

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN ACTUAL DEL  
PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN JOSÉ PARDO EN  
EL DISTRITO CHILCA Y PROVINCIA HUANCAYO-  
JUNÍN”**

ÁREA DE INVESTIGACIÓN: TRANSPORTE Y URBANISMO  
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TRANSPORTE Y URBANISMO

PARA OPTAR EL GRADO DE BACHILLER EN  
INGENIERIA CIVIL

**AUTOR:**  
**WILMER JHON YANGALI PAUCAR**

**ASESOR:** Ing. Luis Alcides FABIAN BRAÑEZ

HUANCAYO-PERÚ

2021

**DEDICATORIA**

A ustedes, Papalo y mamá Bertha, que desde el infinito me cuidan, desde los ojos del cielo infinito que está a mi lado.

**Wilmer YANGALI PAUCAR**

## **AGRADECIMIENTO**

- ❖ Mi agradecimiento infinito a mis padres, que desde el cielo guían mis pasos e iluminaron mi camino.
- ❖ A todos los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Peruana los Andes, en especial a los que me impulsaron a culminar los estudios universitarios.
- ❖ A mi asesor Ing. Luis Alcides Fabian Brañez por su orientación y sugerencias en la línea de investigación de Ingeniería Civil, quien aportó con su experiencia y conocimiento en este trabajo de investigación.
- ❖ Al Sr. Concepción Yangali lazo, presidente del barrio Puzo, quien me brindó información necesaria para la realización del presente trabajo de investigación.

**" EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL  
JIRÓN JOSÉ PARDO EN EL DISTRITO CHILCA Y PROVINCIA HUANCAYO-  
JUNÍN"**

**ÍNDICE DE CONTENIDOS**

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS.....</b>	<b>iv</b>
<b>LISTA DE TABLAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>x</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xii</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>14</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>14</b>
<b>1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....</b>	<b>14</b>
<b>1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>15</b>
1.2.1. ESPACIAL .....	15
1.2.2. TEMPORAL.....	15
<b>1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>15</b>
1.3.1. PROBLEMA GENERAL .....	15
1.3.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	15
<b>1.4. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>16</b>
1.4.1. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	16
1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	17
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	17
<b>1.5. OBJETIVOS .....</b>	<b>18</b>
1.5.1. OBJETIVO GENERAL.....	18
1.5.2. OBJETIVO ESPECÍFICO.....	18
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>19</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>19</b>
2.1.1. ANTECEDENTES NACIONALES .....	19
2.1.2. ANTECEDENTES LOCALES.....	22
<b>2.2. BASES TEÓRICAS CIENTÍFICAS .....</b>	<b>25</b>
2.2.1. EVALUACIÓN .....	25

2.2.2.CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE .....	25
2.2.2.1.DEFINICIÓN DEL PAVIMENTO.....	26
2.2.2.2.DISEÑO DE PAVIMENTOS .....	28
2.2.2.3.ETAPAS DEL DISEÑO DE PAVIMENTOS .....	29
2.2.2.4.FUNCIONES DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO .....	29
2.2.2.5.CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTOS .....	29
2.2.2.6.FACTORES PARA LA EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS .....	31
2.2.2.6.1. INDICE DE SERVIBILIDAD FINAL .....	31
2.2.2.6.2. INDICE DE SERVIBILIDAD INICIAL .....	32
2.2.2.6.3. PÉRDIDA DE SERVICIABILIDAD .....	32
2.2.2.6.4. PERIODO DE DISEÑO.....	32
2.2.2.6.5. FALLAS DE PAVIMENTO.....	33
2.2.2.6.6. EFECTOS DE AGRIETAMIENTO .....	33
2.2.2.6.7. AGRIETAMIENTO POR FATIGA .....	34
2.2.2.6.8. AGRIETAMIENTO POR FLEXIÓN.....	34
2.2.2.6.9. SERVICIABILIDAD REGULARIDAD SUPERFICIAL.....	34
2.2.2.6.10. ESTUDIO DE TRÁFICO.....	35
2.2.2.6.11. TRÁFICO EN PAVIMENTO FLEXIBLE.....	37
2.2.2.6.12. DRENAJE EN PAVIMENTOS.....	40
2.2.2.7. CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO .....	44
2.2.2.8. CONDICIÓN ACTUAL DEL PAVIMENTO .....	45
2.2.2.9. TIPO Y NIVEL DE SEVERIDAD DE LAS FALLAS.....	48
<b>2.3. MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>49</b>
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>52</b>
<b>FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS .....</b>	<b>52</b>
<b>3.1. HIPÓTESIS GENERAL.....</b>	<b>52</b>
<b>3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS .....</b>	<b>52</b>
<b>3.3. VARIABLE .....</b>	<b>52</b>
3.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE .....	52
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>53</b>
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>53</b>
<b>4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>53</b>
<b>4.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>53</b>
<b>4.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>53</b>
<b>4.4. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>54</b>
4.4.1. MÉTODO GENERAL .....	54
4.4.2. MÉTODO ESPEDÍFICO .....	54

<b>4.5. POBLACIÓN Y MUESTRA .....</b>	<b>54</b>
4.5.1. POBLACIÓN .....	54
4.5.2. TIPO DE MUESTRA .....	54
<b>4.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE OPERACIONALIZACIÓN DE DATOS.....</b>	<b>55</b>
4.6.1. TÉCNICAS.....	55
4.6.2. INSTRUMENTOS .....	55
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>56</b>
<b>RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>56</b>
<b>5.1. UBICACIÓN DE LA VÍA EN ESTUDIO.....</b>	<b>56</b>
<b>5.2. DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO TECNOLÓGICO.....</b>	<b>57</b>
5.2.1. MÉTODO PCI PARA EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS.....	57
5.2.1.1. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN.....	57
5.2.1.2. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN.....	59
5.2.1.3. DETERMINACIÓN DEL PCI.....	60
5.2.1.4. EVALUACIÓN VISUAL Y FALLAS DETERMINADAS EN EL PCI.	60
5.2.2. MÉTODO DE EVALUACION “MODULO COEFICIENTE DE FRICCIÓN” ....	74
5.2.3. METODO DE EVALUACION “DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE INTERNACIONAL DE RUGOSIDAD (IRI)” .....	77
5.2.4. MÉTODO DE EVALUACION DE LA DEFLEXION (EL MÓDULO DE CAPACIDAD ESTRUCTURAL).....	79
<b>5.3. EVALUACIÓN Y DETERMINACION DE LA SEVERIDAD DE CADA TIPO DE FALLA (JR. JOSÉ PARDO).....</b>	<b>79</b>
5.3.1. CONDICIÓN ACTUAL DEL PAVIMENTO DEL JR. JOSÉ PARDO.....	79
5.3.2. EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JR. JOSÉ PARDO, TRAMO: AV. ARTERIAL Y AV. HUANCAVELICA .....	84
5.3.3. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO .....	93
5.3.4. CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EVALUADO .....	94
5.3.5. ESTUDIO DE TRÁFICO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO .....	94
5.3.5.1. RESULTADOS OBTENIDOS .....	95
5.3.5.2. ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN HORARIA.....	96
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>97</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>97</b>
<b>6.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS DE LA EVALUACIÓN DE</b>	<b>DE</b>

<b>PAVIMENTO FLEXIBLE JR. JOSÉ PARDO, TRAMO: AV. HUANCVELICA – AV. ARTERIAL (MÉTODO PCI) .....</b>	<b>97</b>
6.1.1. BACHEO DE CAJA .....	99
6.1.2. RIEGO DE CAJA.....	101
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>103</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>104</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>105</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>107</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla N° 01: Pesos y medidas de vehículos .....	38
Tabla N° 02: Pesos y medidas de vehículos .....	39
Tabla N° 03: Pesos y medidas de vehículos .....	40
Tabla N° 04: Pesos y medidas de vehículos .....	41
Tabla N° 05: Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes .....	42
Tabla N° 06: Pendientes transversales de pavimentos, bermas y cunetas .....	44
Tabla N° 07: Rangos de calificación del PCI .....	47
Tabla N° 08: Clasificación de fallas .....	59
Tabla N° 09: Nivel de severidad huecos.....	70
Tabla N° 10: Criterio para evaluar los valores de fricción en la superficie de pavimento .....	76
Tabla N° 11: Recomendaciones del TRB para la selección de valores máximos admisibles de IRI en función del TDPA .....	77
Tabla N° 12: Parámetros de rigurosidad y fricción .....	79
Tabla N° 13: Hoja de registro de daños para pavimentos flexibles.....	80
Tabla N° 14: Ejemplo de hoja de registro de daños para pavimentos flexibles. ....	81
Tabla N° 15: Cálculo del PCI en un pavimento flexible .....	83
Tabla N° 16: Tipos de fallas .....	84
Tabla N° 17: Hoja de registro de la unidad de muestra U-01, sección 1 .....	85
Tabla N° 18: Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-01. ....	85
Tabla N° 19: Hoja de registro de la unidad de muestra U-02, sección 2.....	86
Tabla N° 20: Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-02. ....	86
Tabla N° 21: Hoja de registro de la unidad de muestra U-03, sección 3.....	87

Tabla N° 22: Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-03 .....	87
Tabla N° 23: Hoja de registro de la unidad de muestra U-04, sección 4.....	88
Tabla N° 24: Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-04 .....	88
Tabla N° 25: Hoja de registro de la unidad de muestra U-05, sección 5.....	89
Tabla N° 26: Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-05 .....	89
Tabla N° 27: Hoja de registro de la unidad de muestra U-06, sección 6.....	90
Tabla N° 28: Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-06 .....	90
Tabla N° 29: Hoja de registro de la unidad de muestra U-07, sección 7 .....	91
Tabla N° 30: Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-07 .....	91
Tabla N° 31: Hoja de registro de la unidad de muestra U-08, sección 8.....	92
Tabla N° 32: Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-08 .....	92
Tabla N° 33: Tipos de fallas existentes.....	93
Tabla N° 34: Tipos de fallas existentes (densidad y severidad) .....	93
Tabla N° 35: Conteo de Vehículos en el Jr. José pardo .....	95
Tabla N° 36: Clasificación Vehicular .....	96
Tabla N° 37: Composición vehicular del IMD.....	96
Tabla N° 38: Resumen datos de PCI. En el Jr. José Pardo en el Tramo: Av. Huancavelica y Av. Arterial. -----	98

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 01: Estructura típica de un pavimento (flexible y rígido).....	26
Figura 02: Estructura típica de un pavimento (flexible y rígido).....	28
Figura 03: Estructura de un pavimento flexible.....	30
Figura 04: Estructura de pavimento rígido .....	31
Figura 05: Paquete estructural de un pavimento flexible.....	46
Figura 06: Ubicación del Barrio Puzo en el distrito de Chilca .....	56
Figura 07: Ubicación de la vía en estudio.....	56
Figura 08: Condición actual de la vía en estudio.....	57
Figura 09: Péndulo De Fricción Británico (Astm E 274) .....	76
Figura 10: Curva de corrección del valor deducido.....	82
Figura 11: Primero se hace un corte muy verticalmente la parte que esta con huecos como se indica en la figura. ....	99
Figura 12: El siguiente paso el limpiar la parte a reconstruir colocar los adherentes.....	99
Figura 13: Compactado del material en el hueco.....	100
Figura 14: Finalmente queda de la siguiente manera.....	100
Figura 15: Grietas en pavimento.....	101

## RESUMEN

La presente investigación debe responder sobre el estado actual (superficial y estructural) del pavimento flexible en el distrito de Chilca en el Jirón José Pardo en la provincia de Huancayo-Junín, para su reparación y mejoramiento, con el objetivo de brindar un método de evaluación adecuada del Jirón. José Pardo en el centro del Barrio Puzo.

Este trabajo de investigación toma como muestra para su análisis la red vial del Barrio Puzo. El tipo de muestra no es aleatoria, en este estudio 02 cuadras viales urbanas se denominan Tramo Jirón José Pardo, ubicadas entre la Av. Huancavelica y la Av. Arterial.

La conclusión más importante es evaluar si se permite la mejora de las vías o su sustitución por pavimentos flexibles en las zonas urbanas. Se recomendó pavimento rígido para todos los caminos del estudio debido a su excelente durabilidad, porque se ha demostrado que las vías de concreto soportan hasta tres veces la capacidad de carga en el diseño, mientras que los pavimentos de asfalto tienen menos resistencia. Los pavimentos flexibles requieren la formación de más capas de partículas, lo que exige un mayor control técnico durante la construcción, lo que va en detrimento de la solución final.

**PALABRAS CLAVES:** Evaluación, pavimentos flexibles y diseño.

## ABSTRACT

The present investigation must answer about the current state (superficial and structural) of the flexible pavement in the district of Chilca in the Jirón José Pardo in the province of Huancayo-Junín, for its repair and improvement, with the objective of providing an evaluation method. proper of the Jiron. José Pardo in the center of Barrio Puzo.

This research work takes as a sample for its analysis the road network of Barrio Puzo. The type of sample is not random, in this study 02 urban road blocks are called Tramo Jirón José Pardo, located between Av. Huancavelica and Av. Arterial.

The most important conclusion is to assess whether the improvement of roads or their replacement by flexible pavements in urban areas is allowed. Rigid pavement was recommended for all roads in the study, and due to its excellent durability, concrete roads have been shown to withstand three times their design load capacity, while asphalt pavements have less strength. Flexible pavements require the formation of more layers of particles, which requires greater technical control during construction, which is detrimental to the final solution.

**KEY WORDS:** Evaluation, flexible pavements and design.

## INTRODUCCIÓN

El estudio, titulado "Evaluación del estado actual de los pavimentos flexibles del Jirón José Pardo en el distrito de Chilca y la provincia de Huancayo-Junín", tiene como objetivo seleccionar los tipos de evaluación adecuados para los pavimentos flexibles en una determinada zona urbana, teniendo en cuenta sus propias circunstancias. propiedades y desarrolla un índice de condición de pavimento (PCI) para la carretera en estudio y proporciona datos sobre el estado de la estructura y la superficie de partes del pavimento. Puede determinar las necesidades de mantenimiento y reparación en función de las condiciones de la superficie de la carretera, y determinar las tareas y prioridades de mantenimiento y reparación en función del grado de degradación de la superficie de la carretera y la gravedad de las fallas. Densidad de fallas (porcentaje de área afectada). Este trabajo consta de 6 capítulos.

El capítulo 1 contiene el planteamiento del problema, los objetivos generales y específicos, la justificación, las definiciones y las limitaciones de la investigación.

El capítulo 2 incluye la base teórica. En este capítulo, presentaremos los antecedentes, el marco abstracto, las definiciones de términos, los supuestos y las variables.

Capítulo 3 En este capítulo, presentamos supuestos y representaciones de variables.

El Capítulo 4 cubre los tipos de estudio, los niveles de estudio, los diseños utilizados, las poblaciones, las muestras y las técnicas para la recopilación de información y el análisis de datos.

Capítulo 5 Este capítulo presenta la presentación de los resultados, la aplicación del método PCI a la evaluación de pavimentos, la determinación de PCI y la evaluación visual de fallas.

Capítulo 6 Este capítulo contiene una discusión de los hallazgos.

Finalmente, una elaboración de las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

Yangali Paucar Wilmer Jhon

## **CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

Las propiedades del pavimento están relacionadas con las capas de desgaste y su importancia se debe a su efecto en el funcionamiento de la vía. La duración depende del proyecto original de los materiales utilizados, la calidad de la estructura y el desgaste o deterioro por el tráfico, factores climáticos, etc.

Todos los caminos se deterioran debido al tráfico y este deterioro se puede reducir si los pavimentos están bien diseñados y construidos. Por otro lado, las variaciones diarias y estacionales, la humedad, la luz solar y los patrones de lluvia pueden hacer que los materiales cambien durante el uso y tiendan a deteriorarse y degradar la calidad.

El estado y conservación de la vía comprendiendo la evaluación visual en el tramo comprendido de la Jr. José Pardo, Jr. Chavín que incluye el Pje. diamante y Pje. Malvinas; el área total que tiene la carpeta de rodadura es de 6,295.50 m<sup>2</sup>, con una longitud de 910 ml. Habiéndose evaluado el desgaste de vía del Jr. José Pardo, y encontrándose en ella, fallas en la estructura del pavimento, se hace necesario realizar el Informe Técnico cuya denominación será: “el mejoramiento de vías en la zona urbana del barrio Puzo, distrito Chilca y provincia Huancayo – Junín”, La superficie de rodadura está Asfaltado, en mal estado según el método de clasificación PCI: se considera Fallado. La calidad y buen estado de las vías garantizan un ahorro sustancial en costos de operación vehicular y de tiempo de transporte, en carreteras deterioradas con un alto nivel de rugosidad y deterioro generan adicionalmente a la incomodidad que sufren los usuarios, mayores costos derivados del mayor desgaste vehicular y mayor tiempo de transporte.

En este sector las casas están totalmente incorporadas y por lo tanto necesitan vivir

en mejores condiciones. Como resultado, los flujos vehiculares y peatonales están ocurriendo las 24 horas del día, los 365 días del año.

## **1.2. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. ESPACIAL**

El análisis está limita al Jr. José Pardo, en el tramo comprendido entre la Av. Huancavelica y la Av. Arterial del barrio Puzo, distrito Chilca y provincia Huancayo – Junín; que tiene una población que se beneficiaria de 1020 personas.

### **1.2.2. TEMPORAL**

La investigación se llevara a cabo en el año 2022 los datos serán levantados en el segundo semestre de dicho año.

## **1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cuál es la condición actual del pavimento flexible del Jirón José Pardo en el distrito Chilca y provincia Huancayo - Junín?

### **1.3.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- a) ¿Cuáles es el método de evaluación adecuado para el pavimento flexible del Jirón José Pardo en el distrito Chilca y provincia Huancayo - Junín?
- b) ¿Cuál es la incidencia de la evaluación del pavimento flexible del Jirón José Pardo en el distrito Chilca y provincia Huancayo - Junín?

## **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

Evaluar la importancia de optimizar las carreteras es una parte importante para mejorar un estilo de vida saludable y cómodo. A mediados del siglo XX, la pavimentación con cemento hidráulico aún no se consideraba una solución técnica, pero las vías urbanas comenzaron a cubrirse con capas de mezcla asfáltica, aunque con poca durabilidad y capacidad portante. El tipo de mejora importante depende del tipo de subrasante, la vida útil de la población y el costo de la tecnología utilizada.

Considerando los factores anteriores, el desarrollo y mejoramiento de la vía urbana en Puzo se ha convertido en una condición necesaria para mejorar la calidad de vida de la población y contribuir a la reducción del deterioro ambiental.

Por lo tanto, se planteó un proyecto de pavimento rígido para el manejo de la vía, con la esperanza de que la vía soportara la misma cantidad de ejes durante su vida útil para servir a los vecinos. La evaluación del pavimento flexible Jirón José Pardo ayudará a mejorar las vías del casco urbano del Barrio de Puzo, zona que ha generado conflictos sociales y políticos por los temores e inquietudes de los vecinos e interesados en el proyecto, que creen que el uso de pisos flexibles es un proceso más eficiente y menos costoso que otros tipos de pisos.

El interés en mejorar las carreteras se basa en la protección del medio ambiente y como una alternativa para hacer frente a las carreteras de alto volumen y el tráfico de peatones.

Si bien temas como la salud, el costo de vida y la seguridad vial son necesidades clave, se relacionan con aspectos como la calidad ambiental, la calidad y cobertura de la infraestructura vial, la calidad del aire y las ciudades limpias.

#### **1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

El trabajo de investigación propuesto está motivado por la necesidad de determinar las condiciones reales y actuales de los pavimentos flexibles con el fin de dar soluciones a los sistemas viales actuales. La superficie y la estructura de la vía en estudio se deterioraron y no permitían la circulación eficiente de los vehículos, por lo que se propuso un método de evaluación del pavimento para comprender el estado actual de la vía en estudio y proponer una reparación de la superficie de la vía flexible con múltiples alternativas. Estamos en algún punto intermedio.

#### **1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

Para lograr los objetivos de este trabajo de investigación, se utilizaron técnicas de recolección y procesamiento de datos para evaluar el estado actual del pavimento flexible en el Jirón José Pardo del distrito de Chilca. Los resultados obtenidos por la encuesta se basan en técnicas efectivas en contexto.

### **1.5. OBJETIVOS**

#### **1.5.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la condición actual del pavimento flexible del Jirón José Pardo del distrito Chilca y provincia Huancayo - Junín.

#### **1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Dotar de una metodología adecuada que nos permita determinar la condición actual del pavimento flexible del Jirón José Pardo del distrito Chilca y provincia Huancayo - Junín.
- b) Determinar la incidencia de la evaluación del pavimento para la rehabilitación de pavimento flexible del Jirón José Pardo del distrito Chilca y distrito Chilca y

provincia Huancayo - Junín.

## **CAPITULO II**

### **(MARCO TEÓRICO)**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **ANTECEDENTES NACIONALES:**

- A) Tesis: 2016. Cinthia Vannesa Pereda Huamán** “ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA” Universidad Nacional de Cajamarca” de Cajamarca Facultad de Ingeniería Civil; **Cajamarca – Perú.**

##### **Objetivo de la investigación**

“Determinar el índice de condición del pavimento de la carretera Cajamarca- La Colpa”.

##### **Conclusiones:**

Se fraccionaron tramos de la vía expresa para determinar su grado de deterioro, se obtuvieron 04 tramos cada uno con su propia unidad muestral, en el tramo 01 se obtuvo un PCI de 44 que representa el estado normal de la vía, en un PCI de 45 obtenido en El Tramo 02 representa condiciones normales de la carretera, un PCI de 70 obtenido en el Tramo 03 representa buenas condiciones del camino, y un PCI de 41 obtenido en el Tramo 04 representa muy buenas condiciones del camino.

Las principales fallas encontradas en diferentes partes de la superficie de la carretera son:

En la Parte 01: Debido a la intemperie y el desprendimiento de agregados, placas y parches de cortes de servicios públicos, grietas longitudinales y transversales, golpes

y pandeos, pieles de cocodrilo, irregularidades en los arcenes de las entradas, grietas en bloques, baches e hinchazones que resultan en descamación.

En la Parte 02: Desprendimiento debido a la intemperie y el desprendimiento de agregados, cortes y parches de servicios públicos, grietas longitudinales y transversales, irregularidades en los arcenes de los carriles, grietas en bloques, baches y ondulaciones.

En la Sección 03: Placas y parches debido a la intemperie y desprendimiento de agregados, cortes de servicios públicos, grietas longitudinales y transversales, protuberancias y depresiones, piel de cocodrilo, exudado, grietas en los bordes, irregularidades en los arcenes de las entradas para vehículos, bultos Grietas, baches, hinchazón, grietas de reflexión en las juntas, agregado pulido.

Sección 04: Desprendimiento de agregados por meteorización, grietas longitudinales y transversales, irregularidades de arcén de carril, asentamientos abombados y grietas en los bordes.

- B) Tesis: 2018. Erica Betsabe, Tacza Herrera y Braulio Omar, Rodriguez Paez**  
“EVALUACIÓN DE FALLAS MEDIANTE EL MÉTODO PCI Y PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE INTERVENCIÓN PARA MEJORAR LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL CARRIL SEGREGADO DEL CORREDOR JAVIER PRADO” Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas” de Lima Facultad de Ingeniería Civil; **Lima – Perú.**

### **Objetivo**

“Proponer alternativas de intervención que permitan mejorar la condición operacional del pavimento flexible existente en el carril segregado del corredor Javier Prado”.

### **Conclusiones**

Mediante la aplicación del método del Índice de Coeficiente de Pavimento (PCI) se determinó el estado actual del pavimento flexible de los carriles aislados del Corredor Javier Prado, a partir de ello se podrían proponer las alternativas de intervención adecuadas necesarias para mejorar las condiciones viales.

Mediante la aplicación del método PCI, se identificaron 8 tipos de fallas en el camino de estudio, enumeradas en orden de ocurrencia: grietas de cocodrilo (20%), grietas longitudinales/transversales (18%), vacíos (17%), surcos (14 %), desplazamiento (14 %), desconchado de agregados (9 %), hundimiento (7 %) y agrietamiento de bloques (2 %).

Al momento de recabar información en terreno, parece que hasta el momento no se han realizado trabajos de mantenimiento en la vía, factor que se suma a la gravedad de los daños.

Aplicando el enfoque de PCI, las trayectorias de estudio se dividieron en 18 unidades de muestra, enumeradas por rango de calificación de PCI: Excelente (17%), Muy bueno (22%), Bueno (22%), Regular (11%), Malo (11 %), muy pobre (17%).

La vía en estudio tenía un valor de PCI igual a 57 y estaba ubicada en el punto B de la curva de degradación del pavimento, conocida como la zona óptima de reparación, requiriendo una intervención inmediata para evitar un aumento acelerado de la degradación.

Las intervenciones propuestas corresponden a mantenimientos menores realizados localmente, divididos en los siguientes trabajos: cierre de fisuras, cierre superficial, reparación superficial y reparación profunda.

Para determinar las alternativas de intervención, considere una evaluación inicial de las posibles causas de las fallas del pavimento existente.

La alternativa de intervención propuesta para el pavimento en estudio requería sellar la costura de sardina entre la berma central y la calzada, evitando la penetración de agua por debajo de la capa asfáltica.

## **ANTECEDENTES LOCALES**

**A) Tesis: 2016. Juscel Kriss Torres Ccoyllar “EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. CALMELL DEL SOLAR E INCIDENCIA DEL GEOTEXTIL NO TEJIDO EN SU REHABILITACIÓN COMO ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN – HUANCAYO 2016”** Universidad Peruana los Andes” de Huancayo Facultad de Ingeniería Civil; **Huancayo – Perú.**

### **Objetivo de la investigación**

Determinar la incidencia del geotextil no tejido en la rehabilitación de la Av. Calmell del Solar según evaluación de la condición actual del pavimento flexible – Huancayo 2016.

### **Conclusiones**

Por la condición regular que presenta el pavimento flexible de la Av. Calmell del Solar en el Tramo: Calle Santa Lucía y Calle San Genaro, el uso del geotextil no tejido en la rehabilitación ayudará a reducir el espesor en un 33.3% de capa a repavimentar, así mismo atenuará la reflexión de grietas del pavimento antiguo a la nueva capa de rodadura y consecuentemente la incidencia será favorable para las condiciones de durabilidad y consistencia.

Tomando todas las 57 unidades de muestra evaluadas por el método PCI, se calculó el PCI ponderado a lo largo del pavimento flexible de la Av. Calmell del Solar en el Tramo:

Calle Santa Lucía y Calle San Genaro, resultando igual a 40.52, es decir, la condición que presenta la vía en estudio evaluada, es regular.

Por las propiedades que presenta y su composición, el uso del geotextil no tejido en la rehabilitación del pavimento flexible de la Av. Calmell del Solar en el Tramo: Calle Santa Lucía y Calle San Genaro garantizará el aumento de la vida útil de la vía en estudio y disminución de deterioros prematuros.

El uso del geotextil no tejido en la rehabilitación del pavimento flexible de la Av. Calmell del Solar en el Tramo: Calle Santa Lucía y Calle San Genaro aporta en la reducción del costo en un 3.78% por metro cuadrado.

**B) Tesis: 2020. Ninoska Olga Alania Chuco “EVALUACIÓN DE LA SERVICIABILIDAD VÍAL: ABRA TOCCTO - MOROCHUCO SEGÚN ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL”** Universidad Peruana los Andes” de Huancayo Facultad de Ingeniería Civil; **Huancayo – Perú.**

### **Objetivo**

Evaluar la serviciabilidad vial: Abra Toccto- Morochuco según el índice de condición del pavimento (PCI) y el índice de rugosidad internacional (IRI).

### **Conclusiones**

El índice de condición de pavimento (PCI) es el mejor método de análisis para evaluar la serviciabilidad vial: Abra Toccto – Morochuco, ya que para todos los tramos el índice de Condición del Pavimento (PCI) arroja valores mucho más conservadores que el índice Internacional de Rugosidad (IRI).

El Índice de Condición del Pavimento (PCI) promedio obtenido de los tramos Abra Toccto – Morochuco es de 96.15 con una serviciabilidad excelente y el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) promedio obtenido de los tramos Abra Toccto – Morochuco es de 3.38 con una serviciabilidad de bueno.

El índice de rugosidad Internacional (IRI) es el método más económico para la determinación del grado de la serviciabilidad vial, con relación a los recursos, cantidad y rendimiento por día suman s/ 661.50 nuevos soles; en comparación a los costos operativos del Índice de condición del pavimento (PCI) los costos suman s/. 969.50 nuevos soles.

El índice de rugosidad (IRI) es el método que utiliza menos tiempo para la determinación del grado de serviciabilidad vial, emplea 5 veces menos tiempo por kilómetro en comparación con el índice de Condición del pavimento (PCI).

El Índice de condición del pavimento (PCI) es el método de análisis que proporciona resultados más conservadores según la escala de calificación del grado de serviciabilidad vial, ya que este método registra todos los tipos de falla existente en la vía y los valora de acuerdo a su influencia en la serviciabilidad para darnos un valor mucho más conservador que el Índice de rugosidad internacional (IRI); mientras este solo toma en cuenta la rugosidad de la vía lo cual significa el grado de homogeneidad de la vía mas no toma en cuenta las demás fallas existentes en la vía.

## **2.2. BASES TEÓRICAS CIENTÍFICAS**

### **2.2.1. EVALUACIÓN:** contiene:

**Resúmenes y conclusiones:** esta contiene una descripción resumida de los tópicos del informe principal.

❖ Definición de pavimentos

❖ Métodos de evaluación

❖ Incidencia

**Generalidades:** El contenido describe la ubicación del proyecto, las características topográficas del terreno, el estado de las vías existentes, el tipo de pavimento utilizado por el proyecto, el clima anual y el alcance y limitaciones del informe técnico.

**Exploración de campo:** Descripción detallada del trabajo de campo.

## **2.2.2. CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE**

En el concepto de pavimentación, es posible explicar cómo proporcionar superficies suficientes para el paso de vehículos y personas en los espacios (áreas) de circulación de las urbanizaciones (calles y callejones).

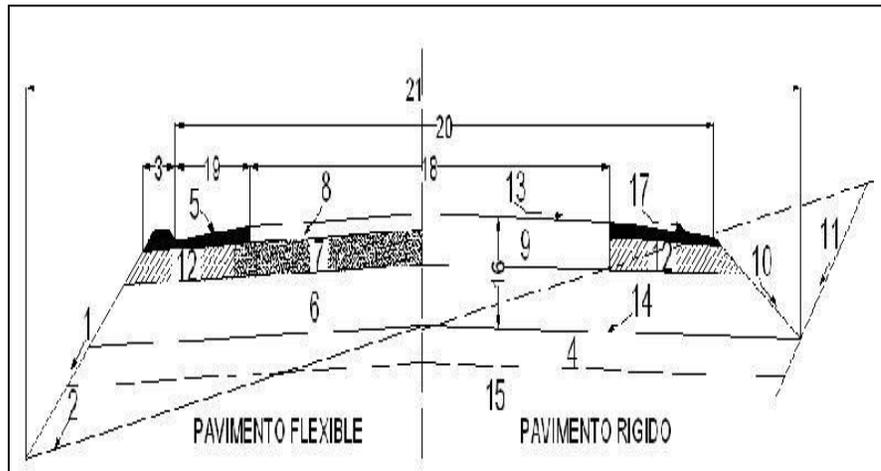
De hecho, la pavimentación es sólo una parte del programa, que, como toda ingeniería vial, también incluye otras especialidades complementarias que deben ser objeto de estudio, diseño y realización, siendo la más destacada la geometría (alineación geométrica y lateral). - partes), obras de infraestructura o cimentación, superestructuras (el propio pavimento), obras de drenaje y sanitarias, elementos de control, seguridad, alumbrado y señalización, obras estructurales y de protección, y finalmente obras especiales y pavimentos, que se construyen sobre la subrasante para resistir Y dispersar la potencia del vehículo para mejorar la seguridad del tráfico y las condiciones de comodidad. Por lo general, consta de las siguientes capas: una sub-base, una capa base y una capa de desgaste.

### **2.2.2.1. DEFINICIÓN DE PAVIMENTO**

Un pavimento es un elemento estructural formado por varias capas paralelas de espesor y masa variable, que se colocan sobre el terreno natural que

se nivela, moldea y compacta para soportar el tráfico esperado durante un período de tiempo determinado.

**Figura N° 01**  
**Estructura típica de un pavimento (flexible y rígido)**

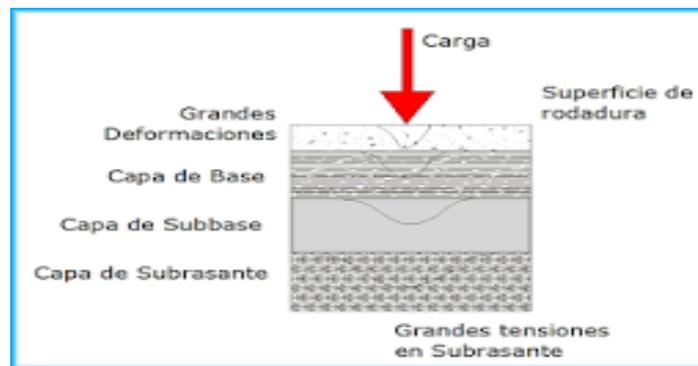


En la figura N° 01 se tienen los siguientes elementos constitutivos, que conforman la sección de construcción de un camino:

1. Talud de terraplén
2. Nivel natural del suelo
3. Bordillo
4. base de la carretera
5. Material asfáltico en arcenes laterales
6. Subbase
7. Base granular
8. Carpeta asfáltica
9. Losa de hormigón hidráulico
10. Cuneta de la sección en corte
11. Cortar la parte del talud de la zanja
12. Materiales de base en acotamiento
13. Bombeo de la corona

13. Bombeo de la corona
14. Nivel de subrasante
15. Grados de terrazas.
16. Estructura del pavimento
17. La superficie de asfalto del arcén
18. Carril, ancho de calzada, acotamientos
20. Ancho de la corona.
21. Ancho total de la vía.

**Figura N°02**  
**Estructura típica de un pavimento (flexible y rígido)**



De acuerdo a la figura N° 02, podemos decir que, un pavimento está formado de arriba hacia abajo por:

La superficie de rodadura, en el caso de pavimentos rígidos, es también el principal elemento estructural.

- La base, que puede ser de agregados aglomerados o sin aglomerar.
- La sub - base
- La sub – rasante

### **2.2.2.2. DISEÑO DE PAVIMENTOS**

El proceso de determinación de los componentes estructurales de subrasantes, losas, cimientos, subrasantes y subrasantes para segmentos de carreteras, teniendo en cuenta la naturaleza de la subrasante, los factores ambientales, la densidad y composición del tráfico y las condiciones de mantenimiento.

En resumen, la estructura del pavimento está diseñada para establecer el espesor y la rigidez del material para mantener el pavimento bajo un cierto nivel de degradación y comodidad.

### **2.2.2.3. ETAPAS DEL DISEÑO DE PAVIMENTOS**

- Estudios de subrasante
- Definir el tipo de banda de rodadura y componentes estructurales selección de materiales
- Estudios de Transporte
- División sectorial
- Diseñar el grosor de cada capa
- Análisis del ciclo de vida
- Determinar el tipo de pavimento y el espesor final.

### **2.2.2.4. FUNCIONES DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS**

- Proporcionar a los usuarios un ciclismo seguro, cómodo y confortable sin retrasos excesivos.
- Proporcionar acceso a vehículos en todas las condiciones climáticas.

- Reducir y distribuir las cargas de tráfico para evitar daños a la calzada.
- Cumplir con los requisitos ambientales y estéticos.
- Limitar el ruido y la contaminación del aire.

### 2.2.2.5. CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTOS

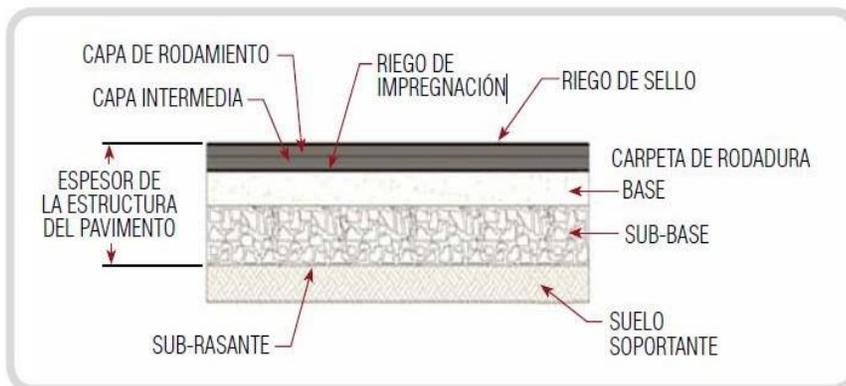
Los tipos de pavimentos son los siguientes:

- Pavimento flexible
- Pavimento semiflexible
- Pavimento semirrígido
- Pavimento rígido

#### A. Pavimento Flexible

Es una estructura formada por una subcapa granular, una capa base y una estructura como capa de desgaste formada por materiales bituminosos como ligantes, áridos y (en su caso) aditivos. Considerados principalmente como capas asfálticas de rodadura sobre capas granulares: mortero asfáltico, tratamiento superficial secundario, micro pavimentos, grava asfáltica, mezcla asfáltica en frío y mezcla asfáltica en caliente.

**Figura N° 03**  
**Estructura de un pavimento flexible**



**B. Pavimento Semiflexible**

Consiste en capas base y bituminosas, compuestas por capas intermedias y laminadas; tiene una base granular.

**C. Pavimento Semirrígido**

Es una estructura de pavimento que consiste esencialmente en una capa asfáltica del espesor total del asfalto (una capa de asfalto caliente sobre una capa base tratada con asfalto); una capa de asfalto sobre una capa base tratada con cemento o sobre una capa base tratada con cal. La estructura también se considera pavimento semirrígido. Entre los tipos de pavimentos semirrígidos se ha incluido el pavimento de adoquines.

**D. Pavimento rígido**

Es una estructura de pavimento compuesta especialmente por una subbase granular, pero la capa puede ser de base granular o estabilizada con cemento, asfalto o cal, utilizando una capa resistente al desgaste de placa de cemento hidráulico como base y aglutinante. Este caso es aditivo. El pavimento rígido se divide en tres categorías:

**Figura N° 04**  
**Estructura de pavimento rígido**



## **2.2.2.6. FACTORES PARA LA EVALUACIÓN PAVIMENTOS**

### **2.2.2.6.1. ÍNDICE DE SERVIBILIDAD FINAL**

El indicador de usabilidad final se determina cuando la condición de la superficie de la carretera no cumple con las expectativas del usuario en cuanto a comodidad y seguridad, lo que corresponde al valor más bajo antes de que la superficie de la carretera deba repararse o reconstruirse. Código Nacional de Edificación Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, 2010, página 42.

### **2.2.2.6.2. ÍNDICE DE SERVIBILIDAD INICIAL**

El indicador de servicio inicial es la condición prístina establecida inmediatamente después de que se construye o repara el pavimento. AASHTO 93 especifica los siguientes valores: un valor inicial ideal de 4,5 para pisos rígidos y 4,2 para pisos flexibles. Código Nacional de Edificación Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, 2010, página 42.

#### **2.2.2.6.3. PÉRDIDA DE SERVICIABILIDAD**

“La pérdida de serviciabilidad, es el cambio en la serviciabilidad de una vía durante el período de diseño y se define como la diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial y final”. Reglamento nacional de edificaciones Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, 2010, p.45.

#### **2.2.2.6.4. PERIODO DE DISEÑO**

“El periodo de diseño, es el tiempo expresado en años, transcurrido desde el año cero, año en el que se construyó la vía y el momento de rehabilitación del pavimento”. Reglamento nacional de edificaciones Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, 2010, p.45.

#### **2.2.2.6.5. FALLAS DE PAVIMENTO**

Las averías que se producen en la vía son el resultado de factores de diversa procedencia que afectan a la seguridad, el confort y la velocidad a la que debe fluir el tráfico actual y futuro. El objetivo básico de la repavimentación y el refuerzo es corregir las deficiencias en la superficie desgastada de un pavimento existente para obtener un mantenimiento adecuado durante un período de tiempo suficiente para justificar la inversión necesaria. Las fallas del pavimento incluyen defectos del pavimento que no están relacionados con la estructura del pavimento debido a la falla de la superficie de asfalto en sí, mientras que las fallas estructurales incluyen defectos del pavimento causados por la falla de la superficie de asfalto en sí. Afecta a una o más capas

de pavimento. Sección de Suelos y Pavimentos, Manual de Caminos, Suelos, Geología, Ingeniería Geotécnica y Pavimentos, 2014, página 167.

#### **2.2.2.6.6. EFECTOS DE AGRIETAMIENTO**

El agrietamiento reduce la resistencia estructural del pavimento y provoca un rápido deterioro estructural. Para hacer esto, primero debe pasar por un proceso de arranque. Las grietas crecen debido a las cargas de tráfico, la temperatura, la deformación y el seguimiento de grietas. A través de las grietas, el agua penetrará la capa granular y la subrasante, reduciendo su capacidad de carga, por lo que se debe evitar la penetración, sellando las grietas tanto como sea posible o, en casos más extremos, repavimentando. Manual de diseño con Geosintéticos, octava edición. 2009, p.169.

#### **2.2.2.6.7. AGRIETAMIENTO POR FATIGA**

“Una grieta o fisura puede iniciarse y crecer como resultado de la repetición de cargas de tráfico, cuando una rueda pasa, la abertura se flexa, suministrando esfuerzos de tensión en los extremos de la grieta haciéndola crecer”. Manual de diseño con Geosintéticos, octava edición. 2009, p.169.

#### **2.2.2.6.8. AGRIETAMIENTO POR FLEXIÓN**

Si la capa de repavimentación se aplica sobre la grieta, el movimiento horizontal en la grieta existente también causará una deformación horizontal en la capa de repavimentación, lo que dará

como resultado la propagación continua de la grieta existente en la capa de repavimentación, lo que se conoce como flexión o seguimiento de la grieta. Este agrietamiento ocurre debido a la diferencia en el esfuerzo cortante en ambos lados de la grieta. Esto sucede cuando una rueda golpea una grieta, cargando primero un borde de la grieta y luego el otro. Manual de diseño con Geosintéticos, octava edición. 2009, p.169.

#### **2.2.2.6.9. SERVICIABILIDAD REGULARIDAD SUPERFICIAL**

La reparabilidad se define como la satisfacción del usuario y se refleja fundamentalmente en la calidad de la superficie de rodadura y de los elementos que componen la seguridad vial. El índice de serviciabilidad actual o serviciabilidad se define como la capacidad que tiene una superficie de carretera para servir al tráfico para el que fue diseñada. Los pavimentos se puntúan con valores extremos que van desde 0 para caminos intransitables hasta 5 para superficies en perfecto estado. Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección Suelos y Pavimentos, 2014, p.169

#### **2.2.2.6.10. ESTUDIO DE TRÁFICO**

El tráfico es uno de los factores más importantes y su correcta determinación depende de una serie de factores que podrían llevar a su subestimación, la práctica actual se basa en convertir diferentes tipos de vehículos a ejes estándar equivalentes

y luego calcular los ejes equivalentes para cuantificar el pavimento del proyecto. . fase iterativa.

A. Objetivos:

- Número de vehículos por tipo.
- Determinar origen y destino.
- Calcular el tipo de degradación que se produce para cada vehículo y para todos los vehículos.
- Identificar cambios conductuales y temporales.
- Brindar parámetros para el diseño y evaluación de la vía en estudio.
- Alternativamente, puede consultar el estado mecánico, la antigüedad y la probabilidad de actualizaciones de la flota.

B. Tipo de envío

Se consideran tres tipos principales de tráfico en los manuales y códigos nacionales que son consistentes con el código AASHTO.

- tráfico normal

Se refiere a los vehículos que circulan por la vía en estudio e identificados durante el proceso de conteo.

- Tráfico generado

Esta es una estimación del potencial de circulación de nuevos vehículos en la vía debido a las mejoras económicas y de

bienestar que genera la infraestructura al generar tráfico cuando se construye o abre la vía.

- Tráfico desviado

Consiste en vehículos que inicialmente tomaron otra ruta o una ruta alternativa y modificaron la ruta debido a las mejoras realizadas en la carretera en estudio.

#### C. Ubicación de la estación

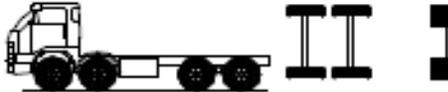
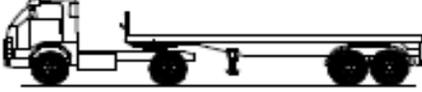
La estación de control o estación de conteo es un punto donde se mide el flujo de vehículos, el principal criterio para elegir una estación es que exista una estación entre dos puntos importantes, y la estación de peaje es un punto de control. Funciones de conteo y clasificación con funciones primarias de tráfico..

### **2.2.2.6.11. TRÁFICO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES**

#### **A. Tipos de vehículos**

Los tipos de vehículos y sus características se definen en las normas de circulación. Los cuadros a continuación muestran la información requerida para el diseño. En algunos casos, el diseño se basa en el peso y las características del vehículo, especialmente cuando no existe un control de peso, en función del número de vehículos y su pesaje.

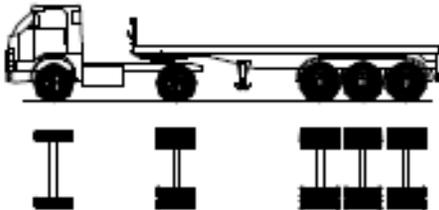
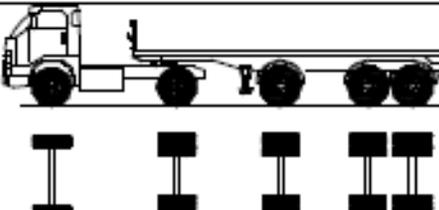
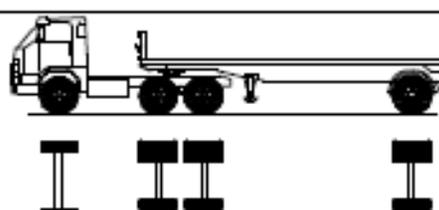
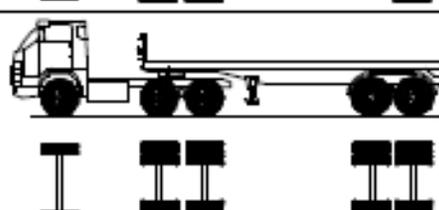
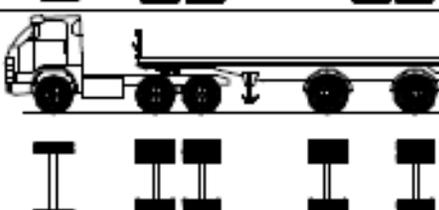
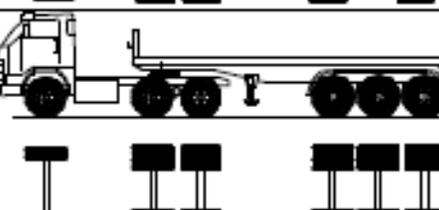
**Tabla N° 01**  
**Pesos y medidas de vehículos**

TABLA DE PESOS Y MEDIDAS									
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. ( m )	Eje Delant	Peso máximo ( t )				Peso bruto máx. ( t )	
				Conjunto de ejes posteriores					
				1°	2°	3°	4°		
C2		12,30	7	11	---	---	---	18	
C3		13,20	7	18	---	---	---	25	
C4		13,20	7	23 <sup>(1)</sup>	---	---	---	30	
8x4		13,20	7+7 <sup>(5)</sup>	18	---	---	---	32	
T2S1		20,50	7	11	11	---	---	29	
T2S2		20,50	7	11	18	---	---	36	
T2Se2		20,50	7	11	11	11	---	40	

*Fuente: Reglamento Nacional De Vehículos*

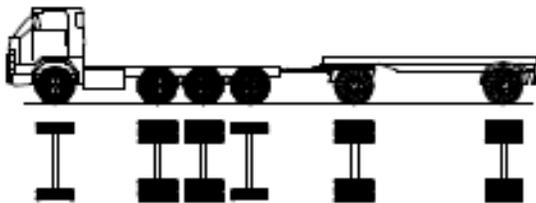
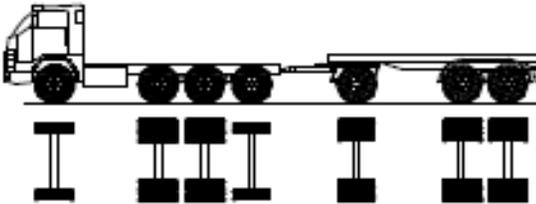
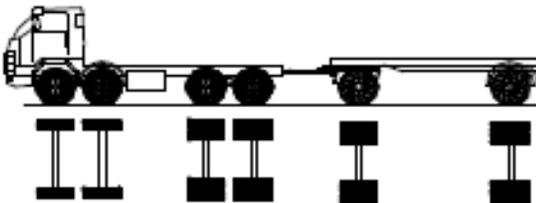
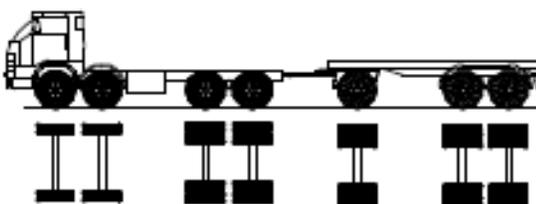
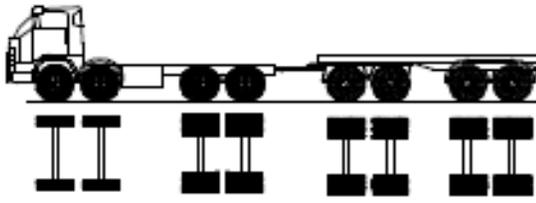
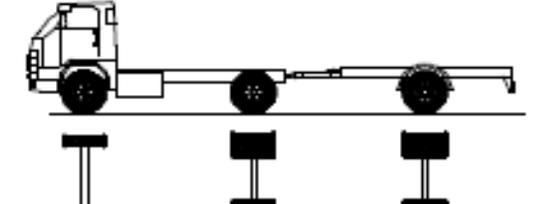
Tabla N° 02

## Pesos y medidas de vehículos

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. ( m )	Peso máximo ( t )				Peso bruto máx. ( t )	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
T2S3		20,50	7	11	25	---	---	43
T2Se3		20,50	7	11	11 <sup>(4)</sup>	18	---	47
T3S1		20,50	7	18	11	---	---	36
T3S2		20,50	7	18	18	---	---	43
T3Se2		20,50	7	18	11	11	---	47
T3S3		20,50	7	18	25	---	---	48 <sup>(2)</sup>

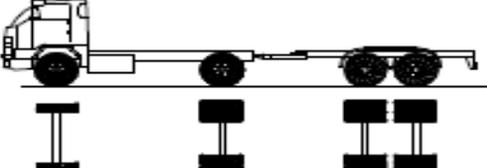
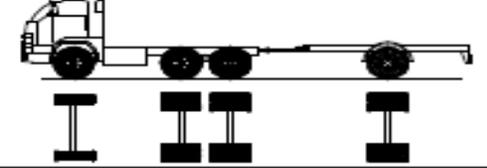
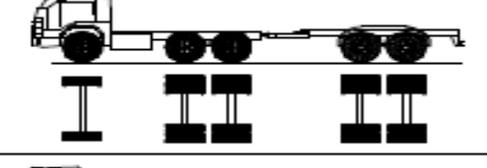
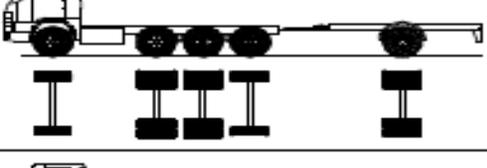
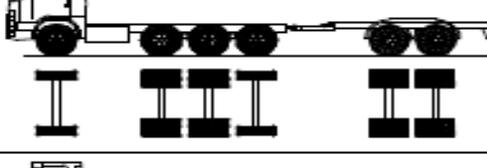
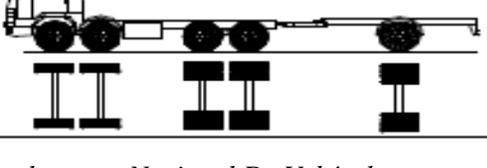
Fuente: Reglamento Nacional De Vehículos

**Tabla N° 03**  
pesos y medidas de vehículos

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. ( m )	Peso máximo ( t )				Peso bruto máx. ( t )	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
C4R2		23,00	7	23 <sup>(1)</sup>	11	11	---	48 <sup>(2)</sup>
C4R3		23,00	7	23 <sup>(1)</sup>	11	18	---	48 <sup>(2)</sup>
8x4R2		23,00	7+7 <sup>(5)</sup>	18	11	11	---	48 <sup>(2)</sup>
8x4R3		23,00	7+7 <sup>(5)</sup>	18	11	18	---	48 <sup>(2)</sup>
8x4R4		23,00	7+7 <sup>(5)</sup>	18	18	18	---	48 <sup>(2)</sup>
C2RB1		20,50	7	11	11	---	---	29

Fuente: Reglamento Nacional De Vehículos

**Tabla N° 04**  
**Pesos y medidas de vehículos**

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. ( m )	Peso máximo ( t )				Peso bruto máx. ( t )	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
C2RB2		20,50	7	11	18	---	---	36
C3RB1		20,50	7	18	11	---	---	36
C3RB2		20,50	7	18	18	---	---	43
C4RB1		20,50	7	23 <sup>(1)</sup>	11	---	---	41
C4RB2		20,50	7	23 <sup>(1)</sup>	18	---	---	48
8x4 RB1		20,50	7+7 <sup>(2)</sup>	18	11	---	---	43

Fuente: Reglamento Nacional De Vehículos

### B. Determinación De Tráfico

Datos de tráfico requerido.

- ✓ Cargas máximas
- ✓ Configuración de las cargas
- ✓ Presión de los neumáticos

- ✓ Tránsito para el año inicial
- ✓ Periodo de tiempo
- ✓ Tasa de crecimiento

### C. Cálculo De Ejes

8.2 tn Para el cálculo del número de repeticiones del eje equivalente se deben utilizar las siguientes expresiones por tipo de vehículo, el resultado final será la suma de los diferentes tipos de vehículos pesados considerados:

**Tabla N° 05**  
**Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes**

$$\text{Nrep de EE}_{8.2 \text{ tn}} = \sum [\text{EE}_{\text{día-carril}} \times \text{Fca} \times 365]$$

#### 2.2.2.6.12. DRENAJE EN PAVIMENTOS

Para la seguridad vial y la durabilidad de la ingeniería, todas las obras de pavimentación deben contar con drenaje y saneamiento para evitar el ingreso de agua a la superestructura e infraestructura, o realizarse fuera del sitio para evitar cualquier impacto estructural. En particular, la zona de circulación de vehículos (carretera) se ha convertido en una de las zonas más críticas para la seguridad del tráfico. Por otro lado, la presencia de agua en la infraestructura puede acortar la vida útil de una obra. Para ello se deberá disponer de elementos que permitan el drenaje, captación y conducción del agua por encima y por debajo de la superficie. Entre estos elementos

podemos mencionar el bombeo de la vía, que además de los sumideros (cámaras receptoras) que reciben el agua de los canalones y luego la dirigen al suelo, también descarga el agua lateralmente a los canalones longitudinales y laterales. Drenaje autorizado...

Esta conducción subterránea puede tomar la forma de canales cerrados o a través de drenajes permeables, lo que reduce el costo de las redes de recolección de aguas pluviales y restaura los acuíferos en el área.

Las cunetas consisten en guardarraíles que, además de sus funciones de seguridad y demarcación vial, tienen la función de dirigir la escorrentía de aguas superficiales hacia las pozas de aguas pluviales. En las zonas en las que la vía discurre por terraplenes o claros, se recomienda disponer en el exterior de la plataforma canales longitudinales de toma de agua, denominados trincheras y contrafuertes. En ausencia de prohibición, esta solución es más común en caminos rurales que en proyectos de pavimentación urbana.

Métodos de control de la presencia de agua.

- Prevención: Elementos estructurales que evitan la entrada de aguas residuales al pavimento.

- Remoción: Remueve o drena el agua que afecta los elementos estructurales del pavimento.

**Tabla N° 06:**  
**Pendientes transversales de pavimentos, bermas y cunetas**

<b>Parámetro</b>	<b>Pavimento</b>	<b>Berma</b>	<b>Cunetas</b>
Pendiente (pulg/pies)	3/16-3/8	3/8-3/4	03-6
Pendiente (%)	1.5-3.0	3.0-6.0	25.0-50.0

*Fuente: Ingeniería de Pavimentos ICG*

## **2.2.2.7. CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO**

### **A. SERVICIABILIDAD**

La usabilidad, como medida del comportamiento vial, está relacionada con la seguridad y el confort (comportamiento funcional) que puede proporcionar al usuario mientras conduce por la vía. También está relacionado con las propiedades físicas del pavimento, como grietas, defectos, desconchados, etc. puede ocurrir, lo que afecta la capacidad de carga de la estructura (comportamiento estructural).

El concepto de mantenibilidad se basa en los siguientes cinco aspectos básicos:

1. Las carreteras se construyen para la comodidad y conveniencia de las masas de usuarios.
2. La calidad de comodidad o transitabilidad es objeto de respuestas subjetivas a las opiniones de los usuarios.
3. La usabilidad se puede representar mediante calificaciones de los usuarios de la carretera, denominadas calificaciones de usabilidad.
4. Las propiedades físicas del pavimento pueden medirse objetivamente y pueden correlacionarse con evaluaciones subjetivas.

5. El comportamiento se puede representar mediante el historial de servicio del pavimento..

Cuando los conductores salen a la carretera por primera vez o varias veces, pueden sentirse seguros o inseguros según lo que vean y lo fácil que sea controlar el vehículo. El factor principal relacionado con la seguridad y la comodidad del usuario es la calidad del rodamiento, que depende de la regularidad o rugosidad de la superficie de la carretera. La evaluación de este parámetro define el concepto de índice de mantenibilidad factual (PSI).

PSI califica el pavimento en una escala de 0 a 5.

Por supuesto, si el usuario observa grietas o deterioro en el pavimento sin ser consciente de la deformación, la calificación se reducirá.

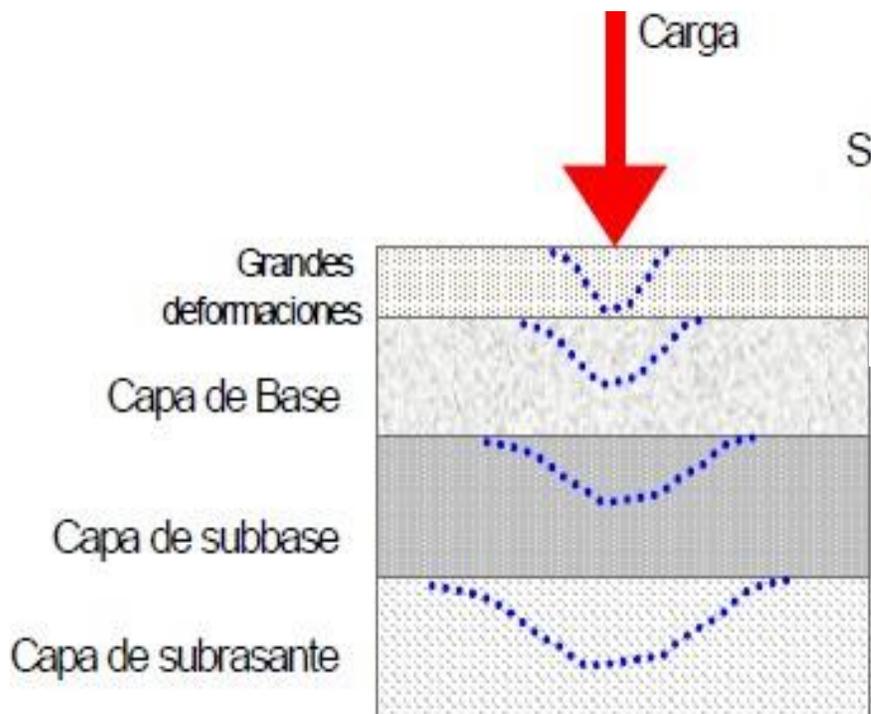
El diseño estructural basado en la utilidad considera necesario determinar la tasa de utilidad inicial ( $P_0$ ) y la tasa de utilidad final ( $P_t$ ) para la vida útil o vida de diseño del pavimento.

#### **2.2.2.8. CONDICIÓN ACTUAL DEL PAVIMENTO**

##### **A. PAVIMENTO FLEXIBLE**

Un pavimento flexible es una estructura que consta de una subbase granular, una base granular y una capa rodante hecha de materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y aditivos. Considere principalmente la capa de rodadura: mortero asfáltico, tratamiento superficial de dos capas, microsuperficie, mezcla asfáltica caliente y fría.. Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección: Suelos y pavimentos, 2014, p.22.

**Figura N° 05.**  
**Paquete estructural de un pavimento flexible**



*Nota: tomado de "Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos", 2002.*

## **B. MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX) PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**

El deterioro que ocurre en las estructuras de pavimento es una función del tipo, severidad y cantidad de daño que ocurre en esas estructuras. PCI es un método utilizado para obtener condiciones de carretera flexibles y rígidas. PCI es un índice numérico que varía de cero (0) hasta cien para pavimento fallido o pavimento en malas condiciones.

(100) La superficie de la carretera está en buenas condiciones. El cálculo de PCI se basa en los resultados de un inventario visual de daños presentes durante el desgaste del pavimento, donde se determina el tipo de

daño, la severidad y la cantidad de cada daño. Ingeniería de Proyectos Ingepav, 2002, pág. 2.

**Tabla N° 07**  
**Rangos de calificación del PCI**

RANGO	CLASIFICACIÓN
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy malo
10 – 0	Fallado

*Nota. Tomado de “Ingepav Ingeniería de Proyectos” por Ing. Esp. Luis Ricardo Vásquez Varela 2002, p.2.*

### C. EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN

Para la evaluación del estado del pavimento se considerará el tipo de superficie que tiene el pavimento a evaluar. Para obtener valores de PCI fiables, se deben seguir estrictamente las definiciones de las 19 degradaciones consideradas para pavimento flexible descritas en Homemade PCI. Al momento de la evaluación se examinarán las unidades muestrales en que se dividirá el pavimento a evaluar y se registrarán los daños encontrados en cada unidad muestral, teniendo en cuenta los daños encontrados en el Manual de Daños del PCI. El equipo responsable de las inspecciones viales debe considerar todas las medidas de seguridad para pasar la vía inspeccionada. Ingeniería de Proyectos Ingepav, 2002, pág. 6.

### D. CÁLCULO DEL PCI

Una vez obtenida la información de daños presente en cada celda de muestra que delimita el camino a inspeccionar, se puede calcular el valor PCI. El cálculo de los valores de PCI puede ser manual o computarizado, a partir del valor deducido de cada lesión, en función del número y Nivel de severidad de su presencia. El cálculo del valor PCI del pavimento flexible se realiza calculando el valor de deducción y calculando el valor máximo de deducción corregido para cada unidad de muestra. Ingepav Ingeniería de Proyectos, 2002, p.6, p.7.

#### **2.2.2.9. TIPO Y NIVEL DE SEVERIDAD DE LAS FALLAS DEL PAVIMENTO**

##### **A. FALLAS SUPERFICIALES**

Las grietas en bloque, las grietas longitudinales y transversales se consideran fallas superficiales causadas por el endurecimiento del pavimento, el envejecimiento y los cambios bruscos de temperatura. La "fracturación hidráulica" es otra falla superficial que existe en los pavimentos debido al uso insuficiente del asfalto, el envejecimiento y los efectos del desgaste del agua y los neumáticos de los vehículos. Arrugamiento del pavimento, falla de la superficie debido a la presencia de exceso de betún, agua o agregados muy blandos en la mezcla asfáltica del pavimento. Manual de diseño con Geosintéticos, octava edición. 2009, p.167.

##### **B. FALLAS ESTRUCTURALES**

Las fallas estructurales presentes en los pavimentos son las grietas por fatiga transversal, las cuales son causadas por una deformación excesiva

del pavimento y/o por un diseño inadecuado de la sección. Ahuellamiento debido a contenido de humedad excesivo y/o diseño de sección inadecuado. Considere la severa deformación longitudinal debido a la falta de apoyo del arcén a la parte estructural del pavimento. Diseños Caseros con Pisos Flexibles, Octava Edición. 2009, núm. 167.

### **2.3. MARCO CONCEPTUAL**

- Evaluación de Pavimentos

Su propósito es analizar y estimar el valor estructural remanente, además, la evaluación debe proporcionar la información necesaria para investigar las causas de falla del pavimento reparado.

- plataforma

La subrasante es el pavimento terminado sobre el que se coloca la estructura del pavimento o los niveles definidos de movimiento de tierras (corte y relleno). Los terraplenes son la ubicación inmediata de la estructura del pavimento, parte del prisma de la carretera, contruidos entre el terreno naturalmente plano o las aceras y la estructura del pavimento.

- berma

Las franjas longitudinales paralelas y adyacentes a la superficie de rodadura de la calzada limitan el proceso de desgaste y actúan como zona segura de aparcamiento en caso de emergencia.

- Ferrocarril

Una sección de carretera utilizada por un tren de vehículos que viajan en la misma dirección que el tránsito.

- la carretera

Parte de una calzada dispuesta para la circulación de vehículos.

- superficie rodante

Un segmento de carretera que consta de uno o más carriles no incluye un arcén.

- Canales

Los canales abiertos se construyen lateralmente a lo largo de la carretera para dirigir la escorrentía superficial y subterránea desde las cubiertas de la carretera, pendientes y áreas adyacentes para proteger la estructura del pavimento.

- de acuerdo a

Una capa de material seleccionado y maquinado entre la parte superior de la placa base o plataforma y la capa de desgaste. Esta capa también puede ser de mezcla bituminosa o tratada según diseño. La cimentación es parte de la estructura del pavimento.

- Subbase

Parte de la estructura del pavimento, ubicada directamente debajo de la base.

- acera

La estructura construida en la autopista Binhai Boulevard puede resistir y dispersar la fuerza de los vehículos, mejorando las condiciones de seguridad y comodidad del tráfico. Por lo general, consta de una capa de desgaste, una capa base y una subcapa.

- confirmar

Los pavimentos consisten en capas de materiales granulares naturales o procesados comprimidos a grados específicos para soportar directamente las cargas y presiones del tráfico. Debe tener la cantidad correcta de material pegajoso fino para mantener las partículas cohesivas. Se utiliza como banda de rodadura para carreteras y caminos no pavimentados.

- Drenaje insuficiente

Obras de drenaje, cuya finalidad es rebajar el nivel freático que afecta a las carreteras por capilaridad.

- dirección correcta

Bienes de ancho variable, incluidos los caminos, sus obras complementarias, los servicios, las áreas previstas para futuras obras de ampliación o mejora y las áreas de seguridad de los usuarios. Su ancho será determinado por el responsable de cada autoridad competente.

## **CAPÍTULO III FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS**

### **3.1. HIPÓTESIS GENERAL**

La evaluación de la condición actual del pavimento flexible influirá positivamente en el mejoramiento del Jirón José Pardo en el distrito Chilca y provincia Huancayo - Junín.

### **3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA**

- a.** La metodología adecuada, que nos permita determinar la condición actual del pavimento flexible del Jirón José Pardo en el distrito Chilca y provincia Huancayo - Junín, será PCI (Índice de Condición del Pavimento)
- b.** La incidencia de la evaluación del pavimento para la rehabilitación del Jirón José Pardo en el distrito Chilca y provincia Huancayo - Junín garantizará la ampliación de su vida útil.

### **3.3.VARIABLE**

#### **3.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

**X = Evaluación del pavimento flexible**

- a. Diseño de pavimento flexible.
- b. Fallas estructurales y superficiales del pavimento.
- c. Vida útil del pavimento.
- d. Condiciones climáticas y de drenaje.
- e. Tránsito vehicular

## **CAPÍTULO IV METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **4.1.TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Por su propósito de investigación, dependiendo del tipo de investigación sobre la variable propuesta, los objetivos generales y específicos de la investigación se enmarcan en las siguientes categorías: Descriptivos.

### **4.2.NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

El nivel de investigación es descriptivo y explicativo.

La investigación descriptiva tiene como objetivo identificar las características, rasgos y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno bajo análisis. Es decir, solo pretenden medir o recopilar información sobre los conceptos o variables a los que se refieren, de forma independiente o colectiva, es decir, no pretenden mostrar la relación entre ellos.

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o la creación de relaciones entre conceptos, es decir, tienen como objetivo tratar las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones ocurre, o por qué se relacionan dos o más variables.

### **4.3.DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

Los diseños utilizados en el trabajo de investigación no son experimentales.

Un diseño de investigación no experimental se puede definir como una investigación que se lleva a cabo sin la manipulación intencional de variables. Es decir, en estos estudios, no cambiamos intencionalmente las variables independientes para observar sus efectos sobre otras variables. En la investigación no experimental, observamos lo que sucede en la naturaleza y luego lo analizamos.

#### **4.4.MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

##### **4.4.1. MÉTODO GENERAL**

No solo se obtienen a través de experimentos, sino también las conexiones y leyes obtenidas a través del pensamiento abstracto. El conocimiento triunfa sobre la experiencia sensorial. Sintetizar conocimientos previos. Puede adelantarse a los datos empíricos. Para la investigación, será deductivo, inductivo, analítico, sintético y sistemático.

##### **4.4.2. MÉTODO ESPECÍFICO**

Se a utilizado el método para la evaluación del pavimento es PCI (Índice de Condición del Pavimento)

#### **4.5.POBLACIÓN Y MUESTRA**

##### **4.5.1. POBLACIÓN**

La aplicación del trabajo de investigación está dirigida a la red vial de la población barrio Puzo, distrito de Chilca y el casco urbano de la provincia de Huancayo-Junín.

##### **4.5.2. TIPO DE MUESTRA**

El tipo de muestra no es ALEATORIA, está conformado por las vías del Jr. José Pardo, Jr. Chavín que incluye el Pje. diamante y Pje. Malvinas.

#### **4.6.TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE OPERACIONALIZACIÓN DE DATOS**

##### **4.6.1. TÉCNICAS**

Se visitará el área de estudio, se obtendrá información de campo, y posteriormente se procesará en gabinete en el orden del método convencional, de manera que se pueda identificar la estructura y estado superficial del pavimento y sentar como precedente para la adecuada tratamiento y restauración del pavimento para hacerlo compatible con soluciones económicas, tecnologías disponibles consistentes con niveles de servicio aceptables.

##### **4.6.2. INSTRUMENTOS**

Los instrumentos que se utilizaron para el análisis el estudio de tráfico

#### **4.7.TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

Microsoft Excel: exporte tablas y estadísticas de resultados y datos para pruebas destructivas y no destructivas.

Microsoft Word: la sección de descripción para detallar la tabla de organización de la hoja de trabajo,

Sistematizar e interpretar los datos obtenidos durante las pruebas.

AutoCAD: Determina la ubicación del proyecto, demarcación, puntos de estudio y áreas de influencia

## CAPÍTULO V RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

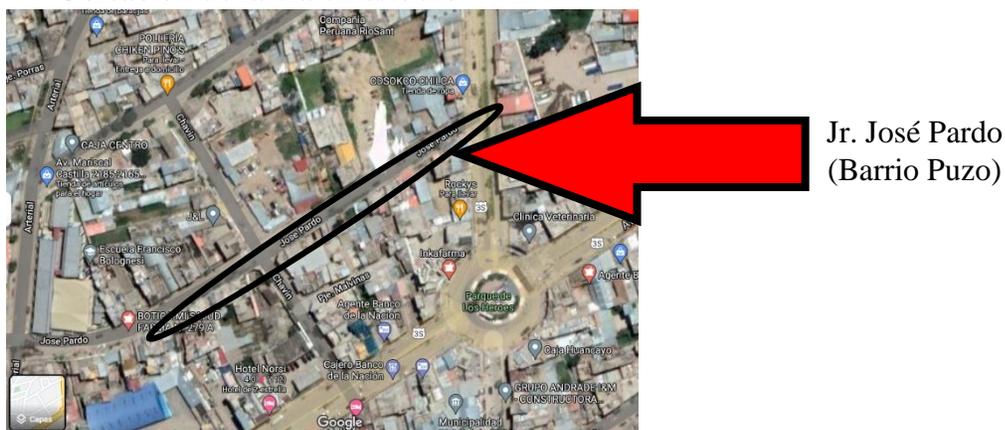
### 5.1. UBICACIÓN DE LA VÍA DE ESTUDIO

La vía en estudio se encuentra ubicada, en el Jr. José Pardo en el tramo: Av. Huancavelica y Av. Arterial, Distrito de Chilca, Provincia de Huancayo, Región Junín.

**Figura N° 06:**  
**Ubicación del Barrio Puзо en el distrito de Chilca**



**Figura N° 07:**  
**Ubicación de la vía en estudio**



**Figura N° 08:**  
**Condición actual de la vía en estudio**



## **5.2.DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO TECNOLÓGICO**

### **5.2.1. MÉTODO PCI PARA EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS.**

#### **5.2.1.1. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN**

El método de evaluación del pavimento PCI (Índice de condición del pavimento) fue publicado por MY Shaheen y S.D. Khon y por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE. UU. en el Informe técnico M-286 (1978).

El propósito de este estudio fue desarrollar un Índice de Condición del Pavimento (PCI) para carreteras, calles y estacionamientos, proporcionando a los ingenieros:

- Método estándar para evaluar la condición estructural y superficial (operacional) de secciones de pavimento.
- Un método para determinar las necesidades de mantenimiento y reparación en función de las condiciones de la superficie de la carretera.
- Un método para determinar el comportamiento mediante la medición

continua de la PIC.

El método determina un índice de condición del pavimento (PCI) basado en la información obtenida de la inspección visual. El índice ayuda a los ingenieros a evaluar el proceso y determinar tareas y prioridades para el mantenimiento y las reparaciones.

Ecuación de PIC

El grado de deterioro de la superficie de la carretera es una función de:

- Tipo de falla
- Severidad de la falla (ancho de grieta, etc.)
- Densidad de fallas (% del área afectada)

Tipo de falla

Cada falla en la superficie de la carretera de evaluación debe clasificarse en los diferentes tipos de fallas descritos en el método.:

**Tabla N° 08:  
Clasificación de fallas**

FALLA N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
1	Grieta Piel de Cocodrilo	M2
2	Exudación de Asfalto	M2
3	Grietas de Contracción (Bloque)	M2
4	Elevaciones – Hundimiento	M
5	Corrugaciones	M2
6	Depresiones	M2
7	Grietas de Borde	M
8	Grietas de Reflexión de Juntas	M
9	Desnivel Calzada-Hombrillo	M
10	Grietas longitudinales y transversales	M
11	Baches y Zanjas Reparadas	M2
12	Agregados Pulidos	M2
13	Huecos	N°
14	Ahuellamiento	M2
15	Deformación por Empuje	M2
16	Grietas de Deslizamiento	M2
17	Hinchamiento	M2
18	Disgregación y Desintegración	M2

*Fuente: Orozco y Orozco, Juan Manuel. Sistema de Evaluación de Pavimentos., 3ra Ed., Ed. Safandila Querétaro México 2004.*

#### **5.2.1.2. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN**

Para la determinación precisa del PCI se realizó una inspección cuidadosa del pavimento a fin de determinar los tipos de falla, su cantidad y severidad.

Se dividió la sección del pavimento en unidades de aproximadamente 225m<sup>2</sup> cada uno, y se tomó una muestra escogida aleatoriamente.

**Inspección por Muestreo:** El método contempla un plan de muestreo estadístico para determinar el PCI mediante la inspección de una muestra de la sección sin producir una pérdida significativa de precisión.

### **5.2.1.3. DETERMINACIÓN DEL PCI**

El valor PCI de la sección de pavimento se obtiene determinando el valor promedio de las unidades evaluadas. Los pasos para determinar el valor de PCI para cada celda son los siguientes:

Determinar qué datos corresponden a cada tipo de falla (gravedad y frecuencia), y cómo medirlo.

### **5.2.1.4. EVALUACION VISUAL Y FALLAS CONSIDERADAS EN EL PCI (Índice de Condición del Pavimento).**

#### **A. GRIETA PIEL DE COCODRILO:**

Una serie de grietas interconectadas causadas por fatiga en una mezcla asfáltica. Las grietas comienzan en la parte inferior de la capa y se propagan a la superficie, inicialmente como grietas longitudinales paralelas. Luego, bajo la influencia del tráfico, estas conexiones forman polígonos de diferentes tamaños, similares a la piel de cocodrilo o alambre de púas. Estas grietas solo ocurren en áreas de tráfico y se consideran fallas estructurales graves, a menudo acompañadas de grietas.

gravedad:

Baja (L): Grietas longitudinales y paralelas muy finas con poca o

ninguna interconexión.

Moderado (M): grietas más desarrolladas e interconectadas con algunas astillas en los bordes.

Alto (H): Las grietas se desarrollan como pequeños grumos (gránulos) con fuerte desintegración en los bordes. Algunas partes se desprenden con facilidad.

**Forma de medición:**

Se mide en metros cuadrados. Es común encontrar diferentes Nivel de severidades en una misma zona afectada. Si no se puede aislar o estimar el área correspondiente a cada nivel, se debe considerar el área total como el área más afectada.

**B. EXUDACIÓN DE ASFALTO:**

Tales fallas incluyen la formación de una capa de material bituminoso en la superficie del pavimento, creando una superficie brillante y reflectante que a menudo es pegajosa. “El sangrado es causado por exceso de betún en la mezcla, aplicación de sellador y/o baja porosidad. Generalmente ocurre a altas temperaturas.

Nivel de severidad:

Bajo (L): El grado de exudación es bajo, casi invisible. El asfalto no se pegará a los zapatos ni a los neumáticos.

Medio (M): aumento de la exudación. Solo en los días más calurosos el asfalto se pega a los zapatos y neumáticos.

Alto (H): La exudación es severa y extensa. A medida que

aumenta la temperatura, una gran cantidad de asfalto puede adherirse a los neumáticos y los zapatos.

**Método de medida:**

en metros cuadrados.

**C. GRIETAS DE CONTRACCIÓN (BLOQUE):**

Son grietas interconectadas que dividen el pavimento en bloques aproximadamente rectangulares con lados entre 30 cm y 3 m. Estas fisuras se deben principalmente a la retracción del asfalto por efecto de los cambios cíclicos de temperatura. Son independientes de las cargas de fatiga, lo que indica que el asfalto se ha endurecido significativamente. Por lo general, ocurren en grandes áreas de aceras y, a veces, en áreas sin tráfico. En general, se diferencian de las grietas de piel de cocodrilo por el tamaño de los bloques, que son causados por la carga (fatiga) y ocurren en el área de tránsito:

Nivel de severidad:

Baja (L): Ver clasificación de fisuras

Media (M): Retrato y Paisaje

Alta (H): (Falla No. 10) Fisuras longitudinales y transversales.

**Forma de medición:**

Las grietas por retracción se miden en m<sup>2</sup> del área afectada. Generalmente ocurren con una sola severidad en la misma sección de pavimento. Si se observan diferentes grados de severidad, deben informarse por separado.

#### **D. ELEVACIONES – HUNDIMIENTO:**

Las elevaciones son pequeños baches locales en la superficie de la carretera. A diferencia de la deformación por empuje causada por la inestabilidad de la carretera, los baches son causados por:

- Movimiento y levantamiento de losas, generalmente bajo una capa de asfalto.
- Hinchazón por localización.
- El material se filtra en la junta.
- El asentamiento es una pequeña y repentina deformación de la superficie.

Nivel de severidad:

Bajo (L): bajo impacto en la calidad de disparo.

Moderado (M): Tienen un impacto moderado en la calidad del disparo.

Alto (H): Tienen un alto impacto en la calidad del disparo.

#### **Forma de medición:**

El ascenso y descenso se miden en metros lineales. Si estas fallas ocurren perpendiculares al tráfico y están separadas menos de 3 m, transversales al tráfico, se denominan ondulaciones. Si se presentan con grietas, se deben contabilizar ambas fallas.

#### **E. CORRUGACIONES:**

Estos consisten en depresiones y crestas (ondulaciones) que están separadas del tráfico por menos de 3 m. Por lo general, son causados por

el tráfico en superficies de carreteras subyacentes o superficies inestables.

Nivel de severidad:

Bajo (L): bajo impacto en la calidad de disparo.

Moderado (M): Tienen un impacto moderado en la calidad del disparo.

Alto (H): Tienen un alto impacto en la calidad del disparo.

**Forma de medición:**

Se miden en metros cuadrados.

**F. DEPRESIONES:**

Son áreas de pavimento que están más bajas que las áreas adyacentes. Las abolladuras pequeñas son difíciles de ver en el pavimento seco. Bajo la lluvia, se forman charcos, que a menudo dejan marcas de contorno cuando se secan. Suelen ser producto del asentamiento de cimientos o fallas en la construcción. Cuando están llenos de agua, pueden ser ásperos y peligrosos. Se diferencian de las caídas en que no son repentinas.

Nivel de severidad:

Bajo (L): 13 a 25 mm (1/2" a 1").

Medio (M): 25 a 51 mm (1" a 2").

Alta (H): más de 51 mm (más de 2 pulgadas).

**Forma de medición:**

Se miden en metros cuadrados.

## **G. GRIETAS DE BORDE:**

Son hendiduras longitudinales paralelas contenidas en tiras de 30 a 60 cm de largo. en el borde exterior de la acera. Tales fallas son aceleradas por la carga y pueden ser causadas por el congelamiento de los cimientos y/o la subrasante, la expansión del material y las fallas de los arriostramientos laterales. En algunos casos, los bordes pueden perderse debido a la desintegración.

gravedad:

Baja (L): Grietas de baja severidad, sin desintegración.

Moderado (M): Grietas moderadamente severas con alguna desintegración y fractura de borde.

Alto (H): Fractura de borde significativa y desintegración de grietas.

### **Forma de medición:**

Esta falla se mide en metros lineales.

## **H. GRIETAS DE REFLEXIÓN DE JUNTAS (DE LOSAS DE CONCRETO):**

Solo aparecen en capas asfálticas colocadas sobre pavimentos (rígidos) de hormigón. No incluyen grietas reflectantes de ningún otro tipo de cimiento o material debajo de la superficie asfáltica. Suelen ser longitudinales y transversales, provocados por la contracción y dilatación o el movimiento de los paneles provocado por la infiltración del agua. Esta falla no está relacionada con el tráfico; sin embargo, puede provocar

una falla en el borde. Conocer las dimensiones de la losa de concreto puede ayudar a identificar estas grietas reflectantes.

Nivel de severidad:

Fisuras longitudinales y transversales (falla 10).

**Forma de medición:**

Medida en metros lineales, incluso para una sola grieta, las longitudes correspondientes a diferentes severidades deben registrarse por separado. Si se observa elevación o hundimiento, debe registrarse por separado.

**I. DESNIVEL CALZADA – HOMBRILLO:**

La diferencia de elevación entre el borde del pavimento y el arcén de la carretera. Generalmente se debe a la erosión o asentamiento del arcén, oa la elevación del camino sin nivelar el arcén.

Nivel de severidad:

Bajo (L): diferencia de Alta de 1 a 2 pulgadas (25 a 51 mm)

Medio (M): Diferencia de Alta entre 51 y 102 mm (2” a 4”)

Alta (H): diferencia de Alta superior a 102 mm (4 pulgadas)

**Forma de medición:**

Esta falla se mide en metros lineales.

**J. GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES:**

(No se encontraron grietas reflectantes en la losa de concreto).

Las grietas longitudinales eran paralelas al eje del pavimento o al eje del edificio.

Suelen ser causados por:

- Juntas de tiras de asfalto mal construidas.
- Retracción del asfalto por cambios de temperatura y envejecimiento.
- Reflexiones de grietas en el pavimento subyacente, grietas en losas de asfalto o concreto (no de las juntas de las losas).
- Las fisuras laterales son aproximadamente perpendiculares al eje del pavimento y pueden tener la misma causa.

gravedad:

Bajo (L): Ranuras sin sellar de menos de 3/8" (10 mm) de ancho, ranuras selladas adecuadas de cualquier ancho.

Mediano (M): grietas sin sellar de 3/8 a 3 pulgadas (10 a 76 mm) de ancho, grietas selladas de cualquier ancho donde varias pulgadas de pavimento adyacente están gravemente dañadas, grietas sin sellar de hasta 3 pulgadas (76 mm) de ancho. ) línea delgada adyacente a la grieta. Selle grietas de cualquier ancho con grietas adyacentes.

Alta (H): Grietas selladas o no selladas, grietas adyacentes moderadas y/o muy severas. Grietas no selladas de más de 76 mm (3 pulgadas) de ancho.

**Forma de medición:**

Las grietas longitudinales y transversales se miden en metros lineales. Se debe determinar la longitud y severidad de cada fisura. Si las grietas son de diferente severidad, se debe distinguir esta severidad. Esto

también debe tenerse en cuenta si sube o baja al mismo tiempo.

#### **K. BACHEO Y ZANJAS REPARADAS:**

Los baches son áreas de pavimento que han sido reparadas con materiales nuevos. Un bache se considera un defecto, por mucho que se haya dejado. Generalmente se produce cierta rugosidad.

Nivel de severidad:

Bajo (L): Buenos baches en buen estado. Tiene poco efecto en la calidad de disparo.

Medio (M): Los baches muestran un deterioro moderado con un impacto moderado en la calidad de conducción.

Alto (H): Baches severamente deteriorados que deben ser reemplazados a tiempo. Tiene un gran impacto en la calidad de la toma.

#### **Forma de medición:**

Esta falla está en m<sup>2</sup>. Si un mismo bache presenta diferentes niveles de seguridad, se debe registrar por separado según el área que ocupa. No se encontraron otras fallas (como agrietamiento o empuje) dentro del bache, y el área del bache se calculó basándose únicamente en la Nivel de severidad del bache. Si se reemplazó una gran área de pavimento, se debe considerar para pavimento nuevo, no para baches.

#### **L. AGREGADOS PULIDOS:**

Esta falla se debe al tráfico anterior. Cuando se pule el agregado de la superficie, la adherencia al neumático se reduce considerablemente. El agregado pulido se cuenta cuando la inspección detallada muestra una

textura de pavimento insuficiente y la superficie de las partículas de agregado es suave al tacto. Este tipo de falla se asocia con baja resistencia friccional.

**Nivel de severidad:**

El nivel de Nivel de severidad no está definido. Sin embargo, el grado de pulido debe ser significativo para que se clasifique como un defecto.

**Forma de medición:**

Se mide en metros cuadrados. Si lo hay, se contará y no se considerará el árido pulido.

**M. HUECOS:**

Los agujeros son pequeñas fallas cóncavas, generalmente de menos de 0,90 m de diámetro (Fig. 7, Fig. 8). Suelen tener bordes verticales afilados cerca de la superficie. Crecen rápidamente debido a los efectos de la acumulación de agua en los propios poros.

Son el resultado de la descomposición (debido al tráfico) de pequeñas áreas de pavimento. Se rompe por defectos mixtos, puntos débiles en los cimientos o calzadas, o grietas en pieles de caimán de mayor Nivel de severidad.

Los vacíos generalmente son causados por fallas estructurales, que no deben confundirse con desintegración y desintegración (Problema # 19).

Cuando los agujeros son el resultado del deterioro progresivo de

fallas tipo caimán, deben considerarse agujeros, no falla 19.

#### Nivel de severidad:

La Nivel de severidad de los orificios de menos de 30 pulgadas de diámetro se basa en el diámetro y la profundidad. Si el agujero tiene más de 30 pulgadas de diámetro, el área debe estar en m<sup>2</sup> y dividirse por 0,47 m<sup>2</sup> para determinar el número equivalente de agujeros. Si la profundidad es inferior a 2,5 cm (1 pulgada), se considera Nivel de severidad moderada (M). Considere alta severidad (H) si la profundidad es mayor a 2.5 cm.

**Tabla N° 09**  
**Nivel de severidad huecos**

Profundidad Máxima (cm)	DIÁMETRO PROMEDIO (cm)		
	10 a 20 cm (4" a 8")	20 a 45 cm (8" a 18")	45 a 76 cm (18" a 30")
1.2 a 2.5 cm (1/2" a 1")	L	L	M
> 2.5 a 5 cm (1" a 2")	L	M	H
> 5 cm (≥2")	M	M	H

*Fuente: Valle Rodas, Raúl. Carreteras Calles y Aeropistas., 5ta. Ed., Ed. El Ateneo Buenos Aires 1985.*

#### Forma de Medición:

Se cuenta el número de huecos, clasificándolos en cada nivel de severidad por separado (L, M, H).

#### N. CRUCE DE RIELES:

Pueden crear depresiones o baches que afecten la calidad de la toma.

Nivel de severidad:

Bajo (L): bajo impacto en la calidad de disparo.

Medio (M): produce un efecto medio en la calidad de disparo.

Alto (H): alto impacto en la calidad de disparo.

Forma de medición:

El área es en metros cuadrados. Si el riel (o la unión de la estructura a la superficie de la carretera) no afecta la calidad del viaje, debe ignorarse.

#### **O. AHUELLAMIENTO:**

Una rodera es una depresión longitudinal debajo de la huella de un neumático. La superficie del camino puede elevarse a lo largo del borde de la depresión (Foto 8). Los surcos generalmente se observan después de la lluvia, cuando las depresiones se llenan de agua. La formación de surcos es causada por la deformación permanente del lecho de la carretera o de ciertas capas de pavimento, generalmente debido a la consolidación o al movimiento lateral del material bajo la influencia del tráfico.

Nivel de severidad:

Bajo (L) : 6 a 13 mm (1/4" - 1/2")

Medio (M): >13 a 25 mm (>1/2" - 1")

Alta (H) : >25mm (>1")

Forma de medición:

La formación de surcos se mide en m<sup>2</sup> de área y su severidad está

determinada por la profundidad promedio del surco.

#### **P. DEFORMACIÓN POR EMPUJE:**

Es un desplazamiento o deformación permanente causado por el tráfico en un área local de la superficie de la carretera. Cuando el vehículo "empuja" el pavimento, se crea una cresta o deformación corta y abrupta. Este tipo de falla se presenta principalmente en mezclas con betunes líquidos o emulsiones, y en mezclas con baja estabilidad.

Nivel de severidad:

Bajo (L): bajo impacto en la calidad de disparo.

Medio (M): produce un efecto medio en la calidad de disparo.

Alto (H): alto impacto en la calidad de disparo.

Forma de medición:

La falla se mide en metros cuadrados.

#### **Q. GRIETAS DE DESLIZAMIENTO:**

Son fisuras en forma de media luna con sus puntas apuntando en la dirección del tráfico. Se producen por deslizamiento de la capa superficial de betún y se producen por falta o exceso de riesgo de adherencia.

Nivel de severidad:

Bajo (L): El ancho de la fisura es inferior a 10 mm (3/8 de pulgada).

Medio (M): Uno de los siguientes: Ancho de grieta entre 10 y 38

mm (3/8" - 1,5") con grietas de línea fina en el área cercana a la grieta.

Alto (H): Ocurre cuando la grieta es más ancha que 38 mm (1,5 pulgadas) y el área cercana a la grieta muestra escombros sueltos.

Forma de medición:

Se mide en metros cuadrados.

#### **R. HINCHAMIENTO:**

El hinchamiento es el desplazamiento ascendente local del pavimento debido al levantamiento de alguna parte de la subrasante o estructura del pavimento. La causa más común es la expansión por congelación de una capa de partículas debajo del pavimento o en la subrasante.

#### **S. DISGREGACIÓN Y DESINTEGRACIÓN:**

La desintegración es la pérdida continua del material de la superficie debido al desgaste por el clima y/o el tráfico. El agregado fino suele ser el primero en caer, dejando pequeñas marcas en la superficie de la carretera. A medida que continúa la erosión, las partículas más grandes también se eliminan y el pavimento desarrolla rápidamente la apariencia áspera y dentada típica de la erosión superficial. La desintegración es causada por métodos de construcción deficientes, agregados de mala calidad o proporciones de mezcla deficientes. La aplicación rápida de un spray de sellado a la primera señal de separación generalmente detendrá el deterioro. Las superficies secas afectadas por el clima a menudo requieren preparación de la superficie. Las medidas de emergencia

incluyen la aplicación de sellador al pavimento. Los tratamientos de superficie incluyen lechada asfáltica, rociado de asfalto y arena, rociado de asfalto y agregados o acabados de plantas mezcladoras, según las condiciones de la superficie y las condiciones del tráfico.

### **5.2.2. MÉTODO DE EVALUACIÓN “MODULO COEFICIENTE DE FRICCIÓN” (CF).**

Este módulo tiene en cuenta el coeficiente de fricción mínimo en las condiciones más críticas, es decir, cuando la superficie de la carretera está mojada; sin embargo, dado que el deterioro del agregado que forma el sello o capa, como la fuga de betún o el pulido, puede generar condiciones peligrosas para operación de transporte por carretera, se ha observado que el sistema también incluye un coeficiente de fricción mínimo que debe cumplirse en condiciones de carretera seca. El coeficiente de fricción o textura del pavimento, cuyo valor determina qué tan bien se adhieren los neumáticos de un vehículo a la superficie rodante, determina que las condiciones más críticas o desfavorables son las condiciones "mojadas". En principio, se recomiendan los siguientes parámetros: Los siguientes límites: El coeficiente de fricción mínimo para superficies secas es de 0,8 y para superficies mojadas es de 0,5.

En esta versión del Sistema de Evaluación de Pavimentos se considera un nuevo módulo denominado Coeficiente de Fricción (CF), en el cual se debe determinar el valor para cada tramo vial evaluado dentro de la red vial y ferroviaria. En cuanto a la resistencia al rozamiento o al deslizamiento de la superficie de la carretera, se considera que la condición más desfavorable es la superficie de la carretera mojada. Su medición e investigación son fundamentales, especialmente en vías con alta

intensidad de tráfico. La fuerza de fricción se determina indirectamente midiendo el coeficiente de fricción entre la superficie de la carretera artificial mojada y los neumáticos especializados. También se puede considerar midiendo indirectamente la textura del pavimento a través de técnicas como conos de arena.

El valor del coeficiente de fricción depende de muchos factores, algunos inherentes a la carretera, mientras que otros son responsabilidad del usuario (por ejemplo, la velocidad y el estado de los neumáticos) o factores naturales (lluvia, nieve, hielo). esperado). Además del tipo y condición de la superficie de la carretera, las mediciones de fricción dependen de la velocidad y la cantidad de agua en la superficie de la carretera. Al igual que otras propiedades de la superficie, el nivel de fricción de la superficie de una carretera cambia con el tiempo debido a la acción repetida de los neumáticos del vehículo sobre la superficie.

Puede ser más o menos resistente según el tipo de árido utilizado. En el caso de los agregados de piedra caliza, este problema definitivamente se volverá importante, y cuando se usan agregados de roca volcánica, este problema puede no ser tan obvio. Por lo tanto, es necesario determinar regularmente la resistencia al deslizamiento utilizando un dispositivo para determinar el coeficiente de fricción.

El péndulo TRRL (Laboratorio de Investigación de Transporte y Carreteras) es uno de los dispositivos más simples que pueden medir adecuadamente el coeficiente de deslizamiento, como se muestra en la Figura 09 y se describe a continuación.

**Figura N° 09**  
**Péndulo De Fricción Británico (Astm E 274)**



*Fuente: Vivar Homero, Germán. Pavimentos. 3ra Ed., Ed. Capítulo de Ingeniería Civil, Consejo Departamental de Lima 2005.*

- **Rangos de fricción**

Tras varias mediciones en diferentes tipos de superficies, se han generado las siguientes recomendaciones, que pueden cambiar con la experiencia. Para el valor de fricción del péndulo chino-británico en carreteras mojadas (condiciones críticas), se hacen las siguientes recomendaciones:

**Tabla N° 10**  
**Criterio para evaluar los valores de fricción en la superficie de pavimento**

FRICCIÓN, VALOR DE CDR, ADIMENSIONAL	CALIFICACIÓN
< 0.5	<b>Malo (derrapamiento del vehículo)</b>
0.51 – 0.6	<b>De regular a bueno</b>
0.61 – 0.8	<b>Bueno</b>
0.81 – 0.9	<b>De bueno a regular</b>
> 0.91	<b>Malo (desgaste de neumáticos)</b>

*Fuente: Vivar Homero, Germán. Pavimentos. 3ra Ed., Ed. Capítulo de Ingeniería Civil, Consejo Departamental de Lima 2005.*

## MÉTODO DE EVALUACIÓN “DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE INTERNACIONAL DE RUGOSIDAD (IRI)”

En ingeniería vial, la calidad de la superficie de la carretera se analiza mediante la determinación de la regularidad superficial, que está relacionada con la acumulación de deformaciones verticales en la superficie de la carretera dentro de un kilómetro con respecto a la horizontal, denominadas irregularidades. Esto se debe principalmente a dos razones: una es el procedimiento de construcción, y la otra es el daño en la propia vía por el paso de los vehículos. En ocasiones estas irregularidades son una combinación de ambas, así, por ejemplo, las distintas capas que componen una pasarela suelen presentar irregularidades debidas al asentamiento o inclusión de los materiales que las componen, y son consecuencia de las cargas que circulan por la pasarela. Funcionalidad incorrecta del proceso de compilación.

La suavidad de la superficie generalmente se define mediante un exponente que hace referencia a una longitud de carretera determinada. Estas métricas se obtienen midiendo perfiles longitudinales y aplicando modelos de análisis matemático para reducir los perfiles a métricas estandarizadas.

**Tabla N° 11:**  
**Recomendaciones del TRB para la selección de valores máximos admisibles de IRI en función del TDPA**

Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA)	Índice Internacional de Rugosidad, IRI (m/km)						
	0 – 2	2 – 4	4 – 6	6 – 8	8 – 10	10 – 12	> 12
0 – 4 999	<i>Muy bueno</i>		<i>Bueno</i>				
5 000 – 9 999			<i>Regular</i>	<i>Malo</i>			
10 000 – 19 999					<i>Muy malo</i>		
> 20 000							

Fuente: Rico Alfonso, Téllez Gutiérrez Rodolfo y Paúl Garnica Anguas. Pavimentos Flexibles, Problemática, Metodologías de Diseño y Tendencias. 2da ed., Publicación Técnica N° 104., México Sanfandila, Qro. 1998.

- **Propuesta de solución:**

De acuerdo con la metodología de AASHTO, el IRI es una calificación subjetiva de la "sensación" de la superficie de la carretera que se está evaluando, siendo 5 una carretera excelente y 0 una carretera intransitable.

IRI es la rugosidad acumulada medida a 1 km con instrumentos o equipos adecuados y tiene en cuenta un valor de 3,5 m/km. Como límite para definir buenas o malas calzadas. Cabe señalar que este valor es solo una sugerencia y se puede modificar a la baja si el usuario quiere ser muy estricto, y al alza si quiere ser más benévolo. El Índice Internacional de Rugosidad (IRI), como medida cuantitativa del estado real del pavimento, adopta el concepto de grava equivalente para dar el concepto del estado estructural del pavimento evaluado. La evaluación con IRI considera la deflexión bajo carga estándar medida con el equipo Benkelman Beam. Además, se incluye un parámetro denominado "deflexión admisible o admisible", el cual es determinado por el sistema en base al espesor real de la sección de pavimento en estudio.

- **Características superficiales:**

El objetivo principal de una superficie de apoyo de un pavimento es proporcionar al usuario características de comodidad, seguridad y durabilidad. Lo dicho anteriormente debe sustentarse en el cumplimiento de ciertos parámetros de acuerdo a las metas a perseguir.

La superficie de rodadura del pavimento se clasifica teniendo en cuenta la naturaleza de las irregularidades de la superficie, lo que repercute en la seguridad, comodidad y coste del usuario.

Desde el punto de vista de la superficie, se consideran importantes para la caracterización del pavimento:

**Tabla N° 12**  
**Parámetros de rigurosidad y fricción**

Parámetro	Medida
<b>Rugosidad</b>	<b>IRI (Índice de Rugosidad Internacional)</b>
<b>Fricción</b>	<b>IFI (Índice de Fricción Internacional)</b>

*Fuente: Vivar Homero, Germán. Pavimentos. 3ra Ed., Ed. Capítulo de Ingeniería Civil, Consejo Departamental de Lima 2005.*

### **5.2.3. MÉTODO DE EVALUACIÓN DE LA DEFLEXIÓN (EL MÓDULO DE CAPACIDAD ESTRUCTURAL).**

Al evaluar el pavimento y su resistencia portante bajo tráfico repetitivo, se ha revisado significativamente y ahora se consideran dos tipos de deflexión: deflexión permitida o permisible y deflexión real bajo carga. Si la medición real es inferior al valor permitido, la parte del estudio se almacena y puede esperar a la próxima evaluación del año siguiente. Por el contrario, cuando la deflexión de carga real medida en el campo excede el valor permitido (esto es una función del espesor real de la superficie de la carretera en el momento de la evaluación).

## **5.3.EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LA SEVERIDAD DE CADA TIPO DE FALLA (JR. JOSÉ PARDO)**

### **5.3.1. CONDICIÓN ACTUAL DEL PAVIMENTO JR. JOSÉ PARDO**

La evaluación de pavimentos flexibles realizada por el Jr. José Pardo N° en los tramos Av. Arterial y Av. Huancavelica se realizó mediante el método PCI (Índice de Condición del Pavimento), método que toma en cuenta 10 daños en un pavimento flexible, como se muestra en la figura Representativa de la tabla N°00, la vía se divide en 04 unidades muestrales de evaluación de tramos viales. Las principales fotos de

fallas del prototipo de la sección de evaluación se muestran en el archivo adjunto.

**Tabla N° 13:**  
**Hoja de registro de daños para pavimentos flexibles.**

"EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN VÍA I DE LA ZONA URBANA DEL BARRIO PUZO DISTRITO CHILCA Y PROVINCIA HUANCAYO - JUNÍN 2020"				
				
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL Hoja de registro de unidad de muestra				
MÉTODO PCI			ESQUEMA:	
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO VÍA DE PAVIMENTO FLEXIBLE				
HOJA DE REGISTRO				
Nombre de la vía: JR. JOSÉ PARDO		Sección:		Unidad de muestra:
Ejecutor : Wilmer, <del>YANGALA CAUCAR</del>		Fecha :		Área de la muestra:
1. Fiebre <del>caudal</del>	6. Depresión	11. Parqueo y acometidas de servicios públicos	16. Desplazamiento	
2. Emulsión	7. Grieta de borde	12. Pulimento de apogados	17. Grietas parabólicas	
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento	
4. Abatamientos y hundimientos	9. Desnivel camión/cama	14. Cruce de vía /tropa	19. Meteorización / desprendimiento de apogados	
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahueamiento		
FALLA	CANTIDAD	TOTAL	DENSIIDAD	VALOR DEDUCIDO

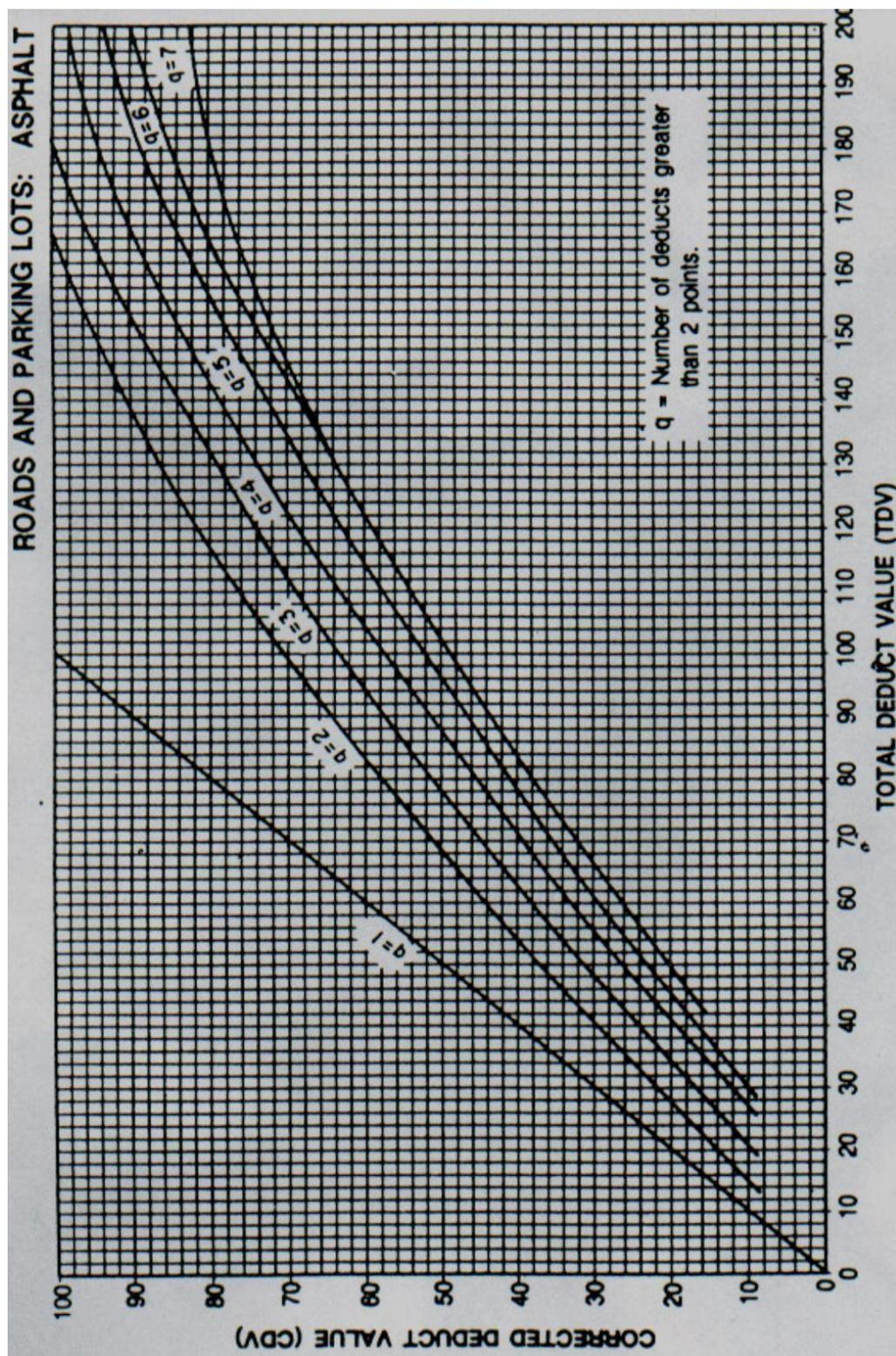
A continuación, se muestra un ejemplo de cálculo de PCI para una unidad de muestra evaluada en el camino de la investigación.

**Tabla N° 14:**  
**Ejemplo de hoja de registro de daños para pavimentos flexibles.**

"EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN VÍAS DE LA ZONA URBANA DEL BARRIO PUZO DISTRITO CHILCA Y PROVINCIA HUANCAYO - JUNÍN 2020"												
		UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES										
		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL										
		ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL										
Hoja de registro de unidad de muestra												
METODO PCI					ESQUEMA:							
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO VIA DE PAVIMENTO FLEXIBLE												
HOJA DE REGISTRO												
Nombre de la vía: JR. JOSÉ PARDO		Sección:		04		Unidad de muestra:		U-04				
Ejecutor : Wilmer, YANGALI PAUCAR		Fecha :		10/10/2020		Área de la muestra:		214.59				
1. Piel de cocodrillo	6. Depresión	11. Parcheo y acometidas de servicios públicos	16. Desplazamiento									
2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimiento de agregados	17. Grietas parabólicas									
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento									
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía férrea	19. Meteorización / desprendimiento de agregados									
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento										
FALLA				CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
10M	15.00	4.34	1.60	0.90					21.840	10.178	18.44	
11H	0.20									0.204	0.095	6.5
13L	1.00									1.000	0.466	10.29
13M	1.00									1.000	0.466	19.38
17M	0.40									0.400	0.186	3.24
19M	10.82	27.81	2.68	29.10	17.70	31.50	34.35	35.10	24.90	213.954	99.704	43.26
10M	15.00	4.34	1.60	0.90					21.840	10.178	18.44	

Para determinar el máximo valor deducido (CDV), utilizaremos la curva de corrección del valor deducido para pavimentos flexibles. A continuación, se muestra en la Figura N° 11 la curva de corrección.

Figura N° 10  
Curva de correlación de valor deducido





**Tipos de fallas**

<b>FALLA N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>
1	Grieta Piel de Cocodrilo	M2
2	Exudación de Asfalto	M2
3	Grietas de Contracción (Bloque)	M2
4	Elevaciones – Hundimiento	M
5	Corrugaciones	M2
6	Depresiones	M2
7	Grietas de Borde	M
8	Grietas de Reflexión de Juntas	M
9	Desnivel Calzada-Hombrillo	M
10	Grietas Longitudinales y Transversales	M
11	Baches y Zanjas Reparadas	M2
12	Agregados Pulidos	M2
13	Huecos	N°
14	Ahuellamiento	M2
15	Deformación por Empuje	M2
16	Grietas de Deslizamiento	M2
17	Hinchamiento	M2
18	Disgregación y Desintegración	M2

*Fuente: Orozco y Orozco, Juan Manuel. Sistema de Evaluación de Pavimentos., 3ra Ed., Ed. Safandila Querétaro México 2004.*

**5.3.2. EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JR. JOSÉ PARDO,  
TRAMO: AV. ARTERIAL Y AV. HUANCVELICA.**

A continuación, se dan a conocer los datos de campo obtenidos durante la evaluación de la vía en estudio, así como el cálculo del índice de condición de pavimento de cada unidad de muestra analizada.



## B. UNIDAD DE MUESTRA 02

La unidad de muestra U-02 tiene un área de 199.67 metros cuadrados y las fallas encontradas se muestran en la Tabla N°19. La Tabla N°20 muestra los valores derivados obtenidos. Siguiendo el procedimiento PCI, la corrección máxima derivada es de 65,85, por lo que el índice correspondiente a pavimento en mal estado es de 34,15.

**Tabla N° 19**

"EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN VÍAS DE LA ZONA URBANA DEL BARRIO PUZO DISTRITO CHILCA Y PROVINCIA HUANCAYO - JUNIO 2020"												
			UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES									
			FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL									
			ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
Hoja de registro de unidades de muestra												
MÉTODOS PCI						ESQUEMA:						
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO VÍA DE PAVIMENTO FLEXIBLE												
HOJA DE REGISTRO												
Nombre de la vía:	JR. JOSÉ PARDO		Sección:		02		Unidades de muestra:		U-02			
Ejecutor:	Nimer, YANGAU PAUCAR		Fecha:		10/10/2020		Área de la muestra:		199.67			
1. Pel de coque	6. Depresión		11. Parcheo y azimutadas de servicios públicos		16. Desplazamiento							
2. Exudación	7. Grieta de borde		12. Pulimento de agregados		17. Grietas parabólicas							
3. Agrietamiento en bloques	8. Grieta de reflexión de junta		13. Huecos		18. Hinchamiento							
4. Abultamientos y hundimientos	9. Ulna/cambierma		14. Cruce de vía tierra		19. Meteración / desprendimiento de agregados							
5. Comagación	10. Grietas longitudinales y transversales		15. Ahueamiento									
FALLA		CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10L	1.27	0.23	0.28						1.780	0.891	0	
10M	2.60	2.88	3.06	3.51	2.57	15.00	1.74	0.87	32.230	16.142	23.09	
11M	0.65	2.65							3.300	1.653	12.84	
13L	1.00								1.000	0.501	10.92	
17L	0.14	0.24	0.10						0.480	0.240	2.42	
19M	15.30	11.25	20.10	14.70	17.25	14.25	22.05	11.10	21.75	20.50	138.0	
19H	5.25	7.50							12.750	6.388	34.25	

**Tabla N° 20**

**Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-02.**

"EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN VÍAS DE LA ZONA URBANA DEL BARRIO PUZO DISTRITO CHILCA Y PROVINCIA HUANCAYO - JUNIO 2020"												
			UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES									
			FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL									
			ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
CÁLCULO DEL PCI DE LA UNIDAD DE MUESTRA U-02												
		VALOR DEDUCIDO								TOTAL	n	CDV
1	41.08	39.71	23.45	17.01	11.09				133.54	5	68.77	
2	41.08	39.71	23.45	17.01	2				124.45	4	70.23	
3	41.08	39.71	23.45	2	2				108.84	3	67.42	
4	41.08	39.71	2	2	2				87.39	2	62.43	
5	41.08	2	2	2	2				49.08	1	64.43	
6												
7												
8												
9												
10												
11												
									Max CDV	=	62.32	
									PCI	=	34.15	
									Rating	=	MALO	

### C. UNIDAD DE MUESTRA 03

La unidad de muestra U-03 tiene un área de 196,24 m<sup>2</sup> y las fallas encontradas se muestran en la Tabla N°21. La Tabla N°22 muestra los valores derivados obtenidos. Siguiendo el procedimiento PCI, la corrección máxima derivada es de 70,23, por lo que el índice correspondiente a pavimento en mal estado es de 29,77.

**Tabla N° 21**

#### Hoja de registro de la unidad de muestra U-03, sección 3

"EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN VÍAS DE LA ZONA URBANA DEL BARRIO PUZD DE DISTRITO CHILCA Y PROVINCIA HUANCAYO - JUNIO 2020"														
		UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES												
		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL												
		ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL												
HOJA DE REGISTRO DE UNIDADES DE MUESTRA														
MÉTODO PCI										ESQUEMA:				
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO VÍA DE PAVIMENTO FLEXIBLE														
HOJA DE REGISTRO														
Nombre de la vía: JR. JOSÉ PARDO		Sección:		03		Unidad de muestra:		U-03						
EJECUTOR: Wilmar YANGALPAUCAR		Fecha:		10/10/2020		Área de la muestra:		196,24						
1. Pel de coquecillo				8. Depresión				11. Parcheo y acometidas de servicios públicos				18. Desplazamiento		
2. Exudación				7. Grieta de borde				12. Pulimento de agregados				17. Grietas parabólicas		
3. Agrietamiento en bloque				8. Grieta de reflexión de junta				13. Huecos				18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos				9. Desnivel camión/barrido				14. Cruce de vía férrea				19. Mezclanza con desplazamiento de agregados		
5. Corrugación				10. Grietas longitudinales y transversales				15. AMPLIAMIENTO						
FALLA		CANTIDAD										TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10M	4.70	10.20	1.00	4.60	4.75	0.77	1.85	1.03	0.80	1.5	1.50	32.570	18.597	23.45
10H	0.27											0.270	0.138	0
11M	5.10	0.95										6.041	3.078	17.61
13L	1.00											1.000	0.510	11.09
13H	1.00											1.000	0.510	39.71
19M	24.90	18.75	18.30	24.75	21.00	28.85	18.60	15.30				170.250	88.756	41.68

**Tabla N° 22**

#### Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-03

"EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN VÍAS DE LA ZONA URBANA DEL BARRIO PUZO DISTRITO CHILCA Y PROVINCIA HUANCAYO - JUNIO 2020"										
			UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL							
			CALCULO DEL PCI DE LA UNIDAD DE MUESTRA U-03							
#	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	#	CDV		
1	41.08	39.71	23.45	17.81	11.09	133.54	5	68.77		
2	41.08	39.71	23.45	17.81	2	124.40	4	70.23		
3	41.08	39.71	23.45	2	2	108.84	3	67.42		
4	41.08	39.71	2	2	2	87.39	2	62.43		
5	41.08	2	2	2	2	49.68	1	64.43		
6										
7										
8										
9										
10										
11										
					Máx CDV	=	70.23			
					PCI	=	29.32			
					Rating	=	MALO			

#### D. UNIDAD DE MUESTRA 04

La unidad de muestra U-04 tiene una superficie de 215,26 metros cuadrados y las fallas encontradas se muestran en la Tabla N°23. La Tabla N°24 muestra los valores derivados obtenidos. Después del procedimiento PCI, el valor máximo de corrección obtenido fue de 70,68, resultando un índice correspondiente a pavimento en mal estado de 29,32.

#### Tabla N° 23

#### Hoja de registro de la unidad de muestra U-04, sección 4

"EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN VÍAS DE LA ZONA URBANA DEL BARRIO PUZO DISTRITO CHILCA Y PROVINCIA HUANCAYO - JUNIO 2020"														
			UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL											
			Hoja de registro de unidad de muestra											
MÉTODO PCI					ESQUEMA:									
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO VÍA DE PAVIMENTO FLEXIBLE														
HOJA DE REGISTRO														
Nombre de la vía:	JR. JOSÉ PARDO		Sección:		04		Unidad de muestra:		U-04					
Ejecutor:	Nimer, YANGALI PAUCAR		Fecha:		10/10/2020		Área de muestra:		208.85					
1. Pel de coque	8. Depresión		11. Parcheo y acometidas de servicios públicos		16. Desplazamiento									
2. Exudación	7. Grieta de borde		12. Pulimento de agregados		17. Grietas parabólicas									
3. Agrietamiento en bloque	6. Grieta de reflexión de junta		13. Filucos		18. Finchamiento									
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel camibermas		14. Cruce de vía férrea		19. Meteorización / desprendimiento de agregados									
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales		15. Anillamiento											
FALLA			CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO				
10M	4.70	10.20	1.00	4.80	4.75	0.77	1.85	1.03	0.80	1.5	1.50	32.570	16.597	23.45
10H	0.27											0.270	0.138	0
11M	5.10	0.95										8.041	3.078	17.81
13L	1.00											1.000	0.510	12
13H	1.00											1.000	0.510	11.09
19L	16.03											16.03	8.169	39.71
19M	24.90	18.75	18.30	24.75	21.00	28.65	17.70					154.050	78.501	40.58

#### Tabla N° 24

#### Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-04

"EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN VÍAS DE LA ZONA URBANA DEL BARRIO PUZO DISTRITO CHILCA Y PROVINCIA HUANCAYO- JUNIO 2020"										
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL										
CALCULO DEL PCI DE LA UNIDAD DE MUESTRA U-04										
#	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	#	CDV	
1	40.58	39.71	23.45	17.61	12	11.09	144.44	6	69.78	
2	40.58	39.71	23.45	17.61	12	2	135.35	6	69.68	
3	40.58	39.71	23.45	17.61	2	2	125.35	4	70.68	
4	40.58	39.71	23.45	2	2	2	109.74	3	67.87	
5	40.58	39.71	2	2	2	2	88.29	2	62.97	
6	40.58	2	2	2	2	2	50.58	1	64.46	
7										
8										
9										
10										
11										
					Max CDV	-	71.68			
					PCI	-	29.32			
					Rating	-	MALO			

### E. UNIDAD DE MUESTRA U-05

La unidad de muestra U-05 tiene un área de 207,84 m<sup>2</sup> y las fallas encontradas se relacionan en la Tabla N°25. La Tabla N°26 muestra los valores derivados obtenidos. Siguiendo el procedimiento PCI, el valor máximo de corrección derivado es 57,29, por lo que el índice correspondiente a la calzada regular es 42,71.

#### Tabla N° 25

#### Hoja de registro de la unidad de muestra U-05, sección 5

"EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN VÍAS DE LA ZONA URBANA DEL BARRIO PUZO DISTRITO CHILCA Y PROVINCIA HUANCAYO- JUNIO 2020"												
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
Hoja de registro de unidad de muestra												
MÉTODO PCI						ESQUEMA:						
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO VÍA DE PAVIMENTO FLEXIBLE												
HOJA DE REGISTRO												
Nombre de la vía:	JR. JOSÉ PABLO			Sección:	05			Unidad de muestra:	U-05			
Ejecutor:	Wilner YANALIPAU CAR			Fecha:	10/10/2020			Área de la muestra:	207,84			
1. Fiel de cocodrilo	6. Depresión			11. Parcheo y acostada de servicios públicos			16. Desplazamiento					
2. Extradación	7. Grietas de borde			12. Pflamento de agregados			17. Grietas parabólicas					
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta			13. Huecos			18. Hundimiento					
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carriñaberna			14. Cruce de vía férrea			19. Meteorización / desprendimiento de agregados					
5. Contaminación	10. Grietas longitudinales y transversales			15. Abultamiento								
FALLA	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10M	8.50	6.00	12.80	1.50	3.30	1.10	3.60	1.80		38.600	18.572	24.99
11L	0.72	0.59								1.314	0.632	1.46
11H	0.95	0.40	0.24	0.33						1.921	0.924	19.4
13L	1.00									1.000	0.481	10.56
19L	14.66									14.660	7.054	4.02
19M	16.88	17.85	27.75	14.25	30.90	20.25	15.75	21.73	21.75	187.101	90.022	42.1

#### Tabla N° 26

#### Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-05

"EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN VÍAS DE LA ZONA URBANA DEL BARRIO PUZO DISTRITO CHILCA Y PROVINCIA HUANCAYO- JUNÍN 2020"												
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES												
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL												
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
Hoja de registro de unidad de muestra												
MÉTODO PCI												
ESQUEMA:												
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO VIA DE PAVIMENTO FLEXIBLE												
HORA DE REGISTRO												
Nombre de la vía:	JR. JOSÉ PAREDO			Sección:	06			Unidad de muestra:	U-06			
Ejecutor:	Wilder, YANGALIPAI CAR			Fecha:	10/10/2020			Área de la muestra:	194.60			
1. Pal de cocodrilo	6. Depresión			11. Paredes y aceras de servicios públicos			16. Desplazamiento					
2. Exudación	7. Grieta de borde			12. Pulverizo de agregados			17. Grietas parabólicas					
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta			13. Huecos			18. Hinchamiento					
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carriberma			14. Cruce de vía férrea			19. Meteorización /desprendimiento de agregados					
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales			15. Abollamiento								
FALLA		CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1L	0.28									0.280	0.144	3.41
10L	1.80									1.800	0.822	0
10M	11.50	15.00	1.10	0.87	4.20	3.10	3.30	0.30	0.30	39.470	20.283	28.23
10H	0.30									0.300	0.154	0
11H	0.81	3.50								4.310	2.215	27.03
13M	1.00									1.000	0.514	20.98
										Min. CDV	=	32.29
										PCI	=	42.71
										Rating	=	REGULAR

## F. UNIDAD DE MUESTRA U-06

La unidad muestral U-06 tiene un área de 194.60 metros cuadrados y las fallas encontradas se muestran en la Tabla N°27. La Tabla N°28 muestra los valores derivados obtenidos. Siguiendo el procedimiento del PCI, la deducción máxima corregida es de 67,53, por lo que el índice correspondiente a pavimento en mal estado es de 32,47.

### Tabla N° 27

#### Hoja de registro de la unidad de muestra U-06, sección 6

"EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN VÍAS DE LA ZONA URBANA DEL BARRIO PUZO DISTRITO CHILCA Y PROVINCIA HUANCAYO- JUNÍN 2020"												
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES												
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL												
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
Hoja de registro de unidad de muestra												
MÉTODO PCI												
ESQUEMA:												
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO VIA DE PAVIMENTO FLEXIBLE												
HORA DE REGISTRO												
Nombre de la vía:	JR. JOSÉ PAREDO			Sección:	06			Unidad de muestra:	U-06			
Ejecutor:	Wilder, YANGALIPAI CAR			Fecha:	10/10/2020			Área de la muestra:	194.60			
1. Pal de cocodrilo	6. Depresión			11. Paredes y aceras de servicios públicos			16. Desplazamiento					
2. Exudación	7. Grieta de borde			12. Pulverizo de agregados			17. Grietas parabólicas					
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta			13. Huecos			18. Hinchamiento					
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carriberma			14. Cruce de vía férrea			19. Meteorización /desprendimiento de agregados					
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales			15. Abollamiento								
FALLA		CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1L	0.28									0.280	0.144	3.41
10L	1.80									1.800	0.822	0
10M	11.50	15.00	1.10	0.87	4.20	3.10	3.30	0.30	0.30	39.470	20.283	28.23
10H	0.30									0.300	0.154	0
11H	0.81	3.50								4.310	2.215	27.03
13M	1.00									1.000	0.514	20.98

### Tabla N° 28

### Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-06

"EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN VÍAS DE LA ZONA URBANA DEL BARRIO PUZO DISTRITO CHILCA Y PROVINCIA HUANCAYO- JUNIO 2020"								
		UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES						
		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL						
ESUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL								
CÁLCULO DEL PCI DE LA UNIDAD DE MUESTRA U-06								
#	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	n	CDV
1	42.98	27.03	26.23	20.98	3.41	120.63	5	62.32
2	42.98	27.03	26.23	20.98	2	119.22	4	67.53
3	42.98	27.03	26.23	2	2	100.24	3	63.12
4	42.98	27.03	2	2	2	76.01	2	55.21
5	42.98	2	2	2	2	20.98	1	20.98
6								
7								
8								
9								
10								
11								
Max CDV =						27.29		
PCI =						42.71		
Rating =						REGULAR		

### G. UNIDAD DE MUESTRA U-07

La unidad de muestra U-07 tiene un área de 195,64 m<sup>2</sup> y se encontraron fallas en la Tabla N°29. La Tabla N°30 muestra los valores derivados obtenidos. Siguiendo el procedimiento PCI, la corrección máxima deducida es 57,83, por lo que el índice correspondiente a la calzada regular es 42,17.

#### Tabla N° 29

#### Hoja de registro de la unidad de muestra U-07, sección 7

"EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN VÍAS DE LA ZONA URBANA DEL BARRIO PUZO DISTRITO CHILCA Y PROVINCIA HUANCAYO- JUNIO 2020"												
		UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES										
		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL										
ESUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL												
Hoja de registro de unidad de muestra												
MÉTODO PCI						ESQUEMA:						
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO VIA DE PAVIMENTO FLEXIBLE												
HOJA DE REGISTRO												
Nombre de la vía:	DR. JOSÉ PAREJO		Sección:	07		Unidad de muestra:	1307					
Ejecutor:	Walter, YANGALPAUCAR		Fecha:	10/10/2020		Área de la muestra:	195.64					
1. Pel de coquebillo	6. Depresión		11. Pardeo y acomoda de servicios públicos		16. Desplazamiento							
2. Exudación	7. Grieta de borde		12. Pulimento de agregados		17. Grietas parabólicas							
3. Agratamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta		13. Huecos		18. Hundimiento							
4. Abatamientos y hundimientos	9. Desnivel caribarrera		14. Cruce de vía tierra		19. Meteorización / desprendimiento de agregados							
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales		15. Abundamiento									
FALLA	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10M	0.11	0.20								0.305	0.156	8.02
10W	2.10	15.00	2.70	2.03	12.00					33.830	17.292	23.99
11L	0.27									0.270	0.138	0
11H	1.32	0.80								1.920	0.961	19.4
13L	1.00									1.000	0.511	11.11
17W	0.42	0.57								0.990	0.508	7.24
19M	14.55	16.05	34.90	20.94	17.10	30.45	26.25	19.20	23.70	193.140	98.722	43.15

#### Tabla N° 30

#### Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-07



"EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN VÍAS DE LA ZONA URBANA DEL BARRIO PUZO DISTRITO CHILCA Y PROVINCIA HUANCAYO JUNIO 2020"								
			UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			CÁLCULO DEL PCI DE LA UNIDAD DE MUESTRA U-08		
#				VALOR DEDUCIDO		TOTAL	q	CDV
1	42.22	24.6	13.4	8.78	4.4	93.4	5	48.04
2	42.22	24.6	13.4	8.78	2	91	4	51.8
3	42.22	24.6	13.4	2	2	84.22	3	53.63
4	42.22	24.6	2	2	2	72.82	2	52.97
5	42.22	2	2	2	2	50.22	1	50.22
6								
7								
8								
9								
10								
				Max CDV	-	57.83		
				PCI	-	42.17		
				Rating	-	REGULAR		

### 5.3.3. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO

La tabla N° y la tabla N° 32 muestran los tipos de fallas existentes en el pavimento flexible en el tramo del Jr. José Pardo entre las Av. Huancavelica y Av. Arterial.

**Tabla N° 33**  
**Tipos de fallas existentes**

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES					
	01	06	10	11	13
	3L	1L	3M	1L	1L
	1M	1M	1H	1H	4M
	1H				
<b>BAJA (L)</b>	3	1	-	1	1
<b>MEDIA (M)</b>	1	1	3	-	4
<b>ALTA (H)</b>	1	-	1	1	-

**Tabla N° 34**  
**Tipos de fallas existentes (densidad y severidad)**

TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD
1	1.22	L
1	1.71	L
1	1.11	L

<b>1</b>	0.64	<b>M</b>
<b>1</b>	0.16	<b>H</b>
<b>6</b>	0.89	<b>L</b>
<b>6</b>	3.21	<b>M</b>
<b>10</b>	6.62	<b>M</b>
<b>10</b>	5.27	<b>M</b>
<b>10</b>	2.43	<b>M</b>
<b>10</b>	0.81	<b>H</b>
<b>11</b>	0.71	<b>L</b>
<b>11</b>	0.48	<b>H</b>
<b>13</b>	0.12	<b>L</b>
<b>13</b>	0.17	<b>M</b>
<b>13</b>	0.25	<b>M</b>
<b>13</b>	0.18	<b>M</b>
<b>13</b>	<b>0.37</b>	<b>M</b>

#### **5.3.4. CONDICION DEL PAVIMENTO EVALUADO**

Conforme a las 08 muestras obtenidas para la evaluación de la condición superficial y estructural del pavimento y como demuestran las tablas, poseen diferentes fallas que la hacen defectuosa para el flujo vehicular que posee. Requiriendo mantenimiento adecuado y a corto plazo.

#### **5.3.5. ESTUDIO DE TRAFICO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO**

El presente estudio de tránsito en el Jr. José Pardo, Tramo: Av. Huancavelica – Av. Arterial, proporcionado por la Municipalidad del Distrito de Chilca, Se realiza de acuerdo a las características y condiciones requeridas para dicho transporte.

El análisis de tráfico se basa principalmente en la información recopilada durante el trabajo de campo y es realizado por técnicos. El cálculo de los número de ejes de 18 kips se ha obtenido mediante un método gráfico basado en la preparación:

- El tiempo esperado para que el pavimento brinde un servicio satisfactorio se designa como el “Período de Análisis del Proyecto”.
- Crecimiento del tráfico a lo largo del período de análisis (20 años).

- Una comparación del efecto acumulativo del flujo por eje en unidades de diferentes pesos por eje, denominado "factor de equivalencia de carga"

**Tabla N° 35**  
**Conteo de Vehículos en el Jr. José pardo**

<b>TIPO DE VEHÍCULO</b>	<b>IMD</b>	<b>DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL</b>
<b>AUTOS</b>	<b>960</b>	<b>12.72</b>
<b>STATION WAGON</b>	<b>2314</b>	<b>30.65</b>
<b>PICK UP</b>	<b>124</b>	<b>1.64</b>
<b>PANEL</b>	<b>508</b>	<b>6.73</b>
<b>RURAL COMBI</b>	<b>2710</b>	<b>35.90</b>
<b>MICRO</b>	<b>164</b>	<b>2.17</b>
<b>BUS 2E</b>	<b>89</b>	<b>1.18</b>
<b>BUS 3E</b>	<b>47</b>	<b>0.62</b>
<b>CAMIÓN 2E</b>	<b>397</b>	<b>5.26</b>
<b>CAMIÓN 3E</b>	<b>106</b>	<b>1.40</b>
<b>CAMIÓN 4E</b>	<b>35</b>	<b>0.46</b>
<b>SEMI TRAYLERS</b>	<b>88</b>	<b>1.17</b>
<b>TRAYLERS</b>	<b>7</b>	<b>0.09</b>
<b>Total</b>	<b>7549</b>	<b>100.00</b>

### **5.3.5.1.RESULTADOS OBTENIDOS**

La integración y consistencia de la información levantada de las estadísticas se hizo en la oficina y se utilizó como conteo de tráfico promedio diario el tráfico normal, el cual está dado por el flujo vehicular actual en esta avenida, dándonos un mayor flujo, obtenemos el siguiente resultado:

**Tabla N° 36**  
**Clasificación vehicular**

IMD	AUTOS	STATION WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL COMBI	MICRO	BUS 2E	BUS 3E	CAMION 2E	CAMION 3E	CAMION 4E	SEMI TRAYLERS	TRAYLER
7,549	960	2,314	124	508	2710	164	89	47	397	106	35	88	07
<b>IMD</b>	<b>Automóvil</b>		<b>Camionetas</b>		<b>Micros</b>		<b>Ómnibus</b>		<b>Camiones</b>		<b>2S2</b>	<b>2S3</b>	
<b>7549</b>	<b>3274</b>		<b>632</b>		<b>2874</b>		<b>136</b>		<b>538</b>		<b>88</b>	<b>07</b>	

*Nota: Se tiene un IMD de 7549 vehículos, que indica la frecuencia de paso de los diversos vehículos.*

**Tabla N° 37**  
**Componente vehicular del IMD**

Vehículos	%
<b>Vehículos ligeros</b>	91.26 %
<b>Autos y Camionetas</b>	51.39 %
<b>Micros</b>	39.87 %
<b>Vehículos pesados</b>	8.39 %
<b>Camiones</b>	7.13 %
<b>2S2 y 2S3</b>	1.26 %

*Nota: Se observa que el tráfico ligero es del 91.26 % (autos, camionetas, micros y Ómnibus) del total de vehículos, y el tránsito pesado es de 8.39 % (Camiones, y semitrailers 2S2, 2S3) del total de vehículos.*

### 5.3.5.2. ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN HORARIA

El cambio por hora de los vehículos considerados es de alto volumen; 7:00 am es donde el tráfico es más alto durante el día. Estas horas de las 12:00 del mediodía son horas pico. El menor tráfico es de noche.

## **CAPITULO VI DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **6.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS DE LA EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE JR. JOSÉ PARDO, TRAMO: AV. HUANCVELICA – AV. ARTERIAL (MÉTODO PCI)**

- El estado o condición actual de los pavimentos flexibles del Jr. José Pardo en el tramo “Av. Huancavelica y Av. Arterial” obtenido al evaluar el pavimento mediante el método PCI, como punto de partida para la evaluación, en el Jr. José Pardo y Av. El cruce de Huancavelica, a partir de allí, se evalúa en 08 unidades muestrales que dividen la vía de estudio, finalizando en el cruce del Jr. José Pardo y la Av. Arterial.
- Jr. José Pardo El deterioro existente del pavimento asfáltico en el Tramo: Av. Huancavelica y Av. Arterial presentaba una mala mantenibilidad, la cual podía ser reparada mediante riego con rodillo o reparación de cajas.
- Los resultados de las 08 unidades de muestra evaluadas mediante el método PCI se muestran en la Tabla N° 37.

**Tabla N° 38**

**Resumen datos de PCI. En el Jr. José Pardo en el Tramo: Av. Huancavelica y Av. Arterial.**

UNIDAD DE MUESTRA	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	SECCIÓN	ÁREA	PCI UNIDAD DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN
U-01	0 + 000	0 + 8.58	1	115.5	43.34	<i>Regular</i>
U-02	0 + 8.58	0 + 23.58	2	199.67	34.15	<i>Malo</i>
U-03	0 + 23.58	0 + 38.58	3	196.24	29.77	<i>Malo</i>
U-04	0 + 38.58	0 + 53.58	4	215.26	29.32	<i>Malo</i>
U-05	0 + 53.58	0 + 68.58	5	207.84	42.71	<i>Regular</i>
U-06	0 + 68.58	0 + 83.58	6	194.6	32.47	<i>Malo</i>
U-07	0 + 83.58	0 + 98.58	7	195.64	42.17	<i>Regular</i>
U-08	0 + 98.58	0 + 113.58	8	214.6	46.37	<i>Regular</i>

*Nota: Las unidades muestrales con valores PCI más altos son: U-1 y U-8, que equivale a 46,37 y se encuentra en buen estado. El valor de PCI más bajo corresponde a la unidad de muestra U-04, igual a 29,32, lo que indica muy mal estado. Finalmente, calculando el PCI ponderado de las 08 unidades muestrales evaluadas en la vía de estudio, arrojó 40.10, que es el estado actual del Jr. José Pardo en el tramo vial: Av. Huancavelica y Av. Arterial pavimento flexible, el cual es normal.*

Para iniciar esta discusión, hay dos puntos: primero, los módulos de conservación y restauración proyectados por el Jr. José Pardo en el tramo: Av. Huancavelica y Av. Arterial, y luego un análisis del costo por metro cuadrado unitario de pavimento dañado.

De los resultados, se puede decir que, para el subtramo a evaluar, que tiene una longitud de 0,70 km y requiere un análisis más detallado, es necesario recopilar más información en el sitio para determinar con precisión el tamaño del daño y acciones que puedan poner fin al problema.

Las medidas generales de protección incluidas en este trabajo de evaluación de pavimentos son las siguientes:

- Bacheo de caja.
- Riego de selo.

### 6.1.1. BACHEO DE CAJA

Figura 11

Primero se hace un corte muy verticalmente la parte que esta con huecos como se indica en la figura.

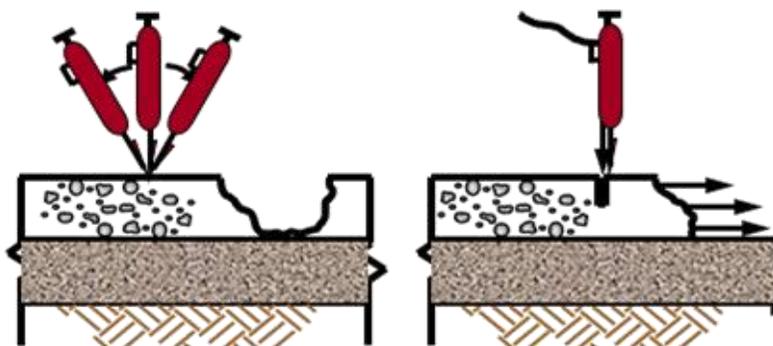
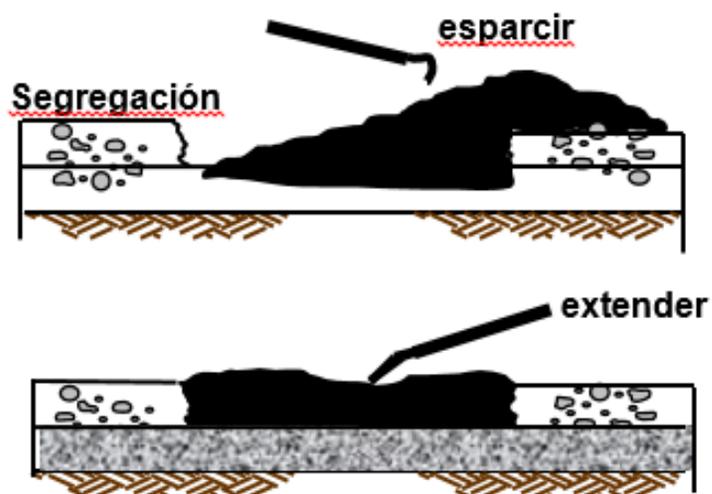


Figura N° 12:

El siguiente paso es limpiar la parte a reconstruir colocando los adherentes.



**Figura N° 13:**  
**Compactado del material en el hueco.**



**Figura N° 14**  
**Finalmente queda de la siguiente manera.**



## 6.1.2. RIEGO DE SELLO

**Figura N° 15**  
**Grietas en pavimento**



### 6.1.2.1. EJECUCIÓN:

Para la aplicación del sellado y encapsulado se realizara acuerdo a lo establecido en las normas de construccion e instalación, y la piedra modificada se premezclará con una emulsión catiónica diluida de rápida fisuración, como se muestra en la siguiente figura:

- La piedra a tratar se colocará sobre la plataforma de trabajo, alejada del firme, y deberá estar en condiciones de no ser contaminada por la operación de premezclado.
- La piedra se surcará de manera similar a la forma en que los sistemas de mezcla en el lugar hacen mezclas de asfalto.
- Las emulsiones catiónicas de ruptura rápida se diluirán con agua, 40% de emulsión y 60% de agua en volumen, teniendo cuidado de que el agua se mezcle con la emulsión y viceversa, el agua utilizada debe estar libre de contaminantes. La solución obtenida debe tener una consistencia uniforme antes de ser aplicada a la

piedra.

- Sobre la piedra, precalentar una solución acuosa emulsionada a 30 a 40 grados centígrados a razón de unos 140 litros por metro cúbico de piedra, observar que la mezcla tenga un residuo bituminoso de 2,5% en peso, o según determine el laboratorio. En ese momento, es importante señalar que la forma de mezclar es para obtener un producto homogéneo.
- La mezcla debe hacerse rápidamente antes de que se rompa la emulsión.

## CONCLUSIONES

1. La evaluación del estado superficial y estructural del pavimento determinará su vida útil y el aumento del volumen de tránsito, el cual se ha visto fatigado por el crecimiento de la flota en los últimos años, las fallas son varias, el Jr. José Pardo es en su mayoría tipo de piel de cocodrilo Zanja de reparación de baches y grietas longitudinales y transversales.
2. La elección correcta del método de evaluación permitirá que la fragmentación se recupere rápidamente. Estructuras viales y superficies rodantes en las comunidades de José Pardo y Puzo, el distrito de Chilca y el casco urbano de la provincia de Huancayo - Junín.
3. La incidencia de la evaluación determinará la rehabilitación del pavimento que se deteriora en forma gradual, progresiva y continua, en cuanto más reales sean los datos obtenidos en campo, los resultados y su aplicabilidad serán más confiables, en el caso de la medición de la regularidad superficial cuando se realiza el método de la evaluación visual para realizar medidas de contingencia.
4. La falla estructural de las vías no solo está relacionada con el grado de deterioro, sino también con el grado de deterioro, ya que el paso de los vehículos aumenta las cargas dinámicas que generan, cuando se presentan fenómenos de choque que conducen a un aumento de los esfuerzos tangenciales y verticales.

## RECOMENDACIONES

1. Evaluar la carpeta de rodadura fatigada en su totalidad por determinar en el menor tiempo la rehabilitación requerida.
2. Realizar el mantenimiento constante a la rehabilitación a ejecutar, para alargar la vida útil del pavimento, así evitar el incremento continuo de otras fallas en un mismo punto del pavimento.
3. Los equipos con los cuales se realizan las medidas de los parámetros anteriormente analizados como textura, ahuellamiento, rugosidad, así como los hundimientos, deben de estar debidamente calibrados, ya que existe una estrecha relación entre estos valores y la serviciabilidad, el grado de comodidad de los usuarios de la vía, los costos de operación vehicular, tiempo de transporte y mantenimiento de la vía. Además, se debe contar con metodologías que permitan obtener valores que se aproximen lo más posible a la realidad.
4. Con el objeto de mejorar los niveles de transitabilidad de un pavimento se debe controlar el proceso constructivo de la rehabilitación del pavimento, así como realizar con mucho cuidado la velación necesaria.

## BIBLIOGRAFIA

1. **AASHTO Guide for Design of Pavement Structures.** American Association of State Highway and Transportation Officials. **Washington, D.C., USA, 1993., 470 pp.**
2. **Céspedes Abanto, José.** Los pavimentos en las vías terrestres., **2da Ed., Universidad de la U.N.C 2002, 350 pp.**
3. **Montejo Fonseca, Alfonso.** Ingeniería de pavimentos. **Ed. Universidad Católica de Colombia 2002, 150 pp.**
4. **Valle Rodas, Raúl.** Carreteras Calles y Aeropistas., **5ta. Ed., Ed. El Ateneo Buenos Aires 1985., 420 pp.**
5. **Vivar Homero, Germán.** Pavimentos. **3ra Ed., Ed. Capítulo de Ingeniería Civil, Consejo Departamental de Lima 2005., 220 pp.**
6. **Menéndez Palma y Hermogenes José.** Separatas De clase del VII curso de actualización profesional en ingeniería Civil. **2da Ed., Lima Ed. ICG., 2006, 300 pp.**
7. **Orozco y Orozco, Juan Manuel.** Sistema de Evaluación de Pavimentos., **3ra Ed., Ed. Safandila Querétaro México 2004., 540 pp.**
8. **Rico Alfonso, Téllez Gutiérrez Rodolfo y Paúl Garnica Anguas.** Pavimentos Flexibles, Problemática, Metodologías de Diseño y Tendencias. **2da ed., Publicación Técnica N° 104., México Sanfandila, Qro. 1998, 380 pp.**
9. **Rico Rodríguez, Orozco Y Orozco Téllez Gutiérrez y Hernández Damián.** Sistema de Evaluación de pavimentos. [www.imt.mx/Español/publicaciones/pubtec/pt208.pdf](http://www.imt.mx/Español/publicaciones/pubtec/pt208.pdf). **Madrid, 2000, 150 pp.**

- 10. Crespo Del Rio, Ramón y Bardasano Gonzales, Ricardo.** Valores De la deflexión Según el equipo de Medida. [www.aepo.es/aepoold/ausc/pubi/Valores de la deflexi3n seg3n el equipo de medida.pdf](http://www.aepo.es/aepoold/ausc/pubi/Valores%20de%20la%20deflexi3n%20seg3n%20el%20equipo%20de%20medida.pdf). México, 2006, 150 pp.

# **ANEXO**

**ANEXO A: PANEL FOTOGRÁFICO**

**FOTO 01**

**Grietas piel de cocodrilo en el Jr. José pardo – cuadra 01**



**FOTO 02**

**Grietas piel de cocodrilo en el Jr. José pardo – Cuadra 02**



**FOTO 03**  
**Grietas longitudinales en Jr. José Pardo – Cuadra 01**



**FOTO 04**  
**Grietas transversales en Jr. José Pardo – Cuadra 02**



**FOTO 05**  
**Huecos en Jr. José Pardo – Cuadra 01**



**FOTO 06**  
**Huecos en Jr. José Pardo – Cuadra 01**



**FOTO 07**  
**Ahuellamiento en el Jr. José Pardo – Cuadra 01**



**FOTO 08**  
**Ahuellamiento en el Jr. José Pardo – Cuadra 02**



## ANEXO B: Cuadro de operacionalización de variable

**VARIABLE INDEPENDIENTE (X): Evaluación del pavimento flexible. (CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE)**

DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	VALOR QUE ADOPTA LA VARIABLE – ÍTEMS
Conceptualmente, se define como el contenido una descripción de la ubicación de las obras, las características topográficas del terreno, el estado de las vías existentes, los tipos de pavimentos a emplearse en el Proyecto, la climatología anualizada y los alcances y limitaciones del Informe Técnico.	Operacionalmente, se define como un conjunto de estudios, que se preparan para un diseño correcto que se rijan de acuerdo a la normativa peruana, su función más importante es proporcionar vías accesibles para peatones y vehículos así confort a la población.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Parámetros de diseño de pavimento flexible</li> <li>▪ Propiedades mecánicas de los materiales de sub base y base.</li> <li>▪ Sección transversal de las vías a considerar</li> <li>▪ Número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 Tn.</li> <li>▪ Características del terreno.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Diseño de pavimento flexible.</li> <li>▪ Fallas superficiales y estructurales del pavimento.</li> <li>▪ Vida útil del pavimento.</li> </ul>	<p>Se cuantifica mediante evaluación que determinan las propiedades físico - mecánicas de los materiales, pero se califica en base a controles tolerancias y requerimientos establecidos en la norma CE.010 Pavimentos urbanos, Normativa del Ministerio de Transportes sección de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.</p> <p>Se cuantifica, mediante ensayos que determinan las propiedades físico - mecánicas de los materiales, pero se califica en base a controles tolerancias y requerimientos establecidos en la norma (EM-2000).</p> <p>Se cuantifica, mediante el conteo diario de vehículos en el transcurso de una semana en función a la normativa del Ministerio de Transportes y Reglamento nacional de vehículos para los pesos de vehículos</p> <p>Se cuantifica, mediante levantamiento topográfico.</p>