



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE FALLAS DEL
CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE
CONDICIÓN EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LAS
CALLES DEL DISTRITO DE JESÚS NAZARENO,
PROVINCIA DE HUAMANGA Y DEPARTAMENTO DE
AYACUCHO, OCTUBRE - 2017”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

BACH. DINO CIRILO CISNEROS GÓMEZ

ASESOR:

ING. MAX KLIZMAN PRÉTEL CASAICO

AYACUCHO – PERÚ

2017

TÍTULO DE LA TESIS

“Identificación y evaluación de fallas del concreto para obtener el índice de condición en los pavimentos rígidos en las calles del distrito de Jesús Nazareno, Provincia de Huamanga y Departamento de Ayacucho, Octubre - 2017”

FIRMA DE JURADO Y ASESOR

Mgtr. Johanna del Carmen Sotelo Urbano
Presidente

Dr. Rigoberto Cerna Chávez
Miembro

Mgtr. Edward León Palacios
Miembro

AGRADECIMIENTO

Primeramente a Dios todo Poderoso por guiar mis pasos en esta Senda de la vida, así también a mi familia por el apoyo incondicional y Comprensión para el desarrollo del Presente trabajo.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo la identificación y evaluación del estado actual de los pavimentos rígidos dentro del distrito de Jesús Nazareno, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho – Perú en el año 2017. Los cuales se encuentran en pésimas condiciones y estos reflejan diversos daños en su estructura, ocasionando una serie de problemas a la población al transitar por las mismas, presentándose accidentes vehiculares y peatonales. La investigación fue de tipo descriptivo con enfoque cuantitativo y de diseño no experimental, para ello se utilizó el método PCI donde se tomó 12 unidades de muestra haciendo un total de 690,00 paños equivalentes a 8 712,00 m² de pavimento rígido, del mismo se identificaron las fallas existentes y el estado de las mismas, logrando así los siguientes resultados: el 34,00 % del total de la muestra presentó un estado de pavimento regular, 39,00 % estado bueno, 22,00% estado muy bueno y 5,00 % en estado malo. Finalmente, se concluyó que el promedio del índice de condición del pavimento obtenido fue de 61%, el cual según el rango de clasificación del método PCI muestra un pavimento en estado BUENO.

Palabras clave: PCI, Patología, concreto.

ABSTRACT

The present investigation had as objective the identification and evaluation of the current state of the rigid pavements inside the district of Jesus Nazareno, province of Huamanga and department of Ayacucho - Peru in the year 2017. Which are in terrible conditions and these reflect diverse damages In its structure, causing a series of problems to the population when passing through them, presenting vehicular and pedestrian accidents. The research was descriptive with a quantitative approach and non-experimental design, using the PCI method where 12 units of sample were taken making a total of 690.00 cloths equivalent to 8 712.00 m² of rigid pavement, of the same We identified the existing faults and their status, thus achieving the following results: 34.00% of the total sample had a regular pavement condition, 39.00% good condition, 22.00% very good condition and 5.00% In a bad state. Finally, it was concluded that the average of the pavement condition index obtained was 61%, which according to the classification range of the PCI method shows a pavement in GOOD state.

Key words: PCI, pathology, concrete.

ÍNDICE

TÍTULO DE LA TESIS.....	ii
FIRMA DE JURADO Y ASESOR	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT.....	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE TABLA	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURA.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	17
II. REVISIÓN DE LITERATURA	19
2.1 Antecedentes	19
2.1.1 Antecedentes Internacionales	19
2.1.2 Antecedentes Nacionales	21
2.2 Bases Teóricas de la Investigación	32
2.2.1 Pavimento	32
2.2.2 Clasificación de Pavimentos.....	33
2.2.3 Patología En Pavimentos	34
2.2.4 Tipos de Fallas en los Pavimentos Rígidos	34
2.2.5 Tipos de Evaluación de Pavimento Rígido.....	35

2.2.6	Método PCI (Pavement Condition Índice)	36
2.2.7	Objetivos del método PCI (Pavement Condition Índice).	37
2.2.8	Manual de Daños	47
2.2.9	Descripción de Daños	49
III. METODOLOGÍA.....		87
3.1	Diseño de investigación.	87
3.2	Población y Muestra.....	87
3.3	Definición y Operacionalización de las variables	88
3.4	Técnicas e Instrumentos	88
3.5	Plan de análisis y resultados.....	89
3.6	Matriz de consistencia.....	90
3.7	Principios Éticos	91
IV. RESULTADOS		93
4.1	Resultados	93
4.2	Análisis de Resultados	156
V. CONCLUSIONES.....		159
Aspectos Complementarios		160
Referencias Bibliográficas		161
Anexos		164

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1: Rango de calificaciones del pci	38
Tabla 2: Nivel de severidad para losas divididas.....	54
Tabla 3: Niveles de severidad para escala	58
Tabla 4: Niveles de severidad para punzonamiento	76
Tabla 5: Niveles de severidad para descascaramiento de esquina.....	83
Tabla 6: Niveles de severidad descascaramiento de junta.....	85
Tabla 7: Operacionalizacion de variables.....	88
Tabla 8: Matriz de consistencia	90
Tabla 9: Hoja de inspeccion de unidad de muestra U1	95
Tabla 10: Cálculo de densidad y valor de reduccion U1	96
Tabla 11: Cálculo valor maximo de reducido U1.....	97
Tabla 12: Hoja de inspección de unidad de muestra U2	100
Tabla 13: Hoja de inspección de unidad de muestra U2	101
Tabla 14: Cálculo de densidad y valor de reduccion U2.....	102
Tabla 15: Cálculo valor máximo de reducido U2.....	103
Tabla 16: Hoja de inspección de unidad de muestra U3	106
Tabla 17: Hoja de inspección de unidad de muestra U3	107
Tabla 18: Cálculo de densidad y valor de reduccion.....	108
Tabla 19: Cálculo valor maximo de reducido.....	109
Tabla 20: Hoja de inspección de unidad de muestra U4	112

Tabla 21: Hoja de inspección de unidad de muestra U4	113
Tabla 22: Cálculo de densidad y valor de reducción	114
Tabla 23: Calculo valor máximo de reducido	115
Tabla 24: Hoja de inspección de unidad de muestra U5	118
Tabla 25: Cálculo de densidad y valor de reducción	119
Tabla 26: Cálculo valor máximo de reducido.....	120
Tabla 27: Hoja de inspección de unidad de muestra U1	123
Tabla 28: Cálculo de densidad y valor de reducción	124
Tabla 29: Cálculo valor máximo de reducido.....	125
Tabla 30: Hoja de inspección de unidad de muestra U2.....	128
Tabla 31: Cálculo de densidad y valor de reducción	129
Tabla 32: Cálculo valor máximo de reducido.....	130
Tabla 33: Hoja de inspección de unidad de muestra U3.....	133
Tabla 34: Cálculo de densidad y valor de reducción	134
Tabla 35: Cálculo valor máximo de reducido.....	135
Tabla 36: Hoja de inspección de unidad de muestra U1	138
Tabla 37: Cálculo de densidad y valor de reducción	139
Tabla 38: Cálculo valor máximo de reducido.....	140
Tabla 39: Hoja de inspección de unidad de muestra U2	143
Tabla 40: Cálculo de densidad y valor de reducción	144
Tabla 41: Cálculo valor maximo reducido	145

Tabla 42: Hoja de inspección de unidad de muestra U3	148
Tabla 43: Cálculo de densidad y valor de reducción	149
Tabla 44: Cálculo valor máximo reducido	150
Tabla 45: Hoja de inspección de unidad de muestra U4	153
Tabla 46: Cálculo de densidad y valor de reducción	154
Tabla 47: Cálculo valor máximo reducido	155
Tabla 48: Resumen de resultados Av. Salvador Cavero.....	156
Tabla 49: Resumen de resultados Jr. Ciro Alegría	157
Tabla 50: Resumen de resultados Jr. Manuel Gonzales P.	158

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1: Densidad de patología muestra U1	96
Grafico 2: Índice de condición de pavimento muestra U1	97
Grafico 3: Densidad de patología muestra U2.....	102
Grafico 4: Índice de condición de pavimento muestra U2	103
Grafico 5: Densidad de patología muestra U3.....	108
Grafico 6: Índice de condición de pavimento muestra U3	109
Grafico 7: Densidad de patología muestra U4.....	114
Grafico 8: Índice de condición de pavimento muestra U4	115
Grafico 9: Densidad de patología muestra U5	119
Grafico 10: Índice de condición de pavimento muestra U5	120
Grafico 11: Densidad de patología muestra U1.....	124
Grafico 12: Índice de condición de pavimento muestra U1	125
Grafico 13: Densidad de patología muestra U2.....	129
Grafico 14: Índice de condición de pavimento muestra U2	130
Grafico 15: Densidad de patología muestra U3	134
Grafico 16: Índice de condición de pavimento muestra U3	135
Grafico 17: Densidad de patología muestra U1.....	139
Grafico 18: Índice de condición de pavimento muestra U1	140
Grafico 19: Densidad de patología muestra U2.....	144
Grafico 20: Índice de condición de pavimento muestra U2	145

Grafico 21: Densidad de patología muestra U3.....	149
Grafico 22: Indice de condición de pavimento muestra U3	150
Grafico 23: Densidad de patología muestra U4.....	154
Grafico 24: Indice de condición de pavimento muestra U4	155

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1: Exploración para carreteras asfálticas.....	40
Figura 2: Exploración para carreteras de concreto	41
Figura 3: Formato para iteraciones del cálculo VRC	46
Figura 4: Buckling de baja severidad	50
Figura 5: Buckling de media severidad	50
Figura 6: Buckling de alta severidad	51
Figura 7: Grieta de esquina de baja severidad.....	53
Figura 8: Grieta de esquina de media severidad.....	53
Figura 9: Grieta de esquina de alta severidad.....	53
Figura 10: Losa dividida de baja severidad	55
Figura 11: Losa dividida de media severidad.....	55
Figura 12: Losa dividida de alta severidad.....	55
Figura 13: Grieta de durabilidad de baja severidad.....	57
Figura 14: Grieta de durabilidad de media severidad.....	57
Figura 15: Grieta de durabilidad de alta severidad	58
Figura 16: Escala de baja severidad	59
Figura 17: Escala de media severidad	59
Figura 18: Escala de alta severidad	60
Figura 19: Sello de junta de baja severidad.....	62
Figura 20: Sello de junta de media severidad.....	62

Figura 21: Sello de junta de alta severidad.....	62
Figura 22: Berma de baja severidad	63
Figura 23: Berma de media severidad	64
Figura 24: Berma de alta severidad	64
Figura 25: Grieta lineal de baja severidad	67
Figura 26: Grieta lineal de media severidad.....	67
Figura 27: Grieta lineal de alta severidad.....	68
Figura 28: Parche grande de baja severidad	69
Figura 29: Parche grande de media severidad	70
Figura 30: Parche grande de alta severidad	70
Figura 31: Parche pequeño de baja severidad	71
Figura 32: Parche pequeño de media severidad	71
Figura 33: Parche pequeño de alta severidad	72
Figura 34: Pulimiento de agregados	73
Figura 35: Popout	74
Figura 36: Bombeo baja	75
Figura 37: Bombeo alta	76
Figura 38: Punzamiento de baja severidad	77
Figura 39: Punzamiento de media severidad.....	77
Figura 40: Punzamiento de alta severidad.....	78
Figura 41: Cruce de via ferrea de baja severidad	79

Figura 42: Cruce de vía férrea de media severidad	79
Figura 43: Cruce de vía férrea de alta severidad	79
Figura 44: Mapa de grietas de baja severidad	81
Figura 45: Mapa de grietas de media severidad	81
Figura 46: Mapa de grietas de alta severidad	81
Figura 47: Grietas de contracción.....	82
Figura 48: Descascaramiento de esquina de media severidad.....	84
Figura 49: Descascaramiento de esquina de alta severidad.....	84
Figura 50: Descascaramiento de junta de baja severidad	84
Figura 51: Descascaramiento de junta de media severidad.....	86
Figura 52: Descascaramiento de junta de alta severidad	86
Figura 53: Descascaramiento de junta de alta severidad	86

I. INTRODUCCIÓN

Es importante saber que las vías cumplen un papel fundamental en la actualidad siendo necesario para proveer una red adecuada, cómoda, segura y así facilite la libre transitabilidad de las personas como de los vehículos, en base a este concepto nos propusimos la siguiente pregunta ¿Cuál es el índice de condición del pavimento rígido existente en las calles del distrito de Jesús nazareno, Provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho – Perú el año 2017?

Es importante conocer que algunas vías dentro del área geográfica correspondiente al distrito de Jesús Nazareno se encuentran en pésimas condiciones, tal como se pudo encontrar en los pavimentos rígidos existentes analizados para este proyecto como son: la Av. Salvador Cavero, Jr. Ciro Alegría Cuadras 1, 2 y 3, Jr. Manuel Gonzales Prada, donde reflejan diversos daños sobre la carpeta de rodadura y estructura del pavimento, ocasionando una serie de problemas a la población al momento de transitar por las mismas, presentando así accidentes vehiculares y peatonales.

Es por este motivo que se hizo una evaluación minuciosa al momento de identificar los tipos de patologías existentes en la estructura y la carpeta de rodadura del pavimento rígido, y así conocer el estado actual de la vía, puesto que al no contar con información de la condición de operatividad de las vías el presente proyecto de investigación dará a conocer la afectación de los daños en la estructura del pavimento estudiado.

Del mismo modo, la investigación se justifica por que dará a conocer la condición de operatividad de la vía estudiada, mostrando los diversos daños y el porcentaje de afectación; asimismo también se pudo verificar la existencia de problemas sociales,

por las constantes quejas de la población del distrito de Jesús Nazareno por el mal estado del pavimento, donde los vehículos al transitar lentamente originan tráfico constantes, por ende malestar por el humo y ruidos de claxon.

Por lo que el presente proyecto precisó un diagnóstico detallado de las patologías sufridas en su estructura de los pavimentos rígidos existentes en el distrito de Jesús Nazareno, Provincia de Huamanga y Departamento de Ayacucho, y con ello proponer una alternativa de solución para así reducir la aparición prematura de las mismas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Pérez (1), escribió en su tesis **“Diseño del pavimento rígido del camino que conduce a la aldea el guayabal, municipio de Estanzuela del departamento de Zacapa”** menciona que a través del tiempo de duración del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), se atendieron las necesidades del municipio de Estanzuela, departamento de Zacapa, en materia de infraestructura. Éste consistió en el diseño de pavimentación de la carretera que conduce a la aldea El Guayabal.

El presente trabajo de graduación, consiste de dos capítulos, el capítulo uno presenta un informe amplio sobre las características del área de estudio. Dicha información permitió conocer las necesidades básicas del municipio, con el objetivo de presentar posibles soluciones e identificar qué aldeas eran prioritarias en ese momento para las autoridades ediles.

En el capítulo dos, se presenta el diseño de la pavimentación del camino que conduce a dicha aldea, conteniendo la memoria de cálculo, así como la metodología utilizada. En los anexos se encuentran los planos.

En el diseño del pavimento rígido, se utilizó el sistema de medición topográfica compuesta por la planimetría y altimetría. Para definirse una longitud de 5755 m. de largo y un ancho de 6m, para luego proceder al muestreo de la sub-rasante y conocer las propiedades del suelo por medio de los ensayos de laboratorio y diseñar el pavimento rígido; para el

diseño se utilizó el método simplificado de la PCA llegando a proponer un espesor de losa de 15 centímetros y bordillos de 15 X 10 centímetros y un bombeo pluvial del 2%.

Sánchez et al. (2), escribieron en su tesis **“Estudio de las fallas en los pavimentos rígidos para el mantenimiento y rehabilitación de las vías principales del municipio de Tamalameque cesar”** menciona que Elaborar un estudio de fallas de pavimentos rígidos de las vías principales del municipio de Tamalameque cesar mediante un diagnóstico para su mantenimiento y rehabilitación, permitirá realizar una evaluación para obtener información del estado físico de las vías mediante la inspección visual de los diferentes pavimentos rígidos seleccionados. Luego estos datos serán consignados mediante planos de localización de las vías en estudio en AUTOCAD para detallar áreas a tratar y direcciones de las mismas. Las mediciones de las fallas serán necesarias para catalogar un criterio general de reparación; elaborando formatos que permitan recolectar la información de campo donde se describan los tipos de fallas, sus posibles causas y una posible alternativa de solución en los diferentes pavimentos seleccionados. Esto con el fin de recomendar un plan para el mantenimiento y rehabilitación de las vías seleccionadas en base a especificaciones existentes y un plan de costos a precios del mercado y tiempo con programación en Gantt.

Miranda (3), escribió en su tesis **“Deterioro en Pavimentos Flexibles y Rígidos”** menciona que en este trabajo de titulación incluye una descripción de los tipos de pavimentos existentes para la construcción de

caminos, mostrarlos diferentes tipos de deterioros que se presentan en un pavimento, sus diferentes causas a través de su construcción o a lo largo de los años, se plantea además los tipos de técnicas de reparación aplicadas en obras de pavimentación, mostrando sus procesos constructivos acompañado de un registro fotográfico para la mayor comprensión del proceso.

En este trabajo como caso práctico se muestra la conservación de pavimentos aplicada a los sectores 1 y 2 de Valdivia, destacando las causas que produjeron estos deterioros, y las reparaciones aplicadas, destacando los procesos constructivos en la reconstrucción de calzadas de pavimentos y carpetas asfálticas, sirviendo de un gran aporte a los profesionales que pretendan desarrollarse en el área de obras viales.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

López et al. (4), escribieron en su tesis **“Determinación y evaluación de las patologías en el concreto de pavimentos rígidos, distrito san juan bautista, provincia de huamanga – Ayacucho”** menciona que en El distrito de San Juan Bautista se encuentra ubicado a 2800 m.s.n.m. en la ciudad de Ayacucho, se observa específicamente las pistas de concreto, no cuentan con presupuesto directo para Mantenimiento de su Infraestructura. Con el presente trabajo de investigación se llegó a determinar los estados de conservación de las Pistas del Distrito de San Juan Bautista, las cuales requieren de un mantenimiento rutinario, correctivo y preventivo.

Para ello fue necesario determinar las patologías en las Pistas de concreto hidráulico, las mismas que serán muestras de inspección visual, para tomar datos y determinar el Índice de Condición de Pavimento a partir de sus patologías.

Se ejecutó: la Observación, análisis y Evaluación de las pistas.

Análisis de las realidades en el Distrito de San Juan Bautista contribuir a la formación de los planes y programas de necesidades de inversión.

Fomentar la creatividad e innovación tecnológica en temas asociados a la actividad de la construcción.

Espinoza (5), escribió en su tesis **“Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en los pavimentos rígidos de la provincia de Huancabamba, departamento de Piura”** menciona que la decisión política del Estado Peruano, de promover el desarrollo de la red vial en todo el litoral Peruano ya que en la actualidad se cuenta con una longitud de 78,200 km, de los cuales 68,790 km (87%) son caminos no pavimentados, caminos que históricamente se mantienen a través de la ejecución de carpetas de rodadura granulada (nivel de afirmado).

La tarea del pasado era construir la Red de Caminos; la tarea de hoy es conservar esta Red y adaptarla a las necesidades de los usuarios. Uno de los objetivos primordiales de los organismos encargados de planificar y/o ejecutar obras, concernientes al mejoramiento y conservación de la red vial con superficies de rodadura a nivel afirmado, asfaltado, pavimentos rígidos, debería ser básicamente mejorar la superficie de rodadura de

estos caminos a través de la ejecución de soluciones innovadoras, que beneficien a zonas de alto impacto social y productivo, siendo además estas soluciones de bajo costo si se compara con las obras de mantenimiento periódico tradicionales.

Según estudios realizados por la Comisión Económica para América Latina las redes camineras están hoy en peores condiciones que hace cinco años. Los organismos encargados de la administración de caminos, en su gran mayoría, siguen trabajando en forma ineficiente y burocrática, y los fondos asignados al mantenimiento vial son manifiestamente insuficientes.

Según estudios del Banco Mundial, el enorme perjuicio en las redes viales proviene del hecho, que cada dólar que no se gasta oportunamente en conservación se traduce en tres dólares en obras de rehabilitación y construcción.

En resumen, se podría decir que se está llegando a un volumen muy grande de obras de rehabilitación y reconstrucción, sin que haya organizaciones que tomen decisiones eficientes que puedan atender a esta tarea gigantesca, y además no se presupueste un financiamiento debidamente asegurado para poder atenderlo.

Como ya se mencionó el 87% de nuestros caminos cuentan con una superficie de rodadura granular (afirmado), los cuales por situaciones presupuestales o bajo volumen de tránsito actual no tienen asegurada su pavimentación a corto o a mediano plazo.

Generalmente estos caminos son atendidos por las Municipales de todo el litoral peruano que con sus escasos recursos tratan de avanzar aperturando, rehabilitando sus caminos, por lo que muchas veces, en corto tiempo se disgregan.

La disgregación prematura de estas superficies de rodadura, además de la inversión mal aplicada trae como consecuencia.

Pinedo (6), escribió en su tesis **“Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie de las veredas del centro histórico de Coishco, distrito de Coishco, provincia de santa, departamento de Ancash”** menciona que en este trabajo pretende difundir la evaluación de Patologías de Pavimentos de concreto, como una alternativa de solución en la rehabilitación de los pavimentos de concreto. En este sentido, la presente tesis tiene como objetivo dar a conocer los métodos para conocer los tipos de daños que sufren los pavimentos y determinar su rango de clasificación.

El desarrollo del trabajo comprende todas las consideraciones básicas que se debe tener en cuenta al momento de analizar las patologías, así como el procedimiento para determinar el índice de condición del pavimento, y su aplicación a un problema específico en el Centro Histórico del distrito de Coishco, Provincia de Santa, Departamento de Ancash.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, se concluye que la metodología es aplicable a los pavimentos de concreto de nuestra ciudad. Presentándose como una alternativa técnico económica.

Delgado et al. (7), escribieron en su tesis **“diseño del pavimento de un aeropuerto”** menciona que para el diseño del pavimento propuesto, se empleará la configuración geométrica y el registro del tráfico del año 2010 del Aeropuerto Jorge Chávez.

Por otro lado, para los cálculos de los espesores de las capas de los pavimentos se seguirá la metodología empleada por la Administración Federal de Aviación de los Estados Unidos (FAA), ya que la mayor parte de los aviones internacionales que aterrizan en nuestro país son de procedencia americana y además el Perú no cuenta con un manual propio de diseño de pavimentos de aeropuertos.

A lo largo de la presente tesis plantearemos dos diseños; el primero consiste íntegramente en un pavimento rígido y el segundo íntegramente en un pavimento flexible. Para estos tipos de pavimentos, la entidad mencionada líneas arriba (FAA) emplea el método del índice de resistencia de California (CBR) para el cálculo de pavimentos flexibles, y para el caso de pavimentos rígidos sigue la hipótesis de carga sobre los bordes.

Finalmente se evaluará las ventajas y desventajas de un pavimento respecto al otro y se determinará el costo de construcción de la alternativa más conveniente.

Rengifo (8), escribió en su tesis **“Diseño de los pavimentos de la nueva carretera panamericana norte en el tramo de huacho a Pativilca (km 188 a 189)”** menciona que la nueva carretera Panamericana Norte se encuentra al norte de Lima. Actualmente el tramo de Ancón – Huacho – Pativilca se encuentra en concesión a Norvial S.A.

En esta tesis se realiza el diseño del pavimento de un kilómetro de esta carretera en el tramo de Huacho a Pativilca. Específicamente, según el temario del tema de tesis el kilómetro designado por el asesor fue del 188 al 189.

La carretera Huacho – Pativilca tiene 57 kilómetros de longitud y conecta las ciudades de Huacho, Huaura, Medio Mundo, Supe, Barranca y Pativilca. En general, la Panamericana Norte es una carretera interprovincial que conecta todos los departamentos de la Costa. El tramo de estudio de esta tesis une a las provincias de Barranca y Huaura. Cabe resaltar que entre las particularidades de la zona se incluye el tránsito de gran porcentaje de vehículos pesados. Además presenta un clima templado y con pocas precipitaciones.

Se procede con el diseño del pavimento tanto flexible como rígido. Para el tipo flexible se utiliza la metodología de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y la del Instituto del Asfalto (IA), mientras que para el rígido se utiliza también la de la AASHTO y la de la Portland Cement Association (PCA).

Por último, una vez obtenidos los diseños definitivos para los dos tipos de pavimento se procede a una comparación económica del costo inicial de construcción de esta estructura.

Fernández (9), escribió en su tesis **“Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie de las pistas en la Av. Progreso y el Jr. Ponce de Mayolo, Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga-Ayacucho – Junio 2015”** menciona que el presente trabajo de investigación tiene por objetivo determinar y evaluar las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie de las pistas de Av. Progreso y el Jr. J Ponce de Mayolo del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, Junio - 2015, estableciendo los tipos de fallas o patologías y el nivel de incidencia de cada falla en todas las estructuras de muestra en la superficie expresado en porcentaje.

En este estudio se aplicó el método del Pavement Condition Index (PCI) para determinar el índice de condición estructural del pavimento de las pistas con Cuatrocientos treinta (430) paños, para identificar sus fallas existentes y cuantificar su estado.

La metodología del trabajo es evaluativo visual a través de una hoja de evaluación. Se realiza un registro estadístico de las patologías y valores

de PCI obtenidos por cada unidad de muestras de la Av. Progreso y el Jr. J Ponce de Mayolo del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga.

Las pistas de la Av. Progreso y el Jr. J Ponce de Mayolo, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho ,tienen mayor incidencia en las patologías de Grieta Esquina, Losa dividida, Daño de sello de Junta, Parche Grande, Parche Pequeño, Pulimento de Agregados, Popouts, Descascaramiento de Esquina y Descascaramiento de Junta con un nivel de severidad Bajo, Medio y Alto, de tal manera que todos los paños de las pistas de la primera cuadra de la Av. Progreso, están en un nivel de muy Bueno con un PCI = 78, los paños de la segunda cuadra de la Av. Progreso están también en un nivel muy bueno con un PCI = 79, los paños de la tercera cuadra de la Av. Progreso están en un nivel Regular con un PCI = 50, los paños de la cuarta cuadra de la Av. Progreso, están en un nivel bueno con un PCI = 60, los paños de la quinta cuadra de la Av. progreso, están en un nivel Bueno con un PCI = 56, los paños de la sexta cuadra de la Av. Progreso, están en un nivel Bueno con un PCI = 60 y la primera cuadra del Jr. J Ponce de Mayolo, están en un nivel muy bueno con un PCI = 80. En resumen, promediando los PCI obtenidos por cada unidad de muestra de la Av. Progreso y el Jr. J Ponce de Mayolo se logró obtener un resultado donde nos da un PCI=66.14, dando la comparación en el rango de clasificación del PCI toda la estructura se encuentra en una nivel se severidad Bueno.

Por ello podemos indicar que se debe de dar un mantenimiento preventivo para mantener el estado de las demás estructuras en las diferentes clasificaciones del PCI de acuerdo al estudio realizado.

Chávez (10), escribió en su tesis **“Determinación y Evaluación del Pavimento Rígido existente en el sector 13 Magdalena, Departamento de Ayacucho, Provincia de Huamanga, Distrito Ayacucho, Noviembre 2013.”** Se menciona que en esta tesis se ha empleado el método PCI para determinar el Índice de Condición Estructural del Pavimento en el Sector 13 Magdalena, en el cual han sido estudiados las diferentes calles existentes en dicho sector ya mencionado, para poder identificar, analizar y dar soluciones a las múltiples patologías existentes, así como determinar el estado de los pavimentos en términos de su integridad estructural y su nivel de servicio.

Dentro de la tesis se muestra primero: Planteamiento de la Tesis, en donde analizaremos las fallas, así mismo los objetivos a determinar en los diferentes pavimentos ubicados en jirones y avenidas del sector 13 Magdalena.

Segundo: Marco Teórico, donde se evidencia el proceso socio histórico del uso y aplicación de los pavimentos mostrados a través de sus antecedentes internacionales y nacionales, donde se define el concepto de pavimento rígido, su clasificación, patologías, unidad de muestreo, cálculo del PCI.

Tercero, se explica el procedimiento del método: Tipo, Nivel y Diseño de la investigación, así mismo el muestreo y por último el plan de análisis.

Todo el trabajo se realizara en las diferentes avenidas, jirones, etc. Con la finalidad de obtener el tipo de severidad y densidad en las diferentes calles ubicadas en el Sector 13 Magdalena.

Como conclusión de esta tesis se desarrollara aplicando la metodología del PCI (Índice de Condición de Pavimento), para poder determinar un valor de 0 a 100, el mismo que indicara su estado. La metodología de trabajo será del tipo visual y a través de un formato de evaluación, debido a que los pavimentos han sido diseñados para el tránsito vehicular, para ello se tendrá en cuenta las diversas patologías, las cuales ocurren por diferentes factores como son: calidad de agregados, procedimiento constructivo, factor climático, etc.

Soto (11), escribió en su tesis **“Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie de las pistas en la avenida los incas y prolongación los incas, distrito de Jesús nazareno, provincia de huamanga, departamento de Ayacucho, junio - 2015”** menciona La presente tesis tiene como objetivo determinar y evaluar las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie de las pistas en la Avenida Los Incas y Prolongación Los Incas, Distrito de Jesús Nazareno, Provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho,

Junio -2015". En esta tesis se aplicó el método PCI para determinar el índice de condición estructural del pavimento de la superficie de las pistas en la Avenida Los Incas y Prolongación Los Incas. Seiscientos sesenta y siete paños de la superficie de la pista han sido estudiados a detalle para identificar las fallas existentes y cuantificar el estado de la misma.

Dentro de la tesis se muestra: Primero el marco teórico, donde se documenta el proceso socio histórico del uso y aplicación de las veredas mostradas a través de sus antecedentes internacionales y nacionales; se define el concepto de vereda y pavimento, su clasificación, patologías y un manual de daños que trata de las fallas más comunes que afectan a los pavimentos urbanos rígidos.

Segundo, se explica el procedimiento del método: el muestreo de unidades, el cálculo del PCI, los criterios de inspección, etc. Por último se presentan las hojas de registro, con el respectivo cálculo del índice de condición de pavimento para cada unidad de muestra analizada.

Por otro lado la metodología de trabajo que se aplicó fue del tipo evaluativo visual y a través de una ficha técnica de evaluación. Se realizó un registro estadístico de las patologías y valores de PCI obtenidos de las distintas muestras seleccionadas de las calles de la Avenida Los Incas y Prolongación Los Incas Finalmente, la conclusión de esta investigación muestra de la superficie de las pistas en la Avenida Los Incas y Prolongación Los Incas, Distrito de Jesús Nazareno tienen un pavimento

en estado REGULAR, con un PCI ponderado igual a 44.74 Las fallas encontradas fueron del tipo funcional, que no afectan al tránsito normal de peatones, pues no causan daños estructurales.

2.2 Bases Teóricas de la Investigación

2.2.1 Pavimento

Se adoptara, un par de definiciones de autores que explican de muy buena manera la definición de pavimento:

Arqhys (12), dice que “Se llama pavimento al conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente”

Espinoza (5), dice que “Es una estructura que se encuentra constituida por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y se construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados.

Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la sub rasante de la vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de restringir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura del pavimento”.

“Se entiende por pavimento al conjunto de los elementos estructurales de un camino (o de otras superficies como las pistas de aterrizaje de los aeropuertos, losas deportivas, etc.), es decir, son todas las capas que lo conforman y las que se denominan comúnmente capa superficial, base, sub base.”

2.2.2 Clasificación de Pavimentos

2.2.2.1 Pavimentos Rígidos

Soto (11), dice son pavimentos en los cuales su capa superior está compuesta por una losa de cemento hidráulico, la cual se encuentra apoyada sobre una capa de material denominada base o sobre la sub rasante. En este tipo de pavimentos se pueden distinguir algunos tipos que son: hormigón simple con juntas con o sin barras de transferencia de carga, hormigón reforzado con juntas y barras de traspaso de cargas y hormigón continuamente reforzado.

2.2.2.2 Pavimentos flexibles

Soto (11), dice es el pavimento que tiene en su parte superior una carpeta bituminosa, apoyada sobre dos capas granulares, denominadas base y sub base.

2.2.2.3 Pavimentos Semi rígido

Soto (11), dice contiene la misma estructura de un pavimento flexible, con la variación que una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con algún aditivo que puede ser:

asfalto, cal, cemento, emulsión o químicos; los cuales permitan incrementar la capacidad portante del suelo.

2.2.2.4 Pavimentos Articulados

Soto (11), dice son pavimentos cuyas capas de rodadura se encuentran conformadas por bloques de concreto prefabricados, que se denominan adoquines, son iguales entre si y de un espesor uniforme; y que se colocan sobre una capa delgada de arena, la cual se encuentra sobre una capa granular o la sub rasante.

2.2.3 Patología En Pavimentos

Espinoza (5), dice el deterioro de la estructura de un pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados, ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los “valores deducidos”, como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.

2.2.4 Tipos de Fallas en los Pavimentos Rígidos

Soto (11), dice las fallas en los pavimentos pueden ser divididas en dos grandes grupos que son fallas de superficie y fallas en la estructura.

2.2.4.1 Fallas De Superficie

Soto (11), dice son las fallas en la superficie de rodamiento, debido a las fallas en la capa de rodadura y que no guardan relación con la estructura de la calzada.

La corrección de estas fallas se efectúa con solo regularizar su superficie y conferirle la necesaria impermeabilidad y rugosidad.

2.2.4.2 Fallas Estructurales

Soto (11), dice comprende los defectos de la superficie de rodamiento, cuyo origen es una falla en la estructura del pavimento, es decir, de una o más capas constitutivas que deben resistir el complejo juego de solicitaciones que imponen el tránsito y el conjunto de factores climáticos.

Para corregir este tipo de fallas es necesario un refuerzo sobre el pavimento existente para que el paquete estructural responda a las exigencias del tránsito presente y futuro estimado.

2.2.5 Tipos de Evaluación de Pavimento Rígido

Para Chávez (10), en su tesis dice que existen diversos métodos de evaluación de pavimentos, que son aplicables a calles y carreteras, entre los aplicables al presente estudio están:

- **VIZIR**

Es un índice que representa la degradación superficial de un pavimento, representando una condición global que permitirá tomar algunas medidas de mantenimiento y rehabilitación.

Este índice ha sido desarrollado por el Laboratoire Central des Ponts et Chaussées France o por sus siglas en inglés LCPC.

El sistema VIZIR, es un sistema de simple comprensión y aplicación que establece una distinción clara entre las fallas estructurales y las fallas funcionales y que ha sido adoptado en países en vía de desarrollo y en especial en zonas tropicales.

- **FHWA / OH99 / 004**

Este índice presenta una alta claridad conceptual y es de sencilla aplicación, pondera los factores dando mayor énfasis a ciertos deterioros que son muy abundantes o importantes en regiones donde hay estaciones muy marcadas pero no en áreas tropicales.

- **ASTM D 6433-99**

También conocido como Pavement Condition Index, o por sus siglas PCI. Este índice sirve para representar las degradaciones superficiales que se presentan en los pavimentos flexibles y de hormigón. Este método ha sido aplicado en la presente investigación, debido a que se ha adoptado mundialmente por algunas entidades encargadas de realizar la cuantificación de los deterioros en la superficie de pavimentos.

Esta es la metodología que se utilizó en el presente estudio.

2.2.6 Método PCI (Pavement Condition Index)

Vásquez (13), dice que el Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) se constituye en la metodología más completa para la

evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas más allá de las que constituyen el sistema y las cuales se presentan a continuación.

Se presentan la totalidad de los daños incluidos en la formulación original del PCI, pero eventualmente se harán las observaciones de rigor sobre las patologías que no deben ser consideradas debido a su génesis o esencia ajenas a las condiciones locales. El usuario de esta guía estará en capacidad de identificar estos casos con plena comprensión de forma casi inmediata.

2.2.7 Objetivos del método PCI (Pavement Condition Index).

Chávez (10), dice que los objetivos que se esperan con la aplicación del Método PCI son los siguientes:

- Determinar el estado en que se encuentra el pavimento en términos de su integridad estructural y del nivel de servicio que ofrece al usuario.
- Obtener un indicador que permita comparar con un criterio uniforme la condición y comportamiento de los pavimentos.
- Obtener información relevante de retroalimentación respecto del comportamiento de las soluciones adoptadas en el diseño, evaluación y criterios de mantenimiento de pavimentos.
- Obtener un criterio racional para justificar la programación de obras de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos.

2.2.7.1 Índice de Condición del Pavimento (PCI – Pavement Condition Index)

Vásquez (13), dice que el deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los “valores deducidos”, como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En la tabla 1 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento, tal como se ve en la tabla 1.

Tabla 1. Rangos de Calificaciones del PCI

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

Fuente: Ingeniería para pavimentos - pavement condition Index (PCI) – Ing. Luis R. Vásquez Varela – Manizales febrero 2002.

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen CLASE, SEVERIDAD y CANTIDAD de cada daño presenta. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima.

2.2.7.2 Desarrollo del Método PCI (Pavement Condition Index)

Vásquez (13), dice que la primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin. Las Figuras 1 y 2 ilustran los formatos para la inspección de pavimentos asfálticos y de concreto, respectivamente. Las figuras son ilustrativas y en la práctica debe proveerse el espacio necesario para consignar toda la información pertinente.

Figura 1. Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA	
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO			
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m ²)			
INSPECCIONADA POR		FECHA			
No.	Daño	No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo.	11	Parqueo.		
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.		
3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.		
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cruce de vía férrea.		
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.		
6	Depresión.	16	Desplazamiento.		
7	Grieta de borde.	17	Grieta parabólica (slippage)		
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.		
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.		
10	Grietas long y transversal.				
Daño	Severidad	Cantidades parciales	Total	Densidad (%)	Valor deducido

Fuente: Ingeniería para pavimentos - pavement condition Index (PCI) – Ing. Luis R. Vásquez Varela – Manizales febrero 2002.

Figura 2. Formato de exploración de condición para carreteras con superficie en concreto hidráulico.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					
ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO	
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		NÚMERO DE LOSAS	
INSPECCIONADA POR			FECHA		
No.	Daño	No.	Daño	No.	Daño
21	Blow up / Buckling.	27	Desnivel Camil / Berma.	34	Punzonamiento.
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Cruce de vía férrea
23	Losa dividida.	29	Parqueo (grande).	36	Descorchamiento
24	Grieta de durabilidad "D".	30	Parqueo (pequeño)	37	Retracción
25	Escala.	31	Pulimento de agregados	38	Descascaramiento de esquina
26	Sello de junta.	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta
		33	Bombeo		
Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)	Valor deducido	ESQUEMA
					o o o o o
					10
					o o o o o
					9
					o o o o o
					8
					o o o o o
					...
					o o o o o
					1 2 3 4

Fuente: Ingeniería para pavimentos - pavement condition Index (PCI) – Ing. Luis R. Vásquez Varela – Manizales febrero 2002.

2.2.7.3 Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación:

Vásquez (13), dice que en la “Evaluación De Una Red” vial puede tenerse un número muy grande de unidades de muestreo cuya inspección demandará tiempo y recursos considerables; por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo.

En la “Evaluación de un Proyecto” se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la

Ecuación 1, la cual produce un estimado del PCI ± 5 del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2} \quad \text{Ecuación 1.}$$

Dónde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

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

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

σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (σ) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25) y de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de 35) En inspecciones subsecuentes se usará la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deben evaluarse.

Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco ($n < 5$), **todas las unidades deberán evaluarse.**

2.2.7.4 Evaluación de la condición

Vásquez (13), dice que el procedimiento varía de acuerdo con el tipo de superficie del pavimento que se inspecciona. Debe seguirse estrictamente la definición de los daños de este manual para obtener un valor del PCI confiable.

La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

a.- Equipo.

- Odómetro manual para medir las longitudes y las áreas de los daños.
- Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.
- Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.

b.- Procedimiento. Se inspecciona una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo con el Manual de Daños, y se registra la información en el formato correspondiente. Se deben conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimientos de medida los daños. Se usa un formulario u “hoja de información de exploración de la condición” para cada unidad muestreo y en los formatos cada renglón se usa para registrar un daño, su extensión y su nivel de severidad.

c. El equipo de inspección: Deberá implementar todas las medidas de seguridad para su desplazamiento en la vía

inspeccionada, tales como dispositivos de señalización y advertencia para el vehículo acompañante y para el personal en la vía.

2.2.7.5 Cálculo del PCI de las unidades de muestreo

Vásquez (13), dice que al completar la inspección de campo, la información sobre los daños se utiliza para calcular el PCI. El cálculo puede ser manual o computarizado y se basa en los “Valores Deducidos” de cada daño de acuerdo con la cantidad y severidad reportadas.

Cálculo para Pavimentos con Capa de Rodadura en Concreto de Cemento Portland:

Vásquez (13), dice:

Etapa 1. Cálculo de los Valores Deducidos.

1. a. Contabilice el número de LOSAS en las cuales se presenta cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad en el formato Figura 2.

1. b. Divida el número de LOSAS contabilizado en 1.a. entre el número de LOSAS de la unidad y exprese el resultado como porcentaje (%) Esta es la DENSIDAD por unidad de muestreo para cada combinación de tipo y severidad de daño.

1. c. Determine los VALORES DEDUCIDOS para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad empleando la

curva de “**Valor Deducido de Daño**” apropiada entre las que se adjuntan a este documento.

Etapa 2. Cálculo del número Admisible Máximo de Deducidos (m)

2. a. Si ninguno o tan sólo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido”, CDV, obtenido en la Etapa 4. De lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b. y 2.c.

2. b. Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.

2. c. Determine el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m), utilizando la Ecuación:

$$m = 1 + ((9/98) * (100 - VR))$$

Dónde:

m: Número máximo admisible de “valores deducidos”, incluyendo fracción, para la unidad de muestreo.

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

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

Etapa 3. Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, VRC.

Proceda de manera idéntica a lo establecido para vías con capa de rodadura asfáltica, pero usando la curva correspondiente a pavimentos de concreto.

Etapa 4. Calcule el PCI restando de 100 el máximo VRC.

En la Figura 3 se presenta un formato para el desarrollo del proceso iterativo de obtención del “Máximo Valor Deducido Corregido”, VRC.

Figura 3. Formato para las iteraciones del cálculo del VRC

No.	Valores Deducidos										Total	q	VRC
1													
2													
3													
4													

Fuente: Ingeniería para pavimentos - pavement condition
 Índice (PCI) – Ing. Luis R. Vásquez Varela – Manizales febrero 2002.

2.2.7.6 Cálculo del PCI de una sección de pavimento

Vásquez (13), dice que 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 en las unidades de muestreo.

Si se utilizó la técnica del muestreo, se emplea otro procedimiento. Si la selección de las unidades de muestreo para inspección se hizo mediante la técnica aleatoria sistemática o con base en la representatividad de la sección, el PCI será el promedio de los PCI de las unidades de muestreo inspeccionadas. Si se usaron

unidades de muestreo adicionales se usa un promedio ponderado calculado de la siguiente forma:

$$\bar{PCI} = \frac{(N - A) \times PCI + (A \times PCIA)}{N}$$

Dónde:

PCIs: PCI de la sección del pavimento.

PCIR: PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas.

PCIA: PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.

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

A: Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas.

2.2.8 Manual de Daños

2.2.8.1 Calidad de Tránsito (Ride Quality)

Vásquez (13), dice que cuando se realiza la inspección de daños, debe evaluarse la calidad de tránsito para determinar el nivel de severidad de daños tales como las corrugaciones, para la presente investigación. A continuación se presenta una guía general de ayuda para establecer el grado de severidad de la calidad de tránsito.

L: (Low: Bajo): Se perciben las vibraciones en el vehículo (por ejemplo, por corrugaciones) pero no es necesaria una reducción de velocidad en aras de la comodidad o la seguridad; o los abultamientos

o hundimientos individuales causan un ligero rebote del vehículo pero creando poca incomodidad. Para el caso de la presente investigación esta será recorrida a pie y se observara el grado de abultamientos o hundimientos.

M: (Medium: Medio): Las vibraciones en el vehículo son significativas y se requiere alguna reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un rebote significativo, creando incomodidad. Para el caso de la presente investigación esta será recorrida a pie y se observara el grado de abultamientos o hundimientos.

H: (High: Alto): Las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que debe reducirse la velocidad de forma considerable en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un excesivo rebote del vehículo, creando una incomodidad importante o un alto potencial de peligro o daño severo al vehículo. Para el caso de la presente investigación esta será recorrida a pie y se observara el grado de abultamientos o hundimientos. La calidad de tránsito se determina recorriendo la sección de pavimento en un automóvil de tamaño estándar a la velocidad establecida por el límite legal. Las secciones de pavimento cercanas a señales de detención deben calificarse a la velocidad de desaceleración normal de aproximación a la señal. Siendo la

presente investigación para plataformas deportivas, no se analizaran patologías cuya causa es debida al tránsito.

2.2.9 Descripción de Daños

2.2.9.1 Blowup - Buckling.

Descripción: Vásquez (13), dice que los blowups o buckles ocurren en tiempo cálido, usualmente en una grieta o junta transversal que no es lo suficientemente amplia para permitir la expansión de la losa. Por lo general, el ancho insuficiente se debe a la infiltración de materiales incompresibles en el espacio de la junta. Cuando la expansión no puede disipar suficiente presión, ocurrirá un movimiento hacia arriba de los bordes de la losa (Buckling) o fragmentación en la vecindad de la junta. También pueden ocurrir en los sumideros y en los bordes de las zanjas realizadas para la instalación de servicios públicos.

Niveles de Severidad

L: Causa una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Causa una calidad de tránsito de severidad media.

H: Causa una calidad de tránsito de alta severidad.

Medida

En una grieta, un blowup 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 del blowup deja el pavimento inutilizable, este debe repararse de inmediato.

Opciones de Reparación

L: No se hace nada. Parcheo profundo o parcial.

M: Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

H: Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

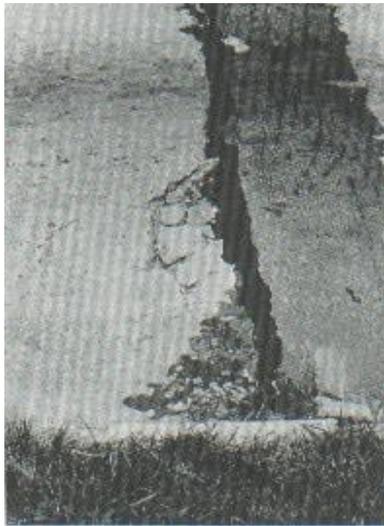


Figura 4. Blowup / Buckling de baja severidad.



Figura 5. Blowup / Buckling de media severidad.



Figura 6. Blowup / Buckling de alta severidad.

2.2.9.2 Grieta de esquina.

Descripción: Vásquez (13), dice que 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

L: La grieta está definida por una grieta de baja severidad y el área entre la grieta y las juntas está ligeramente agrietada o no presenta grieta alguna.

M: Se define por una grieta de severidad media o el área entre la grieta y las juntas presenta una grieta de severidad media (M)

H: Se define por una grieta de severidad alta o el área entre la junta y las grietas está muy agrietada.

Medida

La losa dañada se registra como una (1) losa si:

1. Sólo tiene una grieta de esquina.
2. Contiene más de una grieta de una severidad particular.
3. Contiene dos o más grietas de severidades diferentes.

Para dos o más grietas se registrará el mayor nivel de severidad. Por ejemplo, una losa tiene una grieta de esquina de severidad baja y una de severidad media, deberá contabilizarse como una (1) losa con una grieta de esquina media.

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Sellado de grietas de más de 3 mm.

M: Sellado de grietas. Parcheo profundo.

H: Parcheo profundo.



Figura 7. Grieta de esquina de baja severidad.

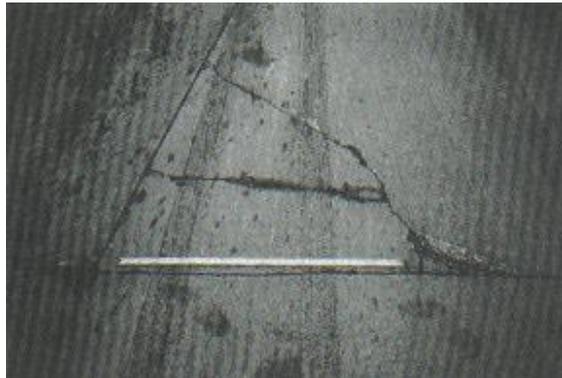


Figura 8. Grieta de esquina de severidad media.



Figura 9. Grieta de esquina de alta severidad.

2.2.9.3 Losa dividida.

Descripción: Vásquez (13), dice que 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

En el Tabla 2. Se anotan los niveles de severidad para losas divididas.

Severidad de la mayoría de las grietas	Número de pedazos en la losa agrietada		
	4 a 5	6 a 8	8 ó más
L	L	L	M
M	M	M	H
H	M	M	H

Fuente: Ingeniería para pavimentos - pavement condition
Índex (PCI) – Ing. Luis R. Vásquez Varela – Manizales febrero 2002.

Medida

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

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor de 3mm.

M: Reemplazo de la losa.

H: Reemplazo de la losa.

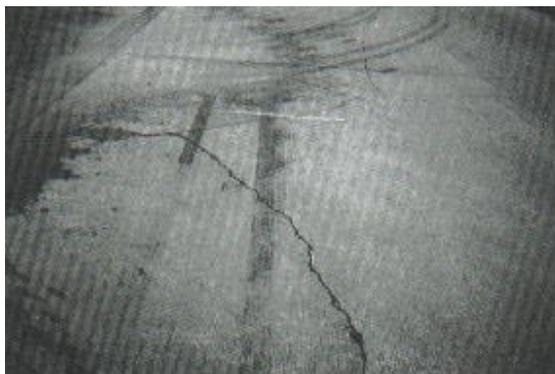


Figura 10. Losa dividida de baja severidad.



Figura 11. Losa dividida de severidad media.



Figura 12. Losa dividida de alta severidad.

2.2.9.4 Grieta de Durabilidad “D”.

Descripción: Vásquez (13), dice que las grietas de durabilidad “D” son causadas por la expansión de los agregados grandes debido al proceso de congelamiento y descongelamiento, el cual, con el tiempo, fractura gradualmente el concreto. Usualmente, este daño aparece

como un patrón de grietas paralelas y cercanas a una junta o a una grieta lineal. Dado que el concreto se satura cerca de las juntas y las grietas, es común encontrar un depósito de color oscuro en las inmediaciones de las grietas “D”. Este tipo de daño puede llevar a la destrucción eventual de la totalidad de la losa.

Niveles de severidad

L: 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.

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.

H: Las grietas “D” cubren más del 15% del área y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente.

Medida

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.

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas.

H: Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas. Reemplazo de la losa.



Figura 13. Grieta de durabilidad de baja severidad.



Figura 14. Grieta de durabilidad de severidad media.



Figura 15. Grieta de durabilidad de alta severidad.

2.2.9.5 Escala.

Descripción: Vásquez (13), dice que 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

Se definen por la diferencia de niveles a través de la grieta o junta como se indica en la Tabla 3.

Tabla 3. Niveles de Severidad para Escala.

Nivel de severidad	Diferencia en elevación
L	3 a 10 mm
M	10 a 19 mm
H	Mayor que 19 mm

Fuente: Ingeniería para pavimentos - pavement condition
 Índex (PCI) – Ing. Luis R. Vásquez Varela – Manizales febrero 2002.

Medida

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.

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Fresado.

M: Fresado.

H: Fresado.



Figura 16. Escala de baja severidad.



Figura 17. Escala de severidad media.

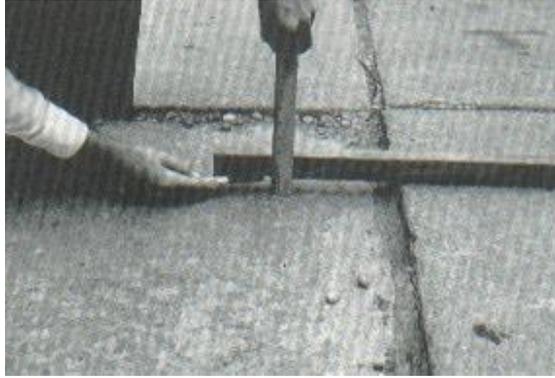


Figura 18. Escala de alta severidad.

2.2.9.6 Sello de la junta.

Descripción: Vásquez (13), dice que es cualquier condición que permite que suelo o roca se acumule en las juntas, o que permite la infiltración de agua en forma importante. La acumulación de material incompresible impide que la losa se expanda y puede resultar en fragmentación, levantamiento o descascaramiento de los bordes de la junta. Un material llenante adecuado impide que lo anterior ocurra.

Los tipos típicos del daño de junta 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

L: El sellante está en una condición buena en forma general en toda la sección.

Se comporta bien, con solo daño menor.

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.

H: 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.

Medida

No se registra losa por losa sino que se evalúa con base en la condición total del sellante en toda el área.

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Resellado de juntas.

H: Resellado de juntas.



Figura 19. Daño del sello de junta de baja severidad.



Figura 20. Daño del sello de junta de severidad media.



Figura 21. Daño del sello de junta de alta severidad.

2.2.9.7 Desnivel carril / berma.

Descripción: Vásquez (13), dice que 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.

Nivel de severidad

L: La diferencia entre el borde del pavimento y la berma es de 25.0 mm a 51.0 mm. M: La diferencia de niveles es de 51.0 mm a 102.0 mm.

H: La diferencia de niveles es mayor que 102.0 mm.

Medida

El desnivel carril / berma se 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.

Opciones de reparación

L, M, H: Re nivelación y llenado de bermas para coincidir con el nivel del carril.



Figura 22. Desnivel carril / berma de baja severidad.



Figura 23. Desnivel carril / berma de severidad media.

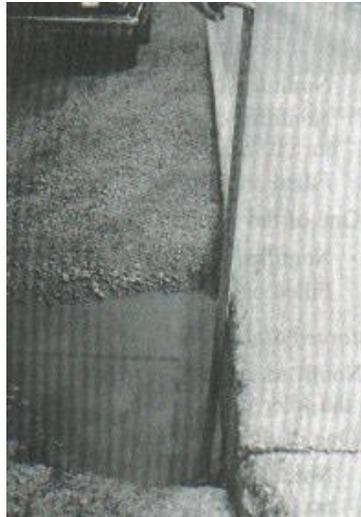


Figura 24. Desnivel carril / berma de alta severidad.

2.2.9.8 Grietas Lineales (Grietas longitudinales, transversales y diagonales).

Descripción: Vásquez (13), dice que 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

L: 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: 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.

H: 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

L: 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: 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.

H: 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.

Medida

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.

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Sellado de grietas más anchas que 3.0 mm.

M: Sellado de grietas.

H: Sellado de grietas. Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.



Figura 25. Grietas lineales de baja severidad en losa de concreto simple.



Figura 26. Grietas lineales de severidad media en losa de concreto reforzado.

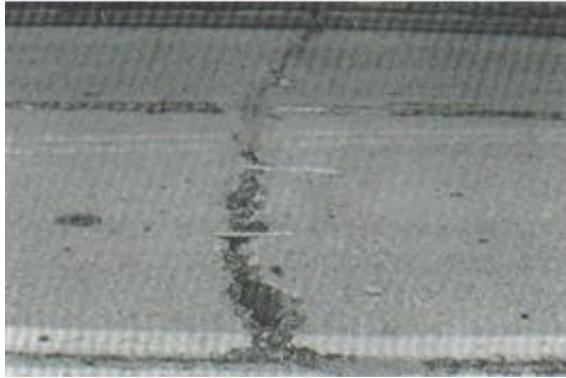


Figura 27. Grietas lineales de alta severidad en losa de concreto simple.

2.2.9.9 Parche grande (mayor de 0.45 m²) y acometidas de servicios públicos.

Descripción: Vásquez (13), dice que 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

L: El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.

M: El parche está moderadamente deteriorado o moderadamente descascarado en sus bordes. El material del parche puede ser retirado con esfuerzo considerable.

H: El parche está muy dañado. El estado de deterioro exige reemplazo.

Medida

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.

Opciones para Reparación

L: No se hace nada.

M: Sellado de grietas. Reemplazo del parche.

H: Reemplazo del parche.



Figura 28. Parche grande y acometidas de servicios públicos de baja severidad.



Figura 29. Parche grande y acometidas de servicios públicos de severidad media.



Figura 30. Parche grande y acometidas de servicios públicos de alta severidad.

2.2.9.10 Parche pequeño (menor de 0.45 m²).

Descripción: Vásquez (13), dice que es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por un material de relleno.

Niveles de Severidad

L: El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.

M: El parche está moderadamente deteriorado. El material del parche puede ser retirado con considerable esfuerzo.

H: El parche está muy deteriorado. La extensión del daño exige reemplazo.

Medida

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.

Opciones para Reparación

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Reemplazo del parche.

H: Reemplazo del parche.



Figura 31. Parche pequeño de baja severidad



Figura 32. Parche pequeño de severidad media.



Figura 33. Parche pequeño de alta severidad.

2.2.9.11 Pulimento de agregados.

Descripción: Vásquez (13), dice que 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.

Medida

Una losa con agregado pulido se cuenta como una losa.

Opciones de reparación

L, M y H: Ranurado de la superficie. Sobre carpeta.



Figura 34. Pulimento de agregados.

2.2.9.12 Popouts.

Descripción: 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.

Medida

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.

Opciones de reparación

L, M y H: No se hace nada.

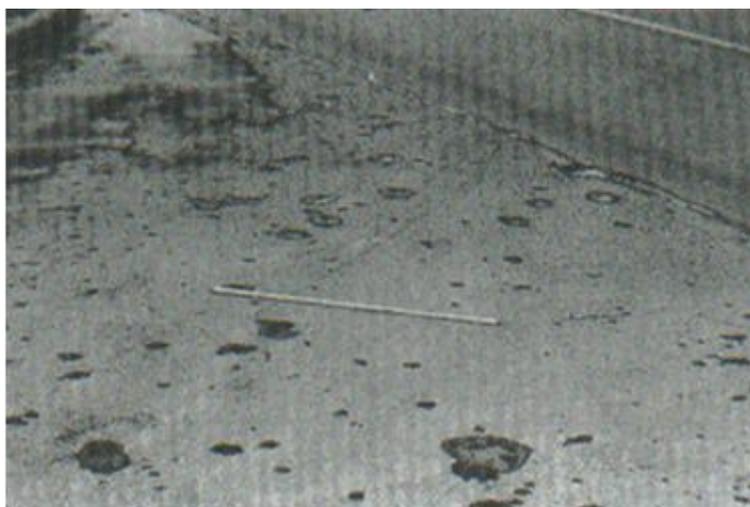


Figura 35. Popout.

2.2.9.13 Bombeo.

Descripción: Vásquez (13), dice que 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 sub rasante 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 pérdida de soporte.

Niveles de Severidad

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

Medida

El bombeo de una junta entre dos losas se contabiliza como dos losas. Sin embargo, si las juntas restantes alrededor de la losa tienen bombeo, se agrega una losa por junta adicional con bombeo.

Opciones de reparación

L, M y H: Sellado de juntas y grietas. Restauración de la transferencia de cargas.



Figura 36. Bombeo.



Figura 37. Bombeo.

2.2.9.14 Punzonamiento.

Descripción: Vásquez (13), dice que 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

Tabla 4. Niveles de Severidad para Punzonamiento

Severidad de la mayoría de las grietas	Número de pedazos		
	2 a 3	4 a 5	Más de 5
L	L	L	M
M	L	M	H
H	M	H	H

Fuente: Ingeniería para pavimentos - pavement condition Index (PCI) – Ing. Luis R. Vásquez Varela – Manizales febrero 2002.

Medida

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

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Sellado de grietas.

M: Parcheo profundo.

H: Parcheo profundo.

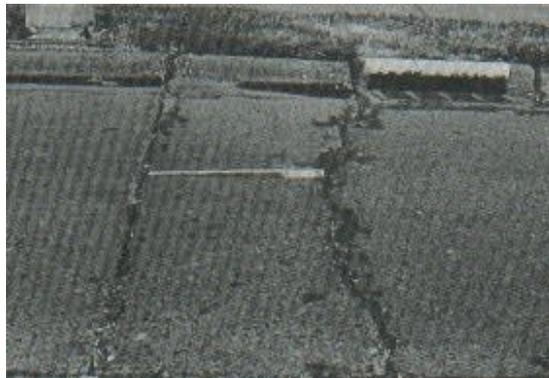


Figura 38. Punzonamiento de baja severidad.



Figura 39. Punzonamiento de severidad media.



Figura 40. Punzonamiento de alta severidad.

2.2.9.15 Cruce de vía férrea.

Descripción: Vásquez (13), dice que el daño de cruce de vía férrea se caracteriza por depresiones o abultamientos alrededor de los rieles.

Niveles de severidad

L: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.

M: El cruce de la vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.

H: El cruce de la vía férrea produce calidad de tránsito de alta severidad.

Medida

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.

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Parcheo parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.

H: Parcheo parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.



Figura 41. Cruce de vía férrea de baja severidad.



Figura 42. Cruce de vía férrea de severidad media.



Figura 43. Cruce de vía férrea de alta severidad.

2.2.9.16 Desconchamiento, Mapa de grietas, Craquelado.

Descripción: Vásquez (13), dice que 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

L: 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.

M: La losa está descamada, pero menos del 15% de la losa está afectada.

H: La losa esta descamada en más del 15% de su área.

Medida

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.

Opciones para Reparación

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Reemplazo de la losa.

H: Parcheo profundo o parcial. Reemplazo de la losa. Sobre carpeta.



Figura 44. Desconchamiento / Mapa de grietas / Craquelado de baja severidad.



Figura 45. Desconchamiento / Mapa de grietas / Craquelado de severidad media.



Figura 46. Desconchamiento / Mapa de grietas / Craquelado de alta severidad.

2.2.9.17 Grietas de retracción.

Descripción: Vásquez (13), dice que 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.

Medida

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

Opciones de reparación

L, M y H: No se hace nada.



Figura 47. Grietas de contracción.

2.2.9.18 Descascaramiento de esquina.

Descripción: Vásquez (13), dice que 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 el Tabla 5. 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.

Tabla 5. Niveles de Severidad para Descascaramiento de Esquina.

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	L	L
> 25.0 mm a 51.0 mm	L	M
Mayor de 51.0 mm	M	H

Fuente: Ingeniería para pavimentos - pavement condition Index (PCI) – Ing. Luis R. Vásquez Varela – Manizales febrero 2002.

Medida

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 mayor nivel de severidad.

Opciones de reparación

L: No se hace nada. M: Parcheo parcial. H: Parcheo parcial.



Figura 48. Descascaramiento de esquina de baja severidad.



Figura 49. Descascaramiento de esquina de severidad media.



Figura 50. Descascaramiento de esquina de alta severidad.

2.2.9.19 Descascaramiento de junta.

Descripción: Vásquez (13), dice que 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 el Tabla 6. 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.

Tabla 6. Niveles de Severidad Descascaramiento de Junta

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	L	L
	> 102 mm	L	L
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	L	M
	>102 mm	L	M
Desaparecidos. La mayoría, o todos los fragmentos han sido removidos.	< 102 mm	L	M
	> 102 mm	M	H

Fuente: Ingeniería para pavimentos - pavement condition
 Índice (PCI) – Ing. Luis R. Vásquez Varela – Manizales febrero 2002.

Medida

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.

Opciones para Reparación

L: No se hace nada. M: Parcheo parcial.

H: Parcheo parcial. Reconstrucción de la junta.



Figura 51. Descascaramiento de junta de baja severidad.



Figura 52. Descascaramiento de junta de severidad media.



Figura 53. Descascaramiento de junta de alta severidad.

III. METODOLOGÍA

3.1 Diseño de investigación.

El diseño de investigación es no experimental, porque estudia el problema y se analiza sin recurrir a un laboratorio por lo que reúne las condiciones metodológicas de una investigación básica llegando a un nivel descriptivo.

Asimismo la evaluación será de tipo visual y personalizada porque el procesamiento de la información se hará de manera manual, no se utilizará software y la metodología a utilizar para el desarrollo del proyecto será cuantitativa.

3.2 Población y Muestra

Para la presente Investigación, el universo estará dado por la delimitación geográfica de la municipalidad de Jesús nazareno, provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho. Y la muestra son los pavimentos encontrados en la Av. Salvador Cavero, Jr. Ciro Alegría y el Jr. Manuel Gonzales Prada.

3.3 Definición y Operacionalización de las variables

Tabla 7. Cuadro De Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
El índice de condición del pavimento rígido en las calles del distrito de Jesús nazareno, provincia de huamanga, departamento de Ayacucho – Perú en el año 2017	Identificación Y Evaluación De Las Fallas Del Concreto Para Obtener el Índice De Condición en los Pavimentos Rígidos en las calles del Distrito de Jesús Nazareno, Provincia de Huamanga Y Departamento de Ayacucho	Tipos de patologías que se presentan en los pavimentos rígidos: Grieta de esquina, Escala, Losa dividida, Grietas lineales (Longitudinales, transversales y diagonales), pulimiento de agregados, Desconchamiento o, mapa de grietas, craquelado, Descascaramiento o de esquina.	Variabilidad en	Tipo, forma de Falla.
			Grado de afectación	Clase de falla Nivel de severidad
				Low Medium High

Fuente: Propia del autor

3.4 Técnicas e Instrumentos

Primeramente se determinó las unidades de muestreo (calles) luego observamos los paños, cantidad de severidades en los daños todo esto de acuerdo con el manual de daños, para luego registrar la información en el formato correspondiente. Asimismo debemos conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimientos de medida los daños, usando un formulario u “hoja de información de exploración de la condición” para

cada unidad muestreo y en los formatos; cada renglón que usamos sirvió para registrar un daño, su extensión y su nivel de severidad. La evaluación de la condición requiere de los siguientes:

- Equipo: Odómetro, manual para medir las longitudes y las áreas de los daños, Regla, flexo metro, tablero de apuntes y cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.
- Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.
- Conos de seguridad, chalecos y cascos de identificación.

3.5 Plan de análisis y resultados

El plan de análisis adoptado, estaba comprendido de la siguiente manera:

El análisis se realizó, teniendo el conocimiento general de la ubicación de las calles dentro del distrito de Jesús nazareno, los cuales fueron analizados cuidadosamente la parte externa de la loza del pavimento rígido pudiendo así determinar diferentes tipos de patologías existentes con los cuales realizamos diferentes cuadros de evaluación según el manual de daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente. Para luego llegar a resultados diferentes por muestra de un total de 12 cuadras evaluadas, los cuales expresamos con cuadros estadísticos para finalmente dar una conclusión según el rango de clasificación del PCI sobre el estado en que se encuentran los pavimentos.

3.6 Matriz de consistencia

Tabla 8. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS FALLAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE CONDICIÓN EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LAS CALLES DEL DISTRITO DE JESÚS NAZARENO, PROVINCIA DE HUAMANGA Y DEPARTAMENTO DE AYACUCHO

<u>Caracterización del problema.</u>	<u>Objetivos de la investigación.</u>	<u>Marco teórico y conceptual.</u>	<u>Bibliografía</u>
<p>La infraestructura vial existente dentro de las calles del distrito de Jesús nazareno, provincia de huamanga y departamento de Ayacucho, se encuentra afectadas por una variedad de fallas o daños en su estructura, puesto que el ente encargado, no gestiona ningún plan de mantenimiento o rehabilitación de las mismas. En tanto al no tener información al respecto, se realizará el estudio minucioso para así determinar los tipos de patologías existentes en la estructura.</p> <p><u>Enunciado del problema</u> ¿Cuál es el índice de condición del pavimento rígido en las calles del distrito de Jesús nazareno, provincia de huamanga, departamento de Ayacucho – Perú en el año 2017?</p>	<p>Objetivo general Determinar el índice de condición del pavimento rígido en las calles del distrito de Jesús nazareno, provincia de huamanga, departamento de Ayacucho – Perú en el año 2017.</p> <p>Objetivos específicos - Determinar patologías en las avenidas Salvador Cavero, Jr. Ciro Alegría, Jr. Manuel Gonzales Prada en el distrito de Jesús Nazareno – Provincia de Huamanga – Departamento de Ayacucho. - Determinar el índice de condición del pavimento en las avenidas Salvador Cavero, Jr. Ciro Alegría, Jr. Manuel Gonzales Prada en el distrito de Jesús Nazareno – Provincia de Huamanga – Departamento de Ayacucho.</p>	<p>Antecedentes Se consultó en diferentes tesis y estudios específicos realizados a nivel internacional y nacional referente a patologías en concreto.</p> <p><u>Metodología.</u></p> <p>- Tipo de investigación. Básica llegando a un nivel descriptivo. - Nivel de la investigación. Nivel descriptivo, con un enfoque cuantitativo. - Diseño de la investigación El diseño de investigación es no experimental. - Universo o población Calles del distrito de Jesús nazareno, provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pérez García R, Sic García A (Asesor). Diseño del pavimento rígido del camino que conduce a la aldea el guayabal, municipio de Estanzuela del departamento de Zacapa [Tesis]. [Guatemala]: Universidad de san Carlos de Guatemala; 2010. 2. Sánchez Díaz L, Machuca Oliveros J, Macgregort Torrado A (Dir.). Estudio de las fallas en los pavimentos rígidos para el mantenimiento y rehabilitación de las vías principales del municipio de tamalameque cesar [Tesis]. [Colombia]: Universidad francisco de paula Santander Ocaña; 2015. 3. Miranda Rebolledo R, Montiel Mancilla A (Guía). Deterioro en pavimentos flexibles y rígidos [Tesis]. [Chile]: Universidad austral de chile; 2010. 4. López Huamán C, López Huamán R, Medina Champe D (tutor). “Determinación y evaluación de las patologías en el concreto de pavimentos rígidos, distrito san juan bautista, provincia de huamanga – Ayacucho [Tesis]. [Perú]: Universidad Nacional de Huancavelica; 2014. 5. Espinoza Ordinola T. Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en los pavimentos rígidos de la provincia de Huancabamba, departamento de Piura [Tesis]. [Perú]: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote; 2010.

Fuente: Propia del autor

3.7 Principios Éticos

Conicet (14), dice que los investigadores deben reconocer, prevenir y publicar los alcances de las investigaciones cuando impliquen riesgos para la sociedad. La divulgación pública de la actividad científica debe hacerse con la mayor claridad posible de manera de prevenir interpretaciones erradas de los resultados, fundamentando con rigor las afirmaciones que se hagan respecto de un trabajo o resultados ya obtenidos, evitando expectativas desmedidas. Es necesario considerar si los resultados obtenidos o a obtener ponen en riesgo la supervivencia de los ecosistemas, la vida humana y de otras especies.

El investigador no debe participar en trabajos que de modo directo o indirecto puedan afectar los derechos humanos reconocidos por los convenios internacionales y la Constitución Nacional.

Ética para el inicio de la evaluación: Las evaluaciones pertinentes se tienen que realizar de manera responsable y ordenada para así no alterar el estado en que se encuentre el pavimento a evaluarse.

Pedir los permisos a las autoridades correspondientes y explicar de manera concisa los objetivos y justificación de nuestra investigación, antes de iniciar con la investigación pertinente.

Ética en la recolección de datos: Tener responsabilidad y ser veraces cuando se realicen la toma de datos en la zona de evaluación para así tener un resultado real del estado en que se encuentre dicho pavimento.

Ética para la solución de análisis: Tener en conocimiento acerca de las patologías que tiene el pavimento para realizar el análisis correspondiente.

Ética en la solución de resultados: Obtener los resultados reales con las patologías encontradas en las muestras tal como se visualizaron en su estado actual.

IV. RESULTADOS

4.1 Resultados

Unidad de Muestra U1: Av. Salvador Cavero – Cuadra 01

- Para obtener los resultados que a continuación se mostraran, se tomó como unidad de muestra (U1) la cuadra 1 de la Av. Salvador Cavero, que consta de 64 paños de concreto rígido equivalente a 768,00 m².
- Se realizó la toma de datos detectando las diversas patologías presentadas en el pavimento las cuales son: sello de junta, pulimiento de agregados, grieta lineal, loza dividida, grieta de esquina, punzonamiento, parcheo pequeño, clasificándolas de acuerdo al grado de severidad (L, M y H), las mismas que son mostradas en la tabla 9.
- Posteriormente clasificamos las diversas patologías encontradas de acuerdo a sus niveles de severidad, y contabilizamos los paños afectados por cada patología; para luego dividirlos entre el número de paños de la unidad muestra (64 paños), obteniendo el porcentaje (%) de densidad (ver gráfico 1) respectiva por cada patología de acuerdo a su nivel de severidad, procedimiento que se observa en la tabla 10.
- De las densidades halladas en el paso anterior, se procederá a la obtención de los valores reducidos, utilizando las curvas para pavimentos de concreto de valor reducido de daño (VR) ver ANEXO “C”, donde se obtuvieron 9 valores reducidos: 8.00, 8.10, 12.80, 42.00, 14.50, 20.50, 16.40, 1.70 y 4.50, tal como se observa en la tabla 10.
- De los valores reducidos hallados anteriormente se selecciona el mayor, para así determinar el Número Máximo Admisible de Valores Reducidos (m),

utilizando la siguiente ecuación: obteniendo así $m = 6.33$.

- Del número máximo admitido de valores reducidos ($m=6,33$), se procede a calcular el máximo valor reducido, considerando $q=m$ que para este caso es de 6; se suma horizontalmente los valores reducidos seleccionados de acuerdo a la tabla 11, y a través del anexo D, se obtiene el máximo valor reducido; posteriormente se procede a iterar repitiendo el procedimiento mencionado anteriormente para cada valor reducido, completando la tabla con 2, hasta llegar a $q=1$; donde finalmente se obtiene como Máximo Valor Reducido Corregido (VCR) = 56.00.
- Prosiguiendo el método PCI da por resultado un índice de 44.00 clasificándolo según la tabla de rangos del PCI como pavimento REGULAR, como se muestra en el gráfico 2. de índice de condición del pavimento.

Tabla 9. Hoja de inspección de unidad de muestra U1



HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

CALLE	AV. SALVADOR CAVERO	MUESTRA	PAVIMENTO RIGIDO
CUADRAS	PRIMERA CUADRA	NUMERO DE PAÑOS	64.00
		TOTAL AREA DE PAÑOS (M2)	768.00
DISTRITO	JESUS NAZARENO	FECHA	jun-17
PROVINCIA	HUAMANGA	EVALUADOR	BACH. DINO CISNEROS GOMEZ
DEPARTAMENTO	AYACUCHO	TIEMPO DE CONSTRUCCION	25 AÑOS
LUGAR	PARADERO HUANTA	AREA DEL PAÑO M2	12.00
		DIMENSIONES DEL PAÑO	3 x 4

TIPOS DE FALLAS		
1	blow-ups	Blow Up / Buckling
2	Comer Breack	Grieta de Esquina
3	divided slab	Losa Dividida
4	durability ("D") cracking	Grieta de Durabilidad "D"
5	faulting	Escala
6	joint seal damage	Sello de Junta
7	lane / shoulder drop off	Desnivel Carril / Berma
8	linear craking	Grieta Lineal
9	patching, large, & utility cuts	parcheo (Grande)
10	patching, small	Parcheo (Pequeño)
11	polished aggregate	Pulimento de agregados
12	popouts	Popouts
13	pumping	Bombeo
14	punchouts	Punzonamiento
15	rail road crossing	Cruce de Via Ferrea
16	aling/maps cracking/craz	Desconchamiento
17	shrinkage cracks	Grietas de retraccion
18	spalling, corner	Descascaramiento de esquina
19	spalling, joint	Descascaramiento de juntas

DIAGRAMA DE CUADRAS

DERECHA		IZQUIERDA	
11L	3L	11L	11L
6H	6H	6H	6H
10M	6H	6H	11L
6H	8L	6H	6H
10M	6H	2L	6H
11L	11L	6H	6H
6H	6H	11L	6H
6H	8L	11L	6H
8L	18L	11L	6H
6H	6H	8L	6H
11L	11L	11L	6H
11L	6H	6H	6H
6H	11L	6H	6H
10M	2L	11L	6H
6H	2M	2L	6H
10M	8L	11L	14L
6H	8L	2M	6H
6H	11L	5L	6H
6H	6H	6H	6H
6H	11L	6H	6H
6H	8L	6H	6H
6H	11L	11L	6H
6H	10M	8L	6H
6H	3L	6H	6H
6H	6H	3L	6H
6H	6H	3L	6H
6H	18L	18L	6H

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

L:	M:	H:
LOW (Bajo)	MEDIUM (Medio)	HIGH (Alto)
OBSERVACIONES:		

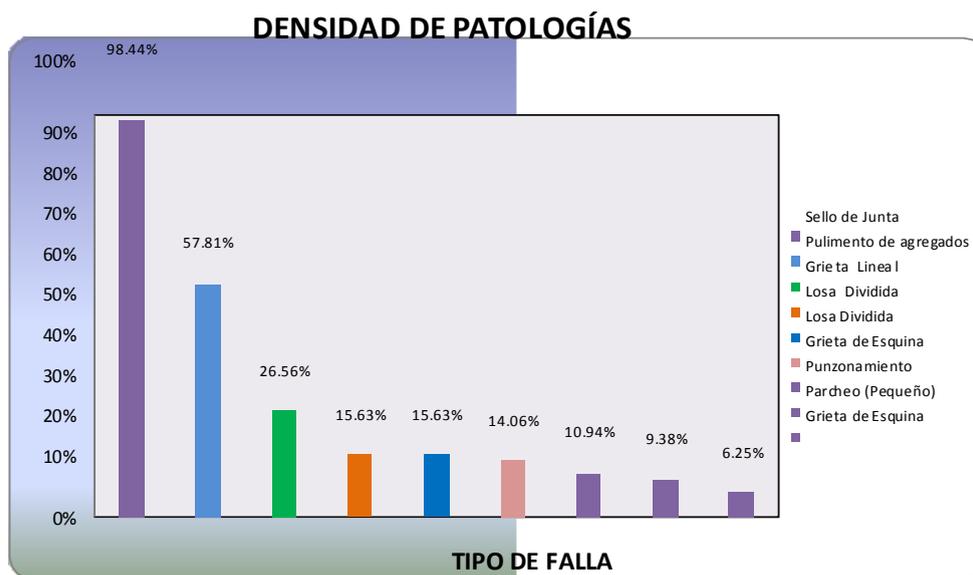
Fuente: Propia del Autor

Tabla 10. Cálculo de densidad y valor de reducción U1

N°	TIPO DE FALLA	N/S	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCIÓN (VR)
6	Sello de Junta	3	Alto	63	98,44%	8,00
11	Pulimento de agregados	1	Baja	37	57,81%	8,10
8	Grieta Lineal	1	Baja	17	26,56%	12,80
3	Losa Dividida	3	Alto	10	15,63%	42,00
3	Losa Dividida	1	Baja	10	15,63%	14,50
2	Grieta de Esquina	2	Media	9	14,06%	20,50
14	Punzonamiento	1	Baja	7	10,94%	16,40
10	Parqueo (Pequeño)	2	Media	6	9,38%	1,70
2	Grieta de Esquina	1	Baja	4	6,25%	4,50

Fuente: Hoja de inspección de condiciones para unidad de muestra U1 - Fecha: Julio, 2017

Gráfico 1. Densidad de patología U1



Fuente: Elaborado por Dino C. Cisneros Gomez, unidad de muestra U1 - Fecha: Julio, 2017

Cálculo del VRC de la unidad de muestra U1

$$- *(100-98.44)$$

$$- *(100-42.00)$$

$$m = 6.33$$

Tabla 11. Calculo valor máximo reducido U1

#	VALOR DE REDUCCIÓN							TOTAL	q	VRC
1	42,00	20,50	16,40	12,80	8,10	8,00	0,33	108	6	56
2	42,00	20,50	16,40	12,80	8,10	2,00	0,33	102	5	52
3	42,00	20,50	16,40	12,80	2,00	2,00	0,33	96	4	54
4	42,00	20,50	16,40	2,00	2,00	2,00	0,33	85	3	54
5	42,00	20,50	2,00	2,00	2,00	2,00	0,33	71	2	52
6	42,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0,33	52	1	52

Fuente: Calculo de la densidad y valor de reducción de la unidad de muestra U1 - Fecha: Julio - 2017

RANGO DE CLASIFICACIÓN DEL PCI

RANGO	CLASIFICACION
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Calculo del PCI de la unidad de muestra U1

Máximo VRC = 56

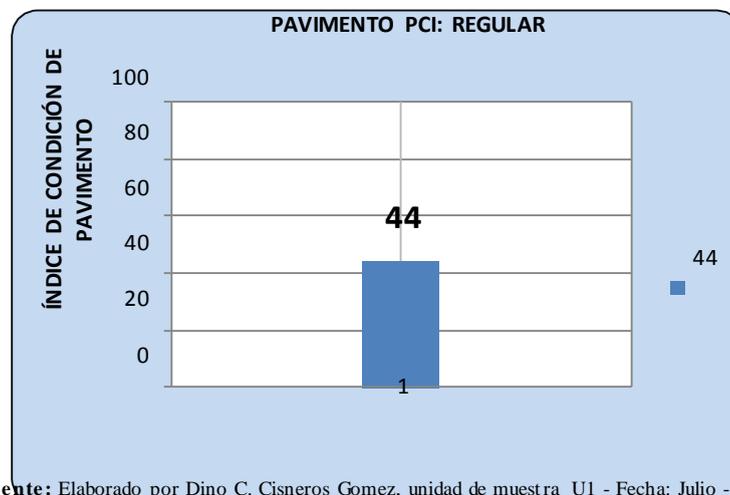
$$PCI = 100 - \text{VRC}$$

$$PCI = 100 - 56$$

$$PCI = 44$$

Clasificación = Regular

Grafico 2. Índice de condición del pavimento U1



Fuente: Elaborado por Dino C. Cisneros Gomez, unidad de muestra U1 - Fecha: Julio - 2017

Unidad de Muestra U2: Av. Salvador Cavero – Cuadra 02

- Para obtener los resultados que a continuación se mostraran, se tomó como unidad de muestra (U2) la cuadra 2 de la Av. Salvador Cavero, que consta de 96 paños de concreto rígido equivalente a 1 152.00 m².
- Se realizó la toma de datos detectando las diversas patologías presentadas en el pavimento las cuales son: sello de junta, pulimiento de agregados, grieta de esquina, loza dividida, grieta lineal, parcheo pequeño, clasificándolas de acuerdo al grado de severidad (L, M y H), las mismas que son mostradas en la tabla 12, 13.
- Posteriormente clasificamos las diversas patologías encontradas de acuerdo a sus niveles de severidad, y contabilizamos los paños afectados por cada patología; para luego dividirlos entre el número de paños de la unidad muestra (96 paños), obteniendo el porcentaje (%) de densidad (ver gráfico 3) respectiva por cada patología de acuerdo a su nivel de severidad, procedimiento que se observa en la tabla 14.
- De las densidades halladas en el paso anterior, se procederá a la obtención de los valores reducidos, utilizando las curvas para pavimentos de concreto de valor reducido de daño (VR) ver ANEXO “C”, donde se obtuvieron 9 valores reducidos: 8.00, 7.20, 17.50, 26.60, 36.40, 43.90, 14.10, 6.00 y 2.00, tal como se observa en la tabla 14.
- De los valores reducidos hallados anteriormente se selecciona el mayor, para así determinar el Número Máximo Admisible de Valores Reducidos (m), utilizando la siguiente ecuación: obteniendo así $m = 6,15$.
- Del número máximo admitido de valores reducidos ($m=6,15$), se procede a

calcular el máximo valor reducido, considerando $q=m$ que para este caso es de 5; se suma horizontalmente los valores reducidos seleccionados de acuerdo a la tabla 15, y a través del anexo D, se obtiene el máximo valor reducido; posteriormente se procede a iterar repitiendo el procedimiento mencionado anteriormente para cada valor reducido, completando la tabla con 2, hasta llegar a $q=1$; donde finalmente se obtiene como Máximo Valor Reducido Corregido (VCR) = 56.00.

- Prosiguiendo el método PCI da por resultado un índice de 44.00 clasificándolo según la tabla de rangos del PCI como pavimento REGULAR, como se muestra en el grafico 4. de índice de condición del pavimento.

Tabla 12. Hoja de inspección de unidad de muestra U2



HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

CALLE	AV. SALVADOR CAVERO	MUESTRA	PAVIMENTO RIGIDO				
CUADRAS	SEGUNDA CUADRA	NUMERO DE PAÑOS	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">96.00</td> <td style="width: 50%;">TOTAL AREA DE PAÑOS (M2)</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">1152.00</td> </tr> </table>	96.00	TOTAL AREA DE PAÑOS (M2)		1152.00
96.00	TOTAL AREA DE PAÑOS (M2)						
	1152.00						
DISTRITO	JESUS NAZARENO	FECHA	jun-17				
PROVINCIA	HUAMANGA	EVALUADOR	BACH. DINO CISNEROS GOMEZ				
DEPARTAMENTO	AYACUCHO	TIEMPO DE CONSTRUCCION	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">25 AÑOS</td> <td style="width: 50%;">AREA DEL PAÑO M2</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">12.00</td> </tr> </table>	25 AÑOS	AREA DEL PAÑO M2		12.00
25 AÑOS	AREA DEL PAÑO M2						
	12.00						
LUGAR	PARADERO HUANTA	DIMENSIONES DEL PAÑO 3 x 4					

TIPOS DE FALLAS			DIAGRAMA DE CUADRAS					
1	blow-ups	Blow Up / Buckling	6H	DERECHA	3L	6H	IZQUIERDA	6H
2	Corner Breack	Grieta de Esquina	6H	11L	18L	8L	2M	11L
3	divided slab	Losa Dividida	2M	11L	18L			6H
4	durability ("D") cracking	Grieta de Durabilidad "D"	6H		10M			3H
5	faulting	Escala	6H		2L			6H
6	joint seal damage	Sello de Junta	6H		2L			11L
7	lane / shoulder drop off	Desnvel Carril / Berma	2L	2M	2M	18L		6H
8	linear craking	Grieta Lineal	10M					3L
9	patching, large, & utility cuts	parcheo (Grande)	5M	10M	2M			6H
10	patching, small	Parcheo (Pequeño)	2L	2M	2M			11L
11	polished aggregate	Pulimento de agregados	6H		3M			6H
12	popouts	Popouts	2L	2M	2M	18L		3M
13	pumping	Bombeo	10M					6H
14	punchouts	Punzonamiento	2L		6H			11L
15	rail road crossing	Cruce de Via Ferrea	6H		2L			6H
16	aling/maps cracking/craz	Desconchamiento	2L		6H			3L
17	shrinkage cracks	Grietas de retraccion	6H		2L			11L
18	spalling, corner	Descascamiento de esquina	6H		3M			6H
19	spalling, joint	Descascamiento de juntas	10M		18L			11L

L: LOW (Bajo)	M: MEDIUM (Medio)	H: HIGH (Alto)
OBSERVACIONES:		

18	6H	3M	11L	3M	11L
----	----	----	-----	----	-----

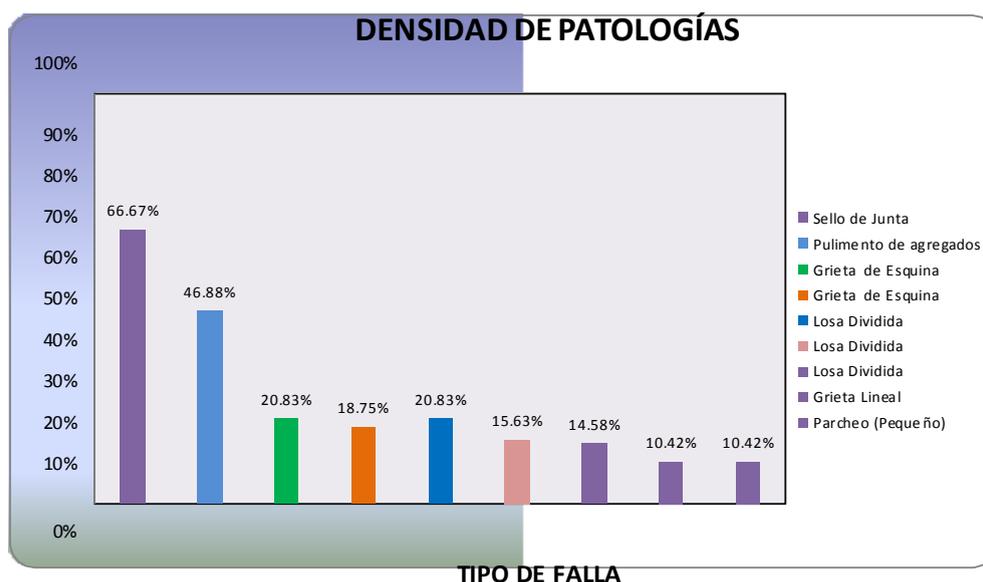
Fuente: Propia del Autor

Tabla 14. Calculo de densidad y valor de reducción U2

N°	TIPO DE FALLA	N/S	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCIÓN (VR)
6	Sello de Junta	3	Alto	64	66,67%	8,00
11	Pulimento de agregados	1	Baja	45	46,88%	7,20
2	Grieta de Esquina	1	Baja	20	20,83%	17,50
2	Grieta de Esquina	2	Media	18	18,75%	26,60
3	Losa Dividida	2	Media	20	20,83%	36,40
3	Losa Dividida	3	Alto	15	15,63%	43,90
3	Losa Dividida	1	Baja	14	14,58%	14,10
8	Grieta Lineal	1	Baja	10	10,42%	6,00
10	Parqueo (Pequeño)	2	Media	10	10,42%	2,00

Fuente: Hoja de inspección de condiciones para unidad de muestra U2 - Fecha: Julio, 2017

Grafico 3. Densidad de patología U2



Fuente: Elaborado por Dino C. Cisneros Gomez, unidad de muestra U2 - Fecha: Julio, 2017

Cálculo del VRC de la unidad de muestra U2

$$\frac{—}{—} \cdot (100 - \text{VAR})$$

$$\frac{—}{—} \cdot (100 - 43.9)$$

$$m = 6.15$$

Tabla 15. Calculo valor máximo reducido U2

#	VALOR DE REDUCCIÓN							TOTAL	q	VRC
1	43,90	26,60	8,00	7,20	6,00	0,15		92	5	47
2	43,90	26,60	8,00	7,20	2,00	0,15		88	4	51
3	43,90	26,60	8,00	2,00	2,00	0,15		83	3	53
4	43,90	26,60	2,00	2,00	2,00	0,15		77	2	56
5	43,90	2,00	2,00	2,00	2,00	0,15		52	1	52

RANGO DE CLASIFICACIÓN DEL PCI

RANGO		CLASIFICACION
100	85	Excelente
85	70	Muy Bueno
70	55	Bueno
55	40	Regular
40	25	Malo
25	10	Muy Malo
10	0	Fallado

Calculo del PCI de la unidad de muestra U2

Máximo VRC = 56

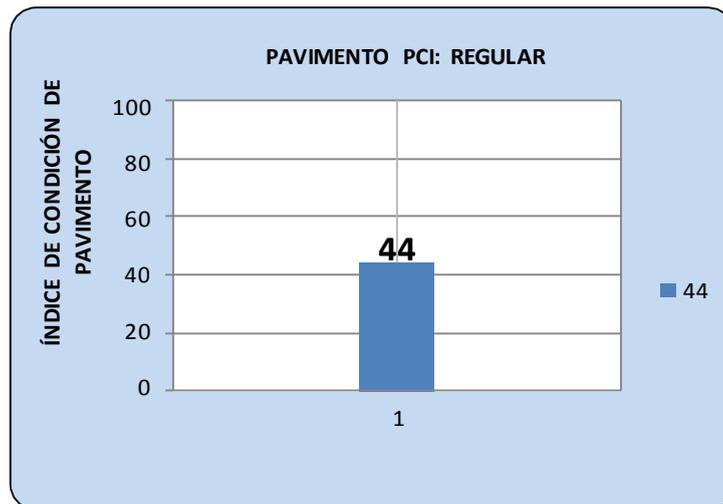
$$\text{PCI} = \frac{x}{c}$$

$$\text{PCI} = \frac{100 - 56}{56}$$

$$\text{PCI} = 44$$

Clasificación = Regular

Grafico 4. Índice de condición del pavimento U2



Fuente: Elaborado por Dino C. Cisneros Gomez, unidad de muestra U2 - Fecha: Julio - 2017

Unidad de Muestra U3: Av. Salvador Cavero – Cuadra 03

- Para obtener los resultados que a continuación se mostraran, se tomó como unidad de muestra (U3) la cuadra 3 de la Av. Salvador Cavero, que consta de 84 paños de concreto rígido equivalente a 1 008.00 m².
- Se realizó la toma de datos detectando las diversas patologías presentadas en el pavimento las cuales son: sello de junta, pulimiento de agregados, grieta lineal, punzonamiento, grieta de esquina, loza dividida, clasificándolas de acuerdo al grado de severidad (L, M y H), las mismas que son mostradas en la tabla 16, 17.
- Posteriormente clasificamos las diversas patologías encontradas de acuerdo a sus niveles de severidad, y contabilizamos los paños afectados por cada patología; para luego dividirlos entre el número de paños de la unidad muestra (84 paños), obteniendo el porcentaje (%) de densidad (ver gráfico 5) respectiva por cada patología de acuerdo a su nivel de severidad, procedimiento que se observa en la tabla 18.
- De las densidades halladas en el paso anterior, se procederá a la obtención de los valores reducidos, utilizando las curvas para pavimentos de concreto de valor reducido de daño (VR) ver ANEXO “C”, donde se obtuvieron 9 valores reducidos: 8.00, 5.80, 4.50, 11.80, 53.10, 19.10, 17.80, 23.00 y 23.50, tal como se observa en la tabla 18.
- De los valores reducidos hallados anteriormente se selecciona el mayor, para así determinar el Número Máximo Admisible de Valores Reducidos (m), utilizando la siguiente ecuación: obteniendo así $m = 5,31$.
- Del número máximo admitido de valores reducidos ($m=5,31$), se procede a

calcular el máximo valor reducido, considerando $q=m$ que para este caso es de 5; se suma horizontalmente los valores reducidos seleccionados de acuerdo a la tabla 19, y a través del anexo D, se obtiene el máximo valor reducido; posteriormente se procede a iterar repitiendo el procedimiento mencionado anteriormente para cada valor reducido, completando la tabla con 2, hasta llegar a $q=1$; donde finalmente se obtiene como Máximo Valor Reducido Corregido (VCR) = 70.00.

- Prosiguiendo el método PCI da por resultado un índice de 30.00 clasificándolo según la tabla de rangos del PCI como pavimento MALO, como se muestra en el grafico 6. de índice de condición del pavimento.

Tabla 16. Hoja de inspección de unidad de muestra U3



HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

CALLE: AV. SALVADOR CAVERO MUESTRA: PAVIMENTO RIGIDO

CUADRAS: TERCERA CUADRA NUMERO DE PAÑOS: 84.00 TOTAL AREA DE PAÑOS (M2): 1008.00

DISTRITO: JESUS NAZARENO FECHA: jun-17

PROVINCIA: HUAMANGA EVALUADOR: BACH. DINO CISNEROS GOMEZ

DEPARTAMENTO: AYACUCHO TIEMPO DE CONSTRUCCION: 25 AÑOS AREA DEL PAÑO M2: 12.00

LUGAR: PARADERO HUANTA DIMENSIONES DEL PAÑO: 3 x 4

TIPOS DE FALLAS		
1	blow-ups	Blow Up / Buckling
2	Corner Breack	Grieta de Esquina
3	divided slab	Losa Dividida
4	durability ("D") cracking	Grieta de Durabilidad "D"
5	faulting	Escala
6	joint seal damage	Sello de Junta
7	lane / shoulder drop off	Desnivel Carril / Berma
8	linear craking	Grieta Lineal
9	patching, large, & utility cuts	parcheo (Grande)
10	patching, small	Parcheo (Pequeño)
11	polished aggregate	Pulimento de agregados
12	popouts	Popouts
13	pumping	Bombeo
14	punchouts	Punzonamiento
15	rail road crossing	Cruce de Via Ferrea
16	aling/maps cracking/crazing	Desconchamiento
17	shrinkage cracks	Grietas de retraccion
18	spalling, corner	Descascaramiento de esquina
19	spalling, joint	Descascaramiento de juntas

L: LOW (Bajo) M: MEDIUM (Medio) H: HIGH (Alto)

OBSERVACIONES:

DIAGRAMA DE CUADRAS

DERECHA			IZQUIERDA		
11L		2M	6H		6H
2L	11L	2M	14M	8L	2L
		11L	14M	6H	
8L		2M	6H	2L	8L
	6H	8L	14H	6H	6H
10M		2L	11M	8L	3M
6H	11L	8L	14H	6H	6H
8L		2L	11M	3L	
	6H	8L	3H	2M	8L
6H		3M	6H	6H	6H
		2M	2L	8L	11M
6H		8M	3M	6H	6H
2L	11L	2L	14H	11M	14M
6H	10M	10M	6H	6H	6H
2L		8L	2M	14H	11M
11L		6H	6H	6H	6H
	6H	8L	2M	14H	11M
10L		6H	14H	6H	6H
	6H	2M	11M	10M	3H
6H		2L	14H	6H	6H
10L	8L	6H	11M	3H	11M
2M		3L	6H	6H	6H
	6H	8L	11L	3H	11L
5L	6H	3L	14H	6H	2L
8L	11L	8L	11L	14M	11L
6H		6H	6H	2L	6H
2L	5L	8L	3M	11L	11L
8M	2M	8M	3M	11L	6H
6H	11L, 10L	6H	14H	6H	11M
6H		6H	11L	6H	6H
5M	11L	8M	3M	14H	9H
10L		11L	6H	11M	6H
	6H	8L	2L	14H	11M
6H	5M	11M	6H	11M	6H
11L		8L	2L	14H	11M

Fuente: Propia del Autor

Tabla 17. Hoja de inspección de unidad de muestra U3



HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

CALLE: AV. SALVADOR CAVERO MUESTRA: PAVIMENTO RIGIDO

CUADRAS: TERCERA CUADRA NUMERO DE PAÑOS: 84.00 TOTAL AREA DE PAÑOS (M2): 1008.00

DISTRITO: JESUS NAZARENO FECHA: jun-17

PROVINCIA: HUAMANGA EVALUADOR: BACH. DINO CISNEROS GOMEZ

DEPARTAMENTO: AYACUCHO TIEMPO DE CONSTRUCCION: 25 AÑOS AREA DEL PAÑO M2: 12.00

LUGAR: PARADERO HUANTA DIMENSIONES DEL PAÑO: 3 x 4

TIPOS DE FALLAS		
1	blow-ups	Blow Up / Buckling
2	Corner Breack	Grieta de Esquina
3	divided slab	Losa Dividida
4	durability ("D") cracking	Grieta de Durabilidad "D"
5	faulting	Escala
6	joint seal damage	Sello de Junta
7	lane / shoulder drop off	Desnivel Carril / Berma
8	linear craking	Grieta Lineal
9	patching, large, & utility cuts	parcheo (Grande)
10	patching, small	Parcheo (Pequeño)
11	polished aggregate	Pulimento de agregados
12	popouts	Popouts
13	pumping	Bombeo
14	punchouts	Punzonamiento
15	rail road crossing	Cruce de Via Ferrea
16	alag/maps cracking/crazi	Desconchamiento
17	shrinkage cracks	Grietas de retraccion
18	spalling, corner	Descascaramiento de esquina
19	spalling, joint	Descascaramiento de juntas

L: LOW (Bajo) **M:** MEDIUM (Medio) **H:** HIGH (Alto)

OBSERVACIONES:

DIAGRAMA DE CUADRAS

DERECHA		IZQUIERDA	
6H	11M 6H	19	11M 6H 14H 6H
	8M 2L		14H 11M
6H	6H	20	11M 6H 11M 6H
	11L		14H 14H
18L 6H	2L 6H	21	14H 6H 3H
	2L		11M 11M 6H
		22	
		23	
		24	
		25	
		26	
		27	
		28	
		29	
		30	
		31	
		32	
		33	
		34	
		35	
		36	

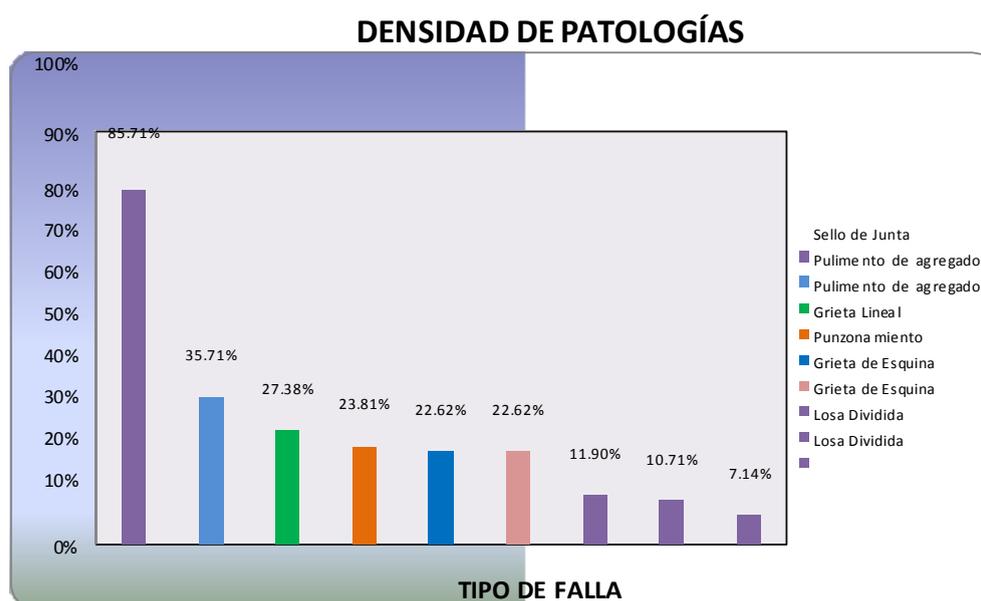
Fuente: Propia del Autor

Tabla 18. Calculo de densidad y valor de reducción U3

N°	TIPO DE FALLA	N/S	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCIÓN (VR)
6	Sello de Junta	3	Alto	72	85,71%	8,00
11	Pulimento de agregados	2	Media	30	35,71%	5,80
11	Pulimento de agregados	1	Baja	23	27,38%	4,50
8	Grieta Lineal	1	Baja	20	23,81%	11,80
14	Punzonamiento	3	Alto	19	22,62%	53,10
2	Grieta de Esquina	1	Baja	19	22,62%	19,10
2	Grieta de Esquina	2	Media	10	11,90%	17,80
3	Losa Dividida	2	Media	9	10,71%	23,00
3	Losa Dividida	3	Alto	6	7,14%	23,50

Fuente: Hoja de inspección de condiciones para unidad de muestra U3 - Fecha: Julio, 2017

Gráfico 5. Densidad de patología U3



Fuente: Elaborado por Dino C. Cisneros Gomez, unidad de muestra U3 - Fecha: Julio, 2017

Cálculo del VRC de la unidad de muestra U3

$$— *(100- VAR)$$

$$— *(100-53.10)$$

$$m = 5.31$$

Tabla 19. Calculo valor máximo reducido U3

#	VALOR DE REDUCCIÓN							TOTAL	q	VRC
1	53,10	23,50	19,10	11,80	8,00	0,31		116	5	60
2	53,10	23,50	19,10	11,80	2,00	0,31		110	4	60
3	53,10	23,50	19,10	11,80	2,00	0,31		110	3	68
4	53,10	23,50	19,10	2,00	2,00	0,31		100	2	70
5	53,10	2,00	2,00	2,00	2,00	0,31		61	1	61

Fuente: Calculo de la densidad y valor de reducción de la unidad de muestra U3 - Fecha: Julio - 2017

RANGO DE CLASIFICACIÓN DEL PCI

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

Calculo del PCI de la unidad de muestra U3

Máximo VRC = 70

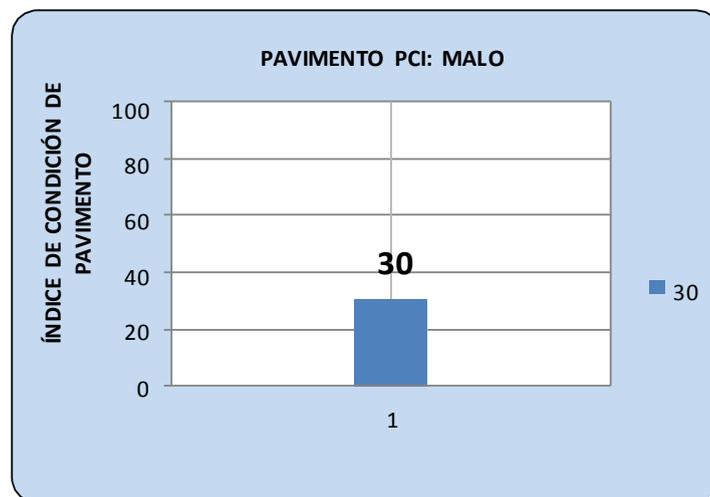
$$PCI = 100 - x$$

$$PCI = 100 - 70$$

$$PCI = 30$$

Clasificación = Malo

Grafico 6. Índice de condición del pavimento U3



Fuente: Elaborado por Dino C. Cisneros Gomez, unidad de muestra U3 - Fecha: Julio - 2017

Unidad de Muestra U4: Av. Salvador Cavero – Cuadra 04

- Para obtener los resultados que a continuación se mostraran, se tomó como unidad de muestra (U4) la cuadra 4 de la Av. Salvador Cavero, que consta de 108 paños de concreto rígido equivalente a 1 296.00 m².
- Se realizó la toma de datos detectando las diversas patologías presentadas en el pavimento las cuales son: sello de junta, grieta lineal, pulimiento de agregados, grieta de esquina, punzonamiento, loza dividida, escala y descascaramiento de esquina, clasificándolas de acuerdo al grado de severidad (L, M y H), las mismas que son mostradas en la tabla 20 - 21.
- Posteriormente clasificamos las diversas patologías encontradas de acuerdo a sus niveles de severidad, y contabilizamos los paños afectados por cada patología; para luego dividirlos entre el número de paños de la unidad muestra (108 paños), obteniendo el porcentaje (%) de densidad (ver gráfico 7) respectiva por cada patología de acuerdo a su nivel de severidad, procedimiento que se observa en la tabla 22.
- De las densidades halladas en el paso anterior, se procederá a la obtención de los valores reducidos, utilizando las curvas para pavimentos de concreto de valor reducido de daño (VR) ver ANEXO “C”, donde se obtuvieron 9 valores reducidos: 8.00, 9.80, 2.40, 12.00, 39.90, 30.10, 33.00, 2.10 y 0.80, tal como se observa en la tabla 22.
- De los valores reducidos hallados anteriormente se selecciona el mayor, para así determinar el Número Máximo Admisible de Valores Reducidos (m), utilizando la siguiente ecuación: obteniendo así $m = 6.52$.
- Del número máximo admitido de valores reducidos ($m=6,52$), se procede a

calcular el máximo valor reducido, considerando $q=m$ que para este caso es de 6; se suma horizontalmente los valores reducidos seleccionados de acuerdo a la tabla 23, y a través del anexo D, se obtiene el máximo valor reducido; posteriormente se procede a iterar repitiendo el procedimiento mencionado anteriormente para cada valor reducido, completando la tabla con 2, hasta llegar a $q=1$; donde finalmente se obtiene como Máximo Valor Reducido Corregido (VCR) = 58.00.

- Prosiguiendo el método PCI da por resultado un índice de 42.00 clasificándolo según la tabla de rangos del PCI como pavimento REGULAR, como se muestra en el grafico 8. de índice de condición del pavimento.

Tabla 20. Hoja de inspección de unidad de muestra U4



HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

CALLE: AV. SALVADOR CAVERO MUESTRA: PAVIMENTO RIGIDO

CUADRAS: CUARTA CUADRA NUMERO DE PAÑOS: 108.00 TOTAL AREA DE PAÑOS (M2): 1296.00

DISTRITO: JESUS NAZARENO FECHA: Jun 17

PROVINCIA: HUAMANGA EVALUADOR: BACH. DINO CISNEROS GOMEZ

DEPARTAMENTO: AYACUCHO TIEMPO DE CONSTRUCCION: 25 AÑOS AREA DEL PAÑO M2: 12.00

LUGAR: PARADERO HUANTA DIMENSIONES DEL PAÑO: 3 x 4

TIPOS DE FALLAS			DIAGRAMA DE CUADRAS					
1	blow-ups	Blow Up / Buckling	6H	11L	8L	1	8L	IZQUIERDA
2	Corner Break	Grieta de Esquina	11L	5L	8L	1	6H	6H
3	divided slab	Losa Dividida	10M	6H	6H	2M	14H	2H
4	durability ("D") cracking	Grieta de Durabilidad "D"	11L	6H	10H		6H	8L
5	faulting	Escala	10M		2M		14M	6H
6	joint seal damage	Sello de Junta	6H		6H		6H	2L
7	lane / shoulder drop off	Desnivel Carril / Berma	6H	5L		6H	10H	3H
8	linear craking	Grieta Lineal	11L	5L	5L		14H	6H
9	patching, large, & utility cuts	parcheo (Grande)	6H	18L	6H		14H	6H
10	patching, small	Parcheo (Pequeño)	11L	6H	6H		14H	3H
11	polished aggregate	Pulimento de agregados	6H		2L		6H	6H
12	popouts	Popouts	5M	2M	8M	10H	6H	3H
13	pumping	Bombeo	10M	6H			14H	6H
14	punchouts	Punzonamiento	5M		2L		14H	6H
15	rail road crossing	Cruce de Via Ferrea	6H		6H		14H	6H
16	scaling/maps cracking/crazing	Desconchamiento	6H		11L		14H	3H
17	shrinkage cracks	Grietas de retraccion	18L	6H	6H		6H	6H
18	spalling, corner	Descascaramiento de esquina	6H	18L	6H		14H	6H
19	spalling, joint	Descascaramiento de juntas	18L	6H	6H		6H	2H
			6H		6H		14H	6H
			11L	6H	11L		6H	2H
			11L	6H	6H		14H	3H
			6H		8M		6H	3H
			6H		6H		6H	3M
			11L		11L		14H	8L
			11L	6H	6H		14H	3M
			18L		11L		6H	6H
			6H	6H	6H		6H	3M
			6H	6H	6H		14H	8L
			6H		6H		2L	6H
			8M	2L			8L	3M
			11L		6H		3M	6H
			6H	8L	5L		14L	2L
								3L

L: LOW (Bajo) **M:** MEDIUM (Medio) **H:** HIGH (Alto)

OBSERVACIONES:

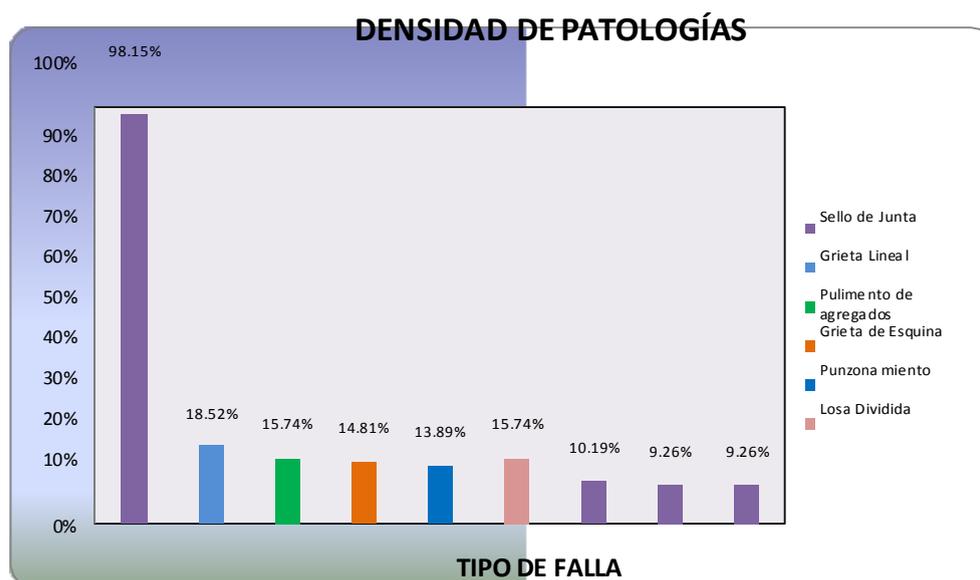
Fuente: Propia del Autor

Tabla 22. Calculo de densidad y valor de reducción U4

N°	TIPO DE FALLA	N/S	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCIÓN (VR)
6	Sello de Junta	3	Alto	106	98,15%	8,00
8	Grieta Lineal	1	Baja	20	18,52%	9,80
11	Pulimento de agregados	1	Baja	17	15,74%	2,40
2	Grieta de Esquina	1	Baja	16	14,81%	12,00
14	Punzonamiento	3	Alto	15	13,89%	39,90
3	Losa Dividida	2	Media	17	15,74%	30,30
3	Losa Dividida	3	Alto	11	10,19%	33,00
5	Escala	1	Baja	10	9,26%	2,10
18	Descascaramiento de esquina	1	Baja	10	9,26%	0,80

Fuente: Hoja de inspección de condiciones para unidad de muestra U4 - Fecha: Julio, 2017

Grafico 7. Densidad de patología U4



Fuente: Elaborado por Dino C. Cisneros Gomez, unidad de muestra U4 - Fecha: Julio, 2017

Cálculo del VRC de la unidad de muestra U4

$$m = \frac{— *(100- VAR)}{— *(100-39.90)}$$

m = 6.52

Tabla 23. Calculo valor máximo reducido U4

#	VALOR DE REDUCCIÓN							TOTAL	q	VRC
1	39,90	33,00	12,00	9,80	8,00	2,40	0,52	106	6	55
2	39,90	33,00	12,00	9,80	8,00	2,00	0,52	105	5	54
3	39,90	33,00	12,00	9,80	2,00	2,00	0,52	99	4	56
4	39,90	33,00	12,00	2,00	2,00	2,00	0,52	91	3	58
5	39,90	33,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0,52	81	2	58
6	39,90	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0,52	50	1	50

Fuente: Calculo de la densidad y valor de reducción unidad de muestra U4 - Fecha: Julio - 2017

RANGO DE CLASIFICACIÓN DEL PCI

RANGO		CLASIFICACION
100	85	Excelente
85	70	Muy Bueno
70	55	Bueno
55	40	Regular
40	25	Malo
25	10	Muy Malo
10	0	Fallado

Calculo del PCI de la unidad de muestra U4

Máximo VRC = 58

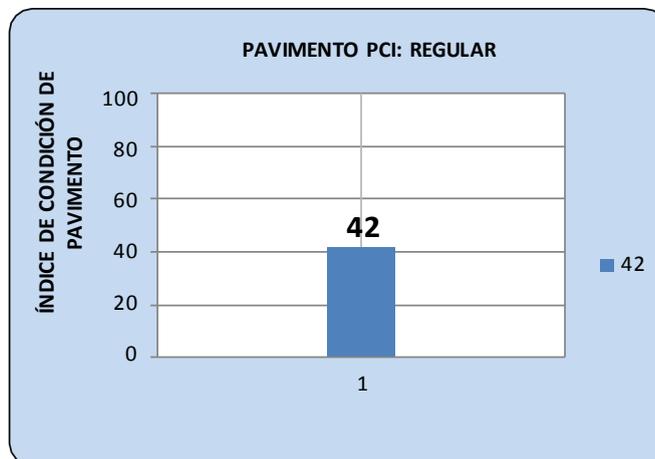
$$PCI = 100 - \text{Máximo VRC}$$

$$PCI = 100 - 58$$

$$PCI = 42$$

Clasificación = Regular

Gráfico 8. Índice de condición del pavimento U4



Fuente: Elaborado por Dino C. Cisneros Gomez, unidad de muestra U4 - Fecha: Julio - 2017

Unidad de Muestra U5: Av. Salvador Cavero – Cuadra 05

- Para obtener los resultados que a continuación se mostraran, se tomó como unidad de muestra (U5) la cuadra 5 de la Av. Salvador Cavero, que consta de 60 paños de concreto rígido equivalente a 720.00 m².
- Se realizó la toma de datos detectando las diversas patologías presentadas en el pavimento las cuales son: sello de junta, grieta lineal, escala, loza dividida, grieta de esquina, pulimiento de agregados, clasificándolas de acuerdo al grado de severidad (L, M y H), las mismas que son mostradas en la tabla 24.
- Posteriormente clasificamos las diversas patologías encontradas de acuerdo a sus niveles de severidad, y contabilizamos los paños afectados por cada patología; para luego dividirlos entre el número de paños de la unidad muestra (60 paños), obteniendo el porcentaje (%) de densidad (ver gráfico 9) respectiva por cada patología de acuerdo a su nivel de severidad, procedimiento que se observa en la tabla 25.
- De las densidades halladas en el paso anterior, se procederá a la obtención de los valores reducidos, utilizando las curvas para pavimentos de concreto de valor reducido de daño (VR) ver ANEXO “C”, donde se obtuvieron 9 valores reducidos: 8.00, 16.50, 18.00, 11.40, 10.50, 21.00, 31.10, 12.20 y 2.00, tal como se observa en la tabla 25.
- De los valores reducidos hallados anteriormente se selecciona el mayor, para así determinar el Número Máximo Admisible de Valores Reducidos (m), utilizando la siguiente ecuación: obteniendo así $m = 7.33$.
- Del número máximo admitido de valores reducidos ($m=7,33$), se procede a calcular el máximo valor reducido, considerando $q=m$ que para este caso es de

6; se suma horizontalmente los valores reducidos seleccionados de acuerdo a la tabla 26, y a través del anexo D, se obtiene el máximo valor reducido; posteriormente se procede a iterar repitiendo el procedimiento mencionado anteriormente para cada valor reducido, completando la tabla con 2, hasta llegar a $q=1$; donde finalmente se obtiene como Máximo Valor Reducido Corregido (VCR) = 45.00.

- Prosiguiendo el método PCI da por resultado un índice de 55.00 clasificándolo según la tabla de rangos del PCI como pavimento REGULAR, como se muestra en el grafico 10. de índice de condición del pavimento.

Tabla 24. Hoja de inspección de unidad de muestra U5



HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

CALLE: AV. SALVADOR CAVERO MUESTRA: PAVIMENTO RIGIDO

CUADRAS: QUINTA CUADRA NUMERO DE PAÑOS: 60.00 TOTAL AREA DE PAÑOS (M2): 720.00

DISTRITO: JESUS NAZARENO FECHA: jun-17

PROVINCIA: HUAMANGA EVALUADOR: BACH. DINO CISNEROS GOMEZ

DEPARTAMENTO: AYACUCHO TIEMPO DE CONSTRUCCION: 25 AÑOS AREA DEL PAÑO: 12.00

LUGAR: PARADERO HUANTA DIMENSIONES DEL PAÑO: 3 x 4

TIPOS DE FALLAS		
1	blow-ups	Blow Up / Buckling
2	Corner Breack	Grieta de Esquina
3	divided slab	Losa Dividida
4	durability ("D") cracking	Grieta de Durabilidad "D"
5	faulting	Escala
6	joint seal damage	Sello de Junta
7	lane / shoulder drop off	Desnivel Carril / Berma
8	linear craking	Grieta Lineal
9	patching, large, & utility cuts	parcheo (Grande)
10	patching, small	Parcheo (Pequeño)
11	polished aggregate	Pulimento de agregados
12	popouts	Popouts
13	pumping	Bombeo
14	punchouts	Punzonamiento
15	rail road crossing	Cruce de Via Ferrea
16	aling/maps cracking/crazing	Desconchamiento
17	shrinkage cracks	Grietas de retraccion
18	spalling, corner	Descascaramiento de esquina
19	spalling, joint	Descascaramiento de juntas

L: LOW (Bajo) **M: MEDIUM (Medio)** **H: HIGH (Alto)**

OBSERVACIONES:

DIAGRAMA DE CUADRAS

DERECHA				IZQUIERDA			
18L	6H	5M	8L	18L	6H	5M	8L
6H	5M	8L	6H	6H	5M	8L	6H
5M	6H	8L	6H	3L	6H	5L	3L
5L	6H	3L	6H	6H	2L	11L	6H
6H	8M	6H	8M	5L	5L	8L	6H
6H	8L	6H	8M	2L	2L	6H	6H
10L	5L	8L	5L	6H	5L	3L	6H
5L	6H	3L	5M	8M	3L	8M	2L
6H	8L	6H	6H	6H	4M	6H	6H
8L	6H	2L	6H	8L	8M	3M	6H
6H	6H	6H	6H	8L	6H	2H	6H
8L	3L	8L	3M	8L	5M	8M	3M
11L	5M	6H	6H	8L	3M	8L	6H
6H	10L	8M	3L	8L	5M	8M	2L
6H	6H	5L	6H	6H	6H	8L	3L
6H	11L	8L	6H	2M	3M	2M	6H
6H	11L	6H	8M	6H	4L	6H	6H
6H	8M	6H	2L	3M	3M	2M	6H
5L	6H	8M	8L	8M	6H	2M	3L
6H	6H	8L	6H	8L	3M	2L	6H
5L	6H	6H	8L	2M	6H	3L	6H
6H	6H	8L	6H	4M	8M	2L	6H
5L	6H	6H	8L	3M	6H	8M	3M
6H	6H	8L	6H	8L	6H	4L	5M
5L	6H	6H	8L	3M	2L	8L	6H
6H	6H	8L	6H	6H	6H	6H	6H
5L	6H	6H	8L	3L	8M	11L	6H
6H	6H	8L	6H	8M	11L	11L	6H
				3M	6H	6H	6H

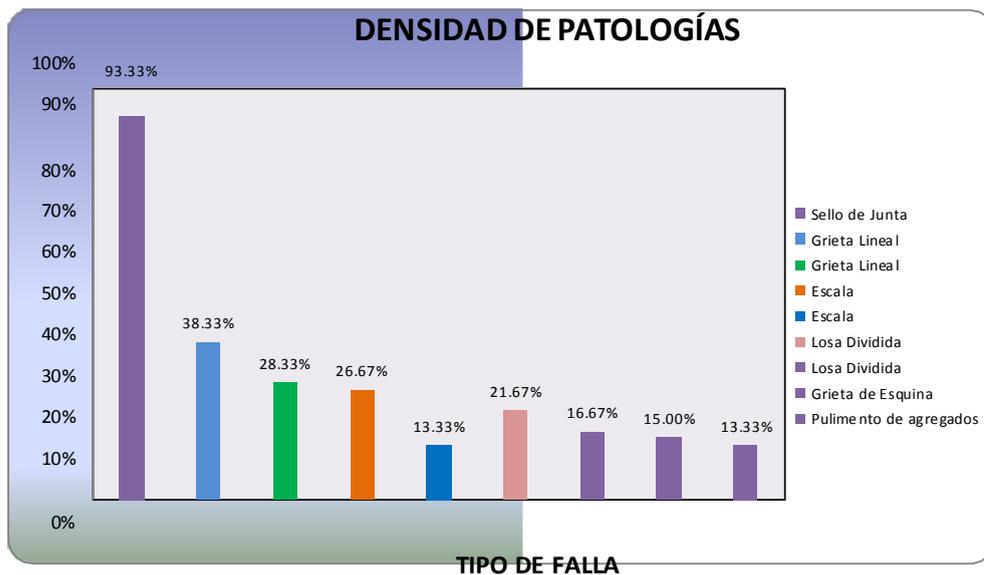
Fuente: Propia del Autor

Tabla 25. Calculo de densidad y valor de reducción U5

N°	TIPO DE FALLA	N/S	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCIÓN (VR)
6	Sello de Junta	3	Alto	56	93,33%	8,00
8	Grieta Lineal	1	Baja	23	38,33%	16,50
8	Grieta Lineal	2	Media	17	28,33%	18,00
5	Escala	1	Baja	16	26,67%	11,40
5	Escala	2	Media	8	13,33%	10,50
3	Losa Dividida	1	Baja	13	21,67%	21,00
3	Losa Dividida	2	Media	10	16,67%	31,10
2	Grieta de Esquina	1	Baja	9	15,00%	12,20
11	Pulimento de agregados	1	Baja	8	13,33%	2,00

Fuente: Hoja de inspección de condiciones para unidad de muestra U5 - Fecha: Julio, 2017

Grafico 9. Densidad de patología U5



Fuente: Elaborado por Dino C. Cisneros Gomez, unidad de muestra U5 - Fecha: Julio, 2017

Cálculo del VRC de la unidad de muestra U5

$$m = \frac{\sum (100 - \text{VAR})}{\sum (100 - 31.10)} = 7.33$$

Tabla 26. Calculo valor máximo reducido U5

#	VALOR DE REDUCCIÓN							TOTAL	q	VRC
1	31,10	18,00	12,20	11,40	8,00	2,00	0,33	83	6	42
2	31,10	18,00	12,20	11,40	8,00	2,00	0,33	83	5	42
3	31,10	18,00	12,20	11,40	2,00	2,00	0,33	77	4	45
4	31,10	18,00	12,20	2,00	2,00	2,00	0,33	68	3	42
5	31,10	18,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0,33	57	2	44
6	31,10	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0,33	41	1	41

Fuente: Calculo de la densidad y valor de reducción de la unidad de muestra U5 - Fecha: Julio - 2017

RANGO DE CLASIFICACIÓN DEL PCI

RANGO		CLASIFICACION
100	85	Excelente
85	70	Muy Bueno
70	55	Bueno
55	40	Regular
40	25	Malo
25	10	Muy Malo
10	0	Fallado

Calculo del PCI de la unidad de muestra U5

Máximo VRC = 45

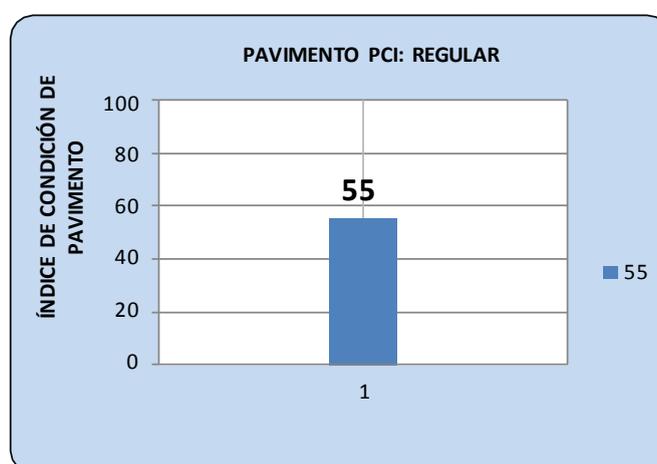
$$\text{PCI} = 100 - x \quad c$$

$$\text{PCI} = 100 - 45$$

$$\text{PCI} = 55$$

Clasificación = Regular

Gráfico 10. Índice de condición del pavimento U5



Fuente: Elaborado por Dino C. Cisneros Gomez, unidad de muestra U5 - Fecha: Julio - 2017

Unidad de Muestra U1: Jr. Ciro Alegría – Cuadra 01

- Para obtener los resultados que a continuación se mostraran, se tomó como unidad de muestra (U1) la cuadra 1 del Jr. Ciro Alegría, que consta de 50 paños de concreto rígido equivalente a 600.00 m².
- Se realizó la toma de datos detectando las diversas patologías presentadas en el pavimento las cuales son: sello de junta, grieta de esquina, grieta lineal, descascaramiento de esquina, loza dividida, pulimiento de agregados, parcheo pequeño, clasificándolas de acuerdo al grado de severidad (L, M y H), las mismas que son mostradas en la tabla 27.
- Posteriormente clasificamos las diversas patologías encontradas de acuerdo a sus niveles de severidad, y contabilizamos los paños afectados por cada patología; para luego dividirlos entre el número de paños de la unidad muestra (50 paños), obteniendo el porcentaje (%) de densidad (ver gráfico 11) respectiva por cada patología de acuerdo a su nivel de severidad, procedimiento que se observa en la tabla 28.
- De las densidades halladas en el paso anterior, se procederá a la obtención de los valores reducidos, utilizando las curvas para pavimentos de concreto de valor reducido de daño (VR) ver ANEXO “C”, donde se obtuvieron 9 valores reducidos: 8.00, 15.00, 25.70, 8.00, 0.80, 5.00, 11.00, 1.00 y 0.00, tal como se observa en la tabla 28.
- De los valores reducidos hallados anteriormente se selecciona el mayor, para así determinar el Número Máximo Admisible de Valores Reducidos (m), utilizando la siguiente ecuación: obteniendo así $m = 7.82$.
- Del número máximo admitido de valores reducidos ($m=7,82$), se procede a

calcular el máximo valor reducido, considerando $q=m$ que para este caso es de 4; se suma horizontalmente los valores reducidos seleccionados de acuerdo a la tabla 29, y a través del anexo D, se obtiene el máximo valor reducido; posteriormente se procede a iterar repitiendo el procedimiento mencionado anteriormente para cada valor reducido, completando la tabla con 2, hasta llegar a $q=1$; donde finalmente se obtiene como Máximo Valor Reducido Corregido (VCR) = 33.00.

- Prosiguiendo el método PCI da por resultado un índice de 67.00 clasificándolo según la tabla de rangos del PCI como pavimento BUENO, como se muestra en el grafico 12. de índice de condición del pavimento.

Tabla 27. Hoja de inspección de unidad de muestra U1



HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

CALLE	JR. CIRO ALEGRIA	MUESTRA	PAVIMENTO RIGIDO				
CUADRAS	PRIMERA CUADRA	NUMERO DE PAÑOS	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">TOTAL AREA DE PAÑOS (M2)</td></tr> <tr><td style="width: 50%; text-align: center;">50.00</td><td style="width: 50%; text-align: center;">600.00</td></tr> </table>	TOTAL AREA DE PAÑOS (M2)		50.00	600.00
TOTAL AREA DE PAÑOS (M2)							
50.00	600.00						
DISTRITO	JESUS NAZARENO	FECHA	jun-17				
PROVINCIA	HUAMANGA	EVALUADOR	BACH. DINO CISNEROS GOMEZ				
DEPARTAMENTO	AYACUCHO	TIEMPO DE CONSTRUCCION	20 AÑOS				
LUGAR	PARADERO HUANTA	AREA DE PAÑO (M2)	12.00				
		DIMENSIONES DEL PAÑO	3 x 4				

TIPOS DE FALLAS		
1	blow-ups	Blow Up / Buckling
2	Comer Break	Grieta de Esquina
3	divided slab	Losa Dividida
4	durability ("D") cracking	Grieta de Durabilidad "D"
5	faulting	Escala
6	joint seal damage	Sello de Junta
7	lane / shoulder drop off	Desnivel Carril / Berma
8	linear craking	Grieta Lineal
9	patching, large, & utility cuts	parcheo (Grande)
10	patching, small	Parcheo (Pequeño)
11	polished aggregate	Pulimento de agregados
12	popouts	Popouts
13	pumping	Bombeo
14	punchouts	Punzonamiento
15	rail road crossing	Cruce de Via Ferrea
16	scaling/maps cracking/crazing	Descascamiento
17	shrinkage cracks	Grietas de retraccion
18	spalling, corner	Descascamiento de esquina
19	spalling, joint	Descascamiento de juntas

L: LOW (Bajo)	M: MEDIUM (Medio)	H: HIGH (Alto)
------------------	----------------------	-------------------

OBSERVACIONES:

DIAGRAMA DE CUADRAS

	IZQUIERDA				DERECHA			
	3L	2L	11L	14L	2M	18L	18L	6H
1		6H	8M	3M		6H		6H
2	2L	6H	11L	14L		6H		6H
3			8M	3M				
4	2M	6H	10L	6H		6H		6H
5	5L	6H	2M	6H		18L		2L
6						6H		
7	6H		2L	6H		18L		6H
8						6H		11L
9	6H		6H			18L		6H
10						6H		2M
11								6H
12	8L							
13		6H		6H				
14	10L		8L	2L				
15		6H	6H					
16	6H		2L					
17								
18	6H		8M	2M				
19			3L	6H				
20	2L		2M	8M				
21		6H	2M	6H				
22	6H		2M					
23				6H				
24	10L		2L	8M				
25		6H	6H					
26	10M		10M	3M				
27		6H	2M	6H				
28	6H		2L	6H				
29				3L				
30	6H		5L					
31				6H				
32	6H							
33								
34	6H							
35								
36	18L		6H					

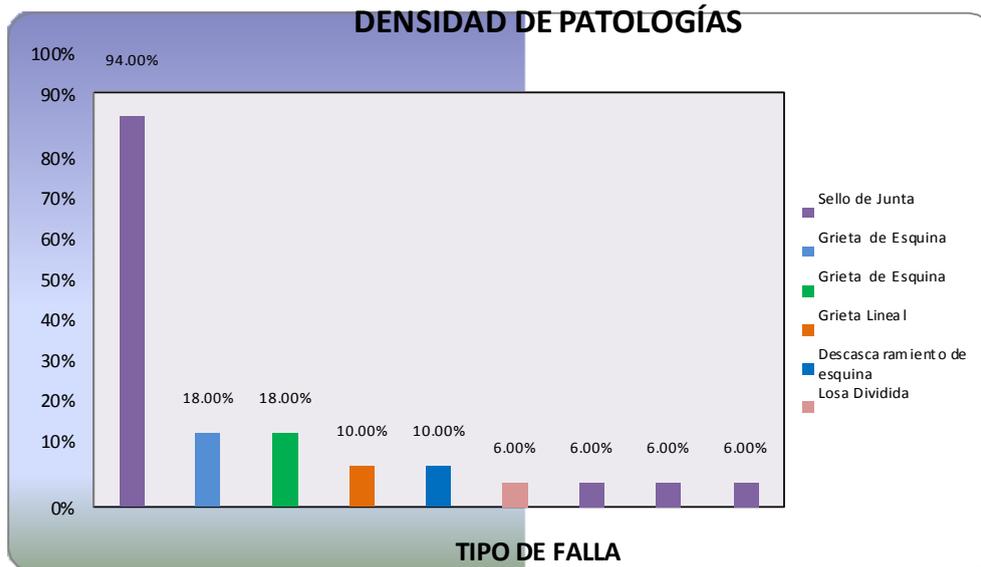
Fuente: Propia del Autor

Tabla 28. Calculo de densidad y valor de reducción U1

N°	TIPO DE FALLA	N/S	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCIÓN (VR)
6	Sello de Junta	3	Alto	47	94,00%	8,00
2	Grieta de Esquina	1	Baja	9	18,00%	15,00
2	Grieta de Esquina	2	Media	9	18,00%	25,70
8	Grieta Lineal	2	Media	5	10,00%	8,00
18	Descascaramiento de esquina	1	Baja	5	10,00%	0,80
3	Losa Dividida	1	Baja	3	6,00%	5,00
3	Losa Dividida	2	Media	3	6,00%	11,00
11	Pulimento de agregados	1	Baja	3	6,00%	1,00
10	Parcheo (Pequeño)	1	Baja	3	6,00%	0,00

Fuente: Hoja de inspección de condiciones para unidad de muestra U1 - Fecha: Julio, 2017

Grafico 11. Densidad de patología U1



Fuente: Elaborado por Dino C. Cisneros Gomez, unidad de muestra U1 - Fecha: Julio, 2017

Cálculo del VRC de la unidad de muestra U1

$$m = \frac{\sum (100 - \text{VAR})}{\sum (100 - \text{VR})} = \frac{\dots}{\dots} = 7.82$$

Tabla 29. Calculo valor máximo reducido U1

#	VALOR DE REDUCCIÓN						TOTAL	q	VRC
1	25,70	11,00	11,00	8,00	0,82		57	4	33
2	25,70	11,00	11,00	2,00	0,82		51	3	33
3	25,70	11,00	2,00	2,00	0,82		42	2	33
4	25,70	2,00	2,00	2,00	0,82		33	1	32

Fuente: Calculo de la densidad y valor de reducción de la unidad de muestra U1 - Fecha: Julio - 2017

RANGO DE CLASIFICACIÓN DEL PCI

RANGO		CLASIFICACION
100	85	Excelente
85	70	Muy Bueno
70	55	Bueno
55	40	Regular
40	25	Malo
25	10	Muy Malo
10	0	Fallado

Calculo del PCI de la unidad de muestra U1

Máximo VRC = 33

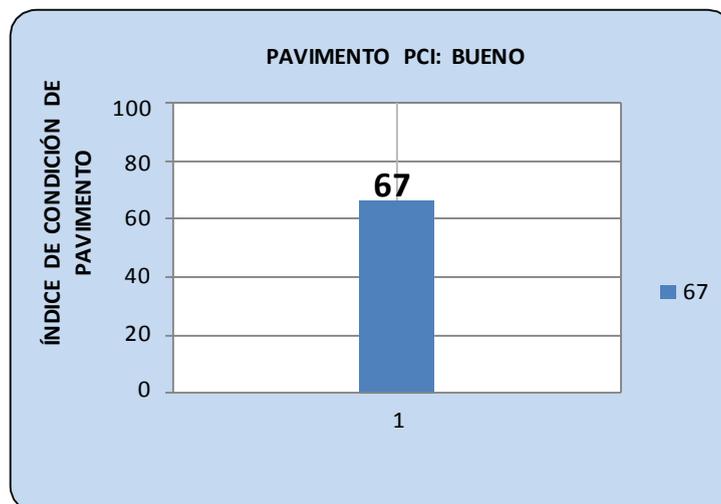
$$PCI = 100 - x \cdot c$$

$$PCI = 100 - 33$$

$$PCI = 67$$

Clasificación = Bueno

Grafico 12. Índice de condición del pavimento U1



Fuente: Elaborado por Dino C. Cisneros Gomez, unidad de muestra U1 - Fecha: Julio - 2017

Unidad de Muestra U2: Jr. Ciro Alegría – Cuadra 02

- Para obtener los resultados que a continuación se mostraran, se tomó como unidad de muestra (U2) la cuadra 2 del Jr. Ciro Alegría, que consta de 42 paños de concreto rígido equivalente a 504.00 m².
- Se realizó la toma de datos detectando las diversas patologías presentadas en el pavimento las cuales son: sello de junta, grieta lineal, grieta de esquina, descascaramiento de esquina, parcheo grande, pulimiento de agregados, clasificándolas de acuerdo al grado de severidad (L, M y H), las mismas que son mostradas en la tabla 30.
- Posteriormente clasificamos las diversas patologías encontradas de acuerdo a sus niveles de severidad, y contabilizamos los paños afectados por cada patología; para luego dividirlos entre el número de paños de la unidad muestra (42 paños), obteniendo el porcentaje (%) de densidad (ver gráfico 13) respectiva por cada patología de acuerdo a su nivel de severidad, procedimiento que se observa en la tabla 31.
- De las densidades halladas en el paso anterior, se procederá a la obtención de los valores reducidos, utilizando las curvas para pavimentos de concreto de valor reducido de daño (VR) ver ANEXO “C”, donde se obtuvieron 9 valores reducidos: 8.00, 6.00, 5.20, 20.50, 9.80, 0.40, 0.40, 0.30 y 0.30, tal como se observa en la tabla 31.
- De los valores reducidos hallados anteriormente se selecciona el mayor, para así determinar el Número Máximo Admisible de Valores Reducidos (m), utilizando la siguiente ecuación: obteniendo así $m = 8.30$.
- Del número máximo admitido de valores reducidos ($m=8,30$), se procede a

calcular el máximo valor reducido, considerando $q=m$ que para este caso es de 3; se suma horizontalmente los valores reducidos seleccionados de acuerdo a la tabla 32, y a través del anexo D, se obtiene el máximo valor reducido; posteriormente se procede a iterar repitiendo el procedimiento mencionado anteriormente para cada valor reducido, completando la tabla con 2, hasta llegar a $q=1$; donde finalmente se obtiene como Máximo Valor Reducido Corregido (VCR) = 25.00.

- Prosiguiendo el método PCI da por resultado un índice de 75.00 clasificándolo según la tabla de rangos del PCI como pavimento MUY BUENO, como se muestra en el grafico 14. de índice de condición del pavimento.

Tabla 30. Hoja de inspección de unidad de muestra U2



HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

CALLE	JR. CIRO ALEGRIA	MUESTRA	PAVIMENTO RIGIDO						
CUADRAS	SEGUNDA CUADRA	NUMERO DE PAÑOS	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">TOTAL AREA DE</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">42.00</td><td style="width: 50%;">504.00</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">PAÑOS (M2)</td></tr> </table>	TOTAL AREA DE		42.00	504.00	PAÑOS (M2)	
TOTAL AREA DE									
42.00	504.00								
PAÑOS (M2)									
DISTRITO	JESUS NAZARENO	FECHA	jun-17						
PROVINCIA	HUAMANGA	EVALUADOR	BACH. DINO CISNEROS GOMEZ						
DEPARTAMENTO	AYACUCHO	TIEMPO DE CONSTRUCCION	20 AÑOS						
LUGAR	PARADERO HUANTA	AREA DE PAÑO (M2)	12.00						
		DIMENSIONES DEL PAÑO	3 x 4						

TIPOS DE FALLAS		
1	blow-ups	Blow Up / Buckling
2	Corner Breack	Grieta de Esquina
3	divided slab	Losa Dividida
4	durability ("D") cracking	Grieta de Durabilidad "D"
5	faulting	Escala
6	joint seal damage	Sello de Junta
7	lane / shoulder drop off	Desnivel Carril / Berma
8	linear craking	Grieta Lineal
9	batching, large, & utility cuts	parcheo (Grande)
10	patching, small	Parcheo (Pequeño)
11	polished aggregate	Pulimento de agregados
12	popouts	Popouts
13	pumping	Bombeo
14	punchouts	Punzonamiento
15	rail road crossing	Cruce de Via Ferrea
16	aling/maps cracking/crazi	Desconchamiento
17	shrinkage cracks	Grietas de retraccion
18	spalling, corner	Descascaramiento de esquina
19	spalling, joint	Descascaramiento de juntas

DIAGRAMA DE CUADRAS			
	IZQUIERDA	DERECHA	
1	8M	8M	19
2	2M	8L 2M	20
3	2M	18L 6H	21
4	8L	2M	22
5	10M	8L	23
6	2L	6H	24
7		6H	25
8		6H	26
9		6H	27
10	2L	6H	28
11		2L	29
12			30
13	11L	2L	31
14		3L	32
15	18L	2M	33
16		2L	34
17			35
18		2L	36

L:	M:	H:
LOW (Bajo)	MEDIUM (Medio)	HIGH (Alto)

OBSERVACIONES:

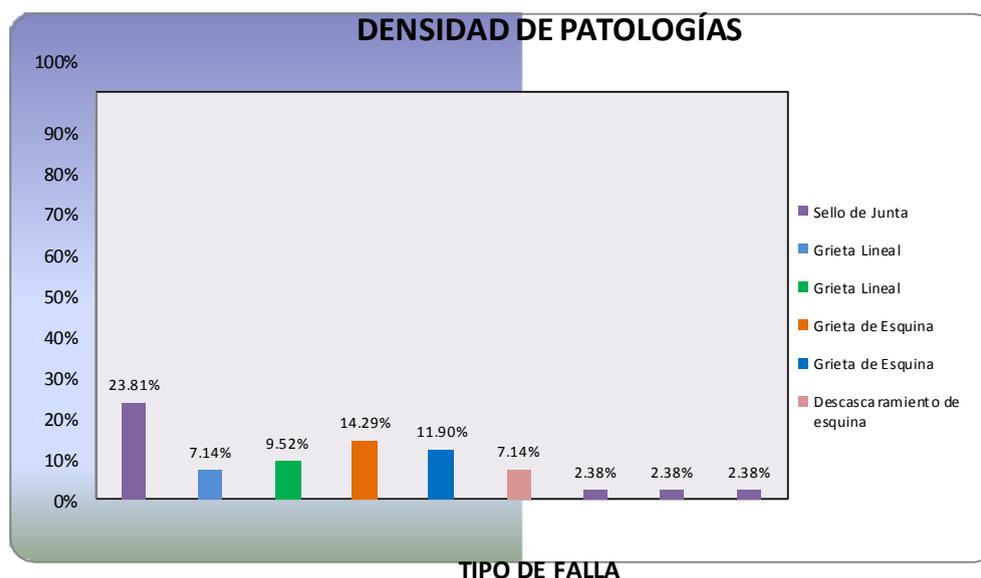
Fuente: Propia del Autor

Tabla 31. Calculo de densidad y valor de reducción U2

N°	TIPO DE FALLA	N/S	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCIÓN (VR)
6	Sello de Junta	3	Alto	10	23,81%	8,00
8	Grieta Lineal	2	Media	3	7,14%	6,00
8	Grieta Lineal	1	Baja	4	9,52%	5,20
2	Grieta de Esquina	2	Media	6	14,29%	20,50
2	Grieta de Esquina	1	Baja	5	11,90%	9,80
18	Descascaramiento de esquina	1	Baja	3	7,14%	0,40
10	parqueo (Grande)	2	Media	1	2,38%	0,40
10	parqueo (Grande)	1	Baja	1	2,38%	0,30
11	Pulimento de agregados	1	Baja	1	2,38%	0,30

Fuente: Hoja de inspección de condiciones para unidad de muestra U2 - Fecha: Julio, 2017

Grafico 13. Densidad de patología U2



Fuente: Elaborado por Dino C. Cisneros Gomez, unidad de muestra U2 - Fecha: Julio, 2017

Cálculo del VRC de la unidad de muestra U2

$$m = \frac{\sum (100 - \text{VAR})}{\sum (100 - 20.50)} = 8.30$$

Tabla 32. Calculo valor máximo reducido U2

#	VALOR DE REDUCCIÓN						TOTAL	q	VRC
1	20,50	8,00	6,00	0,30			35	3	22
2	20,50	8,00	2,00	0,30			31	2	25
3	20,50	2,00	2,00	0,30			25	1	25

Fuente: Calculo de la densidad y valor de reducción de la unidad de muestra U2 - Fecha: Julio - 2017

RANGO DE CLASIFICACIÓN DEL PCI

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

Calculo del PCI de la unidad de muestra U2

Máximo VRC = 25

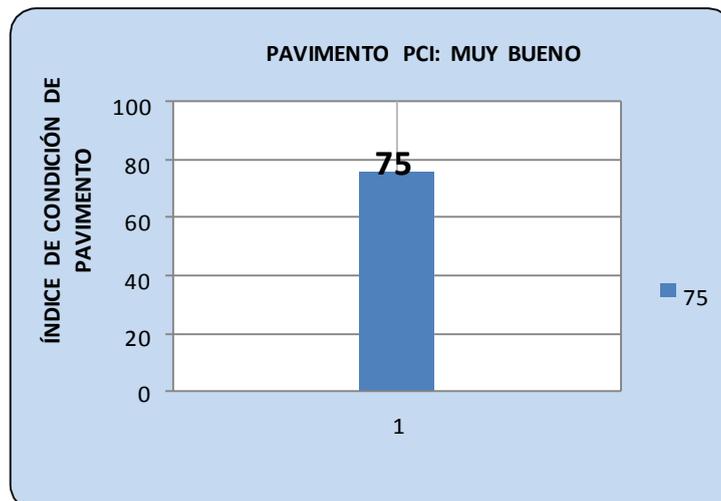
$$PCI = 100 - \text{VRC}$$

$$PCI = 100 - 25$$

$$PCI = 75$$

Clasificación = **Muy Bueno**

Gráfico 14. Índice de condición del pavimento U2



Fuente: Elaborado por Dino C. Cisneros Gomez, unidad de muestra U2 - Fecha: Julio - 2017

Unidad de Muestra U3: Jr. Ciro Alegría – Cuadra 03

- Para obtener los resultados que a continuación se mostraran, se tomó como unidad de muestra (U3) la cuadra 3 del Jr. Ciro Alegría, que consta de 42 paños de concreto rígido equivalente a 504.00 m².
- Se realizó la toma de datos detectando las diversas patologías presentadas en el pavimento las cuales son: grieta de esquina, pulimiento de agregados, grieta lineal, parcheo pequeño, punzonamiento, descascaramiento clasificándolas de acuerdo al grado de severidad (L, M y H), las mismas que son mostradas en la tabla 33.
- Posteriormente clasificamos las diversas patologías encontradas de acuerdo a sus niveles de severidad, y contabilizamos los paños afectados por cada patología; para luego dividirlos entre el número de paños de la unidad muestra (42 paños), obteniendo el porcentaje (%) de densidad (ver gráfico 15) respectiva por cada patología de acuerdo a su nivel de severidad, procedimiento que se observa en la tabla 34.
- De las densidades halladas en el paso anterior, se procederá a la obtención de los valores reducidos, utilizando las curvas para pavimentos de concreto de valor reducido de daño (VR) ver ANEXO “C”, donde se obtuvieron 9 valores reducidos: 16.00, 10.00, 2.90, 11.00, 7.80, 1.00, 7.60, 0.10 y 1.10, tal como se observa en la tabla 34.
- De los valores reducidos hallados anteriormente se selecciona el mayor, para así determinar el Número Máximo Admisible de Valores Reducidos (m), utilizando la siguiente ecuación: obteniendo así $m = 8.71$.
- Del número máximo admitido de valores reducidos ($m=8.71$), se procede a

calcular el máximo valor reducido, considerando $q=m$ que para este caso es de 3; se suma horizontalmente los valores reducidos seleccionados de acuerdo a la tabla 35, y a través del anexo D, se obtiene el máximo valor reducido; posteriormente se procede a iterar repitiendo el procedimiento mencionado anteriormente para cada valor reducido, completando la tabla con 2, hasta llegar a $q=1$; donde finalmente se obtiene como Máximo Valor Reducido Corregido (VCR) = 26.00.

- Prosiguiendo el método PCI da por resultado un índice de 74.00 clasificándolo según la tabla de rangos del PCI como pavimento MUY BUENO, como se muestra en el grafico 16. de índice de condición del pavimento.

Tabla 33. Hoja de inspección de unidad de muestra U3



HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

CALLE	JR. CIRO ALEGRIA	MUESTRA	PAVIMENTO RIGIDO
CUADRAS	TERCERA CUADRA	NUMERO DE PAÑOS	42.00
		TOTAL AREA DE PAÑOS (M2)	504.00
DISTRITO	JESUS NAZARENO	FECHA	jun-17
PROVINCIA	HUAMANGA	EVALUADOR	BACH. DINO CISNEROS GOMEZ
DEPARTAMENTO	AYACUCHO	TIEMPO DE CONSTRUCCION	20 AÑOS
LUGAR	PARADERO HUANTA	AREA DE PAÑO (M2)	12.00
		DIMENSIONES DEL PAÑO	3 x 4

TIPOS DE FALLAS		
1	blow-ups	Blow Up / Buckling
2	Corner Breack	Grieta de Esquina
3	divided slab	Losa Dividida
4	durability ("D") cracking	Grieta de Durabilidad "D"
5	faulting	Escala
6	joint seal damage	Sello de Junta
7	lane / shoulder drop off	Desnivel Carril / Berma
8	linear craking	Grieta Lineal
9	patching, large, & utility cuts	parcheo (Grande)
10	patching, small	Parcheo (Pequeño)
11	polished aggregate	Pulimento de agregados
12	popouts	Popouts
13	pumping	Bombeo
14	punchouts	Punzonamiento
15	rail road crossing	Cruce de Via Ferrea
16	aling/maps cracking/crazi	Descorchamiento
17	shrinkage cracks	Grietas de retraccion
18	spalling, corner	Descascaramiento de esquina
19	spalling, joint	Descascaramiento de juntas

DIAGRAMA DE CUADRAS			
	IZQUIERDA	DERECHA	
1	2L 10H 11L	11L 14H	19
2	11L	2L 11L	20
3	18L	8M	21
4	2M		22
5	8L	2L 8M	23
6			24
7	2L	11L 18L	25
8			26
9	2L	8M	27
10		2M	28
11		2L 8L	29
12		8L	30
13	8L	8M 2M	31
14		2L 8L	32
15		18M 8L	33
16	8L 2L	8L 18M	34
17		8L	35
18	5L		36

OBSERVACIONES:

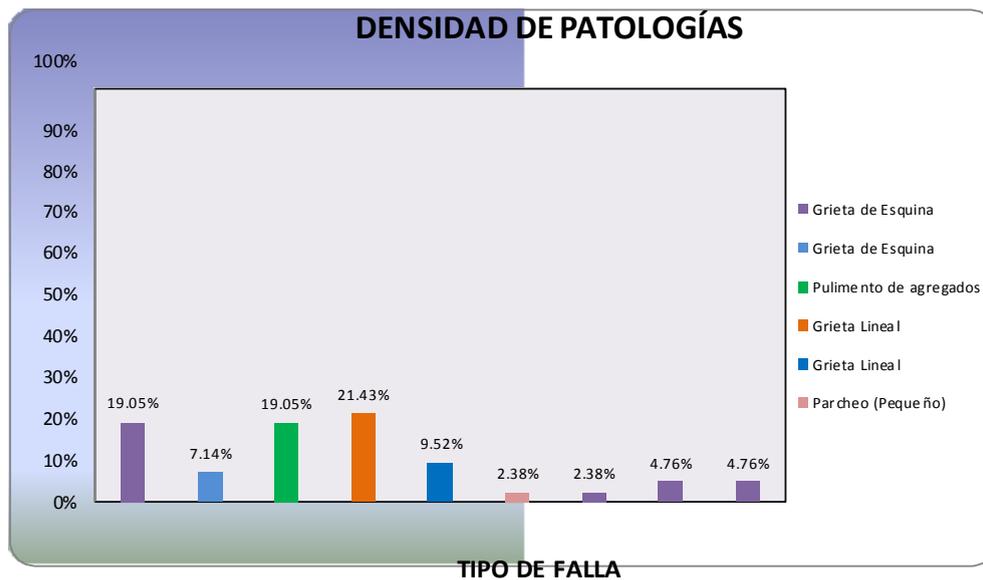
Fuente: Propia del Autor

Tabla 34. Calculo de densidad y valor de reducción U3

N°	TIPO DE FALLA	N/S	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCIÓN (VR)
2	Grieta de Esquina	1	Baja	8	19,05%	16,00
2	Grieta de Esquina	2	Media	3	7,14%	10,00
11	Pulimento de agregados	1	Baja	8	19,05%	2,90
8	Grieta Lineal	1	Baja	9	21,43%	11,00
8	Grieta Lineal	2	Media	4	9,52%	7,80
10	Parcheo (Pequeño)	3	Alto	1	2,38%	1,00
14	Punzonamiento	3	Alto	1	2,38%	7,60
18	Descascaramiento de esquina	1	Baja	2	4,76%	0,10
18	Descascaramiento de esquina	2	Media	2	4,76%	1,10

Fuente: Hoja de inspección de condiciones para unidad de muestra U3 - Fecha: Julio, 2017

Gráfico 15. Densidad de patología U3



Fuente: Elaborado por Dino C. Cisneros Gomez, unidad de muestra U3 - Fecha: Julio, 2017

Cálculo del VRC de la unidad de muestra U3

$$m = \frac{100 - \sum (100 - \text{VAR})}{\sum (100 - 16)} = 8.71$$

Tabla 35. Calculo valor máximo reducido U3

#	VALOR DE REDUCCIÓN						TOTAL	q	VRC
1	16,00	11,00	7,60	0,71			35	3	21
2	16,00	11,00	5,00	0,71			33	2	26
3	16,00	5,00	5,00	0,71			27	1	24

Fuente: Calculo de la densidad y valor de reducción de la unidad de muestra U3 - Fecha: Julio - 2017

RANGO DE CLASIFICACIÓN DEL PCI

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

Calculo del PCI de la unidad de muestra U3

Máximo VRC = 26

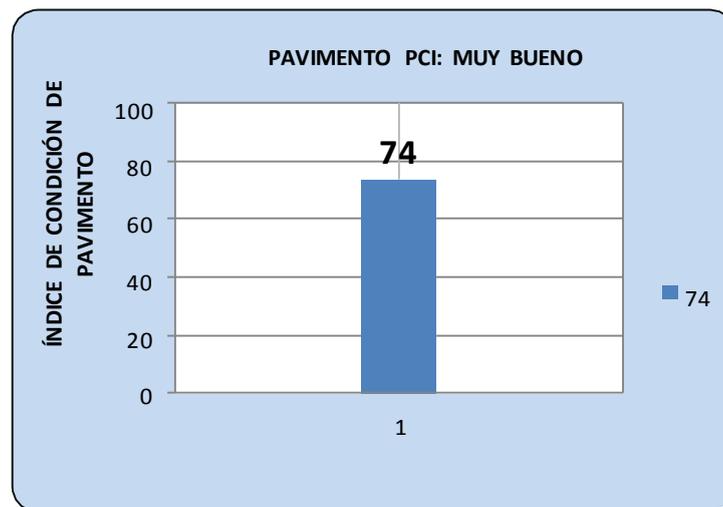
$$PCI = 100 - x$$

$$PCI = 100 - 26$$

$$PCI = 74$$

Clasificación = **Muy Bueno**

Grafico 16. Índice de condición del pavimento U3



Fuente: Elaborado por Dino C. Cisneros Gomez, unidad de muestra U3 - Fecha: Julio - 2017

Unidad de Muestra U1: Jr. Manuel Gonzales Prada – Cuadra 01

- Para obtener los resultados que a continuación se mostraran, se tomó como unidad de muestra (U1) la cuadra 1 del Jr. Manuel Gonzales Prada, que consta de 54 paños de concreto rígido equivalente a 810.00 m².
- Se realizó la toma de datos detectando las diversas patologías presentadas en el pavimento las cuales son: sello de junta, pulimiento de agregados, grieta lineal, loza dividida, grieta de esquina y punzonamiento, clasificándolas de acuerdo al grado de severidad (L, M y H), las mismas que son mostradas en la tabla 36.
- Posteriormente clasificamos las diversas patologías encontradas de acuerdo a sus niveles de severidad, y contabilizamos los paños afectados por cada patología; para luego dividirlos entre el número de paños de la unidad muestra (54 paños), obteniendo el porcentaje (%) de densidad (ver gráfico 17) respectiva por cada patología de acuerdo a su nivel de severidad, procedimiento que se observa en la tabla 37.
- De las densidades halladas en el paso anterior, se procederá a la obtención de los valores reducidos, utilizando las curvas para pavimentos de concreto de valor reducido de daño (VR) ver ANEXO “C”, donde se obtuvieron 9 valores reducidos: 4.00, 2.00, 5.00, 3.20, 16.00, 7.10, 31.30, 21.30 y 14.20, tal como se observa en la tabla 37.
- De los valores reducidos hallados anteriormente se selecciona el mayor, para así determinar el Número Máximo Admisible de Valores Reducidos (m), utilizando la siguiente ecuación: obteniendo así $m = 7.31$.
- Del número máximo admitido de valores reducidos ($m=7,31$), se procede a

calcular el máximo valor reducido, considerando $q=m$ que para este caso es de 6; se suma horizontalmente los valores reducidos seleccionados de acuerdo a la tabla 38, y a través del anexo D, se obtiene el máximo valor reducido; posteriormente se procede a iterar repitiendo el procedimiento mencionado anteriormente para cada valor reducido, completando la tabla con 2, hasta llegar a $q=1$; donde finalmente se obtiene como Máximo Valor Reducido Corregido (VCR) = 54.00.

- Prosiguiendo el método PCI da por resultado un índice de 46.00 clasificándolo según la tabla de rangos del PCI como pavimento REGULAR, como se muestra en el grafico 18. de índice de condición del pavimento.

Tabla 36. Hoja de inspección de unidad de muestra U1



HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

CALLE	JR. MANUEL GONZALES PRADA	MUESTRA	PAVIMENTO RIGIDO				
CUADRAS	PRIMERA CUADRA	NUMERO DE PAÑOS	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">54.00</td> <td style="width: 50%;">TOTAL AREA DE PAÑOS (M2)</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">810.00</td> </tr> </table>	54.00	TOTAL AREA DE PAÑOS (M2)		810.00
54.00	TOTAL AREA DE PAÑOS (M2)						
	810.00						
DISTRITO	JESUS NAZARENO	FECHA	jun-17				
PROVINCIA	HUAMANGA	EVALUADOR	BACH. DINO CISNEROS GOMEZ				
DEPARTAMENTO	AYACUCHO	TIEMPO DE CONSTRUCCION	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">24 AÑOS</td> <td style="width: 50%;">AREA DE PAÑO M2</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">15.00</td> </tr> </table>	24 AÑOS	AREA DE PAÑO M2		15.00
24 AÑOS	AREA DE PAÑO M2						
	15.00						
LUGAR	PARADERO HUANTA	DIMENSIONES DEL PAÑO	3 x 5				

TIPOS DE FALLAS		
1	blow-ups	Blow Up / Buckling
2	Corner Breack	Grieta de Esquina
3	divided slab	Losa Dividida
4	durability ("D") cracking	Grieta de Durabilidad "D"
5	faulting	Escala
6	joint seal damage	Sello de Junta
7	lane / shoulder drop off	Desnivel Carril / Berma
8	linear craking	Grieta Lineal
9	patching, large, & utility cuts	parcheo (Grande)
10	patching, small	Parcheo (Pequeño)
11	polished aggregate	Pulimento de agregados
12	popouts	Popouts
13	pumping	Bombeo
14	punchouts	Punzonamiento
15	rail road crossing	Cruce de Via Ferrea
16	scaling/maps cracking/crazing	Descorchamiento
17	shrinkage cracks	Grietas de retraccion
18	spalling, corner	Descascaramiento de esquina
19	spalling, joint	Descascaramiento de juntas

DIAGRAMA DE CUADRAS			
	IZQUIERDA	DERECHA	
1	2M 11M 18M 3M		19 14H 3M
2	10M 11M		6M 6M 11M
3	14L 6M 2M		20 11L 2M 14H
4	3M 11M		6M 6M
5	6M 11M 6M		21 11L 11L 18L
6	6M 6M 11M		8M 6M
7	6M 6M 11M		22 11L 3M 18L
8	11M 18L 2H 3M		11L 6L 8L 6H
9	6M 11H 6M		23 11L 8M 2M
10	11M 8L 8M 3M		24 11L 6L 6L
11	6M 11M 6M		25 11L 14L 18L 6L
12	8M 3M 11M		26 11L 8L
13	6M 6M		27 6L 11L
14	8L 8M 11M		28 18L 14L 8M 14L 6L
15	6M 6M		29
16	6M 8M 2L		30
17	6M 6M 2M		31
18	11M 8M 2M		32
19	2M 11L 8M 6M 11L		33
20	18M 2M 11L 6M 6M		34
21	6M 6M		35
22	6M 18M 6M		36
23	8L 8M 11L		
24	5L 6M		
25	6M 18L		

L:	M:	H:
LOW (Bajo)	MEDIUM (Medio)	HIGH (Alto)
OBSERVACIONES:		

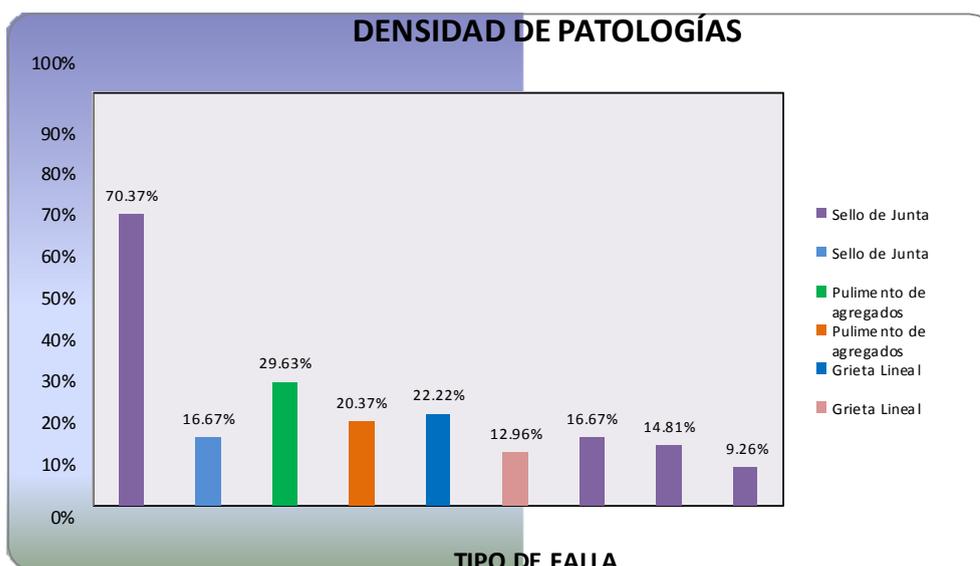
Fuente: Propia del Autor

Tabla 37. Calculo de densidad y valor de reducción U1

Nº	TIPO DE FALLA	N/S	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCIÓN (VR)
6	Sello de Junta	2	Media	38	70,37%	4,00
6	Sello de Junta	1	Baja	9	16,67%	2,00
11	Pulimento de agregados	2	Media	16	29,63%	5,00
11	Pulimento de agregados	1	Baja	11	20,37%	3,20
8	Grieta Lineal	2	Media	12	22,22%	16,00
8	Grieta Lineal	1	Baja	7	12,96%	7,10
3	Losa Dividida	2	Media	9	16,67%	31,30
2	Grieta de Esquina	2	Media	8	14,81%	21,30
14	Punzonamiento	1	Baja	5	9,26%	14,20

Fuente: Hoja de inspección de condiciones para unidad de muestra U1 - Fecha: Julio, 2017

Gráfico 17. Densidad de patología U1



Fuente: Elaborado por Dino C. Cisneros Gomez, unidad de muestra U1 - Fecha: Julio, 2017

Cálculo del VRC de la unidad de muestra U1

$$\frac{— \cdot (100 - \text{VAR})}{— \cdot (100 - 31.3)} = m = 7.31$$

Tabla 38. Calculo Valor Máximo Reducido U1

#	VALOR DE REDUCCIÓN							TOTAL	q	VRC
1	31,30	21,30	16,00	14,20	5,00	4,00	0,31	92	6	47
2	31,30	21,30	16,00	14,20	5,00	2,00	0,31	90	5	46
3	31,30	21,30	16,00	14,20	2,00	2,00	0,31	87	4	50
4	31,30	21,30	16,00	2,00	2,00	2,00	0,31	75	3	54
5	31,30	21,30	2,00	2,00	2,00	2,00	0,31	61	2	46
6	31,30	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0,31	42	1	42

Fuente: Calculo de la densidad y valor de reducción de la unidad de muestra U1 - Fecha: Julio - 2017

RANGO DE CLASIFICACIÓN DEL PCI

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

Calculo del PCI de la unidad de muestra U1

Máximo VRC = 54

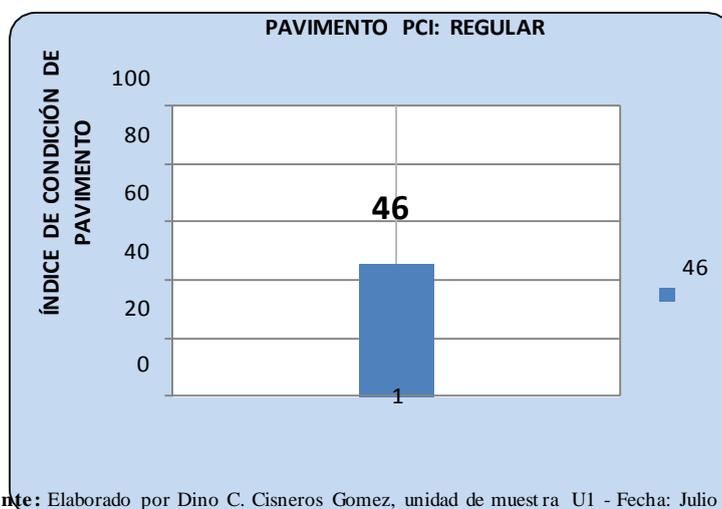
$$PCI = 100 - \text{Máximo VRC}$$

$$PCI = 100 - 54$$

$$PCI = 46$$

Clasificación = Regular

Grafico 18. Índice de condición del pavimento U1



Fuente: Elaborado por Dino C. Cisneros Gomez, unidad de muestra U1 - Fecha: Julio 2017

Unidad de Muestra U2: Jr. Manuel Gonzales Prada – Cuadra 02

- Para obtener los resultados que a continuación se mostraran, se tomó como unidad de muestra (U2) la cuadra 2 del Jr. Manuel Gonzales Prada, que consta de 36 paños de concreto rígido equivalente a 540.00 m².
- Se realizó la toma de datos detectando las diversas patologías presentadas en el pavimento las cuales son: sello de junta, grieta lineal, pulimiento de agregados, grieta de esquina, parcheo pequeño, descascaramiento de esquina, loza dividida, grieta de durabilidad, clasificándolas de acuerdo al grado de severidad (L, M y H), las mismas que son mostradas en la tabla 39.
- Posteriormente clasificamos las diversas patologías encontradas de acuerdo a sus niveles de severidad, y contabilizamos los paños afectados por cada patología; para luego dividirlos entre el número de paños de la unidad muestra (36 paños), obteniendo el porcentaje (%) de densidad (ver gráfico 19) respectiva por cada patología de acuerdo a su nivel de severidad, procedimiento que se observa en la tabla 40.
- De las densidades halladas en el paso anterior, se procederá a la obtención de los valores reducidos, utilizando las curvas para pavimentos de concreto de valor reducido de daño (VR) ver ANEXO “C”, donde se obtuvieron 9 valores reducidos: 4.00, 19.40, 9.30, 5.80, 16.30, 0.50, 1.00, 8.50 y 2.80, tal como se observa en la tabla 40.
- De los valores reducidos hallados anteriormente se selecciona el mayor, para así determinar el Número Máximo Admisible de Valores Reducidos (m), utilizando la siguiente ecuación: obteniendo así $m = 8.40$.
- Del número máximo admitido de valores reducidos ($m=8,40$), se procede a

calcular el máximo valor reducido, considerando $q=m$ que para este caso es de 6; se suma horizontalmente los valores reducidos seleccionados de acuerdo a la tabla 41, y a través del anexo D, se obtiene el máximo valor reducido; posteriormente se procede a iterar repitiendo el procedimiento mencionado anteriormente para cada valor reducido, completando la tabla con 2, hasta llegar a $q=1$; donde finalmente se obtiene como Máximo Valor Reducido Corregido (VCR) = 35.00.

- Prosiguiendo el método PCI da por resultado un índice de 65.00 clasificándolo según la tabla de rangos del PCI como pavimento BUENO, como se muestra en el grafico 20. de índice de condición del pavimento.

Tabla 39. Hoja de inspección de unidad de muestra U2



HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

CALLE	JR. MANUEL GONZALES PRADA	MUESTRA	PAVIMENTO RIGIDO				
CUADRAS	SEGUNDA CUADRA	NUMERO DE PAÑOS	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">TOTAL AREA DE PAÑOS (M2)</td></tr> <tr><td style="width: 50%; text-align: center;">36.00</td><td style="width: 50%; text-align: center;">540.00</td></tr> </table>	TOTAL AREA DE PAÑOS (M2)		36.00	540.00
TOTAL AREA DE PAÑOS (M2)							
36.00	540.00						
DISTRITO	JESUS NAZARENO	FECHA	jun-17				
PROVINCIA	HUAMANGA	EVALUADOR	BACH. DINO CISNEROS GOMEZ				
DEPARTAMENTO	AYACUCHO	TIEMPO DE CONSTRUCCION	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td style="width: 50%; text-align: center;">24 AÑOS</td><td style="width: 50%;">AREA DE PAÑO M2</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: center;">15.00</td></tr> </table>	24 AÑOS	AREA DE PAÑO M2		15.00
24 AÑOS	AREA DE PAÑO M2						
	15.00						
LUGAR	PARADERO HUANTA	DIMENSIONES DEL PAÑO	3 x 5				

TIPOS DE FALLAS		
1	blow-ups	Blow Up / Buckling
2	Corner Breack	Grieta de Esquina
3	divided slab	Losa Dividida
4	durability ("D") cracking	Grieta de Durabilidad "D"
5	faulting	Escala
6	joint seal damage	Sello de Junta
7	lane / shoulder drop off	Desnivel Carril / Berma
8	linear craking	Grieta Lineal
9	batching, large, & utility cuts	parcheo (Grande)
10	patching, small	Parcheo (Pequeño)
11	polished aggregate	Pulimento de agregados
12	popouts	Popouts
13	pumping	Bombeo
14	punchouts	Punzonamiento
15	rail road crossing	Cruce de Via Ferrea
16	aling/maps cracking/crazing	Desconchamiento
17	shrinkage cracks	Grietas de retraccion
18	spalling, corner	Descascaramiento de esquina
19	spalling, joint	Descascaramiento de juntas

L: LOW (Bajo)			M: MEDIUM (Medio)			H: HIGH (Alto)		

OBSERVACIONES:

DIAGRAMA DE CUADRAS								
IZQUIERDA				DERECHA				
1	6M	3L	6M	19				
	10L	8L	19L	18L	20			
2	11L	6M	8L	6M	21			
3	11L	6M	8L	6M	22			
4	8L	16L	8L		23			
5	11L	6M	11L	6M	24			
6	8L	11L	4L	6M	25			
7	6M	8L	8L		26			
8	8M	6M	8M	4L	27			
9	6M	16L	6M		28			
10	8L	4L			29			
11	18L	2L	6M		30			
12	8L	6M	8L		31			
13	8L	6M	6M		32			
14	6M	8L	10L	6M	33			
15	3L	6M	6M		34			
16	8L	11L			35			
17	6M	11L	6M		36			
18	11L	10M						
	11L	10L	6M					
	6M	2M	8L					
	8M	6M	11L					
	6M	10L	2L					
	2L	6M	10L	6M				
	2L	8M	11L					
	3H	6M	11L	6M				
	2L	3H	10L					
	11L	6M	6M					
	14M	3H	11L					

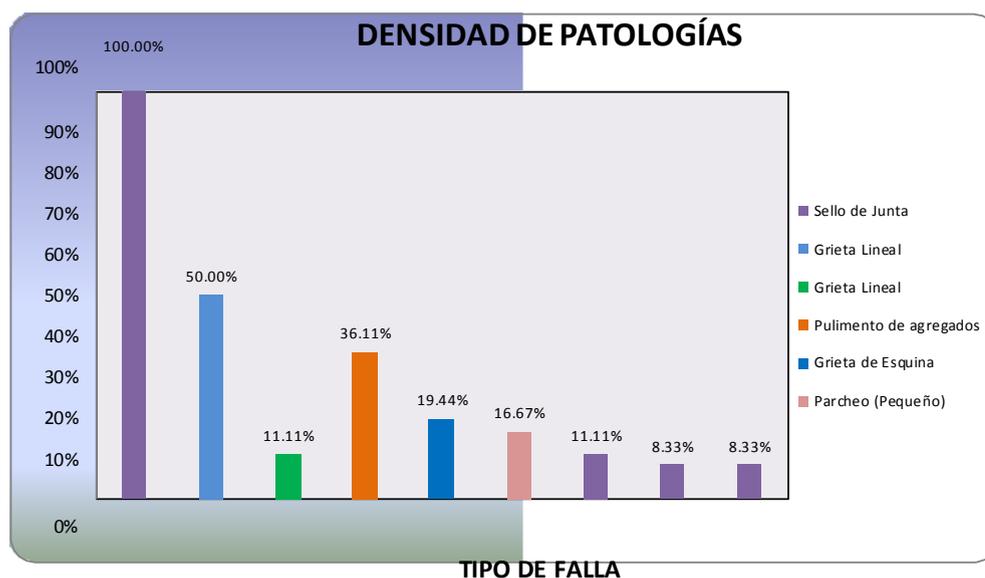
Fuente: Propia del Autor

Tabla 40. Calculo de densidad y valor de reducción U2

Nº	TIPO DE FALLA	N/S	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCIÓN (VR)
6	Sello de Junta	2	Media	36	100,00%	4,00
8	Grieta Lineal	1	Baja	18	50,00%	19,40
8	Grieta Lineal	2	Media	4	11,11%	9,30
11	Pulimento de agregados	1	Baja	13	36,11%	5,80
2	Grieta de Esquina	1	Baja	7	19,44%	16,30
10	Parqueo (Pequeño)	1	Baja	6	16,67%	0,50
18	Descascaramiento de esquina	1	Baja	4	11,11%	1,00
3	Losa Dividida	1	Baja	3	8,33%	8,50
4	Grieta de Durabilidad "D"	1	Baja	3	8,33%	2,80

Fuente: Hoja de inspección de condiciones para unidad de muestra U2 - Fecha: Julio, 2017

Gráfico 19. Densidad de patología U2



Fuente: Elaborado por Dino C. Cisneros Gomez, unidad de muestra U2 - Fecha: Julio, 2017

Cálculo del VRC de la unidad de muestra U2

$$m = \frac{\sum (100 - \text{VAR})}{\sum (100 - 19.4)} = 8.40$$

Tabla 41. Calculo valor máximo reducido U2

#	VALOR DE REDUCCIÓN							TOTAL	q	VRC
1	19,40	16,30	8,50	5,80	4,00	2,80	0,40	57	6	28
2	19,40	16,30	8,50	5,80	4,00	2,00	0,40	56	5	27
3	19,40	16,30	8,50	5,80	2,00	2,00	0,40	54	4	31
4	19,40	16,30	8,50	2,00	2,00	2,00	0,40	51	3	32
5	19,40	16,30	2,00	2,00	2,00	2,00	0,40	44	2	35
6	19,40	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0,40	30	1	30

Fuente: Calculo de la densidad y valor de reducción de la unidad de muestra U2 - Fecha: Julio - 2017

RANGO DE CLASIFICACIÓN DEL PCI

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

Calculo del PCI de la unidad de muestra U2

Máximo VRC = 35

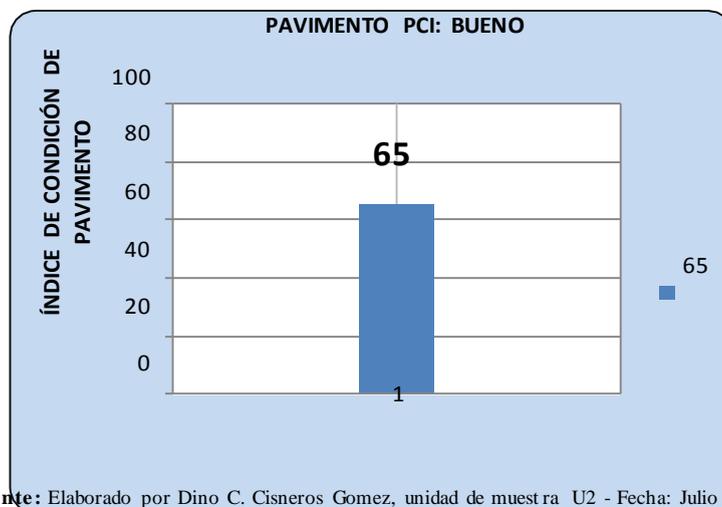
$$PCI = 100 - \text{Máximo VRC}$$

$$PCI = 100 - 35$$

$$PCI = 65$$

Clasificación = Bueno

Grafico 20. Índice de condición del pavimento U2



Fuente: Elaborado por Dino C. Cisneros Gomez, unidad de muestra U2 - Fecha: Julio 2017

Unidad de Muestra U3: Jr. Manuel Gonzales Prada – Cuadra 03

- Para obtener los resultados que a continuación se mostraran, se tomó como unidad de muestra (U3) la cuadra 3 del Jr. Manuel Gonzales Prada, que consta de 36 paños de concreto rígido equivalente a 540.00 m².
- Se realizó la toma de datos detectando las diversas patologías presentadas en el pavimento las cuales son: pulimiento de agregados, sello de junta, grieta lineal, parcheo pequeño, grieta de esquina, loza dividida, clasificándolas de acuerdo al grado de severidad (L, M y H), las mismas que son mostradas en la tabla 42.
- Posteriormente clasificamos las diversas patologías encontradas de acuerdo a sus niveles de severidad, y contabilizamos los paños afectados por cada patología; para luego dividirlos entre el número de paños de la unidad muestra (36 paños), obteniendo el porcentaje (%) de densidad (ver gráfico 21) respectiva por cada patología de acuerdo a su nivel de severidad, procedimiento que se observa en la tabla 43.
- De las densidades halladas en el paso anterior, se procederá a la obtención de los valores reducidos, utilizando las curvas para pavimentos de concreto de valor reducido de daño (VR) ver ANEXO “C”, donde se obtuvieron 9 valores reducidos: 9.50, 2.00, 4.00, 8.00, 17.50, 12.30, 1.20, 11.20 y 11.00, tal como se observa en la tabla 43.
- De los valores reducidos hallados anteriormente se selecciona el mayor, para así determinar el Número Máximo Admisible de Valores Reducidos (m), utilizando la siguiente ecuación: obteniendo así $m = 8.58$.
- Del número máximo admitido de valores reducidos ($m=8,58$), se procede a

calcular el máximo valor reducido, considerando $q=m$ que para este caso es de 6; se suma horizontalmente los valores reducidos seleccionados de acuerdo a la tabla 44, y a través del anexo D, se obtiene el máximo valor reducido; posteriormente se procede a iterar repitiendo el procedimiento mencionado anteriormente para cada valor reducido, completando la tabla con 2, hasta llegar a $q=1$; donde finalmente se obtiene como Máximo Valor Reducido Corregido (VCR) = 31.00.

- Prosiguiendo el método PCI da por resultado un índice de 69.00 clasificándolo según la tabla de rangos del PCI como pavimento BUENO, como se muestra en el grafico 22. de índice de condición del pavimento.

Tabla 42. Hoja de inspección de unidad de muestra U3



HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

CALLE	JR. MANUEL GONZALES PRADA	MUESTRA	PAVIMENTO RIGIDO
CUADRAS	TERCERA CUADRA	NUMERO DE PAÑOS	36.00
		TOTAL AREA DE PAÑOS (M2)	540.00
DISTRITO	JESUS NAZARENO	FECHA	jun-17
PROVINCIA	HUAMANGA	EVALUADOR	BACH. DINO CISNEROS GOMEZ
DEPARTAMENTO	AYACUCHO	TIEMPO DE CONSTRUCCION	24 AÑOS
LUGAR	PARADERO HUANTA	AREA DE PAÑO M2	15.00
		DIMENSIONES DEL PAÑO	3 x 5

TIPOS DE FALLAS		
1	blow-ups	Blow Up / Buckling
2	Corner Breack	Grieta de Esquina
3	divided slab	Losa Dividida
4	durability ("D") cracking	Grieta de Durabilidad "D"
5	faulting	Escala
6	joint seal damage	Sello de Junta
7	lane / shoulder drop off	Desnivel Carril / Berma
8	linear craking	Grieta Lineal
9	patching, large, & utility cuts	parcheo (Grande)
10	patching, small	Parcheo (Pequeño)
11	polished aggregate	Pulimento de agregados
12	popouts	Popouts
13	pumping	Bombeo
14	punchouts	Punzonamiento
15	rail road crossing	Cruce de Via Ferrea
16	aling/maps cracking/crazi	Desconchamiento
17	shrinkage cracks	Grietas de retraccion
18	spalling, corner	Descascaramiento de esquina
19	spalling, joint	Descascaramiento de juntas

DIAGRAMA DE CUADRAS				
	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA
1	11L 6M	11L 6M		
2	3M	3M		
3	6M 2L	2L 6M		
4	2M 8L	18L 8M		
5	11L 6M	11L 6M		
6	12L 18L	12L		
7	11L 6M	11L 6M		
8	12L	10L 8L		
9	11L	11L 6M		
10		6M 2M 8L		
11	11L 8L	10L 11L		
12	4L 6M	8L 6M		
13	2L 6H	10L 11L		
14		11L 8M 6M		
15	2L 11L	8L 11L		
16	6M 8L	10M 6M		
17	11L 6M	6M 11L		
18	3L 2L	10L 8L		
19	11L 6M	11L 8L		
20	3L 10L	6M 10L		
21	10L 11L	11L		
22	3L 6M			
23	11L 6M	6M		
24	3L	8M 11L		
25	6M 11L	11L 6M		
26	8L	8M		
27	11L 6M	8L 11L		
28	8L	4L 6H		
29	11L 6H	11L 6H		
30	8L	10L 8L		
31	8L 6H	8M 6H		
32	11M	11M		
33	4M 11M	11M 6H		
34	8M 6H	3M		

L: LOW (Bajo)	M: MEDIUM (Medio)	H: HIGH (Alto)
OBSERVACIONES:		

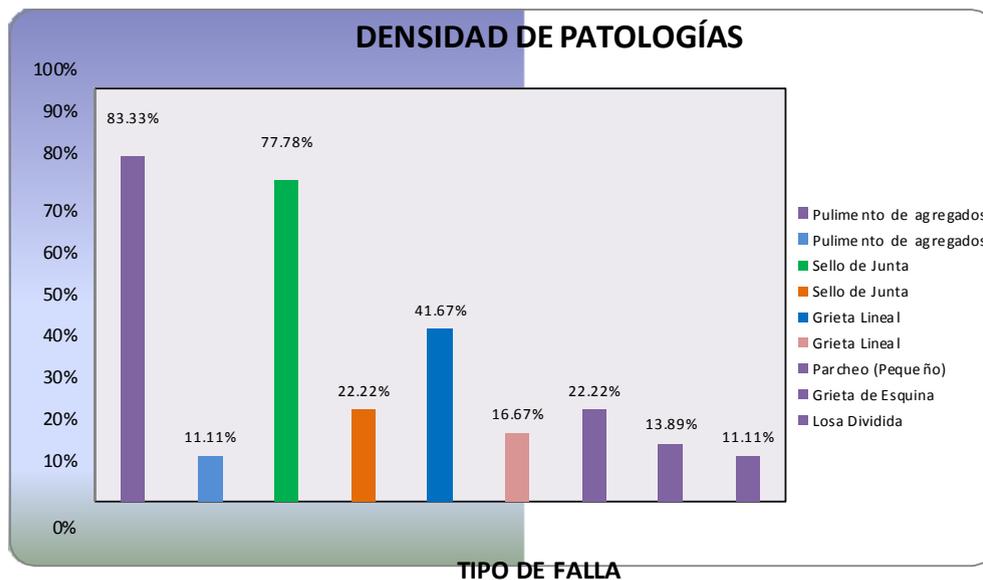
Fuente: Propia del Autor

Tabla 43. Calculo de densidad y valor de reducción U3

Nº	TIPO DE FALLA	N/S	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCIÓN (VR)
11	Pulimento de agregados	1	Baja	30	83,33%	9,50
11	Pulimento de agregados	2	Media	4	11,11%	2,00
6	Sello de Junta	2	Media	28	77,78%	4,00
6	Sello de Junta	3	Alto	8	22,22%	8,00
8	Grieta Lineal	1	Baja	15	41,67%	17,50
8	Grieta Lineal	2	Media	6	16,67%	12,30
10	Parcheo (Pequeño)	1	Baja	8	22,22%	1,20
2	Grieta de Esquina	1	Baja	5	13,89%	11,20
3	Losa Dividida	1	Baja	4	11,11%	11,00

Fuente: Hoja de inspección de condiciones para unidad de muestra U3 - Fecha: Julio, 2017

Gráfico 21. Densidad de patología U3



Fuente: Elaborado por Dino C. Cisneros Gomez, unidad de muestra U3 - Fecha: Julio, 2017

Cálculo del VRC de la unidad de muestra U3

$$m = \frac{— *(100-17.5)}{— *(100-VAR)}$$

m = 8.58

Tabla 44. Calculo valor máximo reducido U3

#	VALOR DE REDUCCIÓN							TOTAL	q	VRC
1	17,50	11,20	11,00	9,50	8,00	4,00	0,58	62	6	30
2	17,50	11,20	11,00	9,50	8,00	2,00	0,58	60	5	29
3	17,50	11,20	11,00	9,50	2,00	2,00	0,58	54	4	31
4	17,50	11,20	11,00	2,00	2,00	2,00	0,58	46	3	29
5	17,50	11,20	2,00	2,00	2,00	2,00	0,58	37	2	30
6	17,50	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0,58	28	1	28

Fuente: Calculo de la densidad y valor de reducción de la unidad de muestra U3 - Fecha: Julio - 2017

RANGO DE CLASIFICACIÓN DEL PCI

RANGO		CLASIFICACION
100	85	Excelente
85	70	Muy Bueno
70	55	Bueno
55	40	Regular
40	25	Malo
25	10	Muy Malo
10	0	Fallado

Calculo del PCI de la unidad de muestra U3

Máximo VRC = 31

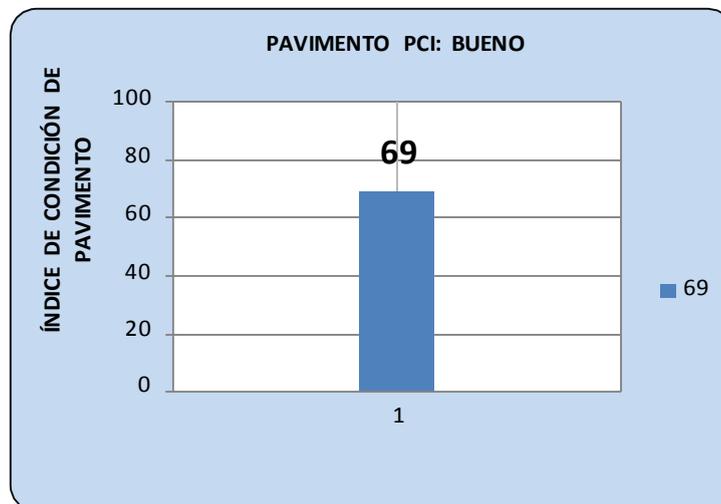
$$PCI = 100 - \text{Máximo VRC}$$

$$PCI = 100 - 31$$

$$PCI = 69$$

Clasificación = Bueno

Gráfico 22. Índice de condición del pavimento U3



Fuente: Elaborado por Dino C. Cisneros Gomez, unidad de muestra U3 - Fecha: Julio - 2017

Unidad de Muestra U4: Jr. Manuel Gonzales Prada – Cuadra 04

- Para obtener los resultados que a continuación se mostraran, se tomó como unidad de muestra (U4) la cuadra 4 del Jr. Manuel Gonzales Prada, que consta de 18 paños de concreto rígido equivalente a 270.00 m².
- Se realizó la toma de datos detectando las diversas patologías presentadas en el pavimento las cuales son: pulimiento de agregados, sello de junta, grieta lineal, grieta de esquina, grieta de durabilidad, clasificándolas de acuerdo al grado de severidad (L, M y H), las mismas que son mostradas en la tabla 45.
- Posteriormente clasificamos las diversas patologías encontradas de acuerdo a sus niveles de severidad, y contabilizamos los paños afectados por cada patología; para luego dividirlos entre el número de paños de la unidad muestra (18 paños), obteniendo el porcentaje (%) de densidad (ver gráfico 23) respectiva por cada patología de acuerdo a su nivel de severidad, procedimiento que se observa en la tabla 46.
- De las densidades halladas en el paso anterior, se procederá a la obtención de los valores reducidos, utilizando las curvas para pavimentos de concreto de valor reducido de daño (VR) ver ANEXO “C”, donde se obtuvieron 9 valores reducidos: 9.50, 8.00, 2.00, 4.00, 15.10, 13.90, 23.90, 15.00 y 5.80, tal como se observa en la tabla 46.
- De los valores reducidos hallados anteriormente se selecciona el mayor, para así determinar el Número Máximo Admisible de Valores Reducidos (m), utilizando la siguiente ecuación: obteniendo así $m = 7.99$.
- Del número máximo admitido de valores reducidos ($m=7,99$), se procede a calcular el máximo valor reducido, considerando $q=m$ que para este caso es de

5; se suma horizontalmente los valores reducidos seleccionados de acuerdo a la tabla 47, y a través del anexo D, se obtiene el máximo valor reducido; posteriormente se procede a iterar repitiendo el procedimiento mencionado anteriormente para cada valor reducido, completando la tabla con 2, hasta llegar a $q=1$; donde finalmente se obtiene como Máximo Valor Reducido Corregido (VCR) = 38.00.

- Prosiguiendo el método PCI da por resultado un índice de 62.00 clasificándolo según la tabla de rangos del PCI como pavimento BUENO, como se muestra en el grafico 24. de índice de condición del pavimento.

Tabla 45. Hoja de inspección de unidad de muestra U4



HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

CALLE	JR. MANUEL GONZALES PRADA	MUESTRA	PAVIMENTO RIGIDO				
CUADRAS	CUARTA CUADRA	NUMERO DE PAÑOS	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">TOTAL AREA DE PAÑOS (M2)</td> <td style="width: 50%;">270.00</td> </tr> </table>	TOTAL AREA DE PAÑOS (M2)	270.00		
TOTAL AREA DE PAÑOS (M2)	270.00						
DISTRITO	JESUS NAZARENO	FECHA	jun-17				
PROVINCIA	HUAMANGA	EVALUADOR	BACH. DINO CISNEROS GOMEZ				
DEPARTAMENTO	AYAULICHO	TIEMPO DE CONSTRUCCION	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">24 AÑOS</td> <td style="width: 50%;">AREA DE PAÑO M2</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">15.00</td> </tr> </table>	24 AÑOS	AREA DE PAÑO M2		15.00
24 AÑOS	AREA DE PAÑO M2						
	15.00						
LUGAR	PARADERO HUANTA	DIMENSIONES DEL PAÑO	3 x 5				

TIPOS DE FALLAS		
1	blow-ups	Blow Up / Buckling
2	Corner Break	Grieta de Esquina
3	divided slab	Losa Dividida
4	durability ("D") cracking	Grieta de Durabilidad "D"
5	faulting	Escala
6	joint seal damage	Sello de Junta
7	lane / shoulder drop off	Desnivel Carril / Berma
8	linear craking	Grieta Lineal
9	patching, large, & utility cuts	parcheo (Grande)
10	patching, small	Parcheo (Pequeño)
11	polished aggregate	Pulimento de agregados
12	popouts	Popouts
13	pumping	Bombeo
14	punchouts	Punzonamiento
15	rail road crossing	Cruce de Via Ferrea
16	scaling/maps cracking/crazing	Descrachamiento
17	shrinkage cracks	Grietas de retraccion
18	spalling, corner	Descascaramiento de esquina
19	spalling, joint	Descascaramiento de juntas

DIAGRAMA DE CUADRAS							
IZQUIERDA		DERECHA		IZQUIERDA		DERECHA	
1	11M 6H 2L 8L	8M 4M 6H 2L	19				
2	11M 4M 6H	2M 8L 6H	20				
3	6M 11L 4M 3M	11L 6M 2M 2M	21				
4	8L 6M 11L 11L	4L 8M 11L 6M	22				
5	2L 6H 8L 11L	6M 4L 8L 11L	23				
6	11L 6H 8L	11L 6M 4L 8L	24				
7	11L 6L	11L 6L	25				
8	11L 6L	11L 6L	26				
9	11L 6L	11L 2L 6L	27				
10			28				
11			29				
12			30				
13			31				
14			32				
15			33				
16			34				
17			35				
18			36				

L:	M:	H:
LOW (Bajo)	MEDIUM (Medio)	HIGH (Alto)

OBSERVACIONES:

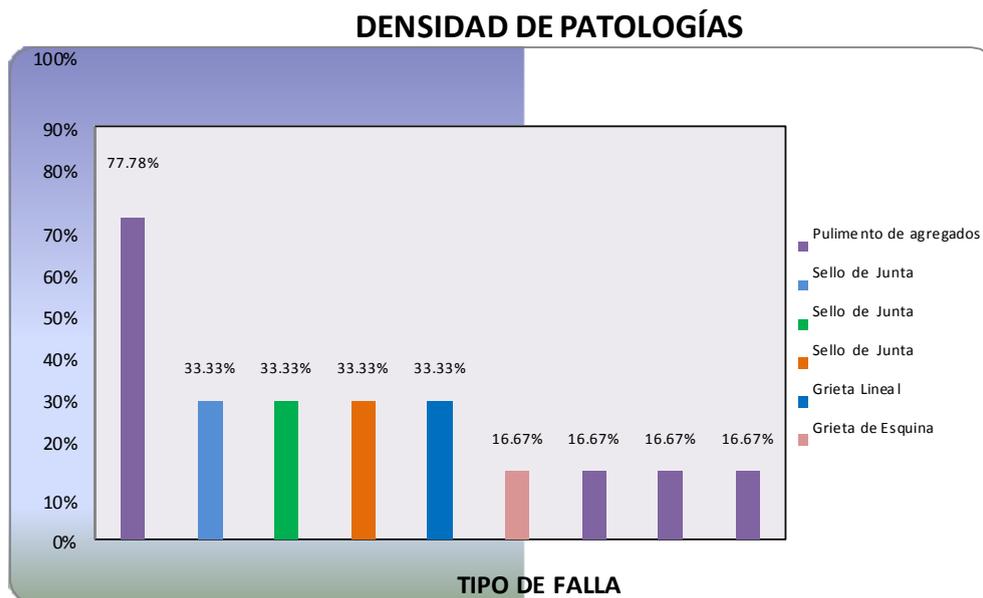
Fuente: Propia del Autor

Tabla 46. Calculo de densidad y valor de reducción U4

N°	TIPO DE FALLA	N/S	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCIÓN (VR)
11	Pulimento de agregados	1	Baja	14	77,78%	9,50
6	Sello de Junta	3	Alto	6	33,33%	8,00
6	Sello de Junta	1	Baja	6	33,33%	2,00
6	Sello de Junta	2	Media	6	33,33%	4,00
8	Grieta Lineal	1	Baja	6	33,33%	15,10
2	Grieta de Esquina	1	Baja	3	16,67%	13,90
2	Grieta de Esquina	2	Media	3	16,67%	23,90
4	Grieta de Durabilidad "D"	2	Media	3	16,67%	15,00
4	Grieta de Durabilidad "D"	1	Baja	3	16,67%	5,80

Fuente: Hoja de inspección de condiciones para unidad de muestra U4 - Fecha: Julio, 2017

Grafico 23. Densidad de patología U4



Fuente: Elaborado por Dino C. Cisneros Gomez, unidad de muestra U4 - Fecha: Julio, 2017

Cálculo del VRC de la unidad de muestra U4

$$\frac{m}{n} \cdot (100 - \text{VAR})$$

$$\frac{m}{n} \cdot (100 - 23.9)$$

$$m = 7.99$$

TABLA 47. Calculo Valor Máximo Reducido U4

#	VALOR DE REDUCCIÓN							TOTAL	q	VRC
1	23,90	15,10	15,00	9,50	8,00	0,99		72	5	36
2	23,90	15,10	15,00	9,50	2,00	0,99		66	4	38
3	23,90	15,10	15,00	2,00	2,00	0,99		59	3	38
4	23,90	15,10	5,00	2,00	2,00	0,99		49	2	38
5	23,90	5,00	2,00	2,00	2,00	0,99		36	1	35

Fuente: Calculo de la densidad y valor de reducción de la unidad de muestra U4 - Fecha: Julio - 2017

RANGO DE CLASIFICACIÓN DEL PCI

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

Calculo del PCI de la unidad de muestra U4

Máximo VRC = 38

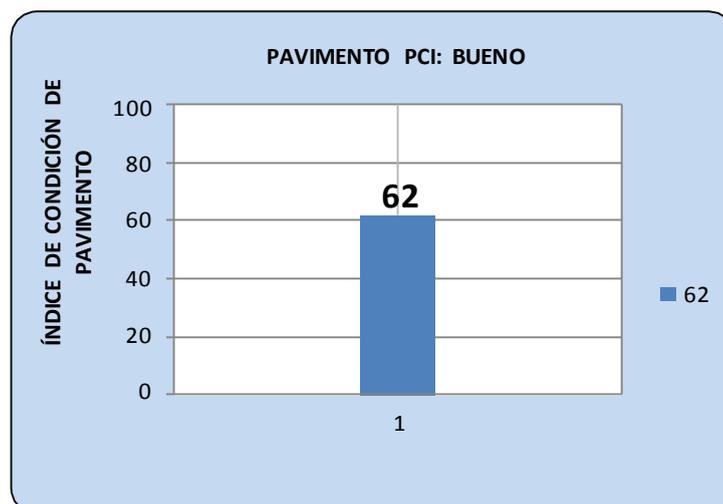
$$PCI = 100 - \text{Máximo VRC}$$

$$PCI = 100 - 38$$

$$PCI = 62$$

Clasificación = Bueno

Grafico 24. Índice de condición del pavimento U4



Fuente: Elaborado por Dino C. Cisneros Gomez, unidad de muestra U4 - Fecha: Julio - 2017

4.2 Análisis de Resultados

Análisis de resultado en la Av. Salvador Caverro:

Agrupando los resultados desde la unidad de muestra U1 hasta la unidad de muestra U5; como consta en la tabla 48 de resumen de resultados, se presenta un PCI promedio de 43.00, lo que corresponde a que la serviciabilidad del pavimento en la Av. Salvador Caverro dentro del distrito Jesús Nazareno se encuentran en el rango de clasificación REGULAR.

El mayor valor del Índice de Condición de Pavimento se encuentra en la unidad de muestra U5, resultando 55,00 que representa un pavimento en estado REGULAR. Asimismo, el menor PCI es de 30,00 el cual corresponde a la unidad de muestra U3, representado al pavimento en estado MALO.

Las fallas más frecuentes encontradas en las distintas unidades de muestra son: sello de junta tanto con un nivel de severidad alto y medio. Este tipo de daño del pavimento se localizó en la mayoría de las unidades de muestra inspeccionadas.

Tabla 48. Resumen de resultados de la Av. Salvador Caverro

RESUMEN DE RESULTADOS DE LA AV. SALVADOR CAVERO					
UNID. DE MUESTRA	CALLE	PCI DE MUESTRA	DESCRIPCION	PCI SECCION	RANGO DE CLASIFICACION
U1	AV. SALVADOR CAVERO - CDRA 01	44.00	REGULAR	43.00	REGULAR
U2	AV. SALVADOR CAVERO - CDRA 02	44.00	REGULAR		
U3	AV. SALVADOR CAVERO - CDRA 03	30.00	MALO		
U4	AV. SALVADOR CAVERO - CDRA 04	42.00	REGULAR		
U5	AV. SALVADOR CAVERO - CDRA 05	55.00	REGULAR		

Fuente: Propia del Autor

Análisis de resultado en el Jr. Ciro Alegría:

Agrupando los resultados desde la unidad de muestra U6 hasta la unidad de muestra U8; como consta en la tabla 49 de resumen de resultados, se presenta un PCI promedio de 72.00, lo que corresponde a que la serviciabilidad del pavimento en el Jr. Ciro Alegría dentro del distrito Jesús Nazareno se encuentran en el rango de clasificación MUY BUENO.

El mayor valor del Índice de Condición de Pavimento se encuentra en la unidad de muestra U7, resultando 75,00 que representa un pavimento en estado MUY BUENO. Asimismo, el menor PCI es de 67,00 el cual corresponde a la unidad de muestra U6, representado al pavimento en estado BUENO.

Las fallas más frecuentes encontradas en las distintas unidades de muestra son: sello de junta tanto con un nivel de severidad alto y medio. Este tipo de daño del pavimento se localizó en la mayoría de las unidades de muestra inspeccionadas.

Tabla 49. Resumen de resultados del Jr. Ciro Alegría

RESUMEN DE RESULTADOS DEL JR. CIRO ALEGRIA					
UNID. DE MUESTRA	CALLE	PCI DE MUESTRA	DESCRIPCION	PCI SECCION	RANGO DE CLASIFICACION
U6	JR. CIRO ALEGRIA - CDRA 01	67.00	BUENO	72.00	MUY BUENO
U7	JR. CIRO ALEGRIA - CDRA 02	75.00	MUY BUENO		
U8	JR. CIRO ALEGRIA - CDRA 03	74.00	MUY BUENO		

Fuente: Propia del Autor

Análisis de resultado en el Jr. Manuel Gonzales Prada:

Agrupando los resultados desde la unidad de muestra U9 hasta la unidad de muestra U12; como consta en la tabla 50 de resumen de resultados, se presenta un PCI promedio de 60.50, lo que corresponde a que la serviciabilidad del pavimento en el Jr. Manuel Gonzales Prada dentro del distrito Jesús Nazareno se encuentran en el rango de clasificación BUENO.

El mayor valor del Índice de Condición de Pavimento se encuentra en la unidad de muestra U11, resultando 69,00 que representa un pavimento en estado BUENO. Asimismo, el menor PCI es de 46,00 el cual corresponde a la unidad de muestra U9, representado al pavimento en estado REGULAR.

Las fallas más frecuentes encontradas en las distintas unidades de muestra son: sello de junta tanto con un nivel de severidad alto y medio. Este tipo de daño del pavimento se localizó en la mayoría de las unidades de muestra inspeccionadas.

Tabla 50. Resumen de resultados del Jr. Manuel Gonzales Prada

RESUMEN DE RESULTADOS DEL JR. MANUEL GONZALES PRADA					
UNID. DE MUESTRA	CALLE	PCI DE MUESTRA	DESCRIPCION	PCI SECCION	RANGO DE CLASIFICACION
U9	JR. MANUEL GONZALES PRADA - CDRA 01	46.00	REGULAR	60.50	BUENO
U10	JR. MANUEL GONZALES PRADA - CDRA 02	65.00	BUENO		
U11	JR. MANUEL GONZALES PRADA - CDRA 03	69.00	BUENO		
U12	JR. MANUEL GONZALES PRADA - CDRA 04	62.00	BUENO		

Fuente: Propia del Autor

V. CONCLUSIONES

- Al haber concluido de realizar la presente investigación se ha determinado el estado actual del pavimento analizado en la Av. Salvador Cavero, Jr. Ciro Alegría Cuadra 01, 02 y 03 y el Jr. Manuel Gonzales Prada dentro del distrito de Jesús nazareno, Provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho, donde se inspeccionaron un total de 690,00 paños equivalentes a 8 712,00 m² de pavimento rígido equivalentes al 100% de pavimento analizado, donde se puede observar que el 77.86% de pavimento analizados se encuentran afectados por diferentes tipos de fallas o daños y un 22.14% no sufren de ningún tipo de daño.
- Asimismo el estudio se clasificó en 12 unidades de muestra que dan por resultado según el rango de clasificación del PCI que los pavimentos se encuentran en un estado BUENO, con un ponderado igual a 56.08%, donde se puede describir que el 34,32 % del total de la muestra presentó un estado de pavimento regular, el 39,08 % del total de la muestra presento un estado de pavimento bueno, el 22.14% estado muy bueno y 4,46% en estado malo.
- Asimismo se identificaron fallas muy frecuentes durante la toma de datos como son: sello de junta, pulimiento de agregados, grieta de esquina, losa dividida y grieta lineal, todos estos con diferentes niveles de severidad.

Aspectos Complementarios

- A la Municipalidad distrital de Jesús Nazareno se le recomienda realizar mantenimientos de las vías afectadas en forma periódica o de lo contrario reemplazar con un pavimento rígido de mayor espesor con refuerzos de acero o con pavimento flexible, pero previo a ello realizar su estudio minucioso puesto que en la actualidad las vías analizadas son vías principales donde transitan diariamente con mayor porcentaje vehículos de alto tonelaje.
- Realizar sus proyectos ó estudios siguiendo las recomendaciones y protocolos de la norma técnica CE.010 PAVIMENTOS URBANOS. Donde el consultor debería tener mucha información previa para la ejecución de los estudios y diseños, también se debe usar técnicas de investigación de campo, ensayos de laboratorio (calicatas), materiales, pruebas de control, evaluación al tamaño y cantidad de vehículos que transitan, todo esto para que en el momento de la ejecución del proyecto no tenga ninguna interferencia y una vez culminada pueda justificar su ejecución cumpliendo su tiempo de vida útil.
- Durante el proceso constructivo del proyecto se debe contratar profesionales especialistas en el tema para que pueda cumplir estrictamente con todas las normas técnicas nacionales e internacionales estén o no mencionadas en el expediente técnico, para así lograr ejecutar proyectos de calidad los cuales brindaran un buen servicio a la población y estarán acorde al crecimiento del parque automotriz.

Referencias Bibliográficas

1. Pérez García R, Sic García A (Asesor). Diseño del pavimento rígido del camino que conduce a la aldea el guayabal, municipio de Estanzuela del departamento de Zacapa [Tesis]. [Guatemala]: Universidad de san Carlos de Guatemala; 2010.
2. Sánchez Díaz L, Machuca Oliveros J, Macgregort Torrado A (Dir.). Estudio de las fallas en los pavimentos rígidos para el mantenimiento y rehabilitación de las vías principales del municipio de tamalameque cesar [Tesis]. [Colombia]: Universidad francisco de paula Santander Ocaña; 2015.
3. Miranda Rebolledo R, Montiel Mancilla A (Guía). Deterioro en pavimentos flexibles y rígidos [Tesis]. [Chile]: Universidad austral de chile; 2010.
4. López Huamán C, López Huamán R, Medina Champe D (tutor). “Determinación y evaluación de las patologías en el concreto de pavimentos rígidos, distrito san juan bautista, provincia de huamanga – Ayacucho [Tesis]. [Perú]: Universidad Nacional de Huancavelica; 2014.
5. Espinoza Ordinola T. Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en los pavimentos rígidos de la provincia de Huancabamba, departamento de Piura [Tesis]. [Perú]: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote; 2010.
6. Pinedo Blas M, León de los Ríos G (Asesor). Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie de las veredas del centro histórico de coishco, distrito de coishco, provincia de santa,

- departamento de Ancash [Tesis]. [Perú]: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote; 2014.
7. Delgado Egoávil F, Quispe Villaverde C, Olcese Franzero M (Asesor). Diseño del pavimento de un aeropuerto [Tesis]. [Perú]: Pontificia Universidad Católica del Perú; 2012.
 8. Rengifo Arakaki K, Olcese Franzero M (Asesor). Diseño de los pavimentos de la nueva carretera panamericana norte en el tramo de huacho a Pativilca (km 188 a 189) [Tesis]. [Perú]: Pontificia Universidad Católica del Perú; 2014.
 9. Fernández Corterreal R, Islava Gonzalo P (Asesor). Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie de las pistas en la av. progreso y el Jr. Ponce de Mayolo, distrito de Ayacucho, provincia de huamanga – Ayacucho” – junio 2015 [Tesis]. [Perú]: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2015.
 10. Chávez Mendoza J, León de los Ríos G (Asesor). Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional del pavimento rígido existente en el sector 13 magdalena, distrito de Ayacucho, provincia de huamanga, departamento de Ayacucho, Noviembre 2013 [Tesis]. [Perú]: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2013.
 11. Soto Ramos M, Islava Gonzalo P (Asesor). Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural

del pavimento y condición operacional de la superficie de las pistas en la Av. Los Incas, Distrito de Jesús Nazareno, Provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho, Junio 2015 [Tesis]. [Perú]: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2015.

12. ARQHYS. Concepto de Pavimento, Revista Arqhys.com [Internet]. Google. 2012. Recuperado a partir de: <http://www.arqhys.com/contenidos/pavimento-concepto.html>.
13. Vásquez Varela L. Ingeniería para pavimentos - Pavement Condition Index (PCI), Para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. Colombia: Manizales; 2002.
14. CONICET. Principios éticos para el comportamiento del investigador científico y tecnológico: Ministerio de educación, ciencias y tecnología secretaria de ciencias, tecnología e innovación productiva consejo nacional de investigaciones científicas y técnicas; [Internet] Google. 2006. Recuperado a partir de: <http://www.conicet.gov.ar/wp-content/uploads/OCR-RD-20060322-0540.pdf>

Anexos

a.- Formato usado para la inspección e unidad de muestra



HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

CALLE	<input type="text"/>	MUESTRA	<input type="text"/>
CUADRAS	<input type="text"/>	NUMERO DE PAÑOS	<input type="text"/>
DISTRITO	<input type="text"/>	FECHA	<input type="text"/>
PROVINCIA	<input type="text"/>	EVALUADORA	<input type="text"/>
DEPARTAMENTO	<input type="text"/>	TIEMPO DE CONSTRUCCION	<input type="text"/>
LUGAR	<input type="text"/>	DIMENSIONES DEL PAÑO	<input type="text"/>
			<input type="text"/>

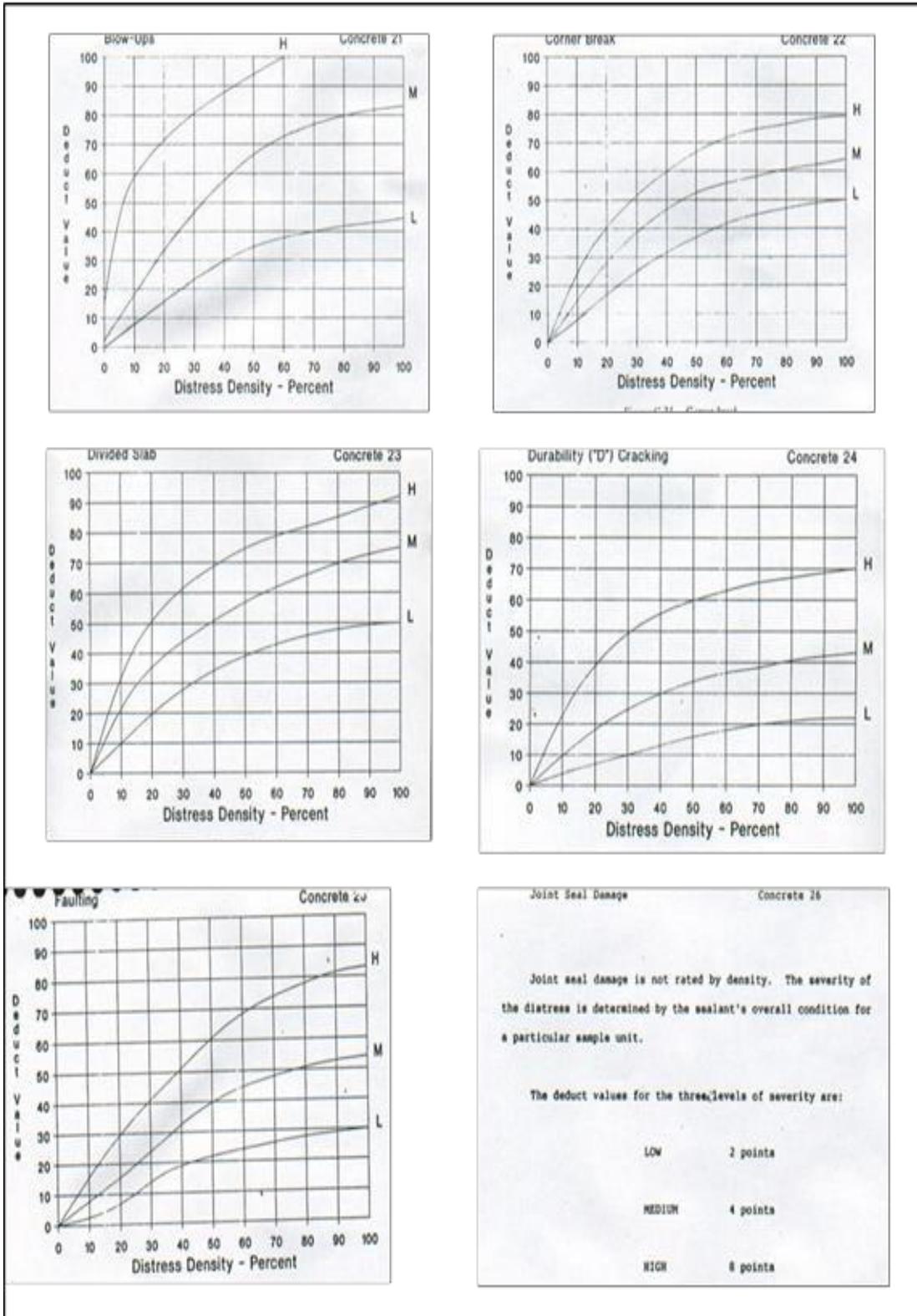
TIPOS DE FALLAS			DIAGRAMA DE CUADRAS			
			IZQUIERDA		DERECHA	
1	blow-ups	Blow Up / Buckling				
2	Corner Breack	Grieta de Esquina				
3	divided slab	Losa Dividida				
4	durability ("D") cracking	Grieta de Durabilidad "D"				
5	faulting	Escala				
6	joint seal damage	Sello de Junta				
7	lane / shoulder drop off	Desnivel Carril / Berma				
8	linear craking	Grieta Lineal				
9	patching, large, & utility cuts	parcheo (Grande)				
10	patching, small	Parcheo (Pequeño)				
11	polished aggregate	Pulimento de agregados				
12	popouts	Popouts				
13	pumping	Bombeo				
14	punchouts	Punzonamiento				
15	rail road crossing	Cruce de Via Ferrea				
16	aling/maps cracking/crazi	Desconchamiento				
17	shrinkage cracks	Grietas de retraccion				
18	spalling, corner	Descascaramiento de esquina				
19	spalling, joint	Descascaramiento de juntas				

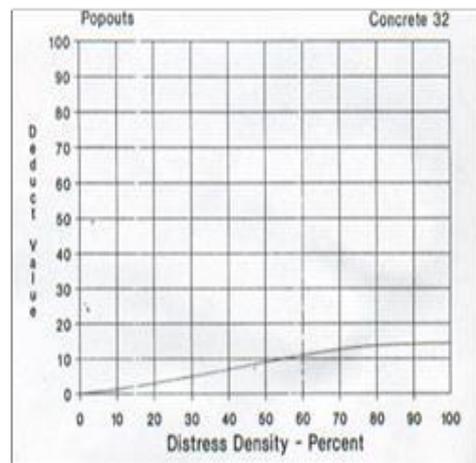
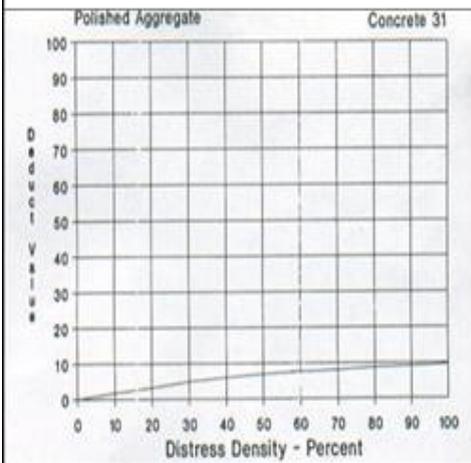
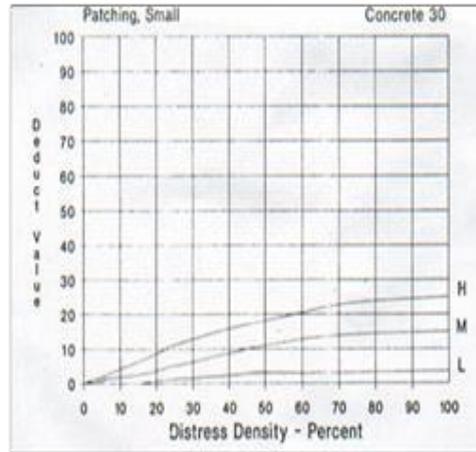
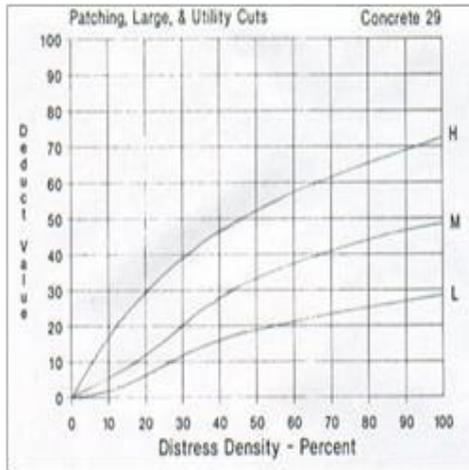
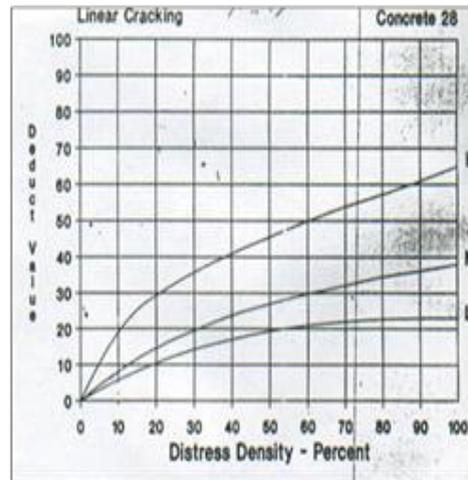
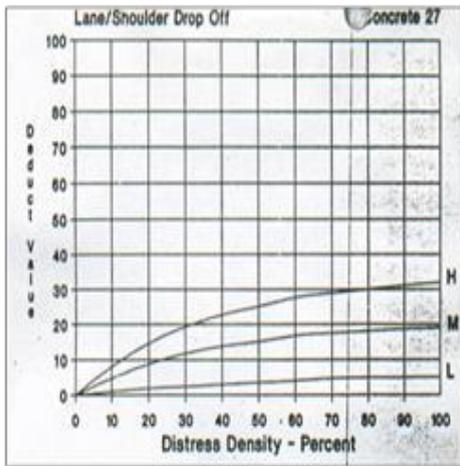
L:	M:	H:
LOW (Bajo)	MEDIUM (Medio)	HIGH (Alto)

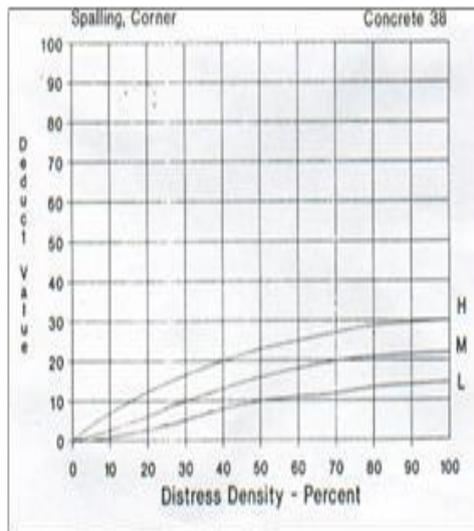
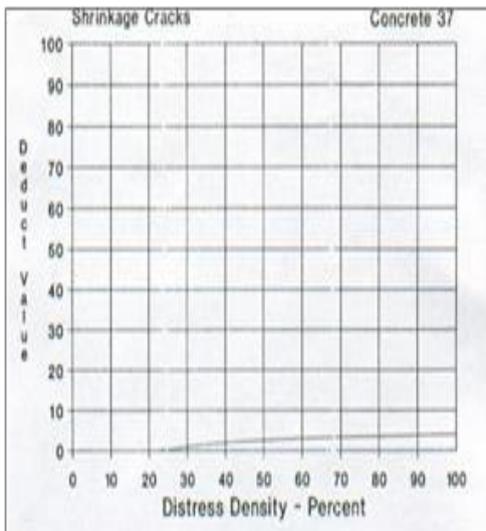
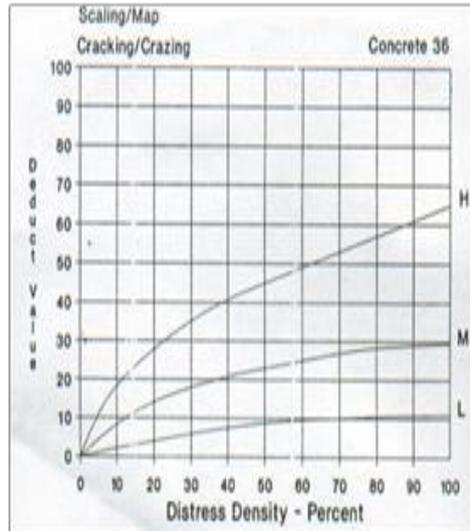
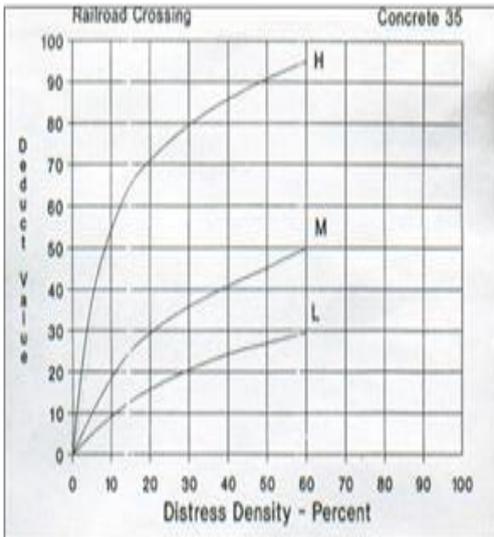
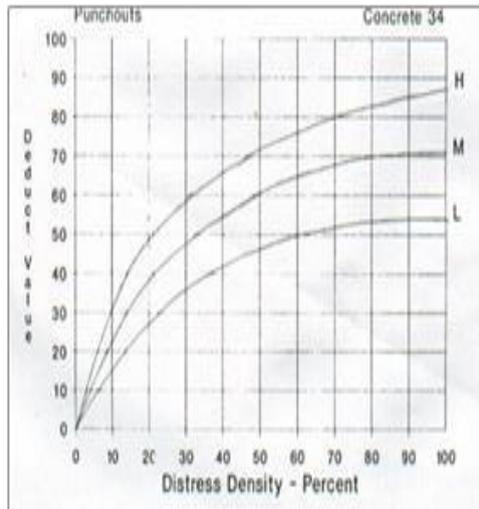
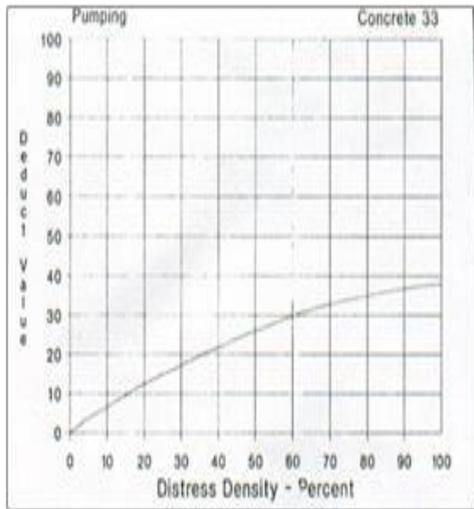
OBSERVACIONES:	
----------------	--

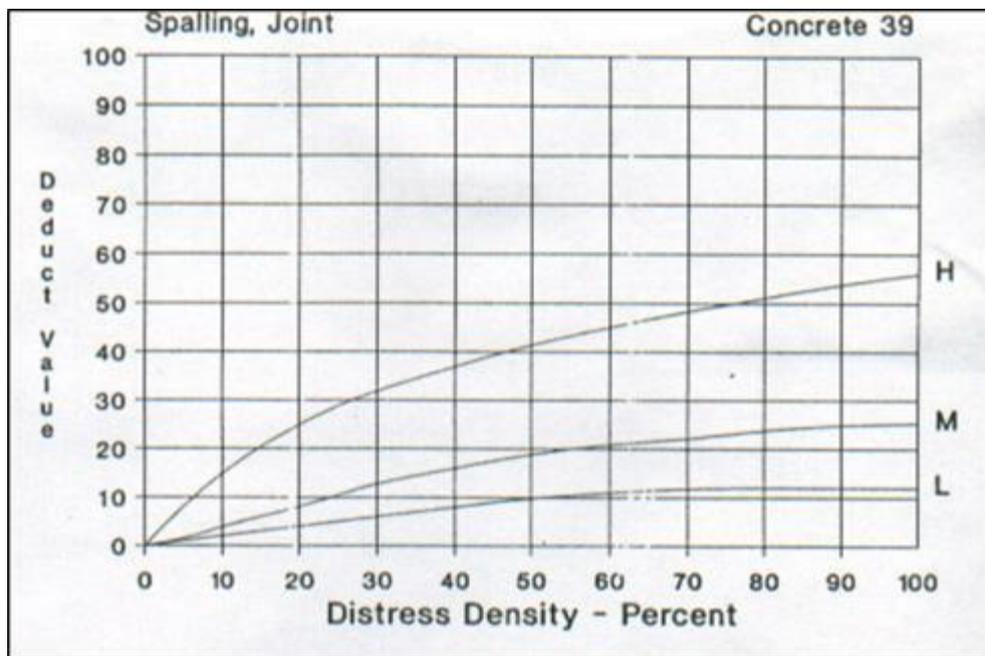
Fuente: Elaboración Propia

b.- Curvas para pavimentos de concreto para obtener el valor de reducción (VR)

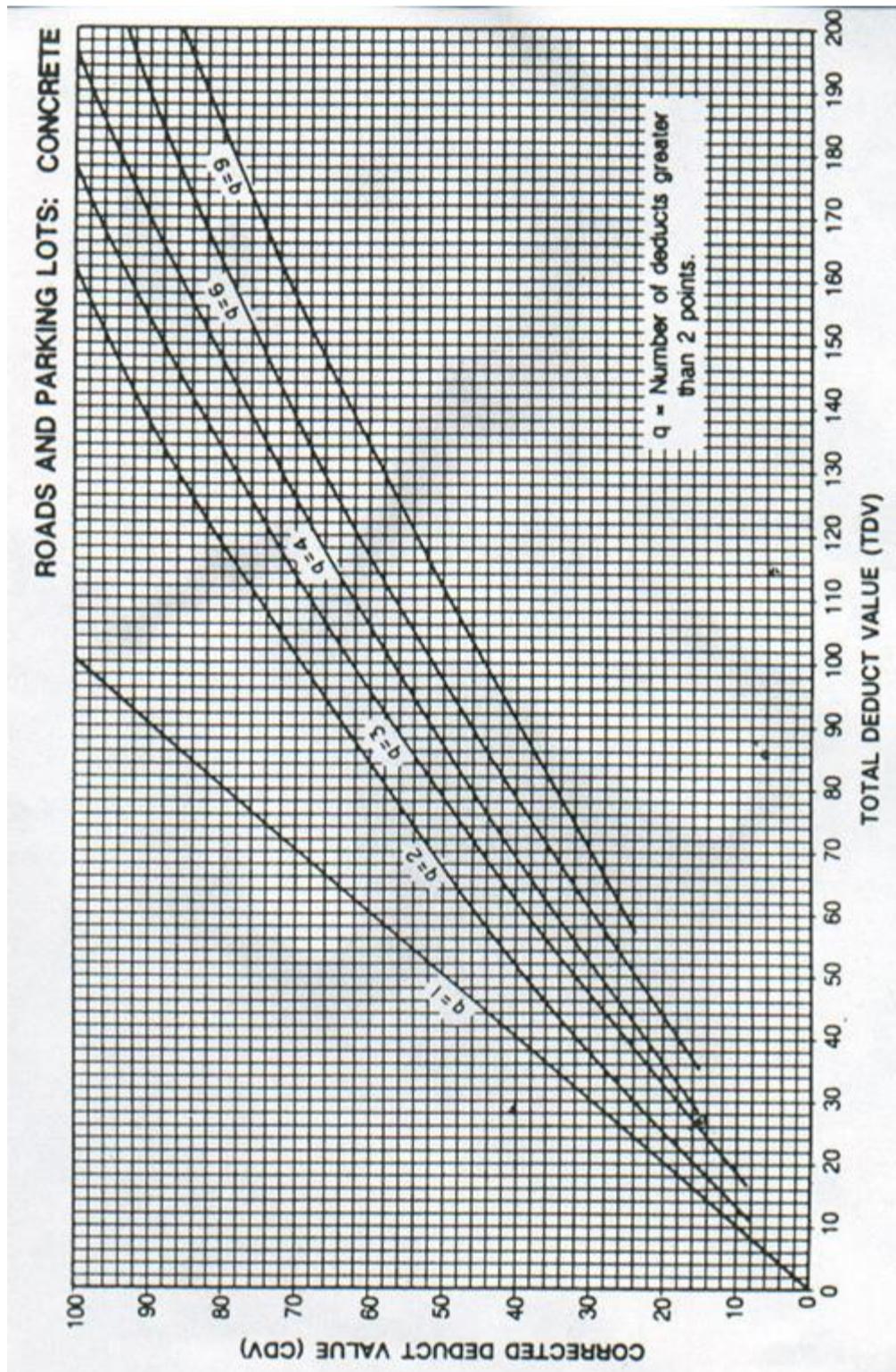






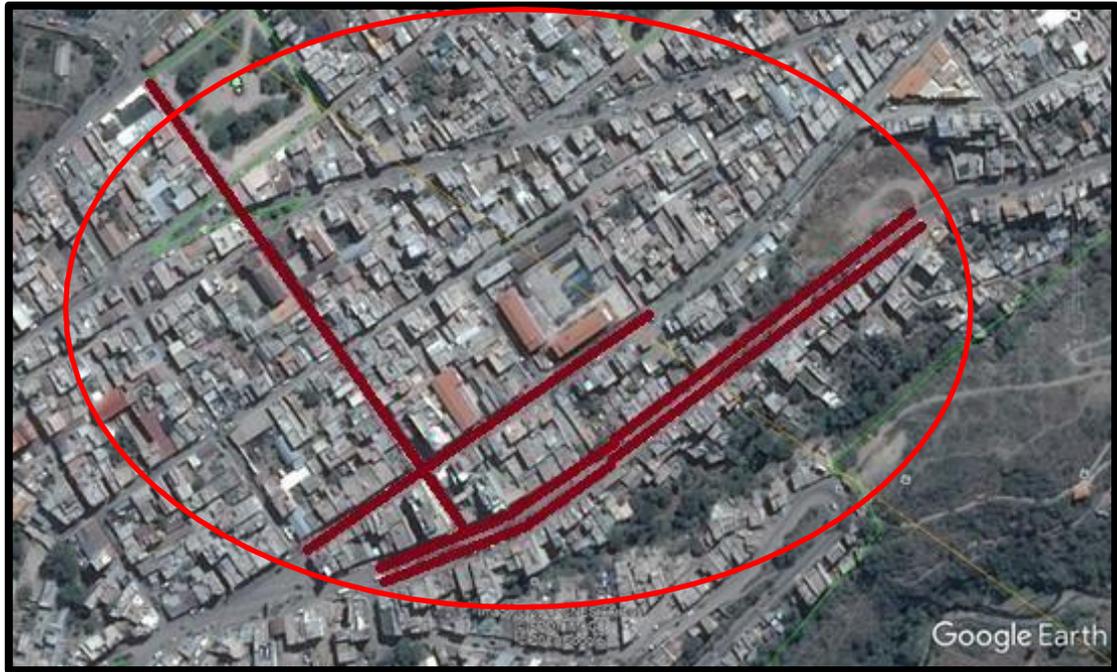


c.- Curva para pavimentos de concreto para obtener el máximo valor reducido corregido (VRC)



PANEL FOTOGRÁFICO

Vista Aérea del lugar donde se realizó el estudio



Fuente: Google Earth



En esta vista se puede observar el tipo de falla llamado punzonamiento, con un nivel de severidad alto, esta se encuentra en la Av. salvador caverro, tercera cuadra.



Se puede observar un pavimento totalmente intransitable, donde predomina diferentes tipos de falla como son: grietas lineales, punzonamiento, Losa dividida entre otros con niveles de severidad alto, esta se encuentra en la Av. salvador cavero, tercera y cuarta cuadra.



Se puede observar un pavimento donde predomina diferentes tipos de falla como son: grietas lineales, Losa dividida, pulimento de agregados y sello de junta niveles de severidad medio, esta se encuentra en el Jr. Ciro Alegría primera cuadra.



Se puede observar la presencia de la fallas como son: grietas lineales y Losa dividida, pulimento de agregados y sello de junta niveles de severidad medio, esta se encuentra en el Jr. Ciro Alegría segunda cuadra.



Se puede observar la presencia de la fallas como son: grietas lineales, punzonamiento, Losa dividida, pulimento de agregados y sello de junta niveles de severidad alto, esta se encuentra en el Jr. Manuel Gonzales Prada, tercera cuadra.



Se puede observar la presencia de la fallas como son: grietas lineales, punzonamiento, Losa dividida, pulimento de agregados y sello de junta niveles de severidad alto, esta se encuentra en la Av. Salvador Cavero, segunda y tercera cuadra, Todo esto hace un tránsito de los vehículos pesado.

PLANOS



UBICACION
ESC.11500



LOCALIZACION
ESC.15000

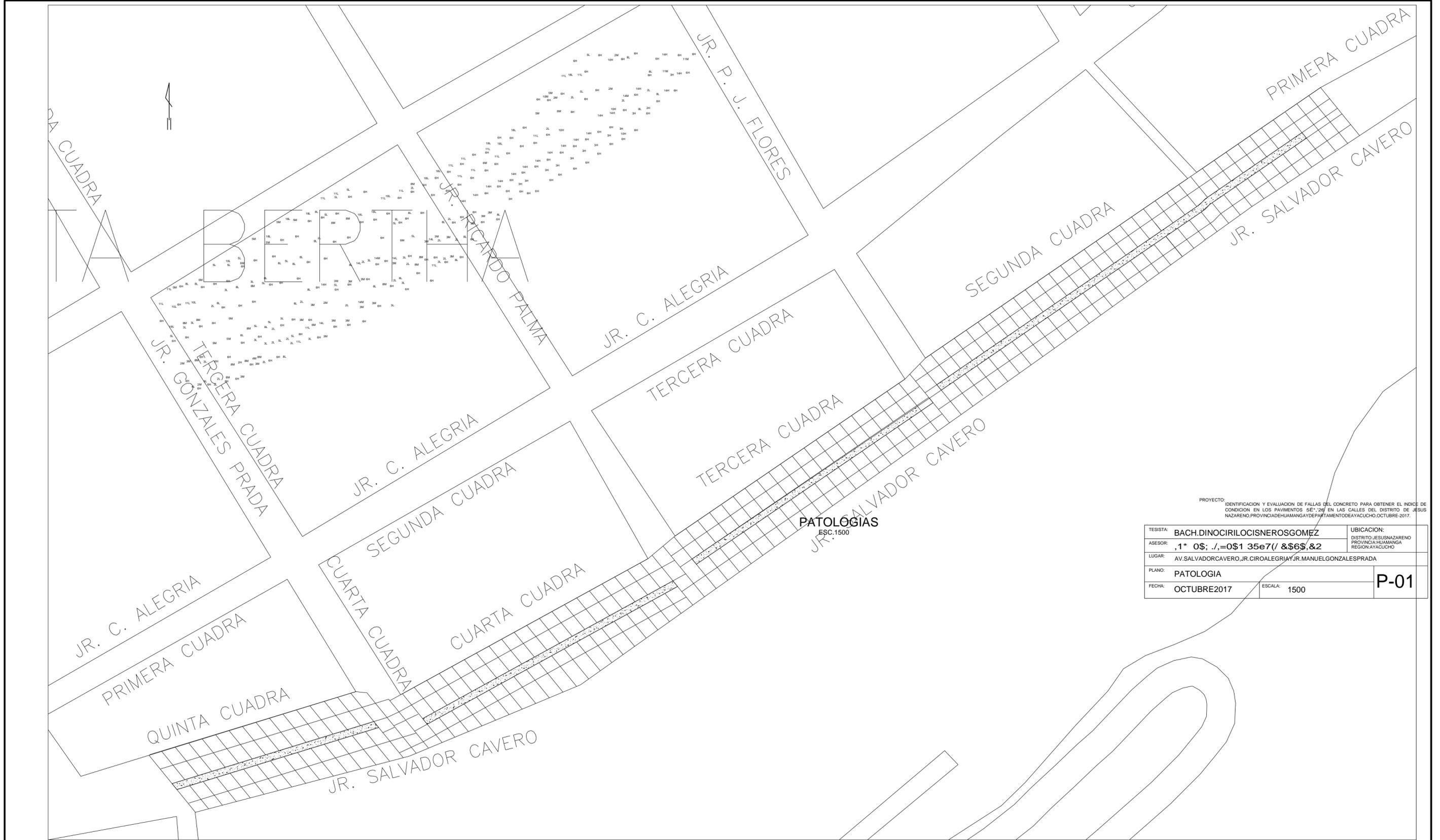
CALLES DONDE SE REALIZARA EL PROYECTO

PROYECTO: IDENTIFICACION Y EVALUACION DE FALLAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL INDICE DE CONDICION EN LOS PAVIMENTOS 5E*,26 EN LAS CALLES DEL DISTRITO DE JESUS NAZARENO, PROVINCIA DE HUAMANGA Y DEPARTAMENTO DE AYACUCHO, OCTUBRE 2017.

 TESIS UNIVERSIDAD CATOLICA DE HUAMANGA	BACH. DINOCIRILO CISNEROS GOMEZ	UBICACION: DISTRITO: JESUS NAZARENO PROVINCIA: HUAMANGA REGION: AYACUCHO
ASESOR:	,1* 0\$; ./,=0\$1 35e7(/ &\$6\$,&2	
LUGAR:	AV. SALVADOR CAVERO, JR. CIRO ALEGRIA Y JR. MANUEL GONZALES PRADA	
PLANO:	UBICACION-LOCALIZACION	
FECHA:	OCTUBRE 2017	ESCALA:
		VARIABLE
		UL-01

N





PROYECTO: IDENTIFICACION Y EVALUACION DE FALLAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL INDICE DE CONDICION EN LOS PAVIMENTOS SE: 2017 EN LAS CALLES DEL DISTRITO DE JESUS NAZARENO, PROVINCIA DE HUAMANGA DEPARTAMENTO DE AYACUCHO, OCTUBRE 2017.

TESISTA:	BACH. DINOCIRILO CISNEROS GOMEZ	UBICACION:	DISTRITO JESUS NAZARENO PROVINCIA HUAMANGA REGION AYACUCHO
ASESOR:	,1* 0\$; ./,=0\$1 35e7(/ &\$6\$, &2	LUGAR:	AV. SALVADOR CAVERO, JR. C. ALEGRIA, JR. MANUEL GONZALES PRADA
PLANO:	PATOLOGIA	FECHA:	OCTUBRE 2017
ESCALA:	1500		P-01

TIPOS DE FALLAS					
1	blow-ups	Blow Up / Buckling	11	polished aggregate	Pulimento de agregados
2	Corner Break	Grieta de Esquina	12	popouts	Popouts
3	divided slab	Losa Dividida	13	pumping	Bombeo
4	durability (D) cracking	Grieta de Durabilidad "D"	14	punchouts	Punzonamiento
5	faulting	Escala	15	rail road crossing	Cruce de Via Ferrea
6	joint seal damage	Sello de Junta	16	ng/maps cracking/cr.	Desconchamiento
7	lane / shoulder drop off	Desnivel Carril / Berma	17	shrinkage cracks	Grietas de retraccion
8	linear cracking	Grieta Lineal	18	spalling, corner	Descascaramiento de esquina
9	patching, large, & utility cut	parcheo (Grande)	19	spalling, joint	Descascaramiento de juntas
10	patching, small	Parcheo (Pequeño)			

L: LOW (Bajo) M: MEDIUM (Medio) H: HIGH (Alto)





TIPOS DE FALLAS					
1	blow-ups	Blow Up / Bucking	11	polished aggregate	Pulimento de agregados
2	Corner Break	Grieta de Esquina	12	popouts	Popouts
3	divided slab	Losa Dividida	13	pumping	Bombeo
4	durability ('D') cracking	Grieta de Durabilidad 'D'	14	punchouts	Punzonamiento
5	faulting	Escala	15	rail road crossing	Cruce de Via Ferrea
6	joint seal damage	Sello de Junta	16	ing/maps cracking/cr	Desconchamiento
7	lane / shoulder drop off	Desnivel Carril / Berma	17	shrinkage cracks	Grietas de retraccion
8	linear craking	Grieta Lineal	18	spalling, corner	Descascaramiento de esquina
9	patching, large, & utility cuts	parcheo (Grande)	19	spalling, joint	Descascaramiento de juntas
10	patching, small	Parcheo (Pequeño)			

L: LOW (Bajo) M: MEDIUM (Medio) H: HIGH (Alto)

PATOLOGIAS
ESC. 1500

PROYECTO: IDENTIFICACION Y EVALUACION DE FALLAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL INDICE DE CONDICION EN LOS PAVIMENTOS SE: 26 EN LAS CALLES DEL DISTRITO DE JESUS NAZARENO, PROVINCIA DE HUAMANGA DEPARTAMENTO DE YACUCHO, OCTUBRE 2017.

TESISTA: BACH. DINOCIRILO CISNEROS GOMEZ	UBICACION: DISTRITO JESUS NAZARENO, PROVINCIA HUAMANGA, REGION YACUCHO
ASESOR: ,1* 0\$; ./,-=0\$1 35e7(/ &\$6\$,&2	
LUGAR: AV. SALVADOR CAVERO, JR. CIRO ALEGRIA Y JR. MANUEL GONZALES PRADA	
PLANO: PATOLOGIA	P-02
FECHA: OCTUBRE 2017	ESCALA: 1500



PATOLOGIAS
ESC.1500

TIPOS DE FALLAS					
1	blow-ups	Blow Up / Buckling	11	polished aggregate	Pulimento de agregados
2	Corner Breack	Grieta de Esquina	12	popouts	Popouts
3	divided slab	Losa Dividida	13	pumping	Bombeo
4	durability ('D') cracking	Grieta de Durabilidad 'D'	14	punchouts	Punzonamiento
5	faulting	Escala	15	rail road crossing	Cruce de Via Ferrea
6	joint seal damage	Sello de Junta	16	ng/maps cracking/cr	Desconchamiento
7	lane / shoulder drop off	Desnivel Carril / Berma	17	shrinkage cracks	Grietas de retraccion
8	linear craking	Grieta Lineal	18	spalling, corner	Descascaramiento de esquina
9	patching, large, & utility cuts	parcheo (Grande)	19	spalling, joint	Descascaramiento de juntas
10	patching, small	Parcheo (Pequeño)			

L: LOW (Bajo) M: MEDIUM (Medio) H: HIGH (Alto)

UNIVERSIDAD CALIFORNIA LOS ANGELES

PROYECTO: IDENTIFICACION Y EVALUACION DE FALLAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL INDICE DE CONDICION EN LOS PAVIMENTOS 5E".26 EN LAS CALLES DEL DISTRITO DE JESUS NAZARENO, PROVINCIA DE HUAMANGA Y DEPARTAMENTO DE AYACUCHO, OCTUBRE-2017.

TESISTA: BACH. DINOCIRILO CISNERO GOMEZ	UBICACION: DISTRITO JESUS NAZARENO, PROVINCIA HUAMANGA, REGION AYACUCHO
ASESOR: ,1* 0\$; ./,=0\$1 35e7(/ &\$6\$,&2	

AV. SALVADOR CAVERO, JR. C. ALEGRIA Y JR. MANUEL GONZALESPRADA

PLANO:	PATOLOGIA		P-03
FECHA:	OCTUBRE2017	ESCALA: 1500	