



**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“APLICACIÓN DEL MÉTODO ÍNDICE DE
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN
LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DE
LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH - 2016”**

PRESENTADO POR EL BACHILLER

ESPINOZA LAZARO ROBERT URBANO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

HUARAZ - ANCASH - PERU

2016

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres que me han apoyado siempre y a mis hermanos por el apoyo moral para conseguir mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Oscar Fredy Alva Villacorta, por su asesoría en la presente investigación y a todas las personas que colaboraron en mi formación profesional.

RESUMEN

La presente investigación se realizó con la finalidad de conocer la condición superficial actual de las calles de pavimento rígido en la infraestructura vial urbana de la ciudad de Huaraz, Ancash. Para la evaluación del pavimento rígido se seleccionaron las avenidas de mayor tránsito tales como la Av. Confraternidad Internacional Oeste y la Av. Antonio Raymondi, para determinar el grado de deterioro y severidad del pavimento, y en base al resultado de la evaluación se proponen actividades de mantenimiento y la estimación de los costos de las mismas.

La evaluación del pavimento rígido se realizó utilizando el método del Pavement Condition Index (PCI), en cuyo manual se describe los diferentes tipos de fallas, así como también su nivel de severidad y cuantificación, que es desarrollada en la presente tesis. El presente trabajo de investigación está estructurado de la siguiente manera:

En el capítulo I, Se tiene en cuenta la realidad problemática, se plantea y se formula el problema de investigación, asimismo se establece los objetivos generales y específicos a alcanzar, también se trabaja la operacionalización de variables, a la vez se establece la metodología de investigación, población y muestra y el método de análisis de datos.

En el capítulo II, se tiene en cuenta el marco teórico y como apoyo trabajos similares de investigación realizados a nivel nacional e internacional. Se elabora el marco teórico con un conjunto de conceptos y teorías de carácter confiable de autores diversos nacionales y extranjeros.

En el capítulo III, se presenta el análisis y resultados del proceso de evaluación de las avenidas, y haciendo uso de la estadística se realiza las pruebas de normalidad.

En el capítulo V, Finalmente presentamos las conclusiones, recomendaciones y fuentes de información del trabajo de investigación.

SUMMARY

The present investigation was carried out with the purpose of knowing the current surface condition of the streets of rigid pavement in the urban road infrastructure of the city of Huaraz, Ancash. For the evaluation of rigid pavement, the most traffic avenues such as Av. Confraternidad Internacional Oeste and Av. Antonio Raymondi were selected to determine the degree of deterioration and severity of the pavement, and based on the results of the evaluation activities of maintenance and the estimation of the costs of the same.

The evaluation of rigid pavement was performed using the Pavement Condition Index (PCI) method, which describes the different types of faults as well as their level of severity and quantification, which is developed in the present thesis. The present research work is structured as follows:

In chapter I, the problematic reality is taken into account, the research problem is posed and formulated, it also establishes the general and specific objectives to be achieved, and also works the operationalization of variables, at the same time establishes the methodology of Research, population and sample and method of data analysis.

Chapter II takes into account the theoretical framework and as support for similar research work carried out at national and international level. The theoretical framework is elaborated with a set of concepts and theories of reliable character of diverse national and foreign authors.

In chapter III, the analysis and results of the process of evaluation of the avenues are presented, and using the statistics, tests of normality are performed.

In chapter V, we finally present the conclusions, recommendations and sources of information of the research work.

ÍNDICE

	Pág.
CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
SUMMARY	vi
ÍNDICE	vii
INTRODUCCIÓN	xii

CAPÍTULO I – PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1.	DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	14
1.2.	DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.2.1.	Espacial	15
1.2.2.	Temporal	15
1.3.	PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN	16
1.3.1.	Problema general	16
1.3.2.	Problemas específicos	16
1.4.	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.4.1.	Objetivo general	17
1.4.2.	Objetivos específicos	17
1.5.	FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.5.1.	Hipótesis general	18
1.5.2.	Hipótesis específicas	18
1.6.	VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.6.1.	Variable X	19
1.6.2.	Variable Y	19
1.6.3.	Operacionalización de variables	20
1.7.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.7.1.	Tipo de investigación	20
1.7.2.	Nivel de investigación	21

1.7.3. Métodos de investigación	21
1.7.4. Diseño de investigación	21
1.8. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN	22
1.8.1. Población	22
1.8.2. Muestra	22
1.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	22
1.9.1. Técnicas	22
1.9.2. Instrumentos	23
1.10. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	23
1.10.1. Justificación	23
1.10.2. Importancia	24

CAPITULO II – MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	25
2.1.1. Antecedentes internacionales	25
2.1.2. Antecedentes nacionales	26
2.1.3. Antecedentes locales	27
2.2. BASES TEÓRICAS	28
2.2.1. Pavimento	28
2.2.2. Pavimento rígido	30
2.2.3. Materiales para elaborar una estructura de pavimento rígido	32
2.2.4. Diseño de pavimento	38
2.2.5. Sistema de gestión de pavimentos	40
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	42
2.4. PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)	45
2.5. CÁLCULO DEL PCI PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS	46

CAPÍTULO III – PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1. CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO	65
3.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES	67
3.3. PRUEBAS DE NORMALIDAD	84

CAPÍTULO IV – PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS

4.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL	88
4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPÉCIFICOS	88

CAPÍTULO V – DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

FUENTES DE INFORMACIÓN

ANEXOS:

- Anexo 1. Matriz de consistencia
- Anexo 2. Fichas de validación de expertos
- Anexo 3. Plano de ubicación de la urbanización
- Anexo 4. Instrumentos de recolección de datos
 - Anexo 4.1. Plano específico de fallas de las calles
 - Anexo 4.2. Fotografías de fallas
 - Anexo 4.3. Ficha técnica
 - Anexo 4.4. Determinación del PCI
- Anexo 5. Hoja de metrados
- Anexo 6. Presupuesto
- Anexo 7. Análisis de precios unitarios
- Anexo 8. Aporte de la investigación

LISTADO DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N° 01: Operacionalización de variables	20
Cuadro N° 02: Valores de daño	47
Cuadro N° 03: Rango de clasificación PCI	48
Cuadro N° 04: Condición del pavimento mediante el método PCI	91

LISTADO DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 01: Valor de daño del tramo de la cuadra (3- 6): carril derecho	69
Tabla N° 02: Valor de daño del tramo de la cuadra (3- 6): carril izquierdo	70
Tabla N° 03: Valor de daño del tramo de la cuadra (7- 9): carril derecho	72
Tabla N° 04: Valor de daño del tramo de la cuadra (7- 9): carril izquierdo	73
Tabla N° 05: Valor de daño del tramo de la cuadra (3- 5): carril derecho	76
Tabla N° 06: Valor de daño del tramo de la cuadra (3- 5): carril izquierdo	77
Tabla N° 07: Valor de daño del tramo de la cuadra (6- 8): carril derecho	79
Tabla N° 08: Valor de daño del tramo de la cuadra (6- 8): carril izquierdo	80
Tabla N° 09: Valor de daño del tramo de la cuadra (9- 11): carril derecho	82
Tabla N° 10: Valor de daño del tramo de la cuadra (9- 11): carril izquierdo	83

LISTADO DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico N° 01: Esquema de los elementos que integran un pavimento rígido	32
Gráfico N° 02: Declinación de la condición del pavimento	41
Gráfico N° 03: Levantamiento del pavimento	50
Gráfico N° 04: Agrietamiento en media luna tipo D	51
Gráfico N° 05: Agrietamiento diagonal	52

Gráfico N° 06: Escalonamiento	53
Gráfico N° 07: Extrusión del relleno de las juntas	55
Gráfico N° 08: Agrietamiento longitudinal	56
Gráfico N° 09: Bombeo	57
Gráfico N° 10: Escamado	58
Gráfico N° 11: Astillado	59
Gráfico N° 12: Agrietamiento transversal	60
Gráfico N° 13: Falla en la reposición del pavimento	62
Gráfico N° 14: Grietas adyacentes al buzón	63
Gráfico N° 15: Cuneta deteriorada	63
Gráfico N° 16: Refuerzo superficial, manchas en la superficie	64
Gráfico N° 17: Fallas reparadas	64
Gráfico N° 18: Ficha técnica validada	65
Gráfico N° 19: Clasificación PCI	90
Gráfico N° 20: Distribución porcentual de fallas	92

INTRODUCCIÓN

Los pavimentos de concreto de las diversas calles de la ciudad de Huaraz, provincia de Huaraz del departamento de Ancash, requieren de una evaluación de su estado actual con el fin de detectar fallas en su construcción para alcanzar un conjunto de observaciones y recomendaciones técnicas para mejorarlas tanto en su calidad como durabilidad.

De la determinación del número de calles afectadas por alguna falla o patología que más incide en los pavimentos de concreto del lugar de estudio podremos evaluar y conocer la condición del pavimento para poder proponer las recomendaciones correspondientes y costos de mantenimiento que es materia de la presente investigación.

Debido a que los pavimentos durante el tiempo de servicio han estado sometidos a cargas móviles y solicitaciones estáticas producto del tránsito desarrollado, presentan patologías o fallas que se desprenden de factores como son el diseño, la calidad de los materiales de construcción, procedimiento constructivo, efecto de temperatura y precipitación. Este estado debe de ser determinado a través de una metodología adecuada, para lo cual existen muchos métodos de evaluación de pavimentos rígidos, como son: El método PASER, PCI, MTC, etc.

El presente trabajo de investigación se ha desarrollado aplicando la metodología de la evaluación del pavimento rígido utilizando el método del Pavement Condition Index (PCI), por ser el método más completo hasta la actualidad, el mismo que indica la condición del pavimento con un valor (de 0 a 100).

La metodología de trabajo desarrollado fue en primera instancia de reconocimiento de la zona de estudio para planificar la forma de toma de datos. La evaluación se hizo a través de la técnica de la observación, registrando la

información de campo en una ficha diseñada que permitió tomar toda la información necesaria que requiere la aplicación de la metodología del PCI.

La información obtenida en campo se clasificó y consolidó para obtener el Índice de Condición del Pavimento que finalmente permite establecer el estado que presenta. Esta información permitió establecer cuáles son las acciones de mantenimiento que se deben de ejecutar para prolongar la vida útil del pavimento y mantener sus niveles adecuados de servicio. Así mismo se propone costos de mantenimiento que puedan ser de ayuda a profesionales de la ingeniería civil e Instituciones públicas y privadas que les permita formular adecuadamente sus proyectos de mantenimiento vial urbano de la ciudad de Huaraz y otros ámbitos.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

En la ciudad de Huaraz, observamos que la mayoría de las calles están pavimentadas con concreto, y que en poco tiempo de vida útil presentan diversas fallas superficiales y estructurales, ya sea por causas debidas a deficiencias en el diseño, procedimientos constructivos, acciones climáticas y las cargas de tránsito que soportan. Esta problemática cada día se agudiza dado que las Municipalidades no cuentan con programas de mantenimiento preventivo de los pavimentos de la ciudad y más aún no desarrollan una metodología adecuada que permita conocer con mayor exactitud el grado de deterioro y severidad de los mismos.

Esta problemática se refleja en la incomodidad y poco confort que las vías urbanas de la ciudad de Huaraz ofrecen a los usuarios, dado que las calles tienen escaso o casi ningún mantenimiento, esperándose el total deterioro para ser repuesto con uno nuevo. Las técnicas de la ingeniería ofrecen metodologías que ayudan a realizar evaluaciones oportunas del estado del deterioro de los pavimentos rígidos, con el fin de identificar las fallas presentes, determinar su grado de falla y severidad y tomar las acciones de mantenimiento rutinario y periódico que permitan mantener los niveles de servicio de las vías y prolongar su vida útil, haciendo de esta manera que la inversión del estado sea más eficiente.

Las calles del distrito de Huaraz, ubicado en el barrio de Huarupampa dentro de la ciudad de Huaraz, no se encuentra fuera de esta problemática, la misma que tiene en la actualidad todas sus calles con pavimento rígido que se construyeron en el año 1997 con la participación de sus moradores y la Municipalidad Distrital de Huaraz. El diseño de este pavimento, según refieren los moradores fue diseñado con sistema de transferencia de cargas conocidos como dowells. En la actualidad estas calles presentan fallas que requieren ser identificadas, cuantificadas y evaluadas para determinar su grado de deterioro y severidad.

Si no se aplican metodologías adecuadas que permitan evaluar los daños en los pavimentos y tomar las acciones de mantenimiento oportunas, se prevé que en poco tiempo los pavimentos rígidos de la ciudad no serán recuperables, no cumplirán con su vida útil y los niveles de servicio adecuados que deben de ofrecer al usuario.

1.2. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Espacial

El presente trabajo de investigación se limita a la evaluación superficial de las fallas del pavimento rígido de las calles del barrio de Huarupampa, del distrito de Huaraz, Ancash, con el fin de determinar su grado de deterioro y proponer las actividades de mantenimiento para prolongar su vida útil. En este trabajo no se evalúa las fallas a nivel estructural del pavimento.

1.2.2. Temporal

La presente investigación se desarrolló en el mes de diciembre del año 2016.

1.3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

1.3.1. Problema General

¿De qué manera ayuda la aplicación del método índice de condición del pavimento rígido para determinar el grado de deterioro de la infraestructura vial urbana de la ciudad de Huaraz, Ancash – 2016?

1.3.2. Problemas Específicos

1. ¿Qué tipos de daño se presentan, cuál es su grado de severidad e índice de condición del pavimento rígido de la infraestructura vial en la Av. Confraternidad Internacional Oeste: Desde la intersección con la Av. 28 de julio hasta la intersección con la Av. Antonio Raymondi y la Av. Antonio Raymondi: Desde la Intersección con la Av. Confraternidad Internacional Oeste hasta la intersección con la Av. Agustín Gamarra de la ciudad de Huaraz, Ancash - 2016?
2. ¿Cuáles son las actividades de mantenimiento necesarias para mejorar la transitabilidad y prolongar la vida útil del pavimento rígido de la infraestructura vial en la Av. Confraternidad Internacional Oeste: Desde la intersección con la Av. 28 de julio hasta la intersección con la Av. Antonio Raymondi y la Av. Antonio Raymondi: Desde la Intersección con la Av. Confraternidad Internacional Oeste hasta la intersección con la Av. Agustín Gamarra de la ciudad de Huaraz, Ancash - 2106?
3. ¿Cuál es el costo aproximado de las actividades de mantenimiento del pavimento rígido de la infraestructura vial en la Av. Confraternidad Internacional Oeste: Desde la intersección con la Av. 28 de julio hasta la intersección con la Av. Antonio



Raymondi y la Av. Antonio Raymondi: Desde la Intersección con la Av. Confraternidad Internacional Oeste hasta la intersección con la Av. Agustín Gamarra de la ciudad de Huaraz, Ancash - 2016?

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Determinar el grado de deterioro del pavimento rígido, por el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI), en la infraestructura vial urbana de la ciudad de Huaraz, Ancash - 2016.

1.4.2. Objetivos Específicos

1. Identificar los tipos de daño, su nivel de severidad y el índice de condición del pavimento rígido de la infraestructura vial en la Av. Confraternidad Internacional Oeste: Desde la intersección con la Av. 28 de julio hasta la intersección con la Av. Antonio Raymondi y la Av. Antonio Raymondi: Desde la Intersección con la Av. Confraternidad Internacional Oeste hasta la intersección con la Av. Agustín Gamarra de la ciudad de Huaraz, Ancash - 2016.
2. Proponer las actividades de mantenimiento necesarias para mejorar la transitabilidad y prolongar la vida útil del pavimento rígido de la infraestructura vial en la Av. Confraternidad Internacional Oeste: Desde la intersección con la Av. 28 de julio hasta la intersección con la Av. Antonio Raymondi y la Av. Antonio Raymondi: Desde la Intersección con la Av. Confraternidad Internacional Oeste hasta la intersección con la Av. Agustín Gamarra de la ciudad de Huaraz, Ancash - 2016.

3. Determinar el costo aproximado de las actividades de mantenimiento del pavimento rígido de la infraestructura vial en la Av. Confraternidad Internacional Oeste: Desde la intersección con la Av. 28 de julio hasta la intersección con la Av. Antonio Raymondi y la Av. Antonio Raymondi: Desde la Intersección con la Av. Confraternidad Internacional Oeste hasta la intersección con la Av. Agustín Gamarra de la ciudad de Huaraz, Ancash - 2016.

1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Hipótesis general

La evaluación del grado de deterioro del pavimento rígido encontrado en su condición actual de la infraestructura vial urbana de la ciudad de Huaraz del departamento de Ancash, permitirá proponer alternativas y soluciones adecuadas para prolongar su vida útil y mejorar su transitabilidad.

1.5.2. Hipótesis específicas

1. Los tipos de daño que presenta el pavimento rígido al ser identificados y determinado su nivel de severidad, permitirá determinar el índice de condición del pavimento rígido de la infraestructura vial en la Av. Confraternidad Internacional Oeste: Desde la intersección con la Av. 28 de julio hasta la intersección con la Av. Antonio Raymondi y la Av. Antonio Raymondi: Desde la Intersección con la Av. Confraternidad Internacional Oeste hasta la intersección con la Av. Agustín Gamarra de la ciudad de Huaraz, Ancash - 2016.
2. Las actividades de mantenimiento propuestos al estado de daño encontrado en el pavimento rígido de la infraestructura vial en la

Av. Confraternidad Internacional Oeste: Desde la intersección con la Av. 28 de julio hasta la intersección con la Av. Antonio Raymondi y la Av. Antonio Raymondi: Desde la Intersección con la Av. Confraternidad Internacional Oeste hasta la intersección con la Av. Agustín Gamarra de la ciudad de Huaraz, ayudará a prolongar su vida útil y mejorar su transitabilidad.

3. El costo de mantenimiento estimado del pavimento rígido, permitirá conocer la inversión requerida para mejorar la transitabilidad y prolongar la vida útil del pavimento rígido de la infraestructura vial en la Av. Confraternidad Internacional Oeste: Desde la intersección con la Av. 28 de julio hasta la intersección con la Av. Antonio Raymondi y la Av. Antonio Raymondi: Desde la Intersección con la Av. Confraternidad Internacional Oeste hasta la intersección con la Av. Agustín Gamarra de la ciudad de Huaraz, Ancash- 2016.

1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. Variable X

Grado de deterioro del pavimento rígido:

Es la determinación del tipo de falla, su severidad y cantidad en un pavimento rígido.

1.6.2. Variable Y

Índice de condición del pavimento:

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, que permite clasificar el estado del pavimento en excelente, muy bueno, bueno, regular, pobre, muy pobre y fallado.

1.6.3. Operacionalización de variables

Cuadro N° 01: Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	MEDICIÓN
Grado de deterioro del pavimento rígido	Variabilidad en:	Tipo, extensión de falla	Tipos de fallas presentes, tales como: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Agrietamiento en media luna. ▪ Levantamiento. ▪ Agrietamiento diagonal. ▪ Escalonamiento. ▪ Bombeo. ▪ Escamado. ▪ Agrietamiento transversal. ▪ Astillamiento, etc.
	Grado de afectación	Clase de daño Nivel de severidad Cuantificación	
Índice de condición del pavimento	La influencia de las fallas del pavimento rígido.	El índice se medirá en la escala del método PCI.	Nivel de daño del pavimento rígido
	Rango	100-85	
		85-70	
		70-55	
		55-40	
		40-25	
		25-10	
	10-0		
	Clasificación	Excelente	
		Muy bueno	
Bueno			
Regular			
Pobre			
Muy pobre			
Fallado			

Fuente: Elaboración propia de acuerdo al manual del PCI

1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es **CUANTITATIVO**, pues las variables se cuantifican.

El tipo de investigación cuantitativo, usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías. (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p. 4)

1.7.2. Nivel de investigación

El nivel de la presente investigación es **DESCRIPTIVO**, porque permite ordenar el resultado de las observaciones, las características y otras variables de fenómenos y hechos. (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p. 80)

1.7.3. Métodos de investigación

El método usado en la investigación es **HIPOTÉTICO - DEDUCTIVO**. Porque un investigador propone una hipótesis como consecuencia de sus inferencias del conjunto de datos empíricos o de principios y leyes más generales. En el primer caso arriba a la hipótesis mediante procedimientos inductivos y en segundo caso mediante procedimientos deductivos. Es la vía primera de inferencias lógico deductivo para arribar a conclusiones particulares a partir de la hipótesis y que después se puedan comprobar experimentalmente. (Definición de Karl Popper 1902-1994)

1.7.4. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es **NO EXPERIMENTAL** porque son estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos y **TRANSVERSAL** porque son

investigaciones que recopilan datos en un momento único. (Hernández, Fernández y Batista, 2010, p. 149,151)

1.8. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

1.8.1. Población

Para la presente investigación la población lo constituyen las vías pavimentadas con concreto rígido de la infraestructura vial urbana de la ciudad de Huaraz del departamento de Ancash.

1.8.2. Muestra

Para la presente investigación la muestra se ha seleccionado teniendo en cuenta las avenidas que soportan la mayor carga de tránsito de la ciudad de Huaraz, habiéndose identificado para tal fin las siguientes avenidas:

- Av. Confraternidad Internacional Oeste: Desde la intersección con la Av. 28 de julio hasta la intersección con la Av. Antonio Raymondi.
- Av. Antonio Raymondi: Desde la Intersección con la Av. Confraternidad Internacional Oeste hasta la intersección con la Av. Agustín Gamarra.

1.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

1.9.1. Técnicas

La técnica usada en la investigación es la **OBSERVACIÓN**, a través de la cual se pudo determinar los tipos de daño presentes en el pavimento rígido de las calles de la urbanización Barrio Huarupampa.

1.9.2. Instrumentos

Se utilizó como instrumento de recolección de datos de campo, **FICHAS TÉCNICAS** que se elaboraron para identificar los tipos de daño, y realizar su cuantificación.

1.9.3. Equipos

- Regla para establecer las profundidades de las depresiones.
- Wincha para medir las longitudes de las fallas.
- Cámara fotográfica para registro de imágenes.

1.10. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.10.1. Justificación

El presente trabajo de investigación se justifica porque se observa que en la ciudad de Huaraz la infraestructura vial urbana no recibe ningún tipo de mantenimiento desde que fueron construidas y sin ninguna metodología que permita evaluar en forma adecuada y concienzuda su nivel de deterioro.

En el presente trabajo de investigación se ha aplicado la metodología de evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI - Pavement Condition Index), por ser el método más completo y económico en su aplicación hasta la actualidad, el mismo que indica la condición del pavimento con un valor (de 0 a 100). Con dicho resultado de la evaluación se tendrá una base técnica sustentada para prever las actividades de mantenimiento que requieren la infraestructura vial de la ciudad de Huaraz.

1.10.2. Importancia

El presente trabajo de investigación es importante, porque las distintas calles de pavimento rígido de la infraestructura vial urbana de la ciudad de Huaraz, requieren de una evaluación del estado situacional de su superficie de rodadura, el que indicará la acciones a tomar con respecto a los resultados obtenidos de dicho estudio como son el nivel de daño del pavimento, su severidad y cantidad. Dada la cantidad de combinaciones de deterioros que se presentan en el estudio de estas calles el método soluciona esta dificultad introduciendo el "valor deducido" para indicar la condición del pavimento y con esto supone un mayor conocimiento de las condiciones operativas y estructurales que permitan deducir el estado situacional de las vías en estudio, que permitan llegar a un diagnóstico de las vías y así dar una solución efectiva que conlleve a prolongar su vida útil y mejorar su transitabilidad.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

El método de Pavement Condition Index (PCI), al ser el método rápido de aplicar y al no requerir de equipos costosos, es usado en diversos países para fijar las estrategias para mantener las vías de tránsito con un servicio adecuado a los usuarios, de esta manera uniformizar los procedimientos de evaluación de pavimentos.

Se citará y explicará brevemente algunas de las investigaciones realizadas utilizando el método Pavement Condition Index (PCI), en el ámbito internacional, nacional y local.

2.1.1. Antecedentes internacionales

Ruiz C. (2011). Realizó estudios de *"Análisis de los factores que producen el deterioro de los pavimentos rígidos, Sangolquí Ecuador"*. La metodología aplicada en la investigación fue hipotético-deductivo. Esta tesis hace mención que después de la supervisión, monitoreo y análisis a varios proyectos que se están ejecutando en el país con pavimento rígido, se puede constatar y verificar diferentes tipos de patologías, las que se producen por deficiencias en el diseño, construcción y operación las cuales son: fisuras transversales 18.63%, fisuras longitudinales 9.84%, fisuras de esquinas 6.71%, losas subdivididas 7%, fisuras en bloque 5.81%,

fisuras inducidas 16.19%, levantamiento de losas 2.38%, dislocamiento de losas 1.64%, hundimiento de vías 8.20%, descascamientos 4.32%, pulimientos 7.15%, pelamientos 7%, en baches 5.22%.

Prunell S. (2011). Realizó estudios de "Estudio de patologías en pavimentos de hormigón La Plata Argentina". La metodología aplicada en la investigación fue hipotético-deductivo. Esta tesis concluye que la mayoría de los deterioros hallados, pueden producirse por causa de uno o varios factores simultáneos. Debe considerarse el mantenimiento de los pavimentos como un punto importante para evitar deterioros de severidad alta, ya que en todos los casos, según el estudio estadístico realizado, los defectos con mayor frecuencia de aparición en las superficies de concreto son: fallas de borde 22,3 %, fallas de juntas 19,4 %, fisuras transversales 13,8 %, fisura longitudinales 10,3 %) dislocamiento 9,1 % hundimiento de vías 6,1 %. Nidos de abeja 19 %.

2.1.2. Antecedentes nacionales

En el Perú por falta de conservación oportuna, el estado en que se encuentra una buena parte de los pavimentos rígidos es regular o deficiente, con una tendencia que apunta más bien hacia un deterioro acelerado. Sólo una pequeña cantidad se encuentra en buen estado, pero no se puede asegurar que permanezcan en esa condición a menos que se adopten planes de conservación adecuados. En ese sentido se han realizado algunos estudios y publicaciones para promover el mantenimiento de las vías.

Espinoza T. (2010). Realizó estudios de "Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en los pavimentos rígidos de la provincia de Huancabamba departamento de Piura". La metodología aplicada en la investigación

fue hipotético-deductivo. Esta tesis concluye que el Índice Promedio de Condición del Pavimento, del distrito Huancabamba y provincia del mismo nombre es del 50% correspondiendo a un nivel regular. Se concluye que los pavimentos sufren grandes desperfectos por la mala ejecución y la calidad de los agregados de la zona y la inclemencia del tiempo y que el suelo tiene bastante responsabilidad en dichas grietas. Se concluye también que el nivel de incidencia de las patologías de los pavimentos hidráulicos del cercado del distrito Huancabamba y provincia del mismo nombre son: Grietas lineales 40.65%, Pulimento de agregados, 29.00%, Grietas de esquina 22.77%, Escala 7.11%.

Bozz, Hamilton, Barriga y Wilburt (1999) como asistentes técnicos en estudios de transporte urbano para el área metropolitana de Lima y Callao. En el Volumen VII: "*Manual de Identificación, Clasificación y Tratamientos de Fallas en Pavimentos Urbanos*", donde se presenta un conjunto de técnicas y procedimientos prácticos y sencillos, para facilitar la implementación de los programas y la aplicación de los conceptos modernos de mantenimiento vial y de la rehabilitación de pavimentos. Para tal efecto, se delineó una metodología, para la evaluación superficial de los pavimentos, la manera de conocer la condición de conservación de los pavimentos, del área materia de estudio.

2.1.3. Antecedentes locales

Córdova E., Guerrero M., Mautino A. (2013). Realizaron estudios en "*Determinación y evaluación de las patologías del pavimento de concreto rígido en el barrio de Villón Alto – distrito de Huaraz provincia de Huaraz – región Áncash*". La metodología aplicada en la investigación fue hipotético-deductivo. Esta tesis determina las fallas del pavimento de concreto rígido del barrio de Villón Alto y evalúa el tipo de deterioro encontrados, para determinar las alternativas de

solución del mismo. La recolección de datos fue del tipo visual con toma de muestras, en el lugar de los hechos para luego procesarlo en gabinete. Se concluye que el nivel de incidencia de las patologías de los pavimentos rígido del barrio Villón Alto del distrito de Huaraz provincia de Huaraz es: Pulimento de agregados, 23.00%, Grietas lineales 53.65%, Grietas de esquina 19.77%, Escala 5.11%.

Loli J., (2011). Realizó estudios respecto a la *"Aplicación del método del índice de daño del pavimento para la evaluación de las vías de pavimento rígido en la ciudad de Carhuaz- Ancash"*. La metodología aplicada en la investigación fue hipotético-deductivo. En su tesis concluye que en todas las vías en estudio de la ciudad de Carhuaz se ha obtenido que el 25% de las vías tienen una condición superficial de muy pobre, mientras que el 25% tienen una condición superficial de regular, el resto que es el 50% tienen una condición superficial de pobre.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Pavimento

a. Definición:

Estructura compuesta por capas que apoya en toda su superficie sobre el terreno preparado para soportarla durante un lapso denominado Periodo de Diseño y dentro de un rango de serviciabilidad. Esta definición incluye pistas, estacionamientos, aceras o veredas, pasajes peatonales y ciclo vías (Espinoza, 2012, p. 7)

b. Características:

Un pavimento para cumplir adecuadamente sus funciones debe reunir los siguientes requisitos:

- Ser resistente a la acción de las cargas aplicadas por el tránsito.
- Ser resistente ante los agentes de la intemperie.
- Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos, por cuanto ella tiene una decisiva influencia en la seguridad vial. Además, debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.
- Debe ser durable, teniendo en cuenta que habrán de soportar no solamente pesos de importancia, sino también cambios bruscos
- De temperatura y choques con algún cuerpo proyectado con violencia.
- Debe ser económico.

(Espinoza, 2012, p. 7)

c. Tipos:

Básicamente existen dos tipos de pavimentos: rígidos y flexibles.

El pavimento rígido: Se compone de losas de concreto hidráulico que en algunas ocasiones presenta un armado de acero, tiene un costo inicial más elevado que el flexible, su periodo de vida varía entre 20 y 40 años; el mantenimiento que requiere es mínimo y solo se efectúa (comúnmente) en las juntas de las losas. (Espinoza, 2012, p. 8)

El pavimento flexible: Resulta más económico en su construcción inicial, tiene un periodo de vida de entre 10 y 15 años, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento constante para cumplir con su

vida útil. Este tipo de pavimento está compuesto principalmente de una carpeta asfáltica, de la base y de la sub-base. (Espinoza, 2012, p. 8)

2.2.2. Pavimento rígido

Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una subbase y por una losa de concreto hidráulico, la cual le va a proporcionar una alta resistencia a la flexión, (ver Gráfico N° 01). Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico así como su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. Además de los esfuerzos a flexión y de compresión, este tipo de pavimento se va a ver afectado en gran parte por los esfuerzos que tenga que resistir al expandirse o contraerse por cambios de temperatura y por las condiciones climáticas. (Giordani, 2010, p. 4)

a. Elementos que integran un pavimento rígido

- **Subrasante**

Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa puede estar formada en corte o relleno y una vez compactada debe tener las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos finales de diseño. El espesor de pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la subrasante, por lo que ésta debe cumplir con los requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad, por consiguiente, el diseño de un pavimento es esencialmente el ajuste de la carga de diseño por rueda a la capacidad de la subrasante. (Giordani, 2010, p. 5)

• Subbase

Es la capa de la estructura de pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura de pavimento, de tal manera que la capa de subrasante la pueda soportar absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la subbase. La subbase debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento. (Giordani, 2010, p. 5)

Se utiliza además como capa de drenaje y contralor de ascensión capilar de agua, protegiendo así a la estructura de pavimento, por lo que generalmente se usan materiales granulares. Al haber capilaridad en época de heladas, se produce un hinchamiento del agua, causado por el congelamiento, lo que produce fallas en el pavimento, si éste no dispone de una subrasante o subbase adecuada. (Giordani, 2010, p. 5)

• Superficie de rodadura

Es la capa superior de la estructura de pavimento, construida con concreto hidráulico, por lo que debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, basan su capacidad portante en la losa, más que en la capacidad de la subrasante, dado que no usan capa de base. En general, se puede indicar que el concreto hidráulico distribuye mejor las cargas hacia la estructura de pavimento (Giordani, 2010, p. 6)

Gráfico N° 01:

Esquema de los elementos que integran un pavimento rígido



Fuente: Elaboración propia en base a la definición

2.2.3. Materiales para elaborar una estructura de pavimento rígido

a. Cemento

El cemento empleado en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos químicos y físicos que se indican en:

- Las especificaciones para Cementos Portland de la Norma ASTM C 150 o NTP, en el caso de los cementos Tipo I (NTP 334.009), Tipo II (NTP 334.038) y Tipo V (NTP 334.040); o
- Las especificaciones para cementos hidráulicos combinados de la Norma ASTM C595 en el caso de los cementos IP y Tipo IP (M) (NTP 334.044); o
- Las especificaciones ASTM y/o NTP correspondientes para otros tipos de cemento si los hubiera.

El cemento empleado en la obra deberá corresponder, en tipo y marca, con el que se utilice para la selección de las proporciones de la mezcla de concreto.

Se considera que la bolsa oficial de cemento tiene un pie cúbico de capacidad y pesa 42.5 kg. El cemento en bolsas no debe tener una variación de más o menos 0.01% del peso oficial del mismo.

Si se emplea cemento a granel, se debe tener cuidado en el transporte y almacenamiento en obra, el cual deberá ser en silos metálicos de sección circular, para garantizar las propiedades e impedir cambios en la composición química del cemento. (Giordani, 2010, p. 7)

b. Agregados

El agregado ocupa del 70% al 80% de la unidad cúbica de concreto. El agregado tiene un papel determinante en las propiedades del concreto. Interviene en las resistencias mecánicas, la durabilidad, el comportamiento elástico, propiedades térmicas y acústicas, etc. La selección de un agregado deberá basarse en criterios técnicos y consideraciones de orden económico.

Los agregados de peso normal deben cumplir con los requisitos de las normas NTP 400.037 o ASTM C 33. Los agregados livianos deben cumplir con los requisitos de la Norma ASTM C 330. Las especificaciones técnicas del proyecto podrán indicar requisitos especiales.

Los agregados fino y grueso seleccionados deberán ser manejados como materiales independientes. Cada tamaño de agregado grueso o la combinación de tamaños deberá cumplir con los requisitos de granulometría de las normas NTP 400.037 o ASTM C 33. (Giordani, 2010, p. 8)

- **Agregado fino**

El agregado fino consiste en arena natural, arena manufacturada, o una combinación de ambas; definiéndosele como aquel proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa la Malla de 3/8" y cumple con los límites establecidos en la Normas NTP 400.037 ó ASTM C 33. Estará compuesto de partículas limpias, de un perfil preferentemente angular, duro, compacto y resistente; libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.

En relación con su granulometría, el agregado fino deberá estar graduado dentro de los límites indicados en las Normas NTP 400.037 o ASTM C 33.

El agregado fino deberá estar libre de cantidades inconvenientes de impurezas orgánicas, no debiéndose indicar presencia de estas cuando se determina de acuerdo con los requisitos de la Norma NTP 400.013. El agregado sometido al ensayo de impurezas orgánicas que produce un color más oscuro que el estándar deberá ser rechazado. (Giordani, 2010, p. 9)

- **Agregado grueso**

Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz NTP 4.75 mm (N° 4) y cumple con los límites establecidos en la Norma NTP 400.037.

El agregado grueso podrá consistir de partículas de roca partida, grava natural o triturada, o agregados metálicos naturales o artificiales. El agregado grueso empleado en la preparación de concretos livianos o pesados podrá ser natural o artificial.

El agregado grueso estará conformado por fragmentos cuyo perfil será preferentemente angular o semiangular, limpios, duros, compactos, resistentes, de textura preferentemente rugosa, y libres de material escamoso, materia orgánica, partículas blandas, tierra, polvo, limo, humus, incrustaciones superficiales, sales u otras sustancias dañinas.

La resistencia a la compresión del agregado grueso no deberá ser menor del doble del $f'c$ de diseño, hasta valores de $f'c$ menores de 800 kg/cm². Para valores mayores la resistencia a la compresión del agregado grueso no será menor de 1.25 veces el de la resistencia en compresión del concreto.

La granulometría seleccionada deberá permitir obtener la máxima densidad del concreto con una adecuada trabajabilidad en función de las condiciones de colocación de la mezcla.

El agregado grueso que va a ser empleado en aquellas estructuras sometidas a abrasión o erosión, como concretos para pavimentos, no deberá tener una pérdida mayor del 50 % en el ensayo de abrasión realizado de acuerdo a las Normas NTP 400.019 o 400.020, o de la Norma ASTM C 131 (Resistencia a la degradación del agregado grueso de tamaño menor por abrasión en impacto en la Máquina de Los Ángeles). (Giordani, 2010, p. 10)

c. Agua

El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma NTP 334.088 y ser de preferencia potable.

Se utilizará aguas no potables sólo si:

- Están libres de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, arcilla, limo, materia orgánica u otras sustancias que puedan ser dañadas al concreto. (Giordani, 2010, p. 11)

d. Aditivos

El empleo de aditivos en el concreto cumplirá con las especificaciones de la Norma NTP 339.086 y su empleo y sistema de incorporación al concreto están sujetos a lo indicado en las especificaciones de obra o la aprobación previa de la Supervisión. Su uso no autoriza a modificar el contenido de cemento seleccionado para la mezcla.

Los aditivos se añaden al concreto a fin de:

- Modificar una o algunas de sus propiedades, a fin de permitir que sean más adecuados al trabajo que se está efectuando.
- Facilitar la colocación del concreto o mortero.
- Reducir los costos de operación.

Los aditivos serán almacenados siguiendo las recomendaciones del fabricante, debiéndose prevenir la contaminación, evaporación o deterioro de los mismos. (Giordani, 2010, p. 11)

e. Acero de refuerzo

El acero de refuerzo necesario para la construcción del pavimento se utiliza en las juntas, ya sea como pasadores de cortante o pasajuntas o como barras de amarre para mantener los cuerpos del pavimento unidos.

- **Barras pasajuntas o dowels**

En las juntas transversales de contracción, en las juntas de construcción y/o en las juntas de emergencia se colocan barras pasajuntas como mecanismos para garantizar la transferencia efectiva de carga entre las losas adyacentes. Las barras son de acero redondo liso y deben quedar ahogadas en las losas en la posición y con las dimensiones indicadas por el proyecto.

Ventajas:

- *Seguridad:* Los dowels evitan roturas de los bordes de las juntas de los pavimentos rígidos ocasionadas por el flujo de cargas.
- *Precisión en la construcción:* Las canastillas mantienen la alineación y posición deseadas de las barras.
- *Resistencia en el vaciado:* Los dowels son firmes y sólidos lo que les ayuda a resistir el vaciado del concreto.
- *Ahorro de tiempo y dinero:* Los dowels son elementos prefabricados listos para ser usados, eliminan actividades como corte, doblado y soldadura a la vez que reducen la mano de obra. Son fáciles de instalar.

(Giordani, 2010, p. 12)

f. Sellador para juntas

El material sellante para las juntas transversales y longitudinales deberá ser elástico, resistente a los efectos de combustibles y aceites automotrices, con propiedades adherentes con el concreto y que permita las dilataciones y contracciones que se presenten en las losas de concreto sin degradarse, debiéndose emplear productos a base de silicona, poliuretano - asfalto o similares, los cuales deberán ser autonivelantes, de un solo componente y solidificarse a

temperatura ambiente. El material se deberá adherir a los lados de la junta o grieta con el concreto y deberá formar un sello efectivo contra la filtración de agua o incrustación de materiales incompresibles. (Giordani, 2010, p. 12)

2.2.4. Diseño de pavimento

Se podrá utilizar cualquier método de diseño estructural sustentado en teorías y experiencias a largo plazo, tales como las metodologías: Asociación Americana de la Organización de Transporte de Carreteras del Estado (AASHTO-93) y Portland Cement Association (PCA), comúnmente empleadas en el Perú, siempre que se utilice la última versión vigente en su país de origen. El uso de cualquier otra metodología de diseño obliga a incluirla como anexo.

En cualquier caso se efectuara el diseño estructural considerando los siguientes factores:

- Calidad y valor portante del suelo de fundación y de la subrasante.
- Características y volumen del tránsito durante el período de diseño.
- Vida útil del pavimento.
- Condiciones climáticas y de drenaje.
- Características geométricas de la vía.
- Tipo de pavimento a usarse.

(Elaboración propia en base a apuntes del curso de Diseño de Pavimentos - Clases Didácticas UAP - Huaraz)

a) Método de diseño PCA

Este método se basa en dos criterios específicos, uno relativo a la resistencia a la fatiga del concreto y el otro a la erosión de la base. En el primer caso, se supone que la carga máxima se aplica en medio de la losa justo sobre la junta longitudinal que da la tensión máxima con la losa. En el segundo caso, se supone que la carga máxima se aplica en una esquina de la losa para generar deflexión máxima de la losa.

Cuando se usa este método de diseño, hay que conocer cuatro parámetros fundamentales:

- El módulo de rotura del concreto.
- El módulo de reacción de la fundación.
- El periodo de diseño.
- Las características del tráfico.

(Elaboración propia en base apuntes del curso de Diseño Moderno de Pavimentos - Clases Didácticas UAP - Huaraz)

b) Método de diseño AASHTO

Este método se basa en el uso de una ecuación empírica desarrollada por la observación de algunos pavimentos rígidos estudiados durante ensayos de AASHTO sobre carreteras. Los criterios de diseño son:

- El número de equivalentes cargas axiales de 80 kN.
- El espesor de la losa.
- Niveles de confiabilidad.
- Índice de serviciabilidad.
- El módulo de elasticidad del concreto.

- El módulo de rotura del concreto.
- El coeficiente de transferencia de carga en las juntas.
- Modulo compuesto de reacción de la subrasante.
- El coeficiente de drenaje.

(Guía AASHTO "Diseño de estructuras de pavimentos,
1993, p. 12)

En nuestro país contamos con la Norma C.E 010 Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones que nos guía en toda la metodología de estudios previos, diseño estructural y especificaciones técnicas para un pavimento rígido.

2.2.5. Sistema de gestión de pavimentos

a) Gestión de pavimentos

En un sentido más amplio, comprende todas las actividades involucradas en el planeamiento, diseño, construcción, mantenimiento y rehabilitación de una porción de pavimento correspondiente a un programa público de transporte por carreteras. (Bach. Espinoza, 2012, p. 20 / Tesis de pregrado)

b) Sistema de gestión de pavimentos

Es un conjunto de herramientas o métodos que permiten a la persona encargada de la toma de decisiones, hallar las estrategias óptimas para proveer y mantener pavimentos en una cierta condición de servicio por un periodo dado de tiempo. La función de un Sistema de Gestión de Pavimentos es mejorar la eficiencia de los tomadores de decisiones, facilitar la coordinación de actividades dentro de la entidad responsable del mantenimiento y asegurar la consistencia de las decisiones tomadas a diferentes niveles de dirección dentro de la misma organización. Por ello, un Sistema de Gestión de Pavimentos

es de muchas maneras, una evaluación o monitoreo periódico de los pavimentos en servicio. (Bach. Espinoza, 2012, p. 20 / Tesis de pregrado)

La evaluación del estado y la condición de un pavimento es parte fundamental en un sistema de gestión de infraestructura vial, para garantizar la continuidad de ésta en el tiempo, brindando un servicio cómodo, rápido, seguro y económico a los usuarios. Es por esta razón, que realizar la evaluación de los pavimentos es una necesidad para poder determinar las posibles deficiencias y las labores de mantenimiento que ésta requiera, y de esta forma, garantizar la buena prestación del servicio. El procedimiento de evaluación de las condiciones en los pavimentos ha demostrado su eficacia en la mejora de la toma de decisiones y el uso de recursos, de manera más eficiente. (Bach. Espinoza, 2012, p. 21 / Tesis de pregrado)

Si el mantenimiento es realizado durante las primeras etapas de la vida útil del pavimento, el costo total se reducirá y su vida útil aumentará. Gráficamente, se puede ver en el Gráfico N° 02.

Gráfico N° 02:

Declinación de la condición del pavimento



Fuente: Bach. Espinoza, 2012, p. 21 / Tesis de pregrado

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se definirán algunos términos a utilizar que son necesarios para el desarrollo del mismo.

- **Falla:** Consiste en la rotura del pavimento rígido, depende de la severidad. Se caracteriza por la pérdida del material. Si este proceso no se detiene a tiempo, va progresando hasta generalizarse en todo el pavimento rígido y se necesitara rehabilitación total.
- **Huecos:** Desintegración cóncava, que se forma al desprenderse el concreto de la superficie, producto de la acción de las cargas de tránsito.
- **Escamaduras:** Rotura del concreto en juntas, grietas y bordes del pavimento rígido.
- **Deformación:** Son cualquier cambio de la superficie del pavimento referida a su forma original.
- **Bombeo:** Suelos expansivos, asentamiento de fundación.
- **Desplazamiento:** Es una falla provocada por el tránsito en la que una losa del pavimento rígido a un lado de una junta presenta un desnivel con respecto a una losa vecina: también puede manifestarse en correspondencia con fisuras.
- **Hundimiento:** Depresión o descenso de la superficie del pavimento en un área localizada del mismo: puede estar acompañado de un fisuramiento significativo, debido al asentamiento del pavimento.

- **Agregado fino:** Material proveniente de la desintegración natural o artificial de partículas cuya granulometría es determinada por las especificaciones técnicas correspondientes. Por lo general pasa la malla N° 4 (4,75 mm) y contiene finos.
- **Agregado grueso:** Material proveniente de la desintegración natural o artificial de partículas cuya granulometría es determinada por las especificaciones técnicas correspondientes. Por lo general es retenida en la malla N°4 (4,75 mm).
- **Ahuellamiento:** Surcos o huellas que se presentan en la superficie de rodadura de una carretera pavimentada o no pavimentada y que son el resultado de la consolidación o movimiento lateral de los materiales por efectos del tránsito.
- **Asfalto:** Material cementante, de color marrón oscuro a negro, constituido principalmente por betunes de origen natural u obtenidos por refinación del petróleo. El asfalto se encuentra en proporciones variables en la mayoría del crudo de petróleo.
- **Bache:** Depresión que se forma en la superficie de rodadura producto del desgaste originado por el tránsito vehicular y la desintegración localizada.
- **Base:** Capa de material selecto y procesado que se coloca entre la parte superior de una sub base o de la subrasante y la capa de rodadura. Esta capa puede ser también de mezcla asfáltica o con tratamientos según diseños. La base es parte de la estructura de un pavimento.
- **Carretera no pavimentada:** Carretera cuya superficie de rodadura está conformada por gravas o afirmado, suelos estabilizados o terreno natural.

- **Carretera pavimentada:** Carretera cuya superficie de rodadura está conformada por mezcla bituminosa (flexible) o de concreto Portland (rígida).
- **Napa freática:** Nivel superior del agua subterránea en el momento de la exploración. El nivel se puede dar respecto a la superficie del terreno o a una cota de referencia.
- **Pavimento flexible:** Constituido con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser los casos aditivos.
- **Pavimento rígido:** Constituido por cemento Portland como aglomerante, agregado y de ser el caso aditivo.
- **Subrasante:** Superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte o relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado.
- **Sección:** La menor unidad de administración con características homogéneas (por ejemplo: tipo de pavimento, estructura, historia de construcción, condición actual, etc.).
- **Parcheo:** Corresponde a áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente ya sea para reparar la estructura o para permitir la instalación de alguna red de servicio.
- **Tránsito:** Es el flujo de vehículos que circulan por una carretera.
- **Tramo:** Es cualquier porción de una carretera, comprendida entre dos puntos referenciales, que se localiza a lo largo del trazo del eje de la carretera.

- **Recapado:** Es un recurso ampliamente utilizado en la recuperación de pavimento rígido y presenta un desafío recurrente: "evitar el surgimiento de grietas reflectadas". Estas grietas no son más que una imagen reflejada de las fisuras o juntas de dilatación del concreto que se pretende recuperar y su surgimiento indica inequívocamente un proceso de destrucción del recapado.
- **Grietas:** Este grupo de deterioros incluye todas las discontinuidades y fracturas que afectan las losas de concreto. Las grietas de ancho menor a 0,03 mm se denominan fisuras.
- **Daños en juntas:** El diseño de juntas en los pavimentos de concreto es el responsable del control del agrietamiento, así como de mantener la capacidad estructural del pavimento y su calidad de servicio en los más altos niveles al menor costo anual.

2.4. PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)

El método de Índice de Condición del Pavimento (PCI por sus siglas en inglés), fue desarrollado por M.Y. Shahin y S.D. Khon y publicado por el cuerpo de ingenieros de la armada de Estados Unidos en el año 1978.

La finalidad de este estudio fue desarrollar un Índice de Condición de Pavimentos (PCI) para carreteras y calles para proveer al ingeniero de un método que sirva como modelo para la evaluación la condición del pavimento. (Vásquez, 2002, p. 2)

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. Donde la primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se

identifican los daños, luego el procesamiento de los datos obtenidos en campo. (Vásquez, 2002, p. 2)

El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie.

2.5. CÁLCULO DEL PCI PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS

2.5.1. Investigación de la condición superficial

Cada tipo de daño conjuntamente con su nivel de severidad se denota alfanuméricamente. El tipo de daño es representado por una o dos letras, mientras que el nivel de severidad y su cuantificación son denominados por dos números. El primer número se refiere al nivel de severidad y el segundo a su cuantificación. La severidad y cuantificación de cada tipo de daño se clasifican en tres niveles: bajo, medio y alto y están representados por los números 1, 2 y 3 respectivamente. Así por ejemplo, un agrietamiento transversal en un pavimento rígido, de mediana severidad y baja cuantificación se denomina: T21. (Vásquez, 2002, p. 6)

2.5.2. Tabla de valores de daño (DV)

A cada tipo de representación alfanumérica representativa de un tipo de daño en el pavimento, se le ha asignado un cierto "Valor de daño".

Cuadro N° 02:
Valores de daño

Tipo de Daño	Símbolo	Valores de Daño para Combinaciones ij									
		11	12	13	21	22	23	31	32	33	
Levantamiento (Blow - Up)	BU	70									
Agrietamiento tipo "D"	D	4	6	10	8	15	20	12	25	35	
Agrietamiento Diagonal	DC	4	6	10	8	12	18	10	15	25	
Escalonamiento (Faulting)	F	4	6	10	8	15	25	10	20	30	
Extrusión del sello en la junta	JE	12									
Agrietamiento Longitudinal	L	6	8	10	10	15	25	15	30	35	
Bombeo (Pumping)	PM	20									
Escamado (Scalling)	S							10	18	30	
Astillado (Spalling)	SP	4	6	10	8	15	25	12	25	35	
Agrietamiento Transversal	T	5	8	12	10	18	25	15	25	35	

Fuente: (Vásquez, 2002, p. 6)

2.5.3. Índice de condición del pavimento

Para una sección del pavimento, se suman los valores de daño de cada tipo de daño encontrados en la sección en estudio y se procede a hacer uso de la siguiente fórmula matemática:

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n DV_i$$

A partir del valor del Índice de Condición del Pavimento (PCI), hallado con la fórmula anterior, se puede hacer un estimado de la condición del pavimento a partir del Cuadro N° 03. El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. (Vásquez, 2002, p. 7)

Cuadro N° 03:

Rango de clasificación PCI

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

Fuente: Vásquez, 2002, p. 2

2.5.4. Procedimiento para la inspección del pavimento

Se inspecciona visualmente el pavimento para el cual se aplica el siguiente procedimiento:

- Antes de comenzar la evaluación, se deberá analizar detenidamente el MANUAL DEL PCI PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS, la NORMA ASTM 5340-98 TRADUCCIÓN ESPAÑOL MÉTODO DE EVALUACIÓN DEL PCI y la NORMA ASTM D-6433 ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX.
- El evaluador deberá revisar cuidadosamente la sección de unidad de muestreo, identificando las fallas y clasificándolas alfanuméricamente. Cualquier cambio notorio en el tipo o en la condición del pavimento a lo largo de la calle en estudio, requerirá la selección y clasificación de una selección de unidades de muestro adicional.
- Para una calle de dos vías, la clasificación deberá ser aplicada en ambas vías. Sin embargo, en calles de vías múltiples, las vías opuestas deberán clasificarse por separado.

- Cada sección deberá ser clasificada por el tipo de pavimento (flexible o rígido). Los pavimentos de concreto con sobrecapas de asfalto deberán ser tratados como pavimentos asfálticos para fines de identificación de daños, debiéndose identificarse apropiadamente la sección estructural.
- Se usará una hoja de datos de campo apropiada.
- El evaluador está autorizado a escribir cualquier comentario referente a la evaluación del pavimento, tal como el predominio y extensión de algunos tipos de particulares de fallas en una sección, condiciones de drenaje, estructuras secundarias, condiciones climáticas durante la inspección, condiciones topográficas, etc.
- Después de completar la inspección con los valores i_j , el evaluador deberá consultar los valores de daños proporcionados en la tabla e ingresar datos respectivos. Los valores de daño deberán ser sumados para cada tipo individual de daño. El valor de PCI para la sección estudiada puede ser calculado, restando el valor total del daño ($\sum VDi$) de 100. (Vásquez, 2002, p. 7)

2.5.5. Fallas en los pavimentos rígidos según el método del PCI

Según el manual del PCI para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras, la norma ASTM 5340-98 traducción español método de evaluación del PCI y la norma ASTM D-6433 ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX; las principales fallas en los pavimentos rígidos son:

A. Levantamiento (Blow up-BU)

Descripción:

Alabeo hacía arriba o rotura localizada de la losa en una grieta o junta transversal.

Grafico 03:

Levantamiento del pavimento



Fuente: Elaboración propia

Niveles de severidad:

Hay solamente un nivel de severidad para el levantamiento.

Alto: Puede ser fácilmente reconocido.

Cuantificación:

Ninguna.

Denominación:

BU.

B. Agrietamiento en media luna tipo "D" (D)

Descripción:

Una serie de grietas finas del grosor de un cabello y forma creciente en el concreto, usualmente paralelas a las juntas o a las grietas mayores y usualmente curvándose en las esquinas de la losa.

Grafico 04:

Agrietamiento en media luna tipo D



Fuente: Elaboración propia

Niveles de severidad:

- 1 (Bajo): Las grietas están definidas (decoloración) por medio de grietas del grosor de un cabello y no pueden ser removidas.
- 2 (Medio): Las piezas están bien definidas pero no pueden ser fácilmente removidas.
- 3 (Alto): Las piezas están bien definidas y pueden ser fácilmente removidas.

Cuantificación:

- 1 (Baja): El área agrietada cubre menos de 9 m² del área de

la losa.

- 2 (Media): El agrietamiento cubre más de 9 m² del área de la losa.
- 3 (Alta): El agrietamiento cubre más de 22.5 m² del área de la losa y también aparece en la mayor parte de las losas.

Denominación:

D11, D12, D13, D21, D22, D23, D31, D32, D33.

C. Agrietamiento diagonal (DC)

Descripción:

Una rotura en el pavimento en la esquina de la losa, cerca de la unión de la junta transversal con la junta longitudinal o con el borde de la losa, que puede o no extenderse diagonalmente, a través del fin de la losa.

Grafico 05:

Agrietamiento diagonal



Fuente: Elaboración propia

Niveles de severidad:

- 1 (Bajo): Grietas delgadas del grosor de un cabello.
- 2 (Medio): Las grietas tienen un ancho moderado (promedios de 1/4" a 1/2") y/o están moderadamente astilladas.
- 3 (Alto): Las grietas tienen anchos mayores de 1/2" y están muy astilladas.

Cuantificación:

- 1 (Baja): El agrietamiento aparece solamente en una o dos juntas aisladas.
- 2 (Media): El agrietamiento aparece intermitentemente.
- 3 (Alta): El agrietamiento aparece a intervalos de 15 m.

Denominación:

DC11, DC12, DC13, DC21, DC22, DC23, DC31, DC32, DC33.

(Método de evaluación del PCI traducción español, Norma ASTM 5340-98, p. 11)

D. Escalonamiento (Faulting-F)

Descripción:

Diferentes desplazamientos verticales de losas en las juntas o grietas, creando una deformación en la superficie del pavimento.

Grafico 06:

Escalonamiento



Fuente: Elaboración propia

Niveles de severidad:

- 1 (Bajo): La diferencia en la elevación es menor de 1/2" y/o afecta ligeramente la transitabilidad.
- 2 (Medio): La diferencia en la elevación es de 1/2" a 1" y/o afecta moderadamente la transitabilidad.
- 3 (Alto): La diferencia en la elevación es mayor de 1" y/o afecta grandemente la transitabilidad.

Cuantificación:

- 1 (Baja): Uno o dos escalonamientos en un área aislada.
- 2 (Media): Dos a cuatro escalonamientos continuos.
- 3 (Alta): Más de cuatro escalonamientos continuos.

Denominación:

F11, F12, F13, F21, F22, F23, F31, F32, F33.

E. Extrusión del relleno de las juntas (JE)

Descripción:

Expulsión del relleno de las juntas sobre los bordes de las juntas.

Grafico 07:

Extrusión del relleno de las juntas



Fuente: Elaboración propia

Niveles de severidad:

Hay solamente un nivel de severidad para la extrusión del relleno de las juntas.

Alto: El relleno de las juntas debe ser reemplazado.

Cuantificación:

Ninguna.

Denominación:

JE.

F. Agrietamiento longitudinal (L)

Descripción:

Una grieta o rotura aproximadamente paralela a la línea central del pavimento.

Grafico 08:

Agrietamiento longitudinal



Fuente: Elaboración propia

Niveles de severidad:

- 1 (Bajo): Grietas delgadas menores de 1/4".
- 2 (Medio): Grietas con un ancho moderado (promedios de 1/4" a 1") y/o moderadamente astilladas.
- 3 (Alto): Grietas que dividen a la losa en dos piezas, son anchas (promedio superior a 1") y están muy astilladas.

Cuantificación:

- 1 (Baja): La longitud total de grietas es menor de 45 m en una sección de 30 m.
- 2 (Media): La longitud total agrietada está entre 45 y 60 m en una sección de 30 m.
- 3 (Alta): La longitud total agrietada es mayor de 60 m en una sección de 30 m.

Denominación:

L11, L12, L13, L21, L22, L23, L31, L32, L33.

G. Bombeo (Pumping-PM)

Descripción:

Expulsión de mezclas de agua, arcilla o limo a lo largo o a través de juntas transversales o longitudinales, grietas o filos de los pavimentos.

Niveles de severidad:

Hay solamente un nivel de severidad asociado con el bombeo.

Gráfico 09:

Bombeo



Fuente: Elaboración propia

Alto: El bombeo es evidente por la eyección de agua bajo cargas pesadas, manchas de las juntas o grietas y/o presencia de materiales sueltos cerca a las juntas o grietas.

Cuantificación:

Ninguna.

Denominación:

PM.

H. Escamado (Scalling-S)

Descripción:

Desintegración progresiva y pérdida de la superficie de desgaste del concreto.

Gráfico 10:

Escamado



Fuente: Elaboración propia

Niveles de severidad:

Hay solamente un nivel de severidad para el escamado.

3 (Alto): El escamado es relativamente profundo.

Cuantificación:

1 (Baja): Se extiende sobre menos de un cuarto del área de la losa.

2 (Media): Se extiende sobre más de un cuarto del área de la losa

3 (Alta): Continúa de una losa a losa adyacente.

Denominación:

S31, S32, S33.

I. Astillado (Spalling-SP)

Descripción:

Rotura o desintegración de los filos de la losa en las juntas o grietas o directamente sobre el acero de refuerzo, usualmente resultante en la remoción del concreto sano.

Gráfico 11:

Astillado



Fuente: Elaboración propia

Niveles de severidad:

- 1 (Bajo): El filo de la losa está ligeramente roto y no es necesaria la reparación.
- 2 (Medio): El filo de la losa está moderadamente roto y puede necesitarse reparación.

3 (Alto): El filo de la losa está severamente roto y es necesaria la reparación.

Cuantificación:

1 (Baja): Ocurre en uno o dos filos de losas.

2 (Media): Ocurre intermitentemente.

3 (Alta): Ocurre regularmente en los filos de las losas.

Denominación:

SP11, SP12, SP13, SP21, SP22, SP23, SP31, SP32, SP33

J. Agrietamiento transversal (T)

Descripción:

Una grieta o rotura aproximadamente en ángulo recto con la línea central del pavimento.

Gráfico 12:

Agrietamiento transversal



Fuente: Elaboración propia

Niveles de severidad:

- 1 (Bajo): Grietas delgadas menores de 1/4"
- 2 (Medio): Grietas con un ancho moderado (promedios de 1/4" a 1") y/o moderadamente astilladas.
- 3 (Alto): Grietas que dividen a la losa en dos piezas, son anchas (promedio superior a 1") y están muy astilladas.

Cuantificación:

- 1 (Baja): La longitud total de grietas es menor de 22.5m. en una sección de 30m.
- 2 (Media): La longitud total agrietada está entre 22.5 y 37.5 m. en una sección de 30m.
- 3 (Alta): La longitud total agrietada es mayor de 37.5 m. en una sección de 30m.

Denominación:

T11, T12, T13, T21, T22, T23, T31, T32, T33.

2.5.6. Fallas en los pavimentos rígidos que no considera el método del PCI

a) Reparaciones en los servicios públicos, baches y agujeros:

El reemplazo o la reparación de los servicios públicos requerirán cortes del pavimento. Los parches de reparaciones previas pueden funcionar como el pavimento original o pueden deteriorarse. Las fallas localizadas de las reparaciones pueden causar baches

individuales. Para la reparación es necesario el parchado en la totalidad del espesor del pavimento. (Etanzo, 2008, p. 25)

Gráfico N° 13:

Falla en la reposición del pavimento



Fuente: Elaboración propia

b) Agrietamiento en buzones y conexiones domiciliarias:

El movimiento normal del pavimento debido a los cambios de temperatura, entre otros factores, en algunos casos puede ocasionar que el pavimento no pueda reacomodarse debido a la presencia de buzones causando la fractura del pavimento. Estos son a menudo defectos localizados que no indican un problema general del pavimento. El sellado y parchado puede desacelerar el deterioro. (Etanzo, 2008, p. 25)

Gráfico N° 14:

Grietas adyacentes al buzón



Fuente: Elaboración propia

c) Deformaciones de sardineles y cunetas:

Las juntas longitudinales entre el pavimento y las cunetas pueden abrirse causando el deterioro de las mismas. Es necesario un mantenimiento continuo de las juntas. (Etanzo, 2008, p. 26)

Gráfico N° 15:

Cuneta deteriorada



Fuente: Elaboración propia

d) Refuerzo superficial:

Si el acero de refuerzo es colocado muy cerca de la superficie inducirá al concreto a fragmentarse. La corrosión del acero crea

fuerzas que rompen o desalojan al concreto. A menudo se puede observar manchas de herrín en las grietas de la superficie antes de fragmentarse. Temporalmente puede hacerse un parchado con asfalto. Las reparaciones permanentes son difíciles y usualmente implican reemplazar el acero. (Etanzo, 2008, p. 27)

Gráfico N° 16:

Refuerzo superficial, manchas en la superficie



Fuente: Elaboración propia

NOTA: Las fallas que se encuentran reparadas no se consideran defectos, para realizar la clasificación superficial del pavimento.

Gráfico 17:

Fallas reparadas



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1. CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

El instrumento utilizado, permitió recoger la información necesaria de campo para luego determinar el índice de condición del pavimento. Este instrumento antes de ser usado fue revisado por el asesor de la tesis y validado por los expertos siguientes:

- Ing. Civil Javier Hilbert TAMARA GONZALES; CIP N° 116547
- Ing. Civil Remo BAYONA ANTÚNEZ; CIP N° 35785
- Ing. Civil Elencio Melchor MEJIA ONCOY; CIP N° 53236

A continuación se muestra un ejemplo de la ficha utilizada y validada.

Gráfico N° 18:

Ficha técnica validada



FICHA TÉCNICA

NOMBRE DE TESIS : "APLICACIÓN DEL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH - 2016"

TESISTA : ESPINOZA LAZARO Robert Urbano
 FECHA : 11 de Diciembre del 2016
 REGIÓN : Ancash PROVINCIA : Huaraz DISTRITO : Huaraz
 URBANIZACIÓN : Barrio Huarupampa
 CALLE :

TIPO DE DAÑO	LARGO (m)	ANCHO (pulg)	PROFUNDIDAD (pulg)	ÁREA (m ²)	NIVEL DE SEVERIDAD (I)	CUANTIFICACIÓN (I)	REPRESENTACIÓN ALFANUMÉRICA X(I)	VALORES DE DAÑO (DV)
LEVANTAMIENTO (BU)								
TOTAL								
AGRIETAMIENTO TIPO "D" (D)								
TOTAL								
AGRIETAMIENTO DIAGONAL (DC)								
TOTAL								
ESCALONAMIENTO (F)								
TOTAL								
EXTRUSIÓN DEL SELLO EN LA JUNTA (JE)								
TOTAL								
AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL (L)								
TOTAL								
BOMBEO (PM)								
TOTAL								
ESCAMADO (S)								
TOTAL								
ASTILLADO (SP)								
TOTAL								
AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)								
TOTAL								

TABLA DE VALORES DE DAÑO (DV)

Tipo de Daño	Símbolo	Valores de Daño para Combinaciones I									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Levantamiento (Bow-Up)	BU	70									
Agrietamiento tipo "D"	D	4	6	10	8	15	20	12	25	35	
Agrietamiento Diagonal	DC	4	6	10	8	15	18	10	25	26	
Escalonamiento (Faulting)	F	4	6	10	8	15	25	10	20	30	
Extrusión del sello en la junta	JE	12									
Agrietamiento Longitudinal	L	6	8	10	10	15	25	15	30	35	
Bombos (Pumping)	PM	20									
Escamado (Scaling)	S	10 18 30									
Astillado (Spalling)	SP	4	6	10	8	15	25	12	25	35	
Agrietamiento Transversal	T	5	8	12	10	18	25	15	25	35	

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n DV_i$$

Rango de Clasificación PCI

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

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 Consejo Departamental Ancash- Huaraz

JAVIER ALBERT TAMARA GONZALES
 Ingeniero Civil
 CIP N° 115347

CONSULTORA DE OBRAS REG. C53935

VALIDACIÓN DE EXPERTO 1

VALIDACIÓN DE EXPERTO 2

VALIDACIÓN DE EXPERTO 3

REMO BAYONA ANTÚNEZ
 ING. CIVIL - HIDROTÉCNICO

CIP 35795

ELENCIO MELCHOR MEJIA ONCOY
 INGENIERO CIVIL

CIP. N° 53236

3.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES

En el presente trabajo de investigación para las unidades de muestreo o espacio muestral de las calles en estudio, de acuerdo al manual del PCI vamos tener en consideración lo siguiente:

- Las calles con un ancho de vía menor o igual a 7.600 m., lo vamos a seleccionar una sección de 20 losas representativa de la calle en estudio como unidad de muestreo (20 x distancia longitudinal de cada losa).
- Las calles con un ancho de vía mayor a 7.600 m., lo vamos a seleccionar una sección de 25 losas representativa de la calle en estudio como unidad de muestreo (25 x distancia longitudinal de cada losa).

3.2.1. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE FALLAS DE LA AV. CONFRATERNIDAD INTERNACIONAL OESTE (Sentido: Sur-Norte)

Se realizó la inspección previa de la vía, de todos los tramos en estudio, observándose cambios en la condición del pavimento. Los tramos comprendidos de esta vía en estudio se encuentran visiblemente deteriorado. Esto debido a que esta avenida es de mayor tránsito vehicular pesado.

Por consiguiente se realizó la clasificación del pavimento independientemente para los dos tramos y por cada carril mencionado mediante el método de Pavement Condition Index (PCI).

3.2.1.1. Análisis y resultados por el método PCI

Para realizar la evaluación del pavimento, se seleccionó una unidad de muestreo de (25 x distancia longitudinal de cada losa) de sección longitudinal representativa de la condición del pavimento de la calle en estudio; esto debido a que el ancho de vía de cada carril supera los 7.600 m. Se revisó cuidadosamente, identificando las fallas y clasificándolas alfanuméricamente.

a) Tramo de la cuadra 3 a la cuadra 6 (Carril: Derecho)

- **Resultados de la muestra**

La longitud total de esta vía es de 324.635 metros y un ancho de vía de 8.930 metros, se evaluó una sección representativa de $25 \times 3.950 = 98.750$ metros de esta vía.

Las fallas identificadas y clasificadas alfanuméricamente fueron: Agrietamiento diagonal (DC), Escalonamiento (F), Extrusión del sello en la junta (JE), Agrietamiento longitudinal (L), Escamado (S), Astillado (SP) y Agrietamiento transversal (T).

- **Cálculo del valor de daño**

A partir de la representación alfanumérica de las fallas presentes en el pavimento, se halla el valor de daño de cada uno de ellos mediante el cuadro N° 02, valores de daño. Luego se sumaron los valores de daño de cada tipo de falla.

Tabla 01:

Valor de daño del tramo de la cuadra 3 a la cuadra 6
(Carril: Derecho)

Símbolo	ij	DV
DC	32	15
F	31	10
JE	22	12
L	31	15
S	31	10
SP	21	8
T	31	15
$\sum DV=$		85

Fuente: Elaboración propia

- **Cálculo del PCI**

Utilizamos la siguiente expresión matemática para hallar el PCI del pavimento.

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n DV_i$$

$$PCI = 100 - 85$$

$$PCI = 15$$

Procedemos a utilizar el cuadro N° 03, rango de calificación del Índice de Condición del Pavimento: El valor del PCI obtenido es 15, indica que en la actualidad este tramo se encuentra en condición **MUY POBRE**.

b) Tramo de la cuadra 3 a la cuadra 6 (Carril: Izquierdo)

- **Resultados de la muestra**

La longitud total de esta vía es de 324.635 metros y un ancho de vía de 8.960 metros, se evaluó una sección representativa de $25 \times 3.740 = 93.500$ metros de esta vía.

Las fallas identificadas y clasificadas alfanuméricamente fueron: Agrietamiento tipo "D", Agrietamiento diagonal (DC), Extrusión del sello en la junta (JE), Agrietamiento longitudinal (L), Astillado (SP) y Agrietamiento transversal (T).

- **Cálculo del valor de daño**

A partir de la representación alfanumérica de las fallas presentes en el pavimento, se halla el valor de daño de cada uno de ellos mediante el cuadro N° 02, valores de daño. Luego se sumaron los valores de daño de cada tipo de falla.

Tabla 02:

*Valor de daño del tramo de la cuadra 3 a la cuadra 6
(Carril: Izquierdo)*

Símbolo	ij	DV
D	22	15
DC	32	15
JE	22	12
L	31	15
SP	21	8
T	31	15
$\Sigma DV=$		80

Fuente: Elaboración propia

- **Cálculo del PCI**

Utilizamos la siguiente expresión matemática para hallar el PCI del pavimento.

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n DV_i$$

$$PCI = 100 - 80$$

$$PCI = 20$$

Procedemos a utilizar el cuadro N° 03, rango de calificación del Índice de Condición del Pavimento: El valor del PCI obtenido es 20, indica que en la actualidad este tramo se encuentra en condición **MUY POBRE**.

c) Tramo de la cuadra 7 a la cuadra 9 (Carril: Derecho)

- **Resultados de la muestra**

La longitud total de esta vía es de 179.529 metros y un ancho de vía de 9.780 metros, se evaluó una sección representativa de $25 \times 3.960 = 99.000$ metros de esta vía.

Las fallas identificadas y clasificadas alfanuméricamente fueron: Agrietamiento tipo "D", Agrietamiento diagonal (DC), Escalonamiento (F), Extrusión del sello en la junta (JE), Agrietamiento longitudinal (L) y Agrietamiento transversal (T).

- **Cálculo del valor de daño**

A partir de la representación alfanumérica de las fallas presentes en el pavimento, se halla el valor de daño de

cada uno de ellos mediante el cuadro N° 02, valores de daño. Luego se sumaron los valores de daño de cada tipo de falla.

Tabla 03:

Valor de daño del tramo de la cuadra 7 a la cuadra 9
(Carril: Derecho)

Símbolo	ij	DV
D	22	15
DC	32	15
F	31	10
JE	22	12
L	31	15
T	31	15
$\sum DV=$		82

Fuente: Elaboración propia

- **Cálculo del PCI**

Utilizamos la siguiente expresión matemática para hallar el PCI del pavimento.

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n DV_i$$

$$PCI = 100 - 82$$

$$PCI = 18$$

Procedemos a utilizar el cuadro N° 03, rango de calificación del Índice de Condición del Pavimento: El valor del PCI obtenido es 18, indica que en la actualidad este tramo se encuentra en condición **MUY POBRE**.

d) Tramo de la cuadra 7 a la cuadra 9 (Carril: Izquierdo)

- **Resultados de la muestra**

La longitud total de esta vía es de 179.529 metros y un ancho de vía de 12.250 metros, se evaluó una sección representativa de $25 \times 4.010 = 100.250$ metros de esta vía.

Las fallas identificadas y clasificadas alfanuméricamente fueron: Agrietamiento tipo "D" (D), Agrietamiento diagonal (DC), Extrusión de sello en la junta (JE), Agrietamiento longitudinal (L), Bombeo (PM), Escamado (S) y Agrietamiento transversal (T).

- **Cálculo del valor de daño**

A partir de la representación alfanumérica de las fallas presentes en el pavimento, se halla el valor de daño de cada uno de ellos mediante el cuadro N° 02, valores de daño. Luego se sumaron los valores de daño de cada tipo de falla.

Tabla 04:

Valor de daño del tramo de la cuadra 7 a la cuadra 9 (Carril: Izquierdo)

Símbolo	ij	DV
D	21	8
DC	32	15
JE	22	12
L	31	15
PM	22	20
S	31	10
T	31	15
$\sum DV=$		95

Fuente: Elaboración propia

- **Cálculo del PCI**

Utilizamos la siguiente expresión matemática para hallar el PCI del pavimento.

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n DV_i$$

$$PCI = 100 - 95$$

$$PCI = 5$$

Procedemos a utilizar el cuadro N° 03, rango de calificación del Índice de Condición del Pavimento: El valor del PCI obtenido es 5, indica que en la actualidad este tramo se encuentra en condición **FALLADO**.

3.2.2. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE FALLAS DE LA AV. ANTONIO RAYMONDI (Sentido: Oeste - Este)

Se realizó la inspección previa de la vía, de todos los tramos en estudio, observándose cambios muy profundos en la condición del pavimento. Los tramos comprendidos de esta vía en estudio se encuentran visiblemente deteriorado. Esto debido a que esta avenida es de mayor tránsito vehicular masivo.

Por consiguiente se realizó la clasificación del pavimento independientemente para los tres tramos y por cada carril mencionado mediante el método de Pavement Condition Index (PCI).

3.2.2.1. Análisis y resultados por el método PCI

Para realizar la evaluación del pavimento, se seleccionó una unidad de muestreo de (20 x distancia longitudinal de cada losa) de sección longitudinal representativa de la condición del pavimento de la calle en estudio; esto debido a que el ancho de vía de cada carril no supera los 7.600 m. Se revisó cuidadosamente, identificando las fallas y clasificándolas alfanuméricamente.

a) Tramo de la cuadra 3 a la cuadra 5 (Carril: Derecho)

- **Resultados de la muestra**

La longitud total de esta vía es de 178.605 metros y un ancho de vía de 6.600 metros, se evaluó una sección representativa de $20 \times 3.980 = 79.600$ metros de esta vía.

Las fallas identificadas y clasificadas alfanuméricamente fueron: Agrietamiento diagonal (DC), Extrusión del sello en la junta (JE), Agrietamiento longitudinal (L), Bombeo (PM), Escamado (S), Astillado (SP) y Agrietamiento transversal (T).

- **Cálculo del valor de daño**

A partir de la representación alfanumérica de las fallas presentes en el pavimento, se halla el valor de daño de cada uno de ellos mediante el cuadro N° 02, valores de daño. Luego se sumaron los valores de daño de cada tipo de falla.

Tabla 05:

Valor de daño del tramo de la cuadra 3 a la cuadra 5
(Carril: Derecho)

Símbolo	ij	DV
DC	32	15
JE	22	12
L	21	10
PM	22	20
S	31	10
SP	11	4
T	31	15
$\Sigma DV=$		86

Fuente: Elaboración propia

- **Cálculo del PCI**

Utilizamos la siguiente expresión matemática para hallar el PCI del pavimento.

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n DV_i$$

$$PCI = 100 - 86$$

$$PCI = 14$$

Procedemos a utilizar el cuadro N° 03, rango de calificación del Índice de Condición del Pavimento: El valor del PCI obtenido es 14, indica que en la actualidad este tramo se encuentra en condición **MUY POBRE**.

b) Tramo de la cuadra 3 a la cuadra 5 (Carril: Izquierdo)

- **Resultados de la muestra**

La longitud total de esta vía es de 178.605 metros y un ancho de vía de 6.560 metros, se evaluó una sección representativa de $20 \times 3.960 = 79.200$ metros de esta vía.

Las fallas identificadas y clasificadas alfanuméricamente fueron: Agrietamiento tipo "D" (D), Agrietamiento diagonal (DC), Extrusión del sello en la junta (JE), Agrietamiento longitudinal (L), Bombeo (PM), Escamado (S), Astillado (SP) y Agrietamiento transversal (T).

- **Cálculo del valor de daño**

A partir de la representación alfanumérica de las fallas presentes en el pavimento, se halla el valor de daño de cada uno de ellos mediante el cuadro N° 02, valores de daño. Luego se sumaron los valores de daño de cada tipo de falla.

Tabla 06:

Valor de daño del tramo de la cuadra 3 a la cuadra 5 (Carril: Izquierdo)

Símbolo	ij	DV
D	21	8
DC	32	15
JE	22	12
L	22	15
PM	22	20
S	31	10
SP	11	4
T	31	15
$\Sigma DV=$		99

Fuente: Elaboración propia

- **Cálculo del PCI**

Utilizamos la siguiente expresión matemática para hallar el PCI del pavimento.

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n DV_i$$

$$PCI = 100 - 99$$

$$PCI = 1$$

Procedemos a utilizar el cuadro N° 03, rango de calificación del Índice de Condición del Pavimento: El valor del PCI obtenido es 1, indica que en la actualidad este tramo se encuentra en condición **FALLADO**.

c) Tramo de la cuadra 6 a la cuadra 8 (Carril: Derecho)

- **Resultados de la muestra**

La longitud total de esta vía es de 254.280 metros y un ancho de vía de 6.580 metros, se evaluó una sección representativa de $20 \times 3.960 = 79.200$ metros de esta vía.

Las fallas identificadas y clasificadas alfanuméricamente fueron: Agrietamiento Diagonal (DC), Extrusión del sello en la junta (JE), Agrietamiento longitudinal (L), Bombeo (PM), Escamado (S), Astillado (SP) y Agrietamiento transversal (T).

- **Cálculo del valor de daño**

partir de la representación alfanumérica de las fallas presentes en el pavimento, se halla el valor de daño de

cada uno de ellos mediante el cuadro N° 02, valores de daño. Luego se sumaron los valores de daño de cada tipo de falla.

Tabla 07:

Valor de daño del tramo de la cuadra 6 a la cuadra 8
(Carril: Derecho)

Símbolo	ij	DV
DC	32	15
JE	22	12
L	22	15
PM	22	20
S	31	10
SP	11	4
T	31	15
$\Sigma DV=$		91

Fuente: Elaboración propia

- **Cálculo del PCI**

Utilizamos la siguiente expresión matemática para hallar el PCI del pavimento.

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n DV_i$$

$$PCI = 100 - 91$$

$$PCI = 9$$

Procedemos a utilizar el cuadro N° 03, rango de calificación del Índice de Condición del Pavimento: El valor del PCI obtenido es 9, indica que en la actualidad este tramo se encuentra en condición **FALLADO**.

d) Tramo de la cuadra 6 a la cuadra 8 (Carril: Izquierdo)

- **Resultados de la muestra**

La longitud total de esta vía es de 254.280 metros y un ancho de vía de 6.560 metros, se evaluó una sección representativa de $20 \times 3.960 = 79.200$ metros de esta vía.

Las fallas identificadas y clasificadas alfanuméricamente fueron: Agrietamiento diagonal (DC), Extrusión del sello en la junta (JE), Agrietamiento longitudinal (L), Bombeo (PM), Escamado (S), Astillado (SP) y Agrietamiento transversal (T).

- **Cálculo del valor de daño**

A partir de la representación alfanumérica de las fallas presentes en el pavimento, se halla el valor de daño de cada uno de ellos mediante el cuadro N° 02, valores de daño. Luego se sumaron los valores de daño de cada tipo de falla.

Tabla 08:

Valor de daño del tramo de la cuadra 6 a la cuadra 8
(Carril: Izquierdo)

Símbolo	ij	DV
DC	32	15
JE	22	12
L	22	15
PM	22	20
S	31	10
SP	11	12
T	31	15
$\Sigma DV=$		99

Fuente: Elaboración propia

- **Cálculo del PCI**

Utilizamos la siguiente expresión matemática para hallar el PCI del pavimento.

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n DV_i$$

$$PCI = 100 - 99$$

$$PCI = 1$$

Procedemos a utilizar el cuadro N° 03, rango de calificación del Índice de Condición del Pavimento: El valor del PCI obtenido es 1, indica que en la actualidad este tramo se encuentra en condición **FALLADO**.

e) Tramo de la cuadra 9 a la cuadra 11 (Carril: Derecho)

- **Resultados de la muestra**

La longitud total de esta vía es de 241.022 metros y un ancho de vía de 6.630 metros, se evaluó una sección representativa de $20 \times 3.960 = 79.200$ metros de esta vía.

Las fallas identificadas y clasificadas alfanuméricamente fueron: Levantamiento (BU), Agrietamiento diagonal (DC), Extrusión del sello en la junta (JE), Agrietamiento longitudinal (L), Escamado (S), Astillado (SP) y Agrietamiento transversal (T).

- **Cálculo del valor de daño**

A partir de la representación alfanumérica de las fallas presentes en el pavimento, se halla el valor de daño de cada uno de ellos mediante el cuadro N° 02, valores de daño. Luego se sumaron los valores de daño de cada tipo de falla.

Tabla 09:

*Valor de daño del tramo de la cuadra 9 a la cuadra 11
(Carril: Derecho)*

Símbolo	ij	DV
BU	-	0
DC	32	15
JE	22	12
L	22	15
S	31	10
SP	32	25
T	31	15
$\Sigma DV=$		92

Fuente: Elaboración propia

- **Cálculo del PCI**

Utilizamos la siguiente expresión matemática para hallar el PCI del pavimento.

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n DV_i$$

$$PCI = 100 - 92$$

$$PCI = 8$$

Procedemos a utilizar el cuadro N° 03, rango de calificación del Índice de Condición del Pavimento: El valor del PCI obtenido es 8, indica que en la actualidad este tramo se encuentra en condición **FALLADO**.

f) Tramo de la cuadra 9 a la cuadra 11 (Carril: Izquierdo)

- **Resultados de la muestra**

La longitud total de esta vía es de 241.022 metros y un ancho de vía de 6.570 metros, se evaluó una sección representativa de $20 \times 4.000 = 80.000$ metros de esta vía.

Las fallas identificadas y clasificadas alfanuméricamente fueron: Levantamiento (BU), Agrietamiento diagonal (DC), Extrusión del sello en la junta (JE), Agrietamiento longitudinal (L), Escamado (S), Astillado (SP) y Agrietamiento transversal (T).

- **Cálculo del valor de daño**

A partir de la representación alfanumérica de las fallas presentes en el pavimento, se halla el valor de daño de cada uno de ellos mediante el cuadro N° 02, valores de daño. Luego se sumaron los valores de daño de cada tipo de falla.

Tabla 10:

Valor de daño del tramo de la cuadra 9 a la cuadra 11 (Carril: Izquierdo)

Símbolo	ij	DV
BU	-	0
DC	32	15
JE	22	12
L	22	15
S	31	10
SP	32	25
T	22	18
$\Sigma DV=$		95

Fuente: Elaboración propia

- **Cálculo del PCI**

Utilizamos la siguiente expresión matemática para hallar el PCI del pavimento.

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n DV_i$$

$$PCI = 100 - 95$$

$$PCI = 5$$

Procedemos a utilizar el cuadro N° 03, rango de calificación del Índice de Condición del Pavimento: El valor del PCI obtenido es 5, indica que en la actualidad este tramo se encuentra en condición **FALLADO**.

3.3. PRUEBAS DE NORMALIDAD

Determinación del PCI de la unidad de muestra para evaluación

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%.

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

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar

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

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

s: Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (s) del PCI de 15 para pavimento rígido (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.

Selección de las unidades de muestreo para inspección

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar (aleatoriedad sistemática) de la siguiente manera:

a. El intervalo de muestreo (i) se expresa mediante la ecuación 2.

$$i = \frac{N}{n} \text{ Ecuación 2.}$$

Donde:

i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior (por ejemplo, 3.7 se redondea a 3).

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n : Número mínimo de unidades para evaluar.

b. El inicio al azar se selecciona entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo *i*.

- Según el MANUAL DEL PCI PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS en las páginas 3 y 4 para las unidades de muestreo dice:

"Carreteras con capa de rodadura en losas de concreto de cemento Portland y losas con longitud inferior a 7.60 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango 20 ± 8 losas".

Se recomienda tomar el valor medio de los rangos y en ningún caso definir unidades por fuera de aquellos.

Para la selección de unidades de muestreo adicionales:

"Uno de los mayores inconvenientes del método aleatorio es la exclusión del proceso de inspección y evaluación de algunas unidades de muestreo en muy mal estado". También puede suceder que unidades de muestreo que tienen daños que sólo se presentan una vez (por ejemplo, "cruce de línea férrea") queden incluidas de forma inapropiada en un muestreo aleatorio.

Para evitar lo anterior, la inspección deberá establecer cualquier unidad de muestreo inusual e inspeccionarla como una "unidad adicional" en lugar de una "unidad representativa" o aleatoria.



Cuando se incluyen unidades de muestreo adicionales, el cálculo del PCI es ligeramente modificado para prevenir la extrapolación de las condiciones inusuales en toda la sección.

CAPÍTULO IV

PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS

Según Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p. 92; no, no todas las investigaciones cuantitativas plantean hipótesis. El hecho de que formulemos o no hipótesis depende de un factor esencial: el alcance inicial del estudio. Las investigaciones cuantitativas que formulan hipótesis son aquellas cuyo planteamiento define que su alcance será correlacional o explicativo, o las que tienen un alcance descriptivo, pero que intentan pronosticar una cifra o un hecho.

4.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL

Al aplicar el método Índice de Condición del Pavimento al grado de deterioro del pavimento rígido en la infraestructura vial urbana de la ciudad de Huaraz, permitió proponer alternativas y soluciones adecuadas para prolongar la vida útil del pavimento y mejorar su transitabilidad.

4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

1. Al ser identificados los tipos de daño y su nivel de severidad permitió determinar el índice de condición del pavimento rígido en la infraestructura vial urbana de la ciudad de Huaraz.
2. Las actividades de mantenimiento necesarias propuestos al estado de daño del pavimento rígido de la infraestructura vial urbana de la



cuidad de Huaraz, ayudo a prolongar su vida útil y mejorar su transitabilidad.

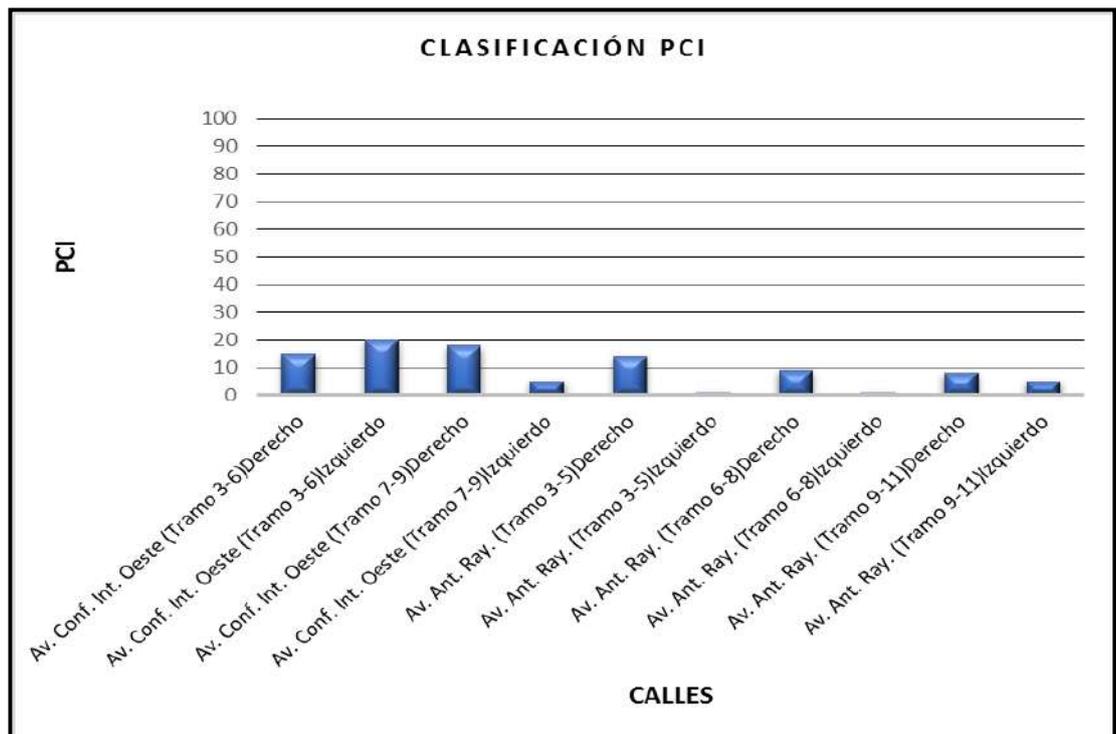
3. Determinando el costo estimado de las actividades de mantenimiento permitió conocer la inversión requerida para mejorar la transitabilidad y prolongar la vida útil de la infraestructura vial urbana de la ciudad de Huaraz.

CAPÍTULO V DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- A partir de los resultados obtenidos se presenta el gráfico N° 19, en el que se puede observar el Índice de Condición del Pavimento (PCI), de las calles analizadas en la presente investigación.

Gráfico N° 19:

Clasificación PCI



Fuente: Elaboración propia

- También se presenta el cuadro N° 04, donde se observa las calles analizadas con sus respectivas sumatorias de valores de daño, el Índice

de Condición del Pavimento (PCI) y la condición actual del pavimento rígido de la urbanización Barrio Huarupampa.

Cuadro N° 04:

Condición del pavimento mediante el método del PCI

CALLE	SUMATORIA DE VALORES DE DAÑO (ΣDV)	PCI	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
Av. Conf. Int. Oeste (Tramo 3-6)Derecho	85	15	MUY POBRE
Av. Conf. Int. Oeste (Tramo 3-6)Izquierdo	80	20	MUY POBRE
Av. Conf. Int. Oeste (Tramo 7-9)Derecho	82	18	MUY POBRE
Av. Conf. Int. Oeste (Tramo 7-9)Izquierdo	95	5	FALLADO
Av. Ant. Ray. (Tramo 3-5)Derecho	86	14	MUY POBRE
Av. Ant. Ray. (Tramo 3-5)Izquierdo	99	1	FALLADO
Av. Ant. Ray. (Tramo 6-8)Derecho	91	9	FALLADO
Av. Ant. Ray. (Tramo 6-8)Izquierdo	99	1	FALLADO
Av. Ant. Ray. (Tramo 9-11)Derecho	92	8	FALLADO
Av. Ant. Ray. (Tramo 9-11)Izquierdo	95	5	FALLADO

Fuente: Elaboración propia

- Mediante el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI), se evaluaron las calles de la urbanización y se pudieron encontrar un total de 10 tipos de falla en el pavimento rígido, cuya distribución porcentual de fallas presento a continuación:

Agrietamiento Diagonal (DC): 15%

Extrusión del sello en la junta (JE): 14%

Agrietamiento Longitudinal (L): 14%

Agrietamiento Transversal (T): 14%

Astillado (SP): 12%

Escamado (S): 12%

Bombeo (PM): 7%

Agrietamiento tipo "D" (D): 6%

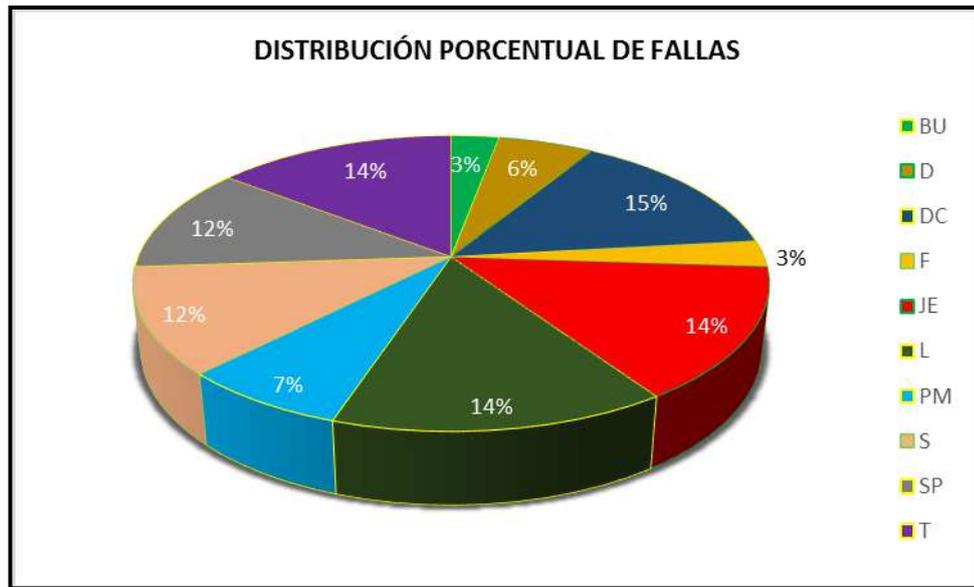
Levantamiento (BU): 3%

Escalonamiento (F): 3%

En el Grafico N° 20 se puede observar la distribución porcentual de fallas en las calles en estudio.

Gráfico N° 20:

Distribución porcentual de fallas



Fuente: Elaboración propia

Después de haber encontrado los tipos de deterioro o fallas en la superficie del pavimento de concreto rígido de las calles de la urbanización Barrio Huarupampa mediante el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI); he considerado necesario la aplicación en la presente investigación el MANUAL DE CARRETERAS MANTENIMIENTO O CONSERVACIÓN VIAL, versión marzo de 2014 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú; puesto que constituye uno de los documentos técnicos de carácter normativo, que rige a nivel nacional y es de cumplimiento obligatorio por los órganos responsables de la gestión de la infraestructura vial de los tres niveles de gobierno: Nacional, Regional y Local.



Para los costos en la reparación de las fallas superficiales de las calles en estudio se requieren cantidades de daño exactos o metrados de todas las fallas encontrados en la urbanización Barrio Huarupampa.

Según el MANUAL DE CARRETERAS MANTENIMIENTO O CONSERVACIÓN VIAL Versión marzo de 2014 del MTC: El precio unitario deberá cubrir todos los costos necesarios para ejecutar las partidas. Ver anexos adjuntos:

ANEXO 5-Hoja de metrados

ANEXO 6-Presupuesto

ANEXO 7-Análisis de precios unitarios

CONCLUSIONES

- La determinación y evaluación de las fallas presentes en las calles analizadas, mediante el método PCI, permitió obtener una calificación más real y técnica del estado actual del pavimento rígido de la urbanización Barrio Huarupampa, encontrándose que el estado en general de sus calles es FALLADO Y MUY POBRE.
- Mediante el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI), se evaluaron las avenidas Confraternidad Internacional Oeste y Antonio Raymondi de la urbanización y se pudieron encontrar un total de 10 tipos de fallas en el pavimento rígido; los cuales son: Agrietamiento Diagonal (DC) 15%, Extrusión del sello en la junta (JE): 14%, Agrietamiento Longitudinal (L): 14%, Agrietamiento Transversal (T): 14%, Astillado (SP): 12%, Escamado (S): 12%, Bombeo (PM): 7%, Agrietamiento tipo "D" (D): 6%, Levantamiento (BU): 3%, Escalonamiento (F): 3%; con nivel de severidad medio y alto.
- Se concluye que en las fallas encontradas en el pavimento rígido se deben realizar las siguientes medidas correctivas: Para las fallas Levantamiento, Escalonamiento y Bombeo realizar el corte, perfilado y limpieza, reparación de base y sub base y reparación del pavimento con concreto simple de $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$; también para las fallas Agrietamiento tipo "D", Escamado, realizar la limpieza de superficie y remoción de material poroso, imprimación asfáltica en caliente; asimismo para las fallas Agrietamiento Diagonal, Agrietamiento Longitudinal, Astillado, Agrietamiento Transversal realizar la limpieza y corte de agrietamientos, sellado de fisuras con imprimación asfáltica en caliente; finalmente para la Extrusión del sello en la Junta el sellado de juntas y grietas con mezcla asfáltica en caliente.
- Para los costos aproximados en la reparación de las fallas superficiales de las calles en estudio se requieren cantidades de daños exactos o metrados de todas las fallas encontrados en la urbanización Barrio Huarupampa; el



costo directo más los gastos generales asciende a la suma de 389,465.11 nuevos soles (trescientos ochenta y nueve mil cuatrocientos sesenta y cinco 11/100 nuevos soles), que incluye mano de obra, materiales, equipos y herramientas; sin considerar las utilidades del mismo.

RECOMENDACIONES

- Realizar correctamente el diseño del pavimento rígido, usar materiales que cumplan con las especificaciones técnicas y garantizar un buen procedimiento constructivo para prolongar su vida útil y reducir costos de mantenimiento; asimismo se recomienda el uso de pasadores o dowels para mantener un buen comportamiento de las losas de concreto frente a las cargas que impone el tránsito y minimizar la aparición de fallas.
- Se recomienda un monitoreo continuo del PCI, que sirve para establecer el ritmo de deterioro del pavimento, a partir del cual se identifica con la debida anticipación las necesidades de rehabilitación y mantenimiento de la vía, ya que se necesita hacer que nuestra vía vuelva a tener las mismas o mejores condiciones de servicio que las que tenía cuando comenzó su vida útil.
- Es necesario implementar un sistema de gestión de pavimentos rígidos, en la municipalidad, con la finalidad de mantener las vías de tránsito en buen estado; de esta manera realizar la evaluación del pavimento periódicamente, esto permitirá conocer la condición actual y proponer la intervención a realizar en el momento oportuno.
- Implementar un programa de computo (software) que permita actualizar costos de mantenimiento y/o rehabilitación de pavimento rígido y optimizar el tiempo.



FUENTES DE INFORMACIÓN

1. **BOOZ, H., TON, B., DALL'ORTO, W. y SMITH.** (1999). Manual de Identificación, Clasificación y Tratamientos de Fallas en pavimentos Urbanos. Distritos de Lima y Callao: Estudios de Transporte Urbano de la Municipalidad Metropolitana de Lima.
2. **CÓRDOVA, E., GUERRERO, M., MAUTINO, A. (2013).** "Determinación y evaluación de las patologías del pavimento de concreto rígido en el barrio de Villón Alto, distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Ancash" (tesis de pregrado). Universidad Católica los Ángeles de Chimbote.
3. **DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS – AGENCIA DE MANTENIMIENTO DE CALLES.** (2008). Condición de las Calles Evaluación de la Infraestructura Vial, Los Ángeles- USA.
4. **ESPINOZA, P.** (2012). "Evaluación del estado del pavimento rígido por el método del PCI en las calles de la ciudad de Caraz - Provincia de Huaylas - Región Ancash" (tesis de pregrado). Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
5. **ESPINOZA, T.** (2010). "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 de pregrado). Universidad Católica los Ángeles de Chimbote.
6. **ETANZO, E. Y ZAVALA, R.** (2008). El Mantenimiento de Pavimentos en Vialidades Urbanas: El caso de la Zona Metropolitana de Querétaro (México). Ingeniería, revista Académica de la FI-UADY (México); 65-75, ISSN: 1665-529X.

7. **GIORDANI, C.** (2010). Pavimentos (tesis de pregrado). Universidad Tecnológica Nacional-Argentina
8. **HERNANDEZ, R., FENANDEZ, C., BAPTISTA, P.** (5ª ed.). (2010). Metodología de la investigación científica. México, Editorial Mac.
9. **LOLI, J.** (2011). "Aplicación del método del índice de daño del pavimento para la evaluación de las vías de pavimento rígido en la ciudad de Carhuaz- Ancash" (tesis de pregrado). Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
10. **LONDOÑO, C.** (2004). Diseño, construcción y mantenimiento de pavimentos de concreto, Medellín, Editorial Piloto.
11. **MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES.** (2014). Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial.
12. **MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES.** (2014). Manual de Inventarios Viales.
13. **NORMA ASTM D-6433.** (2008). Roads And Parking Lots Pavement Condition Index.
14. **NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS,** (2010). Reglamento Nacional de Edificaciones.
15. **PAJUELO, C.** (2015). Diseño Moderno de Pavimentos. [Apuntes de clases]. Huaraz: Clases Didácticas UAP.
16. **PRUNELL, S.** (2011). "Estudio de las patologías en pavimentos de hormigón" (tesis de pregrado). Universidad Nacional de La Plata, Argentina.



17. RIVVA, E. (2004). Control del Concreto en Obra, Lima, Instituto de la Construcción y Gerencia.
18. RUIZ, C. (2011). "Análisis de los factores que producen el deterioro de los pavimentos rígidos". (tesis de pregrado). Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí-Ecuador.
19. **TRADUCCIÓN ESPAÑOL.** (2004). Norma ASTM 5340-98 Método de Evaluación del PCI.
20. VÁSQUEZ, L. (2002). Pavement Condition Index (PCI) para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras, Manizales.
21. VÁSQUEZ, L. (2002). Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

ANEXOS

1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TEMA	PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	DISEÑO	VARIABLES
<p>APLICACIÓN DEL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA ESTRUCTURA VIAL URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH - 2016</p>	<p><u>Principal:</u> ¿De qué manera ayuda la aplicación del método índice de condición del pavimento rígido para determinar el grado de deterioro de la infraestructura vial urbana de la ciudad de Huaraz, Ancash – 2016?</p> <p><u>Específicos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué tipos de daño se presentan, cuál es su grado de severidad e índice de condición del pavimento rígido de la infraestructura vial en la Av. Confraternidad Internacional Oeste: Desde la intersección con la Av. 28 de julio hasta la intersección con la Av. Antonio Raymondi y la Av. Antonio Raymondi: Desde la Intersección con la Av. Confraternidad Internacional Oeste hasta la intersección con la Av. Agustín Gamarra de la ciudad de Huaraz, Ancash - 2016? • ¿Cuáles son las actividades de mantenimiento necesarias para mejorar la transitabilidad y prolongar la vida útil del pavimento rígido de la infraestructura vial en la Av. Confraternidad Internacional Oeste: Desde la intersección con la Av. 28 de julio hasta la intersección con la Av. Antonio Raymondi y la Av. Antonio Raymondi: Desde la Intersección con la Av. Confraternidad Internacional Oeste hasta la intersección con la Av. Agustín Gamarra de la ciudad de Huaraz, Ancash - 2106? • ¿Cuál es el costo aproximado de las actividades de mantenimiento del pavimento rígido de la infraestructura vial en la Av. Confraternidad Internacional Oeste: Desde la intersección con la Av. 28 de julio hasta la intersección con la Av. Antonio Raymondi y la Av. Antonio Raymondi: Desde la Intersección con la Av. Confraternidad Internacional Oeste hasta la intersección con la Av. Agustín Gamarra de la ciudad de Huaraz, Ancash - 2016? 	<p><u>General:</u> Determinar el grado de deterioro del pavimento rígido, por el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI), en la infraestructura vial urbana de la ciudad de Huaraz, Ancash - 2016.</p> <p><u>Específicos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar los tipos de daño, su nivel de severidad y el índice de condición del pavimento rígido de la infraestructura vial en la Av. Confraternidad Internacional Oeste: Desde la intersección con la Av. 28 de julio hasta la intersección con la Av. Antonio Raymondi y la Av. Antonio Raymondi: Desde la Intersección con la Av. Confraternidad Internacional Oeste hasta la intersección con la Av. Agustín Gamarra de la ciudad de Huaraz, Ancash – 2016. • Proponer las actividades de mantenimiento necesarias para mejorar la transitabilidad y prolongar la vida útil del pavimento rígido de la infraestructura vial en la Av. Confraternidad Internacional Oeste: Desde la intersección con la Av. 28 de julio hasta la intersección con la Av. Antonio Raymondi y la Av. Antonio Raymondi: Desde la Intersección con la Av. Confraternidad Internacional Oeste hasta la intersección con la Av. Agustín Gamarra de la ciudad de Huaraz, Ancash - 2016. • Determinar el costo aproximado de las actividades de mantenimiento del pavimento rígido de la infraestructura vial en la Av. Confraternidad Internacional Oeste: Desde la intersección con la Av. 28 de julio hasta la intersección con la Av. Antonio Raymondi y la Av. Antonio Raymondi: Desde la Intersección con la Av. Confraternidad Internacional Oeste hasta la intersección con la Av. Agustín Gamarra de la ciudad de Huaraz, Ancash - 2016 	<p><u>General:</u> La evaluación del grado de deterioro del pavimento rígido encontrado en su condición actual de la infraestructura vial urbana de la ciudad de Huaraz del departamento de Ancash, permitirá proponer alternativas y soluciones adecuadas para prolongar su vida útil y mejorar su transitabilidad.</p> <p><u>Específicos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Los tipos de daño que presenta el pavimento rígido al ser identificados y determinado su nivel de severidad, permitirá determinar el índice de condición del pavimento rígido de la infraestructura vial en la Av. Confraternidad Internacional Oeste: Desde la intersección con la Av. 28 de julio hasta la intersección con la Av. Antonio Raymondi y la Av. Antonio Raymondi: Desde la Intersección con la Av. Confraternidad Internacional Oeste hasta la intersección con la Av. Agustín Gamarra de la ciudad de Huaraz, Ancash – 2016. • Las actividades de mantenimiento propuestos al estado de daño encontrado en el pavimento rígido de la infraestructura vial en la Av. Confraternidad Internacional Oeste: Desde la intersección con la Av. 28 de julio hasta la intersección con la Av. Antonio Raymondi y la Av. Antonio Raymondi: Desde la Intersección con la Av. Confraternidad Internacional Oeste hasta la intersección con la Av. Agustín Gamarra de la ciudad de Huaraz, ayudará a prolongar su vida útil y mejorar su transitabilidad. • El costo de mantenimiento estimado del pavimento rígido, permitirá conocer la inversión requerida para mejorar la transitabilidad y prolongar la vida útil del pavimento rígido de la infraestructura vial en la Av. Confraternidad Internacional Oeste: Desde la intersección con la Av. 28 de julio hasta la intersección con la Av. Antonio Raymondi y la Av. Antonio Raymondi: Desde la Intersección con la Av. Confraternidad Internacional Oeste hasta la intersección con la Av. Agustín Gamarra de la ciudad de Huaraz, Ancash - 2016. 	<p>El diseño de la investigación es NO EXPERIMENTAL porque no existirá manipulación de variables, y TRANSVERSAL porque son investigaciones que recopilan datos en un momento único.</p>	<p><u>Variable X:</u> Grado de deterioro del pavimento rígido.</p> <p><u>Variable Y:</u> Índice de condición del pavimento.</p>

2. FICHA DE VALIDACIÓN DE EXPERTOS

FICHA TÉCNICA

NOMBRE DE TESIS : "APLICACIÓN DEL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH - 2016"

TESISTA : ESPINOZA LAZARO Robert Urbano

FECHA : 11 de Diciembre del 2016

REGIÓN : Ancash

PROVINCIA : Huaraz

DISTRITO : Huaraz

URBANIZACIÓN : Barrio Huarupampa

CALLE :

TIPO DE DAÑO	LARGO (m)	ANCHO (pulg)	PROFUNDIDAD (pulg)	ÁREA (m2)	NIVEL DE SEVERIDAD (i)	CUANTIFICACIÓN N (j)	REPRESENTACIÓN ALFANUMÉRICA X(i,j)	VALORES DE DAÑO (DV)
LEVANTAMIENTO (BU)								
TOTAL								
AGRIETAMIENTO TIPO "D" (D)								
TOTAL								
AGRIETAMIENTO DIAGONAL (DC)								
TOTAL								
ESCALONAMIENTO (F)								
TOTAL								
EXTRUSIÓN DEL SELLO EN LA JUNTA (JE)								
TOTAL								
AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL (L)								
TOTAL								
BOMBEO (PM)								
TOTAL								
ESCAMADO (S)								
TOTAL								
ASTILLADO (SP)								
TOTAL								
AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)								
TOTAL								

TABLA DE VALORES DE DAÑO (DV)

Tipo de Daño	Símbolo	Valores de Daño para Combinaciones i											
		11	12	13	21	22	23	31	32	33			
Levantamiento (Blow-Up)	BU	70											
Agrietamiento tipo "D"	D	4	6	10	8	15	20	12	25	35			
Agrietamiento Diagonal	DC	4	6	10	8	15	18	10	15	25			
Escalonamiento (Faulting)	F	4	6	10	6	15	25	10	20	30			
Extrusión del sello en la junta	JE	12											
Agrietamiento longitudinal	L	6	8	10	10	15	25	15	30	35			
Bombao (Pumping)	PM	20											
Escamado (Scaling)	S							20	18	30			
Astillado (Spalling)	SP	4	6	10	8	15	25	12	25	35			
Agrietamiento Transversal	T	5	6	12	10	18	25	15	25	35			

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n DV_i$$

Rango de Clasificación PCI

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

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 Consejo Departamental Ancash- Huaraz
 2 DV=

JAVIER HILBERT TAMARA GONZALES
 Ingeniero Civil
 CIP N° 116547
 CONSULTOR DE OBRAS REG. C53935

VALIDACIÓN DE EXPERTO 1

VALIDACIÓN DE EXPERTO 2


REMO BAYONA ANTÚNEZ
 ING. CIVIL - HIDROTÉCNICO
 CIP N° 35715

VALIDACIÓN DE EXPERTO 3


ELENCIO MELCHOR MEJIA ONCOY
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 53236

3. PLANO DE UBICACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE LA URBANIZACIÓN



PLANO DE ZONIFICACIÓN
1/2,000

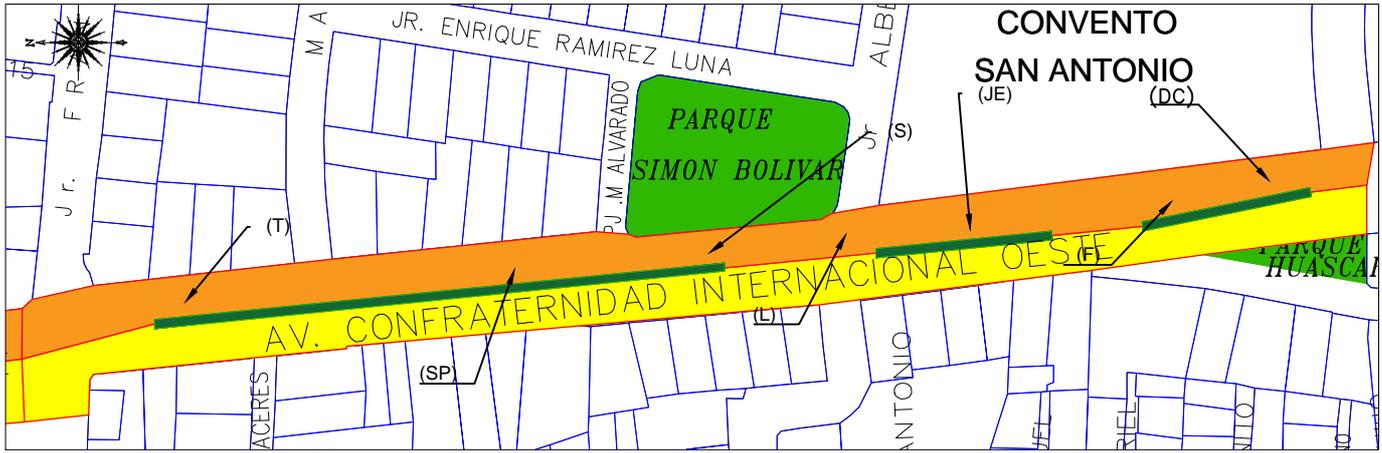


PLANO DE ZONIFICACIÓN
1/2,000

 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	TESIS: "APLICACIÓN DEL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH - 2016"		CODIGO LAMINA: <h1>Z-01</h1>
	TESISISTA: Bach. ROBERT URBANO ESPINOZA LAZARO ASESOR: Ing. OSCAR FREDY ALVA VILLACORTA		
	ZONIFICACIÓN		
	UBICACIÓN: Región : Ancash Distrito : Huaraz	Provincia : Huaraz Urbanización: Huarupampa	
DISEÑO: R.U.E.L. ESCALA: INDICADA	DIBUJO: R.U.E.L. FECHA: DICIEMBRE - 2016		

4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ESPACIO MUESTRAL



AGRIETAMIENTO DIAGONAL (DC)



ESCALONAMIENTO (F)



EXTRUSIÓN DEL SELLO EN LA JUNTA (JE)



AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL (L)



ESCAMADO (S)



ASTILLADO (SP)



AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)



FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "APLICACIÓN DEL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH - 2016"

TESISTA: Bach. ROBERT URBANO ESPINOZA LAZARO

ASESOR: Ing. OSCAR FREDY ALVA VILLACORTA

Plano: **FALLAS - Av. Confraternidad Internacional Oeste C3-C6 (Derecho)**

CODIGO LAMINA:

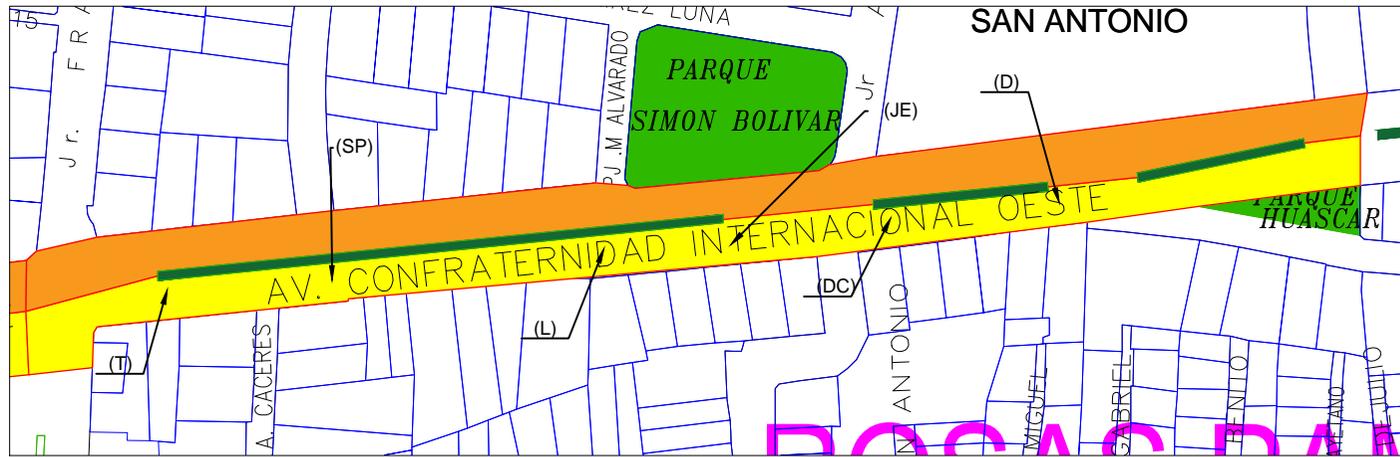
UBICACIÓN:
 Región : Ancash Provincia : Huaraz
 Distrito : Huaraz Urbanización: Huarupampa

DISEÑO: R.U.E.L DIBUJO: R.U.E.L

ESCALA: 1/2000 FECHA: DICIEMBRE -2016

F-01

ESPACIO MUESTRAL



AGRIETAMIENTO TIPO "D" (D)



AGRIETAMIENTO DIAGONAL (DC)



ASTILLADO (SP)



AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)



EXTRUSIÓN DEL SELLO EN LA JUNTA (JE)



AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL (L)



FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "APLICACIÓN DEL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH - 2016"

TESISTA: Bach. ROBERT URBANO ESPINOZA LAZARO

ASESOR: Ing. OSCAR FREDY ALVA VILLACORTA

Plano: FALLAS - Av. Confraternidad Internacional Oeste C3-C6 (Izquierdo)

CODIGO LAMINA:

UBICACIÓN: Región : Ancash Provincia : Huaraz
Distrito : Huaraz Urbanización: Huarupampa

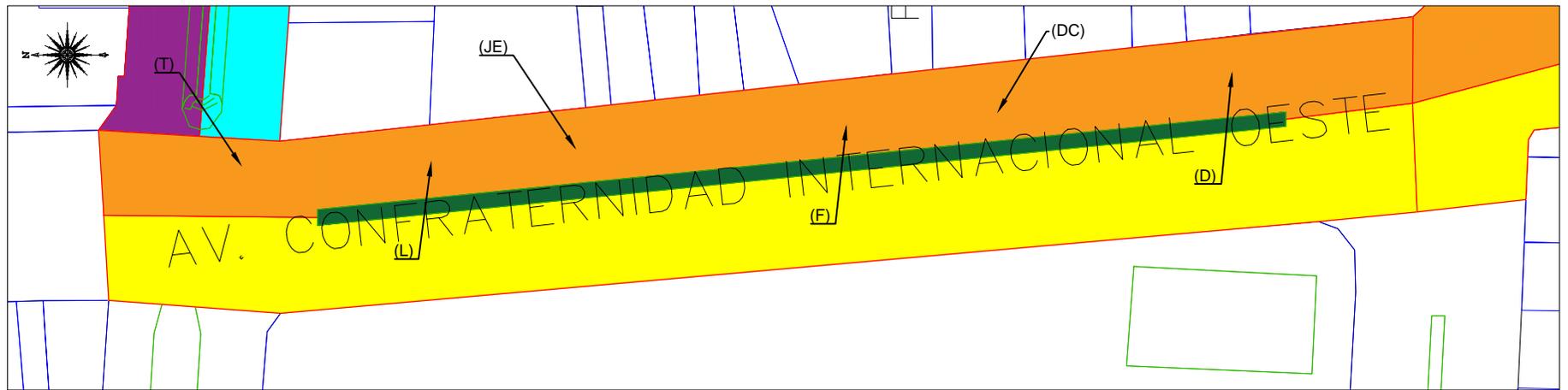
DISEÑO: R.U.E.L

DIBUJO: R.U.E.L

ESCALA: 1/2000

FECHA: DICIEMBRE - 2016

F-02



ESPACIO MUESTRAL



AGRIETAMIENTO TIPO "D" (D)



AGRIETAMIENTO DIAGONAL (DC)



AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL (L)



AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)



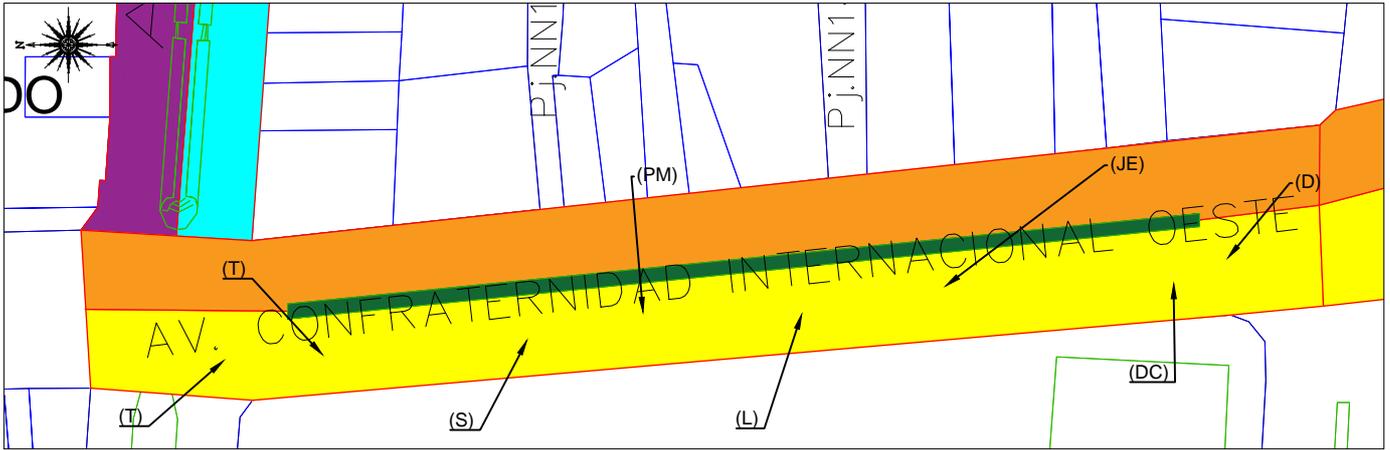
ESCALONAMIENTO (F)



EXTRUSIÓN DEL SELLO EN LA JUNTA (JE)

 UAP FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	TESIS: "APLICACIÓN DEL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH - 2016"		CODIGO LAMINA: <h1>F-03</h1>
	TESISISTA: Bach. ROBERT URBANO ESPINOZA LAZARO		
	ASESOR: Ing. OSCAR FREDY ALVA VILLACORTA		
	Plano: FALLAS - Av. Confraternidad Internacional Oeste C7-C9 (Derecho)		
	UBICACIÓN: Región : Ancash Provincia : Huaraz Distrito : Huaraz Urbanización: Huarupampa		
	DISEÑO: R.U.E.L.	DIBUJO: R.U.E.L.	
ESCALA: 1/1000	FECHA: DICIEMBRE - 2016		

ESPACIO MUESTRAL



AGRIETAMIENTO TIPO "D" (D)



AGRIETAMIENTO DIAGONAL (DC)



EXTRUSIÓN DEL SELLO EN LA JUNTA (JE)



AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL (L)



BOMBEO (PM)



ESCAMADO (S)



AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)



AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)



FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "APLICACIÓN DEL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH - 2016"

TESISTA: Bach. ROBERT URBANO ESPINOZA LAZARO

ASESOR: Ing. OSCAR FREDY ALVA VILLACORTA

Plano: **FALLAS - Av. Confraternidad Internacional Oeste C7-C9 (Izquierdo)**

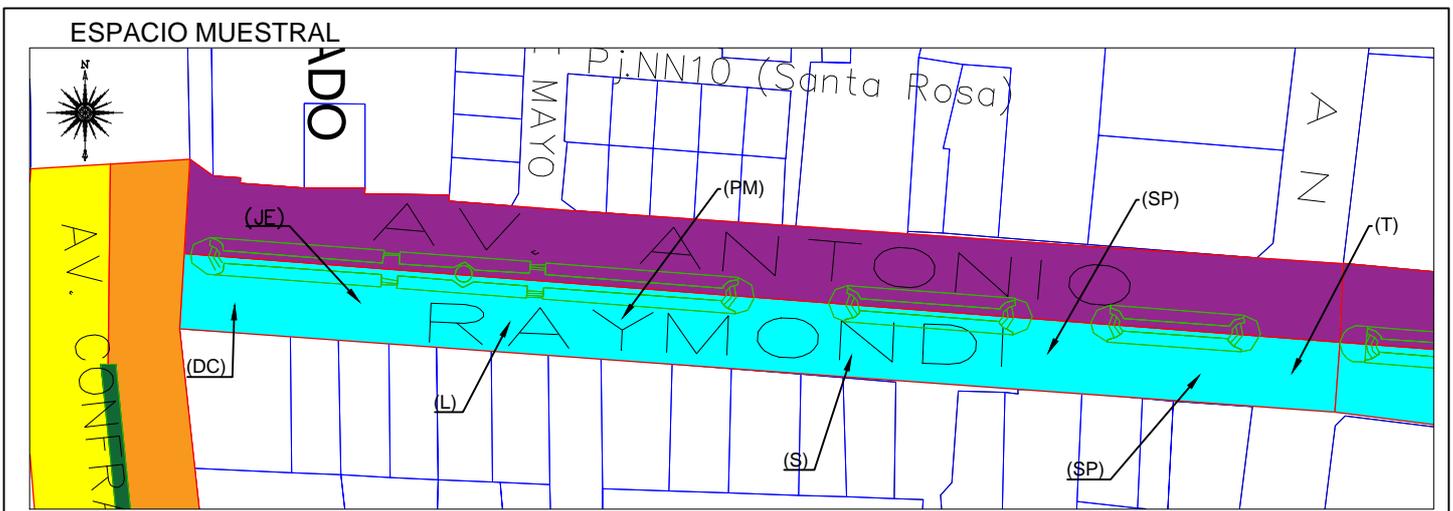
UBICACIÓN:
 Región : Ancash Provincia : Huaraz
 Distrito : Huaraz Urbanización: Huarupampa

DISEÑO: R.U.E.L DIBUJO: R.U.E.L

ESCALA: 1/1250 FECHA: DICIEMBRE -2016

CODIGO LAMINA:

F-04



AGRIETAMIENTO DIAGONAL (DC)



EXTRUSIÓN DEL SELLO EN LA JUNTA (JE)



AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL (L)



BOMBEO (PM)



ESCAMADO (S)



ASTILLADO (SP)



ASTILLADO (SP)



AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)



**FACULTAD DE
INGENIERIA
Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA
PROFESIONAL
DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: "APLICACIÓN DEL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH - 2016"

TESISTA: Bach. ROBERT URBANO ESPINOZA LAZARO

ASESOR: Ing. OSCAR FREDY ALVA VILLACORTA

Plano: FALLAS - Av. Antonio Raymondi C3-C5 (Derecho)

UBICACIÓN:
Región : Ancash Provincia : Huaraz
Distrito : Huaraz Urbanización: Huarupampa

DISEÑO: R.U.E.L

DIBUJO: R.U.E.L

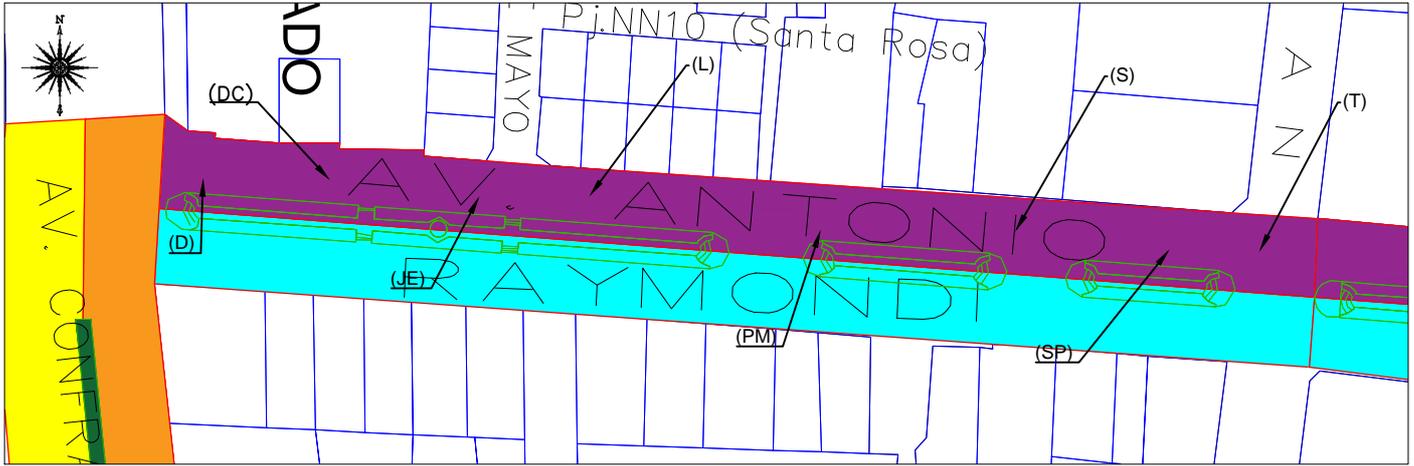
ESCALA: 1/1250

FECHA: DICIEMBRE -2016

CODIGO LAMINA:

F-05

ESPACIO MUESTRAL



AGRIETAMIENTO TIPO "D" (D)



AGRIETAMIENTO DIAGONAL (DC)



EXTRUSIÓN DEL SELLO EN LA JUNTA (JE)



AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL (L)



BOMBEO (PM)



ESCAMADO (S)



ASTILLADO (SP)



AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)



FACULTAD DE
INGENIERIA
Y ARQUITECTURA

ESCUELA
PROFESIONAL
DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "APLICACIÓN DEL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH - 2016"

TESISTA: Bach. ROBERT URBANO ESPINOZA LAZARO

ASESOR: Ing. OSCAR FREDY ALVA VILLACORTA

Plano: FALLAS - Av. Antonio Raymondi C3-C5 (Izquierdo)

UBICACIÓN:
Región : Ancash Provincia : Huaraz
Distrito : Huaraz Urbanización: Huarupampa

DISEÑO: R.U.E.L

DIBUJO: R.U.E.L

ESCALA: 1/1250

FECHA: DICIEMBRE -2016

CODIGO LAMINA:

F-06

ESPACIO MUESTRAL



AGRIETAMIENTO DIAGONAL (DC)



ESTRUSIÓN DEL SELLO EN LA JUNTA (JE)



AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL (L)



BOMBEO (PM)



ESCAMADO (S)



ASTILLADO (SP)



AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)



**FACULTAD DE
INGENIERIA
Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA
PROFESIONAL
DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: "APLICACIÓN DEL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH - 2016"

TESISTA: Bach. ROBERT URBANO ESPINOZA LAZARO

ASESOR: Ing. OSCAR FREDY ALVA VILLACORTA

Plano: FALLAS - Av. Antonio Raymondi C6-C8 (Derecho)

UBICACIÓN:
Región : Ancash Provincia : Huaraz
Distrito : Huaraz Urbanización: Huarupampa

DISEÑO: R.U.E.L DIBUJO: R.U.E.L

ESCALA: 1/2000 FECHA: DICIEMBRE -2016

CODIGO LAMINA:

F-07

ESPACIO MUESTRAL



AGRIETAMIENTO DIAGONAL (DC)



EXTRUSIÓN DEL SELLO EN LA JUNTA (JE)



AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL (L)



BOMBEO (PM)



ESCAMADO (S)



ASTILLADO (SP)



AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)



FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "APLICACIÓN DEL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH - 2016"

TESISTA: Bach. ROBERT URBANO ESPINOZA LAZARO

ASESOR: Ing. OSCAR FREDY ALVA VILLACORTA

Plano: FALLAS - Av. Antonio Raymondi C6-C8 (Izquierdo)

UBICACIÓN:
Región : Ancash Provincia : Huaraz
Distrito : Huaraz Urbanización: Huarupampa

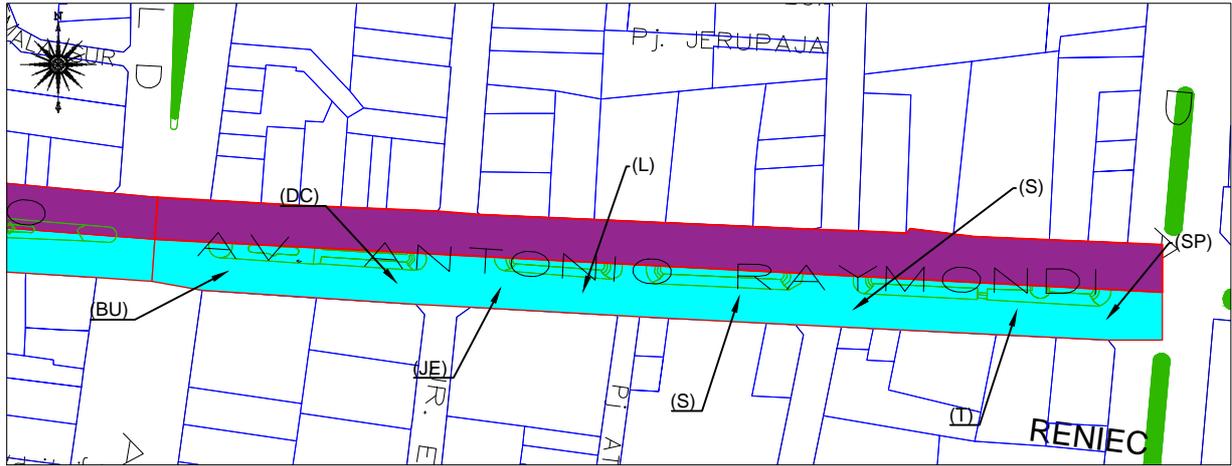
DISEÑO: R.U.E.L DIBUJO: R.U.E.L

ESCALA: 1/2000 FECHA: DICIEMBRE -2016

CODIGO LAMINA:

F-08

ESPACIO MUESTRAL



LEVANTAMIENTO (BU)



AGRIETAMIENTO DIAGONAL (DC)



EXTRUSIÓN DEL SELLO EN LA JUNTA (JE)



AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL (L)



ESCAMADO (S)



ESCAMADO (S)



ASTILLADO (SP)



AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)



FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "APLICACIÓN DEL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH - 2016"

TESISTA: Bach. ROBERT URBANO ESPINOZA LAZARO

ASESOR: Ing. OSCAR FREDY ALVA VILLACORTA

Plano: FALLAS - Av. Antonio Raymondi C9-C11 (Derecho)

CODIGO LAMINA:

UBICACIÓN:
Región : Ancash Provincia : Huaraz
Distrito : Huaraz Urbanización: Huarupampa

F-09

DISEÑO: R.U.E.L DIBUJO: R.U.E.L
ESCALA: 1/2000 FECHA: DICIEMBRE -2016

FOTOGRAFÍAS DE FALLAS

Calle : Av. Confraternidad Internacional Oeste (Tramo de la cuadra 3 a la cuadra 6)
Sentido: Sur-Norte / Carril: Derecho



AGRIETAMIENTO DIAGONAL (DC)
Fuente: Elaboración propia



ESCALONAMIENTO (F)
Fuente: Elaboración propia



EXTRUSIÓN DEL SELLO EN LA JUNTA (JE)
Fuente: Elaboración propia



AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL (L)
Fuente: Elaboración propia



ESCAMADO (S)
Fuente: Elaboración propia



ASTILLADO (SP)
Fuente: Elaboración propia



AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)
Fuente: Elaboración propia

FOTOGRAFIAS DE FALLAS

Calle : Av. Confraternidad Internacional Oeste (Tramo de la cuadra 3 a la cuadra 6)
Sentido: Sur-Norte / Carril: Izquierdo



AGRIETAMIENTO TIPO "D" (D)

Fuente: Elaboración propia



AGRIETAMIENTO DIAGONAL (DC)

Fuente: Elaboración propia



EXTRUSIÓN DEL SELLO EN LA JUNTA (JE)

Fuente: Elaboración propia



AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL (L)

Fuente: Elaboración propia



ASTILLADO (SP)

Fuente: Elaboración propia



AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)

Fuente: Elaboración propia

FOTOGRAFIAS DE FALLAS

Calle : Av. Confraternidad Internacional Oeste (Tramo de la cuadra 7 a la cuadra 9)
Sentido: Sur-Norte / **Carril:** Derecho



AGRIETAMIENTO TIPO "D" (D)

Fuente: Elaboración propia



AGRIETAMIENTO DIAGONAL (DC)

Fuente: Elaboración propia



ESCALONAMIENTO (F)

Fuente: Elaboración propia



EXTRUSIÓN DEL SELLO EN LA JUNTA (JE)

Fuente: Elaboración propia



AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL (L)

Fuente: Elaboración propia



AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)

Fuente: Elaboración propia

FOTOGRAFIAS DE FALLAS

Calle : Av. Confraternidad Internacional Oeste (Tramo de la cuadra 7 a la cuadra 9)
Sentido: Sur-Norte / Carril: Izquierdo



AGRIETAMIENTO TIPO "D" (D)

Fuente: Elaboración propia



AGRIETAMIENTO DIAGONAL (DC)

Fuente: Elaboración propia



EXTRUSIÓN DEL SELLO EN LA JUNTA (JE)

Fuente: Elaboración propia



AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL (L)

Fuente: Elaboración propia



BOMBEO (PM)

Fuente: Elaboración propia



ESCAMADO (S)

Fuente: Elaboración propia



AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

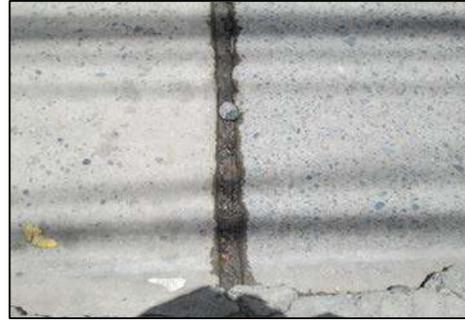
FOTOGRAFIAS DE FALLAS

**Calle : Av. Antonio Raymondi (Tramo de la cuadra 3 a la cuadra 5)
Sentido: Oeste-Este / Carril: Derecho**



AGRIETAMIENTO DIAGONAL (DC)

Fuente: Elaboración propia



EXTRUSIÓN DEL SELLO EN LA JUNTA (JE)

Fuente: Elaboración propia



AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL (L)

Fuente: Elaboración propia



BOMBEO (PM)

Fuente: Elaboración propia



ESCAMADO (S)

Fuente: Elaboración propia



ASTILLADO (SP)

Fuente: Elaboración propia



ASTILLADO (SP)

Fuente: Elaboración propia



AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)

Fuente: Elaboración propia

FOTOGRAFIAS DE FALLAS

Calle : Av. Antonio Raymondi (Tramo de la cuadra 3 a la cuadra 5)
Sentido: Oeste-Este / Carril: Izquierdo



AGRIETAMIENTO TIPO "D" (D)

Fuente: Elaboración propia



AGRIETAMIENTO DIAGONAL (DC)

Fuente: Elaboración propia



EXTRUSIÓN DEL SELLO EN LA JUNTA (JE)

Fuente: Elaboración propia



AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL (L)

Fuente: Elaboración propia



BOMBEO (PM)

Fuente: Elaboración propia



ESCAMADO (S)

Fuente: Elaboración propia



ASTILLADO (SP)

Fuente: Elaboración propia



AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)

Fuente: Elaboración propia

FOTOGRAFIAS DE FALLAS

Calle : Av. Antonio Raymondi (Tramo de la cuadra 6 a la cuadra 8)
Sentido: Oeste-Este / **Carril:** Derecho



AGRIETAMIENTO DIAGONAL (DC)
Fuente: Elaboración propia



ESTRUSIÓN DEL SELLO EN LA JUNTA (JE)
Fuente: Elaboración propia



AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL (L)
Fuente: Elaboración propia



BOMBEO (PM)
Fuente: Elaboración propia



ESCAMADO (S)
Fuente: Elaboración propia



ASTILLADO (SP)
Fuente: Elaboración propia



AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)
Fuente: Elaboración propia

FOTOGRAFIAS DE FALLAS

Calle : Av. Antonio Raymondi (Tramo de la cuadra 6 a la cuadra 8)
Sentido: Oeste-Este / Carril: Izquierdo



AGRIETAMIENTO DIAGONAL (DC)
Fuente: Elaboración propia



EXTRUSIÓN DEL SELLO EN LA JUNTA (JE)
Fuente: Elaboración propia



AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL (L)
Fuente: Elaboración propia



BOMBEO (PM)
Fuente: Elaboración propia



ESCAMADO (S)
Fuente: Elaboración propia



ASTILLADO (SP)
Fuente: Elaboración propia



AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)
Fuente: Elaboración propia

FOTOGRAFIAS DE FALLAS

**Calle : Av. Antonio Raymondi (Tramo de la cuadra 9 a la cuadra 11)
Sentido: Oeste-Este / Carril: Derecho**



LEVANTAMIENTO (BU)

Fuente: Elaboración propia



AGRIETAMIENTO DIAGONAL (DC)

Fuente: Elaboración propia



EXTRUSIÓN DEL SELLO EN LA JUNTA (JE)

Fuente: Elaboración propia



AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL (L)

Fuente: Elaboración propia



ESCAMADO (S)

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



ASTILLADO (SP)

Fuente: Elaboración propia



AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)

Fuente: Elaboración propia

FOTOGRAFIAS DE FALLAS

Calle : Av. Antonio Raymondi (Tramo de la cuadra 9 a la cuadra 11)
Sentido: Oeste-Este / Carril: Izquierdo



LEVANTAMIENTO (BU)

Fuente: Elaboración propia



AGRIETAMIENTO DIAGONAL (DC)

Fuente: Elaboración propia



EXTRUSIÓN DEL SELLO EN LA JUNTA (JE)

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL (L)

Fuente: Elaboración propia



ESCAMADO (S)

Fuente: Elaboración propia



ASTILLADO (SP)

Fuente: Elaboración propia



AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)

Fuente: Elaboración propia

FICHA TÉCNICA

NOMBRE DE TESIS : "APLICACIÓN DEL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH – 2016"

TESISTA : ESPINOZA LAZARO Robert Urbano
FECHA : 11 de Diciembre del 2016
REGIÓN : Ancash **PROVINCIA :** Huaraz **DISTRITO :** Huaraz
URBANIZACIÓN : Barrio Huarupampa
CALLE : Av. Confraternidad Internacional Oeste (Tramo de la cuadra 3 a la cuadra 6)
 Sentido: Sur-Norte / Carril: Derecho

TIPO DE DAÑO	LARGO (m)	ANCHO (pulg)	PROFUNDIDAD (pulg)	ÁREA (m2)	NIVEL DE SEVERIDAD (i)	CUANTIFICACIÓN (j)	REPRESENTACIÓN ALFANUMÉRICA X(ij)	VALORES DE DAÑO (DV)
LEVANTAMIENTO (BU)								
TOTAL								
AGRIETAMIENTO TIPO "D" (D)								
TOTAL								
AGRIETAMIENTO DIAGONAL (DC)		1,97		El agrietamiento aparece intermitentemente.	3	2	DC32	15
TOTAL		1,97						
ESCALONAMIENTO (F)			2,36	Uno o dos escalonamientos en un área aislada.	3	1	F31	10
TOTAL			2,36					
EXTRUSIÓN DEL SELLO EN LA JUNTA (JE)					2	2	JE22	12
TOTAL								
AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL (L)	150,10	1,97			3	1	L31	15
TOTAL	150,10	1,97						
BOMBEO (PM)								
TOTAL								
ESCAMADO (S)				Se extiende sobre menos de un cuarto del área de la losa.	3	1	S31	10
TOTAL								
ASTILLADO (SP)		El filo de la losa está moderadamente roto y puede necesitarse reparación.		Ocurre en uno o dos filos de losas.	2	1	SP21	8
TOTAL								
AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)	152,28	1,97			3	1	T31	15
TOTAL	152,28	1,97						

Σ DV = 85

TABLA DE VALORES DE DAÑO (DV)

Tipo de Daño	Símbolo	Valores de Daño para Combinaciones ij										
		11	12	13	21	22	23	31	32	33		
Levantamiento (Blow-Up)	BU	70										
Agrietamiento tipo "D"	D	4	6	10	8	15	20	12	25	35		
Agrietamiento Diagonal	DC	4	6	10	8	12	18	10	15	25		
Escalonamiento (Faulting)	F	4	6	10	8	15	25	10	20	30		
Extrusión del sello en la junta	JE	12										
Agrietamiento Longitudinal	L	6	8	10	10	15	25	15	30	35		
Bombao (Pumping)	PM	20										
Escamado (Scalling)	S	10 18 30										
Astillado (Spalling)	SP	4	6	10	8	15	25	12	25	35		
Agrietamiento Transversal	T	5	8	12	10	18	25	15	25	35		

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n DV_i$$

Rango de Clasificación PCI

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

.....
VALIDACIÓN DE EXPERTO 1

.....
VALIDACIÓN DE EXPERTO 2

.....
VALIDACIÓN DE EXPERTO 3

FICHA TÉCNICA

NOMBRE DE TESIS : "APLICACIÓN DEL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH – 2016"

TESISTA : ESPINOZA LAZARO Robert Urbano
FECHA : 11 de Diciembre del 2016
REGIÓN : Ancash **PROVINCIA :** Huaraz **DISTRITO :** Huaraz
URBANIZACIÓN : Barrio Huarupampa
CALLE : Av. Confraternidad Internacional Oeste (Tramo de la cuadra 3 a la cuadra 6)
 Sentido: Sur-Norte / Carril: Izquierdo

TIPO DE DAÑO	LARGO (m)	ANCHO (pulg)	PROFUNDIDAD (pulg)	ÁREA (m ²)	NIVEL DE SEVERIDAD (I)	CUANTIFICACIÓN (J)	REPRESENTACIÓN ALFANUMÉRICA X(Ij)	VALORES DE DAÑO (DV)
LEVANTAMIENTO (BU)								
TOTAL								
AGRIETAMIENTO TIPO "D" (D)				El agrietamiento cubre más de 9 m ² del área de la losa.	2	2	D22	15
TOTAL								
AGRIETAMIENTO DIAGONAL (DC)		1,97		El agrietamiento aparece intermitentemente.	3	2	DC32	15
TOTAL		1,97						
ESCALONAMIENTO (F)								
TOTAL								
EXTRUSIÓN DEL SELLO EN LA JUNTA (JE)					2	2	JE22	12
TOTAL								
AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL (L)	117,30	1,97			3	1	L31	15
TOTAL	117,30	1,97						
BOMBEO (PM)								
TOTAL								
ESCAMADO (S)								
TOTAL								
ASTILLADO (SP)		El filo de la losa está moderadamente roto y puede necesitarse reparación.		Ocurre en uno o dos filos de losas.	2	1	SP21	8
TOTAL								
AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)	145,8	1,97			3	1	T31	15
TOTAL	145,8	1,97						
Σ DV=								80

TABLA DE VALORES DE DAÑO (DV)

Tipo de Daño	Símbolo	Valores de Daño para Combinaciones ij											
		11	12	13	21	22	23	31	32	33			
Levantamiento (Blow - Up)	BU	70											
Agrietamiento tipo "D"	D	4	6	10	8	15	20	12	25	35			
Agrietamiento Diagonal	DC	4	6	10	8	12	18	10	15	25			
Escalonamiento (Faulting)	F	4	6	10	8	15	25	10	20	30			
Extrusión del sello en la junta	JE	12											
Agrietamiento Longitudinal	L	6	8	10	10	15	25	15	30	35			
Bombear (Pumping)	PM	20											
Escamado (Spalling)	S										10	18	30
Astillado (Spalling)	SP	4	6	10	8	15	25	12	25	35			
Agrietamiento Transversal	T	5	8	12	10	18	25	15	25	35			

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n DV_i$$

Rango de Clasificación PCI

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

VALIDACIÓN DE EXPERTO 1

VALIDACIÓN DE EXPERTO 2

VALIDACIÓN DE EXPERTO 3

FICHA TÉCNICA

NOMBRE DE TESIS : "APLICACIÓN DEL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH – 2016"

TESISTA : ESPINOZA LAZARO Robert Urbano
FECHA : 11 de Diciembre del 2016
REGIÓN : Ancash **PROVINCIA :** Huaraz **DISTRITO :** Huaraz
URBANIZACIÓN : Barrio Huarupampa
CALLE : Av. Confraternidad Internacional Oeste (Tramo de la cuadra 7 a la cuadra 9)
 Sentido: Sur-Norte / Carril: Derecho

TIPO DE DAÑO	LARGO (m)	ANCHO (pulg)	PROFUNDIDAD (pulg)	ÁREA (m ²)	NIVEL DE SEVERIDAD (i)	CUANTIFICACIÓN (j)	REPRESENTACIÓN ALFANUMÉRICA X(ij)	VALORES DE DAÑO (DV)
LEVANTAMIENTO (BU)								
TOTAL								
AGRIETAMIENTO TIPO "D" (D)				El agrietamiento cubre más de 9 m ² del área de la losa.	2	2	D22	15
TOTAL								
AGRIETAMIENTO DIAGONAL (DC)		1,97		El agrietamiento aparece intermitentemente.	3	2	DC32	15
TOTAL		1,97						
ESCALONAMIENTO (F)			2,36	Uno o dos escalonamientos en un área aislada.	3	1	F31	10
TOTAL			2,36					
EXTRUSIÓN DEL SELLO EN LA JUNTA (JE)					2	2	JE22	12
TOTAL								
AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL (L)	95,04	1,97			3	1	L31	15
TOTAL	95,04	1,97						
BOMBEO (PM)								
TOTAL								
ESCAMADO (S)								
TOTAL								
ASTILLADO (SP)								
TOTAL								
AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)	164	1,97			3	1	T31	15
TOTAL	164	1,97						
∑ DV=								82

TABLA DE VALORES DE DAÑO (DV)

Tipo de Daño	Símbolo	Valores de Daño para Combinaciones ij											
		11	12	13	21	22	23	31	32	33			
Levantamiento (Blow - Up)	BU	70											
Agrietamiento tipo "D"	D	4	6	10	8	15	20	12	25	35			
Agrietamiento Diagonal	DC	4	6	10	8	12	18	10	15	25			
Escalonamiento (Faulting)	F	4	6	10	8	15	25	10	20	30			
Extrusión del sello en la junta	JE	12											
Agrietamiento Longitudinal	L	6	8	10	10	15	25	15	30	35			
Bombeo (Pumping)	PM	20											
Escamado (Scalling)	S	10 18 30											
Astillado (Spalling)	SP	4	6	10	8	15	25	12	25	35			
Agrietamiento Transversal	T	5	8	12	10	18	25	15	25	35			

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n DV_i$$

Rango de Clasificación PCI

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

.....
VALIDACIÓN DE EXPERTO 1

.....
VALIDACIÓN DE EXPERTO 2

.....
VALIDACIÓN DE EXPERTO 3

FICHA TÉCNICA

NOMBRE DE TESIS : "APLICACIÓN DEL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH – 2016"

TESISTA : ESPINOZA LAZARO Robert Urbano

FECHA : 11 de Diciembre del 2016

REGIÓN : Ancash

PROVINCIA : Huaraz

DISTRITO : Huaraz

URBANIZACIÓN : Barrio Huarupampa

CALLE : Av. Confraternidad Internacional Oeste (Tramo de la cuadra 7 a la cuadra 9)

Sentido: Sur-Norte / Carril: Izquierdo

TIPO DE DAÑO	LARGO (m)	ANCHO (pulg)	PROFUNDIDAD (pulg)	ÁREA (m ²)	NIVEL DE SEVERIDAD (i)	CUANTIFICACIÓN (j)	REPRESENTACIÓN ALFANUMÉRICA X(i,j)	VALORES DE DAÑO (DV)
LEVANTAMIENTO (BU)								
TOTAL								
AGRIETAMIENTO TIPO "D" (D)				El área agrietada cubre menos de 9 m ² del área de la losa.	2	1	D21	8
TOTAL								
AGRIETAMIENTO DIAGONAL (DC)		1,97		El agrietamiento aparece intermitentemente.	3	2	DC32	15
TOTAL		1,97						
ESCALONAMIENTO (F)								
TOTAL								
EXTRUSIÓN DEL SELLO EN LA JUNTA (JE)					2	2	JE22	12
TOTAL								
AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL (L)	95,04	1,97			3	1	L31	15
TOTAL	95,04	1,97						
BOMBEO (PM)				Eyección de agua bajo cargas pesadas	2	2	PM22	20
TOTAL								
ESCAMADO (S)				Se extiende sobre menos de un cuarto del área de la losa.	3	1	S31	10
TOTAL								
ASTILLADO (SP)								
TOTAL								
AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)	164	1,97			3	1	T31	15
TOTAL	164	1,97						
∑ DV=								95

TABLA DE VALORES DE DAÑO (DV)

Tipo de Daño	Símbolo	Valores de Daño para Combinaciones i											
		11	12	13	21	22	23	31	32	33			
Levantamiento (Blow - Up)	BU	70											
Agrietamiento tipo "D"	D	4	6	10	8	15	20	12	25	35			
Agrietamiento Diagonal	DC	4	6	10	8	12	18	10	15	25			
Escalonamiento (Faulting)	F	4	6	10	8	15	25	10	20	30			
Extrusión del sello en la junta	JE	12											
Agrietamiento Longitudinal	L	6	8	10	10	15	25	15	30	35			
Bombeo (Pumping)	PM	20											
Escamado (Scaling)	S										10	18	30
Astillado (Spalling)	SP	4	6	10	8	15	25	12	25	35			
Agrietamiento Transversal	T	5	8	12	10	18	25	15	25	35			

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^{95} DV_i$$

Rango de Clasificación PCI

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

VALIDACIÓN DE EXPERTO 1

VALIDACIÓN DE EXPERTO 2

VALIDACIÓN DE EXPERTO 3

FICHA TÉCNICA

NOMBRE DE TESIS : "APLICACIÓN DEL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH – 2016"

TESISTA : ESPINOZA LAZARO Robert Urbano

FECHA : 11 de Diciembre del 2016

REGIÓN : Ancash

PROVINCIA : Huaraz

DISTRITO : Huaraz

URBANIZACIÓN : Barrio Huarupampa

CALLE : Av. Antonio Raymondi (Tramo de la cuadra 3 a la cuadra 5)

Sentido: Oeste-Este / Carril: Derecho

TIPO DE DAÑO	LARGO (m)	ANCHO (pulg)	PROFUNDIDAD (pulg)	ÁREA (m ²)	NIVEL DE SEVERIDAD (i)	CUANTIFICACIÓN (j)	REPRESENTACIÓN ALFANUMÉRICA X(i,j)	VALORES DE DAÑO (DV)
LEVANTAMIENTO (BU)								
TOTAL								
AGRIETAMIENTO TIPO "D" (D)								
TOTAL								
AGRIETAMIENTO DIAGONAL (DC)		0,75		El agrietamiento aparece intermitentemente.	3	2	DC32	15
TOTAL		0,75						
ESCALONAMIENTO (F)								
TOTAL								
EXTRUSIÓN DEL SELLO EN LA JUNTA (JE)					2	2	JE22	12
TOTAL	0	0	0	0				
AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL (L)	60,50	1,97			2	1	L21	10
TOTAL	60,50	1,97						
BOMBEO (PM)				eyección de agua bajo cargas pesadas	2	2	PM22	20
TOTAL	0	0	0	0				
ESCAMADO (S)				Se extiende sobre menos de un cuarto del área de la losa.	3	1	S31	10
TOTAL								
ASTILLADO (SP)		El filo de la losa está ligeramente roto y no es necesaria la reparación.		Ocurre en uno o dos filos de lasas.	1	1	SP11	4
TOTAL								
AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)	133,532	1,97			3	1	T31	15
TOTAL	133,532	1,97						

Σ DV= 86

TABLA DE VALORES DE DAÑO (DV)

Tipo de Daño	Símbolo	Valores de Daño para Combinaciones (i)										
		11	12	13	21	22	23	31	32	33		
Levantamiento (Blow-Up)	BU	70										
Agrietamiento tipo "D"	D	4	6	10	8	15	20	12	25	35		
Agrietamiento Diagonal	DC	4	6	10	8	12	18	10	15	25		
Escalonamiento (Faulting)	F	4	6	10	8	15	25	10	20	30		
Extrusión del sello en la junta	JE	12										
Agrietamiento Longitudinal	L	6	8	10	10	15	25	15	30	35		
Bombao (Pumping)	PM	20										
Escamado (Scalling)	S	10 18 30										
Astillado (Spalling)	SP	4	6	10	8	15	25	12	25	35		
Agrietamiento Transversal	T	5	8	12	10	18	25	15	25	35		

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n DV_i$$

Rango de Clasificación PCI

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

.....
VALIDACIÓN DE EXPERTO 1

.....
VALIDACIÓN DE EXPERTO 2

.....
VALIDACIÓN DE EXPERTO 3

FICHA TÉCNICA

NOMBRE DE TESIS : "APLICACIÓN DEL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH – 2016"

TESISTA : ESPINOZA LAZARO Robert Urbano

FECHA : 11 de Diciembre del 2016

REGIÓN : Ancash

PROVINCIA : Huaraz

DISTRITO : Huaraz

URBANIZACIÓN : Barrio Huarupampa

CALLE : Av. Antonio Raymondi (Tramo de la cuadra 3 a la cuadra 5)

Sentido: Oeste-Este / Carril: Izquierdo

TIPO DE DAÑO	LARGO (m)	ANCHO (pulg)	PROFUNDIDAD (pulg)	ÁREA (m ²)	NIVEL DE SEVERIDAD (I)	CUANTIFICACIÓN (J)	REPRESENTACIÓN ALFANUMÉRICA X(IJ)	VALORES DE DAÑO (DV)
LEVANTAMIENTO (BU)								
TOTAL								
AGRIETAMIENTO TIPO "D" (D)				El área agrietada cubre menos de 9 m ² del área de la losa.	2	1	D21	8
TOTAL								
AGRIETAMIENTO DIAGONAL (DC)		0,75		El agrietamiento aparece intermitentemente.	3	2	DC32	15
TOTAL		0,75						
ESCALONAMIENTO (F)								
TOTAL								
EXTRUSIÓN DEL SELLO EN LA JUNTA (JE)					2	2	JE22	12
TOTAL								
AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL (L)	59,40	1,97			2	2	L22	15
TOTAL	59,40	1,97						
BOMBEO (PM)				eyección de agua bajo cargas pesadas	2	2	PM22	20
TOTAL								
ESCAMADO (S)				Se extiende sobre menos de un cuarto del área de la losa.	3	1	S31	10
TOTAL								
ASTILLADO (SP)		El filo de la losa está ligeramente roto y no es necesaria la reparación.		Ocurre en uno o dos filos de lasas.	1	1	SP11	4
TOTAL								
AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)	132	1,97			3	1	T31	15
TOTAL	132	1,97						

Σ DV= 99

TABLA DE VALORES DE DAÑO (DV)

Tipo de Daño	Símbolo	Valores de Daño para Combinaciones i)											
		11	12	13	21	22	23	31	32	33			
Levantamiento (Blow-Up)	BU	70											
Agrietamiento tipo "D"	D	4	6	10	8	15	20	12	25	35			
Agrietamiento Diagonal	DC	4	6	10	8	12	18	10	15	25			
Escalonamiento (Faulting)	F	4	6	10	8	15	25	10	20	30			
Extrusión del sello en la junta	JE	12											
Agrietamiento Longitudinal	L	6	8	10	10	15	25	15	30	35			
Bombear (Pumping)	PM	20											
Escamado (Scalling)	S	10											
Astillado (Spalling)	SP	4	6	10	8	15	25	12	25	35			
Agrietamiento Transversal	T	5	8	12	10	18	25	15	25	35			

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n DV_i$$

Rango de Clasificación PCI

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

VALIDACIÓN DE EXPERTO 1

VALIDACIÓN DE EXPERTO 2

VALIDACIÓN DE EXPERTO 3

FICHA TÉCNICA

NOMBRE DE TESIS : "APLICACIÓN DEL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH – 2016"

TESISTA : ESPINOZA LAZARO Robert Urbano

FECHA : 11 de Diciembre del 2016

REGIÓN : Ancash

PROVINCIA : Huaraz

DISTRITO : Huaraz

URBANIZACIÓN : Barrio Huarupampa

CALLE : Av. Antonio Raymondi (Tramo de la cuadra 6 a la cuadra 8)

Sentido: Oeste-Este / Carril: Derecho

TIPO DE DAÑO	LARGO (m)	ANCHO (pulg)	PROFUNDIDAD (pulg)	ÁREA (m ²)	NIVEL DE SEVERIDAD (i)	CUANTIFICACIÓN (j)	REPRESENTACIÓN ALFANUMÉRICA X(i,j)	VALORES DE DAÑO (DV)
LEVANTAMIENTO (BU)								
TOTAL								
AGRIETAMIENTO TIPO "D" (D)								
TOTAL								
AGRIETAMIENTO DIAGONAL (DC)		0,75		El agrietamiento aparece intermitentemente.	3	2	DC32	15
TOTAL		0,75						
ESCALONAMIENTO (F)								
TOTAL								
EXTRUSIÓN DEL SELLO EN LA JUNTA (JE)					2	2	JE22	12
TOTAL								
AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL (L)	80,53	1,97			2	2	L22	15
TOTAL	80,53	1,97						
BOMBEO (PM)				eyección de agua bajo cargas pesadas	2	2	PM22	20
TOTAL								
ESCAMADO (S)				Se extiende sobre menos de un cuarto del área de la losa.	3	1	S31	10
TOTAL								
ASTILLADO (SP)		El filo de la losa está ligeramente roto y no es necesaria la reparación.		Ocurre en uno o dos filos de losas.	1	1	SP11	4
TOTAL								
AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)	52,75	1,97			3	1	T31	15
TOTAL	52,75	1,97						

Σ DV= 91

TABLA DE VALORES DE DAÑO (DV)

Tipo de Daño	Símbolo	Valores de Daño para Combinaciones (j)										
		11	12	13	21	22	23	31	32	33		
Levantamiento (Blow-Up)	BU	70										
Agrietamiento tipo "D"	D	4	6	10	8	15	20	12	25	35		
Agrietamiento Diagonal	DC	4	6	10	8	12	18	10	15	25		
Escalonamiento (Faulting)	F	4	6	10	8	15	25	10	20	30		
Extrusión del sello en la junta	JE	12										
Agrietamiento Longitudinal	L	6	8	10	10	15	25	15	30	35		
Bombao (Pumping)	PM	20										
Escamado (Scalling)	S	10 18 30										
Astillado (Spalling)	SP	4	6	10	8	15	25	12	25	35		
Agrietamiento Transversal	T	5	8	12	10	18	25	15	25	35		

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n DV_i$$

Rango de Clasificación PCI

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

.....
VALIDACIÓN DE EXPERTO 1

.....
VALIDACIÓN DE EXPERTO 2

.....
VALIDACIÓN DE EXPERTO 3

FICHA TÉCNICA

NOMBRE DE TESIS : "APLICACIÓN DEL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH – 2016"

TESISTA : ESPINOZA LAZARO Robert Urbano

FECHA : 11 de Diciembre del 2016

REGIÓN : Ancash

PROVINCIA : Huaraz

DISTRITO : Huaraz

URBANIZACIÓN : Barrio Huarupampa

CALLE : Av. Antonio Raymondi (Tramo de la cuadra 6 a la cuadra 8)

Sentido: Oeste-Este / Carril: Izquierdo

TIPO DE DAÑO	LARGO (m)	ANCHO (pulg)	PROFUNDIDAD (pulg)	ÁREA (m ²)	NIVEL DE SEVERIDAD (i)	CUANTIFICACIÓN (j)	REPRESENTACIÓN ALFANUMÉRICA X(i,j)	VALORES DE DAÑO (DV)
LEVANTAMIENTO (BU)								
TOTAL								
AGRIETAMIENTO TIPO "D" (D)								
TOTAL								
AGRIETAMIENTO DIAGONAL (DC)		0,75		El agrietamiento aparece intermitentemente.	3	2	DC32	15
TOTAL		0,75						
ESCALONAMIENTO (F)								
TOTAL								
EXTRUSIÓN DEL SELLO EN LA JUNTA (JE)					2	2	JE22	12
TOTAL								
AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL (L)	99,00	1,97			2	2	L22	15
TOTAL	99,00	1,97						
BOMBEO (PM)				eyección de agua bajo cargas pesadas	2	2	PM22	20
TOTAL								
ESCAMADO (S)				Se extiende sobre menos de un cuarto del área de la losa.	3	1	S31	10
TOTAL								
ASTILLADO (SP)		El filo de la losa está severamente roto y es necesaria la reparación.		Ocurre en uno o dos filos de losas.	3	1	SP11	12
TOTAL								
AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)	84,76	1,97			3	1	T31	15
TOTAL	84,76	1,97						

Σ DV= 99

TABLA DE VALORES DE DAÑO (DV)

Tipo de Daño	Símbolo	Valores de Daño para Combinaciones (j)										
		11	12	13	21	22	23	31	32	33		
Levantamiento (Blow-Up)	BU	70										
Agrietamiento tipo "D"	D	4	6	10	8	15	20	12	25	35		
Agrietamiento Diagonal	DC	4	6	10	8	12	18	10	15	25		
Escalonamiento (Faulting)	F	4	6	10	8	15	25	10	20	30		
Extrusión del sello en la junta	JE	12										
Agrietamiento Longitudinal	L	6	8	10	10	15	25	15	30	35		
Bombao (Pumping)	PM	20										
Escamado (Spalling)	S									10	18	30
Astillado (Spalling)	SP	4	6	10	8	15	25	12	25	35		
Agrietamiento Transversal	T	5	8	12	10	18	25	15	25	35		

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n DV_i$$

Rango de Clasificación PCI

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

.....
VALIDACIÓN DE EXPERTO 1

.....
VALIDACIÓN DE EXPERTO 2

.....
VALIDACIÓN DE EXPERTO 3

FICHA TÉCNICA

NOMBRE DE TESIS : "APLICACIÓN DEL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH – 2016"

TESISTA : ESPINOZA LAZARO Robert Urbano

FECHA : 11 de Diciembre del 2016

REGIÓN : Ancash

PROVINCIA : Huaraz

DISTRITO : Huaraz

URBANIZACIÓN : Barrio Huarupampa

CALLE : Av. Antonio Raymondi (Tramo de la cuadra 9 a la cuadra 11)

Sentido: Oeste-Este / Carril: Derecho

TIPO DE DAÑO	LARGO (m)	ANCHO (pulg)	PROFUNDIDAD (pulg)	ÁREA (m²)	NIVEL DE SEVERIDAD (i)	CUANTIFICACIÓN (j)	REPRESENTACIÓN ALFANUMÉRICA X(i,j)	VALORES DE DAÑO (DV)
LEVANTAMIENTO (BU)				El método no considera valores de daño para áreas pequeñas como 2,2 m²				0
TOTAL								
AGRIETAMIENTO TIPO "D" (D)								
TOTAL								
AGRIETAMIENTO DIAGONAL (DC)		0,75		El agrietamiento aparece intermitentemente.	3	2	DC32	15
TOTAL		0,75						
ESCALONAMIENTO (F)								
TOTAL								
EXTRUSIÓN DEL SELLO EN LA JUNTA (JE)					2	2	JE22	12
TOTAL								
AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL (L)	85,20	1,97			2	2	L22	15
TOTAL	85,20	1,97						
BOMBEO (PM)								
TOTAL								
ESCAMADO (S)				Se extiende sobre menos de un cuarto del área de la losa.	3	1	S31	10
TOTAL								
ASTILLADO (SP)		El filo de la losa está severamente roto y es necesaria la reparación.		Ocurre intermitentemente.	3	2	SP32	25
TOTAL								
AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)	82,3	1,97			3	1	T31	15
TOTAL	82,3	1,97						

Σ DV= 92

TABLA DE VALORES DE DAÑO (DV)

Tipo de Daño	Símbolo	Valores de Daño para Combinaciones ij										
		11	12	13	21	22	23	31	32	33		
Levantamiento (Blow-Up)	BU	70										
Agrietamiento tipo "D"	D	4	6	10	8	15	20	12	25	35		
Agrietamiento Diagonal	DC	4	6	10	8	12	18	10	15	25		
Escalonamiento (Faulting)	F	4	6	10	8	15	25	10	20	30		
Extrusión del sello en la junta	JE	12										
Agrietamiento Longitudinal	L	6	8	10	10	15	25	15	30	35		
Bombao (Pumping)	PM	20										
Escamado (Spalling)	S	10 18 30										
Astillado (Spalling)	SP	4	6	10	8	15	25	12	25	35		
Agrietamiento Transversal	T	5	8	12	10	18	25	15	25	35		

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^m DV_i$$

Rango de Clasificación PCI

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

VALIDACIÓN DE EXPERTO 1

VALIDACIÓN DE EXPERTO 2

VALIDACIÓN DE EXPERTO 3

FICHA TÉCNICA

NOMBRE DE TESIS : "APLICACIÓN DEL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH – 2016"

TESISTA : ESPINOZA LAZARO Robert Urbano

FECHA : 11 de Diciembre del 2016

REGIÓN : Ancash

PROVINCIA : Huaraz

DISTRITO : Huaraz

URBANIZACIÓN : Barrio Huarupampa

CALLE : Av. Antonio Raymondi (Tramo de la cuadra 9 a la cuadra 11)

Sentido: Oeste-Este / Carril: Izquierdo

TIPO DE DAÑO	LARGO (m)	ANCHO (pulg)	PROFUNDIDAD (pulg)	ÁREA (m ²)	NIVEL DE SEVERIDAD (i)	CUANTIFICACIÓN (j)	REPRESENTACIÓN ALFANUMÉRICA X(i,j)	VALORES DE DAÑO (DV)
LEVANTAMIENTO (BU)				El método no considera valores de daño para áreas pequeñas como 2,2 m ²				0
TOTAL								
AGRIETAMIENTO TIPO "D" (D)								
TOTAL								
AGRIETAMIENTO DIAGONAL (DC)		0,75		El agrietamiento aparece intermitentemente.	3	2	DC32	15
TOTAL		0,75						
ESCALONAMIENTO (F)								
TOTAL								
EXTRUSIÓN DEL SELLO EN LA JUNTA (JE)					2	2	JE22	12
TOTAL								
AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL (L)	99,00	0,75			2	2	L22	15
TOTAL	99,00	0,75						
BOMBEO (PM)								
TOTAL								
ESCAMADO (S)				Se extiende sobre menos de un cuarto del área de la losa.	3	1	S31	10
TOTAL								
ASTILLADO (SP)		El filo de la losa está severamente roto y es necesaria la reparación.		Ocurre intermitentemente.	3	2	SP32	25
TOTAL								
AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)	171,6	0,75			2	2	T22	18
TOTAL	171,6	0,75						

Σ DV= 95

TABLA DE VALORES DE DAÑO (DV)

Tipo de Daño	Símbolo	Valores de Daño para Combinaciones (j)										
		11	12	13	21	22	23	31	32	33		
Levantamiento (Blow-Up)	BU	70										
Agrietamiento tipo "D"	D	4	6	10	8	15	20	12	25	35		
Agrietamiento Diagonal	DC	4	6	10	8	12	18	10	15	25		
Escalonamiento (Faulting)	F	4	6	10	8	15	25	10	20	30		
Extrusión del sello en la junta	JE	12										
Agrietamiento Longitudinal	L	6	8	10	10	15	25	15	30	35		
Bombeo (Pumping)	PM	20										
Escamado (Scalling)	S	10 18 30										
Astillado (Spalling)	SP	4	6	10	8	15	25	12	25	35		
Agrietamiento Transversal	T	5	8	12	10	18	25	15	25	35		

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n DV_i$$

Rango de Clasificación PCI

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

.....
VALIDACIÓN DE EXPERTO 1

.....
VALIDACIÓN DE EXPERTO 2

.....
VALIDACIÓN DE EXPERTO 3

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

- **Evaluador** : Espinoza Lazaro Robert Urbano
- Fecha de evaluación : 11 de diciembre del 2016
- **Ubicación:**
 - Región : Ancash
 - Provincia : Huaraz
 - Distrito : Huaraz
 - Urb. : Barrio Huarupampa
 - Calle : Av. Confraternidad Internacional Oeste (Tramo de la cuadra 3 a la cuadra 6)
 - Sentido: Sur-Norte / Carril: Derecho
- **Características del Pavimento :**
 - Nº de Vías : 2
 - Longitud total : 324.635 m.
 - Ancho de vía : 8.930 m. (>7.600 m.)
 - Fecha de pavimentación : 2 001
 - Espacio muestral : 25 x 3.950 = 98.750 m.



MÉTODO PCI

TABLA DE VALORES DE DAÑO (DV)

Tipo de Daño	Símbolo	ij	DV
LEVANTAMIENTO	BU	-	
AGRIETAMIENTO TIPO "D"	D	-	
AGRIETAMIENTO DIAGONAL	DC	32	15
ESCALONAMIENTO	F	31	10
EXTRUSION DEL SELLO EN LA JUNTA	JE	22	12
AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL	L	31	15
BOMBEO	PM	-	
ESCAMADO	S	31	10
ASTILLADO	SP	21	8
AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL	T	31	15
Σ DV=			85

FÓRMULA MATEMÁTICA

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n DV_i$$

PCI=	100	-	85
PCI=	15		MUY POBRE

RANGO DE CLASIFICACIÓN PCI

Rango	Clasificación
100-85	EXCELENTE
85-70	MUY BUENO
70-55	BUENO
55-40	REGULAR
40-25	POBRE
25-10	MUY POBRE
10-0	FALLADO

Calificación del Índice de Condición del Pavimento:

Por lo tanto mediante el método PCI, se considera que este tramo se encuentra en estado **"MUY POBRE"**.

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

- **Evaluador** : Espinoza Lazaro Robert Urbano
- Fecha de evaluación : 11 de diciembre del 2016
- **Ubicación:**
 - Región : Ancash
 - Provincia : Huaraz
 - Distrito : Huaraz
 - Urb. : Barrio Huarupampa
 - Calle : Av. Confraternidad Internacional Oeste (Tramo de la cuadra 3 a la cuadra 6)
 - Sentido: Sur-Norte / Carril: Izquierdo
- **Características del Pavimento :**
 - Nº de Vías : 2
 - Longitud total : 324.635 m.
 - Ancho de vía : 8.960 m. (>7.600 m.)
 - Fecha de pavimentación : 2 001
 - Espacio muestral : 25 x 3.740 = 93.500 m.



MÉTODO PCI

TABLA DE VALORES DE DAÑO (DV)

Tipo de Daño	Símbolo	ij	DV
LEVANTAMIENTO	BU	-	
AGRIETAMIENTO TIPO "D"	D	22	15
AGRIETAMIENTO DIAGONAL	DC	32	15
ESCALONAMIENTO	F	-	
EXTRUSION DEL SELLO EN LA JUNTA	JE	22	12
AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL	L	31	15
BOMBEO	PM	-	
ESCAMADO	S	-	
ASTILLADO	SP	21	8
AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL	T	31	15
∑ DV=			80

FÓRMULA MATEMÁTICA

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n DV_i$$

PCI=	100	-	80
PCI=	20		MUY POBRE

RANGO DE CLASIFICACIÓN PCI

Rango	Clasificación
100-85	EXCELENTE
85-70	MUY BUENO
70-55	BUENO
55-40	REGULAR
40-25	POBRE
25-10	MUY POBRE
10-0	FALLADO

Calificación del Índice de Condición del Pavimento:

Por lo tanto mediante el método PCI, se considera que este tramo se encuentra en estado **"MUY POBRE"**.

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

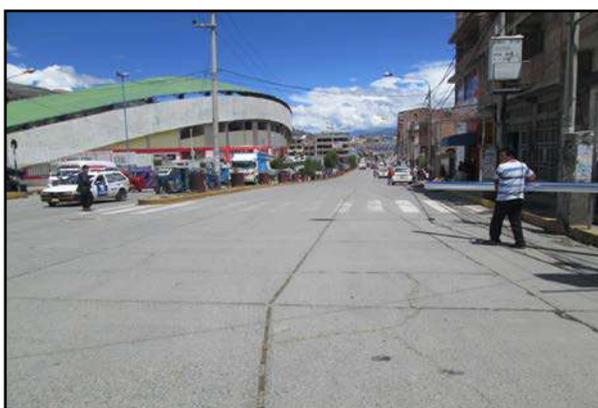
- **Evaluador** : Espinoza Lazaro Robert Urbano
 Fecha de evaluación : 11 de diciembre del 2016

- **Ubicación:**

Región : Ancash
 Provincia : Huaraz
 Distrito : Huaraz
 Urb. : Barrio Huarupampa
 Calle : Av. Confraternidad Internacional Oeste (Tramo de la cuadra 7 a la cuadra 9)
 Sentido: Sur-Norte / Carril: Derecho

- **Características del Pavimento :**

Nº de Vías : 2
 Longitud total : 179.529 m.
 Ancho de vía : 9.780 m. (>7.600 m.)
 Fecha de pavimentación : 2 001
 Espacio muestral : 25 x 3.960 = 99.000 m.



- **MÉTODO PCI**

TABLA DE VALORES DE DAÑO (DV)

Tipo de Daño	Símbolo	ij	DV
LEVANTAMIENTO	BU	-	
AGRIETAMIENTO TIPO "D"	D	22	15
AGRIETAMIENTO DIAGONAL	DC	32	15
ESCALONAMIENTO	F	31	10
EXTRUSION DEL SELLO EN LA JUNTA	JE	22	12
AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL	L	31	15
BOMBEO	PM	-	
ESCAMADO	S	-	
ASTILLADO	SP	-	
AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL	T	31	15
∑ DV=			82

FÓRMULA MATEMÁTICA

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n DV_i$$

PCI=	100	-	82
PCI=	18		MUY POBRE

RANGO DE CLASIFICACIÓN PCI

Rango	Clasificación
100-85	EXCELENTE
85-70	MUY BUENO
70-55	BUENO
55-40	REGULAR
40-25	POBRE
25-10	MUY POBRE
10-0	FALLADO

- **Calificación del Índice de Condición del Pavimento:**

Por lo tanto mediante el método PCI, se considera que este tramo se encuentra en estado **"MUY POBRE"**.

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

- **Evaluador** : Espinoza Lazaro Robert Urbano
 Fecha de evaluación : 11 de diciembre del 2016

- **Ubicación:**

Región : Ancash
 Provincia : Huaraz
 Distrito : Huaraz
 Urb. : Barrio Huarupampa
 Calle : Av. Confraternidad Internacional Oeste (Tramo de la cuadra 7 a la cuadra 9)
 Sentido: Sur-Norte / Carril: Izquierdo

- **Características del Pavimento :**

Nº de Vías : 2
 Longitud total : 179.529 m.
 Ancho de vía : 12.250 m. (>7.600 m.)
 Fecha de pavimentación : 2 001
 Espacio muestral : 25 x 4.010 = 100.250 m.



- **MÉTODO PCI**

TABLA DE VALORES DE DAÑO (DV)

Tipo de Daño	Símbolo	ij	DV
LEVANTAMIENTO	BU	-	
AGRIETAMIENTO TIPO "D"	D	21	8
AGRIETAMIENTO DIAGONAL	DC	32	15
ESCALONAMIENTO	F	-	
EXTRUSION DEL SELLO EN LA JUNTA	JE	22	12
AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL	L	31	15
BOMBEO	PM	22	20
ESCAMADO	S	31	10
ASTILLADO	SP	-	
AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL	T	31	15
∑ DV=			95

FÓRMULA MATEMÁTICA

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n DV_i$$

PCI=	100	-	95
PCI=	5		FALLADO

RANGO DE CLASIFICACIÓN PCI

Rango	Clasificación
100-85	EXCELENTE
85-70	MUY BUENO
70-55	BUENO
55-40	REGULAR
40-25	POBRE
25-10	MUY POBRE
10-0	FALLADO

- **Calificación del Índice de Condición del Pavimento:**

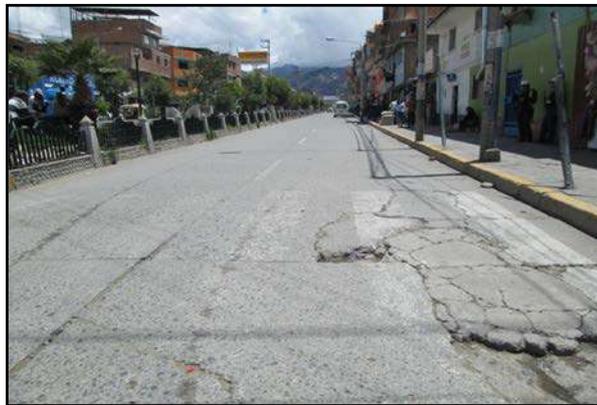
Por lo tanto mediante el método PCI, se considera que este tramo se encuentra en estado "**FALLADO**".

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

- **Evaluador** : Espinoza Lazaro Robert Urbano
 Fecha de evaluación : 11 de diciembre del 2016

- **Ubicación:**
 Región : Ancash
 Provincia : Huaraz
 Distrito : Huaraz
 Urb. : Barrio Huarupampa
 Calle : Av. Antonio Raymondi (Tramo de la cuadra 3 a la cuadra 5)
 Sentido: Oeste-Este / Carril: Derecho

- **Características del Pavimento :**
 Nº de Vías : 2
 Longitud total : 178.605 m.
 Ancho de vía : 6.600 m. (<7.600 m.)
 Fecha de pavimentación : 1 988
 Espacio muestral : 20 x 3.980 = 79.600 m.



- **MÉTODO PCI**

TABLA DE VALORES DE DAÑO (DV)

Tipo de Daño	Símbolo	ij	DV
LEVANTAMIENTO	BU	-	
AGRIETAMIENTO TIPO "D"	D	-	
AGRIETAMIENTO DIAGONAL	DC	32	15
ESCALONAMIENTO	F	-	
EXTRUSION DEL SELLO EN LA JUNTA	JE	22	12
AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL	L	21	10
BOMBEO	PM	22	20
ESCAMADO	S	31	10
ASTILLADO	SP	11	4
AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL	T	31	15
∑ DV=			86

FÓRMULA MATEMÁTICA

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n DV_i$$

PCI=	100	-	86
PCI=	14		MUY POBRE

RANGO DE CLASIFICACIÓN PCI

Rango	Clasificación
100-85	EXCELENTE
85-70	MUY BUENO
70-55	BUENO
55-40	REGULAR
40-25	POBRE
25-10	MUY POBRE
10-0	FALLADO

- **Calificación del Índice de Condición del Pavimento:**

Por lo tanto mediante el método PCI, se considera que este tramo se encuentra en estado **"MUY POBRE"**.

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

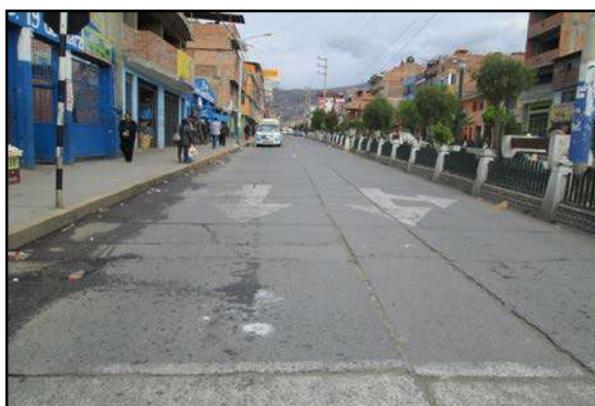
- **Evaluador** : Espinoza Lazaro Robert Urbano
 Fecha de evaluación : 11 de diciembre del 2016

- **Ubicación:**

Región : Ancash
 Provincia : Huaraz
 Distrito : Huaraz
 Urb. : Barrio Huarupampa
 Calle : Av. Antonio Raymondi (Tramo de la cuadra 3 a la cuadra 5)
 Sentido: Oeste-Este / Carril: Izquierdo

- **Características del Pavimento :**

Nº de Vías : 2
 Longitud total : 178.605 m.
 Ancho de vía : 6.560 m. (<7.600 m.)
 Fecha de pavimentación : 1 988
 Espacio muestral : 20 x 3.960 = 79.200 m.



- **MÉTODO PCI**

TABLA DE VALORES DE DAÑO (DV)

Tipo de Daño	Símbolo	ij	DV
LEVANTAMIENTO	BU	-	
AGRIETAMIENTO TIPO "D"	D	21	8
AGRIETAMIENTO DIAGONAL	DC	32	15
ESCALONAMIENTO	F	-	
EXTRUSION DEL SELLO EN LA JUNTA	JE	22	12
AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL	L	22	15
BOMBEO	PM	22	20
ESCAMADO	S	31	10
ASTILLADO	SP	11	4
AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL	T	31	15
∑ DV=			99

FÓRMULA MATEMÁTICA

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n DV_i$$

PCI=	100	-	99
PCI=	1		FALLADO

RANGO DE CLASIFICACIÓN PCI

Rango	Clasificación
100-85	EXCELENTE
85-70	MUY BUENO
70-55	BUENO
55-40	REGULAR
40-25	POBRE
25-10	MUY POBRE
10-0	FALLADO

- **Calificación del Índice de Condición del Pavimento:**

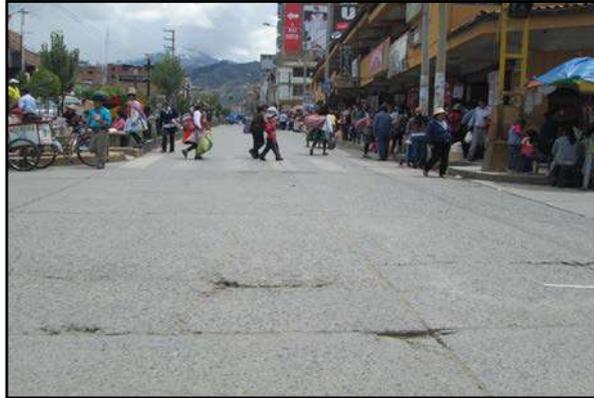
Por lo tanto mediante el método PCI, se considera que este tramo se encuentra en estado "**FALLADO**".

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

- **Evaluador** : Espinoza Lazaro Robert Urbano
 Fecha de evaluación : 11 de diciembre del 2016

- **Ubicación:**
 Región : Ancash
 Provincia : Huaraz
 Distrito : Huaraz
 Urb. : Barrio Huarupampa
 Calle : Av. Antonio Raymondi (Tramo de la cuadra 6 a la cuadra 8)
 Sentido: Oeste-Este / Carril: Derecho

- **Características del Pavimento :**
 Nº de Vías : 2
 Longitud total : 254.280 m.
 Ancho de vía : 6.580 m. (<7.600 m.)
 Fecha de pavimentación : 1 988
 Espacio muestral : 20 x 3.960 = 79.200 m.



- **MÉTODO PCI**

TABLA DE VALORES DE DAÑO (DV)

Tipo de Daño	Símbolo	ij	DV
LEVANTAMIENTO	BU	-	
AGRIETAMIENTO TIPO "D"	D	-	
AGRIETAMIENTO DIAGONAL	DC	32	15
ESCALONAMIENTO	F	-	
EXTRUSION DEL SELLO EN LA JUNTA	JE	22	12
AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL	L	22	15
BOMBEO	PM	22	20
ESCAMADO	S	31	10
ASTILLADO	SP	11	4
AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL	T	31	15
∑ DV=			91

FÓRMULA MATEMÁTICA

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n DV_i$$

PCI=	100	-	91
PCI=	9		FALLADO

RANGO DE CLASIFICACIÓN PCI

Rango	Clasificación
100-85	EXCELENTE
85-70	MUY BUENO
70-55	BUENO
55-40	REGULAR
40-25	POBRE
25-10	MUY POBRE
10-0	FALLADO

- **Calificación del Índice de Condición del Pavimento:**

Por lo tanto mediante el método PCI, se considera que este tramo se encuentra en estado "**FALLADO**".

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

- **Evaluador** : Espinoza Lazaro Robert Urbano
 Fecha de evaluación : 11 de diciembre del 2016

- **Ubicación:**
 Región : Ancash
 Provincia : Huaraz
 Distrito : Huaraz
 Urb. : Barrio Huarupampa
 Calle : Av. Antonio Raymondi (Tramo de la cuadra 6 a la cuadra 8)
 Sentido: Oeste-Este / Carril: Izquierdo

- **Características del Pavimento :**
 Nº de Vías : 2
 Longitud total : 254.280 m.
 Ancho de vía : 6.560 m. (<7.600 m.)
 Fecha de pavimentación : 1 988
 Espacio muestral : 20 x 3.960 = 79.200 m.



- **MÉTODO PCI**

TABLA DE VALORES DE DAÑO (DV)

Tipo de Daño	Símbolo	ij	DV
LEVANTAMIENTO	BU	-	
AGRIETAMIENTO TIPO "D"	D	-	
AGRIETAMIENTO DIAGONAL	DC	32	15
ESCALONAMIENTO	F	-	
EXTRUSION DEL SELLO EN LA JUNTA	JE	22	12
AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL	L	22	15
BOMBEO	PM	22	20
ESCAMADO	S	31	10
ASTILLADO	SP	11	12
AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL	T	31	15
∑ DV=			99

FÓRMULA MATEMÁTICA

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n DV_i$$

PCI=	100	-	99
PCI=	1		FALLADO

RANGO DE CLASIFICACIÓN PCI

Rango	Clasificación
100-85	EXCELENTE
85-70	MUY BUENO
70-55	BUENO
55-40	REGULAR
40-25	POBRE
25-10	MUY POBRE
10-0	FALLADO

- **Calificación del Índice de Condición del Pavimento:**

Por lo tanto mediante el método PCI, se considera que este tramo se encuentra en estado "**FALLADO**".

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

- **Evaluador** : Espinoza Lazaro Robert Urbano
- Fecha de evaluación : 11 de diciembre del 2016
- **Ubicación:**
 - Región : Ancash
 - Provincia : Huaraz
 - Distrito : Huaraz
 - Urb. : Barrio Huarupampa
 - Calle : Av. Antonio Raymondi (Tramo de la cuadra 9 a la cuadra 11)
 - Sentido: Oeste-Este / Carril: Derecho
- **Características del Pavimento :**
 - Nº de Vías : 2
 - Longitud total : 241.022 m.
 - Ancho de vía : 6.630 m. (<7.600 m.)
 - Fecha de pavimentación : 1 988
 - Espacio muestral : 20 x 3.960 = 79.200 m.



MÉTODO PCI

TABLA DE VALORES DE DAÑO (DV)

Tipo de Daño	Símbolo	ij	DV
LEVANTAMIENTO	BU	-	0
AGRIETAMIENTO TIPO "D"	D	-	
AGRIETAMIENTO DIAGONAL	DC	32	15
ESCALONAMIENTO	F	-	
EXTRUSION DEL SELLO EN LA JUNTA	JE	22	12
AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL	L	22	15
BOMBEO	PM	-	
ESCAMADO	S	31	10
ASTILLADO	SP	32	25
AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL	T	31	15
∑ DV=			92

FÓRMULA MATEMÁTICA

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n DV_i$$

PCI=	100	-	92
PCI=	8		FALLADO

RANGO DE CLASIFICACIÓN PCI

Rango	Clasificación
100-85	EXCELENTE
85-70	MUY BUENO
70-55	BUENO
55-40	REGULAR
40-25	POBRE
25-10	MUY POBRE
10-0	FALLADO

Calificación del Índice de Condición del Pavimento:

Por lo tanto mediante el método PCI, se considera que este tramo se encuentra en estado **"FALLADO"**.

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

- **Evaluador** : Espinoza Lazaro Robert Urbano
- Fecha de evaluación : 11 de diciembre del 2016
- **Ubicación:**
 - Región : Ancash
 - Provincia : Huaraz
 - Distrito : Huaraz
 - Urb. : Barrio Huarupampa
 - Calle : Av. Antonio Raymondi (Tramo de la cuadra 9 a la cuadra 11)
 - Sentido: Oeste-Este / Carril: Izquierdo
- **Características del Pavimento :**
 - Nº de Vías : 2
 - Longitud total : 241.022 m.
 - Ancho de vía : 6.570 m. (<7.600 m.)
 - Fecha de pavimentación :
 - Espacio muestral : 20 x 4.000 = 80.000 m.



MÉTODO PCI

TABLA DE VALORES DE DAÑO (DV)

Tipo de Daño	Símbolo	ij	DV
LEVANTAMIENTO	BU	-	0
AGRIETAMIENTO TIPO "D"	D	-	
AGRIETAMIENTO DIAGONAL	DC	32	15
ESCALONAMIENTO	F	-	
EXTRUSION DEL SELLO EN LA JUNTA	JE	22	12
AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL	L	22	15
BOMBEO	PM	-	
ESCAMADO	S	31	10
ASTILLADO	SP	32	25
AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL	T	22	18
Σ DV=			95

FÓRMULA MATEMÁTICA

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n DV_i$$

PCI=	100	-	95
PCI=	5		FALLADO

RANGO DE CLASIFICACIÓN PCI

Rango	Clasificación
100-85	EXCELENTE
85-70	MUY BUENO
70-55	BUENO
55-40	REGULAR
40-25	POBRE
25-10	MUY POBRE
10-0	FALLADO

Calificación del Índice de Condición del Pavimento:

Por lo tanto mediante el método PCI, se considera que este tramo se encuentra en estado **"FALLADO"**.

5. HOJA DE METRADOS

METRADOS DE LAS FALLAS SUPERFICIALES ENCONTRADAS

NOMBRE DE TESIS : "APLICACIÓN DEL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH – 2016"
TESISTA : ESPINOZA LAZARO Robert Urbano
FECHA : 11 de Diciembre del 2016
REGIÓN : Ancash **PROVINCIA** : Huaraz **DISTRITO** : Huaraz
URBANIZACIÓN : Barrio Huarupampa

FALLAS CALLE		LEVANTAMIENTO (BU)		AGRIETAMIENTO TIPO "D"		AGRIETAMIENTO DIAGONAL (DC)		ESCALONAMIENTO (F)		EXTRUSION DEL SELLO EN LA JUNTA (JE)		AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL (L)		BOMBEO (PM)		ESCAMADO (S)		ASTILLADO (SP)		AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL (T)	
		m ²		m ²		m		m ²		m		m		m ²		m ²		m		m	
		MUESTRAL	PARCIAL	MUESTRAL	PARCIAL	MUESTRAL	PARCIAL	MUESTRAL	PARCIAL	MUESTRAL	PARCIAL	MUESTRAL	PARCIAL	MUESTRAL	PARCIAL	MUESTRAL	PARCIAL	MUESTRAL	PARCIAL	MUESTRAL	PARCIAL
AV. CONFRATERNIDAD INT. OESTE (SENTIDO-SUR-NORTE)	CUADRA 3-6 (CARRIL DERECHO)					121,500	399,492	13,020	42,810	691,250	2272,830	150,100	493,529			52,800	173,606	13,080	43,007	152,280	500,697
	CUADRA 3-6 (CARRIL IZQUIERDO)			11,520	39,998	108,000	374,976			711,000	2468,592	117,300	407,266					28,500	98,952	145,800	506,218
	CUADRA 7-9 (CARRIL DERECHO)			30,490	55,278	70,000	126,910	7,200	13,054	450,800	817,300	95,040	172,308							164,000	297,332
	CUADRA 7-9 (CARRIL IZQUIERDO)			42,686	76,451	56,000	100,296			483,000	865,053	79,200	141,847	1,470	2,633	45,760	81,956			147,600	264,352
AV. ANTONIO RAYMONDI (SENTIDO-OESTE-ESTE)	CUADRA 3-5 (CARRIL DERECHO)					35,600	79,886			350,920	787,464	60,500	135,762	0,740	1,661	135,720	304,556	11,550	25,918	133,532	299,646
	CUADRA 3-5 (CARRIL IZQUIERDO)			2,688	6,061	36,400	82,082			400,980	904,210	59,400	133,947	1,470	3,315	149,760	337,709	11,000	24,805	132,000	297,660
	CUADRA 6-8 (CARRIL DERECHO)					30,525	98,016			450,100	1445,271	80,525	258,566	0,600	1,927	152,180	488,650	20,350	65,344	52,750	169,380
	CUADRA 6-8 (CARRIL IZQUIERDO)					31,900	102,431			475,200	1525,867	99,000	317,889	3,840	12,330	261,360	839,227	29,700	95,367	84,760	272,164
	CUADRA 9-11 (CARRIL DERECHO)	2,200	6,695			50,150	152,606			250,100	761,054	85,200	259,263			420,150	1278,516	10,815	32,910	82,300	250,439
	CUADRA 9-11 (CARRIL IZQUIERDO)	3,000	9,039			72,800	219,346			326,000	982,238	99,000	298,287			524,160	1579,294	20,900	62,972	171,600	517,031
TOTAL		5,200	15,734	87,384	177,788	612,875	1736,041	20,220	55,864	4589,350	12829,879	925,265	2618,664	8,120	21,866	1741,890	5083,514	145,895	449,275	1266,622	3374,919

DESCRIPCIÓN MUESTRAL DE LAS FALLAS

ITEM	FALLA	SÍMBOLO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	ALTERNATIVA DE REPARACIÓN
1,00	Levantamiento	(BU)	m ²	h=0.150 m, a=0.200m, l=2.500m	Concreto simple f'c=210 kg/cm ²
2,00	Agrietamiento tipo "D"	(D)	m ²	h=0.030m, a=1.600m, l=1.800m	Concreto simple f'c=210 kg/cm ²
3,00	Agrietamiento Diagonal	(DC)	m	h=0.040m, a=0.050m, l=2.700m	Emulsión asfáltica
4,00	Escalonamiento	(F)	m ²	h=0.060m, a=0.700m, l=3.100m	Concreto simple f'c=210 kg/cm ²
5,00	Extrusión del sello en la junta	(JE)	m	h=0.050 m, a=0.040m, l=3.950m	Emulsión asfáltica
6,00	Agrietamiento Longitudinal	(L)	m	h=0.050m, a=0.050m, l=3.950m	Emulsión asfáltica
7,00	Bombeo	(PM)	m ²	h=0.200m, a=0.700m, l=1.050m	Concreto simple f'c=210 kg/cm ²
8,00	Escamado	(S)	m ²	h=0.030m, a=3.200m, l=3.900m	Concreto simple f'c=210 kg/cm ²
9,00	Astillado	(SP)	m	h=0.050m, a=0.250m, l=1.100m	Concreto simple f'c=210 kg/cm ²
10,00	Agrietamiento Transversal	(T)	m	h=0.050m, a=0.050m, l=3.300m	Emulsión asfáltica

h= Altura
a = Ancho
l = Largo

6. PRESUPUESTO

Presupuesto

Presupuesto **0201001 APLICACIÓN DEL MÉTODO INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH – 2016”**
 Subpresupuesto **002 REPARACION Y MANTENIMIENTO**
 Cliente **ESPINOZA LAZARO Robert Urbano** Costo al **19/12/2017**
 Lugar **ANCASH - HUARAZ - HUARAZ**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	LEVANTAMIENTO, ESCALONAMIENTO, BOMBEO				8,040.36
01.01	CORTE, PERFILADO Y LIMPIEZA DE ESCALONAMIENTO	m	93.46	2.32	216.83
01.02	REPARACION DE BASE Y SUB BASE	m2	93.46	7.94	742.07
01.03	REPARACION DEL PAVIMENTO	m2	93.46	75.77	7,081.46
02	AGRIETAMIENTO TIPO "D", ESCAMADO				107,593.79
02.01	LIMPIEZA DE SUPERFICIE Y REMOCION DE MATERIAL POROSO	m2	5,261.31	0.43	2,262.36
02.02	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	5,261.31	20.02	105,331.43
03	AGRIETAMIENTO DIAGONAL, AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL, ASTILLADO, AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL				214,696.13
03.01	LIMPIEZA Y CORTE DE AGRIETAMIENTO	m	8,178.90	0.63	5,152.71
03.02	SELLADO DE FISURAS	m	8,178.90	25.62	209,543.42
04	EXTRUSION DEL SELLO EN LA JUNTA				50,164.83
04.01	SELLADO DE JUNTAS Y GRIETAS	m	12,829.88	3.91	50,164.83
	Costo Directo				380,495.11

SON : TRESCIENTOS OCHENTA MIL CUATROCIENTOS NOVENTICINCO Y 11/100 NUEVOS SOLES

7. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201001 APLICACIÓN DEL MÉTODO INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH – 2016”

Subpresupuesto 002 REPARACION Y MANTENIMIENTO Fecha presupuesto 19/12/2017

Partida 01.01 CORTE, PERFILADO Y LIMPIEZA DE ESCALONAMIENTO

Rendimiento m/DIA MO. 200.0000 EQ. 200.0000 Costo unitario directo por : m 2.32

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	14.58	0.58
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0800	8.75	0.70
1.28						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.28	0.04
0301110002	CORTADORA DE DE PAVIMENTO C35-35HP I/COMBUS	hm	1.0000	0.0400	25.00	1.00
1.04						

Partida 01.02 REPARACION DE BASE Y SUB BASE

Rendimiento m2/DIA MO. 200.0000 EQ. 200.0000 Costo unitario directo por : m2 7.94

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	14.58	0.58
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	0.0200	11.67	0.23
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.1200	8.75	1.05
1.86						
Materiales						
0207020003	AFIRMADO	m3		0.2000	23.10	4.62
4.62						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.86	0.06
0301100007	COMPACTADORA VIBR. DE PLANCHA	hm	1.0000	0.0400	35.00	1.40
1.46						

Partida 01.03 REPARACION DEL PAVIMENTO

Rendimiento m2/DIA MO. 200.0000 EQ. 200.0000 Costo unitario directo por : m2 75.77

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	14.58	0.58
0101010004	OFICIAL	hh	0.1000	0.0040	11.67	0.05
0101010005	PEON	hh	12.0000	0.4800	8.75	4.20
4.83						
Materiales						
02070100010006	PIEDRA CHANCADA 1 1/2"	m3		0.1200	90.00	10.80
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.1300	85.00	11.05
0210040005	TECNOPORT E=1"	pln		0.5000	6.40	3.20
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		1.9400	23.50	45.59
70.64						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.83	0.14
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3-18HP	hm	1.0000	0.0400	4.00	0.16
0.30						

Partida 02.01 LIMPIEZA DE SUPERFICIE Y REMOCION DE MATERIAL POROSO

Rendimiento m2/DIA MO. 1,000.0000 EQ. 1,000.0000 Costo unitario directo por : m2 0.43

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0080	14.58	0.12
0101010004	OFICIAL	hh	0.1000	0.0008	11.67	0.01
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0240	8.75	0.21
0.34						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.34	0.01
03012600010003	COMPRESORA	hm	1.0000	0.0080	10.00	0.08
0.09						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201001 APLICACIÓN DEL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH – 2016”
 Subpresupuesto 002 REPARACION Y MANTENIMIENTO Fecha presupuesto 19/12/2017

Partida 02.02 IMPRIMACION ASFALTICA

Rendimiento m2/DIA MO. 25.0000 EQ. 25.0000 Costo unitario directo por : m2 20.02

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	14.58	9.33
0101010004	OFICIAL	hh	0.1000	0.0320	11.67	0.37
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.9600	8.75	8.40
18.10						
Materiales						
0201040003	PETROLEO	gal		0.1000	11.90	1.19
02010500010004	ASFALTO LIQUIDO RC-250	gal		0.1000	1.91	0.19
1.38						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	18.10	0.54
0.54						

Partida 03.01 LIMPIEZA Y CORTE DE AGRIETAMIENTO

Rendimiento m/DIA MO. 1,000.0000 EQ. 1,000.0000 Costo unitario directo por : m 0.63

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0080	14.58	0.12
0101010004	OFICIAL	hh	0.1000	0.0008	11.67	0.01
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0240	8.75	0.21
0.34						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.34	0.01
0301120005	MAQUINA PARA LA REMOCION DE ASTILLADO DE PAVIMENTO	hm	1.0000	0.0080	25.00	0.20
03012600010003	COMPRESORA	hm	1.0000	0.0080	10.00	0.08
0.29						

Partida 03.02 SELLADO DE FISURAS

Rendimiento m/DIA MO. 1,000.0000 EQ. 1,000.0000 Costo unitario directo por : m 25.62

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0080	14.58	0.12
0101010004	OFICIAL	hh	0.1000	0.0008	11.67	0.01
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0240	8.75	0.21
0.34						
Materiales						
02070100010001	PIEDRA CHANCADA 1/8"	m3		0.0100	85.00	0.85
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0100	85.00	0.85
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.9880	23.50	23.22
0222090005	PEGAMENTO EPOXICO POLYEPOX - GLN	gal		0.0100	35.00	0.35
25.27						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.34	0.01
0.01						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201001 APLICACIÓN DEL MÉTODO INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH – 2016”

Subpresupuesto 002 REPARACION Y MANTENIMIENTO Fecha presupuesto 19/12/2017

Partida 04.01 SELLADO DE JUNTAS Y GRIETAS

Rendimiento m/DIA MO. 1,500.0000 EQ. 1,500.0000 Costo unitario directo por : m 3.91

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0107	14.58	0.16
0101010004	OFICIAL	hh	0.2000	0.0011	11.67	0.01
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0107	8.75	0.09
0.26						
Materiales						
0201040003	PETROLEO	gal		0.1000	11.90	1.19
02010500010001	ASFALTO RC-250	gal		0.1330	15.50	2.06
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0032	85.00	0.27
3.52						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.26	0.01
0301120006	MAQUINA LIMPIA JUNTAS	hm	1.0000	0.0053	23.00	0.12
0.13						

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra **0201001** APLICACIÓN DEL MÉTODO INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA
INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH – 2016”
Subpresupuesto **002** REPARACION Y MANTENIMIENTO
Fecha **01/12/2017**
Lugar **020101** ANCASH - HUARAZ - HUARAZ

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
0101010003	OPERARIO	hh	3,688.6874	14.58	53,781.06
0101010004	OFICIAL	hh	202.0504	11.67	2,357.93
0101010005	PEON	hh	5,770.5469	8.75	50,492.29
					106,631.28
MATERIALES					
0201040003	PETROLEO	gal	1,809.1190	11.90	21,528.52
02010500010001	ASFALTO RC-250	gal	1,706.3740	15.50	26,448.80
02010500010004	ASFALTO LIQUIDO RC-250	gal	526.1310	1.91	1,004.91
02070100010001	PIEDRA CHANCADA 1/8"	m3	81.7890	85.00	6,952.07
02070100010006	PIEDRA CHANCADA 1 1/2"	m3	11.2152	90.00	1,009.37
02070200010002	ARENA GRUESA	m3	134.9944	85.00	11,474.52
0207020003	AFIRMADO	m3	18.6920	23.10	431.79
0210040005	TECNOPORT E=1"	pln	46.7300	6.40	299.07
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	8,262.0656	23.50	194,158.54
0222090005	PEGAMENTO EPOXICO POLYEPOX - GLN	gal	81.7890	35.00	2,862.62
					266,170.21
EQUIPOS					
0301100007	COMPACTADORA VIBR. DE PLANCHA	hm	3.7384	35.00	130.84
0301110002	CORTADORA DE DE PAVIMENTO C35-35HP I/COMBUS	hm	3.7384	25.00	93.46
0301120005	MAQUINA PARA LA REMOCION DE ASTILLADO DE PAVIMENTO	hm	65.4312	25.00	1,635.78
0301120006	MAQUINA LIMPIA JUNTAS	hm	67.9984	23.00	1,563.96
03012600010003	COMPRESORA	hm	107.5217	10.00	1,075.22
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3-18HP	hm	3.7384	4.00	14.95
					4,514.21
				Total	S/. 377,315.70

APORTE DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación permite aplicar una metodología adecuada para determinar el índice de condición de pavimentos rígidos, que en la actualidad las instituciones públicas, como por ejemplo las Municipalidades no las usan para ejecutar los programas de mantenimiento periódico y rutinario de los pavimentos rígidos de su ciudad; que como lo observado en nuestra ciudad ni siquiera se realizan dado que hay un desconocimiento del uso de metodologías como la aplicada en la presente investigación que ayudan a realizar estos trabajos en forma planificada y con técnicas ingenieriles validadas.

Por lo tanto la presente investigación deberá ser alcanzada a la Municipalidad de Huaraz, para que pueda usarla como una herramienta de planificación en los programas de mantenimiento de las vías de la ciudad y en especial de la Av. Antonio Raimondi y la Av. Confraternidad Internacional Oeste.

Desde el punto de vista académico contribuye a que otros investigadores puedan tomar como referencia el presente trabajo para investigar temas similares, teniendo presente que la metodología del PCI, empleada en la presente investigación es un estándar internacional que permite realizar evaluaciones a los pavimentos rígidos.