



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS
PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER
EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
RÍGIDO EN EL JIRON 24 DE JUNIO, DISTRITO DE
SAN JUAN BAUTISTA, PROVINCIA DE
HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO,
OCTUBRE-2016.

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

BAUTISTA BELLIDO ULISES

ORCID: 0000-0002-8575-2396

ASESOR:

RETAMOZO FERNANDEZ, SAUL WALTER

ORCID: 0000-0002-3637-8780

AYACUCHO - PERÚ

2020

TÍTULO DE LA TESIS

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN EL JIRÓN 24 DE JUNIO, DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO, OCTUBRE-2016.

EQUIPO DE TRABAJO

AUTOR Bautista Bellido,
Ulises ORCID: 0000-0002-
8575-2396

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote
Estudiante de Pregrado
Ayacucho-Perú

ASESOR

Retamozo Fernández, Saúl Walter
ORCID: 0000-0002-3637-8780
Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote
Facultad de Ingeniería
Escuela profesional de Ingeniería Civil
Ayacucho-Perú

JURADO

Purilla Velarde, Jesús Luis
ORCID: 0000-0002-2103-3077
Esparta Sánchez, José Agustín
ORCID: 0000-0002-7709-2279
Sánchez Quiñones, Víctor Andrés
ORCID: 0000-0002-6949-864X

FIRMA DE JURADO Y ASESOR

Retamozo Fernández, Saúl Walter
ORCID: 0000-0002-3637-8780
Asesor

Purilla Velarde, Jesús Luis
ORCID: 0000-0002-2103-3077
Presidente

Esparta Sánchez, José Agustín
ORCID: 0000-0002-7709-2279
Miembro

Sánchez Quiñones, Víctor Andrés
ORCID: 0000-0002-6949-864X
Miembro

AGRADECIMIENTOS

- A Dios en primer lugar por permitir cumplir una de mis metas de culminar con la carrera de ingeniería civil y por la salud que me brinda.
- A la Universidad Católica Los Ángeles Chimbote, Facultad de Ingeniería, Escuela profesional de ingeniería Civil por darme la oportunidad de aprender en las aulas universitarias.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga a todos.

DEDICATORIA

...A Dios, por darme la fortaleza para
seguir adelante y quitarme todo
obstáculo del camino.
A mi madre, a mis hijas y a todos que me
rodean, a quienes agradezco con todo
amor por brindarme su comprensión y a
amor en todo momento.

RESUMEN

El presente proyecto de tesis tuvo como objetivo determinar y evaluar las patologías del concreto para obtener el índice de condición del pavimento rígido del Jr. 2 de Mayo - Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho, Octubre-2016. De acuerdo a los antecedentes internacionales y nacionales de las tesis revisadas, las patologías encontradas con mayor incidencia fueron: Grietas lineales, pulimento de agregados, escala y grietas de esquina, donde la condición operacional de la superficie del pavimento rígido provoca un tránsito inseguro e incómodo. La investigación fue del tipo descriptivo, cuantitativo, no experimental y de corte transversal, octubre-2016. Se aplicó el método del PCI para determinar el Índice de Condición del pavimento rígido. Se concluyó que el pavimento rígido del Jr. 2 de Mayo tiene un PCI ponderado igual a 32 y en concordancia con la escala de evaluación del PCI, su estado de conservación es “MALO”. El 12.37 % del total de unidades de muestra inspeccionadas presentan un estado de pavimento muy malo (PCI entre 10 y 25); y un 87.63 % de unidades en estado malo (PCI entre 25 y 40). Los tipos de patologías encontradas son punzonamiento, losa dividida, parche pequeño, descascamiento de esquina, parche grande, pulimento de agregados, grietas lineales y escala., los cuales es producto del tránsito pesado o sobrecarga de los vehículos que transitan por este sector y también ocurre por asentamientos por fundación.

Palabras clave: Patologías, Pavimento Rígido, PCI.

ABSTRACT

The present thesis project takes as a target to determine and to evaluate the pathologies of the concrete one to obtain the index of structural integrity of the paving and the operational condition of the surface of the rigid paving of Jr. On May 2 - District of Ayacucho, Province of Huamanga, Departament Ayacucho. According to the National History of the revised thesis, the pathologies found with higher incidence are: linear cracks, polish aggregates, scale and corner cracks where the operational condition of the surface of rigid pavement causes an unsafe and uncomfortable transit. The research was descriptive, quantitative, non experimental and crosscut, August-2016. The method of Pavement Condition Index (PCI) was applied to determine the Index Pavement Structural Condition and operational condition of the road surface of the rigid pavement Jr. on May 2 . As conclusions of this thesis : The types of diseases found are puncturing, divided slab , small patch , peeling corner , large patch , polish aggregates, linear cracks and scale. The rigid pavement Jr. on May 2 has a weighted PCI equal to 32 and in accordance with the PCI assessment scale; its conservation status is "bad". The 12.37 % of the total sample units inspected have a very bad state of pavement (PCI between 10 and 25); and 87.63 % of units in bad condition (PCI between 25 and 40).

Keywords: Pathologies, Rigid Pavement, PCI.

ÍNDICE GENERAL

TÍTULO DE LA TESIS	i
EQUIPO DE TRABAJO	ii
FIRMA DE JURADO Y ASESOR	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
DEDICATORIA	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
I INTRODUCCIÓN.	1
II REVISIÓN DE LA LITERATURA.	3
2.1 Antecedentes.	3
2.1.1 Antecedentes locales.	3
2.1.2 Antecedentes nacionales.	5
2.1.3 Antecedentes internacionales.	11

2.2	Marco teórico.	14
2.2.1	Pavimento.	14
2.2.2	Diseño de pavimentos.	17
2.2.3	Evaluación de pavimentos.	17
2.2.4	Importancia de evaluación de pavimentos.	18
2.2.5	Curva de comportamiento de los pavimentos.	18
2.2.6	Tipos de evaluación de pavimentos.	19
2.2.7	Patología en pavimentos.	19
2.2.8	Tipos de falla.	20
2.2.9	Fallas estructurales.	20
	A. Piel De Cocodrilo.	20
	B. Exudación.	21
	C. Agrietamiento en Bloque.	22
	D. Abultamientos y Hundimientos.	23
	E. Corrugación.	24
	F. Depresión.	25
	G. Grieta de Borde.	26
	H. Desnivel Carril/Berma.	27
	I. Grietas Longitudinales y Transversales.	28
	J. Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos.	29
	K. Pulimento de Agregados.	30
	L. Cruce de Vía Férrea.	32
	M. Ahuellamiento.	33
	N. Desplazamiento.	34
	O. Grietas Parabólicas.	35
	P. Hinchamiento.	36
	Q. Desprendimiento de Agregados.	37

III HIPÓTESIS.	39
3.1 Hipótesis general.	39
3.2 Hipótesis específicas.	39
IV METODOLOGÍA.	40
4.1 Tipo y nivel de la investigación.	40
4.2 Diseño de la investigación.	40
4.3 Población y muestra.	41
4.3.1 Población.	41
4.3.2 Muestra.	41
4.3.3 Muestreo.	41
4.4 Definición y operacionalización de variables e indicadores.	42
4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	44
4.5.1 Técnicas.	44
Técnicas de evaluación visual:	44
4.6 Plan de análisis.	44
4.7 Matriz de consistencia.	45
4.8 Principios éticos.	47
4.8.1 Protección de personas.	47
4.8.2 Cuidado del medioambiente y la biodiversidad.	47
4.8.3 Libre participación y derecho a estar informado.	47
4.8.4 Beneficencia no Maleficencia.	48
4.8.5 Justicia.	48
4.8.6 Integridad física.	48
V RESULTADOS.	49
5.1 Resultados.	49
5.1.1 Unidad de muestra U1.	49
5.1.2 Unidad de muestra U2.	52

5.1.3	Unidad de muestra U3.	56
5.1.4	Unidad de muestra U4.	59
5.1.5	Unidad de muestra U5.	62
5.1.6	Unidad de muestra U6.	65
5.2	Análisis de resultados.	68
VI CONCLUSIONES.		70
ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.		71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		72
ANEXOS		75

ÍNDICE DE FIGURAS

2.1	Curva de comportamiento de un pavimento. Fuente:(Armijos, S. (2009)). . . .	19
2.2	Piel de cocodrilo de alta severidad. Fuente:(Sergio Navarro, 2008).	21
2.3	Exudación de alta severidad. Fuente:(Sergio Navarro, 2008).	22
2.4	Agrietamiento en bloque de alta severidad. Fuente:(Sergio Navarro, 2008). . . .	23
2.5	Abultamiento y hundimiento de alta severidad. Fuente:(Sergio Navarro, 2008). .	24
2.6	Corrugación de alta severidad. Fuente:(Sergio Navarro, 2008).	25
2.7	Depresión de alta severidad. Fuente:(Sergio Navarro, 2008).	26
2.8	Grieta de borde de alta severidad. Fuente:(Sergio Navarro, 2008).	27
2.9	Desnivel carril/berma de alta severidad. Fuente:(Sergio Navarro, 2008).	28
2.10	Grietas longitudinales y transversales de alta. Fuente:(Sergio Navarro, 2008). . .	29
2.11	Parcheo y acometidas de alta severidad. Fuente:(Sergio Navarro, 2008).	30
2.12	Pulimiento de agregados. Fuente:(Sergio Navarro, 2008).	31
2.13	Hueco alta severidad. Fuente:(Sergio Navarro, 2008).	32
2.14	Cruce de vía férrea de alta severidad. Fuente:(Sergio Navarro, 2008).	33
2.15	Ahuellamiento de alta severidad. Fuente:(Sergio Navarro, 2008).	34
2.16	Desplazamiento de alta severidad. Fuente:(Sergio Navarro, 2008).	35
2.17	Grietas parabólicas de alta severidad. Fuente:(Sergio Navarro, 2008).	36
2.18	Hinchamiento de alta severidad. Fuente:(Sergio Navarro, 2008).	37
2.19	Desprendimiento de agregados de alta severidad. Fuente:(Sergio Navarro, 2008).	38
5.1	Condición de Pavimento Jirón 24 de Junio en porcentaje. Fuente:(Elaboración propia).	68

ÍNDICE DE TABLAS

4.1	Matriz de operacionalización de variables. Fuente: Elaboración propia.	43
4.2	Matriz de consistencia. Fuente: Elaboración propia.	46
5.1	Cálculo del valor de reducción. Fuente:(Elaboración propia).	50
5.2	Calculo del VRC Y PCI. Fuente:(Elaboración propia).	51
5.3	Representación Gráfica de las fallas. Fuente:(Elaboración propia).	52
5.4	Cálculo del valor de reducción. Fuente:(Elaboración propia).	53
5.5	Calculo del VRC Y PCI. Fuente:(Elaboración propia).	54
5.6	Representación Gráfica de las fallas. Fuente:(Elaboración propia).	55
5.7	Cálculo del valor de reducción. Fuente:(Elaboración propia).	56
5.8	Calculo del VRC Y PCI. Fuente:(Elaboración propia).	57
5.9	Representación Gráfica de las fallas. Fuente:(Elaboración propia).	58
5.10	Cálculo del valor de reducción. Fuente:(Elaboración propia).	59
5.11	Calculo del VRC Y PCI. Fuente:(Elaboración propia).	60
5.12	Representación Gráfica de las fallas. Fuente:(Elaboración propia).	61
5.13	Cálculo del valor de reducción. Fuente:(Elaboración propia).	62
5.14	Calculo del VRC Y PCI. Fuente:(Elaboración propia).	63
5.15	Representación Gráfica de las fallas. Fuente:(Elaboración propia).	64
5.16	Cálculo del valor de reducción. Fuente:(Elaboración propia).	65
5.17	Calculo del VRC Y PCI. Fuente:(Elaboración propia).	66
5.18	Representación Gráfica de las fallas. Fuente:(Elaboración propia).	67
5.19	Resumen del cálculo del PCI. Fuente:(Elaboración propia).	68

I. INTRODUCCIÓN.

Los pavimentos son de gran importancia para la ciudadanía porque son las que dan fluidez vehicular a toda la ciudad. Es también importante remarcar, que actualmente dichos pavimentos, tienen una durabilidad variable, según el comportamiento de los factores inherentes a este tipo de construcciones, tales como el proceso constructivo, el clima, el uso, el mantenimiento, los materiales, la supervisión, etc., El pavimento rígido del Jr. 24 de junio, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho tienen un promedio de 30 años. Y presentan un deterioro considerado debido al crecimiento del parque automotor para lo cual no fue diseñado, originando perjuicio en el tránsito vehicular y por ende malestar entre los pobladores. Por tal motivo fue necesario determinar las patologías en los pavimentos rígidos, las mismas que serán muestras de inspección visual. Para tomar datos y determinar el índice de condición de Pavimento y dar una solución adecuada.

Al analizar la problemática se llegó a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo influyen las patologías del pavimento rígido existente en el Jr. 24 de junio, distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho; y cuál es el grado que presentan las diferentes patologías en los pavimentos rígidos?

Para resolver la pregunta de investigación se planteó como objetivo general: Determinar el Índice de Condición del Pavimento rígido, en el Jr. 24 de junio, distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho, a partir de la determinación y evaluación de las patologías del concreto, y como objetivos específicos. Fue identificar el tipo de patologías del concreto que existen en el pavimento rígido en el Jr. 24 de junio, distrito de San Juan Bautista, provincia

de Huamanga, Departamento de Ayacucho. El segundo fue obtener el Índice de Condición de Pavimento rígido en el Jr. 24 de junio, distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho.

La justificación, justifica por la necesidad de conocer el estado actual de la condición del Pavimento del Jr. 24 de junio, distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho.

La metodología de la investigación tuvo las siguientes características. El tipo es exploratorio. El nivel de la investigación será de carácter cualitativo. El diseño de la investigación se va a priorizar en elaborar encuestas, buscar, analizar. El universo o población es indeterminada, la población comprende el pavimento rígido del Jr. 24 de Junio, distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.

2.1 Antecedentes.

2.1.1 Antecedentes locales.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, DISTRITO SAN JUAN BAUTISTA PROVINCIA DE HUAMANGA – AYACUCHO [1]:

- **Objetivos:** Determinación y evaluación de la incidencia de las patologías del concreto en pavimentos rígidos del distrito de San Juan Bautista.
- **Metodología:** La metodología de acuerdo al propósito y a la naturaleza de la investigación fue de tipo descriptivo, nivel cualitativo, diseño no experimental y corte transversal.
- **Resultados:** Se encontraron las patologías de grietas lineales en un 40.65%, en segundo lugar, grietas de esquina con un 29.00%, en tercer lugar, pulimento de agregados con 22.77%, y en menor proporción patologías de escala común 7.11% .

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO (PCI) EN LAS PISTAS DE LA AVENIDA MAGISTERIAL DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA – HUAMANGA – AYACUCHO – 2019 [2]:

- **Objetivos:** Evaluar e identificar las patologías presentes y mediante y mediante esos resultados obtener el índice de condición de pavimento rígido en las Pistas

de la Avenida Magisterial del Distrito de San Juan Bautista – Huamanga – Ayacucho.

- Resultados: Para determinar la condición actual de las pistas estudiadas, se analizó todas las 07 cuadras que conforman dicho pavimento, además se tomó unidades de muestra que consta de 24 paños, ancho de calzada de 6.20 Metros, área del paño de 9.3 m² (3.10 x 3 m), y un área total de muestra de 223.2 m², se tomó en total 12 unidades de muestra para el respectivo análisis, cuyo análisis resultó con un PCI PROMEDIO de 53.5.
- Conclusión: Se puede concluir que las pistas en estudio se encuentran en un estado regular.

DDETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGIAS DEL CONCRETO, PARA OBTENER EL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y CONDICIÓN OPERACIONAL EN LA AVENIDA ARENALES DEL DISTRITO DE MARISCAL ANDRÉS AVELINO CÁCERES, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO [3]:

- Objetivos: Determinar el índice de integridad estructural y así tener la condición operacional de la superficie del pavimento, a través de la evaluación de patologías presentadas en la vía.
- Metodología: Fue del tipo descriptivo porque describe la realidad sin alterar, predominantemente cuantitativo porque se basa en los números para analizar y comprobar información, y además el diseño de investigación fue no experimental porque se estudia el problema.
- Conclusión: Finalmente se concluyó que la avenida Arenales presentó un índice de condición del pavimento de 36.00, significa un pavimento de clasificación REGULAR .

AUSCULTACIÓN VISUAL DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN EL TRAMO PUENTE ALAMEDA DE VALDELIRIOS – ARCO DE RUDACCASA DEL DISTRITO DE CARMEN ALTO, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO, AGOSTO – 2016 [4]:

- **Objetivos.** El objetivo principal fue obtener el Índice de condición del pavimento rígido en el tramo puente Alameda de Valdelirios – Arco de Rudaccasa del distrito de Carmen Alto, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.
- **Metodología.** La metodología de investigación fue de tipo descriptivo y analítica de diseño no experimental.
- **Resultados.** Se obtuvo un promedio de $PCI=33$, lo cual permitió determinar que el estado de conservación actual del pavimento rígido es MALO.
- **Conclusión.** Las patologías de mayor incidencia en el índice de condición del pavimento resultaron ser las losas divididas de alta severidad, media severidad y las grietas lineales de alta severidad, alcanzando valores individuales más altos de los valores deducidos (VAR) de 46, 45 y 31 respectivamente.

2.1.2 Antecedentes nacionales.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN EL DISTRITO DE IQUITOS, PROVINCIA MAYNAS – DEPARTAMENTO LORETO [5]:

- **Objetivos:** Evaluar y determinar la condición del pavimento, esta investigación está justificada por la necesidad de conocer el índice de condición del pavimento rígido.

- Metodología: La metodología descriptiva, no experimental, corte transversal y analítica.
- Resultados: De acuerdo a las evaluaciones en la superficie de las calles Bolognesi, se encontró las siguientes patologías, Desconchamiento, Descaramiento de juntas, Grietas Lineales, Parcheo, Grieta de Esquina y Losa Dividida.
- Conclusión: Aplicando el método del PCI concluye con el resultado obtenidos en esta evaluación se obtuvo un PCI ponderado igual a 46.33 considerado como pavimento Regular.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE LA PISTA EN LA AVENIDA LAS MALVINAS, DEL DISTRITO DE MAZAMARI, PROVINCIA DE SATIPO, REGIÓN DE JUNIN [6]:

- Objetivos: Determinar un índice de condición de pavimento, para las diferentes cuadras de la avenida antes mencionada.
- Metodología: La metodología es descriptivo, explicativo y correlacionado.
- Conclusión: Concluye con el PCI de estado bueno y deber realizarse un mantenimiento permanente .

EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN EL JIRÓN JUNIN DE LA CIUDAD DE JAEN – CAJAMARCA [7]:

- Objetivos: Determinar y evaluar la condición del Pavimento Rígido en estudio.
- Metodología: El autor vio por conveniente emplear la metodología del tipo, descriptivo, analítico, no experimental.

- Conclusión: Dicho PCI resultó ser igual a un ponderado de 56.90% el cual indica que se encuentra en un estado bueno.

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO RIGIDO, APLICANDO EL MÉTODO DEL PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), EN LAS PISTAS DEL BARRIO EL TRIUNFO, DISTRITO DE CARHUAZ, PROVINCIA DE CARHUAZ, REGIÓN ANCASH, DICIEMBRE 2015 [8] :

- Objetivos: Conocer el estado de deterioro de las pistas del barrio EL TRIUNFO en el distrito de Carhuaz, provincia de Carhuaz, Región Ancash, que consta de 5 calles evaluadas a través del método Índice de Condición de Pavimento (PCI) de la norma ASTM D 5340
- Metodología: La metodología utilizada fue de tipo descriptivo, de nivel cualitativo y de diseño no experimental con estudio transversal.
- Resultados: El PCI promedio correspondiente al barrio El Triunfo, resultando ser un PCI=45.20 y las patologías con mayor frecuencia que se encontraron fueron las grieta en esquinas y losa dividida.
- Conclusión: Se concluye que el nivel de severidad en el pavimento en estudio es regular.

EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AVENIDA HUANCVELICA, DISTRITO DE CHILCA, HUANCAYO-2014 [9]:

- Objetivos. Evaluar la vulnerabilidad del pavimento de carreteras, daños utilizando el método del índice de condición del pavimento (PCI), incluido el dirección del manejo del pavimento daños en la carretera.
- Metodología. La metodología planteada para la determinación del Índice de Condición del Pavimento PCI con la determinación de las unidades de

muestreo o inspección seguidamente se detallan los datos de campo obtenidos del muestreo en los formatos estandarizados por la norma ASTM-D: 6433-07, posteriormente viene el procesamiento de los mismos mediante la aplicación de los gráficos y la determinación final del PCI.

- Resultados. Se llegó a los siguientes resultados: dentro del grupo de unidades analizadas se pudo apreciar que la unidad "C-3" tiene el índice PCI más elevado llegando a 66.29 dentro de una clasificación "Bueno" y que el índice PCI más bajo corresponde a la unidad "C-2" con 39.81 estando clasificado dentro del intervalo de "Malo", lo que nos da una idea de la variación de estados de la Sección de Pavimento analizada en cada uno de los tramos.
- Conclusión. Conluyendo que uno de los tipos más notorios y recurrentes encontradas dentro de las unidades de análisis fueron las de bacheos por acometidas de servicios públicos, por lo que se deberra de prever de espacios adecuados para este tipo de servicios en futuras construcciones similares o en la rehabilitaciones que se fueran a hacer, para de esta manera evitar fracturas en la losas lo que da origen muchas veces a otros tipos de daños.

PATOLOGIAS EN EL PAVIMENTO RIGIDO EN LA CALLE PABLO ROSELL EN EL AÑO 2016 [10]:

- Objetivos. Desarrollar un método de análisis visual que permita reconocer con exactitud los tipos de fallas existentes en los pavimentos rígidos de nuestra ciudad, de tal manera que se pueda dar el correcto mantenimiento para su posible solución.
- Metodología. Usa una metodología de PCI.
- Resultados. Se llegó a los siguientes resultados: que después de hacer la inspección ocular, se pudo constatar que se había fisurado en la cuadra 08 del Jirón Pablo Rosell, los siguientes paños: En el Primer Tramo: de 20 paños,

habían 15 fisurados; En el Segundo Tramo: de 20 paños, habían fisurados 18 paños; En el Tercer Tramo: de 26 paños, habían fisurados 21 paños.

- **Conclusión.** Conluyendo que los pavimentos existentes de construcción reciente, manifiesten desperfectos parecidos, son claros indicios de la presencia de un agente perturbador, que se ha hecho presente y que motiva a que los daños persistan. Este estudio nos dará un diagnóstico del estado de dicho pavimento, así como las posibles soluciones a seguir para su correcta funcionalidad.

CÁLCULO DEL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) BARRANCO - SURCO – LIMA – PERÚ - 2015 [11] :

- **Objetivos:** Determinar el Índice de Condición de Pavimento en la Av. Pedro de Osma de la cuadra número 1 a la cuadra número 8 a partir de la determinación y evaluación de las patologías del pavimento basado en la Norma ASTM D6433-07.
- **Metodología:** La tesis es una tesis de carácter no experimental de tipo descriptiva, aplicando la metodología del ASTM D6433-07.
- **Resultados:** Las fallas encontradas son: piel de cocodrilo y parcheo. Siendo la falla con mayor incidencia en esta unidad de muestreo la causada por el parcheo con una área de falla de 11.03m². La sección se califica como un pavimento en mal estado y es probable que no tenga vida residual, La falla que mayor incidencia presentó en esta sección es la denominada piel de cocodrilo causada por fatiga. Las obras a ejecutar en esta sección son la reconstrucción total de la sección.
- **Conclusión:** El PCI está diseñado para inspeccionar visualmente el estado de pavimentos asfálticos e hidráulicos. Es por ello que al momento de analizar la Av. Pedro de Osma, no pudo aplicarse el método por ser una avenida construida de pavimento mixto. Es por ello que a pesar de ser el método más eficaz y rápido

en la actualidad, debe conocerse adecuadamente sus limitaciones para no caer en errores.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO Y LA CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE LAS PISTAS DEL JIRÓN HUÁSCAR, DISTRITO DE CALLERIA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO DE UCAYALI, ABRIL – 2016 [12]:

- **Objetivos.** Determinar y evaluar las patologías del concreto para obtener un índice de condición y la operabilidad de la superficie del pavimento rígido del jirón Huáscar, distrito de Callería, provincial de coronel Portillo, departamento de Ucayali.
- **Metodología.** La metodología de estudio es correlacional, no experimental, transversal descriptivo; se utilizó el método del PCI. El jirón Huáscar posee siete (7) cuadras; dos (2) de ellas son de rodadura asfáltica; se evaluaron las cinco (5) cuadras, con un total de 254 losas y un área evaluada de 6985 m². Se utilizó un formato de campo en donde se detalló todas las patologías encontradas y además los equipos de seguridad e instrumentos para medir el nivel de severidad.
- **Resultados.** Se llegó a los siguientes resultados: Que de las (10) unidades de muestras; dichas muestras evaluadas, son: muestra 01 un PCI 73.00 de condición Muy bueno, muestras 06 y 07 con PCI de 58.00 y 08 un PCI 68.00 de condición Bueno, las muestras 02, 04, 05 y 09 de condición Malo y las muestras 03 con PCI de 16.00 y 10 con PCI 19.00 de condición Muy malo.
- **Conclusión.** Concluyendo que el jirón Huáscar presenta una condición REGULAR con PCI promedio de 42.00; el 40.00% representa una condición Muy buena, 33.00% condición Bueno, 17.00% condición Malo y 10.00% de condición Muy malo. El mayor PCI es 73.00 y le corresponde a muestra 01 la menor le corresponde a muestra 03 con un PCI de 16.00.

APLICACIÓN DEL MÉTODO PCI PARA EVALUAR LAS CONDICIONES DE LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AVENIDA CHICLAYO, JOSÉ LEONARDO ORTIZ-2018 [13]:

- **Objetivos.** El objetivo principal fue evaluar las condiciones del pavimento rígido en la avenida Chiclayo – distrito de José Leonardo Ortiz.
- **Metodología.** La metodología de estudio es correlacional, no experimental, transversal descriptivo; se utilizó el método del PCI.
- **Resultados.** Se llegó a los siguientes resultados: de acuerdo a resultados los Kilómetros 1, 2, 3, 4, 5 y 6, con un PCI ponderado igual a 52.63 (Regular), 53.63 (Regular), 54.88 (Regular), 40.80 (Regular – Malo), 49.41 (Regular) y 46.21 (Regular) respectivamente.
- **Conclusión.** Se concluye que, las principales fallas que más afectan en la evaluación del pavimento rígido en la Avenida Chiclayo son: grieta de esquina (22), losa dividida (23), grieta lineal (28), parche grande (29), parche pequeño (30), pulimiento de agregados (31), grieta de retracción y descascaramiento de juntas (39) de niveles de severidad bajo, medio y alto.

2.1.3 Antecedentes internacionales.

PATOLOGIA DE PAVIMENTOS RIGIDOS DE LA CIUDAD DE ASUNCIÓN–URUGUAY [14]:

- **Objetivos:** Realizar una evaluación de diversos pavimentos rígidos construidos en calles y avenidas de la comuna asuncena.
- **Metodología:** La metodología fue descriptiva, no experimental, corte transversal y analítica.

- Resultados: El resultado que se encontraron son las patologías como las juntas, tanto longitudinales como transversales, muestran en su totalidad deficiencias de sellado de severidad alta. La falta de cuidado de las juntas del pavimento rígido permite la entrada de materiales extraños que restringen la dilatación de las losas los pavimentos estudiado se califica como Regular.
- Conclusión: En conclusión, el estudio del aporte estructural del pavimento empedrado, realizado en otros trabajos de investigación, así también, las bases de elevada rigidez (como es el caso del empedrado) no acompañan las deformaciones de las losas de hormigón hidráulico y son causantes de mayores esfuerzos en las mismas.

DETERIOROS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RIGIDOS [15]:

- Objetivos: Identificar las fallas que sufren los pavimentos flexibles y rígidos, y otorgar soluciones para la conservación y rehabilitación de los mismos, al mínimo costo y con el más eficiente resultado posible.
- Metodología: La verificación del mal estado de estos tramos la hice solamente con inspección visual, lo que bastó para verificar el deterioro de éste.
- Resultados: Dada la severidad de los diversos tipos de deterioros encontrados tales como baches en gran parte de ellos, desintegración del pavimento, alta cantidad de fisuras y grietas de diferentes tipos, levantamiento localizado, y todas las causas que conllevan a estos deterioros las cuales se explicaron con anterioridad.
- Conclusión: Para que los fondos destinados a mantención sean ocupados en forma eficiente, es necesario inspeccionar los pavimentos frecuente y minuciosamente.

DETECCIÓN, TRATAMIENTO Y PREVENCIÓN DE PATOLOGIAS

EN SISTEMAS DE CONCRETO ESTRUCTURAL UTILIZADOS EN INFRAESTRUCTURA INDUSTRIAL [16]:

- **Objetivos:** Desarrollar un procedimiento de detección, tratamiento y prevención de patologías en sistema de concreto estructural y realizar su aplicación a un caso de estudio en infraestructura industrial.
- **Resultados:** Los resultados obtenidos se relacionan con características como la permeabilidad, porosidad y la difusión del concreto. El concreto sufre patología a causa de productos de su composición.
- **Conclusión:** Se considera que los profesionales de ingeniería civil no han desarrollado la conciencia necesaria para establecer normativa que trate aspectos de durabilidad, reparación y mantenimiento de estructuras de concreto.

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DEL PAVIMENTO EN LA RED VIAL DEL BARRIO LOS CARACOLES EN LA CIUDAD DE CARTAGENA. UNIVERSIDAD DE CARTAGENA [17]:

- **Objetivos:** Elaborar un diagnóstico de los daños presentes en el pavimento rígido de la malla vial del barrio Los Caracoles de la Ciudad de Cartagena, realizando una inspección de campo basada en el manual de inspección visual de pavimentos rígidos del Instituto Nacional de vías para obtener la información detallada de las diferentes patologías presentes y poder determinar la situación actual de la red estudiada.
- **Metodología:** Este proyecto propone una investigación de tipo descriptivo donde se manejarán conceptos tanto cualitativos como cuantitativos durante su realización.
- **Resultados:** En el barrio Los Caracoles si existe influencia de las empresas de servicios públicos en el deterioro del pavimento del barrio estudiado, además de la calificación y cuantificación de los diferentes daños que se presentan.

- Conclusión: Basados en los estudios realizados en la zona se pudo identificar que para el tiempo de servicio de estos pavimentos la cantidad de daños encontrados es relativamente baja.

DESARROLLO DEL INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS UTILIZANDO DATOS LTPP A TRAVÉS DEL MODELADO DE ECUACIONES ESTRUCTURALES-2016 [18]:

- Objetivos: Determinar los coeficientes de angustia según las calificaciones subjetivas.
- Metodología: La metodología SEM trató el índice de angustia general como una variable latente, mientras que varias angustias se trataron como factores de influencia endógenos y otros factores como la edad, el espesor de la capa, el tipo de material, el clima, el medio ambiente y el tráfico, fueron variables observadas exógenas.
- Conclusión: Concluyendo que el método SEM modeló las contribuciones de diversas angustias, así como la influencia de otros factores en la condición general de angustia en el pavimento.

2.2 Marco teórico.

2.2.1 Pavimento.

Según [19]. El pavimento está constituido 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 subrasante 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.

Según [20]. El pavimento es un Conjunto de capas superpuestas, relativamente paralelas, de varios centímetros de espesor, de materiales de diversas características, adecuadamente compactados, que se construyen sobre la subrasante obtenida por el movimiento de tierras y que han de soportar las cargas del tránsito durante varios años sin presentar deterioros que afecten la seguridad y la comodidad de los usuarios o la propia integridad de la estructura.

Según [21]; 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), es decir, son todas las capas que lo conforman y las que se denominan comúnmente capa superficial, base, subbase.

Clasificación de los pavimentos.

Según [19]. Los pavimentos se clasifican en: pavimentos flexibles, pavimentos semirrígidos o semiflexibles, pavimentos rígidos y pavimentos articulados. Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase. No obstante puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra.

a) Pavimentos semi-rígidos: Aunque este tipo de pavimentos guarda básicamente la misma estructura de un pavimento flexible, una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con un aditivo que puede ser: asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos. El empleo de estos aditivos tiene la finalidad básica de corregir o modificar las propiedades mecánicas de los materiales locales que no son aptos para la construcción de las capas del pavimento, teniendo en cuenta que los adecuados se encuentran a distancias tales que encarecerían notablemente los costos de construcción.

- b) Pavimentos rígidos: Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionado, la cual se denomina subrasante del pavimento rígido. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. Además como el concreto es capaz de resistir, en cierto grado, esfuerzos a la tensión, el comportamiento de un pavimento rígido es suficiente satisfactorio aun cuando existan zonas débiles en la subrasante. La capacidad estructural de un pavimento rígido depende de la resistencia de las losas y, por lo tanto, el apoyo de las capas subyacentes ejerce poca influencia en el diseño del espesor del pavimento.
- c) Pavimentos articulados: Los pavimentos articulados están compuestos por una capa de rodadura que está elaborada con bloques de concreto prefabricados, llamados adoquines, de espesor uniforme e iguales entre sí. Esta puede ir sobre una capa delgada de arena la cual, a su vez se apoya sobre una capa de base granular o directamente sobre la subrasante, dependiendo de la calidad de esta y de la magnitud y frecuencia de las cargas que circulan por dicho pavimento.

Funciones de las capas de un pavimento rígido.

- a) La subbase: Según [19]. La función más importante es impedir la acción del bombeo en las juntas, grietas y extremos del pavimento. Se entiende por bombeo a la fluencia de material fino con agua fuera de la estructura del pavimento, debido a la infiltración de agua por las juntas de las losas. El agua que penetra a través de las juntas licua el suelo fino de la subrasante facilitando así su evacuación a la superficie bajo la presión ejercida por las cargas circulantes a través de las losas.
- Servir como capa de transición y suministrar un apoyo uniforme, estable y permanente del pavimento.
 - Facilitar los trabajos de pavimentación.

- Mejorar el drenaje y reducir por tanto al mínimo la acumulación de agua bajo el pavimento.
- Ayudar a controlar los cambios volumétricos de la subrasante y disminuir al mínimo la acción superficial de tales cambios volumétricos sobre el pavimento.
- Mejorar en parte la capacidad de soporte del suelo de la subrasante.

b) Losa de concreto: Las funciones de la losa en el pavimento rígido son las mismas de la carpeta en el flexible, más la función estructural de soportar y transmitir en nivel adecuado los esfuerzos que le apliquen.

2.2.2 Diseño de pavimentos.

Es el proceso por el cual los componentes estructurales: carpeta asfáltica o losa de concreto, base, subbase, subrasante (compactada), de un segmento de carretera son determinados tomando en consideración la naturaleza de la subrasante, las consideraciones ambientales, densidad y composición del tráfico y las condiciones de mantenimiento [20]. En forma resumida el diseño de la estructura del pavimento es: Establecer espesores y rigideces de los materiales para mantener la vía bajo un cierto nivel de deterioro y confort.

2.2.3 Evaluación de pavimentos.

osorio11 Según [22]. La evaluación de pavimentos consiste en un informe, en el cual se presenta el estado en el que se halla la superficie del mismo, para de esta manera poder adoptar las medidas adecuadas de reparación y mantenimiento, con las cuales se pretende prolongar la vida útil de los pavimentos, es así, que es de suma importancia elegir y realizar una evaluación que sea objetiva y acorde al medio en que se encuentre.

2.2.4 Importancia de evaluación de pavimentos.

Según [21]. La evaluación de pavimentos es importante, pues permitirá conocer a tiempo los deterioros presentes en la superficie, y de esta manera realizar las correcciones, consiguiendo con ello brindar al usuario una serviciabilidad óptima. Con la realización de una evaluación periódica del pavimento se podrá predecir el nivel de vida de una red o un proyecto.

2.2.5 Curva de comportamiento de los pavimentos.

La curva de comportamiento de los pavimentos es la representación histórica de la calidad del pavimento [21]. Para analizar el comportamiento funcional del pavimento se necesita información de calidad de rodadura durante el periodo de estudio y de los datos históricos del tránsito que se han solicitado al pavimento durante ese periodo. Con la ayuda del índice de serviciabilidad o el índice de condición de un pavimento versus el tiempo o el número de ejes equivalentes, se puede graficar la degradación del pavimento, consiguiendo de esta manera visualizar el tiempo en el que un pavimento necesitará una rehabilitación, consiguiendo con esto incrementar la vida útil del pavimento.

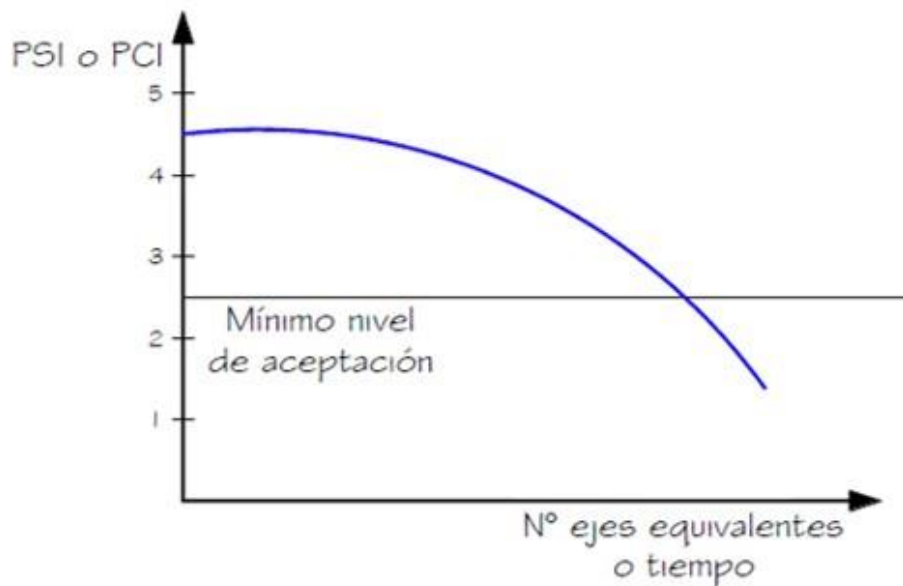


Figura 2.1: Curva de comportamiento de un pavimento.
Fuente:(Armijos, S. (2009)).

2.2.6 Tipos de evaluación de pavimentos.

Existen diversos métodos de evaluación de pavimentos, que son aplicables a calles y carreteras, entre los aplicables al presente estudio están [21]:

- VIZIR
- FHWA / OH99 / 004
- ASTM D 6433-9
- Índice de Condición del Pavimento (PCI – Pavement Condition Index)

2.2.7 Patología en pavimentos.

Según [22]. La patología es el estudio de las enfermedades en su amplio sentido, es decir, como procesos o estados anormales de causas conocidas o desconocidas. La palabra deriva de pathos, vocablo de muchas acepciones, entre las que están: “todo lo que se siente o experimenta, estado del alma, tristeza, pasión, padecimiento, enfermedad”. Diferentes mecanismos pueden dar origen a las mismas

manifestaciones patológicas. Causas y efectos de las principales manifestaciones patológicas estructurales.

2.2.8 Tipos de falla.

Las fallas en los pavimentos pueden ser divididas en dos grandes grupos que son fallas de superficie y fallas en la estructura [21].

Fallas de superficie.

Son las fallas en la superficie de rodamiento, debidos 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.

Fallas estructurales.

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 [20].

2.2.9 Fallas estructurales.

Según [23]. Según el manual de daños en vías con superficie en concreto de cemento Portland las patologías se clasifican en:

A. Piel De Cocodrilo. Son llamadas a las apariciones de pequeñas grietas longitudinales o transversales provocadas por la fátiga del pavimento y esto se debe a causa de la mala clasificación del pavimento y el mal conteo vehicular [23].



Figura 2.2: Piel de cocodrilo de alta severidad.

Fuente:(Sergio Navarro, 2008).

B. Exudación. Es un material bituminoso en la superficie del pavimento, formando una superficie brillante, cristalina y reflectora que llega a ser pegajosa. Se origina por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de sellante asfáltico o un bajo contenido de vacíos de aire. Se expande a la superficie del pavimento cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla en medio de altas temperaturas ambientales. Su medida es en metros cuadrados de área afectada. Se mide en metros cuadrados [23].

Nivel de severidad:

- L: Ocurre en un grado muy ligero y se detecta a pocos días del año, el asfalto no se pega a los zapatos o a los vehículos.
- M: Ocurre cuando el asfalto se pega a los zapatos y vehículos únicamente a pocas semanas del año.
- H: Ocurre cuando el asfalto de forma extensa y gran cantidad se pega a los zapatos y vehículos durante varias semanas al año.



Figura 2.3: Exudación de alta severidad.
Fuente:(Sergio Navarro, 2008).

C. Agrietamiento en Bloque. Son presentados por el asentamiento variado de la rasante, también influye el lavado de material granular con el material fino causados por las precipitaciones y la junta asfáltica no cumple el requerimiento necesario [23].



Figura 2.4: Agrietamiento en bloque de alta severidad.
Fuente:(Sergio Navarro, 2008).

D. **Abultamientos y Hundimientos.** Son producidos por la mala compactación y mal estudio de la rasante generando a si variaciones de nivel de la rasante, la superficie del pavimento. Pueden ser causados por varios factores: Levantamiento o combadura de losas de concreto de cemento Portland con una sobre carpeta de concreto asfáltico.

- Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo). Infiltración y elevación del material en una grieta en combinación con las cargas del tránsito. Los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento. Se miden en metros lineales [23].



Figura 2.5: Abultamiento y hundimiento de alta severidad.
Fuente:(Sergio Navarro, 2008).

E. Corrugación. Las corrugaciones son más conocidas como (sartanejas) que en el método del PCI se puede calcular por metro cuadrado, las corrugaciones son de nivel bajo cuando no influye en la calidad del rodaje del vehículo, los de nivel medio si producen efecto sobre la calidad de rodadura, los de nivel alto si producen un producto negativo sobre la rodadura [23].

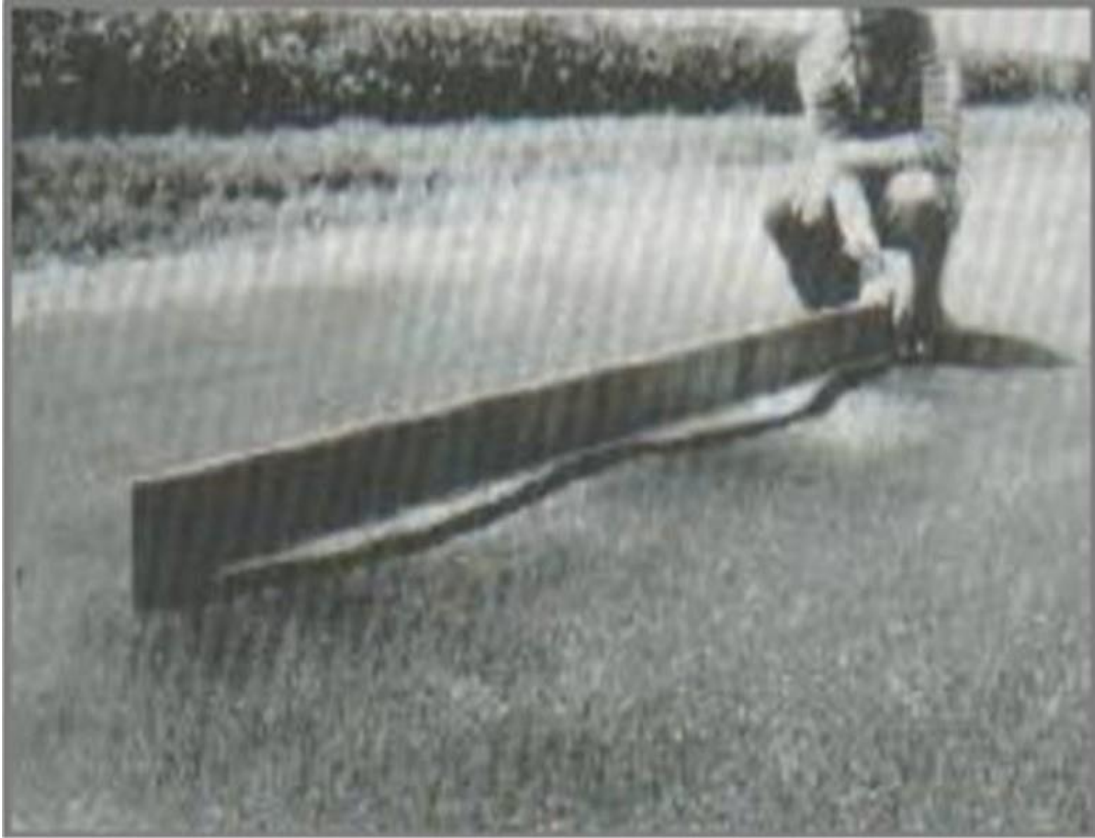


Figura 2.6: Corrugación de alta severidad.
Fuente:(Sergio Navarro, 2008).

F. Depresión. La depresión solo se puede ser vista cuando hay precipitaciones, estas precipitaciones generan un almacenamiento en el pavimento que forma un baño de pájaros una vez que este pavimento esta seca las depresiones se ubican con manchas suaves causadas por la precipitación. Las depresiones son causadas por la variación de las sub rasantes (asentamientos) [23].

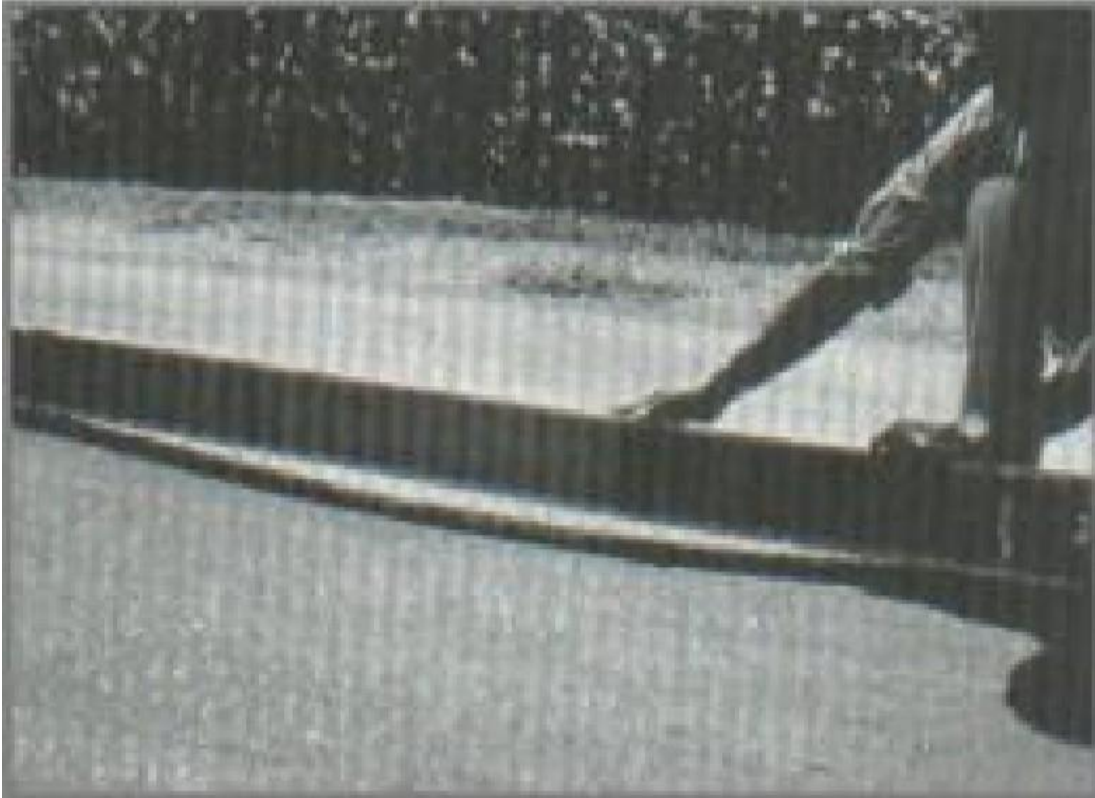


Figura 2.7: Depresión de alta severidad.

Fuente:(Sergio Navarro, 2008).

G. Grieta de Borde. Las grietas de borde se presentan en el eje del pavimento longitudinal separadas a una distancia 0.30 a 0.60 m entre las grietas el motivo de estas grietas es causadas por las sobrecargas vehicular, climas que afecta mucho en el proceso constructivo del pavimento para que aparezca esta grieta de borde esta sobre un suelo expansivo [23].



Figura 2.8: Grieta de borde de alta severidad.

Fuente:(Sergio Navarro, 2008).

H. Desnivel Carril/Berma. Este daño se produce por el asentamiento de la berma cuando las carpetas del pavimento no tienen diferencia de altura respectiva a la altura de la berma, se pueden clasificar por niveles bajo medio alto [23].

- Los de nivel bajo es cuando hay una elevación sobre el borde de la berma.
- Los de nivel medio es cuando existe una diferencia de altura de 51 a 102 mm entre el pavimento y la berma.
- Los de nivel alto son cuando el asentamiento supera al 102 mm entre pavimento y la berma.

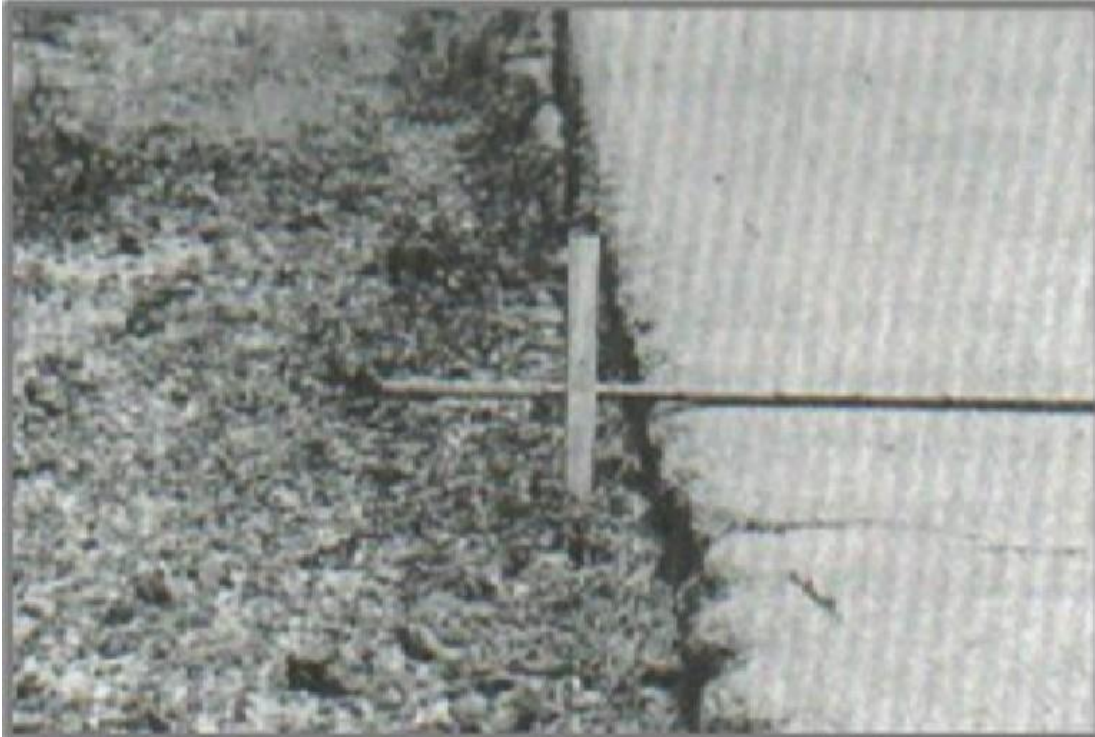


Figura 2.9: Desnivel carril/berma de alta severidad.

Fuente:(Sergio Navarro, 2008).

I. Grietas Longitudinales y Transversales. Las grietas se presentan en el eje del pavimento ya sea transversalmente o longitudinalmente pudiendo causar las contracciones del pavimento asfáltico, estas grietas generan que el pavimento tenga una vida útil menor al diseño, estas grietas se presentan generalmente de ángulos rectos al eje de pavimento construido [23].



Figura 2.10: Grietas longitudinales y transversales de alta.

Fuente:(Sergio Navarro, 2008).

J. Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos. Los parches se hacen con las emulsiones asfálticas ya sea en frío o en caliente para poder dar una horizontalidad en el pavimento este parcheo se utilizan cuando hay baches o asentamientos para así cubrir las áreas afectadas y dar una mejor comodidad en la rodadura del vehículo estos parches se clasifican en bajo, medio, alto.

Los parches se pueden medir por metros cuadrados que es el área afectada, según su clasificación de área afectada [23].



Figura 2.11: Parcheo y acometidas de alta severidad.

Fuente:(Sergio Navarro, 2008).

K. Pulimento de Agregados. Estas fallas son cuando la superficie de rodadura se vuelve sensible y anti adherentes generando así la pérdida del agregado grueso, este tipo de daño son causados por repetición de cargas de los vehículos se puede obtener mediante un ensayo de resistencia al deslizamiento (péndulo) [23].



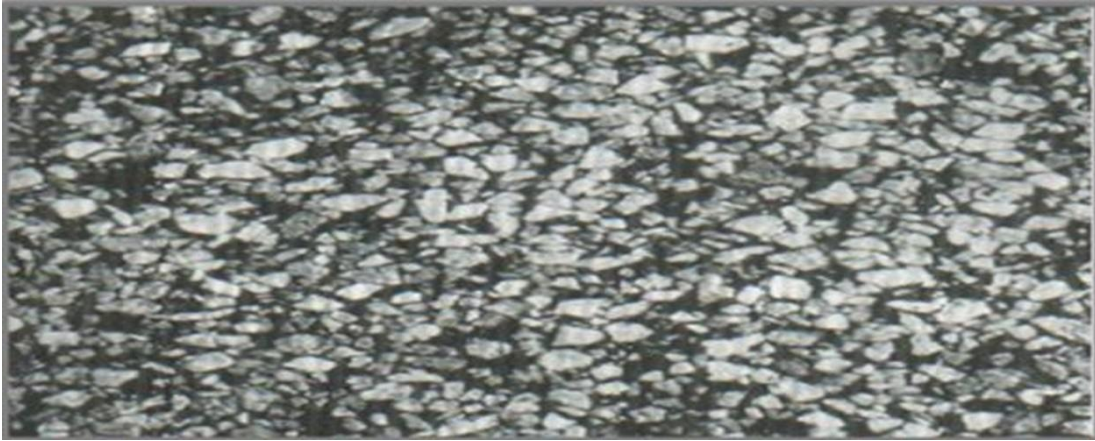


Figura 2.12: Pulimiento de agregados.

Fuente:(Sergio Navarro, 2008).

Estos daños de huecos son depresiones de pequeñas superficies normal mente son con diámetros menores de 0.90 m con bordes aguzados como también lados verticales en alrededores de la zona superior. Los huecos con frecuencia son daños asociados a la condición de la estructura y no tenemos que confundir con meteorización o con el otro que es el desprendimiento.

Estos huecos son causados por la acumulación de agua dentro del mismo, como también son producidos cuando el tráfico, vehículos arranan pequeños pedazos de la superficie cabe decir que son puntos débiles s con subrasante o base como también alcanza una condición de severidad alta.



Figura 2.13: Hueco alta severidad.
Fuente:(Sergio Navarro, 2008).

L. Cruce de Vía Férrea. Estas fallas son afectadas al cruce vía férrea, abultamientos o depresiones y se mide en metros cuadrados [23].

Nivel de severidad:

- L: Calidad de severidad baja de tránsito.
- M: Calidad de severidad media de tránsito.
- H: Calidad de severidad alta de tránsito.



Figura 2.14: Cruce de vía férrea de alta severidad.

Fuente:(Sergio Navarro, 2008).

M. Ahuellamiento. Estas fallas son depresiones en la superficie bajo las huellas de las ruedas. De los niveles de severidad. Pero en muchos casos, este es visible después de que llueva, cuando las huellas de las ruedas queden con residuos de agua. “La falla de ahuellamiento se deriva de una deformación en cualquier capa del pavimento o la subrasante, usualmente producida por el movimiento lateral o consolidación de los materiales debido al peso del tránsito.

Los ahuellamiento también podemos medir en metros cuadrados (o pies cuadrados) del área afectada, como también podremos calcular colocando una regla perpendicular a la misma dirección, midiendo la profundidad para así poder calcular la profundidad [24].



Figura 2.15: Ahuellamiento de alta severidad.

Fuente:(Sergio Navarro, 2008).

N. Desplazamiento. Estas grietas son parabólicas por deslizamiento y su forma de medida es luna creciente, con sus picos hacia el sentido del tránsito.

Usualmente este tipo de daños se encuentran presentes en una mezcla asfáltica de resistencia baja, pobre en algunas oportunidades, entre la capa y la superficie del pavimento.

Estas fallas ocurren cuando el pavimento asfáltico confinado, pavimentos de concreto. Como también pueden ser causadas por pavimentos sobre subrasantes muy malos o frágiles, que genera deflexión excesiva en los mantos asfálticos [24].

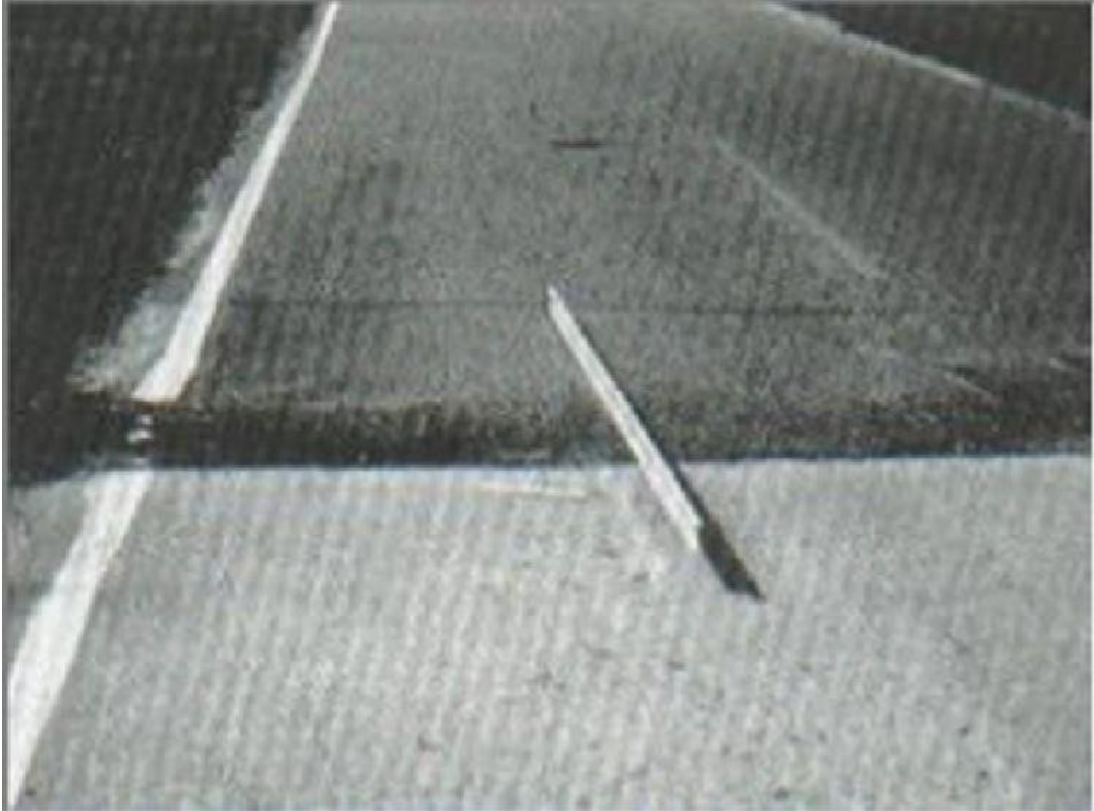


Figura 2.16: Desplazamiento de alta severidad.

Fuente:(Sergio Navarro, 2008).

O. Grietas Parabólicas. Estas fallas son producidas normalmente por las llantas de los vehículos al realizar un frenado o al girar. El daño de esta falla ocurre también en presencia de una mezcla asfáltica de baja resistencia, y la capa siguiente en la estructura del pavimento. La falla no tiene relación alguna con la falla de inestabilidad [24].



Figura 2.17: Grietas parabólicas de alta severidad.

Fuente:(Sergio Navarro, 2008).

P. Hinchamiento. Se caracteriza por tener pandeo hacia arriba del área del pavimento, gradual y onda larga con una medida no mayor a 3.0 m.

Puede estar también acompañado de agrietamiento superficial, el daño es causado por los suelos potencialmente expansivos, y congelamiento.

La severidad no es fácil de ver, pero por el método de límite de velocidad sobre la sección del pavimento, y si hay un hinchamiento se producirá un movimiento hacia arriba [24].



Figura 2.18: Hinchamiento de alta severidad.

Fuente:(Sergio Navarro, 2008).

Q. Desprendimiento de Agregados. Son las pérdidas de la superficie d debido a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado.”El daño indica que el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable, que la mezcla presente es de baja calidad. Sus medidas son en metros cuadrados de áreas afectadas. De forma considerable los agregados, la textura superficial es muy rugosa y severamente con hoyos donde tienen un diámetro menor a 10.0 mm como también las profundidades no menores a 13.00 mm, donde consideraremos huecos [24].



Figura 2.19: Desprendimiento de agregados de alta severidad.
Fuente:(Sergio Navarro, 2008).

III. HIPÓTESIS.

3.1 Hipótesis general.

La evaluación de las patologías, determinarán el índice de condición del estado actual del pavimento rígido en el jirón 24 de Junio nos permitirá establecer el estado actual de dicho pavimento.

3.2 Hipótesis específicas.

1. La evaluación de la patología de sello de junta, corresponde al índice valorado de muy malo determinando el índice de condición del pavimento.
2. La evaluación de la patología de pulimento de agregado, corresponde al índice valorado de muy malo determinando el índice de condición del pavimento.

IV. METODOLOGÍA.

4.1 Tipo y nivel de la investigación.

Toda la investigación será del tipo descriptivo, cuantitativo, no experimental y de corte transversal. Es descriptivo, porque detalla la realidad sin alterarla por ningún motivo. Cuantitativo, porque predominan los valores numéricos, busca las causas, la explicación de los datos recogidos y utiliza mediciones en sitio. No experimental, porque se estudia y analiza el problema tal como se da en el contexto natural, sin necesidad de recurrir a un laboratorio. Es de corte transversal o sincrónica, porque el análisis se realizara en un periodo de tiempo específico, setiembre - 2017 El nivel de la investigación por su misma naturaleza es de tipo descriptivo y explicativo, porque bien se sabe durante la investigación se recolectara datos a través de la visualización y se lograra explicar las características y fenómenos ocurridos.

4.2 Diseño de la investigación.

Para nuestra investigación desarrollaremos siguiendo el método PCI (Índice de Condición de Pavimentos), el que nos permitirá determinar el índice de condición del pavimento, siendo esta específicamente concreto hidráulico, dicho índice se podrá calificar considerando los rangos de calificación del PCI a través de un índice numérico valorado a partir de cero (0) que corresponde a un pavimento fallado o en mal estado, hasta un valor máximo de cien (100) que corresponderá a un pavimento en perfecto estado, estos rangos son:

- La investigación se realizara siguiendo el método PCI, para el desarrollo de la siguiente investigación es posible utilizar software para el procesamiento de los datos.
- Todas las evaluaciones a realizarse será de tipo visual y personalizada. El procesamiento de la información se hará de manera manual, no se utilizara software.
- Recopilación de antecedentes preliminares: En esta etapa se realizará la búsqueda el ordenamiento, análisis y validación de los datos existentes de toda la información necesaria que ayudo a cumplir con los objetivos de este proyecto.
- El estudio de la aplicación del programa de diagnóstico y seguimiento de pavimentos será enfocado al método PCI.

4.3 Población y muestra.

4.3.1 Población.

Para el presente proyecto de investigación, el universo será todo el jr. 24 de junio, distrito San Juan Bautista,, Provincia de huamanga, Departamento de Ayacucho.

4.3.2 Muestra.

Se seleccionaran todo el pavimento rígido del jr. 24 de Junio, distrito San Juan Bautista, provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho, para ser evaluadas.

4.3.3 Muestreo.

El muestreo para la evaluación, se realizara de acuerdo a la metodología del PCI, para ello se seleccionaran los diferentes tipos de patologías que éstas presenten

en el pavimento rígido del jr. 24 de junio, distrito San Juan Bautista,, provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho.

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

4.4 Definición y operacionalización de variables e indicadores.

Ver la Tabla 4.1.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN EL JIRÓN 24 DE JUNIO, DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO, OCTUBRE-2016.		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable independiente:		Nivel de severidad:
	Anomalías sobre la superficie del pavimento como son los parches grandes y parches pequeños.	- Nivel de severidad Baja. - Nivel de severidad Media. - Nivel de severidad Alta.
Patologías presentes en el pavimento rígido existente en el jr. 24 de junio, distrito San Juan Bautista,, provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho.	Anomalías a lo largo del pavimento rígido como grietas lineales y pulimento de agregados.	Tipo de presencia de patologías en forma: - Vertical. - Horizontal. - Oblicuo.
	Anomalías en el interior del pavimento como son las losas divididas.	Grado de afectación: -Alta. -Media. -Baja.
Variable dependiente:		Rango de Calificación del PCI:
Índice de integridad estructural y condición operacional en el pavimento rígido en el jr. 24 de junio, distrito San Juan Bautista,, provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho.	Tipos de patologías que se presentan en el pavimentos del jr. 24 de junio, distrito San Juan Bautista,, provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho.	- 100-85 (Excelente). - 85-70 (Muy buena). - 70-55 (Buena). - 55-40 (Regular). - 40-25 (Malo). - 25-10 (Muy malo). - 10-0 (Fallado).

Tabla 4.1: Matriz de operacionalización de variables.

Fuente: Elaboración propia.

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos de recolección de datos:

4.5.1 Técnicas.

Técnicas de evaluación visual: La técnica que se empleara será la Evaluación Visual y toma de datos a través de formulario como instrumento de recolección de datos en la muestra según el muestreo establecido. La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

- Wincha para medir las longitudes de los daños.
- Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.
- Cámara fotográfica
- Computadora(software)
- Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.

4.6 Plan de análisis.

Los resultados estarán comprendidos en lo siguiente:

- La Ubicación del área de estudio.
- Los Tipos de patologías existentes en el pavimento rígido.
- Nivel de Índice de Condición de Pavimento en que se encuentre en la actualidad.
- Cuadros del ámbito de la investigación.
- Cuadros estadísticos de las Patologías existentes en el pavimento rígido.

4.7 Matriz de consistencia.

Ver la Tabla 4.2.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN EL JIRON 24 DE JUNIO, DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO, OCTUBRE-2016.				
PROBLEMA	OBJETIVOS	JUSTIFICACIÓN	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
¿¿Cómo influyen las patologías del pavimento rígido existente en el Jr. 24 de junio, distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho; y cuál es el grado que presentan las diferentes patologías en los pavimentos rígidos?	<p>Objetivo general: Determinar el Índice de Condición del Pavimento rígido, Jr. 24 de junio, distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, a partir de la determinación y Obtenición de las patologías del concreto.</p> <p>1. Determinar el índice de condición del pavimento a través de la patología Sello de Junta.</p> <p>2. Obtener el Índice de Condición de Pavimento rígido en el Jr. 24 de junio, distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.</p>	<p>Es importante conocer el estado actual del pavimento, así como las causas de las patologías que lo ocasionan, a partir del cual se podrá tomar decisiones más acertadas, para lo cual se deberá realizar un estudio de patologías del concreto, haciéndonos conocer el grado de perjuicio de cada una de las patologías sobre la condición actual del pavimento.</p>	<p>Hipótesis general: La evaluación de las patologías, determinarán el índice de condición del estado actual del pavimento rígido en el jirón 24 de Junio nos permitirá establecer el estado alctual de dicho pavimento.</p> <p>Hipótesis específicas: 1. La evaluación de la patología de sello de junta, corresponde al índice valorado de muy malo determinando el índice de condición del pavimento. 2. La evaluación de la patología de pulimento de agregado, corresponde al índice valorado de muy malo determinando el índice de condición del pavimento.</p>	<p>Tipo: Nivel: El proyecto de investigación es de nivel cualitativo. Enfoque: La investigación tiene un enfoque descriptivo. Diseño: Elaborar, buscar, analizar y diseñar los instrumentos para evaluar el estado del pavimento rígido en el Jr. 24 de junio, distrito de San Juan Bautista. Universo y muestra: El universo o población es indeterminada. La población comprende Pavimento rígido en el Jr. 24 de junio, distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.</p>

Tabla 4.2: Matriz de consistencia.

Fuente: Elaboración propia.

4.8 Principios éticos.

4.8.1 Protección de personas.

La persona en toda investigación es el fin y no el medio, por ello necesita cierto grado de protección, el cual se determinará de acuerdo al riesgo en que incurran y la probabilidad de que obtengan un beneficio.

En las investigaciones en las que se trabaja con personas, se debe respetar la dignidad humana, la identidad, la diversidad, la confidencialidad y la privacidad. Este principio no sólo implica que las personas que son sujetos de investigación participen voluntariamente y dispongan de información adecuada, sino también involucra el pleno respeto de sus derechos fundamentales, en particular, si se encuentran en situación de vulnerabilidad.

4.8.2 Cuidado del medioambiente y la biodiversidad.

Las investigaciones que involucran el medio ambiente, plantas y animales, deben tomar medidas para evitar daños. Las investigaciones deben respetar la dignidad de los animales y el cuidado del medio ambiente incluido las plantas, por encima de los fines científicos; para ello, deben tomar medidas para evitar daños y planificar acciones para disminuir los efectos adversos y maximizar los beneficios.

4.8.3 Libre participación y derecho a estar informado.

Las personas que desarrollan actividades de investigación tienen el derecho a estar bien informados sobre los propósitos y finalidades de la investigación que desarrollan, o en la que participan; así como tienen la libertad de participar en ella, por voluntad propia. En toda investigación se debe contar con la manifestación de voluntad, informada, libre, inequívoca y específica; mediante la cual las personas como sujetos investigados o titular de los datos consiente el uso de la información para los

fines específicos establecidos en el proyecto.

4.8.4 Beneficencia no Maleficencia.

Se debe asegurar el bienestar de las personas que participan en las investigaciones. En ese sentido, la conducta del investigador debe responder a las siguientes reglas generales: no causar daño, disminuir los posibles efectos adversos y maximizar los beneficios.

4.8.5 Justicia.

El investigador debe ejercer un juicio razonable, ponderable y tomar las precauciones necesarias para asegurar que sus sesgos, y las limitaciones de sus capacidades y conocimiento, no den lugar o toleren prácticas injustas. Se reconoce que la equidad y la justicia otorgan a todas las personas que participan en la investigación derecho a acceder a sus resultados. El investigador está también obligado a tratar equitativamente a quienes participan en los procesos, procedimientos y servicios asociados a la investigación.

4.8.6 Integridad física.

La integridad o rectitud deben regir no sólo la actividad científica de un investigador, sino que debe extenderse a sus actividades de enseñanza y a su ejercicio profesional. La integridad del investigador resulta especialmente relevante cuando, en función de las normas deontológicas de su profesión, se evalúan y declaran daños, riesgos y beneficios potenciales que puedan afectar a quienes participan en una investigación. Asimismo, deberá mantenerse la integridad científica al declarar los conflictos de interés que pudieran afectar el curso de un estudio o la comunicación de sus resultados.

V. RESULTADOS.

5.1 Resultados.

Nuestro trabajo después de la fase de campo y de gabinete demuestra que el pavimento rígido del Jr. 24 de junio, del distrito de San Juan Bautista en su mayoría presentan patologías de grietas lineales en un 27.69 % , en segundo lugar parche grande con un 24.54 % , en tercer lugar parche pequeño con 17.70% , en cuarto lugar losa dividida con 12.50% y en menor proporción patologías de descascamiento de esquina con un 2.36% todo esto como vimos en las bases teóricas se deben al buen tiempo que tiene la construcción, si no se realiza la rehabilitación se puede llegar hasta tal grado de generar a través de su evolución deterioros mayores como fisuramiento en bloques; baches de profundidad que afecta el tráfico vehicular, además es propicio para acumulación de agua y basura; estas grietas longitudinales y transversales con longitudes que atraviesan en ocasiones más de un tablero de losa. A continuación se muestra los resultados por unidad de muestra a lo largo del Jr. 24 de junio, del distrito de San Juan Bautista, Provincia de Huamanga, región Ayacucho.

5.1.1 Unidad de muestra U1.

La unidad de muestra U1 pertenece al primer tramo del Jr. 24 de junio. Las fallas encontradas fueron con un nivel de severidad de bajo a medio, siendo estas: Punzonamiento, losa dividida, Parche pequeño, descascamiento de esquina, parche grande, pulimento de agregados y grietas lineales. Como se aprecia en la figura 56 el cálculo del PCI es de 24 que corresponde a un pavimento MUY MALO.

CALCULO DEL VRC

CALE: JR. 24 DE JUNIO

MUESTRA: U1(1ra y 2da cuadra)

DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

$$m = 1 + (9/95) * (100 - VAR)$$

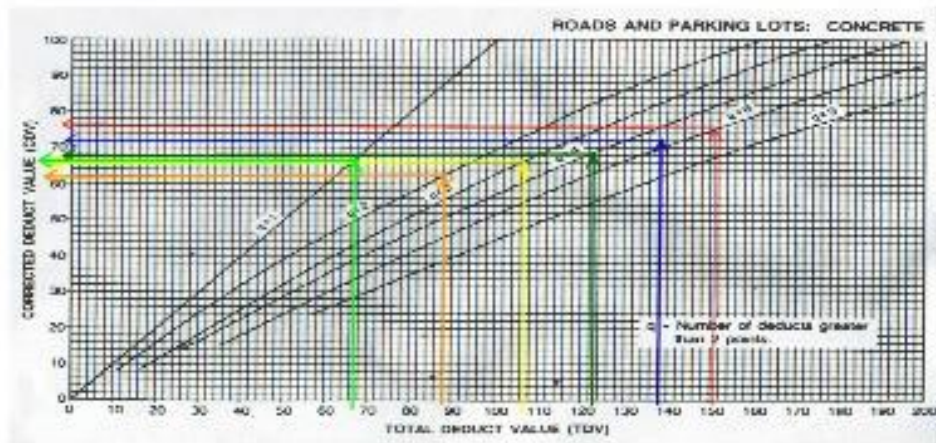
Donde:

m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).

VAR = Valor individual mas alto de VR

$$m = 6.49$$

#	VALOR DE REDUCCION										TOTAL	q	VRC
1	42	26	24	21	20	18					151	6	76
2	42	26	24	21	20	5					138	5	72
3	42	26	24	21	5	5					123	4	68
4	42	26	24	5	5	5					107	3	66
5	42	26	5	5	5	5					88	2	62
6	42	5	5	5	5	5					67	1	67



RANGOS DE CALIFICACION 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

Máximo VRC = 76

PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 100 - 76

PCI = 24

CLASIFICACIÓN:

Muy Malo

Tabla 5.2: Calculo del VRC Y PCI.

Fuente:(Elaboración propia).

JR 24 DE JUNIO – S.J.B.

U1(1ra y 2da cuadra)

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO

24

12	PUNZONAMIENTO	1%	1
11	LOSA DIVIDIDA	12%	10
9	PARCHE PEQUEÑO	10%	9
8	DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA	1%	1
5	PARCHE GRANDE	24%	21
4	PULIMENTO DE AGREGADOS	26%	22
3	GRIETAS LINEALES	26%	22
		100%	86



RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI

Rango	Clasificación
80 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado



Tabla 5.3: Representación Gráfica de las fallas.

Fuente:(Elaboración propia).

5.1.2 Unidad de muestra U2.

La unidad de muestra U2 pertenece al segundo tramo del Jr. 24 de Junio Las fallas encontradas fueron con un nivel de severidad de bajo a medio, siendo estas: Punzonamiento, losa dividida, parche pequeño, parche grande, pulimento de agregados y grietas lineales. Como se aprecia en la figura 59 el cálculo del PCI es de 28 que corresponde a un pavimento MALO.

CALCULO DEL VRC

CALLE: JR. 24 DE JUNIO

MUESTRA: U2 (2da y 3ra cuadra)

DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

$$m = 1 + (9/95) * (100 - VAR)$$

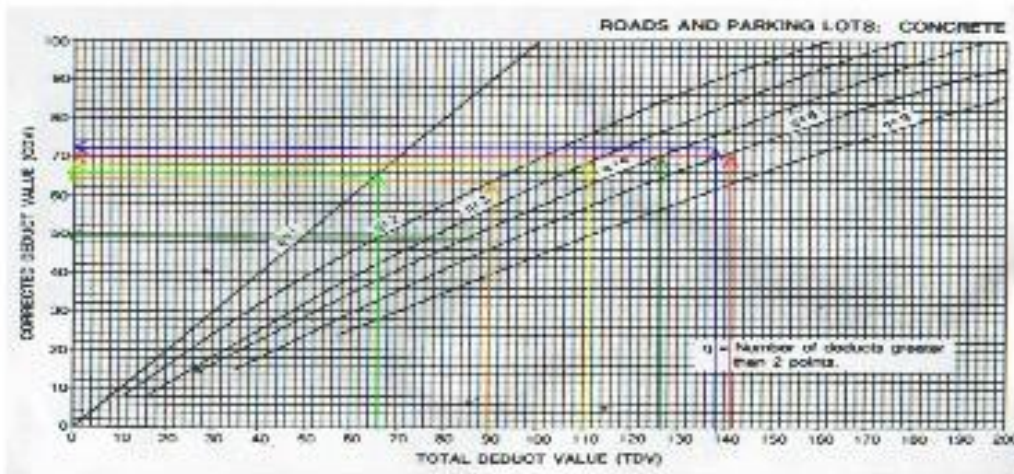
Donde:

m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser mayor o igual a 10).

VAR = Valor individual más alto de VR

$$m = 6.78$$

A	VALOR DE REDUCCION										TOTAL	q	VRC
1	39	29	26	20	17	8				1.6	141	6	70
2	39	29	26	20	17	5				1.6	138	5	72
3	39	29	26	20	5	5				1.6	126	4	70
4	39	29	26	5	5	5				1.6	111	3	68
5	39	29	5	5	5	5				1.6	90	2	64
6	39	5	5	5	5	5				1.6	66	1	66



RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI	
Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Buena
55 - 40	Regular
40 - 25	Mala
25 - 10	Muy Mala
10 - 0	Fallado

Máximo VRC = 72

PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 100 - 72

PCI = 28

CLASIFICACIÓN:

Mala

Tabla 5.5: Calculo del VRC Y PCI.

Fuente:(Elaboración propia).

JR 24 DE JUNIO

U2 (2da y 3ra cuadra)

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO

28

12	PUNZONAMIENTO	3%	2
11	LOSA DIVIDIDA	17%	12
9	PARCHE PEQUEÑO	25%	17
5	PARCHE GRANDE	17%	12
4	PULIMENTO DE AGREGADOS	12%	8
3	GRIETAS LINEALES	26%	18
		100%	69



RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI	
Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Buena
55 - 40	Regular
40 - 25	Mala
25 - 10	Muy Mala
10 - 0	Fallado



Tabla 5.6: Representación Gráfica de las fallas.

Fuente:(Elaboración propia).

CALCULO DEL VRC

CALLE: JR 24 DE JUNIO – S.J.B.

MUESTRA: UB (3ra y 4ta cuadra)

DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

$$m = 1 + (9/95) * (100 - VAR)$$

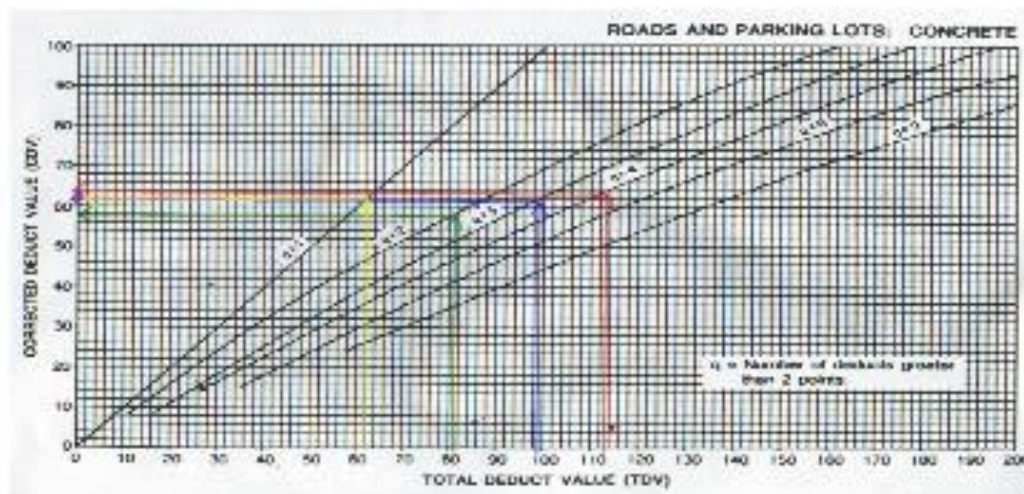
Donde:

m = Número permitido de VRCs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).

VAR = Valor individual más alto de VR

$$m = 6.87$$

#	VALOR DE REDUCCION										TOTAL	q	VRC
1	38	24	23	19	4	3		1.7			113	4	64
2	38	24	23	5	4	3		1.7			99	3	62
3	38	24	5	5	4	3		1.7			81	2	58
4	38	5	5	5	4	3		1.7			62	1	62



RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI	
Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Buena
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Máximo VRC = 64

PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 100 - 64

PCI = 36

CLASIFICACIÓN:

Malo

Tabla 5.8: Calculo del VRC Y PCI.

Fuente:(Elaboración propia).

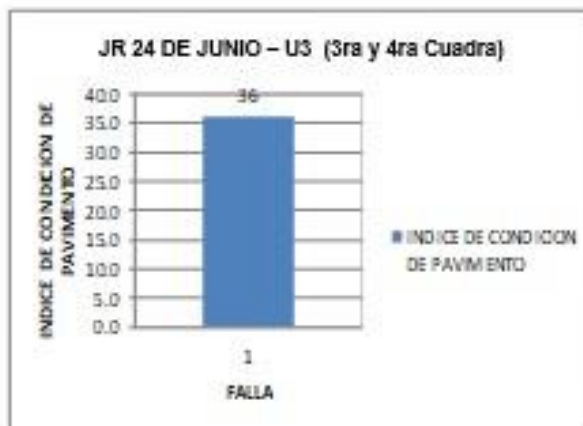
JR 24 DE JUNIO

U3 (3ra y 4ta cuadra)

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO

36

12	PUNZONAMIENTO	0%	4
11	LOSA DIVIDIDA	18%	12
9	PARCHE PEQUEÑO	22%	14
5	PARCHE GRANDE	29%	17
3	GRIETAS LINEALES	30%	20
		100%	67



RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI	
Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Buena
55 - 40	Regular
40 - 25	Mala
25 - 10	Muy Mala
10 - 0	Fallado

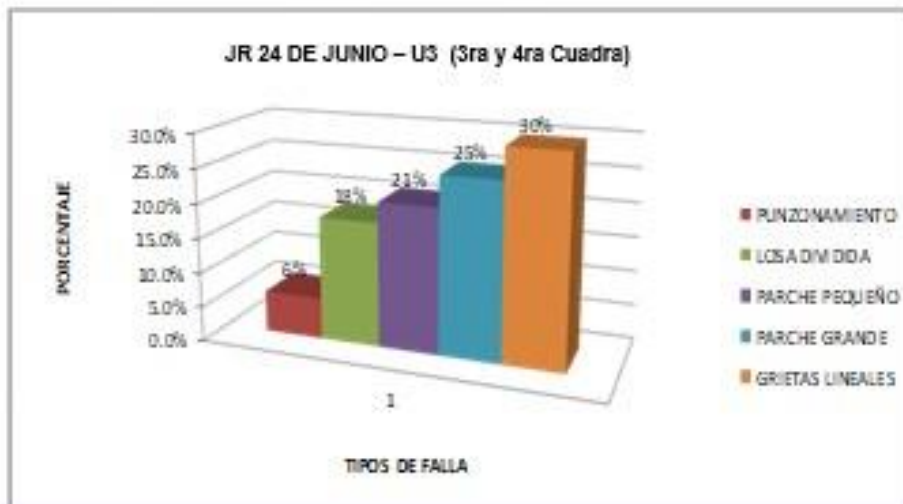


Tabla 5.9: Representación Gráfica de las fallas.

Fuente:(Elaboración propia).

CALCULO DEL VRC

CALLE: JR 24 DE JUNIO – S.J.B.

MUESTRA: U4 (4ta y 5ta cuadra)

DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALAS PERMITIDAS (m)

$$m = 1 + (9/95) * (100 - VAR)$$

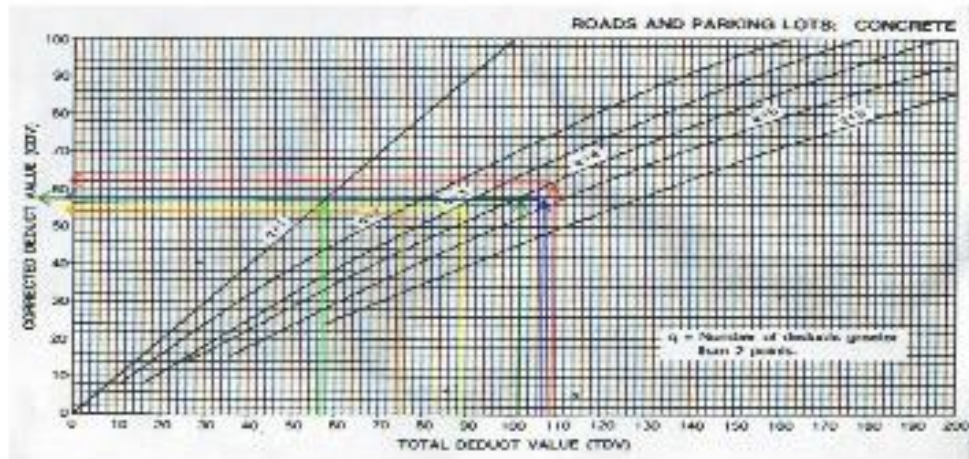
Donde:

m = Número permitido de VRCs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 30).

VAR = Valor individual más alto de VR

$$m = 7.63$$

#	VALOR DE REDUCCION										TOTAL	q	VRC				
1	30	23	29	28	10	7	3			0.6					309	6	62
2	30	23	29	28	10	5	3			0.6					307	5	58
3	30	23	29	28	5	5	3			0.6					302	4	58
4	30	23	29	5	5	5	3			0.6					89	3	36
5	30	23	5	5	5	5	3			0.6					75	2	54
6	30	5	5	5	5	5	3			0.6					57	1	56



RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI	
Rango	Clasificación
100 - 85	Efectuente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Buena
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallido

Máximo VRC = 62

PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 100 - 62

PCI = 38

CLASIFICACION:

Malo

Tabla 5.11: Calculo del VRC Y PCI.

Fuente:(Elaboración propia).

JR 24 DE JUNIO

U4 (4ta y 5ta cuadra)

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO

38

12	PUNZONAMIENTO	9%	5
11	LOSA DIVIDIDA	10%	6
9	PARCHE PEQUEÑO	21%	12
5	PARCHE GRANDE	24%	14
3	GRIETAS LINEALES	36%	21

100% 58



RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI	
Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Buena
55 - 40	Regular
40 - 25	Mala
25 - 10	Muy Mala
10 - 0	Fallido



Tabla 5.12: Representación Gráfica de las fallas.

Fuente:(Elaboración propia).

CALCULO DEL VRC

CALLE: JR 24 DE JUNIO – S.J.B.

MUESTRA: U5 (5ta y 6ta cuadra)

DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

$$m = 1 + (9/95) * (100 - VAR)$$

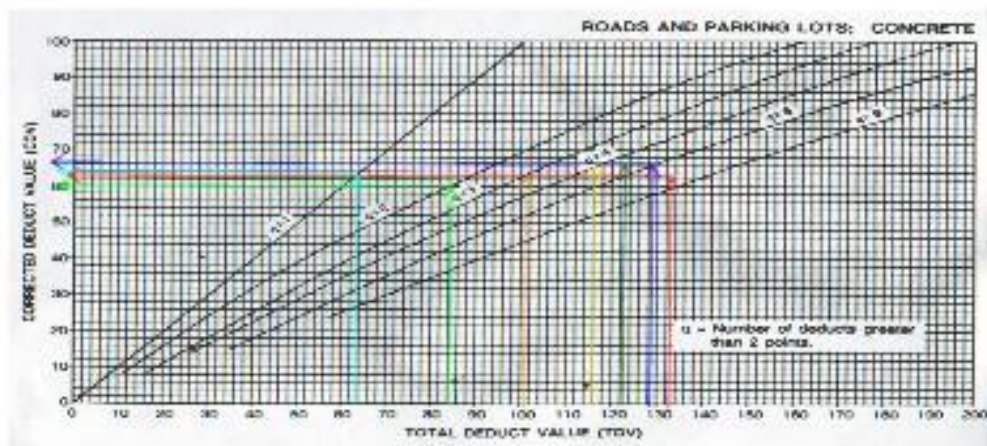
Donde:

m = Número permitido de VRCs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).

VAR = Valor individual más alto de VR

$$m = 7.35$$

a	VALOR DE REDUCCION										TOTAL	q	VRC
	33	26	22	20	12	11	9						
1	33	26	22	20	12	11	9				133	7	63
2	33	26	22	20	12	11	5				129	6	66
3	33	26	22	20	12	5	5				123	5	66
4	33	26	22	20	5	5	5				116	4	66
5	33	26	22	5	5	5	5				101	3	63
6	33	26	5	5	5	5	5				84	2	60
7	33	5	5	5	5	5	5				63	1	64



RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI	
Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Buena
55 - 40	Regular
40 - 25	Mala
25 - 10	Muy Mala
10 - 0	Fallada

Máximo VRC = 66

PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 100 - 66

PCI = 34

CLASIFICACIÓN

Mala

Tabla 5.14: Calculo del VRC Y PCI.

Fuente:(Elaboración propia).

JR 24 DE JUNIO

U5 (5ta y 6ta cuadra)

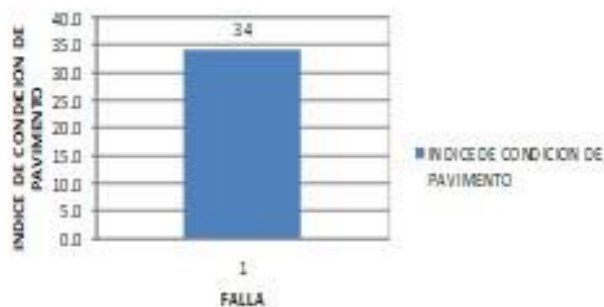
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO

34

12	PUNZONAMIENTO	11%	7
11	LOSA DIVIDIDA	9%	6
9	PARCHE PEQUEÑO	16%	10
8	DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA	3%	2
5	PARCHE GRANDE	28%	18
4	PULIMENTO DE AGREGADOS	5%	3
3	GRETAS LINEALES	23%	15
2	ESCALA	5%	3

100% 64

JR 24 DE JUNIO – U5 (5ta y 6ta Cuadra)



RANGOS DE CALIFICACION DEL PQI

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

JR 24 DE JUNIO – U5 (5ta y 6ta Cuadra)

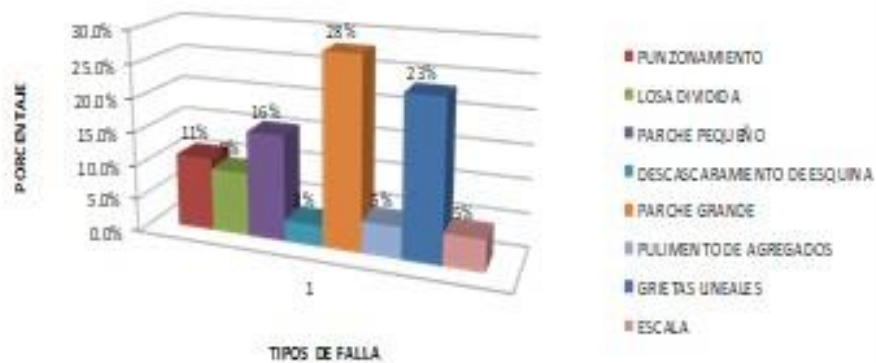


Tabla 5.15: Representación Gráfica de las fallas.

Fuente:(Elaboración propia).

CALCULO DEL VRC

CALLE: JR 24 DE JUNIO – S.J.B.

MUESTRA: **U6 (6ta cuadra)**

DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

$$m = 1 + (9/95) * (100 - VAR)$$

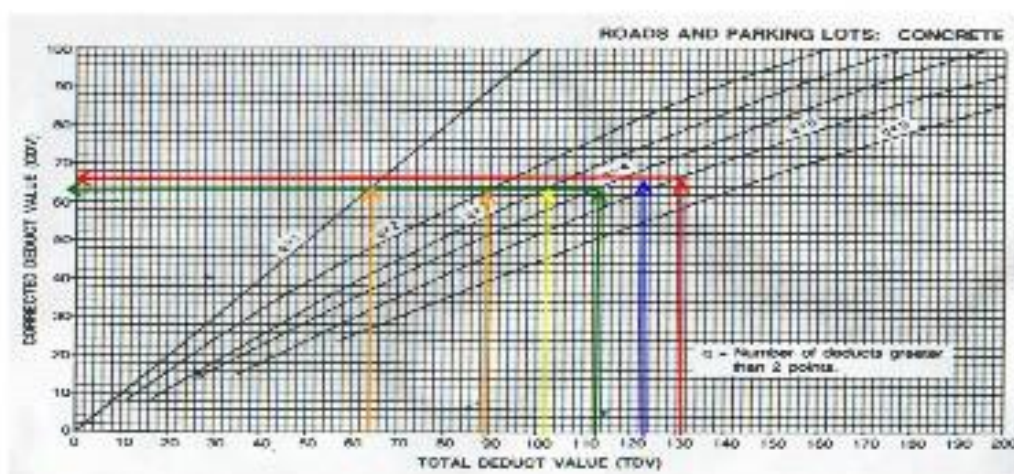
Donde:

m = Número permitido de V% incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 30).

VAR = Valor individual mas alto de VR

$$m = 6.78$$

#	VALOR DE REDUCCION										TOTAL	q	VRC				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
1	39	30	18	16	25	13					0				131	6	66
2	39	30	18	16	25	5					0				123	5	66
3	39	30	18	16	5	5					0				113	4	63
4	39	30	18	5	5	5					0				102	3	63
5	39	30	5	5	5	5					0				89	2	63
6	39	5	5	5	5	5					0				64	1	64



RANGOS DE CALIFICACION 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

Máximo VRC = 66

PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 100 - 66

PCI = 34

CLASIFICACIÓN:

Malo

Tabla 5.17: Calculo del VRC Y PCI.

Fuente:(Elaboración propia).

JR 24 DE JUNIO

U6 (6ta cuadra)

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO

34

12	PUNZONAMIENTO	14%	5
11	LOSA DIVIDIDA	8%	3
9	PARCHE PEQUEÑO	14%	5
8	DESCASCAMIENTO DE ESQUINA	3%	1
5	PARCHE GRANDE	28%	10
4	PULIMENTO DE AGREGADOS	6%	2
3	GRIETAS LINEALES	25%	9
2	ESCALA	3%	1

100% 36



RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI	
Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Buena
70 - 55	Buena
55 - 40	Regular
40 - 25	Mala
25 - 10	Muy Mala
10 - 0	Fallado



Tabla 5.18: Representación Gráfica de las fallas.

Fuente:(Elaboración propia).

Como todas las unidades de muestra han sido inspeccionadas, el valor del PCI

será igual al promedio de los datos obtenidos de cada unidad de muestra inspeccionada. En la Tabla siguiente, se presenta el resumen de los datos obtenidos en el campo.

RESUMEN DE RESULTADOS					
Unidad de Muestra	Calle	PCI Unidad	Descripción	PCI	Descripción
				Sección	
U1	Jr. 24 de Junio - 1ra y 2da cuadra	24	Muy Malo	32	MALO
U2	Jr. 24 de Junio - 2da y 3ra cuadra	28	Malo		
U3	Jr. 24 de Junio - 3ra y 4ta cuadra	36	Malo		
U4	Jr. 24 de Junio - 4ta y 5ta cuadra	38	Malo		
U5	Jr. 24 de Junio - 5ta y 6ta cuadra	34	Malo		
U6	Jr. 24 de Junio - 6ta cuadra	34	Malo		

Tabla 5.19: Resumen del cálculo del PCI.
Fuente:(Elaboración propia).

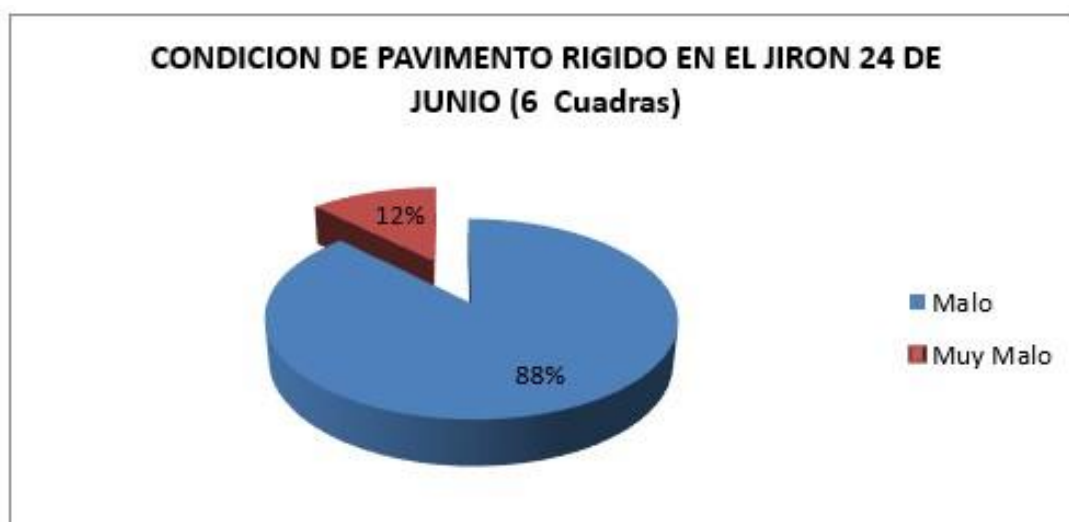


Figura 5.1: Condición de Pavimento Jirón 24 de Junio en porcentaje.
Fuente:(Elaboración propia).

5.2 Análisis de resultados.

Agrupando los resultados desde la unidad de muestra U1 hasta la unidad de muestra U6, se presenta un PCI de 32, lo que corresponde a un pavimento MALO. El mayor valor de PCI lo tiene la unidad de muestra U4, igual a 38 y de condición malo. El menor PCI, de 24, corresponde a la unidad de muestra U1 de estado Muy

Malo. Las fallas más frecuentes encontradas en las distintas unidades de muestra son: Grietas lineales, parche grande y parche pequeño con un nivel de severidad bajo y medio. Este tipo de deterioro del pavimento, se localizaron en todas las unidades de muestra inspeccionadas. A veces cubrían toda el área de la unidad, o parte de ella. Esta investigación ha concluido con la consecución de los objetivos establecidos los cuales son:

- Definir el tipo de patologías de concreto que existen en el pavimento rígido del jirón 24 de junio del distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho.
- Calcular el Índice de Condición de Pavimento del pavimento rígido del jirón 24 de junio del distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho.
- Evaluar la integridad estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie del jirón 24 de junio del distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho.

VI. CONCLUSIONES.

- Las patologías encontradas en el pavimento rígido del jirón 24 de junio del distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, departamento Ayacucho, son: El punzonamiento, losa dividida, parche pequeño, descascaramiento de esquina, parche grande, pulimento de agregados, grietas lineales y escala.
- El índice promedio de condición de pavimento, para el pavimento rígido del jirón 24 de junio del distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, región Ayacucho, es $PCI = 32$ y en concordancia con la escala de evaluación del PCI, se concluye que su estado de conservación es “MALO”.
- Se ha determinado el estado en que se encuentra el pavimento rígido en el Jirón 24 de junio del distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, Departamento Ayacucho. Se inspeccionaron un total de 06 unidades de muestra obteniendo los siguientes resultados (Gráfico N° 27) El 12.37 % del total de unidades de muestra inspeccionadas presentan un estado de pavimento muy malo (PCI entre 10 y 25); un 87.63 % de unidades en estado malo (PCI entre 25 y 40).

ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.

- Es indispensable contar con una etapa de estudios y diseños que debe preceder cualquier actividad de construcción que sean referentes a obras civiles y abarcar todas las recomendaciones y especificaciones técnicas para el adecuado comportamiento de un pavimento rígido.
- Se sugiere Rehabilitar el pavimento rígido de todo el Jirón 24 de junio por estar muy deteriorado con PCI “MALO”.
- Recuerde siempre los daños en un pavimento se deben presentar como resultado de los esfuerzos por aplicación de cargas durante la vida útil y no como consecuencia de problemas en el concreto, base de soporte , diseño y estructura o defectos de construcción.
- Es de suma importancia el sellado de juntas por medio de Elastomérico, mortero asfáltico u otros materiales y procedimientos, ya que la incorrecta colocación de estos materiales traerá consigo el desprendimiento del material sellante del concreto y por ende cualquier condición permitirá que suelo o roca se acumule en las juntas, la infiltración de agua en forma importante en la sub rasante de la estructura del pavimento debilitando la capacidad de soporte. La acumulación de material incompresible impide que la losa se expanda y puede resultar en fragmentación, levantamiento o descascamiento de los bordes de la junta. Un material llenante adecuado y un correcto procedimiento de aplicación impide que lo anterior ocurra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] César López and Ruth López. Determinación y evaluación de las patologías en el concreto de pavimentos rígidos, distrito san juan bautista provincia de huamanga–ayacucho. Tesis (Título Ingeniero Civil). Ayacucho, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica., 2014.
- [2] Johnatan Cavalcanti Paredes. Identificación y evaluación de patologías para la determinación del índice de condición del pavimento rígido (pci) en las pistas de la avenida magisterial del distrito de san juan bautista–huamanga–ayacucho–2019. Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, 2019.
- [3] Grover Valdez Cardenas. Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de condición del pavimento rígido y condición operacional de la superficie en la av. arenales, distrito de mariscal andres avelino caceres, provincia de huamanga, departamento de ayacucho, agosto–2016. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, 2017.
- [4] Gilmar Quispe Yanasupo. Auscultación visual de las patologías del concreto para obtener el índice de condición del pavimento rígido en el tramo puente alameda de valdelirios–arco de rudaccasa del distrito de carmen alto, provincia de huamanga, departamento de ayacucho, agosto–2016. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, 2017.
- [5] Ramirez P. Determinación y evaluación de las patologías del pavimento rígido en el distrito de iquitos, provincia maynas – departamento loreto. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, 2017.
- [6] Junior Camilo Alvariano Diego. Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie de la pista en la avenida las malvinas. mazamari-junín, abril, 2016. Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, 2016.
- [7] Betsy Solano Jaurequi. Evaluación del estado actual del pavimento rígido en el jirón junín de la ciudad de jaén-cajamarca. Jaén, Perú: UNC, 2014.
- [8] CE Rodríguez Mineros and JA Rodríguez Molina. Evaluación y rehabilitación de pavimentos flexibles por el método del reciclaje. Universidad de El Salvador Facultad, 2004.

- [9] Bernaola Roberto. Evaluación y determinación de las condiciones del pavimento rígido en la avenida huancavelica, distrito de chilca, huancayo. UNCP, 2014.
- [10] PIERO VASQUEZ & JOY PRADO. Patologías en el pavimento rígido en la calle pablo rosell en el año 2016. UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERU, 2016.
- [11] Robles Raul. Cálculo del índice de condición del pavimento (pci) barranco - surco – lima – Perú - 2015. Universidad Ricardo Palma, 2015.
- [12] DIMAS TANANTA. Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie de las pistas del jirón huascar, distrito de calleria, provincia de coronel portillo, departamento de ucajali, abril – 2016. ULADECH, 2016.
- [13] MILTON CARBAJAL. Aplicación del método pci para evaluar las condiciones de la superficie del pavimento rígido en la avenida chichlayo, jose leonardo ortiz. UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, 2018.
- [14] G GODOY and R Ramírez. Patología de pavimentos rígidos de la ciudad de asunción–uruguay. Repositorio [seriada en línea], 2006.
- [15] Miranda RICARDO. Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Universidad Austral De Chile, 2010.
- [16] Elizabeth Avendaño Rodríguez. Detección, tratamiento y prevención de patologías en sistemas de concreto estructural utilizados en infraestructura industrial. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica, 2006.
- [17] Donnils Bonfante Zarate and William Montes Bellido. Diagnóstico del estado del pavimento en la red vial del barrio los caracoles en la ciudad de cartagena. Universidad de Cartagena, 2015.
- [18] XUEQIN CHEN & HEHUA ZHU & QIAO DONG & BAOSHAN HUANG. Desarrollo del índice de condición de pavimentos utilizando datos ltp a través del modelado de ecuaciones estructurales. SCIENCEDIRECT, 2016.
- [19] ALONSO MONTEJO. INGENIERIA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS. UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA, 2006.
- [20] JOYCE SANCHEZ. Determinación y evaluación de patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie de la pista en el jirón bolívar, distrito de calleria, provincia de coronel portillo, región ucajali, mayo –2017. ULADECH, 2017.
- [21] CHRISTIAN ARMIJOS. Evaluación superficial de algunas calles de la ciudad de loja. UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA, 2009.
- [22] DANIELA OSORIO. Evaluación de la estructura del pavimento aplicando el método pci en el tramo redoma de la pina - distribuidor de matanza puerto ordaz, estado bolívar. UNIVERSIDAD NORORIENTAL PRIVADA, 2014.

- [23] LUIS VASQUEZ. PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) PARA PAVIMENTOS ASFALTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS. INGEPAV, February 2002.
- [24] Daniela Lisbeth Romero Sarmiento. Cualificación cuantitativa de las patologías en el pavimento flexible para la vía siberia–tenjo de la sabana de bogotá. Universidad católica de Colombia., 2017.

ANEXOS

Anexo 1: Fotos descriptivas.



Fotografía 1: Zona de estudio.



Fotografía 2: Grietas lineales de severidad media.



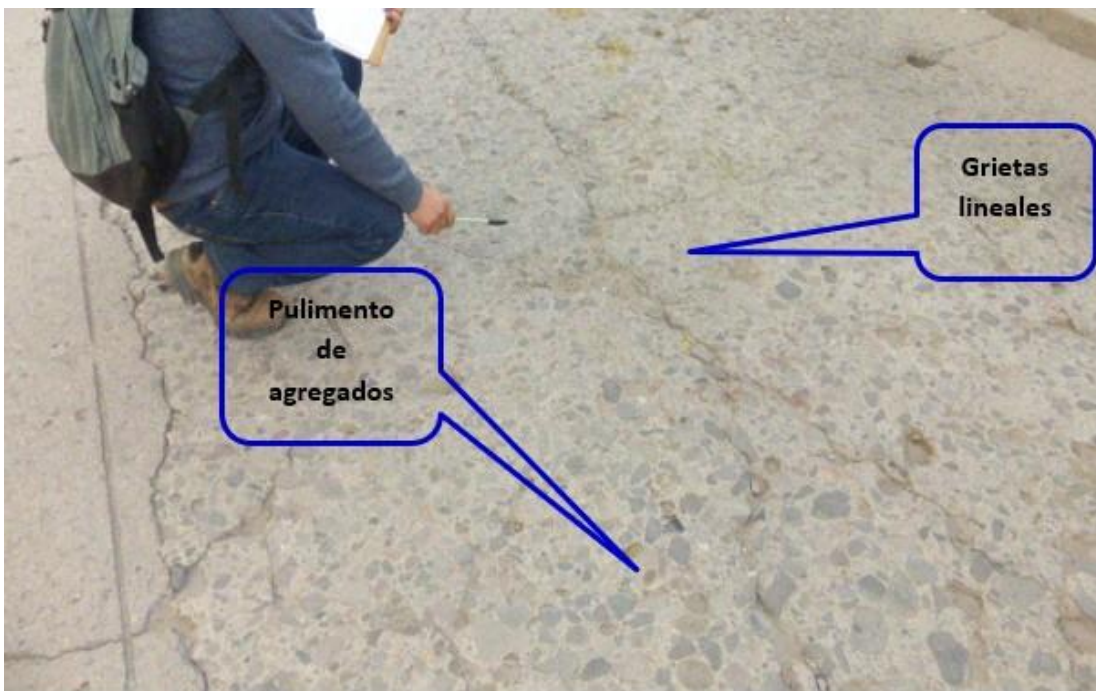
Fotografía 3: Grietas lineales de baja severidad y pulimento.



Fotografía 5: Pulimento de agregados de severidad media.



Fotografía 6: Losa dividida de lata severidad.



Fotografía 7: Pulimento de agregados de severidad media y grietas lineales



Fotografía 8: Losa dividida de severidad media.



Fotografía 9: Grietas lineales de baja severidad, parche pequeño.



Fotografía 10: Punzonamiento de baja severidad.



Fotografía 11: Parche grande de baja severidad.

Anexo 2: Instrumentos de evaluación.

