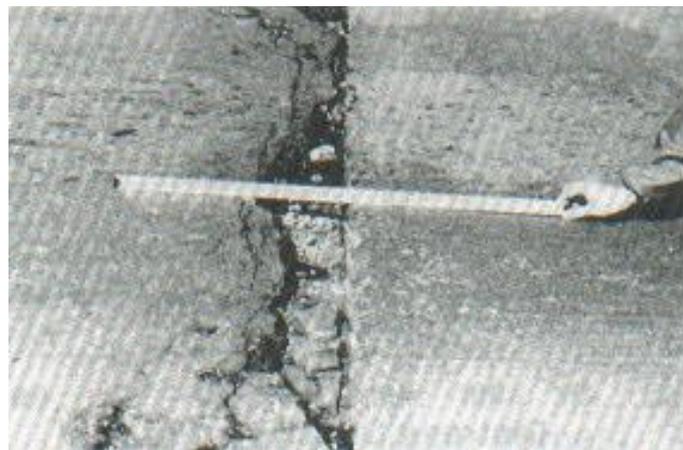


Figura II.25 Descascaramiento de junta de alta severidad

2.2.5. ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)

INTRODUCCIÓN

El Índice de condición de pavimento (Paviment Condition Index – PCI), es la calificación numérica de la condición del pavimento, que se constituye como la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de los pavimentos tanto rígidos como flexibles en la actualidad.

Fue desarrollado por la Fuerza Aérea de los Estados Unidos a cargo del centro de Ingeniería por M. Y. Shahin y S. D. Khon, publicado por primera vez en 1978; con el objetivo de obtener un sistema de administración del mantenimiento de pavimentos rígidos y flexibles.

El PCI no puede medir la resistencia al deslizamiento, rugosidad o capacidad estructural del pavimento, solo proporciona un conocimiento acerca de la condición real del camino.

Este método de evaluación superficial se caracteriza por no requerir ningún equipo especial o sofisticado para su análisis y empleo, por suministrar información confiable sobre las fallas que presenta el pavimento, su severidad y la condición final que este presenta; el método es empleado como base para determinar necesidades de mantenimiento o rehabilitación del pavimento.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)

El PCI es un índice numérico que varía de cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En la Tabla II.6 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

Tabla II.6 Rangos del PCI.

El PCI es el resultado de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establece el tipo, severidad y cantidad de cada falla que presenta el pavimento, para su posterior procesamiento y determinación de la condición en la que se encuentra el pavimento. Debido a la gran cantidad de posibles condiciones se introdujeron los “Valores Deducidos”, como un factor de ponderación, con el fin de determinar el grado de afectación de cada combinación de tipo de falla, nivel de severidad y densidad sobre la condición del pavimento.

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

a) Tipo de Falla en Pavimentos Rígidos.

N°	CÓDIGO DE FALLA	FALLA	N°	CÓDIGO DE FALLA	FALLA
1	21	Pandeo	11	31	Pulimento de Agregados.
2	22	Grieta de esquina.	12	32	Popouts.
3	23	Losa dividida.	13	33	Bombeo.
4	24	Grieta de durabilidad "D".	14	34	Punzonamiento.
5	25	Escala.	15	35	Cruce de vía férrea.
6	26	Sello de junta.	16	36	Desconchamiento.
7	27	Desnivel Carril / Berma	17	37	Retracción
8	28	Grieta lineal.	18	38	Descascaramiento de esquina.
9	29	Parqueo Grande (Área > 0.45m ²).	19	39	Descascaramiento de junta.
10	30	Parqueo Pequeño (Área < 0.45m ²).			

Tabla II.7 Tipos de Fallas en Pavimentos Rígidos.

b) Severidad de la Falla

SEVERIDAD	
Bajo	L
Medio	M
Alto	H

Tabla II.8 Severidad de Fallas en Pavimentos Rígidos según PCI.

- c) Cantidad de Cada Falla: es representada por el número de veces que se repita dicha falla en las diferentes losas de cada unidad de muestreo.

La evaluación de la condición del pavimento inicia desarrollando el trabajo de campo (**Primera Etapa**), en el que se identifican las diferentes fallas que se presentan en los pavimentos, considerando el tipo, su severidad y la extensión que estos poseen. Los datos obtenidos se registran en formatos adecuados para tal fin, el cual se presenta a continuación en la Figura II.26 que es la Ficha de Inspección para Pavimentos Rígidos, está basada en la ficha de inspección que el ASTM D6433-03 propone, con ciertas modificaciones que se acoplan a nuestro estudio. En esta ficha se registran todos los datos de la primera etapa que concierne al levantamiento de datos por unidad de muestreo, posterior a esto se procede al procesamiento de estos datos que concierne a la Segunda Etapa.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
PCI-02. CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO
EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO

I. Datos generales

Nombre del inspector :

Zona: Código de vía:

Prog. inicial: Prog final:

II. Código de fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	Losa dividida	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de vía férrea
26	Sello de junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril / Berma	37	Retracción
28	Grieta lineal	38	Descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Área > 0.45m ²)	39	Descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Área < 0.45m ²)		

III. Evaluación de la condición

Unid. de muestreo: Número de losas:

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	CANT. DE FALLA	ESQUEMA

Figura II.26 FORMATO PCI-02, Formato de inspección de la condición para pavimentos rígidos.

A) LEVANTAMIENTO DE DATOS (PRIMERA ETAPA):

Para llevar a cabo el Levantamiento de Datos o Inspección Visual contempla los siguientes aspectos:

a. Equipo

- Odómetro manual para medir las longitudes y áreas de los daños.
- Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.
- Descripción del tipo de fallas y como medirlas, formatos correspondientes.

b. Procedimiento

Se realiza la inspección visual anotando cada tipo de falla, su severidad y la cantidad de estos en el Formato de Inspección para cada unidad de muestreo.

c. Seguridad

El equipo de inspección debe de considerar las medidas de seguridad necesarias para realizar una buena inspección.

Al iniciar la inspección visual es necesario dividir la vía a evaluar en unidades de muestreo, lo que facilita la evaluación y la hace más precisa; a continuación se describe cómo proceder.

Unidades de Muestreo:

Se divide la vía en “Unidades de Muestreo”, cuyas dimensiones varían de acuerdo al tipo de vía y superficie de la capa de rodadura. En nuestro caso según el ASTM D6433-03 para Pavimentos Rígidos y habiendo comprobado previamente que la longitud de cada losa es inferior a 7.60m, el área de la unidad de muestreo debe estar en el rango de 20 ± 8 losas.

El ASTM D6433-03 en el inciso 7.5 indica la selección de unidades de muestra a inspeccionar, se puede inspeccionar todas las unidades de muestra en la sección o el 95% de las unidades de muestra, no menor a este porcentaje para que los datos obtenidos sean confiables; en nuestro caso se analizara todas las unidades de muestra, ya que es un proyecto de investigación.

B) PROCESAMIENTO DE DATOS (SEGUNDA ETAPA)

Seguido a la inspección visual en campo, procede a calcular los “Valores Deducidos” de cada falla detectada de acuerdo con la cantidad y severidad reportada con la finalidad de obtener el PCI de cada unidad de muestreo y un PCI global.

Para el cálculo del PCI se realiza los siguientes procedimientos:

a) Cálculo de los Valores Deducidos

1. Contabilice el número de losas en las que se presenta cada combinación de tipo de falla y nivel de severidad en el Formato PCI-02, el resultado será la “**Cantidad de Falla**”.
2. Divida el número de losas contabilizadas en 1. entre el número de losas de la unidad de muestreo, expresar el resultado como porcentaje (%), esta es la “**Densidad**” por unidad de muestreo para cada combinación de tipo y severidad de falla.
3. Con ayuda de la Densidad por unidad de muestreo determinar los VALORES DEDUCIDOS para cada combinación de tipo de falla y nivel de severidad empleando las curvas de “Valor Deducido de Falla” apropiadas que se describen en el Anexo II CURVAS DE VALOR DEDUCIDO POR FALLA.

b) Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m).

1. Si tan solo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido” (CVD), obtenido en la Cuarta Etapa. De lo contrario seguir los pasos 2 y 3 de b).
2. Realice una lista de los Valores Deducidos Individuales de mayor a menor.
3. Calcule el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m), empleando la Ecuación N° 1.

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

Ecuación N° 1: Ecuación para determinar “m” en Pavimentos Rígidos.

Donde:

m_i : Número Máximo Admisible de “Valores Deducidos”, incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i.

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

4. El número de valores individuales deducidos se reduce a m, inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que m se utiliza todos los que se tengan.

c) Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido” (CDV).

El máximo CDV se calcula a partir del siguiente proceso iterativo:

1. Determine el número de valores deducidos “q” mayores a 2,00.
2. Determine el “Valor Deducido Total” sumando todos los valores deducidos individuales.

3. Determine el CDV con “q” y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente a pavimento rígido que se presenta en el Anexo III CALCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
4. Reduzca a 2.00 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.00 y repita los ítems 1, 2 y 3 de la tercera etapa hasta que “q” sea igual a 1,00.
5. El Máximo CDV es el mayor valor de los CDV obtenidos en este proceso.

Para todo este proceso de iteración se emplea el Formato PCI-02-01 para la Obtención del Máximo Valor Deducido Corregido el cual se presenta en la Figura II.27.

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

No.	VALORES DE DUCIDOS										TOTAL	q	CDV

Figura II.27 FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (Formato PCI-02- 01).

d) Cálculo del PCI de la unidad de muestreo:

Este procedimiento se realiza restando 100 al máximo CDV.

CÁLCULO DEL PCI DE UNA SECCIÓN DE PAVIMENTO

Una sección de pavimento abarca varias unidades de muestreo. Si todas las unidades de muestreo son inventariadas, el PCI de la sección será el promedio de los PCI calculados por cada unidad de muestreo.

2.3. HIPÓTESIS

2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL

Al realizar la evaluación de la condición del pavimento rígido empleando el método PCI se determina que el estado actual del Anillo Vial tramo Chaupimarca – Yanacancha - Pasco es MALA.

2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- a) El índice de Condición del Pavimento Rígido empleando el Método PCI del Anillo Vial tramo Chaupimarca – Yanacancha - Pasco - 2018 es de 30.
- b) Las fallas encontradas con mayor frecuencia en el Pavimento Rígido del Anillo Vial tramo Chaupimarca – Yanacancha - Pasco – 2018 son las Losas Divididas y el pulimiento de agregado.
- c) Las fallas de mayor severidad que se presentan en el Pavimento Rígido del Anillo Vial tramo Chaupimarca – Yanacancha - Pasco – 2018, son las de tipo pulimiento de agregados.

2.4. IDENTIFICACIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

De la Tesis, “Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método PCI en el Anillo Vial Tramo Chaupimarca – Yanacancha – Pasco – 2018”, Se ha identificado las variables dependiente e independiente de la siguiente manera:

2.4.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

- Método PCI.

Siendo ésta variable cualitativa, ya que no son medibles en números y se refieren a cualidades o atributos (Lic. QUEZADA LUCIO, 2015), nuestro caso es una variable que es descrita y obedece a un orden jerárquico de 7 niveles que va desde excelente hasta fallado.

2.4.2. VARIABLES DEPENDIENTES

- Evaluación de la condición del pavimento rígido.

2.4.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE

VARIABLE	INDICADOR	SUB INDICADOR	MEDICIÓN / VALORACIÓN	INSTRUMENTO
MÉTODO ÍNDICE DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	Parámetros de Evaluación	* Tipo de Falla	*19 Tipos de fallas.	Formato PCI-02
		*Grado de Severidad de la falla	*Bajo *Medio *Alto	Formato PCI-02
		*N° de Losas	*N° de Veces que se repite dicha falla en la U.M.	Formato PCI-02
	Índice de Condición de Pavimento	*Cálculo de Valores Deducidos (VD).	*V.D. por cada tipo de falla.	Curva de Valores Deducidos.
		*Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m).	*Número Máximo Admisible de Valores Deducidos	Ecuación N° 1
		*Cálculo del "Máximo Valor Deducido Corregido" (CDV).	*Mayor valor de los CDVs.	Formato PCI-02-01
		*Cálculo del PCI.	100 - Máx. CDV	Formato PCI-02-01
	Condición del Pavimento	*Rangos del PCI.	100 - 85 85 - 70 70 - 55 55 - 40 40 - 25 25 - 10 10 - 0	Evaluación en Gabinete
			Excelente	

		*Determinación de la Condición del pavimento	Muy Bueno Bueno Regular Malo Muy Malo Fallado	Evaluación en Gabinete
--	--	--	--	------------------------

Tabla II.9 Operacionalización de la Variable Independiente.

Fuente: Elaboración Propia.

VARIABLE DEPENDIENTE

VARIABLE	INDICADOR	SUB INDICADOR	MEDICIÓN / VALORACIÓN	INSTRUMENTO
EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO	Primera Etapa Trabajo de Campo o Inspección Visual	Parámetros de Evaluación	* Tipo de Falla	Formato de Registro PCI-02 y Evaluación en Gabinete
			*Grado de Severidad de la falla	
			*N° de Losas	
	Segunda Etapa Trabajo en Gabinete o Cálculo del PCI	Índice de la Condición del Pavimento	*Proceso de Análisis	
		Condición del Pavimento	*Determinación de la Condición del pavimento	

Tabla II.10 Operacionalización de la Variable Dependiente.

Fuente: Elaboración Propia

III. METODOLOGÍA

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. SEGÚN SU OBJETIVO

Al tener como objetivo dar solución a un problema determinado, podemos clasificarla como Investigación de Tipo Aplicada, ya que nuestra investigación tiene como objetivo “*Evaluar la condición del pavimento rígido*”.

3.1.2. SEGÚN LOS DATOS EMPLEADOS

Al hacer uso de un concepto matemático para poder desarrollar el objetivo del estudio, es decir el Método del PCI, se puede clasificar a esta investigación como Cuantitativa.

3.1.3. SEGÚN EL CONOCIMIENTO QUE SE TIENE DEL OBJETO DE ESTUDIO

Es clasificada como descriptiva ya que tiene por finalidad detallar los hechos tal como son observados, en este caso el análisis visual en las vías en estudio; dado que gracias a ello obtendremos el PCI y la mejor alternativa de mantenimiento a realizarse en las vías.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo de esta tesis se realiza mediante un diseño de investigación no experimental, al no haberse manipulado la variable independiente “*Índice de Condición del Pavimento*”.

Al desarrollar la toma de datos en campo una sola vez, de forma que se analice los datos en un único momento dado, sería un Diseño de Transversal o Transeccional.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. POBLACIÓN

La población de esta investigación son todas las vías que comprenden el Anillo Vial tramo Chaupimarca – Yanacancha.

3.3.2. MUESTRA

La muestra del estudio son algunas de las vías que forman parte del recorrido de la RUTA TUA – 13, que rige el Plan de Rutas de la Sub Gerencia de Transportes y Vialidad de la Honorable Municipalidad Provincial de Pasco.

Las calles que forman la muestra del estudio se detallan a continuación:

- **B.M. “A” :** **Intersección entre Jr. 2 de Mayo y Jr. Grau**
- Calles :
 - Jr. Apurímac
 - Vía Volcan
 - Ovalo Caimpincruz
 - Av. La Cultura
 - Av. El Minero
 - Av. Los Próceres
 - Av. Las Américas
- **B.M. “B” :** **Municipalidad Distrital de Yanacancha**

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para el caso de la variable dependiente se hizo uso del Formato de Evaluación PCI-02 como instrumento de recolección de datos, el cual fue diseñado en base al formato que la Norma ASTM D 6433-03, con algunas modificaciones acorde a nuestra realidad de evaluación.

Para la variable independiente se recolecto datos haciendo uso de cuestionarios con preguntas acerca de la metodología PCI para cada unidad de muestra.

3.5. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Se hizo uso de hojas de cálculo elaborado bajo los lineamientos que establece la metodología PCI en la Norma ASTM D 6433-03, asimismo el análisis del procedimiento se hizo empleando gráficos, tablas y otros que reflejen los resultados del análisis de los datos tomados en campo.

3.6. TRATAMIENTOS ESTADÍSTICOS DE DATOS

El tratamiento estadístico para esta evaluación se realizará mediante herramientas de la Estadística descriptiva, así como también de Cuadros estadísticos.

IV. EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO POR EL MÉTODO DEL PCI

4.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El desarrollo de la evaluación de la condición del pavimento rígido se llevó a cabo en el Anillo Vial de la ciudad de Cerro de Pasco, tomando para el análisis el tramo Chaupimarca – Yanacancha, a su vez este tramo está constituido por las siguientes calles Jr. Apurímac, Vía Volcan, Ovalo Caimpincruz, Av. La Cultura, Av. El Minero, Av. Los Próceres y Av. Las Américas, teniendo una longitud total de vía de 2.508 Km, y siendo clasificadas como “Vías Arteriales”.

En algunos tramos las vías son de dos carriles y en otras de uno, con anchos variables. El total de paños evaluados fueron 1762 los que comprenden un total de 72 Unidades de Muestreo. Las longitudes y progresivas de la zona de estudio se detalla en el Anexo I PLANOS.

4.1.1. UBICACIÓN:

- Región : Pasco
- Provincia : Pasco
- Distrito : Chaupimarca – Yanacancha
- Lugar : Anillo Vial tramo Chaupimarca – Yanacancha
(RUTA TUA – 13)
 - B.M. “A” (Inicio de Ruta): Intersección entre Jr. 2 de Mayo y Jr. Grau
 - Jr. Apurímac
 - Vía Volcán
 - Ovalo Caimpincruz
 - Av. La Cultura
 - Av. El Minero
 - Av. Los Próceres

- Av. Las Américas
- B.M. "B" (Fin de Ruta) : Municipalidad Distrital de Yanacancha



Figura IV.1 Ruta de Evaluación.
Fuente: Google Earth Pro

4.1.2. COORDENADAS DEL INICIO Y FINAL DE LA ZONA DE ESTUDIO.

Se usaron dos puntos de referencia para el inicio y final de la evaluación, los que fueron denominados B. M. "A" y "B", se presenta la Tabla IV.1 en la que se detalla las coordenadas de referencia de los B.M.

COORDENADAS	B.M. "A"	B.M. "B"
ESTE	362520.21 m E	362833.00 m E
NORTE	8818971.96 m S	8820935.00 m S
ALTITUD	4335 m	4365 m

Tabla IV.1: Coordenadas de los B. M.
Fuente: Elaboración Propia.

4.1.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS CALLES EVALUADAS

Sus características generales son:

- Jr. Apurímac:
 - Longitud: 312 m.
 - Ancho de calzada: 6,50 m (promedio).
 - Carriles: dos carriles.
 - Separador: sin separador de carriles.
- Vía Volcan:
 - Longitud: 484 m.
 - Ancho de calzada: 9,40 m (promedio).
 - Carriles: dos carriles.
 - Separador: sin separador de carriles.
- Ovalo Caimpincruz:
 - Longitud: 64 m.
 - Ancho de calzada: 7,50 m (promedio).
 - Carriles: un carril.
 - Separador: sin separador de carriles.
- Av. La Cultura:
 - Longitud: 720 m.
 - Ancho de calzada: 6,70 m (promedio)
 - Carriles: un carril
 - Separador: sin separador de carriles
- Av. El Minero:
 - Longitud: 270 m.
 - Ancho de calzada: 10 m (promedio).
 - Carriles: dos carriles.
 - Separador: con separador de carriles de ancho promedio 1 m.

- Av. Los Próceres:
 - Longitud: 580 m.
 - Ancho de calzada: 14 m (promedio)
 - Carriles: dos carriles.
 - Separador: con separador de carriles de ancho promedio 1 m.
- Av. Las Américas:
 - Longitud: 78 m.
 - Ancho de calzada: 14 m (promedio)
 - Carriles: dos carriles.
 - Separador: con separador de carriles de ancho promedio 1 m.

4.2. PROCEDIMIENTO DE LA EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO

4.2.1. FICHA DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO.

La recolección de la información para determinar la condición del pavimento rígido de la zona de estudio se desarrolló empleando fichas de campo denominado Formato de Evaluación de la Condición para Pavimentos Rígidos por unidad de muestreo (FORMATO PCI-02), Figura IV.2.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
PCI-02. CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO
EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO

I. Datos generales

Nombre del inspector :

Zona: Código de vía:

Prog. inicial: Prog final:

II. Código de fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	Losa dividida	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de vía férrea
26	Sello de junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril / Berma	37	Retracción
28	Grieta lineal	38	Descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Área > 0.45m ²)	39	Descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Área < 0.45m ²)		

III. Evaluación de la condición

Unid. de muestreo: Número de losas:

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	CANT. DE FALLA	ESQUEMA

Figura IV.2: Formato PCI-02, Evaluación de la condición por unidad de muestreo.
Fuente: Norma ASTM D 6433 - 03 con modificaciones propias.

El Formato PCI – 02 o Ficha de Inspección contempla los siguientes ítems:

I. Datos Generales: en este ítem se describe de forma general datos sobre la unidad de muestra que se está evaluando, se toma los siguientes datos:

- **Nombre del inspector:** al ser un trabajo en equipo se consideró 3 inspectores capacitados para la inspección visual, cuyos nombres fueron colocados en este cuadro.
- **Zona:** se hizo una clasificación de las zonas de estudio el cual consiste en 3 zonas, la primera es la Zona Centro, la segunda la Zona de Yanacancha Antigua y la tercera la Zona San Juan Pampa. Las Coordenadas como progresivas de estos se presenta en el Anexo I Planos.
- **Código de Vía:** se nombró a la zona de estudio con códigos de vía los que se detallan en la Tabla IV.2

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	CALLE	PROGRESIVA
CHAUPIMARCA	Z1-01	APURÍMAC	0+000 al 0+310
	Z1-02	VÍA VOLCAN	0+310 al 0+790
	Z1-03	ÓVALO CAIMPINCRUZ	0+790 al 0+860
YANACANCHA ANTIGUA	Z2-01	AV. LA CULTURA	0+860 al 1+590
SAN JUAN PAMPA	Z3-01	AV. EL MINERO	1+590 al 1+850
	Z3-02	AV. LOS PRÓCERES	1+850 al 2+430
	Z3-03	AV. LAS AMÉRICAS	2+430 al 2+508

*Tabla IV.2 Clasificación por zonas y códigos de vía de la zona de estudio.
Fuente: Elaboración Propia.*

- **Progresiva Inicial y Final:** según el plano general de la zona de estudio se colocó las progresivas de cada unidad de muestra evaluada. (Ver Anexo I PLANOS)

II. Código de fallas: en este cuadro se codifica cada falla otorgándole un número acorde con lo establecido en la norma a la que estamos basándonos.

Tabla IV.3.

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	Losa dividida	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de vía férrea
26	Sello de junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril / Berma	37	Retracción
28	Grieta lineal	38	Descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Área > 0.45m ²)	39	Descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Área < 0.45m ²)		

Tabla IV.3 Códigos de falla.

Fuente: Elaboración Propia.

III. Evaluación de la condición: en este ítem se colocan los datos netos de la inspección visual hecha a las unidades de muestra, en la que se registran los siguientes datos:

- **Unidad de Muestreo:** para empezar la inspección se divide a la zona de estudio en unidades de muestreo, en este casillero se coloca el número de unidad de muestreo que se está evaluando.
- **Número de Losas:** se coloca en este recuadro el número de losas que compone la unidad de muestreo que se está inspeccionando, siendo el número máximo 20 losas por unidad de muestreo.
- **Código de Falla:** colocar según la Tabla V.3 el código que le compete a la falla que es analizada en ese momento.
- **Severidad:** cada falla reconocida en las losas tienen 3 diferentes severidades, "L" bajo, "M" medio y "H" alto, los que son colocados en este recuadro de acuerdo a la inspección que se hace.

- **Cantidad de falla:** se coloca en este recuadro la cantidad de veces que se repite cada falla con la misma severidad en la unidad de muestreo evaluada.
- **Esquema:** aquí se dibuja un esquema de las losas que componen la unidad de muestreo, detallando en que losas se ubican las diferentes fallas encontradas.

4.2.2. INSPECCIÓN VISUAL DE LA ZONA DE ESTUDIO

A) DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO Y LEVANTAMIENTO DE DATOS

La inspección visual y levantamiento de datos de la zona de estudio se realizó con ayuda del Formato PCI-02, teniendo como objetivo el registro y medición de todas las fallas presentes en las losas analizadas.

Previo al levantamiento de datos y por motivos de trabajo seguro sin interrupción del tráfico común de la zona de estudio, se procedió a solicitar el permiso de uso de vías para su análisis con motivos académicos, el mismo que fue presentado con fecha 19 de julio de 2018 a la Honorable Municipalidad Provincial de Pasco, Figura IV.3.

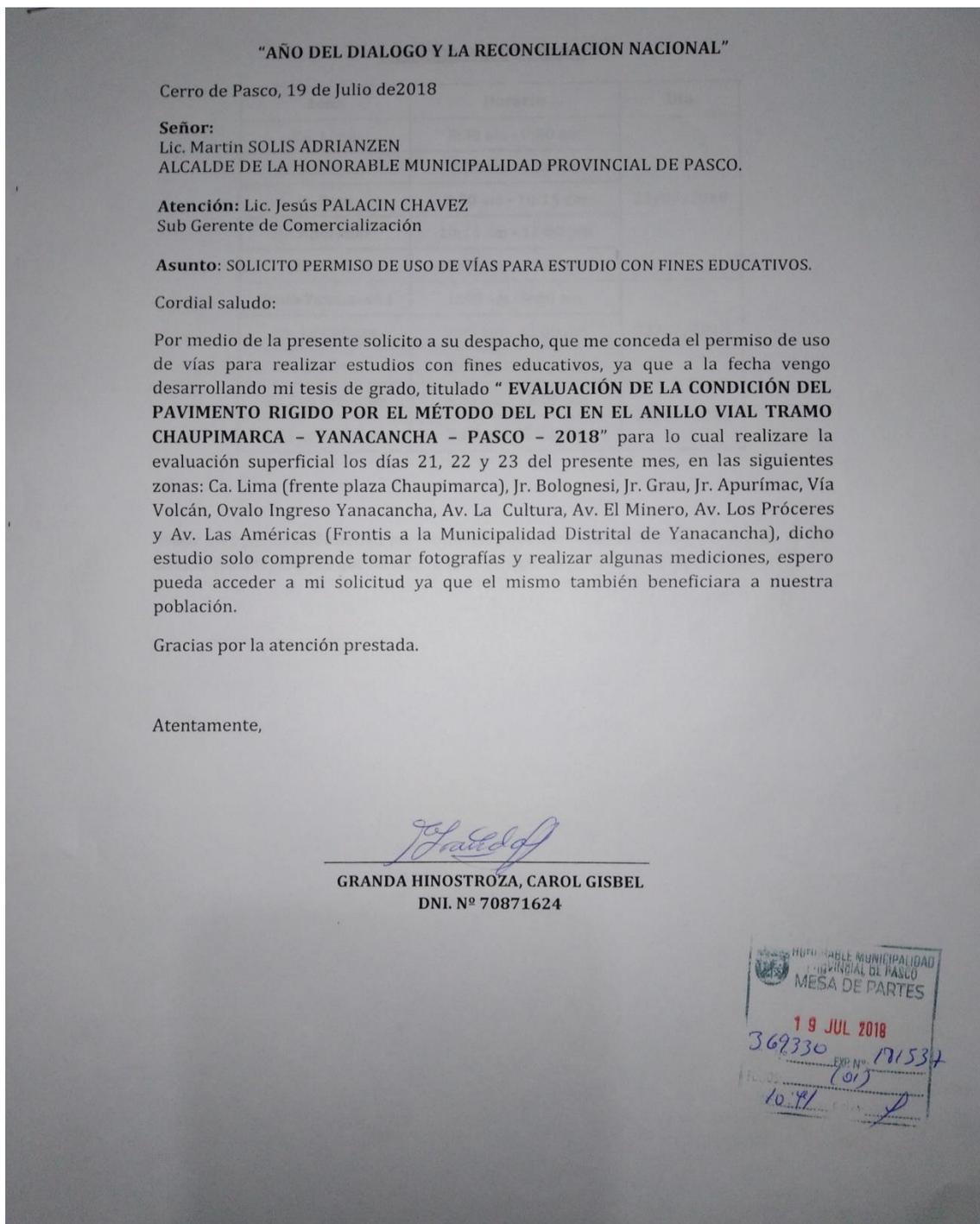


Figura IV.3 Solicitud permiso de uso de vía.
Fuente: Propia.

Una vez obtenido el permiso, se inició el procedimiento haciendo un cómputo del número de unidades de muestreo por zona, empezando del B. M. “A” (Zona Chaupimarca), de la cual se obtiene la Tabla IV.4 en la que se detalla el número de unidades de muestreo por zona.

ZONA	VÍA	UNID. DE MUESTREO	TOTAL
Chaupimarca	Z1-01	10	24
	Z1-02	12	
	Z1-03	2	
Yanacancha Antigua	Z2-01	22	22
San Juan Pampa	Z3-01	9	26
	Z3-02	15	
	Z3-03	2	
TOTAL U.M.			72

*Tabla IV.4 Unidades de Muestreo por Zonas.
Fuente: Elaboración Propia.*

Conociendo el número de unidades de muestreo por zona se inició la inspección visual y toma de datos, considerando las medidas de seguridad para el correcto desempeño de los inspectores.



*Figura IV.4 Trabajo con Conos y Cintas de Seguridad.
Fuente: Propia.*

Asimismo con la finalidad de no obstruir el tráfico común de la zona de estudio, se trabajó con la ayuda de un par de vigías, los que ayudaron con el control de tráfico para un trabajo seguro y ordenado, Figura V.5.



*Figura IV.5 Vigía controlando el tráfico durante la evaluación.
Fuente: Propia.*

Se hizo el levantamiento de datos tomando primero todas las medidas del contorno de la unidad de muestreo, con ayuda del Odómetro (Figura V.6), para esquematizarlo en el Formato PCI-02, una vez se tomaron las medidas, se continuo detallando todas las fallas presentes en cada losa, sus

severidades y su extensión por unidad de muestreo, considerando los métodos de medición que exige el ASTM D 6433-03. Todos los datos se consignaron en el Formato PCI-02.



Figura IV.6 Inspector tomando las medidas del contorno de la unidad de muestreo con ayuda de Odómetro.

Fuente: Propia

B) CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO Y LEVANTAMIENTO DE DATOS

ÍTEM	ACTIVIDAD	JULIO																								AGO.
		L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	
		9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	
1	Conteo vehicular en tres puntos estratégicos de nuestra zona de estudio	■																								
2	Procesamiento de datos del conteo vehicular para sacar el IMDA de la zona de estudio								■																	
3	Solicitud de uso de vías para análisis de uso educativo												■													
4	Aceptación de la solicitud de permiso de uso de vías												■													
5	Levantamiento de Datos de la Zona de Estudio Chaupimarca												■													
6	Levantamiento de Datos de la Zona de Estudio Yanacancha Antigua																	■								
7	Levantamiento de Datos de la Zona de Estudio San Juan Pampa																	■								■

*Tabla IV.5 Cronograma de ejecución de trabajo de campo y levantamiento de datos.
Fuente: Elaboración Propia.*

4.3. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PCI

Se detallará la aplicación de la metodología, realizando el cálculo del PCI a una unidad de muestreo seleccionada aleatoriamente, con el fin de observar el procedimiento paso a paso de cómo realizar una evaluación de la condición, cómo obtener el índice de condición PCI y conocer la condición actual de la unidad de muestra.

Se tomará como ejemplo la unidad de muestra “UM-28” de la Av. La Cultura – Zona Yanacancha Antigua. Los evaluadores identificaron las progresivas del punto de inicio y punto final de la “UM-28”, definieron las características geométricas, y posteriormente se empezó con el registro de los datos en la hoja formato PCI-02.

En la siguiente imagen se observa la evaluación de la condición por unidad de muestreo de la “UM-28”, bajo el formato de registro y aplicación de la metodología PCI, obteniendo los parámetros de evaluación, su índice de condición y la condición del estado del pavimento de la “UM-28”.

PROCESAMIENTO DE DATOS

I. Cálculo de los Valores Deducidos

N°	COD. DE FAL.	SEVERIDAD	CANT. DE F.	DENSIDAD	VAL. DEDUC.
1	22	L	1	5.00%	4.00
2	23	M	1	5.00%	15.00
3	28	L	2	10.00%	6.30
4	31	L	20	100.00%	9.40
5	32	L	17	85.00%	9.00
6	36	L	4	20.00%	4.60
7	39	M	6	30.00%	12.90
8	39	H	8	40.00%	37.40
9	0	0	0	0.00%	0.00
10	0	0	0	0.00%	0.00
11	0	0	0	0.00%	0.00
12	0	0	0	0.00%	0.00

II. Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m)

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

HDV :

37.4

Número Máximo de V.D. (m):

6.75

"m" a usar:

7

Donde:

HDV: El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i.

*Incluir las fracciones del valor que arroje "m"

III. Cálculo del "Máximo Valor Deducido Corregido" (CVD).

VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	CVD
37.4	15.0	12.9	9.4	9.0	6.3	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	94.60	7	46.40
37.4	15.0	12.9	9.4	9.0	6.3	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	92.00	6	47.00
37.4	15.0	12.9	9.4	9.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	87.70	5	47.90
37.4	15.0	12.9	9.4	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	80.70	4	46.30
37.4	15.0	12.9	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	73.30	3	47.00
37.4	15.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	62.40	2	46.00
37.4	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	49.40	1	49.40
											0.00		
											0.00		
											0.00		
											0.00		
											0.00		
MÁX CDV:											49.40		

IV. Cálculo del PCI de la Unidad de Muestreo

$$PCI = 100 - MÁX CDV$$

Índice de Condición del Pavimento (PCI):

50.6

Condición del Pavimento:

REGULAR

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

Figura IV.7 Ejemplo de la aplicación de la metodología PCI en la UM-28.
Fuente: Propia

Los parámetros de evaluación encontrados en la unidad de muestra "UM-28" de la Av. La Cultura, fueron los siguientes:

- Se encontraron 7 tipos de fallas, las cuales fueron: Pandeo, Grieta de Esquina, Grieta Lineal, Pulimiento de Agregados, Popouts, Desconchamiento y Descascaramiento de Junta.
- Las severidades que presentaron estos 7 tipos de fallas fueron :
 - Low (L, Bajo): Pandeo, Grieta Lineal, Pulimiento de Agregados, Popouts y Desconchamiento, que se encontraron en las 20 losas analizadas.
 - Medium (M, Medio): Grieta de Esquina y Descascaramiento de Junta.
 - High (H, Alto): Descascaramiento de Junta
- La extensión que tuvo cada tipo de falla se encontraba presente en las 20 diferentes losas analizadas en la presente unidad de muestreo.

A continuación de este procedimiento los pasos que se siguieron para realizar la evaluación de la condición fueron los que se describen en el Capítulo II MARCO TEÓRICO ítem 2.2.5, que nos explica que para la evaluación se procede a realizar 4 etapas de procedimiento, los que se aplicaron a la "UM-28" de la siguiente manera:

- Se determinó el valor deducido para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas y tablas denominadas "valor deducido de falla". Las tablas se encuentran en el Anexo II CURVAS DE VALORES DEDUCIDOS.
- Una vez obtenidos los valores deducidos, identificamos los valores mayores a "2,0", la metodología PCI menciona que si encontráramos uno o ningún valor mayor a "2,0", no es necesario hacer una corrección de los valores deducidos y el cálculo del PCI sería deduciendo el "total de los

valores deducidos”, de lo contrario se procede a corregir los valores deducidos para encontrar el “máximo valor deducido corregido”.

- En el caso de la unidad de muestra “UM-28”, se puede observar que existen 7 valores mayores a “2,0”, además de que para el análisis se toma en cuenta el valor de “q” que es el máximo número de valores deducidos.
- Los valores deducidos individuales se ubicaran de manera descendente en cada fila, una vez realizado esto, se sumarán para obtener el “valor deducido total (VDT)”.
- En la siguiente fila se reduce a “2,0” el menor de los valores deducidos individuales, se repite este paso hasta que el “q” sea igual a “1” como se observa en el desarrollo de la unidad de muestra “UM-28”.
- Una vez reducidos los valores deducidos individuales, obtenidos los valores deducidos totales, e identificado los “q” hasta “1”. Se prosigue a encontrar el valor deducido corregido por cada “valor deducido total (VDT)”. Estos valores se obtienen de la curva de valores deducidos corregidos que se encuentra en el Anexo III CURVA DE VALOR DEDUCIDO CORREGIDO.
- El siguiente paso es encontrar el máximo valor deducido corregido (Máx. VDC). En la unidad de muestra “UM-28” se puede observar que es “49,40”.
- El cálculo del índice de condición PCI, es mediante la fórmula $(100 - \text{Máx. VDC})$. Para esta unidad de muestra se tiene que el $\text{PCI} = 50,60$.
- Finalmente obtenemos un PCI de 50,60, según la escala de clasificación PCI, le corresponde una condición de estado de pavimento: Regular.

La aplicación del método se llevó a cabo con la debida capacitación y con apoyo de personal con experiencia en evaluación de pavimentos.

Se recolecto información bajo los formatos del PCI, se identificaron las fallas de las vías teniendo en cuenta los 03 parámetros de evaluación. Posteriormente la información fue procesada en hojas de cálculo programadas para encontrar el valor del PCI por cada unidad de muestra. En los ítems siguientes se presentaran los resultados obtenidos de la evaluación realizada en las vías de estudio.

V. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La presentación de resultados se efectuara por zonas las que a continuación se detalla.

5.1. EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN LA ZONA CHAUPIMARCA

5.1.1. DESCRIPCIÓN PRELIMINAR.

La zona de estudio denominada Zona Chaupimarca está compuesta por 3 calles, descritas sus longitudes y denominaciones en la Tabla V.1, cada una con dos carriles sin separación y haciendo una longitud total de 860 m, dentro de las cuales se tiene un total de 24 unidades de muestreo.

Se inicia la evaluación en la intersección entre Intersección entre Jr. 2 de Mayo y Jr. Grau (B.M. "A") que es considerado como la progresiva 0+000, se evaluó esta zona en tres partes las que componen cada calle detalladas en los Ítems Código de Vía y Calle de la Tabla V.1.

En la siguiente figura se muestra la zona de estudio:



Figura V.1 Zona de Estudio Z1 – Chaupimarca.

Fuente: Google Earth

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	CALLE	PROGRESIVA	UNID. DE MUESTREO
CHAUPIMARCA	Z1-01	APURÍMAC	0+000 al 0+310	10
	Z1-02	VÍA VOLCAN	0+310 al 0+790	12
	Z1-03	ÓVALO CAIMPINCRUZ	0+790 al 0+860	2

Tabla V.1 Unidades de Muestreo Zona Z1 - Chaupimarca.

Fuente: Elaboración Propia.

5.1.2. ANÁLISIS DE LA ZONA

La evaluación superficial del pavimento rígido de la Zona Z1 Chaupimarca fue mediante la aplicación de la metodología “Pavement Condition Index” (PCI) aplicados a cada una de las 24 unidades de muestreo tal como se describió en el ítem 4.3, separados en tres vías.

Los resultados serán presentados bajo los indicadores de la metodología PCI, los cuales son: parámetros de evaluación, índice de condición, y condición del pavimento; y que son presentados en los siguientes ítems.

A. ANÁLISIS DE LA Z1- CHAUPIMARCA VÍA Z1-01 (Ca. APURÍMAC)

RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS DE LA EVALUACIÓN

En la tabla V.2, se observa los datos computados por tipo de falla, severidad y cantidad de falla que se levantó en campo, para luego procesarlo y obtener el PCI de la Zona 1 (Chaupimarca) Vía Z1-01 (Ca. Apurímac).

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	TIPO DE FALLA		SEVERIDAD		
				H	M	L
Z1	Z1-01	21	Pandeo	0	0	1
		22	Grieta de esquina	5	16	0
		23	Losa dividida	12	7	2
		24	Grieta de durabilidad "D"	0	2	1
		25	Escala	0	0	3
		26	Sello de junta	0	86	0
		27	Desnivel Carril / Berma	6	0	0
		28	Grieta lineal	5	49	2
		29	Parche Grande (Área > 0.45m ²)	15	2	0
		30	Parche Pequeño (Área < 0.45m ²)	0	0	0
		31	Pulimento de Agregados	134	12	0

	32	Popouts	0	41	0
	33	Bombeo	0	0	0
	34	Punzonamiento	0	0	0
	35	Cruce de vía férrea	0	0	0
	36	Desconchamiento	0	0	0
	37	Retracción	0	0	0
	38	Descascaramiento de esquina	8	27	5
	39	Descascaramiento de junta	6	12	13

Tabla V.2 Resultados de los parámetros de evaluación levantados en campo.

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla V.3 se muestra el cómputo del número de losas que presentan cada tipo de falla.

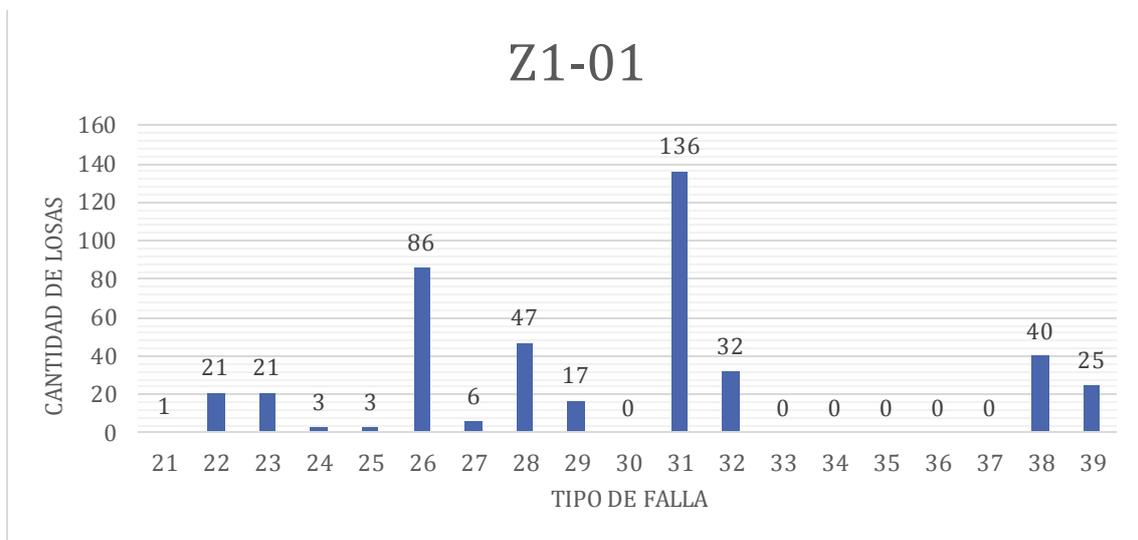
ZONA	CÓDIGO DE VÍA	TIPO DE FALLA	CANT. DE LOSAS
Z1	Z1-01	21 Pandeo	1
		22 Grieta de esquina	21
		23 Losa dividida	21
		24 Grieta de durabilidad "D"	3
		25 Escala	3
		26 Sello de junta	86
		27 Desnivel Carril / Berma	6
		28 Grieta lineal	47
		29 Parche Grande (Área > 0.45m ²)	17
		30 Parche Pequeño (Área < 0.45m ²)	0
		31 Pulimento de Agregados	136
		32 Popouts	32
		33 Bombeo	0
		34 Punzonamiento	0
		35 Cruce de vía férrea	0
		36 Desconchamiento	0
		37 Retracción	0
		38 Descascaramiento de esquina	40
		39 Descascaramiento de junta	25

Tabla V.3 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla.

Fuente: Elaboración Propia.

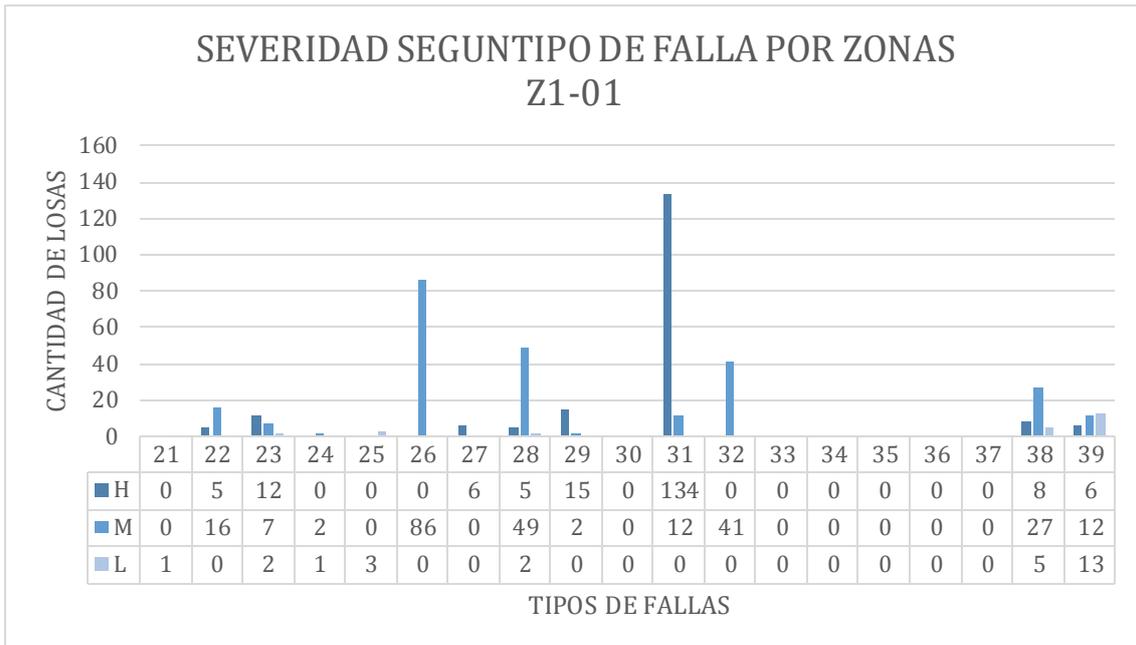
De los datos presentados en la Tabla V.3, se realizó una comparación entre la Cantidad de Losas por tipo de Falla que se muestra en el Gráfico V.1, con el fin de notar cual es el tipo de falla que es más frecuente en la Zona Z1-01.

Los resultados que arroja la Gráfica V.1 nos muestra que la falla más frecuente es la Falla 31 Pulimiento de Agregados, la que está presente en 136 losas de las 10 Unidades de Muestreo evaluadas en esta Zona; seguidos de la Falla 26 Sello en Junta, que está presente en 86 losas, asimismo se muestra que no se registraron las fallas de tipo 33 Bombeo, 34 Punzonamiento, 35 Cruce de Vía Férrea, 36 Desconchamiento y 37 Retracción.



*Gráfico V.1 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla.
Fuente: Elaboración Propia.*

De los datos computados en la tabla V.2 se pudo obtener la Grafica V.2, la cual muestra las cantidades de losas por tipo de falla y severidad que se presentan en las 10 Unidades de muestreo presentes en la zona Z1-01.



*Gráfico V.2 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla y severidad.
Fuente: Elaboración Propia.*

Los resultados que arroja la Gráfica V.2 nos muestra que la falla más frecuente es la Falla 31 Pulimiento de Agregados de severidad Alta (H), la que está presente en 134 losas, seguidos de la Falla 26 Sello en Junta de severidad Media (M) que está presente en 86 losas.

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA ZONA Z1-01

Una vez obtenidos los parámetros de evaluación en las 10 unidades de muestreo de la Ca. Apurímac, se realizó la aplicación de la metodología Pavement Condition Index (PCI), para encontrar su índice de condición y así conocer la condición en el que se encuentran. Se elaboró la Tabla V.4 en la que se presenta los resultados del análisis.

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	UND DE MUESTRA	PCI	CONDICIÓN	PCI DE LA ZONA	CONDICIÓN DE LA ZONA
Z1	Z1-01	UM-01	50,6	REGULAR	43,06	REGULAR
Z1	Z1-01	UM-02	49	REGULAR		
Z1	Z1-01	UM-03	41	REGULAR		
Z1	Z1-01	UM-04	36,6	MALO		
Z1	Z1-01	UM-05	40,5	REGULAR		
Z1	Z1-01	UM-06	51,6	REGULAR		
Z1	Z1-01	UM-07	16	MUY MALO		
Z1	Z1-01	UM-08	44,8	REGULAR		
Z1	Z1-01	UM-09	50	REGULAR		
Z1	Z1-01	UM-10	50,5	REGULAR		

Tabla V.4: Resultados del Índice de Condición de la Z1-01 Ca. Apurímac.

Fuente: Elaboración Propia.

Por lo que se computa en la Tabla V.4, el Índice de la Condición del Pavimento Rígidos de la Zona Z1-01 es de **43,6**, según este índice se le otorga una clasificación de **REGULAR**.

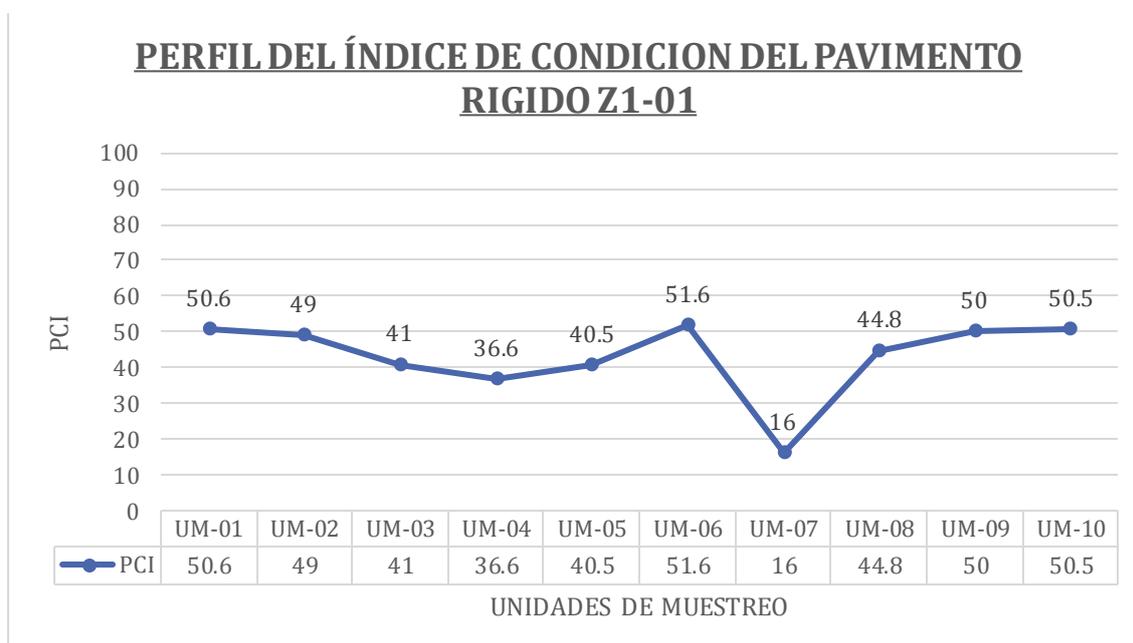


Gráfico V.3 Perfil de los PCI obtenidos por cada unidad de muestreo de la zona Z1-01.

Fuente: Elaboración Propia.

En la gráfica V.3 se muestra los resultados del PCI por cada unidad de muestreo de la zona Z1-01, en la que podemos observar que el máximo PCI

obtenido es de 51,6 en la UM-06 que lo clasifica como una condición REGULAR, asimismo el mínimo valor de PCI es de 16 en la UM-07 que está clasificado como una condición MUY MALO.

De igual forma de la Tabla V.4 se logró computar los datos para determinar cuál es la condición de pavimento más frecuente en la Zona Z1-01, la que se muestra en la Grafica V.4.

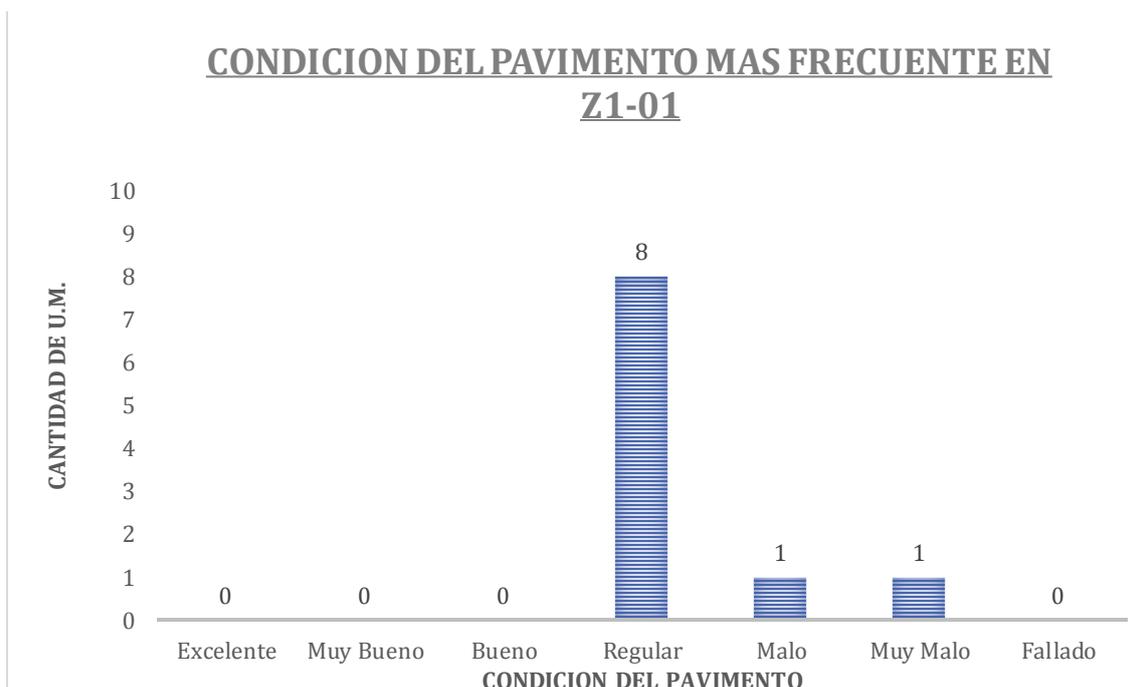


Gráfico V.4 Estado de pavimento más frecuente en la zona Z1-01.
Fuente: Elaboración Propia.

En la gráfica V.4, se muestra que la condición de pavimento más frecuente es el de REGULAR que está presente en 8 unidades de muestreo de la Zona Z1-01.

B. ANÁLISIS DE LA Z1- CHAUPIMARCA VÍA Z1-02 (VÍA VOLCAN)

RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS DE LA EVALUACIÓN

En la tabla V.5, se observa los datos computados por tipo de falla, severidad y Cantidad de falla que se levantó en campo, para luego procesarlo y obtener el PCI de la Zona 1 (Chaupimarca) Vía Z1-02 (Vía Volcan).

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	TIPO DE FALLA		SEVERIDAD		
				H	M	L
Z1	Z1-02	21	Pandeo	0	7	17
		22	Grieta de esquina	5	16	4
		23	Losa dividida	4	5	2
		24	Grieta de durabilidad "D"	0	11	3
		25	Escala	0	0	0
		26	Sello de junta	0	11	0
		27	Desnivel Carril / Berma	0	0	0
		28	Grieta lineal	3	39	4
		29	Parche Grande (Área > 0.45m ²)	6	8	0
		30	Parche Pequeño (Área < 0.45m ²)	0	0	0
		31	Pulimento de Agregados	201	0	0
		32	Popouts	8	1	0
		33	Bombeo	0	0	0
		34	Punzonamiento	0	0	0
		35	Cruce de vía férrea	0	0	0
		36	Desconchamiento	2	8	38
		37	Retracción	0	16	0
		38	Descascaramiento de esquina	0	18	9
		39	Descascaramiento de junta	0	32	12

Tabla V.5 Resultados de los parámetros de evaluación levantados en campo de la Z1-02.

Fuente: Elaboración Propia.

En la Tabla V.6 se muestra el cómputo de la cantidad de losas que presentan cada tipo de falla.

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	TIPO DE FALLA		CANT. DE LOSAS
Z1	Z1-02	21	Pandeo	24
		22	Grieta de esquina	25
		23	Losa dividida	11
		24	Grieta de durabilidad "D"	14
		25	Escala	0
		26	Sello de junta	3
		27	Desnivel Carril / Berma	0
		28	Grieta lineal	49
		29	Parche Grande (Área > 0.45m ²)	17
		30	Parche Pequeño (Área < 0.45m ²)	0
		31	Pulimento de Agregados	201
		32	Popouts	9
		33	Bombeo	0
		34	Punzonamiento	0
		35	Cruce de vía férrea	0
		36	Desconchamiento	48

	37	Retracción	9
	38	Descascaramiento de esquina	27
	39	Descascaramiento de junta	56

Tabla V.6 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla de la Z1-02.

Fuente: Elaboración Propia.

De los datos presentados en la Tabla V.6, se realizó una comparación entre la Cantidad de Losas por tipo de Falla que se muestra en el Gráfico V.5, con el fin de notar cual es el tipo de falla que es más frecuente en la Zona Z1-02.

Los resultados que arroja la Gráfica V.5 nos muestra que la falla más frecuente es la Falla 31 Pulimiento de Agregados, la que está presente en 201 losas de las 12 Unidades de Muestreo evaluadas en esta Zona; seguidos de la Falla 36 Desconchamiento, que está presente en 48 losas, asimismo se muestra que no se registraron las fallas de tipo 25 Escala, 27 Desnivel Carril/Berma, 30 Parche Pequeño, 33 Bombeo, 34 Punzonamiento y 35 Cruce de Vía Férrea.

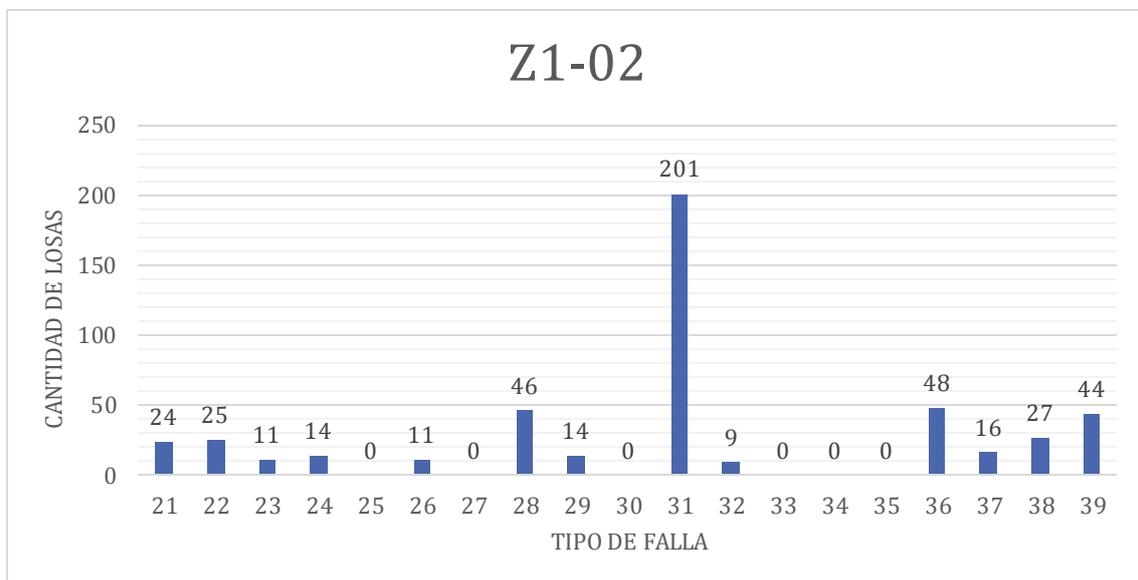
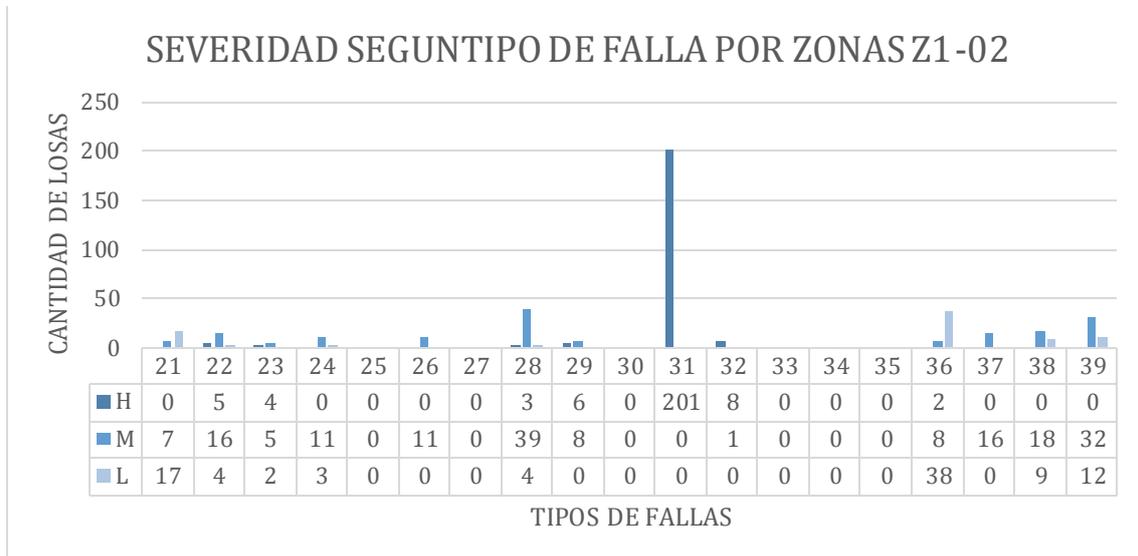


Gráfico V.5 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla.

Fuente: Elaboración Propia.

De los datos computados en la tabla V.5 se pudo obtener la Grafica V.6, la cual muestra las cantidades de losas por tipo de falla y severidad que se presentan en las 12 Unidades de muestreo presentes en la zona Z1-01.



*Gráfico V.6 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla y severidad.
Fuente: Elaboración Propia.*

Los resultados que arroja la Gráfica V.6 nos muestra que la falla más frecuente es la Falla 31 Pulimiento de Agregados de severidad Alta (H), la que está presente en 201 losas, seguidos de la Falla 28 Grieta Lineal severidad Media (M) que está presente en 39 losas.

ÍNDICE DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA ZONA Z1-02

Una vez obtenidos los parámetros de evaluación en las 12 unidades de muestreo de la Vía Volcan, se realizó la aplicación de la metodología Pavement Condition Index (PCI), para encontrar su índice de condición y así conocer la condición en el que se encuentran. Se elaboró la Tabla V.7 en la que se presenta los resultados del análisis.

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	UND DE MUESTRA	PCI	CONDICIÓN	PCI DE LA ZONA	CONDICIÓN DE LA ZONA
Z1	Z1-02	UM-11	50.5	REGULAR	50,98	REGULAR
Z1	Z1-02	UM-12	40.5	REGULAR		
Z1	Z1-02	UM-13	54	BUENO		
Z1	Z1-02	UM-14	73.9	MUY BUENO		
Z1	Z1-02	UM-15	51.6	REGULAR		
Z1	Z1-02	UM-16	32	MALO		
Z1	Z1-02	UM-17	31.7	MALO		
Z1	Z1-02	UM-18	69	BUENO		
Z1	Z1-02	UM-19	55.2	BUENO		
Z1	Z1-02	UM-20	55.4	BUENO		
Z1	Z1-02	UM-21	49	REGULAR		
Z1	Z1-02	UM-22	49	REGULAR		

Tabla V.7 Resultados del Índice de Condición de la Z1-02 Vía Volcan.

Fuente: Elaboración Propia.

Por lo que se computa en la tabla V.7, el Índice de la Condición del Pavimento Rígidos de la Zona Z1-02 es de **50,98**, según este índice se le otorga una clasificación de **REGULAR**.

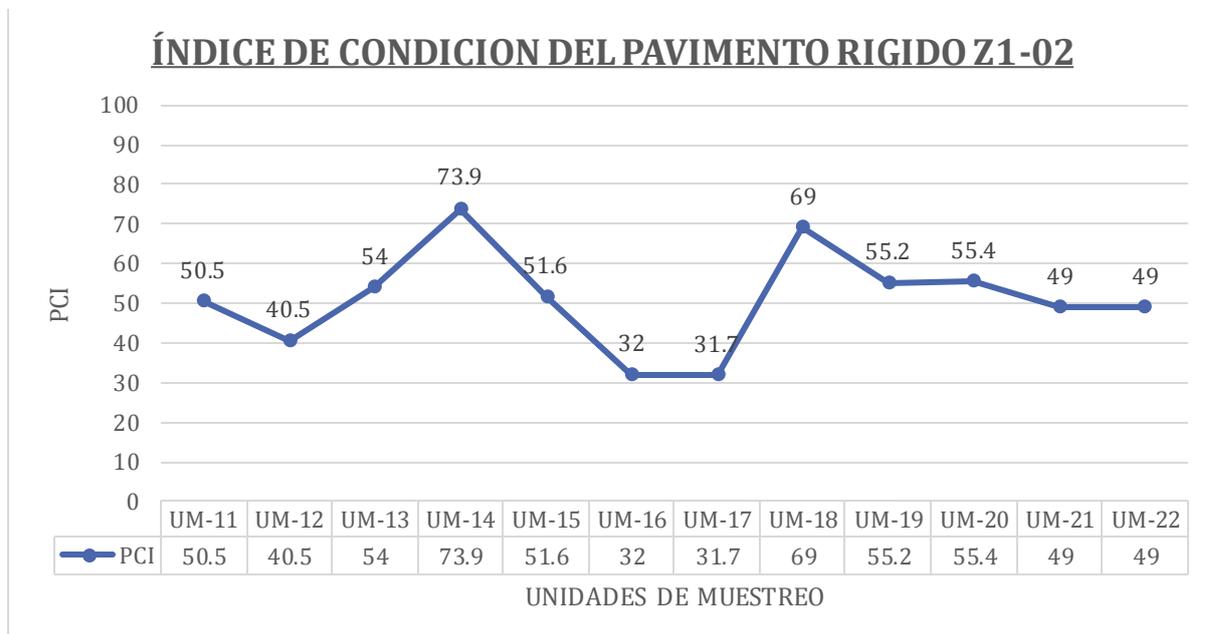
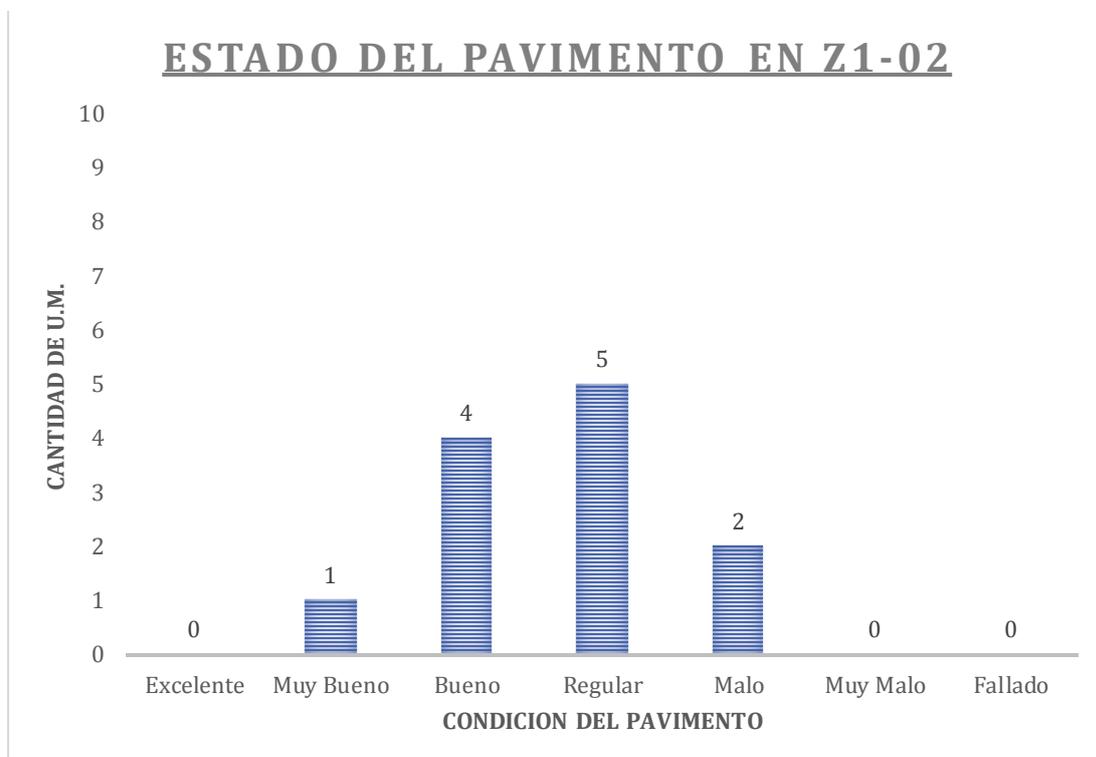


Gráfico V.7 Perfil de los PCI obtenidos por cada unidad de muestreo de la zona Z1-02.

Fuente: Elaboración Propia.

En la gráfica V.7 se muestra los resultados del PCI por cada unidad de muestreo de la zona Z1-02, en la que podemos observar que el máximo PCI obtenido es de 73,9 en la UM-14 que lo clasifica como una condición de MUY BUENO, asimismo el mínimo valor de PCI es de 31,7 en la UM-17 que está clasificado como una condición de MALO.

De igual forma de la Tabla V.7 se logró computar los datos para determinar cuál es la condición de pavimento más frecuente en la Zona Z1-02, la que se muestra en la Grafica V.8.



*Gráfico V.8 Condición de pavimento más frecuente en la zona Z1-02.
Fuente: Elaboración Propia.*

En la gráfica V.8 se muestra que la condición de los pavimentos más frecuente es el de REGULAR que está presente en 5 unidades de muestreo de la Zona Z1-02.

C. ANÁLISIS DE LA Z1- CHAUPIMARCA VÍA Z1-03 (OVALO CAIMPINCRUZ)

RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS DE LA EVALUACIÓN

En la tabla V.8, se observa los datos computados por tipo de falla, severidad y Cantidad de falla que se levantó en campo, para luego procesarlo y obtener el PCI de la Zona 1 (Chaupimarca) Vía Z1-03 (Ov. Caimpincruz).

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD		
			H	M	L
Z1	Z1-03	21 Pandeo	0	0	0
		22 Grieta de esquina	4	0	0
		23 Losa dividida	0	3	0
		24 Grieta de durabilidad "D"	0	0	0
		25 Escala	0	6	0
		26 Sello de junta	0	0	0
		27 Desnivel Carril / Berma	0	0	0
		28 Grieta lineal	1	0	0
		29 Parche Grande (Área > 0.45m ²)	0	0	0
		30 Parche Pequeño (Área < 0.45m ²)	0	0	0
		31 Pulimento de Agregados	20	8	0
		32 Popouts	0	0	0
		33 Bombeo	0	0	0
		34 Punzonamiento	0	0	0
		35 Cruce de vía férrea	0	0	0
		36 Desconchamiento	0	8	9
		37 Retracción	0	0	6
		38 Descascaramiento de esquina	0	9	0
		39 Descascaramiento de junta	0	17	0

Tabla V.8 Resultados de los parámetros de evaluación levantados en campo de la Z1-03.

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla V.9 se muestra el cómputo de la cantidad de losas que presentan cada tipo de falla.

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	TIPO DE FALLA		CANT. DE LOSAS
Z1	Z1-03	21	Pandeo	0
		22	Grieta de esquina	4
		23	Losa dividida	3
		24	Grieta de durabilidad "D"	0
		25	Escala	6
		26	Sello de junta	0
		27	Desnivel Carril / Berma	0
		28	Grieta lineal	1
		29	Parche Grande (Área > 0.45m ²)	0
		30	Parche Pequeño (Área < 0.45m ²)	0
		31	Pulimento de Agregados	28
		32	Popouts	0
		33	Bombeo	0
		34	Punzonamiento	0
		35	Cruce de vía férrea	0
		36	Desconchamiento	17
		37	Retracción	6
		38	Descascaramiento de esquina	9
		39	Descascaramiento de junta	17

Tabla V.9 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla de la Z1-03.

Fuente: Elaboración Propia.

De los datos presentados en la Tabla V.9, se realizó una comparación entre la Cantidad de Losas por tipo de Falla que se muestra en el Gráfico V.9, con el fin de notar cual es el tipo de falla que es más frecuente en la Zona Z1-03.

Los resultados que arroja la Gráfica V.9 nos muestra que la falla más frecuente es la Falla 31 Pulimiento de Agregados, la que está presente en 28 losas de las 2 Unidades de Muestreo evaluadas en esta Zona; seguidos de la Falla 36 Desconchamiento y 39 Descascaramiento de Junta, que ambas están presente en 17 losas, asimismo se muestra que no se registraron las fallas de tipo 21 Pandeo, 24 Grieta de Durabilidad, 26 Sello de Junta, 27 Desnivel Carril/Berma, 29 Parche Grande, 30 Parche Pequeño, 32 Popouts, 33 Bombeo, 34 Punzonamiento y 35 Cruce de Vía Férrea.

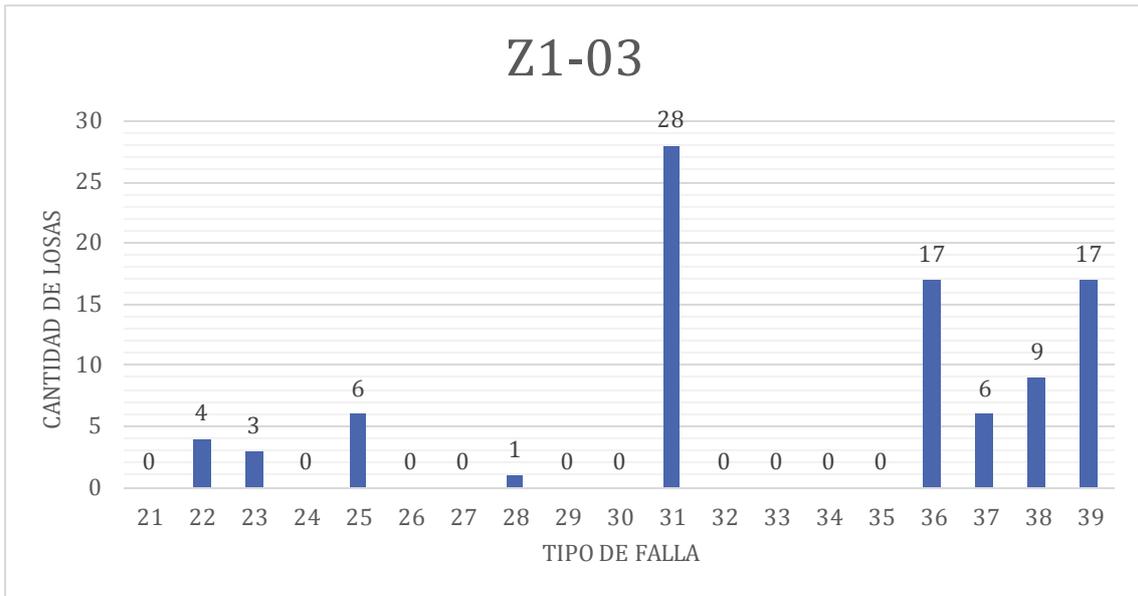


Gráfico V.9 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla.
Fuente: Elaboración Propia.

De los datos computados en la tabla V.8 se pudo obtener la Grafica V.10, la cual muestra las cantidades de losas por tipo de falla y severidad que se presentan en las 2 Unidades de muestreo presentes en la zona Z1-03.

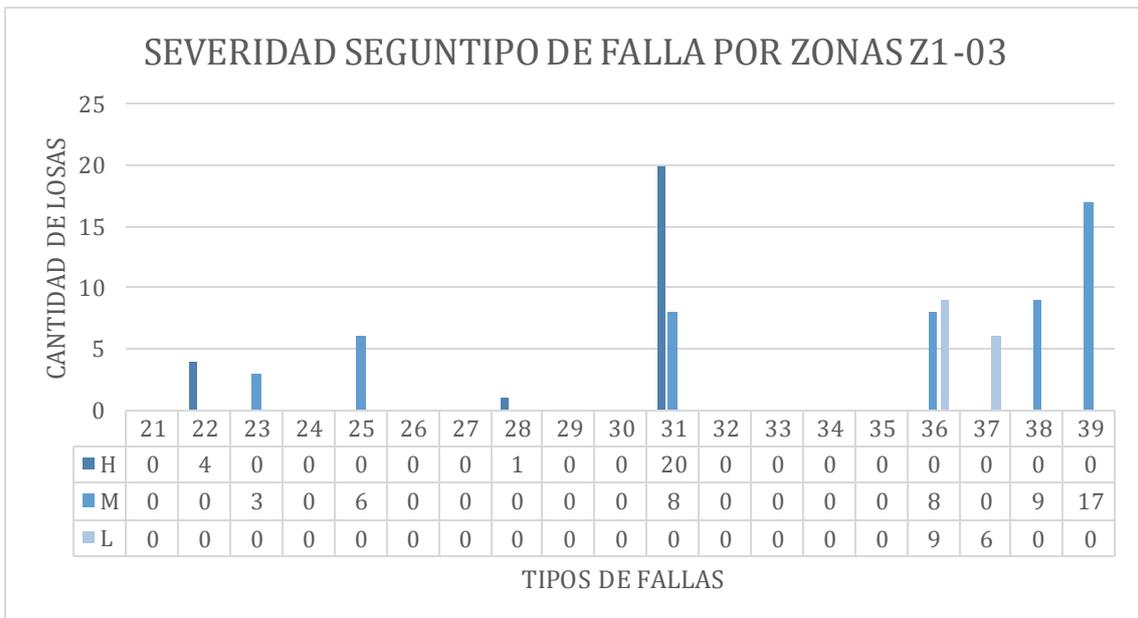


Gráfico V.10 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla y severidad.
Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados que arroja la Gráfica V.10 nos muestra que la falla más frecuente es la Falla 31 Pulimiento de Agregados de severidad Alta (H), la que está presente en 20 losas, seguidos de la Falla 39 Descascaramiento de Junta severidad Media (M) que está presente en 17 losas.

ÍNDICE DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA ZONA Z1-03

Una vez obtenidos los parámetros de evaluación en las 2 unidades de muestreo del Ovalo Caimpincruz, se realizó la aplicación de la metodología Pavement Condition Index (PCI), para encontrar su índice de condición y así conocer la condición en el que se encuentran. Se elaboró la tabla V.10 en la que se presenta los resultados del análisis.

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	UND DE MUESTRA	PCI	CONDICIÓN	PCI DE LA ZONA	CONDICIÓN DE LA ZONA
Z1	Z1-03	UM-23	47.7	REGULAR	44,75	REGULAR
Z1	Z1-03	UM-24	41.8	REGULAR		

Tabla V.10 Resultados del Índice de Condición de la Z1-03 Ovalo Caimpincruz.

Fuente: Elaboración Propia.

Por lo que se computa en la tabla V.10, el Índice de la Condición del Pavimento Rígidos de la Zona Z1-02 es de **44,75**, según este índice se le otorga una clasificación de **REGULAR**.

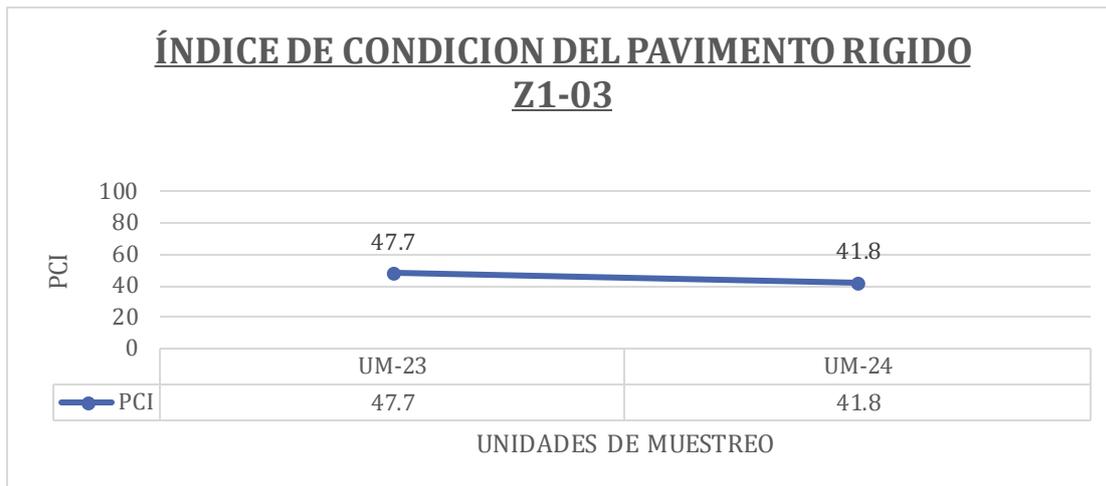


Gráfico V.11 Perfil de los PCI obtenidos por cada unidad de muestreo de la zona Z1-03.
Fuente: Elaboración Propia.

En la gráfica V.10 se muestra los resultados del PCI por cada unidad de muestreo de la zona Z1-03, en la que podemos observar que el máximo PCI obtenido es de 47,7 en la UM-23 que lo clasifica como una condición de REGULAR, asimismo el mínimo valor de PCI es de 41,8 en la UM-24 que está clasificado como una condición de REGULAR.

De igual forma de la Tabla V.10 se logró computar los datos para determinar cuál es la condición de los pavimentos más frecuente en la Zona Z1-03, la que se muestra en la Grafica V.12.

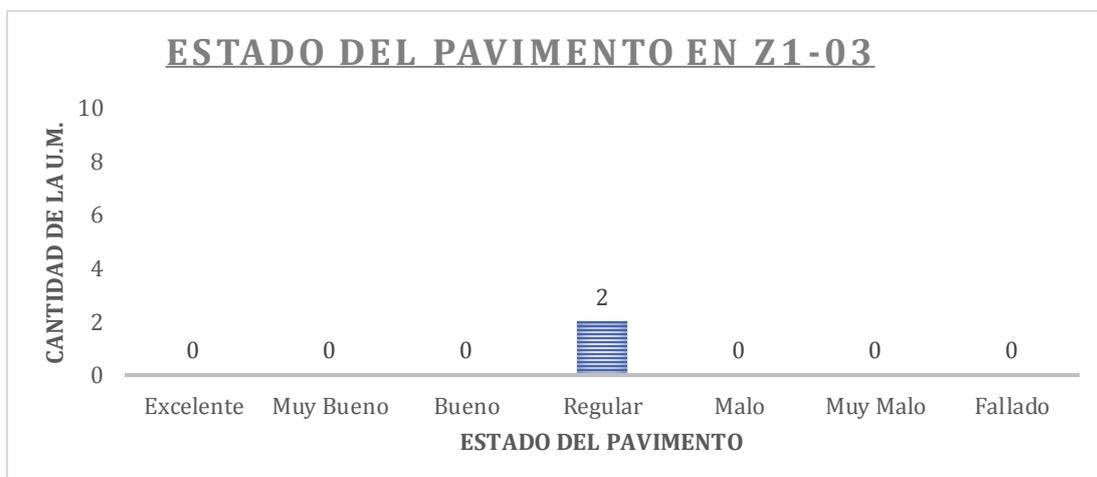


Gráfico V.12 Estado de pavimento más frecuente en la zona Z1-03.
Fuente: Elaboración Propia.

En la gráfica V.12 se muestra que la condición de los pavimentos más frecuente es el REGULAR que está presente en 2 unidades de muestreo de la Zona Z1-03.

5.1.3. RESULTADOS DEL PCI Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO DE LA ZONA 1 - CHAUPIMARCA

En la tabla V.11 se muestra el resumen de los resultados del índice de Condición y estado del pavimento rígido de las 3 zonas que componen la Z1 - Chaupimarca con la finalidad de obtener el PCI General de la Zona Z1 - Chaupimarca.

ZONA	CÓD. DE VÍA	UM	PCI	CONDICIÓN	PCI DE LA ZONA	CONDICIÓN DE LA ZONA	PCI GENERAL	CONDICIÓN GENERAL
Z1	Z1-01	UM-01	50.6	REGULAR	43,06	REGULAR	46,26	REGULAR
Z1	Z1-01	UM-02	49	REGULAR				
Z1	Z1-01	UM-03	41	REGULAR				
Z1	Z1-01	UM-04	36.6	MALO				
Z1	Z1-01	UM-05	40.5	REGULAR				
Z1	Z1-01	UM-06	51.6	REGULAR				
Z1	Z1-01	UM-07	16	MUY MALO				
Z1	Z1-01	UM-08	44.8	REGULAR				
Z1	Z1-01	UM-09	50	REGULAR				
Z1	Z1-01	UM-10	50.5	REGULAR				
Z1	Z1-02	UM-11	50.5	REGULAR	50,98	REGULAR		
Z1	Z1-02	UM-12	40.5	REGULAR				
Z1	Z1-02	UM-13	54	BUENO				
Z1	Z1-02	UM-14	73.9	MUY BUENO				
Z1	Z1-02	UM-15	51.6	REGULAR				
Z1	Z1-02	UM-16	32	MALO				
Z1	Z1-02	UM-17	31.7	MALO				
Z1	Z1-02	UM-18	69	BUENO				
Z1	Z1-02	UM-19	55.2	BUENO				
Z1	Z1-02	UM-20	55.4	BUENO				
Z1	Z1-02	UM-21	49	REGULAR	44,75	REGULAR		
Z1	Z1-02	UM-22	49	REGULAR				
Z1	Z1-03	UM-23	47.7	REGULAR				
Z1	Z1-03	UM-24	41.8	REGULAR				

Tabla V.11 Resultados del Índice de Condición de la Z1 Chaupimarca.

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados de la tabla V.11 nos dicen que el Índice de Condición de pavimento de la Zona 1 Chaupimarca es de **46,26**, lo que lo clasifica como **REGULAR**.

5.2. EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN LA ZONA YANACANCHA ANTIGUA

5.2.1. DESCRIPCIÓN PRELIMINAR.

La zona de estudio denominada Zona Yanacancha Antigua está compuesta por 1 calles, se describe sus longitudes y denominación en la Tabla V.12, la que un solo carril, en la que se evaluó un total de 22 unidades de muestreo.

Se inicia la evaluación en la Progresiva 0+860 que es la culminación del Ov. Caimpincruz y el Inicio de la Av. La cultura, Culminando en la progresiva 1+590 que es la intersección entre la Av. La Cultura y la Av. El Minero, en la Tabla V.12 se detalla el código de Vía y Calle que compone la Zona Z1.

En la siguiente figura se muestra la zona de estudio:



Figura V.2 Zona de Estudio Z2 – Yanacancha Antigua.

Fuente: Google Earth

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	CALLE	PROGRESIVA	UNID. DE MUESTREO
YANACANCHA ANTIGUA	Z2-01	AV. LA CULTURA	0+860 al 1+590	22

Tabla V.12 Unidades de Muestreo Zona Z2- Yanacancha Antigua.

Fuente: Elaboración Propia.

5.2.2. ANÁLISIS DE LA ZONA

La evaluación superficial del pavimento rígido de la Zona Z2 Yanacancha Antigua fue mediante la aplicación de la metodología “Pavement Condition Index” (PCI) aplicados a cada una de las 22 unidades de muestreo tal como se describió en el ítem 4.3, constituido por una sola vía.

Los resultados serán presentados bajo los indicadores de la metodología PCI, los cuales son: parámetros de evaluación, índice de condición, y condición del pavimento; y que son presentados en los siguientes ítems.

RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS DE LA EVALUACIÓN

En la tabla V.13, se observa los datos computados por tipo de falla, severidad y Cantidad de falla que se levantó en campo, para luego procesarlo y obtener el PCI de la Zona 2 (Yanacancha Antigua) Vía Z2-01 (Av. La Cultura).

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD		
			H	M	L
Z2	Z2-01	21 Pandeo	0	0	0
		22 Grieta de esquina	55	19	8
		23 Losa dividida	189	13	2
		24 Grieta de durabilidad "D"	1	13	1
		25 Escala	0	0	0
		26 Sello de junta	0	0	0
		27 Desnivel Carril / Berma	0	0	0
		28 Grieta lineal	21	31	15
		29 Parche Grande (Área > 0.45m ²)	5	9	0
		30 Parche Pequeño (Área < 0.45m ²)	1	0	0
		31 Pulimento de Agregados	73	99	44
		32 Popouts	2	32	113
		33 Bombeo	0	0	8

	34	Punzonamiento	0	0	2
	35	Cruce de vía férrea	0	0	0
	36	Desconchamiento	0	5	48
	37	Retracción	0	2	4
	38	Descascaramiento de esquina	0	31	8
	39	Descascaramiento de junta	17	62	12

Tabla V.13 Resultados de los parámetros de evaluación levantados en campo.

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 5.V4 se muestra el cómputo del número de losas que presentan cada tipo de falla.

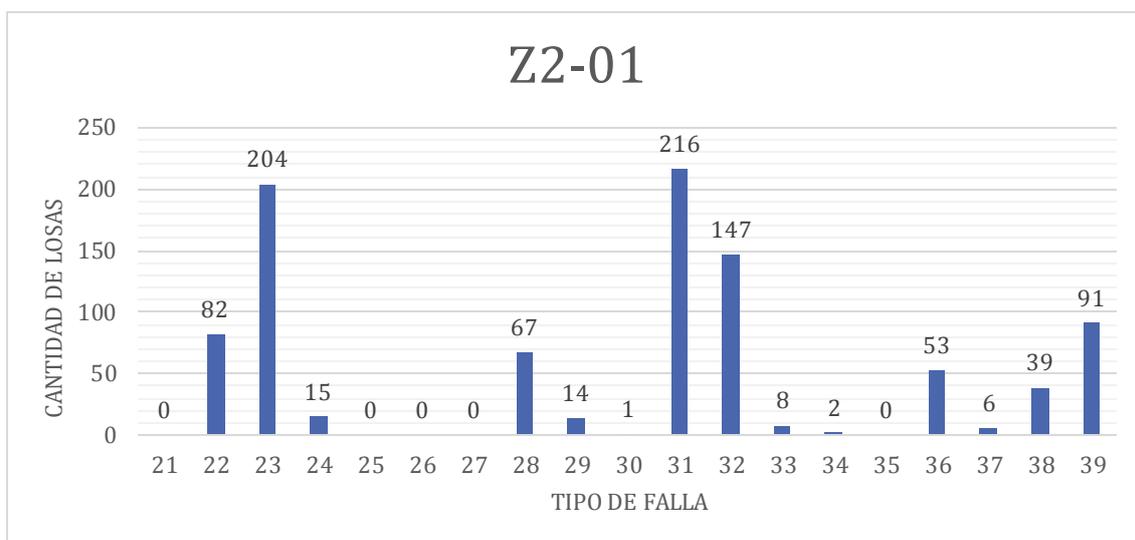
ZONA	CÓDIGO DE VÍA	TIPO DE FALLA	NUMERO DE LOSAS	
Z2	Z2-01	21	Pandeo	0
		22	Grieta de esquina	82
		23	Losa dividida	204
		24	Grieta de durabilidad "D"	15
		25	Escala	0
		26	Sello de junta	0
		27	Desnivel Carril / Berma	0
		28	Grieta lineal	67
		29	Parche Grande (Área > 0.45m ²)	14
		30	Parche Pequeño (Área < 0.45m ²)	1
		31	Pulimento de Agregados	216
		32	Popouts	147
		33	Bombeo	8
		34	Punzonamiento	2
		35	Cruce de vía férrea	0
		36	Desconchamiento	53
		37	Retracción	6
	38	Descascaramiento de esquina	39	
	39	Descascaramiento de junta	91	

Tabla V.14 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla.

Fuente: Elaboración Propia.

De los datos presentados en la Tabla V.14, se realizó una comparación entre la Cantidad de Losas por tipo de Falla que se muestra en el Gráfico V.13, con el fin de notar cual es el tipo de falla que es más frecuente en la Zona Z2-01.

Los resultados que arroja la Gráfica V.13 nos muestra que la falla más frecuente es la Falla 31 Pulimiento de Agregados, la que está presente en 216 losas de las 22 Unidades de Muestreo evaluadas en esta Zona; seguidos de la Falla 23 Losa Dividida, que está presente en 204 losas, asimismo se muestra que no se registraron las fallas de tipo 21 Pandeo, 25 Escala, 26 Sello de Junta, 27 Desnivel Carril/Berma y 35 Cruce de Vía Férrea.



*Gráfico V.13 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla.
Fuente: Elaboración Propia.*

De los datos computados en la tabla V.12 se pudo obtener la Gráfica V.14, la cual muestra las cantidades de losas por tipo de falla y severidad que se presentan en las 22 Unidades de muestreo presentes en la zona Z2-01.

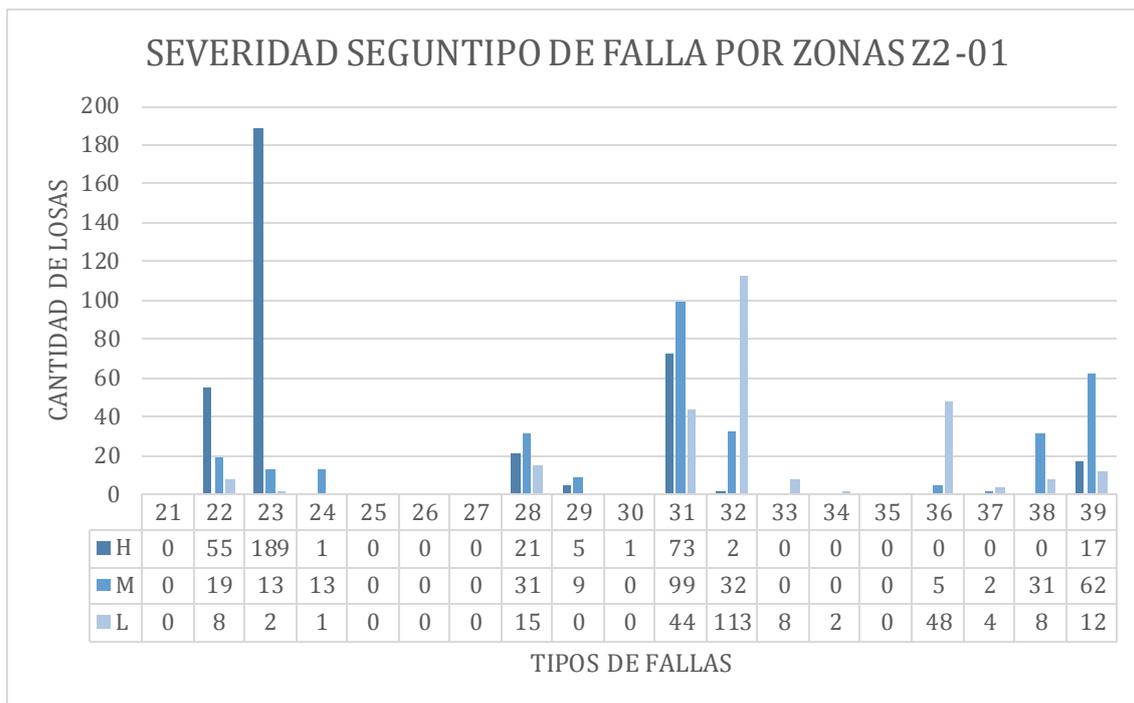


Gráfico V.14 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla y severidad.
Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados que arroja la Gráfica V.14 nos muestra que la falla más frecuente es la Falla 23 Losa Dividida de severidad Alta (H), la que está presente en 189 losas, seguidos de la Falla 32 Popouts de severidad Baja (L) que está presente en 113 losas.

5.2.3. RESULTADOS DEL PCI Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO DE LA ZONA 2 YANACANCHA ANTIGUA

Una vez obtenidos los parámetros de evaluación en las 22 unidades de muestreo de la Av. La Cultura, se realizó la aplicación de la metodología Pavement Condition Index (PCI), para encontrar su índice de condición y así conocer la condición en el que se encuentran. Se elaboró la tabla V.14 en la que se presenta los resultados del análisis.

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	UND DE MUESTRA	PCI	CONDICIÓN	PCI DE LA ZONA	CONDICIÓN DE LA ZONA
Z2	Z2-01	UM-25	60,7	BUENO	22,23	MUY MALO
Z2	Z2-01	UM-26	45	REGULAR		
Z2	Z2-01	UM-27	43,2	REGULAR		
Z2	Z2-01	UM-28	50,6	REGULAR		
Z2	Z2-01	UM-29	15,7	MUY MALO		
Z2	Z2-01	UM-30	28,8	MALO		
Z2	Z2-01	UM-31	9	FALLADO		
Z2	Z2-01	UM-32	14,3	MUY MALO		
Z2	Z2-01	UM-33	17	MUY MALO		
Z2	Z2-01	UM-34	2	FALLADO		
Z2	Z2-01	UM-35	14,3	MUY MALO		
Z2	Z2-01	UM-36	17,5	MUY MALO		
Z2	Z2-01	UM-37	25	MALO		
Z2	Z2-01	UM-38	8	FALLADO		
Z2	Z2-01	UM-39	21	MUY MALO		
Z2	Z2-01	UM-40	28	MALO		
Z2	Z2-01	UM-41	12,5	MUY MALO		
Z2	Z2-01	UM-42	12,5	MUY MALO		
Z2	Z2-01	UM-43	20	MUY MALO		
Z2	Z2-01	UM-44	14	MUY MALO		
Z2	Z2-01	UM-45	16,1	MUY MALO		
Z2	Z2-01	UM-46	13,75	MUY MALO		

Tabla V.15 Resultados del Índice de Condición de la Z2-01 Av. La Cultura.

Fuente: Elaboración Propia.

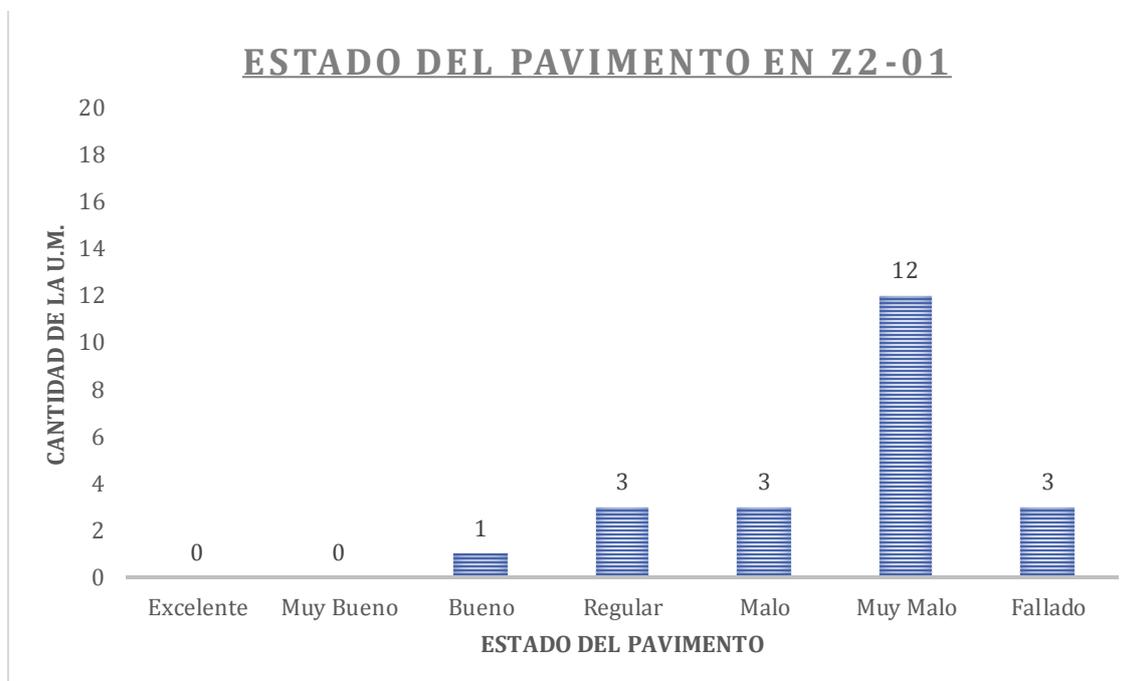
Por lo que se computa en la tabla V.15, el Índice de la Condición del Pavimento Rígidos de la Zona Z2-01 es de **22,23**, según este índice se le otorga una clasificación de **MUY MALO**.



Gráfico V.15 Perfil de los PCI obtenidos por cada unidad de muestreo de la zona Z2-01.
Fuente: Elaboración Propia.

En la gráfica V.15 se muestra los resultados del PCI por cada unidad de muestreo de la zona Z2-01, en la que podemos observar que el máximo PCI obtenido es de 60,7 en la UM-25 que lo clasifica como una condición de BUENO, asimismo el mínimo valor de PCI es de 2 en la UM-34 que está clasificado como una condición de FALLADO.

De igual forma de la Tabla V.15 se logró computar los datos para determinar cuál es la condición de los pavimentos más frecuente en la Zona Z2-01, la que se muestra en la Gráfica V.16.



*Gráfico V.16 Estado de pavimento más frecuente en la zona Z2-01.
Fuente: Elaboración Propia.*

En la gráfica V.16, se muestra que una condición de los pavimentos más frecuente es el MUY MALO que está presente en 12 unidades de muestreo de la Zona Z2-01.

5.3. EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN LA SAN JUAN PAMPA

5.3.1. DESCRIPCIÓN PRELIMINAR.

La zona de estudio denominada Zona San Juan Pampa está compuesta por 3 calles, de las que se describe en la Tabla V.16 sus longitudes y denominaciones, cada una con dos carriles con separación por Berma Central, en estas se evaluó un total de 26 unidades de muestreo.

Se inicia la evaluación en la intersección entre Intersección entre Av. La Cultura y la Av. El Minero que es la progresiva 1+590, culminando en la intersección de la Av. Las Américas con la Av. 6 de Diciembre (B.M. "B") que es la progresiva 2+508

En la siguiente figura se muestra la zona de estudio:



Figura V.3 Zona de Estudio Z3 San Juan Pampa.

Fuente: Google Earth

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	CALLE	PROGRESIVA	UNID. DE MUESTREO
SAN JUAN PAMPA	Z3-01	AV. EL MINERO	1+590 al 1+850	9
	Z3-02	AV. LOS PRÓCERES	1+850 al 2+430	15
	Z3-03	AV. LAS AMÉRICAS	2+430 al 2+508	1

Tabla V.16 Unidades de Muestreo Zona Z3 San Juan Pampa.

Fuente: Elaboración Propia.

5.3.2. ANÁLISIS DE LA ZONA

La evaluación superficial del pavimento rígido de la Zona Z1 Chaupimarca fue mediante la aplicación de la metodología "Pavement Condition Index" (PCI) aplicados a cada una de las 24 unidades de muestreo tal como se describió en el ítem 4.3, separados en tres vías.

Los resultados serán presentados bajo los indicadores de la metodología PCI, los cuales son: parámetros de evaluación, índice de condición, y condición del pavimento; y que son presentados en los siguientes ítems.

A. ANÁLISIS DE LA Z3-SAN JUAN PAMPA VÍA Z3-01 (AV. EL MINERO)

RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS DE LA EVALUACIÓN

En la tabla V.16, se observa los datos computados por tipo de falla, severidad y Cantidad de falla que se levantó en campo, para luego procesarlo y obtener el PCI de la Zona 3 (San Juan Pampa) Vía Z3-01 (Av. El Minero).

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD		
			H	M	L
Z3	Z3-01	21 Pandeo	0	0	10
		22 Grieta de esquina	19	7	0
		23 Losa dividida	70	12	3
		24 Grieta de durabilidad "D"	0	1	0
		25 Escala	0	0	0
		26 Sello de junta	0	0	0
		27 Desnivel Carril / Berma	1	0	0
		28 Grieta lineal	12	31	2
		29 Parche Grande (Área > 0.45m ²)	4	0	0

	30	Parche Pequeño (Área < 0.45m ²)	0	0	0
	31	Pulimento de Agregados	36	53	5
	32	Popouts	11	22	25
	33	Bombeo	0	0	0
	34	Punzonamiento	0	0	2
	35	Cruce de vía férrea	0	0	0
	36	Desconchamiento	0	0	6
	37	Retracción	0	0	10
	38	Descascaramiento de esquina	0	0	5
	39	Descascaramiento de junta	13	28	14

Tabla V.17 Resultados de los parámetros de evaluación levantados en campo.

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla V.18 se muestra el cómputo de la cantidad de losas que presentan cada tipo de falla.

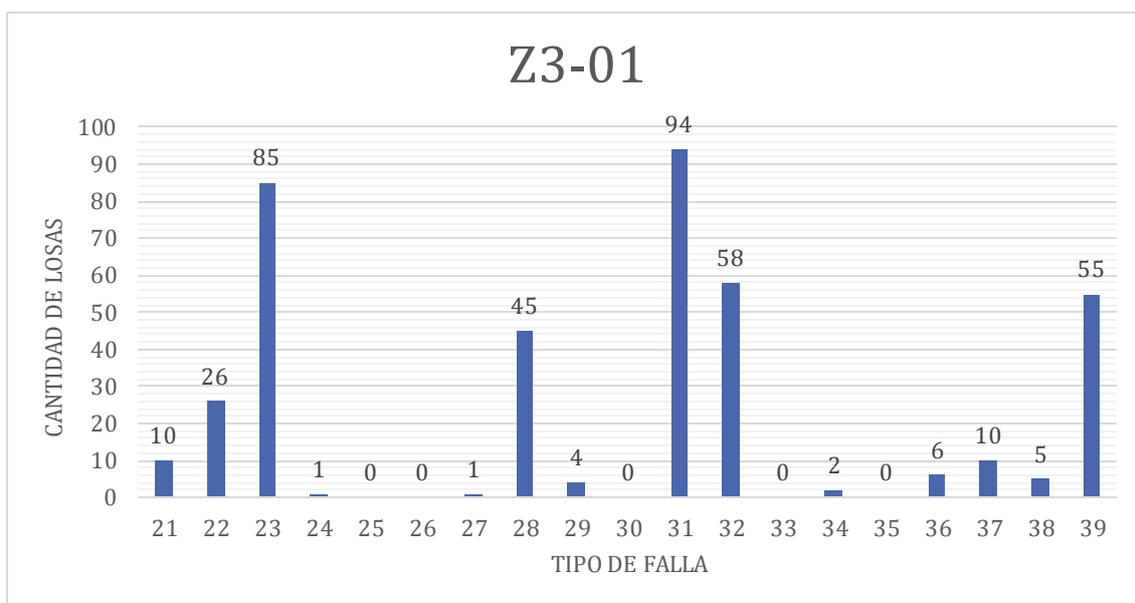
ZONA	CÓDIGO DE VÍA	TIPO DE FALLA	CANT. DE LOSAS
Z3	Z3-01	21 Pandeo	10
		22 Grieta de esquina	26
		23 Losa dividida	85
		24 Grieta de durabilidad "D"	1
		25 Escala	0
		26 Sello de junta	0
		27 Desnivel Carril / Berma	1
		28 Grieta lineal	45
		29 Parche Grande (Área > 0.45m ²)	4
		30 Parche Pequeño (Área < 0.45m ²)	0
		31 Pulimento de Agregados	94
		32 Popouts	58
		33 Bombeo	0
		34 Punzonamiento	2
		35 Cruce de vía férrea	0
		36 Desconchamiento	6
		37 Retracción	10
38 Descascaramiento de esquina	5		
39 Descascaramiento de junta	55		

Tabla V.18 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla.

Fuente: Elaboración Propia.

De los datos presentados en la Tabla V.18, se realizó una comparación entre la Cantidad de Losas por tipo de Falla que se muestra en el Gráfico V.17, con el fin de notar cual es el tipo de falla que es más frecuente en la Zona Z3-01.

Los resultados que arroja la Gráfica V.17 nos muestra que la falla más frecuente es la Falla 31 Pulimiento de Agregados, la que está presente en 94 losas de las 9 Unidades de Muestreo evaluadas en esta Zona; seguidos de la Falla 23 Losa Dividida, que está presente en 85 losas, asimismo se muestra que no se registraron las fallas de tipo 25 Escala, 26 Sello de Junta, 30 Parche Pequeño, 33 Bombeo y 35 Cruce de Vía Férrea.



*Gráfico V.17 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla.
Fuente: Elaboración Propia.*

De los datos computados en la tabla V.17 se pudo obtener la Gráfica V.18, la cual muestra las cantidades de losas por tipo de falla y severidad que se presentan en las 09 Unidades de muestreo presentes en la zona Z3-01.

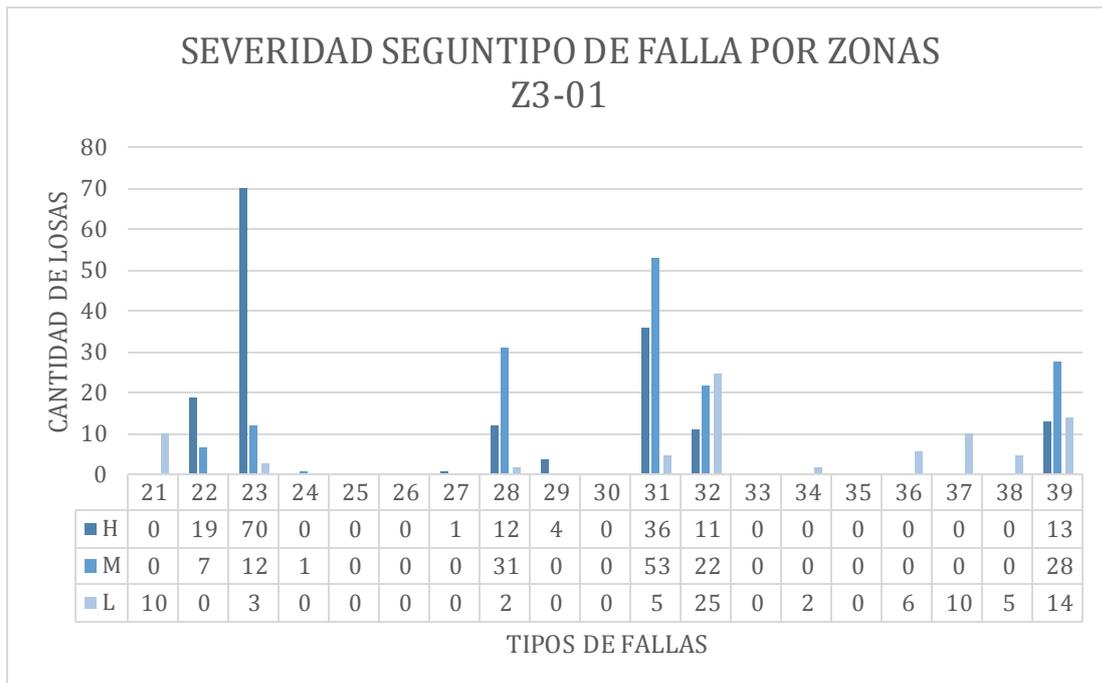


Gráfico V.18 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla y severidad.
Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados que arroja la Gráfica V.18 nos muestra que la falla más frecuente es la Falla 23 Sello en Junta de severidad Alta (H), la que está presente en 70 losas, seguidos de la Falla 31 Pulimiento de Agregados de severidad Media (M) que está presente en 53 losas.

ÍNDICE DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA ZONA Z3-01

Una vez obtenidos los parámetros de evaluación en las 09 unidades de muestreo de la Av. El Minero, se realizó la aplicación de la metodología Pavement Condition Index (PCI), para encontrar su índice de condición y así conocer la condición en la que se encuentran. Se elaboró la Tabla V.19 en la que se presenta los resultados del análisis.

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	UND DE MUESTRA	PCI	CONDICIÓN	PCI DE LA ZONA	CONDICIÓN DE LA ZONA
Z3	Z3-01	UM-47	15,1	MUY MALO	15,86	MUY MALO
Z3	Z3-01	UM-48	10,8	MUY MALO		
Z3	Z3-01	UM-49	9,5	FALLADO		
Z3	Z3-01	UM-50	9,7	FALLADO		
Z3	Z3-01	UM-51	30,7	MALO		
Z3	Z3-01	UM-52	28	MALO		
Z3	Z3-01	UM-53	13	MUY MALO		
Z3	Z3-01	UM-54	9,9	FALLADO		
Z3	Z3-01	UM-55	16	MUY MALO		

Tabla V.19 Resultados del Índice de Condición de la Z3-01 Av. El Minero.

Fuente: Elaboración Propia.

Por lo que se computa en la tabla V.19, el Índice de la Condición del Pavimento Rígidos de la Zona Z3-01 es de **15,86**, según este índice se le otorga una clasificación de **MUY MALO**.

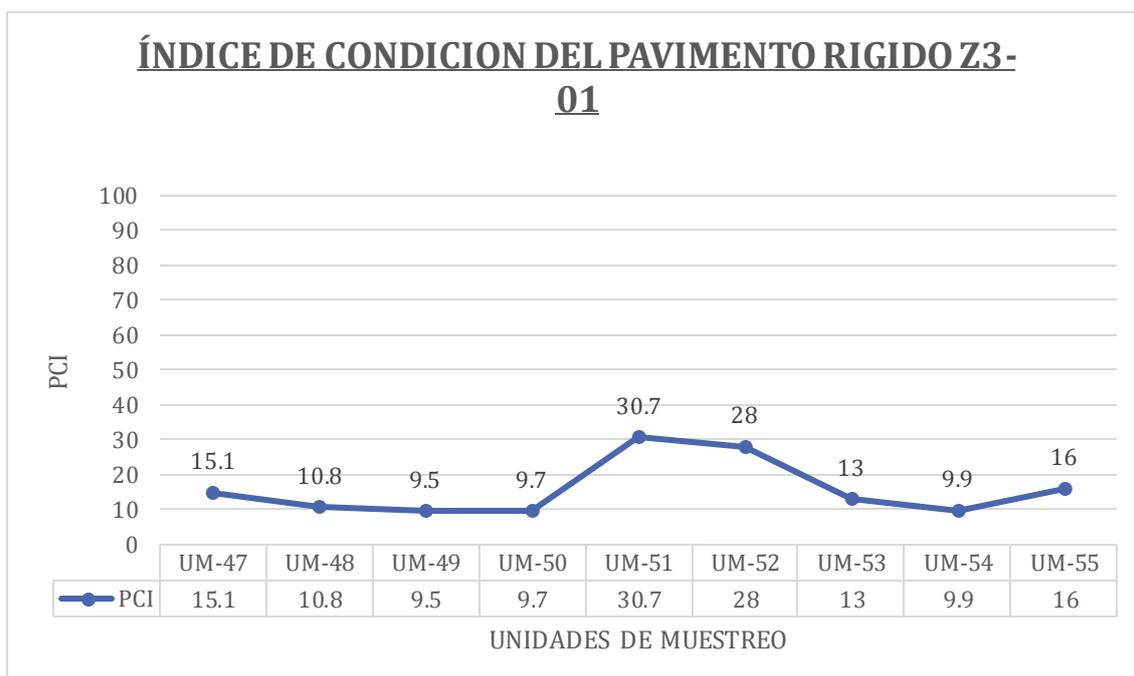


Gráfico V.19 Perfil de los PCI obtenidos por cada unidad de muestreo de la zona Z3-01.

Fuente: Elaboración Propia.

En la gráfica V.19 se muestra los resultados del PCI por cada unidad de muestreo de la zona Z3-01, en la que podemos observar que el máximo PCI

obtenido es de 30,7 en la UM-51 que lo clasifica como una condición de MALO, asimismo el mínimo valor de PCI es de 9,5 en la UM-49 que está clasificado como una condición de FALLADO.

De igual forma de la Tabla V.17 se logró computar los datos para determinar cuál es la condición de pavimento más frecuente en la Zona Z3-01, la que se muestra en la Grafica V.19.

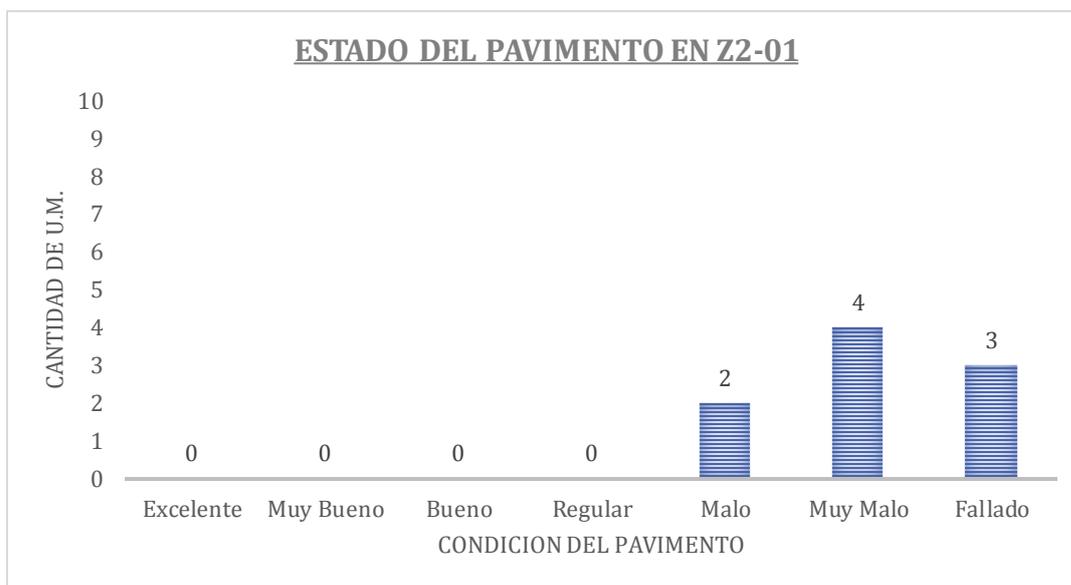


Gráfico V.20 Condición de pavimento más frecuente en la zona Z3-01.
Fuente: Elaboración Propia.

En la gráfica V.20, se muestra que la condición de pavimento más frecuente es el MUY MALO que está presente en 4 unidades de muestreo de la Zona Z3-01.

B. ANÁLISIS DE LA Z3- SAN JUAN PAMPA VÍA Z3-02 (AV. LOS PRÓCERES)

RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS DE LA EVALUACIÓN

En la tabla V.20, se observa los datos computados por tipo de falla, severidad y Cantidad de falla que se levantó en campo, para luego procesarlo y obtener el PCI de la Zona 3 (San Juan Pampa) Vía Z3-02 (Av. Los Próceres).

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD		
			H	M	L
Z3	Z3-02	21 Pandeo	0	1	0
		22 Grieta de esquina	11	4	2
		23 Losa dividida	80	13	6
		24 Grieta de durabilidad "D"	1	0	0
		25 Escala	0	0	0
		26 Sello de junta	0	0	0
		27 Desnivel Carril / Berma	0	0	0
		28 Grieta lineal	15	3	3
		29 Parche Grande (Área > 0.45m ²)	33	1	0
		30 Parche Pequeño (Área < 0.45m ²)	0	0	0
		31 Pulimento de Agregados	162	19	0
		32 Popouts	53	29	0
		33 Bombeo	0	0	0
		34 Punzonamiento	0	0	2
		35 Cruce de vía férrea	0	0	0
		36 Desconchamiento	47	0	6
		37 Retracción	0	2	11
		38 Descascaramiento de esquina	0	0	4
		39 Descascaramiento de junta	18	50	0

Tabla V.20 Resultados de los parámetros de evaluación levantados en campo de la Z3-02.
Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla V.21 se muestra el cómputo del número de losas que presentan cada tipo de falla.

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	TIPO DE FALLA	NUMERO DE LOSAS
Z3	Z3-02	21 Pandeo	1
		22 Grieta de esquina	17
		23 Losa dividida	99
		24 Grieta de durabilidad "D"	1
		25 Escala	0
		26 Sello de junta	0
		27 Desnivel Carril / Berma	0
		28 Grieta lineal	21
		29 Parche Grande (Área > 0.45m ²)	34
		30 Parche Pequeño (Área < 0.45m ²)	0
		31 Pulimento de Agregados	181
		32 Popouts	82
		33 Bombeo	0

	34	Punzonamiento	2
	35	Cruce de vía férrea	0
	36	Desconchamiento	53
	37	Retracción	13
	38	Descascaramiento de esquina	4
	39	Descascaramiento de junta	68

Tabla V.21 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla de la Z3-02.

Fuente: Elaboración Propia.

De los datos presentados en la Tabla V.20, se realizó una comparación entre la Cantidad de Losas por tipo de Falla que se muestra en el Gráfico V.20, con el fin de notar cual es el tipo de falla que es más frecuente en la Zona Z2-02.

Los resultados que arroja la Gráfica V.20 nos muestra que la falla más frecuente es la Falla 31 Pulimiento de Agregados, la que está presente en 181 losas de las 15 Unidades de Muestreo evaluadas en esta Zona; seguidos de la Falla 23 Losa Dividida, que está presente en 99 losas, asimismo se muestra que no se registraron las fallas de tipo 25 Escala, 26 Sello en Junta, 27 Desnivel Carril/Berma, 30 Parche Pequeño, 33 Bombeo y 35 Cruce de Vía Férrea.

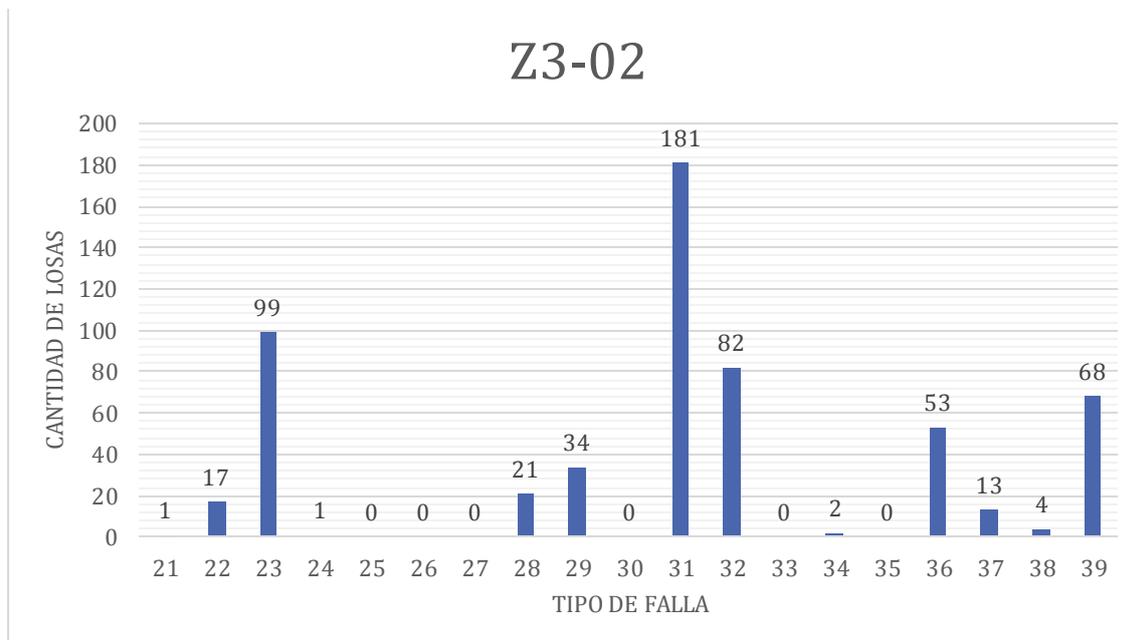


Gráfico V.21 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla.

Fuente: Elaboración Propia.

De los datos computados en la tabla V.20 se pudo obtener la Gráfica V.22, la cual muestra las cantidades de losas por tipo de falla y severidad que se presentan en las 15 Unidades de muestreo presentes en la zona Z3-02.

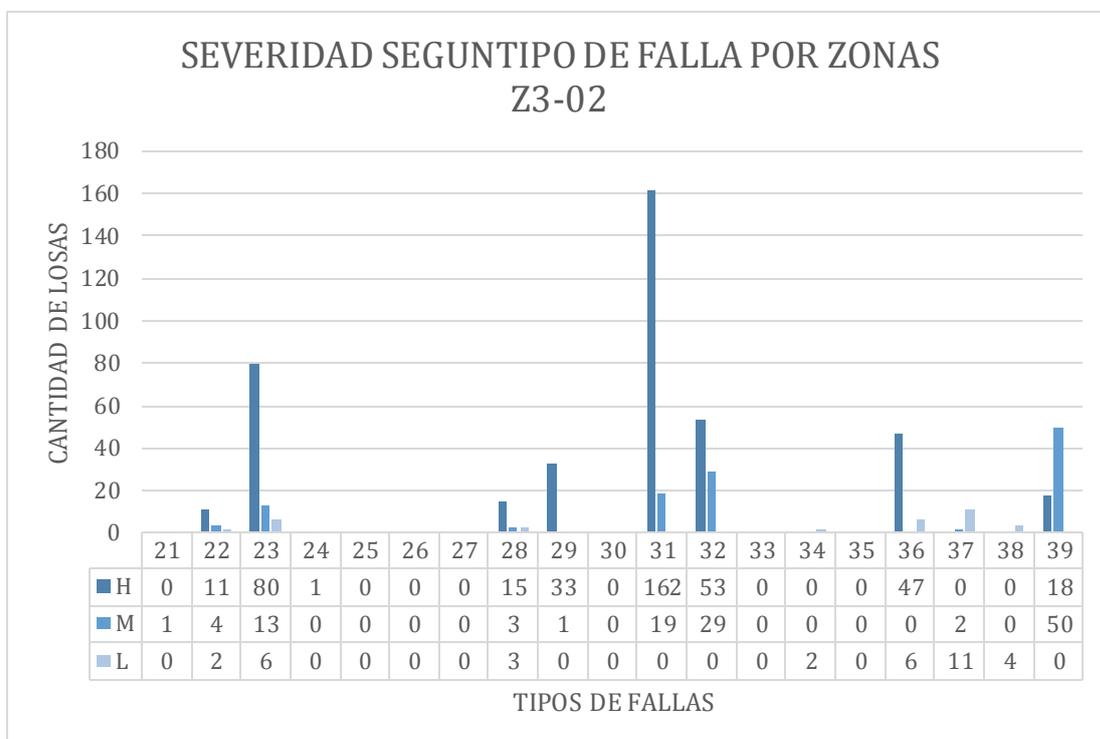


Gráfico V.22 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla y severidad.
Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados que arroja la Gráfica V.22 nos muestra que la falla más frecuente es la Falla 31 Pulimiento de Agregados de severidad Alta (H), la que está presente en 162 losas, seguidos de la Falla 23 Losa Dividida de severidad Alta (H) que está presente en 80 losas.

ÍNDICE DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA ZONA Z3-02

Una vez obtenidos los parámetros de evaluación en las 15 unidades de muestreo de la Av. Los Próceres, se realizó la aplicación de la metodología Pavement Condition Index (PCI), para encontrar su índice de condición y así

conocer la condición en la que se encuentran. Se elaboró la tabla V.20 en la que se presenta los resultados del análisis.

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	UND DE MUESTRA	PCI	CONDICIÓN	PCI DE LA ZONA	CONDICIÓN DE LA ZONA
Z3	Z3-02	UM-56	13,6	MUY MALO	28,09	MALO
Z3	Z3-02	UM-57	12	MUY MALO		
Z3	Z3-02	UM-58	39,5	REGULAR		
Z3	Z3-02	UM-59	44	BUENO		
Z3	Z3-02	UM-60	52	REGULAR		
Z3	Z3-02	UM-61	49	REGULAR		
Z3	Z3-02	UM-62	33	MALO		
Z3	Z3-02	UM-63	13	MUY MALO		
Z3	Z3-02	UM-64	17	MUY MALO		
Z3	Z3-02	UM-65	33	MALO		
Z3	Z3-02	UM-66	19	MUY MALO		
Z3	Z3-02	UM-67	22	MUY MALO		
Z3	Z3-02	UM-68	14,3	MUY MALO		
Z3	Z3-02	UM-69	15	MUY MALO		
Z3	Z3-02	UM-70	45	REGULAR		

Tabla V.22: Resultados del Índice de Condición de la Z3-02 Av. Los Próceres.

Fuente: Elaboración Propia.

Por lo que se computa en la tabla V.22, el Índice de la Condición del Pavimento Rígidos de la Zona Z3-02 es de **28,09**, según este índice se le otorga una clasificación de **MALO**.

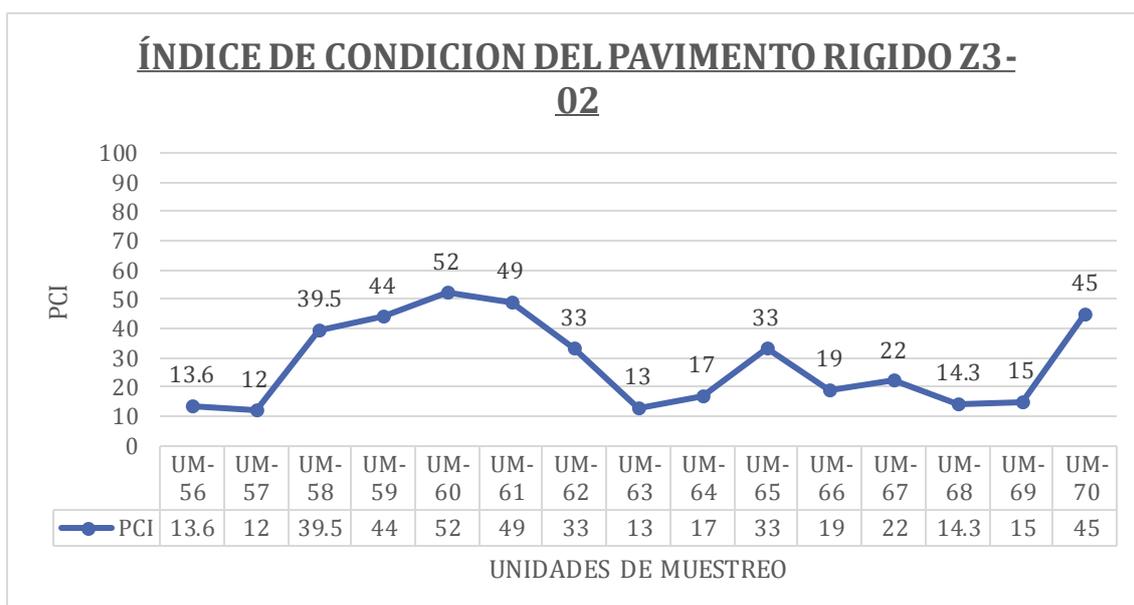


Gráfico V.23 Perfil de los PCI obtenidos por cada unidad de muestreo de la zona Z3-02.

Fuente: Elaboración Propia.

En la gráfica V.23 se muestra los resultados del PCI por cada unidad de muestreo de la zona Z3-02, en la que podemos observar que el máximo PCI obtenido es de 52 en la UM-60 que lo clasifica como una condición de REGULAR, asimismo el mínimo valor de PCI es de 12 en la UM-57 que está clasificado como una condición de MUY MALO.

De igual forma de la Tabla V.20 se logró computar los datos para determinar cuál es la condición de los pavimentos más frecuente en la Zona Z3-02, la que se muestra en la Gráfica V.24.

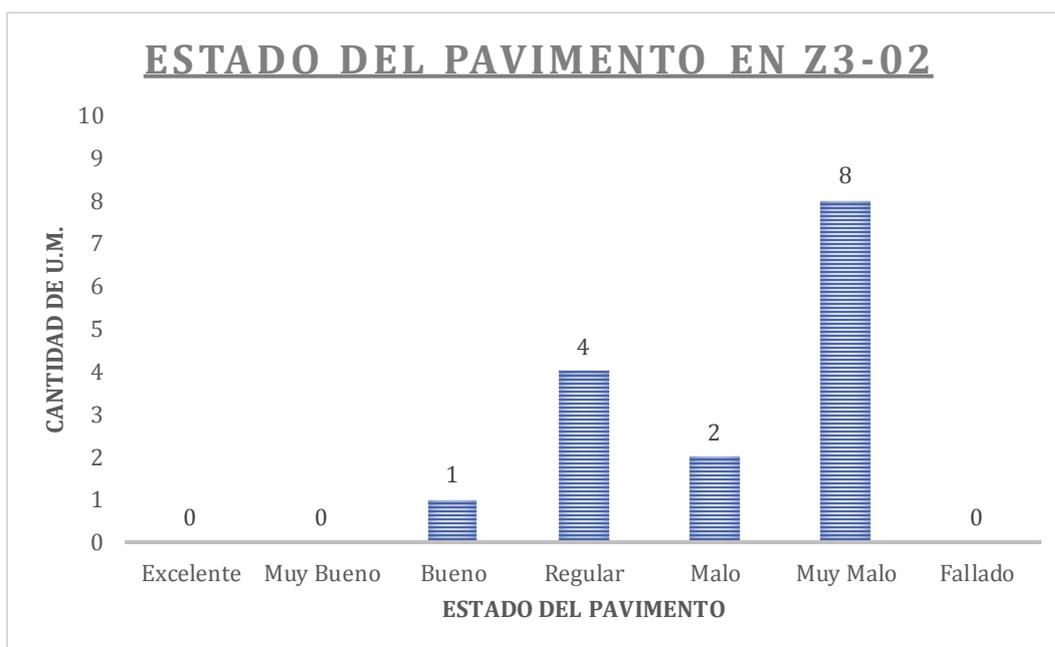


Gráfico V.24 Estado de pavimento más frecuente en la zona Z03-02.

Fuente: Elaboración Propia.

En la gráfica V.24 se muestra que la condición de pavimento más frecuente es el MUY MALO que está presente en 8 unidades de muestreo de la Zona Z3-02.

C. ANÁLISIS DE LA Z3-SAN JUAN PAMPA VÍA Z3-03 (AV. LAS AMÉRICAS)

RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS DE LA EVALUACIÓN

En la tabla V.23, se observa los datos computados por tipo de falla, severidad y Cantidad de falla que se levantó en campo, para luego procesarlo y obtener el PCI de la Zona 3 (San Juan Pampa) Vía Z3-03 (Av. Las Américas).

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	TIPO DE FALLA		SEVERIDAD		
				H	M	L
Z3	Z3-03	21	Pandeo	0	0	0
		22	Grieta de esquina	8	0	0
		23	Losa dividida	15	0	0
		24	Grieta de durabilidad "D"	1	0	0
		25	Escala	0	0	0
		26	Sello de junta	0	0	0
		27	Desnivel Carril / Berma	0	0	0
		28	Grieta lineal	2	0	0
		29	Parche Grande (Área > 0.45m ²)	2	10	0
		30	Parche Pequeño (Área < 0.45m ²)	0	0	0
		31	Pulimento de Agregados	1	0	0
		32	Popouts	7	0	0
		33	Bombeo	0	0	0
		34	Punzonamiento	0	0	0
		35	Cruce de vía férrea	0	0	0
		36	Desconchamiento	1	0	0
		37	Retracción	0	0	0
		38	Descascaramiento de esquina	0	0	0
		39	Descascaramiento de junta	12	0	0

Tabla V.23 Resultados de los parámetros de evaluación levantados en campo de la Z3-03.
Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla V.24 se muestra el cómputo de la cantidad de losas que presentan cada tipo de falla.

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	TIPO DE FALLA		CANT. DE LOSAS
Z3	Z3-03	21	Pandeo	0
		22	Grieta de esquina	8
		23	Losa dividida	15
		24	Grieta de durabilidad "D"	1
		25	Escala	0
		26	Sello de junta	0
		27	Desnivel Carril / Berma	0
		28	Grieta lineal	2

29	Parche Grande (Área > 0.45m ²)	12
30	Parche Pequeño (Área < 0.45m ²)	0
31	Pulimento de Agregados	1
32	Popouts	7
33	Bombeo	0
34	Punzonamiento	0
35	Cruce de vía férrea	0
36	Desconchamiento	1
37	Retracción	0
38	Descascaramiento de esquina	0
39	Descascaramiento de junta	12

Tabla V.24 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla de la Z3-03.

Fuente: Elaboración Propia.

De los datos presentados en la Tabla V.23, se realizó una comparación entre la Cantidad de Losas por tipo de Falla que se muestra en el Gráfico V.25, con el fin de notar cual es el tipo de falla que es más frecuente en la Zona Z3-03.

Los resultados que arroja la Gráfica V.25 nos muestra que la falla más frecuente es la Falla 23 Losa Dividida, la que está presente en 15 losas de las 2 Unidades de Muestreo evaluadas en esta Zona; seguidos de la Falla 29 Parche Grande y 39 Descascaramiento de Junta, que ambas están presente en 12 losas, asimismo se muestra que no se registraron las fallas de tipo 21 Pandeo, 25 Escala, 26 Sello de Junta, 27 Desnivel Carril/Berma, 30 Parche Pequeño, 33 Bombeo, 34 Punzonamiento, 35 Cruce de Vía Férrea, 37 Retracción y 28 Descascaramiento de Esquina.

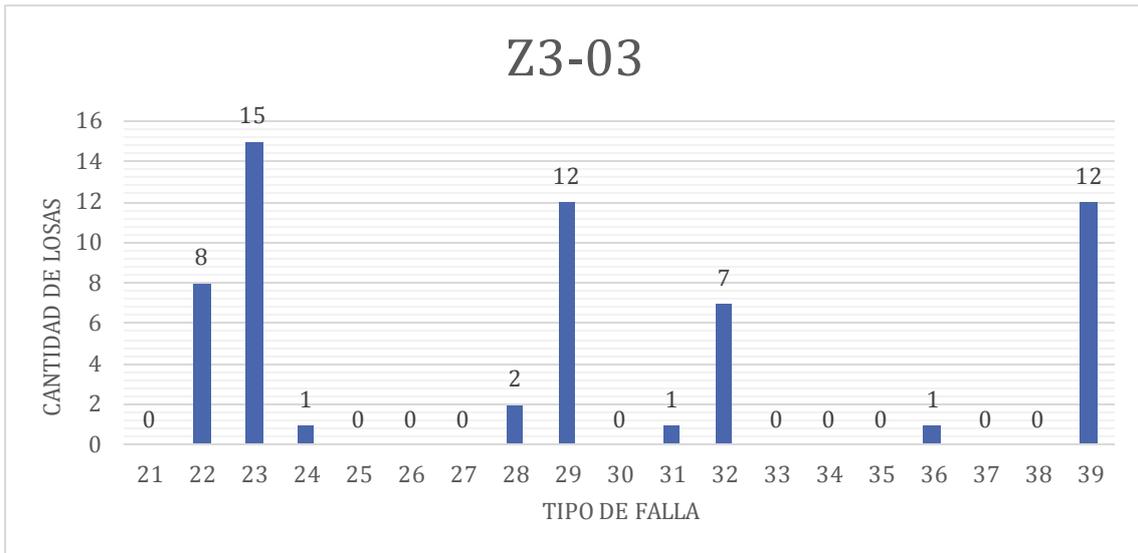


Gráfico V.25 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla.
Fuente: Elaboración Propia.

De los datos computados en la tabla V.21 se pudo obtener la Grafica V.26, la cual muestra las cantidades de losas por tipo de falla y severidad que se presentan en las 2 Unidades de muestreo presentes en la zona Z3-03.

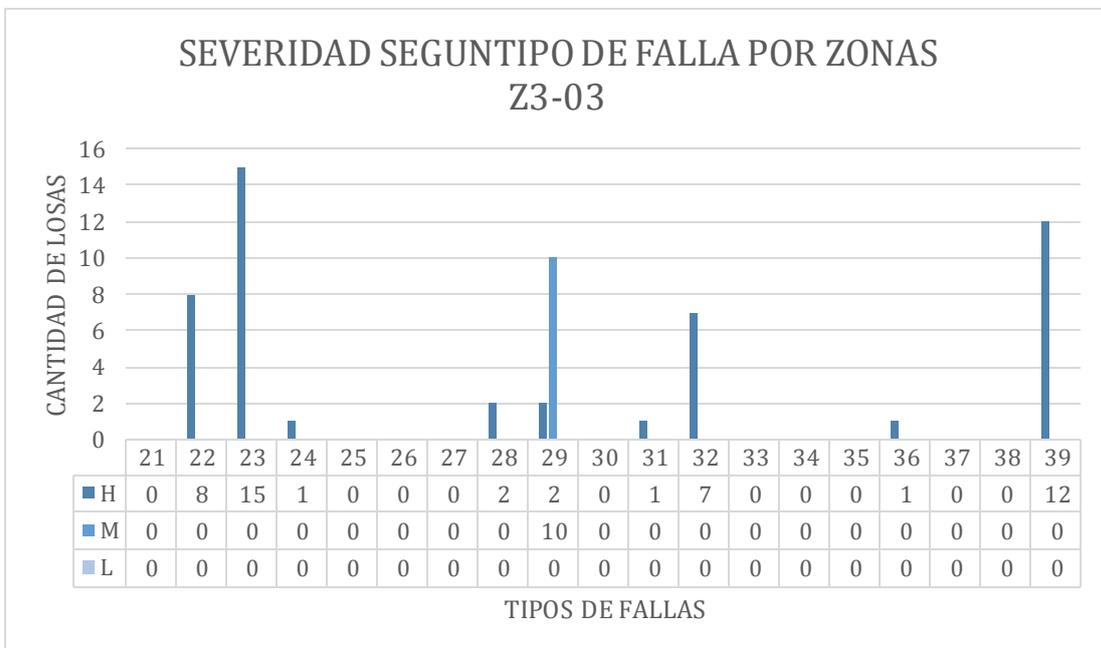


Gráfico V.26 Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla y severidad.
Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados que arroja la Gráfica V.26 nos muestra que la falla más frecuente es la Falla 23 Losa Dividida de severidad Alta (H), la que está presente en 15 losas, seguidos de la Falla 39 Descascaramiento de Junta severidad Alta (H) que está presente en 12 losas.

ÍNDICE DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA ZONA Z3-03

Una vez obtenidos los parámetros de evaluación en las 2 unidades de muestreo de la Av. Las Américas, se realizó la aplicación de la metodología Pavement Condition Index (PCI), para encontrar su índice de condición y así conocer la condición en la que se encuentran. Se elaboró la tabla V.25 en la que se presenta los resultados del análisis.

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	UND DE MUESTRA	PCI	CONDICIÓN	PCI DE LA ZONA	CONDICIÓN DE LA ZONA
Z3	Z3-03	UM-71	23	MUY MALO	19	MUY MALO
Z3	Z3-03	UM-72	15	MUY MALO		

Tabla V.25 Resultados del Índice de Condición de la Z3-03 Av. Las Américas.

Fuente: Elaboración Propia.

Por lo que se computa en la tabla V.25, el Índice de la Condición del Pavimento Rígidos de la Zona Z3-03 es de **19**, según este índice se le otorga una clasificación de **MUY MALO**.

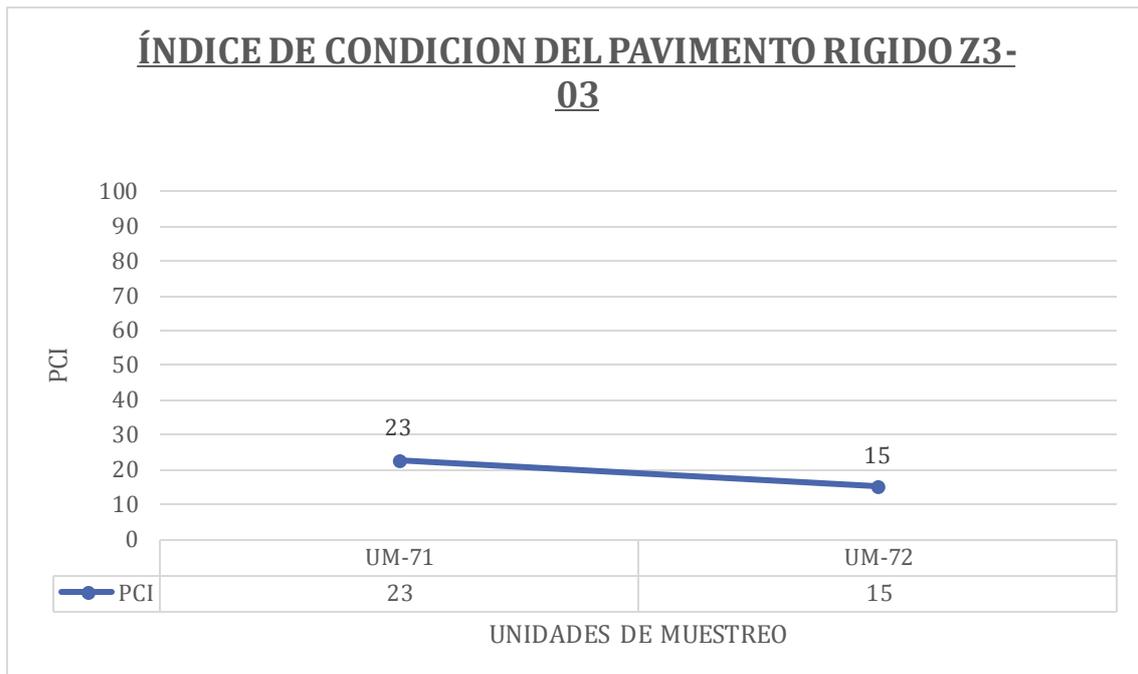


Gráfico V.27 Perfil de los PCI obtenidos por cada unidad de muestreo de la zona Z3-03.
Fuente: Elaboración Propia.

En la gráfica V.27 se muestra los resultados del PCI por cada unidad de muestreo de la zona Z3-03, en la que podemos observar que el máximo PCI obtenido es de 23 en la UM-71 que lo clasifica como una condición de MUY MALO, asimismo el mínimo valor de PCI es de 15 en la UM-72 que está clasificado como una condición de MUY MALO.

De igual forma de la Tabla V.23 se logró computar los datos para determinar cuál es la condición de pavimento más frecuente en la Zona Z3-03, la que se muestra en la Grafica V.28.

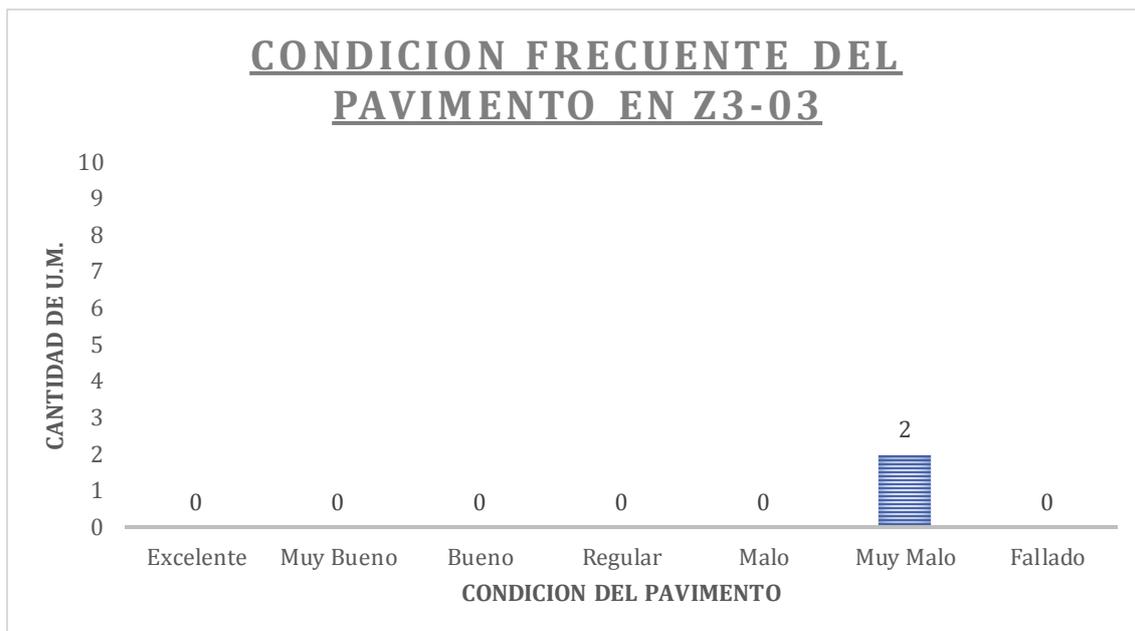


Gráfico V.28 Estado de pavimento más frecuente en la zona Z3-03.

Fuente: Elaboración Propia.

En la gráfica V.28 se muestra que la condición de los pavimentos más frecuente es el de MUY MALO que está presente en 2 unidades de muestreo de la Zona Z3-03.

5.3.3. RESULTADOS DEL PCI Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO DE LA ZONA 3 – SAN JUAN PAMPA

En la tabla V.26 se muestra el resumen de los resultados del índice de Condición y Condición del pavimento rígido de las 3 zonas que componen la Z3 – San Juan Pampa con la finalidad de obtener el PCI General de la Z3 – San Juan Pampa.

ZONA	CÓD. DE VÍA	UM	PCI	CONDICIÓN	PCI DE LA ZONA	CONDICIÓN DE LA ZONA	PCI GENERAL	CONDICIÓN GENERAL
Z3	Z3-01	UM-47	15,1	MUY MALO	15,86	MUY MALO	20,98	MUY MALO
Z3	Z3-01	UM-48	10,8	MUY MALO				
Z3	Z3-01	UM-49	9,5	FALLADO				
Z3	Z3-01	UM-50	9,7	FALLADO				
Z3	Z3-01	UM-51	30,7	MALO				
Z3	Z3-01	UM-52	28	MALO				
Z3	Z3-01	UM-53	13	MUY MALO				
Z3	Z3-01	UM-54	9,9	FALLADO				
Z3	Z3-01	UM-55	16	MUY MALO				
Z3	Z3-02	UM-56	13,6	MUY MALO				
Z3	Z3-02	UM-57	12	MUY MALO				
Z3	Z3-02	UM-58	39,5	REGULAR				
Z3	Z3-02	UM-59	44	BUENO				
Z3	Z3-02	UM-60	52	REGULAR				
Z3	Z3-02	UM-61	49	REGULAR				
Z3	Z3-02	UM-62	33	MALO				
Z3	Z3-02	UM-63	13	MUY MALO				
Z3	Z3-02	UM-64	17	MUY MALO				
Z3	Z3-02	UM-65	33	MALO				
Z3	Z3-02	UM-66	19	MUY MALO				
Z3	Z3-02	UM-67	22	MUY MALO				
Z3	Z3-02	UM-68	14,3	MUY MALO				
Z3	Z3-02	UM-69	15	MUY MALO				
Z3	Z3-02	UM-70	45	REGULAR				
Z3	Z3-03	UM-71	23	MUY MALO	19	MUY MALO		
Z3	Z3-03	UM-72	15	MUY MALO				

Tabla V.26 Resultados del Índice de Condición de la Z3 San Juan Pampa.

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados de la tabla V.26 nos dicen que el Índice de Condición de pavimento de la Zona 3 San Juan Pampa es de **20,98**, lo que lo clasifica como **MUY MALO**.

5.4. RESUMEN TOTAL DE LA EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO DEL ANILLO VIAL TRAMO CHAUPIMARCA - YANACANCHA

5.4.1. RESUMEN DE LA CANTIDAD DE LOSAS POR TIPO DE FALLA

RESUMEN POR ZONA

TIPO DE FALLA	CANT. DE LOSAS			
	Z1	Z2	Z3	TOTAL
21	25	0	11	36
22	50	82	51	183
23	35	204	199	438
24	17	15	3	35
25	9	0	0	9
26	97	0	0	97
27	6	0	1	7
28	94	67	68	229
29	31	14	50	95
30	0	1	0	1
31	365	216	276	857
32	41	147	147	335
33	0	8	0	8
34	0	2	4	6
35	0	0	0	0
36	65	53	60	178
37	22	6	23	51
38	76	39	9	124
39	86	91	135	312

*Tabla V.27 Resumen de Cantidad de losas por Tipo de Falla, Clasificadas por Zonas y el cómputo Total.
Fuente: Elaboración Propia.*

En la Tabla V.27, se describe la cantidad de losas por tipo de falla que se encontró a lo largo de toda la zona de estudio, de estos datos procesados se obtuvo la gráfica V.29.

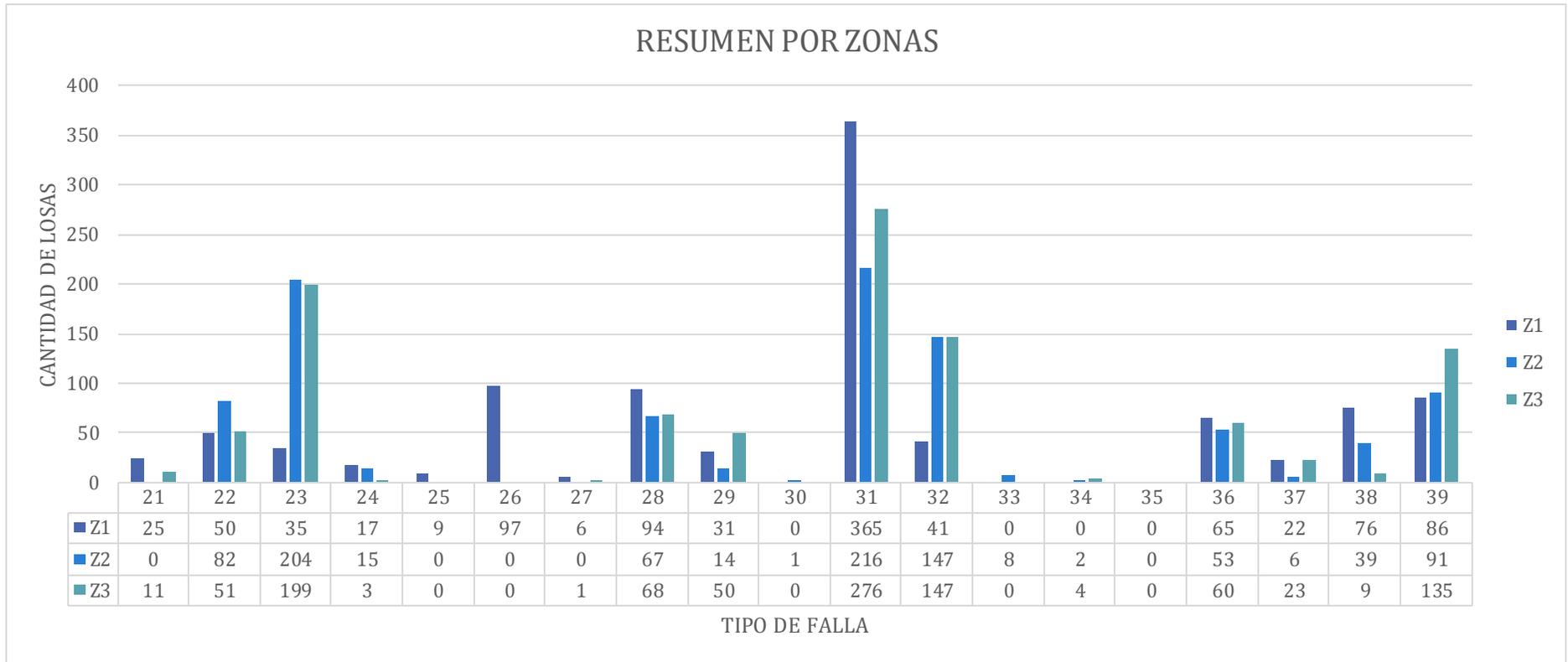


Gráfico V.29 Resumen por zonas de la Cantidad de Losas por Tipo de Falla de toda la Zona de Estudio
 Fuente: Elaboración Propia.

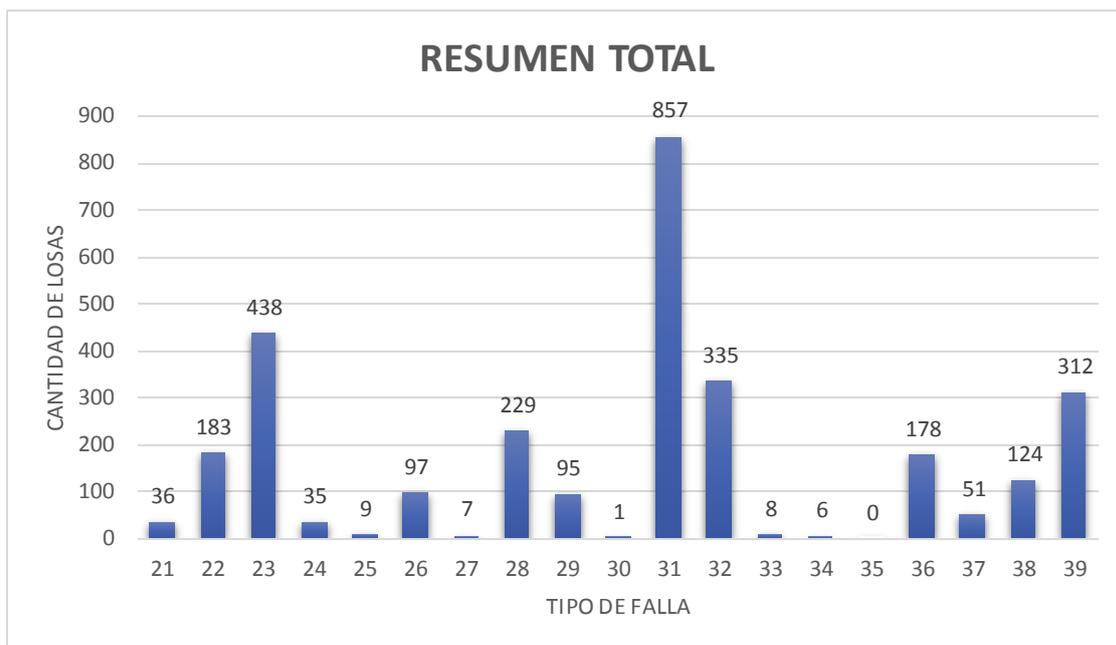


Gráfico V.30 Resumen Total de la Cantidad de Losas por Tipo de Falla.
Fuente: Elaboración Propia.

De la gráfica V.30 puede notarse que la falla que más cantidad de Losas tuvo es la de tipo 31 Pulimiento de Agregados presente en 857 losas, seguido de la 23 Losa Dividida presente en 438 losas y la 39 Descascaramiento de Juntas presente en 312 losas.

5.4.2. RESUMEN DE LA CANTIDAD DE LOSAS POR TIPO DE FALLA SEGÚN GRADO DE SEVERIDAD

ZONA	Z1			Z2			Z3			TOTAL X TIPO DE FALLA			
	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H (Alto)	M (Medio)	L (Bajo)	
TIPOS DE FALLA	21	0	7	18	0	0	0	0	1	10	0	8	28
	22	14	32	4	55	19	8	38	11	2	107	62	14
	23	16	15	4	189	13	2	165	25	9	370	53	15
	24	0	13	4	1	13	1	2	1	0	3	27	5
	25	0	6	3	0	0	0	0	0	0	0	6	3
	26	0	89	0	0	0	0	0	0	0	0	89	0
	27	6	0	0	0	0	0	1	0	0	7	0	0

28	9	88	6	21	31	15	29	34	5	59	153	26
29	21	10	0	5	9	0	39	11	0	65	30	0
30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
31	355	20	0	73	99	44	199	72	5	627	191	49
32	8	42	0	2	32	113	71	51	25	81	125	138
33	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	8
34	0	0	0	0	0	2	0	0	4	0	0	6
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	2	16	47	0	5	48	48	0	12	50	21	107
37	0	16	6	0	2	4	0	2	21	0	20	31
38	8	54	14	0	31	8	0	0	9	8	85	31
39	6	61	25	17	62	12	43	78	14	66	201	51
TOTAL POR SEVERIDAD										1444	1071	512

Tabla V.28 Resumen de Cantidad de losas por Tipo de Falla según grado de severidad, Clasificadas por Zonas y el Total.

Fuente: Elaboración Propia.

En la Tabla V.28, se describe la cantidad de losas por tipo de falla según severidad que se encontró a lo largo de toda la zona de estudio, de estos datos procesados se obtuvo la gráfica V.31.

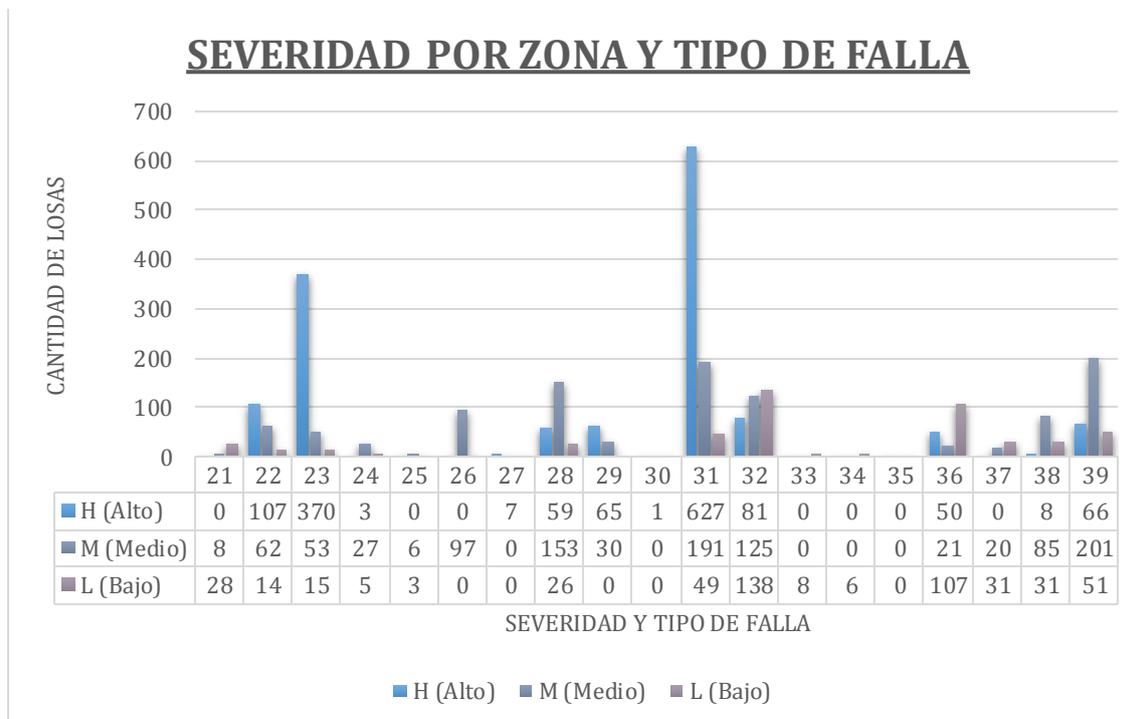


Gráfico V.31 Resumen Total de la Cantidad de losas por Severidad y Tipo de Falla.

Fuente: Elaboración Propia.

La Grafica V.31 nos muestra la cantidad de losas por el grado de severidad de falla, notándose así que la falla que predomina según el grado de severidad es la falla 31 Pulimiento de agregados de alta severidad, seguidos de la falla 26 Sello en Junta.

Las gráficas que a continuación se presentan son la cantidad de losas según el grado de severidad por cada tipo de falla.

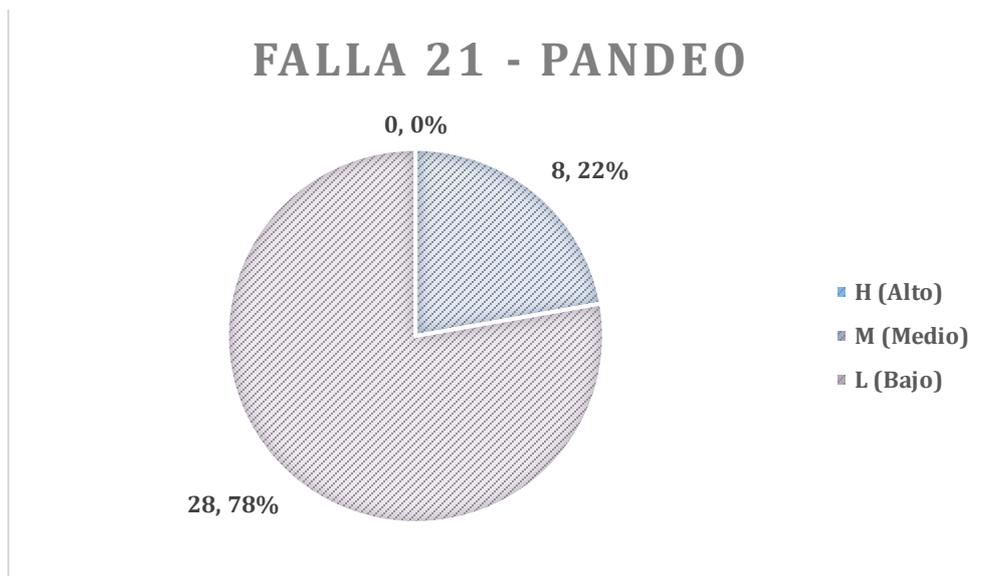


Gráfico V.32 Grado de Severidad por Falla 21 Pandeo
Fuente: Elaboración Propia.

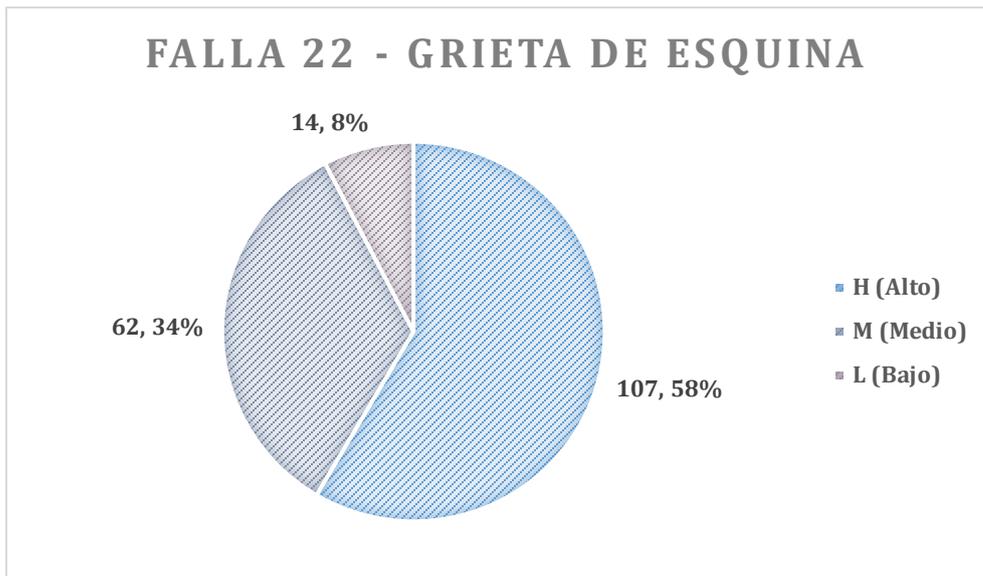


Gráfico V.33 Grado de Severidad por Falla 22 Grieta de Esquina.
Fuente: Elaboración Propia.

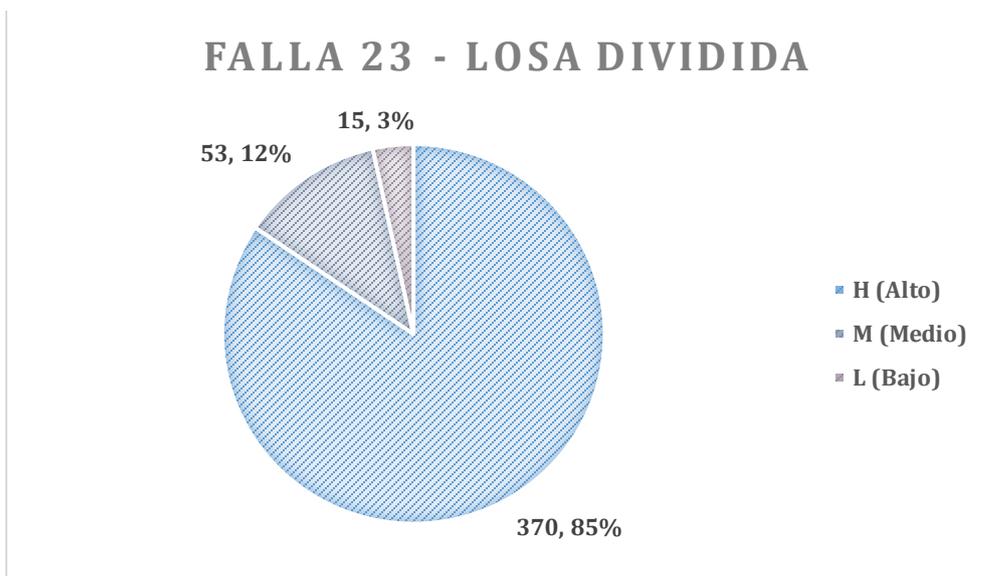


Gráfico V.34 Grado de Severidad por Falla 23 Losa Dividida...
Fuente: Elaboración Propia.

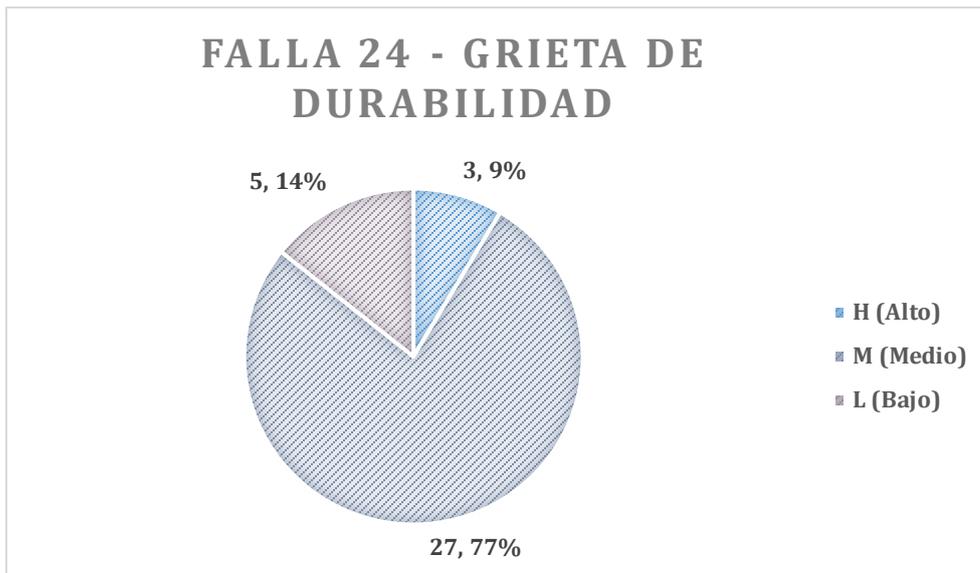


Gráfico V.35 Grado de Severidad por Falla 24 Grieta de Durabilidad.
Fuente: Elaboración Propia.

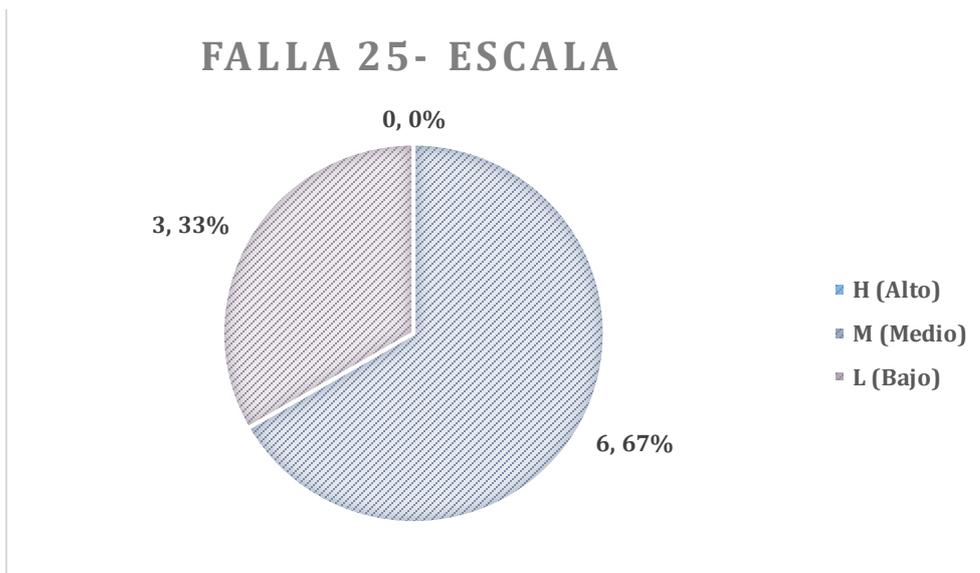


Gráfico V.36 Grado de Severidad por Falla 25 Escala.
Fuente: Elaboración Propia.

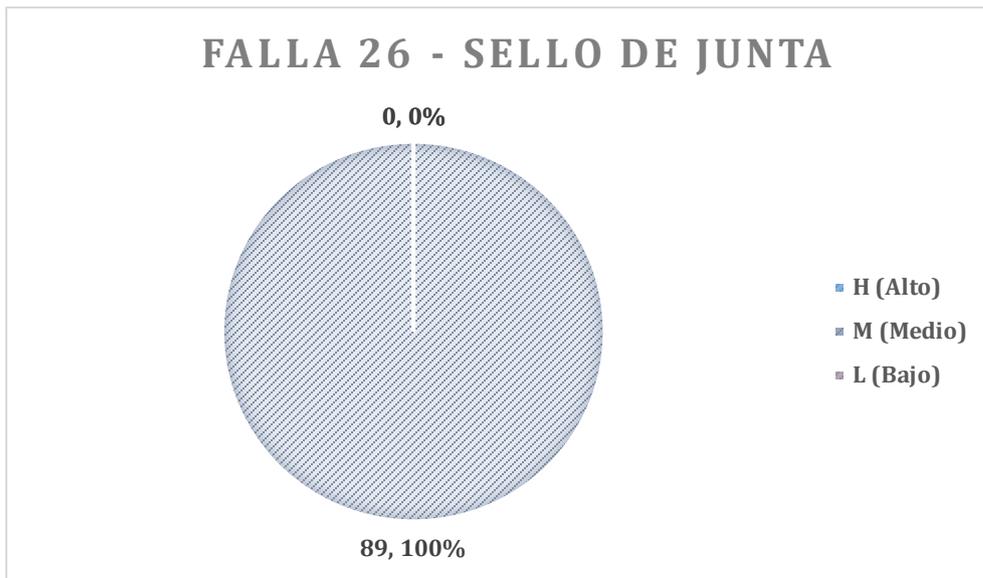


Gráfico V.37 Grado de Severidad por Falla 26 Sello de Junta.
Fuente: Elaboración Propia.

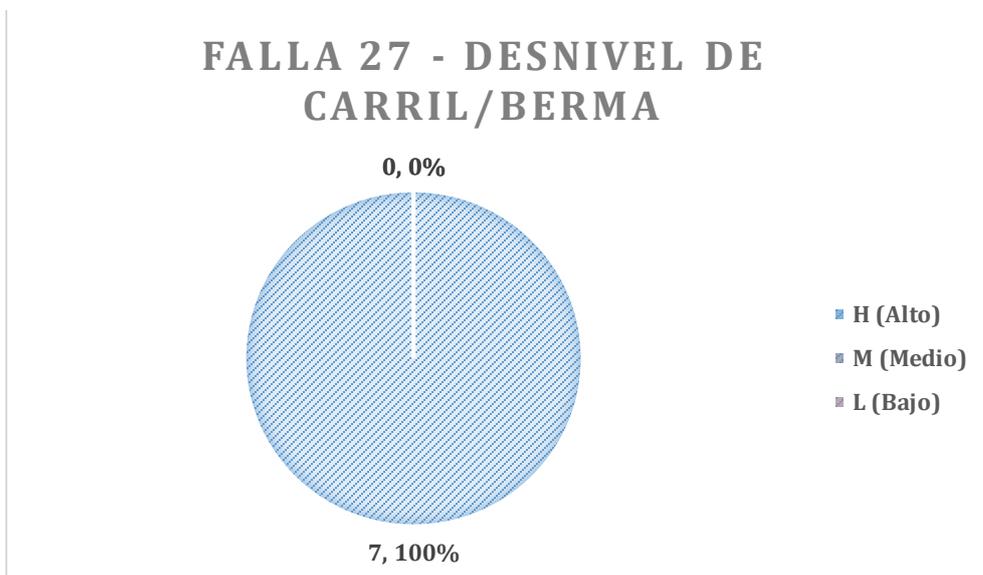


Gráfico V.38 Grado de Severidad por Falla 27 Desnivel de Carril/Berma.
Fuente: Elaboración Propia.

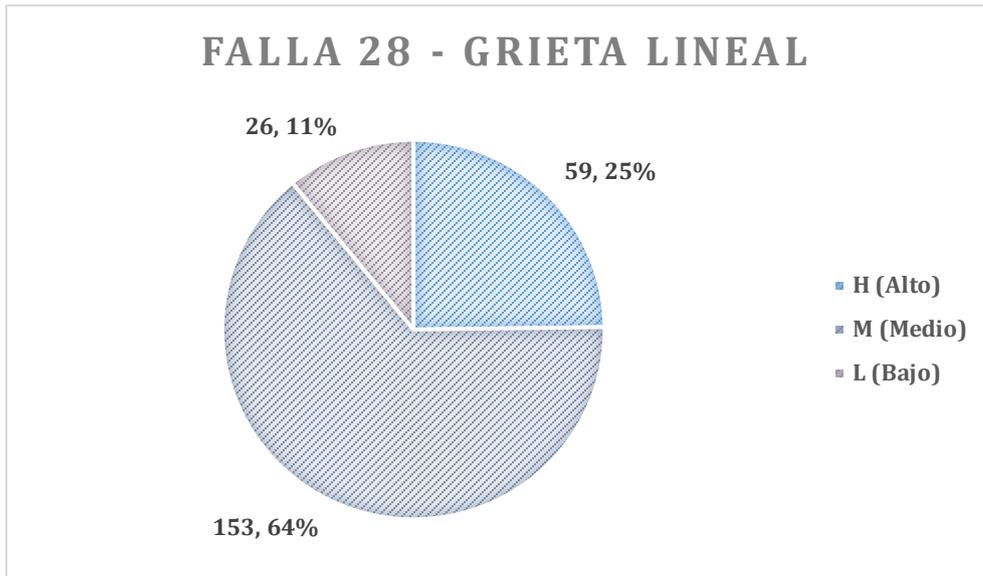


Gráfico V.39 Grado de Severidad por Falla 28 Grieta Lineal.
Fuente: Elaboración Propia.

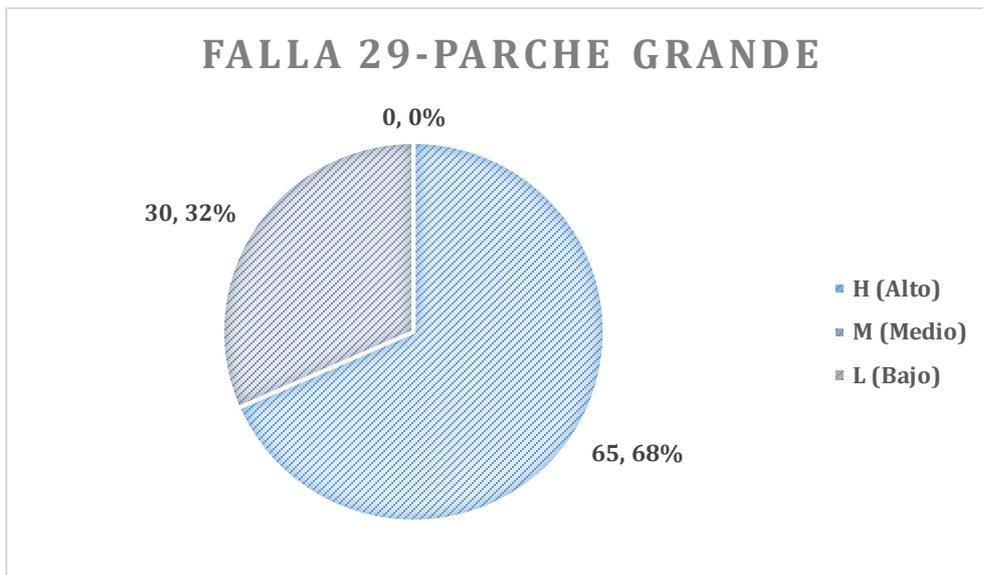


Gráfico V.40 Grado de Severidad por Falla 29 Parche Grande.
Fuente: Elaboración Propia.

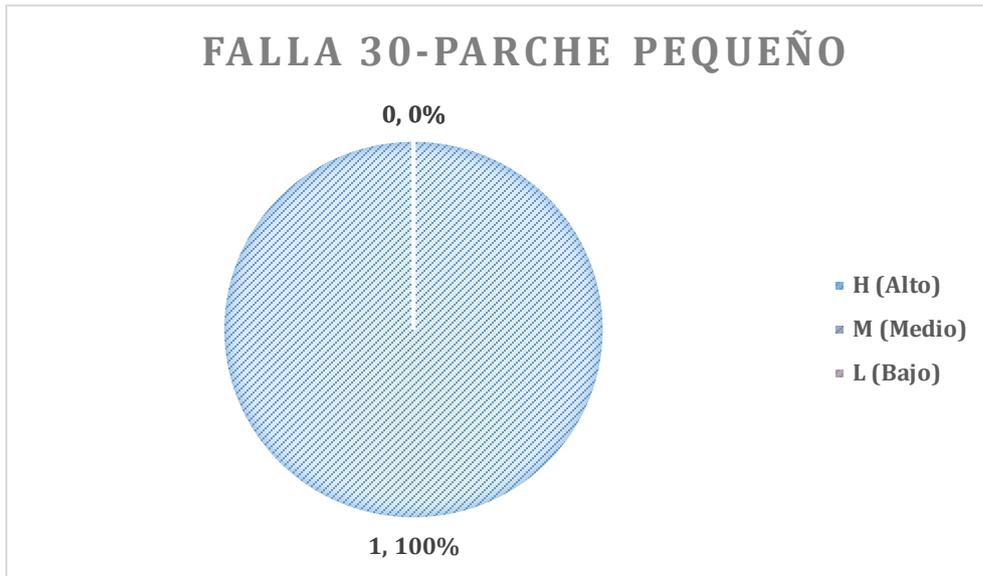


Gráfico V.41 Grado de Severidad por Falla 30 Parche Pequeño.
Fuente: Elaboración Propia.

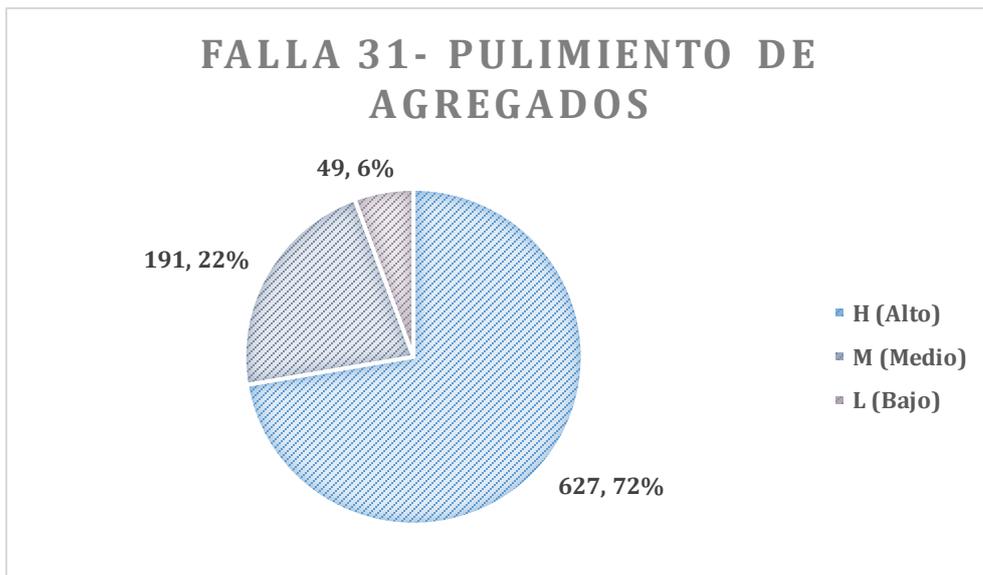


Gráfico V.42 Grado de Severidad por Falla 31 Pulimiento de Agregados.
Fuente: Elaboración Propia.

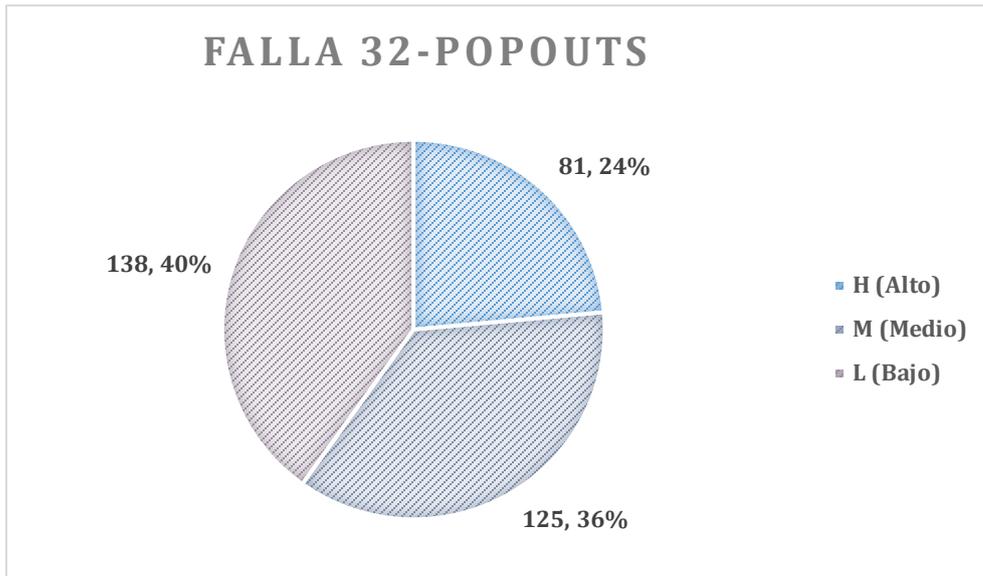


Gráfico V.43 Grado de Severidad por Falla 32 Popouts.
Fuente: Elaboración Propia.

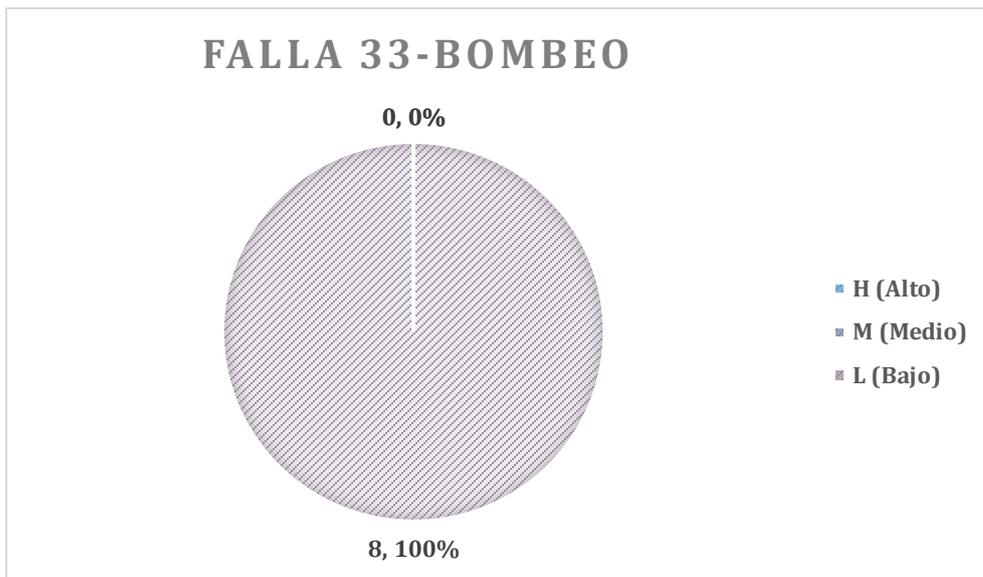


Gráfico V.44 Grado de Severidad por Falla 33 Bombeo.
Fuente: Elaboración Propia.

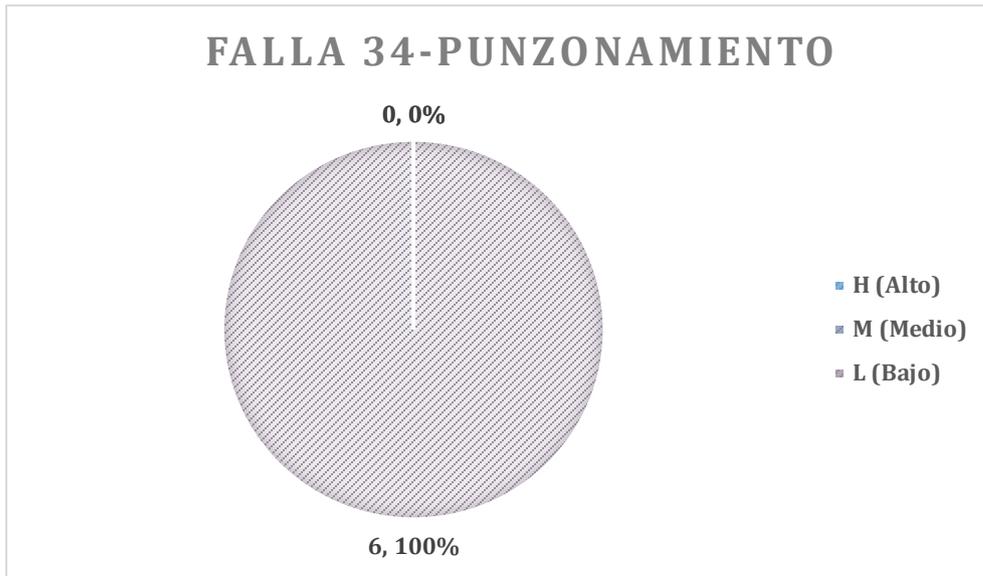


Gráfico V.45 Grado de Severidad por Falla 34 Punzonamiento.
Fuente: Elaboración Propia.

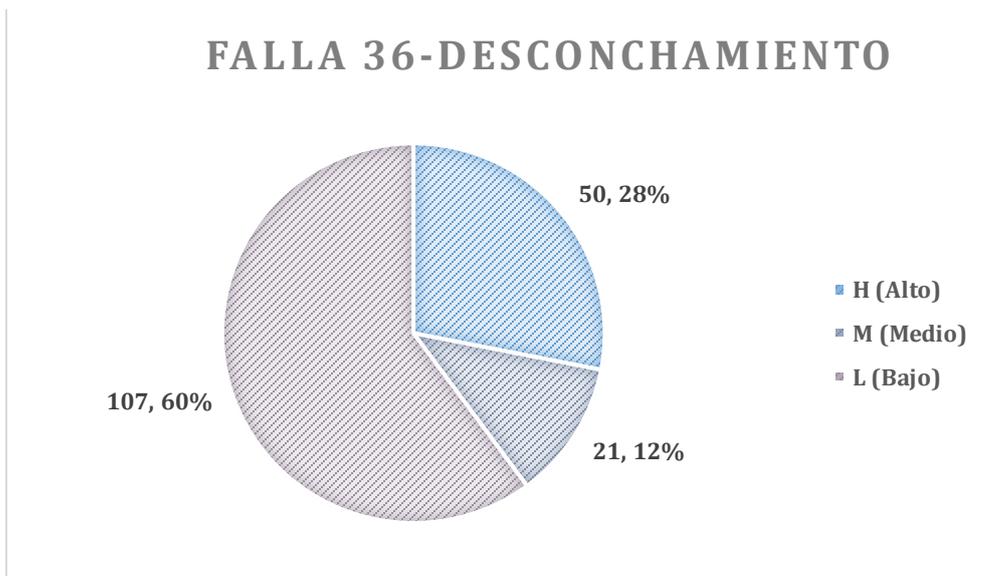


Gráfico V.46: Grado de Severidad por Falla 36 Desconchamiento.
Fuente: Elaboración Propia.

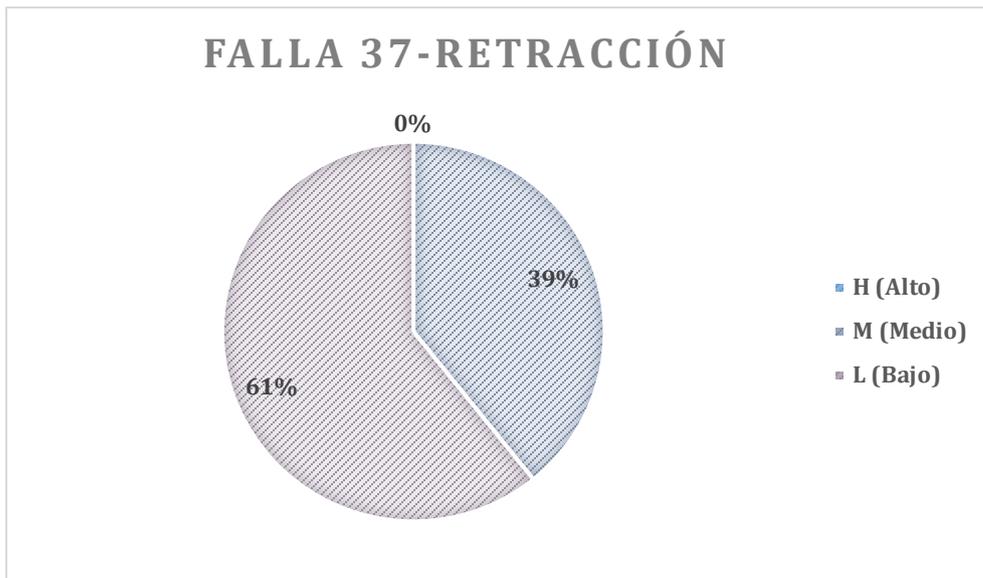


Gráfico V.47 Grado de Severidad por Falla 37 Retracción.
Fuente: Elaboración Propia.

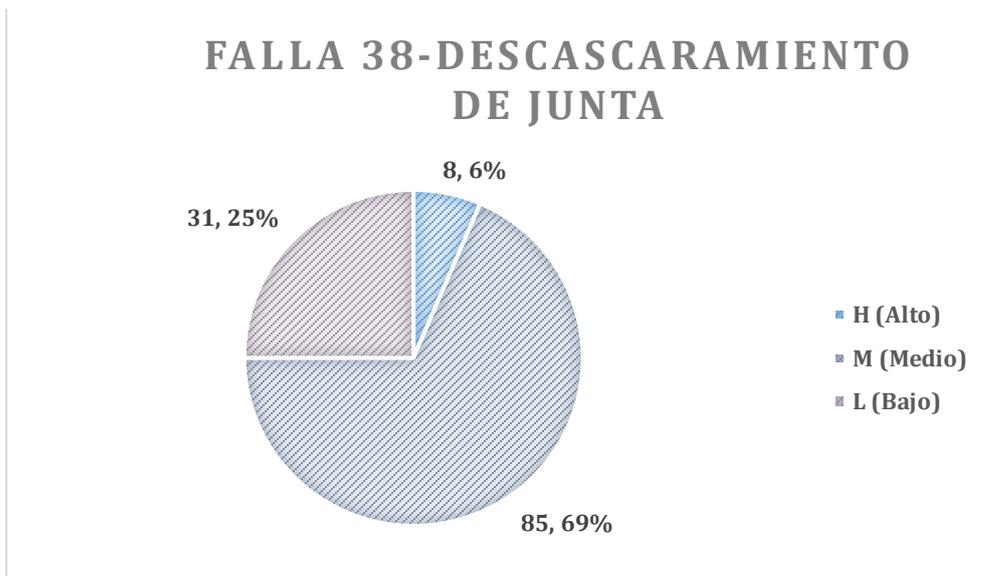
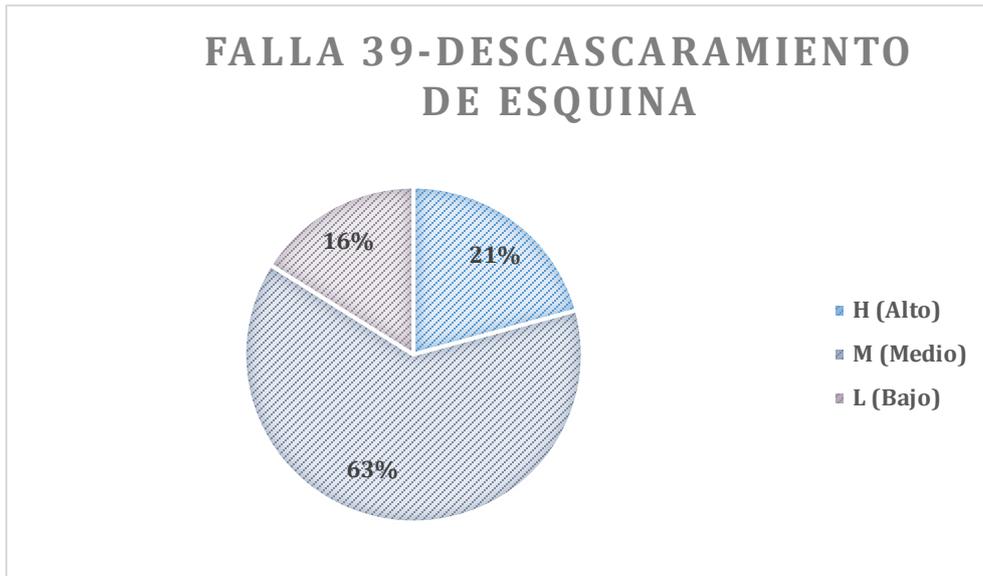


Gráfico V.48 Grado de Severidad por Falla 38 Descascaramiento de Junta.
Fuente: Elaboración Propia.



*Gráfico V.49 Grado de Severidad por Falla 39 Descascaramiento de Esquina.
Fuente: Elaboración Propia.*

5.4.3. RESUMEN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN PCI Y LA CONDICIÓN EN EL QUE SE ENCUENTRAN LOS PAVIMENTOS DE LAS ZONAS EVALUADAS.

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	UND DE MUESTRA	PCI	CONDICIÓN	PCI DE LA ZONA	CONDICIÓN DE LA ZONA
Z1	Z1-01	UM-01	50,6	REGULAR	43,06	REGULAR
Z1	Z1-01	UM-02	49	REGULAR		
Z1	Z1-01	UM-03	41	REGULAR		
Z1	Z1-01	UM-04	36,6	MALO		
Z1	Z1-01	UM-05	40,5	REGULAR		
Z1	Z1-01	UM-06	51,6	REGULAR		
Z1	Z1-01	UM-07	16	MUY MALO		
Z1	Z1-01	UM-08	44,8	REGULAR		
Z1	Z1-01	UM-09	50	REGULAR		
Z1	Z1-01	UM-10	50,5	REGULAR		
Z1	Z1-02	UM-11	50,5	REGULAR	50,98	REGULAR
Z1	Z1-02	UM-12	40,5	REGULAR		
Z1	Z1-02	UM-13	54	BUENO		
Z1	Z1-02	UM-14	73,9	MUY BUENO		
Z1	Z1-02	UM-15	51,6	REGULAR		
Z1	Z1-02	UM-16	32	MALO		
Z1	Z1-02	UM-17	31,7	MALO		
Z1	Z1-02	UM-18	69	BUENO		
Z1	Z1-02	UM-19	55,2	BUENO		
Z1	Z1-02	UM-20	55,4	BUENO		
Z1	Z1-02	UM-21	49	REGULAR	44,75	REGULAR
Z1	Z1-02	UM-22	49	REGULAR		
Z1	Z1-03	UM-23	47,7	REGULAR		
Z1	Z1-03	UM-24	41,8	REGULAR	22,23	MUY MALO
Z2	Z2-01	UM-25	60,7	BUENO		
Z2	Z2-01	UM-26	45	REGULAR		
Z2	Z2-01	UM-27	43,2	REGULAR		
Z2	Z2-01	UM-28	50,6	REGULAR		
Z2	Z2-01	UM-29	15,7	MUY MALO		
Z2	Z2-01	UM-30	28,8	MALO		
Z2	Z2-01	UM-31	9	FALLADO		
Z2	Z2-01	UM-32	14,3	MUY MALO		
Z2	Z2-01	UM-33	17	MUY MALO		
Z2	Z2-01	UM-34	2	FALLADO		
Z2	Z2-01	UM-35	14,3	MUY MALO		
Z2	Z2-01	UM-36	17,5	MUY MALO		
Z2	Z2-01	UM-37	25	MALO		
Z2	Z2-01	UM-38	8	FALLADO		
Z2	Z2-01	UM-39	21	MUY MALO		

Z2	Z2-01	UM-40	28	MALO		
Z2	Z2-01	UM-41	12,5	MUY MALO		
Z2	Z2-01	UM-42	12,5	MUY MALO		
Z2	Z2-01	UM-43	20	MUY MALO		
Z2	Z2-01	UM-44	14	MUY MALO		
Z2	Z2-01	UM-45	16,1	MUY MALO		
Z2	Z2-01	UM-46	13,75	MUY MALO		
Z3	Z3-01	UM-47	15,1	MUY MALO	15,86	MUY MALO
Z3	Z3-01	UM-48	10,8	MUY MALO		
Z3	Z3-01	UM-49	9,5	FALLADO		
Z3	Z3-01	UM-50	9,7	FALLADO		
Z3	Z3-01	UM-51	30,7	MALO		
Z3	Z3-01	UM-52	28	MALO		
Z3	Z3-01	UM-53	13	MUY MALO		
Z3	Z3-01	UM-54	9,9	FALLADO		
Z3	Z3-01	UM-55	16	MUY MALO		
Z3	Z3-02	UM-56	13,6	MUY MALO	28,09	MALO
Z3	Z3-02	UM-57	12	MUY MALO		
Z3	Z3-02	UM-58	39,5	REGULAR		
Z3	Z3-02	UM-59	44	BUENO		
Z3	Z3-02	UM-60	52	REGULAR		
Z3	Z3-02	UM-61	49	REGULAR		
Z3	Z3-02	UM-62	33	MALO		
Z3	Z3-02	UM-63	13	MUY MALO		
Z3	Z3-02	UM-64	17	MUY MALO		
Z3	Z3-02	UM-65	33	MALO		
Z3	Z3-02	UM-66	19	MUY MALO		
Z3	Z3-02	UM-67	22	MUY MALO		
Z3	Z3-02	UM-68	14,3	MUY MALO		
Z3	Z3-02	UM-69	15	MUY MALO		
Z3	Z3-02	UM-70	45	REGULAR		
Z3	Z3-03	UM-71	23	MUY MALO	19	MUY MALO
Z3	Z3-03	UM-72	15	MUY MALO		

Tabla V.29 Resumen del PCI y Estado del Pavimento a lo largo de toda la zona de Estudio.

Fuente: Elaboración Propia.

Como ya antes se mencionó la Zona de Estudio (Anillo Vial Tramo Chaupimarca Yanacancha), se dividió en 3 zonas: Chaupimarca, Yanacancha Antigua y San Juan Pampa, estas a su vez divididas en vías codificadas. De las cuales se obtuvo los índices y condiciones descritos en la Tabla V.29.

5.5. ÍNDICE DE CONDICIÓN PCI Y CONDICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO DEL ANILLO VIAL TRAMO CHAUPIMARCA -YANACANCHA

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	UND DE MUESTRA	PCI	ESTADO	PCI DE LA VÍA	CONDICIÓN DE LA VÍA	PCI DE LA ZONA	CONDICIÓN DE LA ZONA	PCI GENERAL	CONDICIÓN GENERAL
Z1	Z1-01	UM-01	50,6	REGULAR	43,06	REGULAR	46,26	REGULAR	32,00	MALO
Z1	Z1-01	UM-02	49	REGULAR						
Z1	Z1-01	UM-03	41	REGULAR						
Z1	Z1-01	UM-04	36,6	MALO						
Z1	Z1-01	UM-05	40,5	REGULAR						
Z1	Z1-01	UM-06	51,6	REGULAR						
Z1	Z1-01	UM-07	16	MUY MALO						
Z1	Z1-01	UM-08	44,8	REGULAR						
Z1	Z1-01	UM-09	50	REGULAR						
Z1	Z1-01	UM-10	50,5	REGULAR						
Z1	Z1-02	UM-11	50,5	REGULAR	50,98	REGULAR				
Z1	Z1-02	UM-12	40,5	REGULAR						
Z1	Z1-02	UM-13	54	BUENO						
Z1	Z1-02	UM-14	73,9	MUY BUENO						
Z1	Z1-02	UM-15	51,6	REGULAR						
Z1	Z1-02	UM-16	32	MALO						
Z1	Z1-02	UM-17	31,7	MALO						
Z1	Z1-02	UM-18	69	BUENO						
Z1	Z1-02	UM-19	55,2	BUENO						
Z1	Z1-02	UM-20	55,4	BUENO						
Z1	Z1-02	UM-21	49	REGULAR	44,75	REGULAR				
Z1	Z1-02	UM-22	49	REGULAR						
Z1	Z1-03	UM-23	47,7	REGULAR						

Z1	Z1-03	UM-24	41,8	REGULAR					
Z2	Z2-01	UM-25	60,7	BUENO	22,23	MUY MALO	22,23	MUY MALO	
Z2	Z2-01	UM-26	45	REGULAR					
Z2	Z2-01	UM-27	43,2	REGULAR					
Z2	Z2-01	UM-28	50,6	REGULAR					
Z2	Z2-01	UM-29	15,7	MUY MALO					
Z2	Z2-01	UM-30	28,8	MALO					
Z2	Z2-01	UM-31	9	FALLADO					
Z2	Z2-01	UM-32	14,3	MUY MALO					
Z2	Z2-01	UM-33	17	MUY MALO					
Z2	Z2-01	UM-34	2	FALLADO					
Z2	Z2-01	UM-35	14,3	MUY MALO					
Z2	Z2-01	UM-36	17,5	MUY MALO					
Z2	Z2-01	UM-37	25	MALO					
Z2	Z2-01	UM-38	8	FALLADO					
Z2	Z2-01	UM-39	21	MUY MALO					
Z2	Z2-01	UM-40	28	MALO					
Z2	Z2-01	UM-41	12,5	MUY MALO					
Z2	Z2-01	UM-42	12,5	MUY MALO					
Z2	Z2-01	UM-43	20	MUY MALO					
Z2	Z2-01	UM-44	14	MUY MALO					
Z2	Z2-01	UM-45	16,1	MUY MALO					
Z2	Z2-01	UM-46	13,75	MUY MALO					
Z3	Z3-01	UM-47	15,1	MUY MALO	15,86	MUY MALO	20,98	MALO	
Z3	Z3-01	UM-48	10,8	MUY MALO					
Z3	Z3-01	UM-49	9,5	FALLADO					
Z3	Z3-01	UM-50	9,7	FALLADO					
Z3	Z3-01	UM-51	30,7	MALO					

Z3	Z3-01	UM-52	28	MALO				
Z3	Z3-01	UM-53	13	MUY MALO				
Z3	Z3-01	UM-54	9,9	FALLADO				
Z3	Z3-01	UM-55	16	MUY MALO				
Z3	Z3-02	UM-56	13,6	MUY MALO	28,09	MALO		
Z3	Z3-02	UM-57	12	MUY MALO				
Z3	Z3-02	UM-58	39,5	REGULAR				
Z3	Z3-02	UM-59	44	BUENO				
Z3	Z3-02	UM-60	52	REGULAR				
Z3	Z3-02	UM-61	49	REGULAR				
Z3	Z3-02	UM-62	33	MALO				
Z3	Z3-02	UM-63	13	MUY MALO				
Z3	Z3-02	UM-64	17	MUY MALO				
Z3	Z3-02	UM-65	33	MALO				
Z3	Z3-02	UM-66	19	MUY MALO				
Z3	Z3-02	UM-67	22	MUY MALO				
Z3	Z3-02	UM-68	14,3	MUY MALO				
Z3	Z3-02	UM-69	15	MUY MALO				
Z3	Z3-02	UM-70	45	REGULAR				
Z3	Z3-03	UM-71	23	MUY MALO			19	MUY MALO
Z3	Z3-03	UM-72	15	MUY MALO				

Tabla V.30 PCI General y Condición del Pavimento del Anillo Vial Tramo Chaupimarca – Yanacancha – Pasco.

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla V.30 se muestra que El PCI general del Anillo Vial Tramo Chaupimarca – Yanacancha es **32** la que es clasificada como Estado MALO

5.6. PRUEBA DE HIPÓTESIS

5.6.1. HIPÓTESIS GENERAL

Los resultados de la Evaluación de la Condición del Pavimento hecha al anillo vial tramo Chaupimarca – Yanacancha-2018, determina que el estado actual del pavimento de las vías es MALO, queda demostrado que la hipótesis general planteada se cumple.

5.6.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Con el procedimiento de evaluación de la condición del pavimento rígido empleando el método del Índice de condición PCI se obtuvo que el pavimento rígido del Anillo Vial tramo Chaupimarca Yanacancha posee un índice PCI de 32, que es un valor aproximado al que se plantea en la primera Hipótesis Especifica, por lo tanto se cumple dicha hipótesis.
- En el análisis que se realizó a lo largo de todo el pavimento rígido del Anillo Vial tramo Chaupimarca Yanacancha, se identificó que la falla con mayor frecuencia es la de tipo 31 Pulimiento de Agregados, que está presente en 857 losas de las 72 Unidades de Muestreo evaluadas, seguido de la falla de tipo 23 Losa Dividida que se presenta en 438 losas de las 72 Unidades de Muestreo evaluadas, por lo tanto queda demostrado que la segunda hipótesis planteada es cierta.
- Se identificó que a lo largo de todo el anillo vial tramo Chaupimarca Yanacancha, la falla de mayor severidad es la falla de Tipo 31 Pulimiento de Agregados con Grado de Severidad Alta (H), que se presenta en 627 losas de las 72 unidades de muestreo, por lo tanto queda demostrado que la tercera hipótesis especifica es cierta.

CONCLUSIONES

- Mediante la metodología del Índice de Condición PCI se obtiene el estado en que se encuentra un pavimento evaluado, el cual es determinado al calcular el índice de condición que posee, el índice se determina a partir del análisis de los parámetros que la Norma ASTM D 6433 establece. Al aplicar la Metodología PCI al Anillo Vial Tramo Chaupimarca - Yanacancha se obtuvo que se encuentra en un estado MALO, ya que posee un índice PCI de 32.
- El índice del Anillo vial Tramo Chaupimarca-Yanacancha, es el resultado del promedio de los valores PCI que obtuvimos de las 3 zonas evaluadas; la Zona Z1 – Chaupimarca tiene un Índice de 46,26 que lo clasifica como estado REGULAR, la Zona Z2 – Yanacancha Antigua tiene un índice de 22,23 que lo clasifica como MUY MALO y por último la Zona Z3 – San Juan Pampa tiene un índice de 20,98 que lo clasifica como MUY MALO.
- Asimismo a lo largo de los 2,508 km, se identificó un total de 18 tipos de falla de los 19 tipos que nos establece la norma ASTM D 6433, teniendo en cuenta que de los 18 tipos de falla presentes, las que predominan son El Pulimiento de Agregados, Losas Divididas, los Popouts y los Descascaramiento de Junta, que se comprueba en la Tabla V.27 y la Gráfica V.29.
- Se identificó que la falla con más alta severidad es la de tipo 31 Pulimiento de Agregados presente en 627 losas, seguido de la Falla de tipo 23 Losa Dividida presente en 370 losas.
- Es notorio que el estado malo en que se encuentra el Anillo Vial Tamo Chaupimarca – Yanacancha, es debido al poco o nulo mantenimiento que se da a las vías que lo componen, además al clasificar al Anillo Vial por Zonas, notamos que los pavimentos tienen diferentes antigüedades, que también representa un mayor deterioro del pavimento.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la Honorable Municipalidad Provincial de Pasco, realizar el mantenimiento rutinario del Anillo Vial, con el fin de mejorar estado del pavimento, al ser esta vía importante por el alto tránsito vehicular, de lo contrario se ocasionaría un daño mayor al pavimento provocando la demolición y nueva construcción de estos.
- Se recomienda priorizar tratamiento inmediato a las fallas con mayor grado de severidad, ya que están propensas a ocasionar que el pavimento colapse.
- De igual forma se recomienda tratar a las fallas con menor grado de severidad, para prevenir un grado de severidad más alto.
- Se recomienda a la escuela de ingeniería Civil de nuestra universidad, instruir acerca de la importancia de la conservación y mantenimiento de las vías, ya que cumple una función arterial en el transporte urbano.
- Se recomienda que los datos obtenidos en la presente tesis sirva de referencia para futuros estudios a las diversas vías que componen nuestra región.

BIBLIOGRAFÍA

- ASTM. (2003). *NORMA ASTM D6433-03*. USA.
- BERNAOLA CHUQUILLANQUI, R. J. (2014). *TESIS "EVALUACION Y DETERMINACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. HUANCVELICA, DISTRITO CHILCA, HUANCAYO"*. HUANCAYO, PERÚ.
- BORJA S., M. (2012). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA PARA INGENIEROS*. CHICHAYO.
- Gamboa Chicchón, K. P. (2009). *CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN APLICADO EN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. LAS PALMERAS DE PIURA*. PIURA, PERÚ: UNIVERSIDAD DE PIURA.
- HERNANDES SAMPIERI, R. (2014). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*. México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- ING. VÁSQUEZ VARELA, L. R. (2002). *PAVEMENT CONDITION INDEX PARA PAVIMENTOS ASFALTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS*. Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- LEGUÍA LOARTE, P. B., & PACHECO RISCO, H. F. (2016). *TESIS "EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) EN LAS VÍAS ARTERIALES: CINCUENTENARIO, COLÓN Y MIGUEL GRAU (HUACHO-HUAURA-LIMA)"*. LIMA - PERÚ: UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES.
- Lic. QUEZADA LUCIO, N. (2015). *Metodología de la Investigación*. Lima, Perú: Empresa Editora Macro EIRL.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. (2018). *MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO DG – 2018*. LIMA.
- ROBLES BUSTIOS, R. (2015). *CÁLCULO DEL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) BARRANCO - SURCO – LIMA*. LIMA – PERÚ: UNIVERSIDAD RICARDO PALMA.
- YANG H. , H. (2004). *Pavement Analysis and Desing*. Kentucky, USA: Pearson Prentice Hall.

ANEXOS