



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Evaluación de las patologías del pavimento flexible del tramo  
Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos,  
Carhuaz, 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero civil

**AUTOR:**

Lazaro Tadeo Juan Crisanto (ORCID: 0000-0002-2149-7015)

**ASESOR:**

Mgr. Sagastegui Vásquez German (ORCID: 0000-0003-3182-3352)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

HUARAZ – PERÚ

2021

## **DEDICATORIA**

En especial a mis padres, Juan y Norma por la confianza, guía y los buenos valores para conseguir este paso tan importante y ser el soporte para lograr este objetivo.

A mi hermana Flor, por su jalón de orejas y buenos consejos para seguir adelante.

A mi hijo FALE, que a poco tiempo de su llegada alegra mis días y es la razón de mis esfuerzos.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi hermano que desde el cielo me cuida, protege y guía mis pasos, por siempre mi ángel.

A mis padres por el sacrificio y esfuerzo de cada día, por sus consejos de superación y hacer de mí una gran persona ante la sociedad.

A mi hermana, mis abuelos y toda mi familia por sus consejos y palabras de aliento que hicieron de mí una mejor persona.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	iv
Índice de Tablas.....	v
Índice de Figuras.....	vii
Índice de Gráficas .....	vii
Resumen.....	viii
ABSTRACT:.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	10
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	10
3.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	10
3.2.1. Variable independiente: Evaluación de las Patologías del Pavimento Flexible. ....	10
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO .....	11
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ....	11
3.5. PROCEDIMIENTOS .....	11
3.5.1. Trabajo de Revisión y Análisis .....	12
3.5.2. Trabajo de Campo.....	12
3.5.3. Trabajo de Gabinete.....	14
3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	16
3.7. ASPECTOS ÉTICOS .....	16
IV. RESULTADOS.....	18
V. DISCUSIÓN.....	52
VI. CONCLUSIONES.....	56
VII. RECOMENDACIONES .....	57
REFERENCIAS.....	58
ANEXOS .....	63

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1:</b> Rangos de calificación del PCI .....	8
<b>Tabla 2:</b> Rango de Calificación del PCI .....	16
<b>Tabla 3:</b> Tipos de fallas encontradas en la UM -01 .....	18
<b>Tabla 4:</b> Tipos de fallas encontradas en la UM - 02 .....	19
<b>Tabla 5:</b> Tipos de fallas encontradas en la UM - 03 .....	19
<b>Tabla 6:</b> Tipos de fallas encontradas en la UM - 04 .....	19
<b>Tabla 7:</b> Tipos de fallas encontradas en la UM - 05 .....	20
<b>Tabla 8:</b> Tipos de fallas encontradas en la UM - 06 .....	20
<b>Tabla 9:</b> Tipos de fallas encontradas en la UM - 07 .....	21
<b>Tabla 10:</b> Tipos de fallas encontradas en la UM - 08.....	21
<b>Tabla 11:</b> Tipos de fallas encontradas en la UM - 09.....	21
<b>Tabla 12:</b> Tipos de fallas encontradas en la UM - 10.....	22
<b>Tabla 13:</b> Severidad de cada tipo de falla UM - 01.....	22
<b>Tabla 14:</b> Severidad de cada tipo de falla UM - 02.....	23
<b>Tabla 15:</b> Severidad de cada tipo de falla UM - 03.....	24
<b>Tabla 16:</b> Severidad de cada tipo de falla UM - 04.....	25
<b>Tabla 17:</b> Severidad de cada tipo de falla UM - 05.....	26
<b>Tabla 18:</b> Severidad de cada tipo de falla UM - 06.....	27
<b>Tabla 19:</b> Severidad de cada tipo de falla UM - 07.....	28
<b>Tabla 20:</b> Severidad de cada tipo de falla UM - 08.....	29
<b>Tabla 21:</b> Severidad de cada tipo de falla UM - 09.....	30
<b>Tabla 22:</b> Severidad de cada tipo de falla UM - 10.....	31
<b>Tabla 23:</b> PCI y condición promedio del pavimento asfáltico. ....	33
<b>Tabla 24:</b> Alternativas de intervención del pavimento asfáltico. ....	34
<b>Tabla 25:</b> Resumen de metrados de fallas según severidad. ....	36
<b>Tabla 26:</b> Resumen de metrado de fallas según severidad en porcentajes.....	37
<b>Tabla 27:</b> Severidad de cada tipo de falla UM - 02.....	38
<b>Tabla 28:</b> Severidad de cada tipo de falla UM - 03.....	38
<b>Tabla 29:</b> Severidad de cada tipo de falla UM - 04.....	39
<b>Tabla 30:</b> Severidad de cada tipo de falla UM - 05.....	40

<b>Tabla 31:</b> Severidad de cada tipo de falla UM - 06.....	41
<b>Tabla 32:</b> Severidad de cada tipo de falla UM - 07.....	42
<b>Tabla 33:</b> Severidad de cada tipo de falla UM - 08.....	43
<b>Tabla 34:</b> Severidad de cada tipo de falla UM - 09.....	44
<b>Tabla 35:</b> Severidad de cada tipo de falla UM - 10.....	45
<b>Tabla 36:</b> PCI y condición promedio del pavimento asfáltico. ....	47
<b>Tabla 37:</b> Alternativas de intervención del pavimento asfáltico.....	48
<b>Tabla 38:</b> Resumen de metrados de fallas según severidad.....	50
<b>Tabla 39:</b> Resumen de metrado de fallas según severidad en porcentajes.....	51
<b>Tabla 40:</b> Comparación de diferentes tipos de fallas en pavimentos asfálticos. .....	52
<b>Tabla 41:</b> Resumen del PCI promedio y rango de calificación.....	54
<b>Tabla 42:</b> Alternativas de intervención según cada autor.....	54

## Índice de Figuras

Figura 1: Partes del Pavimento Flexible .....	7
Figura 2: Inicio del tramo para la toma de las muestras (Baños Termales Chancos) .....	12
Figura 3: Fin del tramo de toma de muestras (desvío Ullmay) .....	13
Figura 4: Toma de medidas del daño ubicado. ....	13
Figura 5: Toma de dimensiones empleando cinta métrica. ....	14

## Índice de Gráficas

<b>Gráfico 1:</b> Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM - 01 .....	23
<b>Gráfico 2:</b> Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM - 02 .....	24
<b>Gráfico 3:</b> Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM – 03 .....	25
<b>Gráfico 4:</b> Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM – 04 .....	26
<b>Gráfico 5:</b> Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM – 05 .....	27
<b>Gráfico 6:</b> Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM – 06 .....	28
<b>Gráfico 7:</b> Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM – 07 .....	29
<b>Gráfico 8:</b> Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM – 08 .....	30
<b>Gráfico 9:</b> Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM – 09 .....	31
<b>Gráfico 10:</b> Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM – 10 ....	32
<b>Gráfico 11:</b> Presentación de la condición superficial del pavimento flexible. ....	34
<b>Gráfico 12:</b> Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM - 02 .....	38
<b>Gráfico 13:</b> Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM – 03 ....	39
<b>Gráfico 14:</b> Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM – 04 ....	40
<b>Gráfico 15:</b> Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM – 05 ....	41
<b>Gráfico 16:</b> Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM – 06 ....	42
<b>Gráfico 17:</b> Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM – 07 ....	43
<b>Gráfico 18:</b> Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM – 08 ....	44
<b>Gráfico 19:</b> Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM – 09 ....	45
<b>Gráfico 20:</b> Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM – 10 ....	46
<b>Gráfico 21:</b> Presentación de la condición superficial del pavimento flexible. ....	48

## Resumen

El presente trabajo de estudio se realizó en el distrito de Marcará en la carretera de Marcará al Centro Poblado Vicos, teniendo como población 4.5km para la obtención del índice de condición del pavimento.

Esta investigación tiene como objetivo general determinar el índice de condición superficial del pavimento flexible del tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, aplicando el método Pavement Condition Index (PCI). Tras la obtención de los resultados se propusieron alternativas de rehabilitación, mantenimiento preventivo y conservación del mismo para alargar la vida útil.

Como resultado se obtuvo 11 clases de daños de los 19 que se tiene según la norma ASTM D 6433, de los cuales en la UM-03 y UM-06 se encontró los daños de Piel de Cocodrilo y Desprendimiento de Agregados de buena consideración los cuales necesitan una intervención inmediata.

En conclusión, se tiene que en la Unidad de Muestra 03 (UM-03) se necesita realizar trabajos de sobrecarpeta, en la Unidad de Muestra 06 (UM-06) se necesita realizar trabajos de reconstrucción previo un estudio y diseño estructural del pavimento flexible, en general en toda la longitud considerado para el estudio se requiere la limpieza general de las cunetas por ser una zona de lluvias y presentar sedimentos.

**Palabras clave:** Pavimento flexible, patologías, método PCI.

## **ABSTRACT:**

The present study work was carried out in the district of Marcará on the highway from Marcará to Centro Poblado Vicos, having a population of 4.5km to obtain the pavement condition index.

The general objective of this research is to determine the surface condition index of the flexible pavement of the Marcará section until the Ullmay deviation of the Centro Poblado Vicos, applying the Pavement Condition Index (PCI) method. After obtaining the results, alternatives for rehabilitation, preventive maintenance and conservation of the same were proposed to extend the useful life.

As a result, 11 damage classes were obtained of the 19 that exist according to the ASTM D 6433 standard, of which UM-03 and UM-06 found damage to Crocodile Skin and Detachment of Aggregates of good consideration which they need immediate intervention.

In conclusion, it is necessary to carry out overlay works in Sample Unit 03 (UM-03), in Sample Unit 06 (UM-06) it is necessary to carry out reconstruction works prior to a study and structural design of the flexible pavement In general, throughout the length considered for the study, general cleaning of the gutters is required because they are a rainy area and present sediments.

**Keywords:** Flexible pavement, pathologies, PCI method.

## I. INTRODUCCIÓN

Observando la existencia de diferentes patologías y en las condiciones que se encuentran las vías es necesario determinar el índice de condición de un pavimento, ya que esta va relacionada con el crecimiento social, económico y seguridad del usuario, que permite la comunicación entre zonas rurales, ciudades y países. Por lo cual es necesario evaluar las vías para determinar y tener un apropiado plan de mantenimiento de carreteras, así conservar y alargar la vida útil de las vías.

Las redes viales en el Perú en su mayoría están compuestas por caminos de nivel de afirmado y asfaltado, las cuales necesitan un permanente mantenimiento. Este último a nivel departamental es quien presenta fallas a menudo por el mal planteamiento de postconstrucción para su debido mantenimiento a tiempo o también por el mal mantenimiento, generando mayores gastos al estado y poniendo en riesgo el bienestar de las personas que transitan por ello.

Por lo expresado con anterioridad se presenta esta investigación, realizando la evaluación de las fallas superficiales existentes en la carpeta de rodadura en la vía Marcará – C.P. Vicos en el Distrito de Marcará, desarrollando con el método de Pavement Condition Index (PCI) con el propósito de definir su estado operacional, ya que a simple vista superficial se aprecia la condición que se encuentra por lo cual se determinó e identificó las acciones oportunas a llevar a cabo para mantener y prolongar la utilidad de la vía.

La presente investigación se trata de analizar el estado operacional en la que está la carpeta de rodadura de la vía Marcará – C.P. Vicos, tras haber realizado una inspección visual de la superficie para determinar las diferentes patologías visibles que se tiene en la vía y son: desgaste y deterioro superficial, abultamiento, ahuellamiento, desprendimiento de agregado y entre otros que se detallan en la tabla N°25.

A partir de esta evaluación y de acuerdo a los resultados obtenidos se plantearon recomendaciones para un buen plan de mantenimiento vial para la zona de estudio realizado a fin de alargar la vida útil y dar seguridad a los usuarios.

Para la **formulación del problema general** tenemos la siguiente interrogante, ¿Cuáles son las Patologías del pavimento flexible del tramo Marcará hasta desvío

Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021?, Para la **formulación de los problemas específicos** nos hacemos las siguientes interrogantes, ¿Cuáles son las fallas que presenta el pavimento flexible del tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021?, ¿Cuál es el estado operacional del pavimento flexible del tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021?, ¿Determinación del nivel de severidad de las fallas del pavimento flexible del tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021?, ¿Cuál es la alternativa de solución para un buen plan de mantenimiento del pavimento flexible del tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021?.

De la misma manera, como **justificación de esta investigación** se sustenta en el continuo problema de deficiencias para un control, monitoreo y plan de mantenimiento de carreteras después de su post construcción para evitar deterioro temprano.

El **objetivo general** es determinar el índice de condición superficial del pavimento flexible del tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021. Los **objetivos específicos** son: 1. determinar los tipos de patologías que se encuentran en el pavimento flexible del tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021, 2. determinar el nivel de severidad de daños encontrados a nivel superficial del pavimento flexible del tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021, 3. determinar el rango de calificación según Pavement Condition Index (PCI) con su respectivo descripción cuantitativa del estado operacional del pavimento flexible del tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021, 4. planteamiento de alternativas de solución y un plan de mantenimiento vial mediante la evaluación PCI para mejorar la condición superficial de la carpeta asfáltica del tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021.

El nivel de severidad de daños encontrados a nivel superficial del pavimento flexible del tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021 es de baja severidad según se pudo constatar en campo.

Según el rango de calificación del Pavement Condition Index (PCI) el estado de pavimento flexible del tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado

Vicos, Carhuaz, 2021 es **BUENO**, solo en la unidad de muestra 06 se pudo constatar que el daño ocasionado es debido a la inestabilidad de talud.

## II. MARCO TEÓRICO

**ANTECEDENTES:** Con respecto a antecedentes internacionales tenemos a: **Singh S. (2021)**, en su artículo de investigación “Análisis y evaluación de los defectos de los pavimentos flexibles”, realizado en la Universidad Profesional de Lovely, Phagwara, India, tiene como objetivo analizar y evaluar las diversas causas de los defectos del pavimento, y proporcionar soluciones para mejorar los diversos fallos de la superficie desde la puerta principal de LPU a Rama – Mandi. De acuerdo a los resultados obtenidos se tiene que en mayor parte del pavimento está dañado por piel de cocodrilo y defectos de la superficie debido a fuertes cargas repetitivas de los transportes respectivamente. Por lo que se obtuvo un PCI de 41.8, obteniendo que según el rango correspondiente demuestra un rango de calificación REGULAR. Concluyendo que es necesario realizar un mantenimiento preventivo para que los defectos menores puedan ser reparados antes que se conviertan defectos mayores, y también controlar las aguas superficiales proporcionando un drenaje adecuado.

**Rojas D, Espinosa A. (2020)**, en su investigación “Diagnóstico del estado superficial del pavimento flexible y las obras de drenaje de la antigua vía Villavicencio – Restrepo (65MTE)”, realizado en la Universidad Santo Tomás, Colombia, tiene como objetivo estimar el estado superficial de la carpeta asfáltica y las construcciones de drenaje que integran los tramos (km0+000 – km3+078) de la carretera Villavicencio – Restrepo, realizando un diagnóstico con la metodología de inspección visual PCI. Como resultado se obtuvo que el estado operacional de la carretera según rango de calificación es BUENO, obteniendo un valor PCI de 66.237, por lo cual señala que la carretera no entra en situación de reparo. Por cada unidad de muestra que se tiene de todo el tramo, las unidades con el mayor impacto a lo largo de la ruta fueron la UM-07 con una clasificación PCI de 4 (FALLADO), la UM-14 con una clasificación PCI de 6 (FALLADO) y la UM-26 con una

clasificación PCI de 44 (REGULAR). La patología que produce mayor impacto en las dos primeras unidades críticas es el daño 11 (Parcheo) con nivel de severidad alta (A), representando un efecto porcentual de entre 45.48 y 19.09, en función del 100% del perímetro de cada unidad de muestra, por presentar un deterioro progresivo requieren una intervención especial. También el daño 11 (Parcheo) con nivel de severidad media en la UM-26 presenta un efecto porcentual de 19.33. Concluye que dos de las unidades evaluadas la UM-07 y UM-14 por presentar un rango de clasificación fallado recomienda realizar una intervención inmediata a fin de evitar la prolongación de su deterioro y posible propagación, por otra parte, por presentar una buena clasificación y luego del 95% criterio de confianza se puede inferir que la vía no se encuentra en estado desperfecto requiriendo mantenimiento urgente.

**Martín D, Gómez C. (2020)**, en su investigación “Diagnóstico visual para la estructura del pavimento flexible de la vía (camino ganadero) calle 21 sur entre la carrera 22 y la intersección de la avenida los Maracos que comunica la zona sur de Villavicencio”, realizado en la Universidad Santo Tomás, Colombia. De esta investigación su objetivo es diagnosticar visualmente la superficie flexible del pavimento de la vía en cuestión, cualitativa y cuantitativamente sobre la base de la metodología Pavement Condition Index (PCI). Como resultado, obtuvo un índice de PCI 46.96, presentando un rango de calificación REGULAR, teniendo la piel de cocodrilo el tipo de patología preponderante en la carretera, dado que la carpeta asfáltica del pavimento ha llegado al final de su utilidad. Concluye presentando alternativas que proponen un plan de mantenimiento, que busca la corrección total de las patologías existentes, sugiriendo un abanico de actividades encaminadas a restaurar y preservar la estructura del pavimento en estudio, operaciones como el fresado para evitar daños estructurales, y un plan de mantenimiento de rutina para limpiar y reparar posibles daños estructurales por el momento.

En antecedentes Nacionales tenemos: **Papa W, Sánchez S. (2019)**, en su tesis “Evaluación de las patologías en la capa de rodadura del pavimento flexible barrio de Chua Baja – puente Cochac, Huaraz, Ancash, 2019”, tiene

como objetivo reconocer distintos tipos de daños que tiene la carpeta asfáltica, reconocer la condición actual en la que está la carpeta de rodadura aplicando el método PCI e implementar alternativas de intervención. Como resultado se obtuvo que las patologías más frecuentes con mayores porcentajes son: pulimento de agregados con valor de 14%, parcheo con valor de 13%, desnivel carril/berma con valor de 12%, grieta de borde con valor de 11%, a diferencia de los demás que presentan porcentajes menores tales como: Huecos con valor de 9%, grietas longitudinales y transversal con valor de 8%, piel de cocodrilo con valor de 6%, desplazamiento con valor de 6%, abultamiento y hundimiento con valor de 5%, hinchamiento con valor de 4%, depresión con valor de 3%, cruce de vía con valor de 2%, exudación con valor de 1%. De los cuales se obtuvo que el 18% del pavimento está en muy buen estado, el 20% esta con estado regular y 10% esta con estado malo. Concluyendo que según la evaluación de la carpeta asfáltica del barrio de Chua Bajo, mediante la utilización del método del PCI presenta un promedio de 75% de todas las muestras, el cual según la tabla de clasificación Pavement Condition Index la carpeta asfáltica está en BUEN estado, para ello se implementó el tipo de operación que se brindara al pavimento flexible y es el mantenimiento.

**Cuadros R. (2020)**, en su tesis “Evaluación superficial del pavimento flexible por el Método Pavement Condition Index (PCI) en la vía Libertadores, Ayacucho”, su objetivo es realizar una evaluación basada en Pavement Condition Index de la carpeta asfáltica del pavimento, comprender el estado de conservación del pavimento y reconocer alternativas para extender la utilidad del pavimento. A través de la verificación visual y física se han identificado 09 patologías en la superficie de la carretera como: Parcheo con porcentaje de 30.30%, Agrietamiento en bloque con porcentaje de 26.80%, Depresión con porcentaje de 14.60%, Piel de cocodrilo con porcentaje de 10.58%, Grieta longitudinal y transversal con porcentaje de 8.75%, Huecos con porcentaje de 4.22%, Desprendimiento de agregados con porcentaje de 2.91%, Abultamiento y hundimiento con porcentaje de 1.27% y Grieta de borde con porcentaje de 0.54%, obteniendo así que el 12 % de las unidades de muestras se encuentra en BUEN estado, 28% en REGULAR estado y

60% en MAL estado. Como resultado según el promedio PCI es 41.93 el cual se clasifica como en estado de conservación REGULAR. Concluye con propuestas de alternativas a lo largo de la ruta evaluada, destacando las operaciones de perforación, repavimentación y bacheo en profundidad que corresponden al tipo de intervención conocida como REHABILITACION.

**Pariachi N, Cerdan J. (2020)**, en su tesis “Evaluación de fallas superficiales en pavimento flexible mediante el método PCI”, tiene como objetivo determinar los diferentes daños según observación visual del pavimento flexible del Jr. Lima - Huancayo, utilizando la metodología de Pavement Condition Index (PCI). Como consecuencia se logró que según el análisis realizado en la carretera de investigación presenta 9 tipos de daños en la totalidad de muestras realizadas y son: Agrietamiento en bloque con porcentaje de 4.55%, abultamiento y hundimiento con porcentaje de 9.09%, corrugación con porcentaje de 4.55%, desnivel carril berma con porcentaje de 2.27%, grietas longitudinales y transversales con porcentaje de 22.73%, parcheo con porcentaje de 25%, hueco con porcentaje de 27.27%, grieta parabólica con porcentaje de 2.27% y desprendimiento de agregado con porcentaje de 2.27%. También se avaluó 11 unidades de muestreo, obteniendo de esta manera un resultado PCI de 66.24, esto según el rango de clasificación presenta un estado de condición BUENA. Se concluye que existe un número considerable de vacíos y grietas que, a través del tiempo y con las intensas lluvias, pueden dar mayores resultados, requiriendo preservación de conservación en algunas de las muestras propuestas.

**MARCO CONCEPTUAL: PAVIMENTO:** El pavimento consta de un conjunto de capas de material superpuestas seleccionadas según su diseño, este va apoyado sobre el nivel superior de la subrasante y se puede definir como toda superficie relativamente horizontal, construida y alisada, cuya función es facilitar una superficie de Transitabilidad homogénea. Según el diseño de su estructura es resistente a las diferentes acciones de transitabilidad vehicular o peatonal, resistente al intemperismo y otros agentes perjudiciales.

Según Resolución Directoral de MTC y Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2013, p. 149) los tipos de pavimentos son: Pavimento flexible, Pavimento semirrígido y Pavimento rígido

**PAVIMENTO FLEXIBLE:** Es aquel que consiste en una capa de estera asfáltica generalmente encima de dos capas no rígidas, la capa sub base granular y la capa de base granular o cimentación. Sea cualquier caso las capas se pueden eliminar en función del objetivo de la obra. (Montejos,1997, p.2).

#### Partes de Pavimento Flexible



**Figura 1:** Partes del Pavimento Flexible

**Fuente:** Elaboración propia

**Carpeta asfáltica:** Esta es la capa superior, y según (Montejos,1997, p.4) es la carpeta de rodadura que proporciona una superficie uniforme y estable para el tránsito, con diseño adecuado y resistencia contra los efectos abrasivos de la circulación vial. Esto a su vez es impermeable, por lo que debe evitar que el agua ingrese a la calzada.

**Base granular:** Según (Montejos,1997, p.4), su función básica es dar un elemento portante que traslade todos los esfuerzos generados por la circulación del tránsito a la cimentación y subcapa.

**Subbase granular:** Es la capa entre el sustrato y el subsuelo, es menos resistente que la cimentación y este hecho de materiales granulares locales. Según (Montejos,1997, p.4), esta capa está bien diseñada para actuar como una capa de filtro y evitar contaminar su calidad. Por otro lado, soporta los

esfuerzos provocados por las cargas del medio transmitidas por circulación del tránsito peatonal o vehicular.

**PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI):** Este es una metodología que permite evaluar el pavimento flexible y rígido, se basa en el deterioro de las estructuras del pavimento según el tipo de falla, severidad y densidad. Por lo tanto, la determinación de la necesidad de mantenimiento y reparación se basa en la condición real del pavimento.

(Vásquez, 2002, p.2). El Pavement Condition Index es un índice numérico que varía de cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado y se clasifica según como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 1:** Rangos de calificación del PCI

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

**Fuente:** Vásquez (2002)

**OJO:** La metodología PCI no puede medir la capacidad estructural a compresión o tensión del pavimento, ni determinar el coeficiente de fricción o rugosidad general del pavimento. (ASTM, 2007).

### **TIPOS DE DAÑOS O FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE**

1. Piel de cocodrilo
2. Exudación
3. Agrietamiento en bloque
4. Abultamientos y hundimientos
5. Corrugación
6. Depresión
7. Grieta de borde

8. Grieta de reflexión de junta
9. Desnivel carril/berma
10. Grietas longitudinal y transversal
11. Parcheo
12. Pulimento de agregados
13. Huecos
14. Cruce de vía férrea
15. Ahuellamiento
16. Desplazamiento
17. Grieta parabólica (slippage)
18. Hinchamiento
19. Desprendimiento de agregados

**NIVEL DE SEVERIDAD DE DAÑOS:** La severidad es la condición crítica de desgaste de la infraestructura, mientras más leve la falla, más necesario la rehabilitación. (Loizos, p.46), hay 3 tipos de severidad de daños.

**L: Low (Bajo).** No serán necesarias reducir la velocidad por haber mínima vibración en el automóvil.

**M: Médium (Medio).** Son necesarias reducir la velocidad por haber fuerte vibración en el automóvil.

**H: High (Alto).** Se deberán reducir las velocidades por haber fuerte vibración. Tanto por razones de comodidad y seguridad.

La calidad del tráfico está determinada por la conducción en la parte de la carretera de un automóvil estándar a una velocidad establecida por el reglamento.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es **APLICADA** porque se tiene como finalidad resolver problemas prácticos como determinar el índice de condición superficial del pavimento flexible del tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021.

Diseño de investigación: **NO EXPERIMENTAL**

Esta investigación es de enfoque cuantitativo porque habrá determinación de patologías a través de la metodología de Pavement Condition Index (PCI), así detallar y explicar el estado actual de la vía.

#### 3.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

##### 3.2.1. Variable independiente: Evaluación de las Patologías del Pavimento Flexible.

- a. **Definición Conceptual:** El pavimento flexible está compuesto por un estrato de capas superpuestas el cual constituye una mezcla de agregados con material bituminoso obtenido del asfalto o petróleo. Esto va sobre la subrasante previamente bien compactado, todo ello en función del diseño estructural.
- b. **Definición Operacional:** Se realizará una evaluación en función a las patologías existentes del pavimento asfáltico por la metodología de Pavement Condition Index (PCI).
- c. **Dimensiones:** Daños Físicos.
- d. **Indicadores:** Ahuellamiento (m<sup>2</sup>), Desplazamientos (m<sup>2</sup>), Corrugación (m<sup>2</sup>), Desnivel de Carril – Baches (m), Abultamiento y hundimiento (m<sup>2</sup>), Piel de cocodrilo (m<sup>2</sup>), Grieta de borde (m), Grieta de reflexión de junta (m), Grieta longitudinal y transversal (m), Grieta parabólica (m<sup>2</sup>), Agrietamiento en bloque (m<sup>2</sup>), Exudación (m<sup>2</sup>), Desprendimiento de agregado (m<sup>2</sup>), Pulimento de agregado (m<sup>2</sup>) y Depresión (m<sup>2</sup>).
- e. **Escala de Medida:** Razón.

### 3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

**Población:** En esta investigación la población fue de 4.5km del pavimento flexible del tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz y Departamento de Ancash.

**Criterios de inclusión:** Para esta investigación solo se tomó en consideración el tramo del Distrito de Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos.

**Criterios de exclusión:** Para esta investigación no se consideró un tramo de 450ml de pavimento rígido que se encuentra en la ruta del proyecto de investigación, ubicado paralelo a los Baños Termales de Chancos.

**Muestra:** Para la evaluación de las patologías como muestra en esta investigación será de 1200 metros lineales, los cuales de todo el tramo serán las partes más críticas observados.

**Muestreo:** En este caso se usará muestreo probabilístico por realizar el muestreo con el método de Pavement Condition Index (PCI) del tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos.

### 3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

**Técnicas de recolección de datos: Observación:** Para la obtención de información se empleó este tipo de técnica en todo el tramo de la carpeta asfáltica de Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos.

**Instrumentos de recolección de datos:** Se realizó con formato de evaluación de patologías de carretera con carpeta asfáltica, cámara fotográfica, cinta métrica y regla de aluminio de 3m

**Validez y confiabilidad:** Se usó el formato de evaluación de patologías de carretera con carpeta asfáltica (PCI), respaldado por la MTC.

### 3.5. PROCEDIMIENTOS

A continuación, se detalla todo el procedimiento realizado, para ello se dividió en 3 partes:

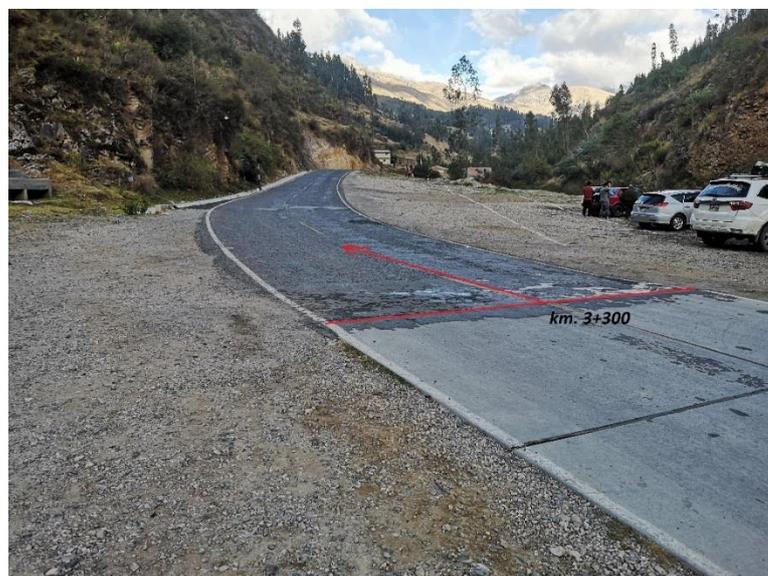
### 3.5.1. Trabajo de Revisión y Análisis

Para iniciar con los trabajos de campo y gabinete se realizó la revisión y análisis de diferentes bibliografías, libros y manuales, todo referente a la variable Evaluación de las Patologías del Pavimento Flexible, los que nos permitió tomar lineamientos con sus aportes científicos y el procedimiento a seguir en campo.

### 3.5.2. Trabajo de Campo

Para la identificación de las diferentes patologías del pavimento se realizó la visita al campo al tramo de la carretera en estudio, exactamente desde los baños termales chancos (km. 3+300) hasta el desvío Ullmay del Centro Poblado de Vicos (km. 4+560).

En la figura 02 se visualiza el inicio del tramo Baños Termales de Chancos para la toma de las muestras tal cual indica la dirección:



**Figura 2:** Inicio del tramo para la toma de las muestras (Baños Termales Chancos)

**Fuente:** Elaboración Propia

En la figura 03 se visualiza el desvío al Caserío de Ullmay, el fin del tramo de toma de muestras para el estudio.



**Figura 3:** Fin del tramo de toma de muestras (desvío Ullmay).

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, en la figura 04 se visualiza el procedimiento de toma de dimensiones del daño ubicado del pavimento flexible dentro de una unidad de muestra, utilizando wincha y regla de aluminio.



**Figura 4:** Toma de medidas del daño ubicado.

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, en la figura 05 se visualiza la toma de dimensiones empleando cinta métrica dentro de una unidad de muestra.



**Figura 5:** Toma de dimensiones empleando cinta métrica.

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.5.3. Trabajo de Gabinete

Vásquez (2002 Pág. 3) Para hallar la condición del pavimento inicia con la toma de un porcentaje como Unidad de Muestra detallada que se da a través de un proceso de medición. Esto es un área evaluada para la verificación visual.

Para calcular las unidades de muestras a ser evaluadas se tiene la ecuación:

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2} \quad \text{Ecuación 01}$$

Donde:

n = Unidades a ser evaluadas

N = Número total de muestras

$\sigma$  = Desviación estándar

e = Error aceptable

Para la desviación estándar según la Norma ASTM D6433, inciso (7.5.2) se tomó el valor 10 para Pavimento Asfáltico.

Para el error aceptable se tomó el valor de 5% según la Norma ASTM D6433, inciso (7.5.2).

Después de la obtención de la cantidad de unidades a ser evaluadas se calculó el intervalo de muestreo con la siguiente ecuación:

$$i = \frac{N}{n} \quad \text{Ecuación 02}$$

Luego se calcula el valor deducido (VD) para lo cual fue necesario calcular la densidad de cada clase de daño encontrado según la siguiente ecuación:

$$\text{Densidad (\%)} = \frac{\sum \text{total de cada daño}}{\text{área de la unidad de muestra} * 100} \quad \text{Ecuación 03}$$

El valor deducido se obtuvo usando los ábacos que se encuentran en la Norma ASTM D6433.

Luego de la obtención de los VD se verificó que el resultado de los VD sea mayor que 2, en caso haya menores que 2 se van descartando por su insignificancia para el cálculo del VDC.

Empleando la siguiente ecuación se calculó el número máximo de valores deducidos ( $m_i$ ):

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) \quad \text{Ecuación 04}$$

Dónde:

$m_i$  = Número máximo admisible de “valores deducidos”

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

Nuevamente para encontrar el valor deducido corregido se utilizó el ábaco que se encuentran en la Norma ASTM D6433.

Luego el máximo valor deducido corregido es el mayor número de todos los valores obtenidos del VD corregido.

Para hallar el PCI se empleó la siguiente ecuación:

$$PCI = 100 - \text{Máx VDC} \quad \text{Ecuación 05}$$

Dónde:

PCI = Pavement Condition Index

Máx. VDC = Máximo valor deducido corregido

Una vez realizado todas las ecuaciones y cálculos en Excel se utilizó la escala de clasificación que oscila desde un valor (0) que significa clasificación fallada, por otro lado, puede alcanzar valor de (100) que significa clasificación excelente.

**Tabla 2: Rango de Calificación del PCI**

RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI		
85 - 100	Excelente	
70 - 85	Muy Bueno	
55 - 70	Bueno	
40 - 55	Regular	
25 - 40	Malo	
10 - 25	Muy Malo	
0 - 10	Fallado	

Fuente: Vásquez (2002)

### 3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

Para el análisis de los datos obtenidos en este estudio en cuanto a la variable evaluativa patológica del Pavimento Flexible, resultados de métodos cuantitativos de tipo de análisis descriptivo y no experimental, se observan pautas de análisis de datos a continuación:

Con los datos recogidos en el campo de manera visual, para la interpretación y análisis de datos se trabajó con los programas de Excel y Word. Para ello se siguió la norma ASTM D6433, manual de PCI de Vásquez (2002), manual de carreteras de MTC (2013) y diferentes investigaciones de autores internacionales y nacionales para identificar las distintas patologías del pavimento flexible de manera preciso y exacto.

### 3.7. ASPECTOS ÉTICOS

Para la redacción de este estudio se tuvo en consideración ciertos aspectos éticos y son:

Toda la información detallada en esta investigación tiene por prioridad respetar la veracidad y originalidad.

Los diferentes autores tomados como referencia para llevar a cabo con esta investigación fueron citados y respetado la autoría.

Los resultados procesados y obtenidos fueron analizados y publicados sin falsificar datos no reales que quiten credibilidad, veracidad y confiabilidad a la investigación.

Esta investigación se realizó teniendo en cuenta los lineamientos y protocolos de la Universidad César Vallejo.

#### IV. RESULTADOS

**Respuesta 01** respecto al objetivo específico 01 que fue determinar los tipos de patologías que se encuentran en la carpeta asfáltica, se muestran las patologías en las siguientes tablas por cada unidad de muestra desde UM-01 al UM-10.

Los pavimentos flexibles según la metodología PCI, cuentan con 19 tipos de fallas, para lo cual se consideró del km. 3+300 al km. 4+500 como tramo a estudiar.

Para la identificación de patologías se dividió en 10 tramos o unidades de muestra, considerando el intervalo de unidad de muestreo. Se presentan a continuación:

En la tabla 03 de la **UM – 01** las fallas que se registraron son la corrugación con una cantidad de 6.08 que se denota con el código COR, depresión con una cantidad de 9.96 que se denota con el código DEP, parcheo con una cantidad de 1.55 que se denota con el código PA, hinchamiento con una cantidad de 10.14 que se denota con el código HN, y desprendimiento de agregado con una cantidad de 44.64 denotado con código DAG.

**Tabla 3:** *Tipos de fallas encontradas en la UM -01*

N°	Tipo de falla	Código	Unidad	Cantidad
1	Corrugación	COR	m2	6.08
2	Depresión	DEP	m2	9.96
3	Parcheo	PA	m2	1.55
4	Hinchamiento	HN	m2	10.14
5	Desprendimiento de Agregado	DAG	m2	44.64

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 04 de la UM – 02 las fallas que se registraron son el ahuellamiento con una cantidad de 11.93 que se denota con el código AHU, ahuellamiento con una cantidad de 1.69 que se denota con el código AHU, desplazamiento con una cantidad de 5.18 que se denota con el código DES, y desprendimiento de agregado con una cantidad de 39.39 denotado con el código DAG.

**Tabla 4:** *Tipos de fallas encontradas en la UM - 02*

N°	Tipo de falla	Código	Unidad	Cantidad
1	Ahuellamiento	AHU	m2	11.93
2	Ahuellamiento	AHU	m2	1.69
3	Desplazamiento	DES	m2	5.18
4	Desprendimiento de Agregado	DAG	m2	39.69

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 05 de la UM – 03 las fallas que se registraron son la piel de cocodrilo con una cantidad de 4.29 que se denota con el código PC, abultamiento y hundimiento con una cantidad de 10.65 que se denota con el código ABH, Ahuellamiento con una cantidad de 8.62 que se denota con el código AHU, y desprendimiento de agregado con una cantidad de 10.19 denotado con el código DAG.

**Tabla 5:** *Tipos de fallas encontradas en la UM - 03*

N°	Tipo de falla	Código	Unidad	Cantidad
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	4.29
2	Abultamiento y hundimiento	ABH	m2	10.65
3	Ahuellamiento	AHU	m2	8.62
4	Desprendimiento de Agregado	DAG	m2	10.19

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 06 de la UM – 04 las fallas que se registraron son el abultamiento y hundimiento con una cantidad de 5.56 que se denota con el código ABH, ahuellamiento con una cantidad de 4.23 que se denota con el código AHU, desplazamiento con una cantidad de 3.80 que se denota con el código DES, y desprendimiento de agregado con una cantidad de 50.03 denotado con el código DAG.

**Tabla 6:** *Tipos de fallas encontradas en la UM - 04*

N°	Tipo de falla	Código	Unidad	Cantidad
1	Abultamiento y hundimiento	ABH	m2	5.56
2	Ahuellamiento	AHU	m2	4.23
3	Desplazamiento	DES	m2	3.80
4	Desprendimiento de Agregado	DAG	m2	50.03

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 07 de la UM – 05 las fallas que se registraron son el ahuellamiento con una cantidad de 20.16 que se denota con el código AHU, ahuellamiento con una cantidad de 20.74 que se denota con el código AHU, desplazamiento con una cantidad de 29.44 que se denota con el código DES, y desprendimiento de agregado con una cantidad de 29.60 denotado con el código DAG.

**Tabla 7:** *Tipos de fallas encontradas en la UM - 05*

N°	Tipo de falla	Código	Unidad	Cantidad
1	Ahuellamiento	AHU	m2	20.16
2	Ahuellamiento	AHU	m2	20.74
3	Desplazamiento	DES	m2	29.44
4	Desprendimiento de Agregado	DAG	m2	29.60

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 08 de la UM – 06 las fallas que se registraron son el abultamiento y hundimiento con una cantidad de 13.33 que se denota con el código ABH, hueco con una cantidad de 2.00 que se denota con el código HUE, hueco con una cantidad de 1.00 que se denota con el código HUE, ahuellamiento con una cantidad de 7.22 que se denota con el código AHU, desprendimiento de agregado con una cantidad de 14.50 que se denota con el código DAG, y desprendimiento de agregado con una cantidad de 107.80 denotado con el código DAG.

**Tabla 8:** *Tipos de fallas encontradas en la UM - 06*

N°	Tipo de falla	Código	Unidad	Cantidad
1	Abultamiento y hundimiento	ABH	m2	13.33
2	Huecos	HUE	Und	2.00
3	Huecos	HUE	Und	1.00
4	Ahuellamiento	AHU	m2	7.22
5	Desprendimiento de Agregado	DAG	m2	14.50
6	Desprendimiento de Agregado	DAG	m2	107.8

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 09 de la UM – 07 las fallas que se registraron son el abultamiento y hundimiento con una cantidad de 4.95 que se denota con el código ABH, ahuellamiento con una cantidad de 3.60 que se denota con el código AHU, desplazamiento con una cantidad de 4.02 que se denota con el código DES, y

desprendimiento de agregado con una cantidad de 56.39 denotado con el código DAG.

**Tabla 9:** *Tipos de fallas encontradas en la UM - 07*

N°	Tipo de falla	Código	Unidad	Cantidad
1	Abultamiento y hundimiento	ABH	m2	4.95
2	Ahuellamiento	AHU	m2	3.60
3	Desplazamiento	DES	m2	4.02
4	Desprendimiento de Agregado	DAG	m2	56.39

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 10 de la UM – 08 las fallas que se registraron son el abultamiento y hundimiento con una cantidad de 3.69 que se denota con el código ABH, ahuellamiento con una cantidad de 2.66 que se denota con el código AHU, desprendimiento de agregado con una cantidad de 23.10 que se denota con el código DAG, y desprendimiento de agregado con una cantidad de 8.02 denotado con el código DAG.

**Tabla 10:** *Tipos de fallas encontradas en la UM - 08*

N°	Tipo de falla	Código	Unidad	Cantidad
1	Abultamiento y hundimiento	ABH	m2	3.69
2	Ahuellamiento	AHU	m2	2.66
3	Desprendimiento de Agregado	DAG	m2	23.10
4	Desprendimiento de Agregado	DAG	m2	8.02

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11 de la UM – 09 las fallas que se registraron son el ahuellamiento con una cantidad de 2.52 que se denota con el código AHU, desprendimiento de agregado con una cantidad de 40.10 que se denota con el código DAG, y desprendimiento de agregado con una cantidad de 10.24 denotado con el código DAG.

**Tabla 11:** *Tipos de fallas encontradas en la UM - 09*

N°	Tipo de falla	Código	Unidad	Cantidad
1	Ahuellamiento	AHU	m2	2.52
2	Desprendimiento de Agregado	DAG	m2	40.10
3	Desprendimiento de Agregado	DAG	m2	10.24

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 12 de la UM – 10 las fallas que se registraron son el abultamiento y hundimiento con una cantidad de 1.36 que se denota con el código ABH, desnivel carril/berma con una cantidad de 9.20 que se denota con el código DN, ahuellamiento con una cantidad de 2.20 que se denota con el código AHU, desplazamiento con una cantidad de 1.82 que se denota con el código DES, desprendimiento de agregado con una cantidad de 35.70 que se denota con el código DAG, y desprendimiento de agregado con una cantidad de 11.50 denotado con el código DAG.

**Tabla 12:** *Tipos de fallas encontradas en la UM - 10*

N°	Tipo de falla	Código	Unidad	Cantidad
1	Abultamiento y hundimiento	ABH	m2	1.36
2	Desnivel carril/berma	DN	m	9.20
3	Ahuellamiento	AHU	m2	2.20
4	Desplazamiento	DES	m2	1.82
5	Desprendimiento de Agregado	DAG	m2	35.70
6	Desprendimiento de Agregado	DAG	m2	11.50

**Fuente:** Elaboración propia

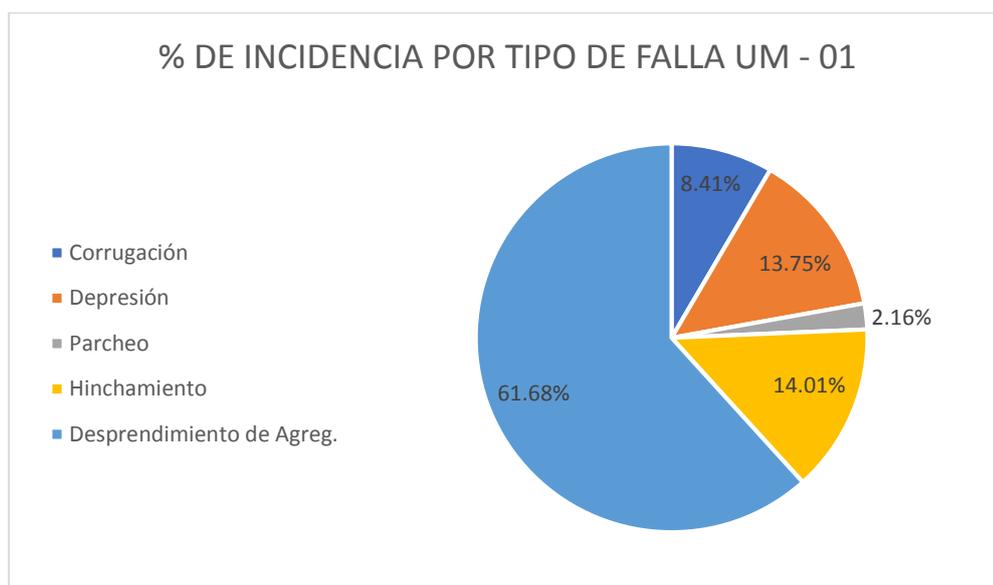
A continuación, como **respuesta 02** respecto al objetivo específico 02 que fue determinar la severidad de daños encontrados a nivel superficial del pavimento flexible, se muestran las severidades en las siguientes tablas por cada unidad de muestra desde UM-01 al UM-10. Además, presentamos los siguientes gráficos indicando el porcentaje de incidencia con relación a la densidad de cada falla. Esto por cada unidad de muestreo.

**Tabla 13:** *Severidad de cada tipo de falla UM - 01*

FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	DENSIDAD	%INCIDENCIA
COR	L	m2	6.08	1.95	8.41
DEP	L	m2	9.96	3.19	13.75
PA	L	m2	1.55	0.5	2.16
HN	L	m2	10.14	3.25	14.01
DAG	L	m2	44.64	14.31	61.68

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico 1:** Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM - 01



**Fuente:** Elaboración propia

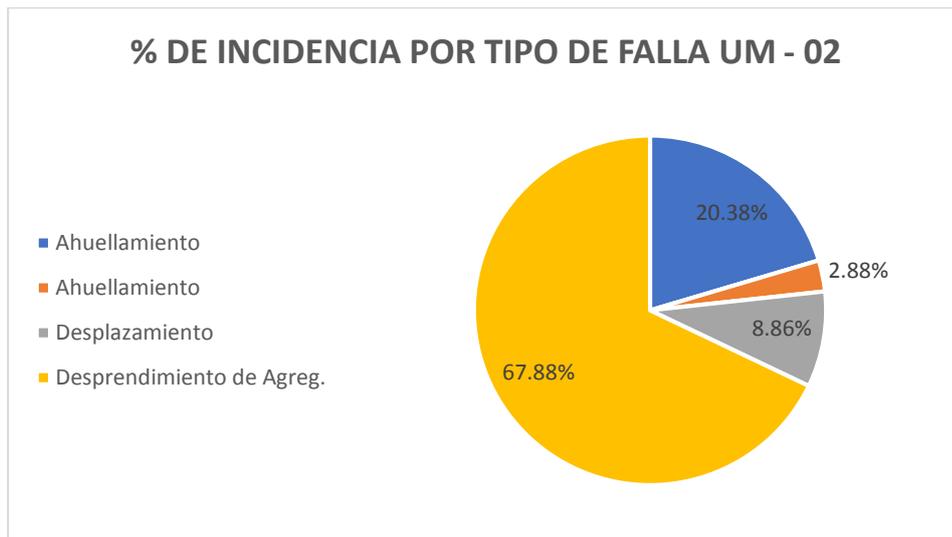
En el gráfico 01 se visualiza que la falla desprendimiento de agregado (L) tiene el mayor porcentaje de densidad con la cantidad de 61.68% a diferencia de las demás fallas que presentan valores menores como corrugación (L) que presenta valor de 8.41%, depresión (L) presenta valor de 13.75%, parcheo (L) presenta valor de 2.16% e hinchamiento (L) que presenta valor de 14.01%.

**Tabla 14:** Severidad de cada tipo de falla UM - 02

FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	DENSIDAD	%INCIDENCIA
AHU	M	m2	11.93	3.82	20.38
AHU	H	m2	1.69	0.54	2.88
DES	L	m2	5.18	1.66	8.86
DAG	L	m2	39.69	12.72	67.88

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico 2:** Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM - 02



**Fuente:** Elaboración propia

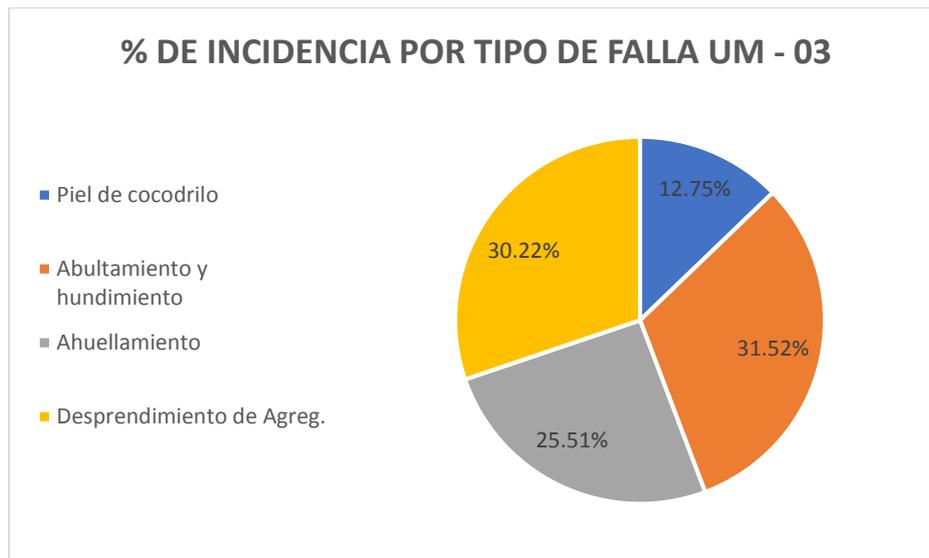
En el gráfico 02 se visualiza que la falla desprendimiento de agregado (L) tiene el mayor porcentaje de densidad con la cantidad de 67.88% a diferencia de las demás fallas que presentan valores menores como ahuellamiento (M) que presenta valor de 20.38%, ahuellamiento (H) presenta valor de 2.88% e desplazamiento (L) que presenta valor de 8.86%.

**Tabla 15:** Severidad de cada tipo de falla UM - 03

FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	DENSIDAD	%INCIDENCIA
PC	H	m2	4.29	1.38	12.75
ABH	L	m2	10.65	3.41	31.52
AHU	L	m2	8.62	2.76	25.51
DAG	L	m2	10.19	3.27	30.22

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico 3:** Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM – 03



**Fuente:** Elaboración propia

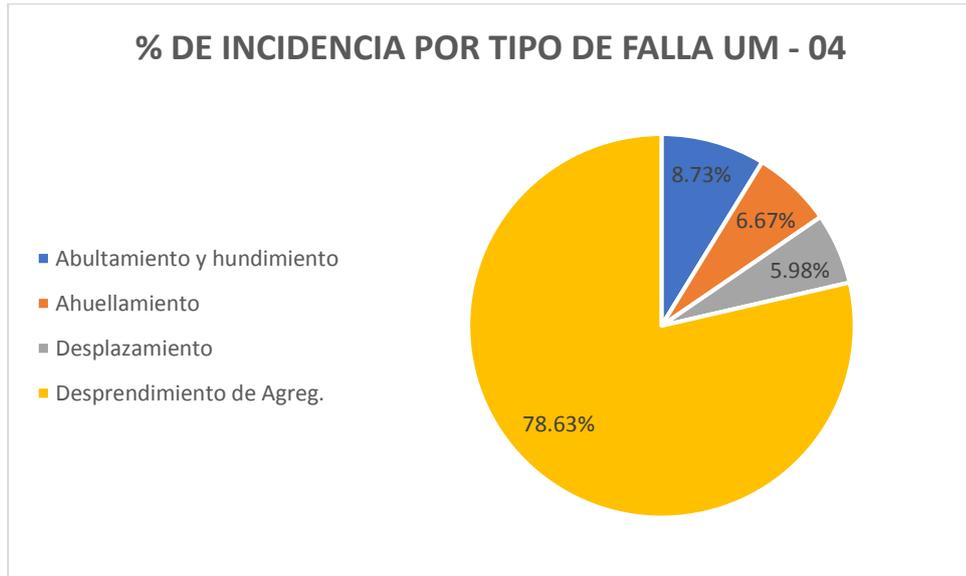
En el gráfico 03 se visualiza que las fallas abultamiento y hundimiento (L) con la cantidad de 31.52% y desprendimiento de agregado (L) con la cantidad de 30.22%, tienen el mayor porcentaje de densidad a diferencia de las demás fallas que presentan valores menores como ahuellamiento (L) que presenta valor de 25.51% y piel de cocodrilo (H) que presenta valor de 12.75% el único que tiene el nivel de severidad alto.

**Tabla 16:** Severidad de cada tipo de falla UM - 04

FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	DENSIDAD	%INCIDENCIA
ABH	L	m2	5.56	1.78	8.73
AHU	L	m2	4.23	1.36	6.67
DES	L	m2	3.8	1.22	5.98
DAG	L	m2	50.03	16.04	78.63

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico 4:** Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM – 04



**Fuente:** Elaboración propia

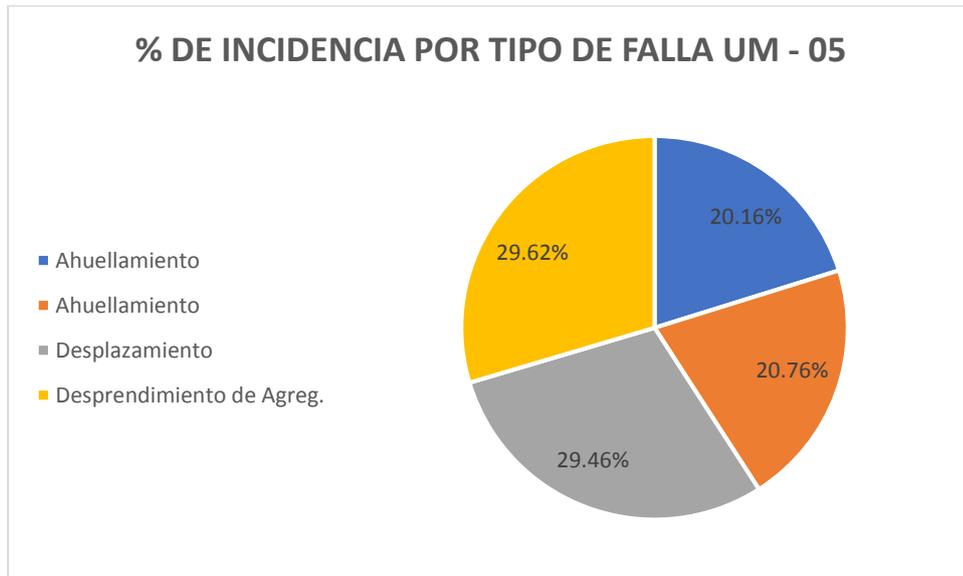
En el gráfico 04 se visualiza que la falla desprendimiento de agregado (L) tiene el mayor porcentaje de densidad con la cantidad de 78.63% a diferencia de las demás fallas que presentan valores menores como abultamiento y hundimiento (L) que presenta valor de 8.73%, ahuellamiento (L) presenta valor de 6.67% y, desplazamiento (L) que presenta valor de 5.98%.

**Tabla 17:** Severidad de cada tipo de falla UM - 05

FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	DENSIDAD	%INCIDENCIA
AHU	L	m2	20.16	6.46	20.16
AHU	M	m2	20.74	6.65	20.76
DES	L	m2	29.44	9.44	29.46
DAG	L	m2	29.6	9.49	29.62

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico 5:** Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM – 05



**Fuente:** Elaboración propia

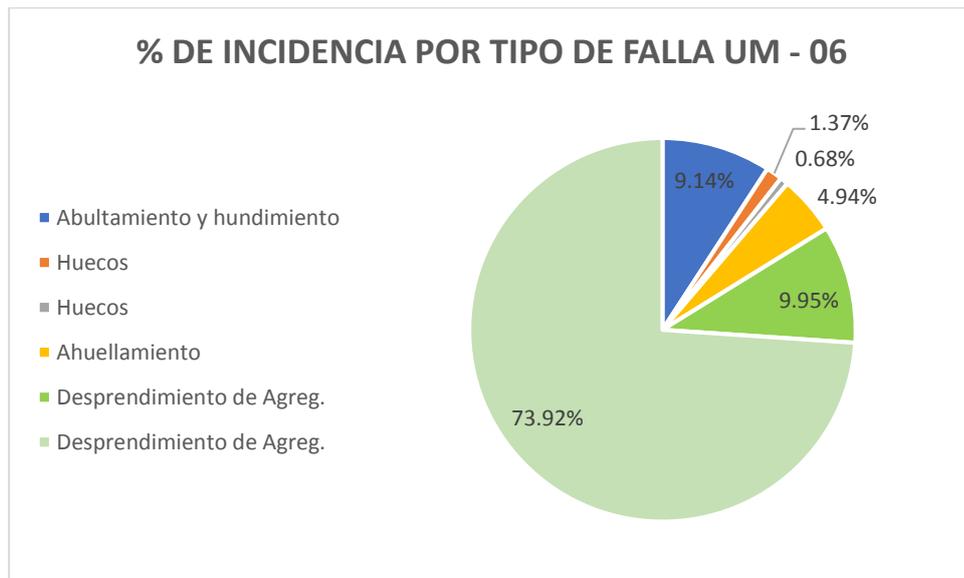
En el gráfico 05 se visualiza que las fallas desprendimiento de agregado (L) con la cantidad de 29.62% y desplazamiento (L) con la cantidad de 29.46% tienen el mayor porcentaje de densidad a diferencia de las demás fallas que presentan valores menores como ahuellamiento (L) que presenta valor de 20.16% y, ahuellamiento (M) que presenta valor de 20.76%.

**Tabla 18:** Severidad de cada tipo de falla UM - 06

FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	DENSIDAD	%INCIDENCIA
ABH	H	m2	13.33	4.27	9.14
HUE	L	Und	2.00	0.64	1.37
HUE	M	Und	1.00	0.32	0.68
AHU	H	m2	7.22	2.31	4.94
DAG	M	m2	14.50	4.65	9.95
DAG	H	m2	107.8	34.55	73.92

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico 6:** Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM – 06



**Fuente:** Elaboración propia

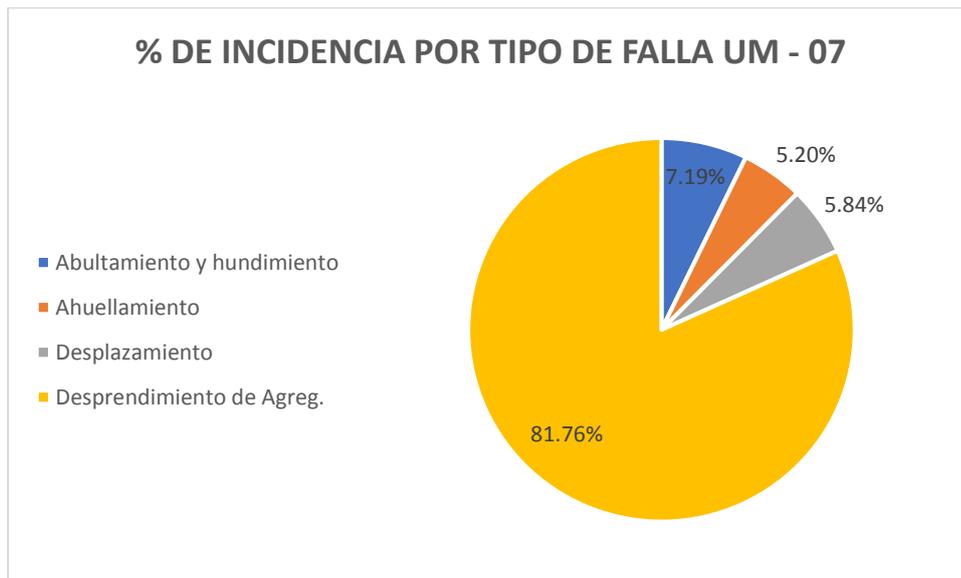
En el gráfico 06 se visualiza que la falla desprendimiento de agregado (H) tiene el mayor porcentaje de densidad con la cantidad de 73.92% a diferencia de las demás fallas que presentan valores menores como abultamiento y hundimiento (H) que presenta valor de 9.14%, huecos (L) que presenta valor de 1.37%, huecos (M) que presenta valor de 0.68%, ahuellamiento (H) que presenta valor de 4.94% y, desprendimiento de agregado (M) que presenta valor de 9.95%.

**Tabla 19:** Severidad de cada tipo de falla UM - 07

FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	DENSIDAD	%INCIDENCIA
ABH	L	m2	4.95	1.59	7.19
AHU	L	m2	3.6	1.15	5.20
DES	L	m2	4.02	1.29	5.84
DAG	L	m2	56.39	18.07	81.76

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico 7:** Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM – 07



**Fuente:** Elaboración propia

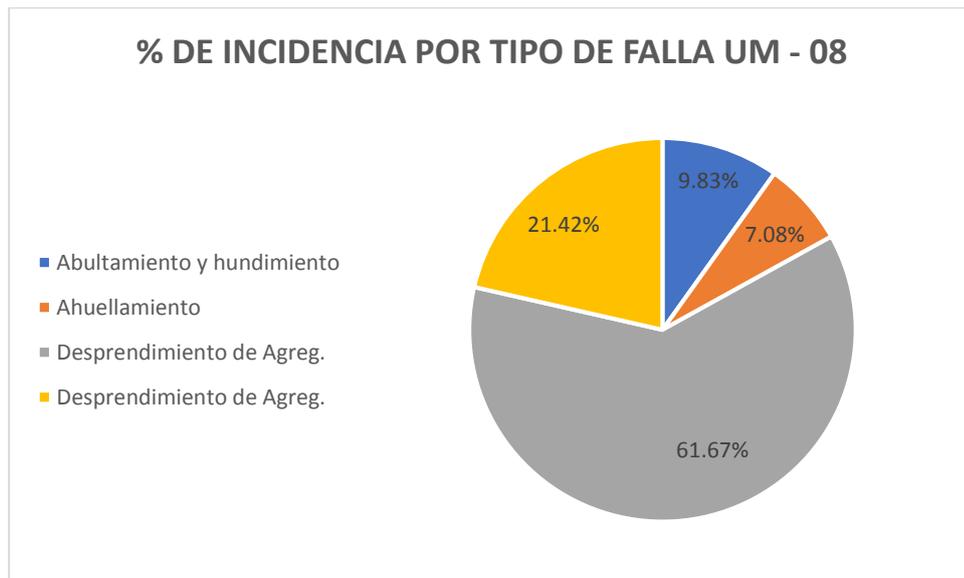
En el gráfico 07 se visualiza que la falla desprendimiento de agregado (L) tiene el mayor porcentaje de densidad con la cantidad de 81.76% a diferencia de las demás fallas que presentan valores menores como abultamiento y hundimiento (L) que presenta valor de 7.19%, ahuellamiento (L) presenta valor de 5.20% y, desplazamiento (L) que presenta valor de 5.84%.

**Tabla 20:** Severidad de cada tipo de falla UM - 08

FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	DENSIDAD	%INCIDENCIA
ABH	L	m2	3.69	1.18	9.83
AHU	L	m2	2.66	0.85	7.08
DAG	L	m2	23.1	7.4	61.67
DAG	M	m2	8.02	2.57	21.42

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico 8:** Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM – 08



**Fuente:** Elaboración propia

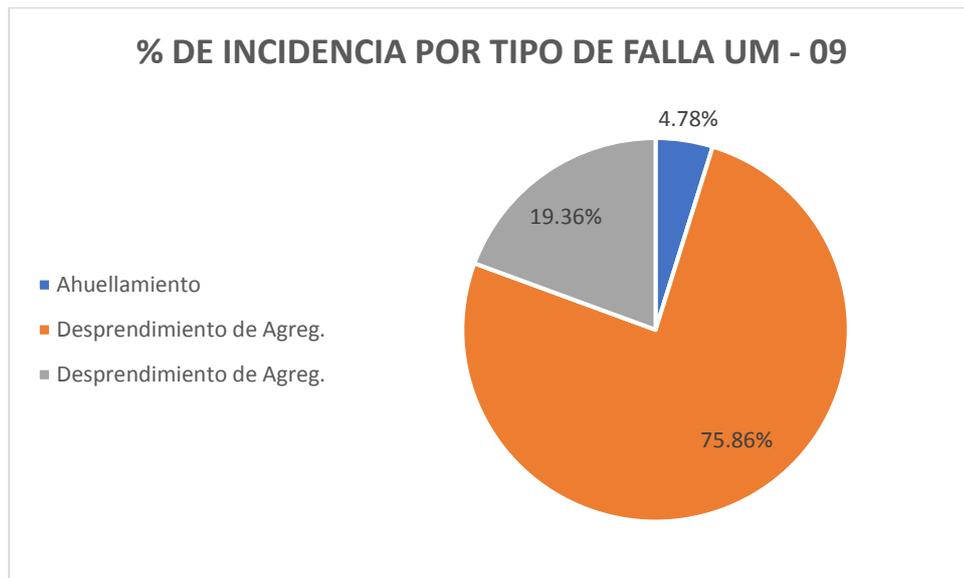
En el gráfico 08 se visualiza que la falla desprendimiento de agregado (L) tiene el mayor porcentaje de densidad con la cantidad de 61.67% a diferencia de las demás fallas que presentan valores menores como abultamiento y hundimiento (L) que presenta valor de 9.83%, ahuellamiento (L) presenta valor de 7.08% y, desprendimiento de agregado (M) que presenta valor de 21.42%.

**Tabla 21:** Severidad de cada tipo de falla UM - 09

FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	DENSIDAD	%INCIDENCIA
AHU	L	m2	2.52	0.81	4.78
DAG	L	m2	40.1	12.85	75.86
DAG	M	m2	10.24	3.28	19.36

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico 9:** Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM – 09



**Fuente:** Elaboración propia

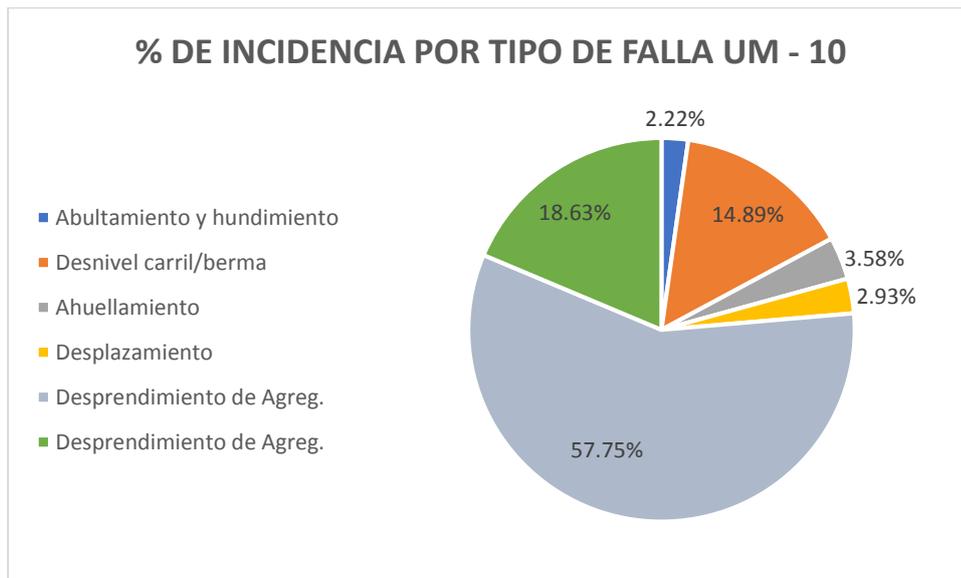
En el gráfico 09 se visualiza que la falla desprendimiento de agregado (L) tiene el mayor porcentaje de densidad con la cantidad de 75.86% a diferencia de las demás fallas que presentan valores menores como ahuellamiento (L) presenta valor de 4.78% y, desprendimiento de agregado (M) que presenta valor de 19.36%.

**Tabla 22:** Severidad de cada tipo de falla UM - 10

FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	DENSIDAD	%INCIDENCIA
ABH	L	m2	1.36	0.44	2.22
DN	M	m	9.20	2.95	14.89
AHU	L	m2	2.20	0.71	3.58
DES	L	m2	1.82	0.58	2.93
DAG	L	m2	35.70	11.44	57.75
DAG	M	m2	11.5	3.69	18.63

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico 10:** Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM – 10



**Fuente:** Elaboración propia

En el gráfico 10 se visualiza que la falla desprendimiento de agregado (L) tiene el mayor porcentaje de densidad con la cantidad de 57.75% a diferencia de las demás fallas que presentan valores menores como abultamiento y hundimiento (L) que presenta valor de 2.22%, desnivel carril/berma (M) que presenta valor de 14.89%, ahuellamiento (L) presenta valor de 3.58%, desplazamiento (L) que presenta valor de 2.93%, desprendimiento de agregado (M) que presenta valor de 18.63%.

Como **respuesta 03** respecto al objetivo específico 03 que fue determinar rango de calificación según el método (PCI) del tramo Marcará hasta desvió Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021, se muestran los rangos de calificación en la siguiente tabla de todas las unidades de muestra. Además, como **respuesta general** respecto al objetivo general presentamos el Pavement Condition Index (PCI) de las 10 muestras y la condición superficial promedio del pavimento asfáltico.

**Tabla 23:** PCI y condición promedio del pavimento asfáltico.

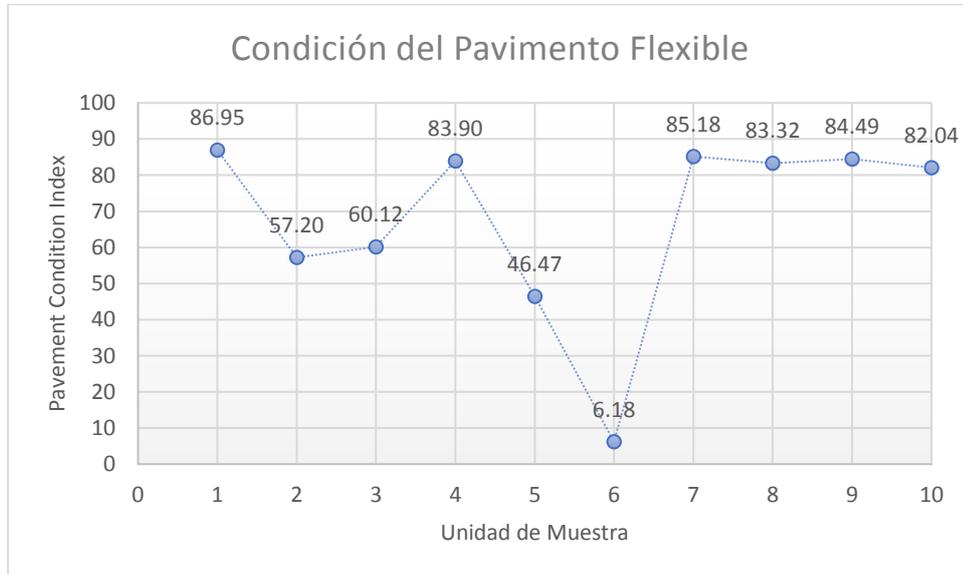
Unidad de Muestra	Progresiva (KM)		PCI	Condición
UM - 01	3 + 300	3 + 348	86.95	EXCELENTE
UM - 02	3 + 444	3 + 492	57.20	BUENO
UM - 03	3 + 588	3 + 636	60.12	BUENO
UM - 04	3 + 732	3 + 780	83.90	MUY BUENO
UM - 05	3 + 876	3 + 924	46.47	REGULAR
UM - 06	4 + 005	4 + 053	6.18	FALLADO
UM - 07	4 + 053	4 + 101	85.18	EXCELENTE
UM - 08	4 + 164	4 + 212	83.32	MUY BUENO
UM - 09	4 + 308	4 + 356	84.49	MUY BUENO
UM - 10	4 + 452	4 + 500	82.04	MUY BUENO
<b>CONDICIÓN PROMEDIO DEL PAVIMENTO:</b>			<b>67.59</b>	<b>BUENO</b>

Fuente: Elaboración propia

De las 10 unidades de muestra tomados en el campo desde el tramo de Baños Termales Chancos hasta el desvío Ullmay del Centro Poblado de Vicos, en la UM – 01 se obtuvo un PCI de 86.95 con una condición del pavimento con clasificación excelente, en la UM – 02 se obtuvo un PCI de 57.20 con una condición del pavimento con clasificación bueno, en la UM – 03 se obtuvo un PCI de 60.12 con una condición del pavimento con clasificación bueno, en la UM – 04 se obtuvo un PCI de 83.90 con una condición del pavimento con clasificación muy bueno, en la UM – 05 se obtuvo un PCI de 46.47 con una condición del pavimento con clasificación regular, en la UM – 06 se obtuvo un PCI de 6.18 con una condición del pavimento con clasificación fallado, en la UM – 07 se obtuvo un PCI de 85.18 con una condición del pavimento con clasificación excelente, en la UM – 08 se obtuvo un PCI de 83.32 con una condición del pavimento con clasificación muy bueno, en la UM – 09 se obtuvo un PCI de 84.49 con una condición del pavimento con clasificación muy bueno y, en la UM – 10 se obtuvo un PCI de 82.04 con una condición del pavimento con clasificación muy bueno. Para la unidad de muestra 06 no se consideró el intervalo de muestreo, debido a que se consideró la zona más afectada o crítica del pavimento en el tramo del estudio.

De esta manera se obtuvo la condición promedio del pavimento, obteniendo como resultado un **PCI promedio de 67.59** con una condición de pavimento con **clasificación BUENO**.

**Gráfico 11:** *Presentación de la condición superficial del pavimento flexible.*



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 24:** *Alternativas de intervención del pavimento asfáltico.*

Unidad de Muestra	PCI	Condición	Intervención
UM - 01	86.95	EXCELENTE	Mantenimiento
UM - 02	57.20	BUENO	Rehabilitación
UM - 03	60.12	BUENO	Rehabilitación
UM - 04	83.90	MUY BUENO	Mantenimiento
UM - 05	46.47	REGULAR	Rehabilitación
UM - 06	6.18	FALLADO	Reconstrucción
UM - 07	85.18	EXCELENTE	Mantenimiento
UM - 08	83.32	MUY BUENO	Mantenimiento
UM - 09	84.49	MUY BUENO	Mantenimiento
UM - 10	82.04	MUY BUENO	Mantenimiento

**Fuente:** Elaboración propia

Luego de la identificación de la condición del pavimento se presentó las alternativas de solución para cada unidad de muestra. En la UM-01 por presentar la condición de pavimento EXCELENTE la alternativa de intervención es realizar mantenimiento preventivo, En la UM-02 por presentar la condición de pavimento BUENO la alternativa de intervención es realizar la rehabilitación

de las áreas afectadas, En la UM-03 por presentar la condición de pavimento BUENO la alternativa de intervención es realizar la rehabilitación de las áreas afectadas, En la UM-04 por presentar la condición de pavimento MUY BUENO la alternativa de intervención es realizar mantenimiento preventivo, En la UM-05 por presentar la condición de pavimento REGULAR la alternativa de intervención es realizar la rehabilitación de las áreas afectadas, En la UM-06 por presentar la condición de pavimento FALLADO la alternativa de intervención es realizar la reconstrucción de las áreas afectadas, En la UM-07 por presentar la condición de pavimento EXCELENTE la alternativa de intervención es realizar mantenimiento preventivo, En la UM-08 por presentar la condición de pavimento MUY BUENO la alternativa de intervención es realizar mantenimiento preventivo, En la UM-09 por presentar la condición de pavimento MUY BUENO la alternativa de intervención es realizar mantenimiento preventivo y, En la UM-10 por presentar la condición de pavimento MUY BUENO la alternativa de intervención es realizar mantenimiento preventivo.

En la tabla 25 se presenta un resumen total de metrados por cada tipo de daño según la severidad identificada en cada unidad de muestra.

**Tabla 25:** *Resumen de metrados de fallas según severidad.*

<b>RESUMEN DE METRADO DE FALLAS SEGÚN SEVERIDAD</b>				
<b>Nº</b>	<b>Tipo de Falla</b>	<b>SEVERIDAD</b>		
		<b>BAJO (L)</b>	<b>MEDIO (M)</b>	<b>ALTO (H)</b>
1	Piel de cocodrilo	4.29		
2	Exudación			
3	Agrietamiento en bloque			
4	Abultamiento y hundimiento	26.21		13.33
5	Corrugación	6.08		
6	Depresión	9.96		
7	Grieta de borde			
8	Grieta de reflexión de junta			
9	Desnivel carril/berma		9.20	
10	Grietas long. y transversal			
11	Parcheo	1.55		
12	Pulimento de agregados			
13	Huecos	2,00	1,00	
14	Cruce de vía férrea			
15	Ahuellamiento	43.99	32.67	8.91
16	Desplazamiento	44.26		
17	Grieta parabólica			
18	Hinchamiento	10.14		
19	Desprendimiento de Agregado	329.44	44.26	107.8

**Fuente:** Elaboración propia

A continuación, presentamos la tabla 26 mostrando cada tipo de falla según la severidad identificada en cada unidad de muestra en porcentajes, de esta manera cuantificar el porcentaje de afectación en cada tipo de falla según cada unidad de muestra.

**Tabla 26:** Resumen de metrado de fallas según severidad en porcentajes.

<b>RESUMEN DE METRADO DE FALLAS SEGÚN SEVERIDAD</b>					
<b>Nº</b>	<b>Tipo de Falla</b>	<b>(%) SEVERIDAD</b>			<b>PARCIAL</b>
		<b>BAJO (L)</b>	<b>MEDIO (M)</b>	<b>ALTO (H)</b>	
1	Piel de cocodrilo	0.62%			<b>0.62%</b>
2	Exudación				
3	Agrietamiento en bloque				
4	Abultamiento y hundimiento	3.77%		1.92%	<b>5.69%</b>
5	Corrugación	0.87%			<b>0.87%</b>
6	Depresión	1.43%			<b>1.43%</b>
7	Grieta de borde				
8	Grieta de reflexión de junta				
9	Desnivel carril/berma	1.32%			<b>1.32%</b>
10	Grietas long. y transversal				
11	Parcheo	0.22%			<b>0.22%</b>
12	Pulimento de agregados				
13	Huecos	0.29%	0.14%		<b>0.43%</b>
14	Cruce de vía férrea				
15	Ahuellamiento	6.33%	4.7%	1.28%	<b>12.31%</b>
16	Desplazamiento	6.37%			<b>6.37%</b>
17	Grieta parabólica				
18	Hinchamiento	1.46%			<b>1.46%</b>
19	Desprendimiento de Agregado	47.39%	6.37%	15.52%	<b>69.28%</b>
				<b>TOTAL:</b>	<b>100%</b>

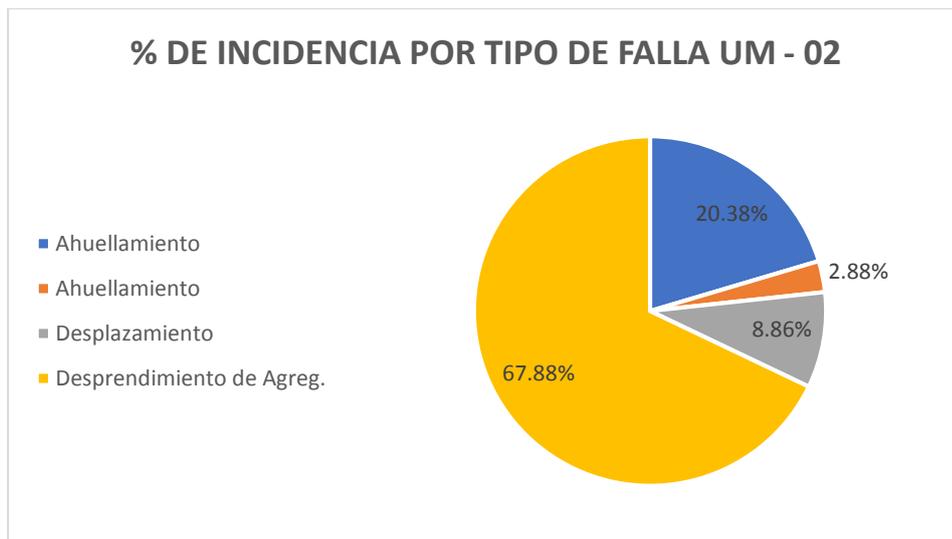
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 27:** Severidad de cada tipo de falla UM - 02

FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	DENSIDAD	%INCIDENCIA
AHU	M	m2	11.93	3.82	20.38
AHU	H	m2	1.69	0.54	2.88
DES	L	m2	5.18	1.66	8.86
DAG	L	m2	39.69	12.72	67.88

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 12:** Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM - 02



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 02 se visualiza que la falla desprendimiento de agregado (L) tiene el mayor porcentaje de densidad con la cantidad de 67.88% a diferencia de las demás fallas que presentan valores menores como ahuellamiento (M) que presenta valor de 20.38%, ahuellamiento (H) presenta valor de 2.88% e desplazamiento (L) que presenta valor de 8.86%.

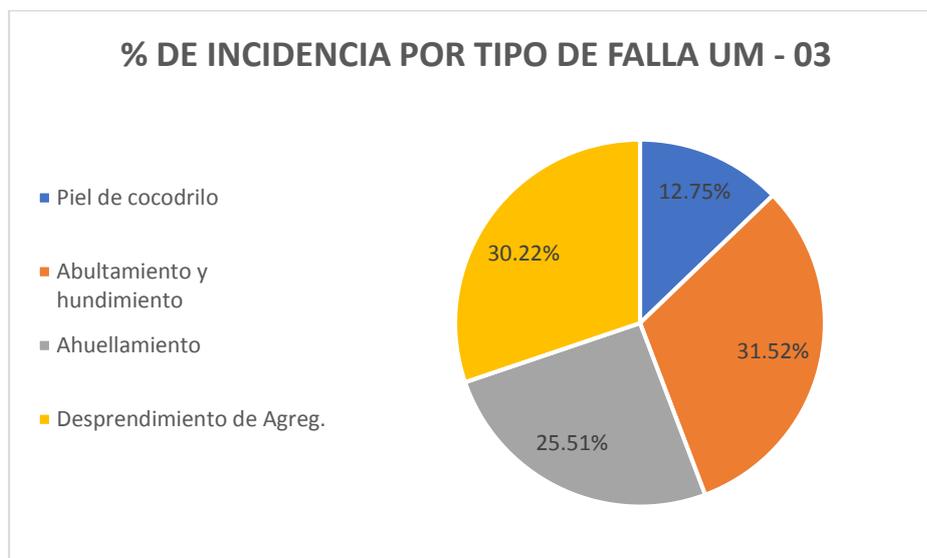
**Tabla 28:** Severidad de cada tipo de falla UM - 03

FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	DENSIDAD	%INCIDENCIA
PC	H	m2	4.29	1.38	12.75
ABH	L	m2	10.65	3.41	31.52
AHU	L	m2	8.62	2.76	25.51

DAG	L	m2	10.19	3.27	30.22
-----	---	----	-------	------	-------

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 13:** Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM – 03



Fuente: Elaboración propia

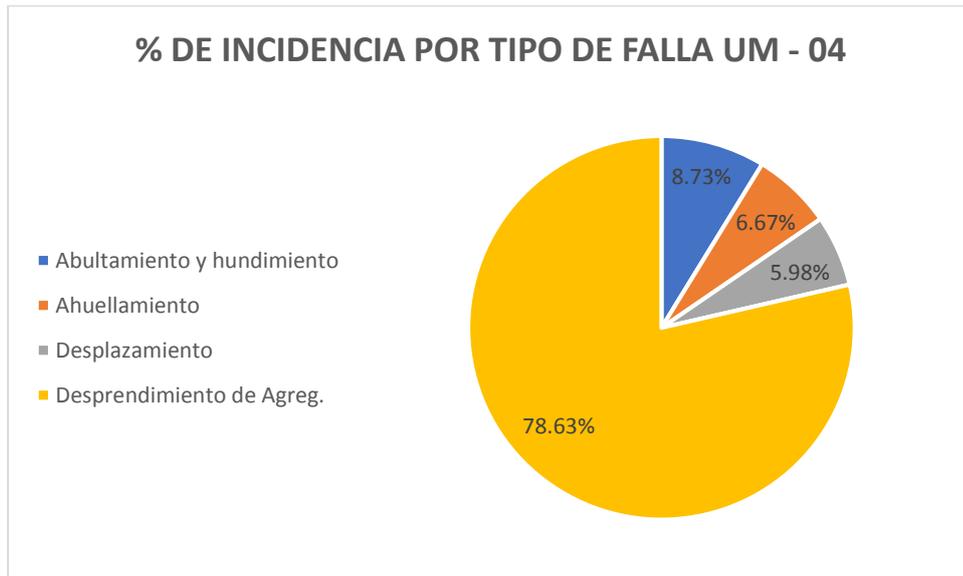
En el gráfico 03 se visualiza que las fallas abultamiento y hundimiento (L) con la cantidad de 31.52% y desprendimiento de agregado (L) con la cantidad de 30.22%, tienen el mayor porcentaje de densidad a diferencia de las demás fallas que presentan valores menores como ahuellamiento (L) que presenta valor de 25.51% y piel de cocodrilo (H) que presenta valor de 12.75% el único que tiene el nivel de severidad alto.

**Tabla 29:** Severidad de cada tipo de falla UM - 04

FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	DENSIDAD	%INCIDENCIA
ABH	L	m2	5.56	1.78	8.73
AHU	L	m2	4.23	1.36	6.67
DES	L	m2	3.8	1.22	5.98
DAG	L	m2	50.03	16.04	78.63

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 14:** Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM – 04



**Fuente:** Elaboración propia

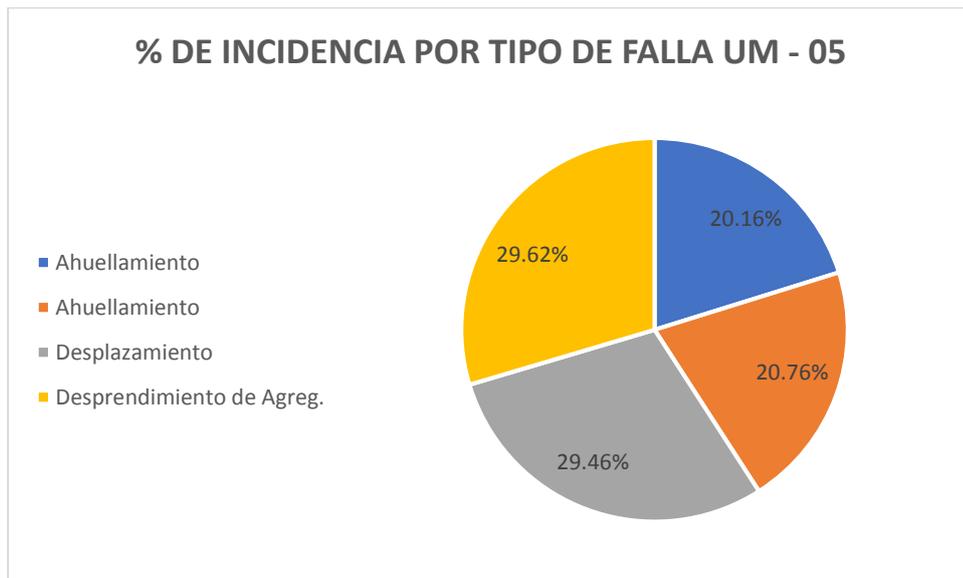
En el gráfico 04 se visualiza que la falla desprendimiento de agregado (L) tiene el mayor porcentaje de densidad con la cantidad de 78.63% a diferencia de las demás fallas que presentan valores menores como abultamiento y hundimiento (L) que presenta valor de 8.73%, ahuellamiento (L) presenta valor de 6.67% y, desplazamiento (L) que presenta valor de 5.98%.

**Tabla 30:** Severidad de cada tipo de falla UM - 05

FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	DENSIDAD	%INCIDENCIA
AHU	L	m2	20.16	6.46	20.16
AHU	M	m2	20.74	6.65	20.76
DES	L	m2	29.44	9.44	29.46
DAG	L	m2	29.6	9.49	29.62

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico 15:** Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM – 05



**Fuente:** Elaboración propia

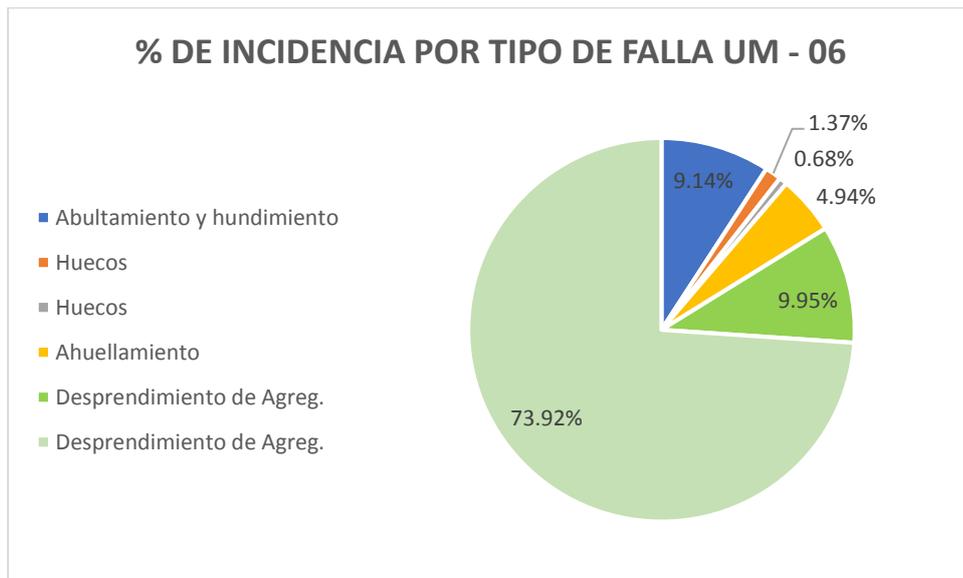
En el gráfico 15 se visualiza que las fallas desprendimiento de agregado (L) con la cantidad de 29.62% y desplazamiento (L) con la cantidad de 29.46% tienen el mayor porcentaje de densidad a diferencia de las demás fallas que presentan valores menores como ahuellamiento (L) que presenta valor de 20.16% y, ahuellamiento (M) que presenta valor de 20.76%.

**Tabla 31:** Severidad de cada tipo de falla UM - 06

FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	DENSIDAD	%INCIDENCIA
ABH	H	m2	13.33	4.27	9.14
HUE	L	Und	2.00	0.64	1.37
HUE	M	Und	1.00	0.32	0.68
AHU	H	m2	7.22	2.31	4.94
DAG	M	m2	14.50	4.65	9.95
DAG	H	m2	107.8	34.55	73.92

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico 16:** Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM – 06



**Fuente:** Elaboración propia

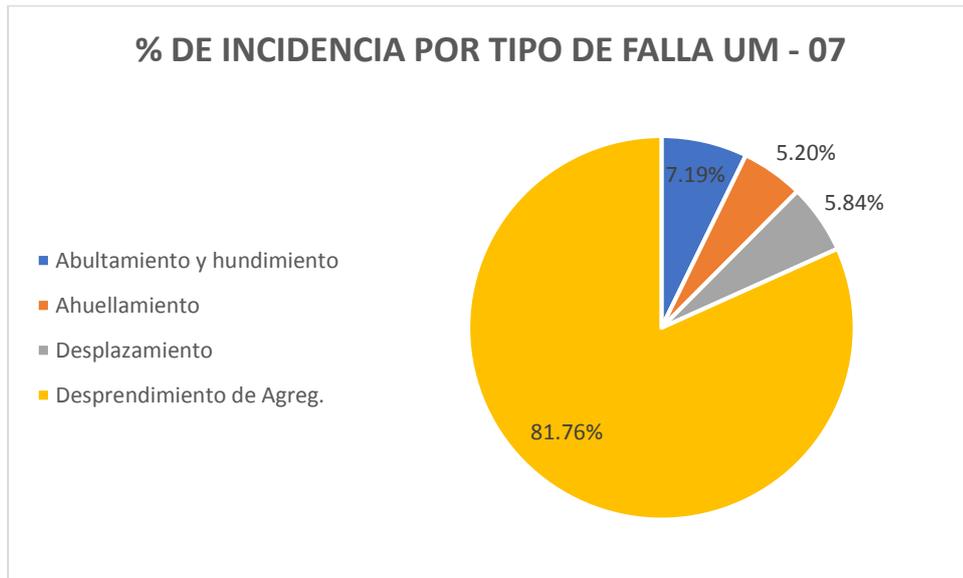
En el gráfico 16 se visualiza que la falla desprendimiento de agregado (H) tiene el mayor porcentaje de densidad con la cantidad de 73.92% a diferencia de las demás fallas que presentan valores menores como abultamiento y hundimiento (H) que presenta valor de 9.14%, huecos (L) que presenta valor de 1.37%, huecos (M) que presenta valor de 0.68%, ahuellamiento (H) que presenta valor de 4.94% y, desprendimiento de agregado (M) que presenta valor de 9.95%.

**Tabla 32:** Severidad de cada tipo de falla UM - 07

FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	DENSIDAD	%INCIDENCIA
ABH	L	m2	4.95	1.59	7.19
AHU	L	m2	3.6	1.15	5.20
DES	L	m2	4.02	1.29	5.84
DAG	L	m2	56.39	18.07	81.76

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico 17:** Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM – 07



**Fuente:** Elaboración propia

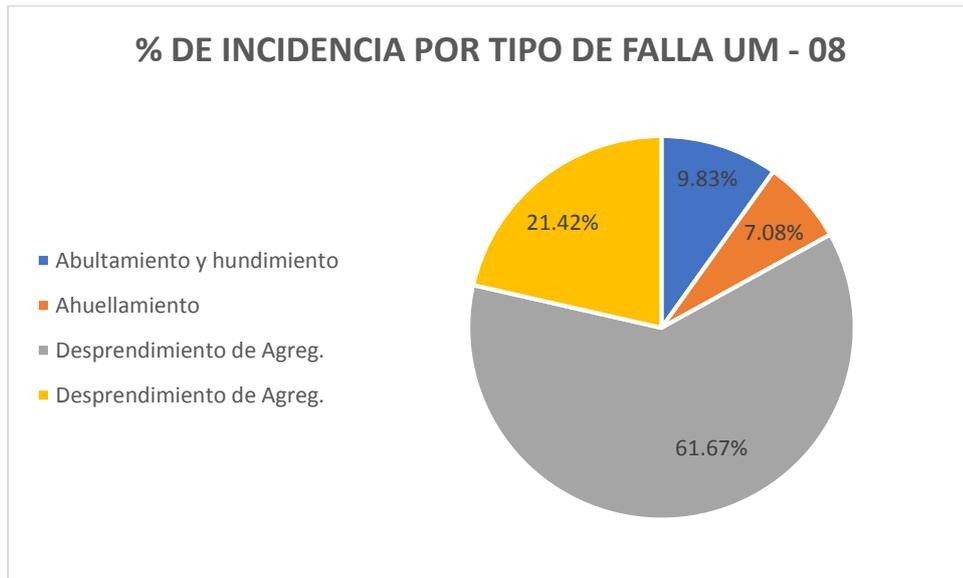
En el gráfico 17 se visualiza que la falla desprendimiento de agregado (L) tiene el mayor porcentaje de densidad con la cantidad de 81.76% a diferencia de las demás fallas que presentan valores menores como abultamiento y hundimiento (L) que presenta valor de 7.19%, ahuellamiento (L) presenta valor de 5.20% y, desplazamiento (L) que presenta valor de 5.84%.

**Tabla 33:** Severidad de cada tipo de falla UM - 08

FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	DENSIDAD	%INCIDENCIA
ABH	L	m2	3.69	1.18	9.83
AHU	L	m2	2.66	0.85	7.08
DAG	L	m2	23.1	7.4	61.67
DAG	M	m2	8.02	2.57	21.42

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico 18:** Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM – 08



**Fuente:** Elaboración propia

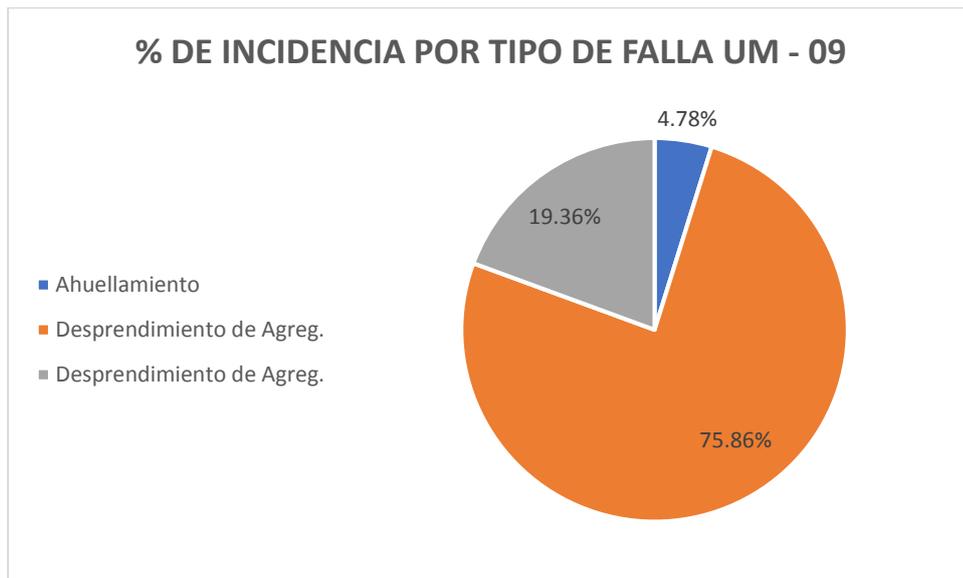
En el gráfico 18 se visualiza que la falla desprendimiento de agregado (L) tiene el mayor porcentaje de densidad con la cantidad de 61.67% a diferencia de las demás fallas que presentan valores menores como abultamiento y hundimiento (L) que presenta valor de 9.83%, ahuellamiento (L) presenta valor de 7.08% y, desprendimiento de agregado (M) que presenta valor de 21.42%.

**Tabla 34:** Severidad de cada tipo de falla UM - 09

FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	DENSIDAD	%INCIDENCIA
AHU	L	m2	2.52	0.81	4.78
DAG	L	m2	40.1	12.85	75.86
DAG	M	m2	10.24	3.28	19.36

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico 19:** Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM – 09



**Fuente:** Elaboración propia

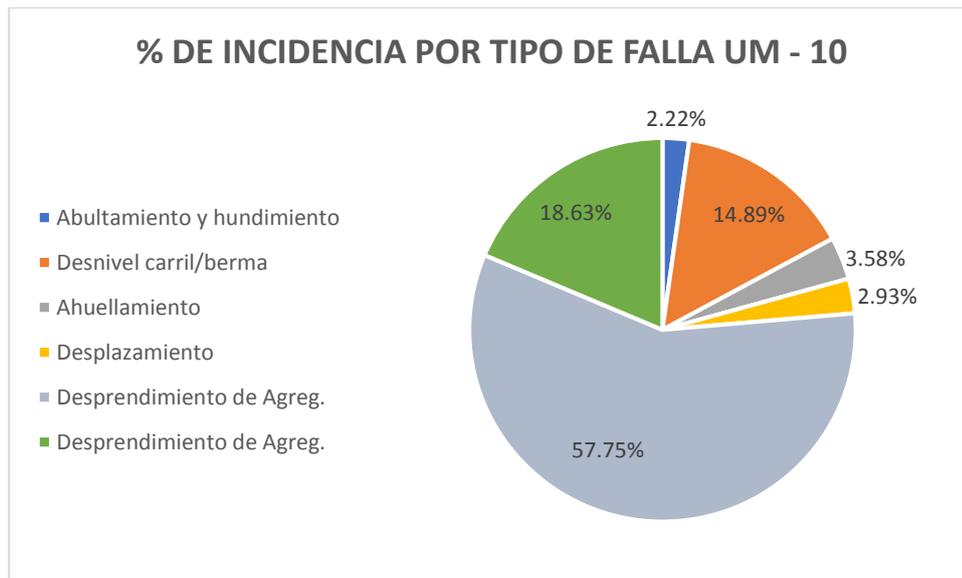
En el gráfico 19 se visualiza que la falla desprendimiento de agregado (L) tiene el mayor porcentaje de densidad con la cantidad de 75.86% a diferencia de las demás fallas que presentan valores menores como ahuellamiento (L) presenta valor de 4.78% y, desprendimiento de agregado (M) que presenta valor de 19.36%.

**Tabla 35:** Severidad de cada tipo de falla UM - 10

FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	DENSIDAD	%INCIDENCIA
ABH	L	m2	1.36	0.44	2.22
DN	M	m	9.20	2.95	14.89
AHU	L	m2	2.20	0.71	3.58
DES	L	m2	1.82	0.58	2.93
DAG	L	m2	35.70	11.44	57.75
DAG	M	m2	11.5	3.69	18.63

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico 20:** Incidencia en función de la densidad por tipo de falla de UM – 10



**Fuente:** Elaboración propia

En el gráfico 20 se visualiza que la falla desprendimiento de agregado (L) tiene el mayor porcentaje de densidad con la cantidad de 57.75% a diferencia de las demás fallas que presentan valores menores como abultamiento y hundimiento (L) que presenta valor de 2.22%, desnivel carril/berma (M) que presenta valor de 14.89%, ahuellamiento (L) presenta valor de 3.58%, desplazamiento (L) que presenta valor de 2.93%, desprendimiento de agregado (M) que presenta valor de 18.63%.

Como **respuesta 03** respecto al objetivo específico 03 que fue determinar rango de calificación según el método (PCI) del tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021, se muestran los rangos de calificación en la siguiente tabla de todas las unidades de muestra. Además, como **respuesta general** respecto al objetivo general presentamos el Pavement Condition Index (PCI) de las 10 muestras y la condición superficial promedio del pavimento asfáltico.

**Tabla 36:** PCI y condición promedio del pavimento asfáltico.

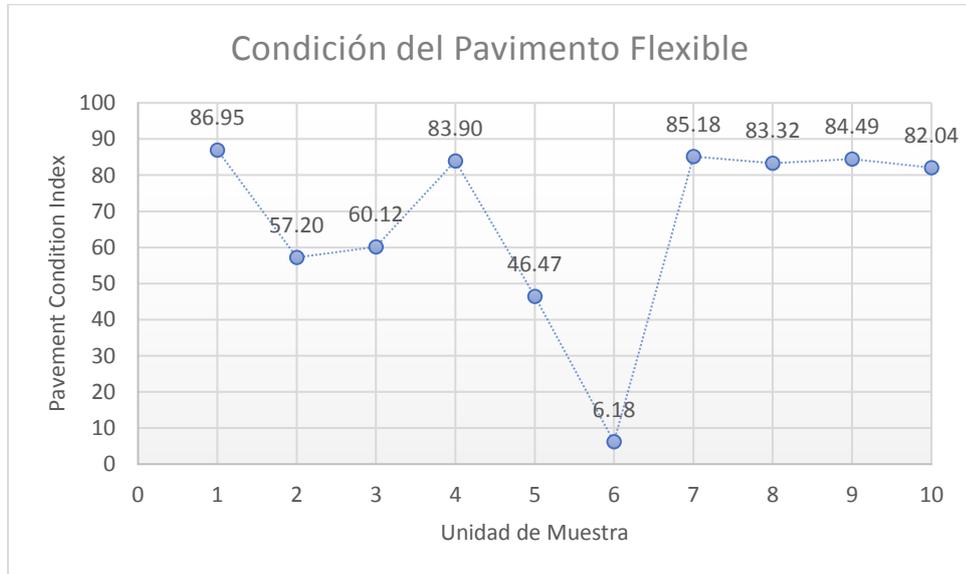
Unidad de Muestra	Progresiva (KM)		PCI	Condición
UM - 01	3 + 300	3 + 348	86.95	EXCELENTE
UM - 02	3 + 444	3 + 492	57.20	BUENO
UM - 03	3 + 588	3 + 636	60.12	BUENO
UM - 04	3 + 732	3 + 780	83.90	MUY BUENO
UM - 05	3 + 876	3 + 924	46.47	REGULAR
UM - 06	4 + 005	4 + 053	6.18	FALLADO
UM - 07	4 + 053	4 + 101	85.18	EXCELENTE
UM - 08	4 + 164	4 + 212	83.32	MUY BUENO
UM - 09	4 + 308	4 + 356	84.49	MUY BUENO
UM - 10	4 + 452	4 + 500	82.04	MUY BUENO
<b>CONDICIÓN PROMEDIO DEL PAVIMENTO:</b>			<b>67.59</b>	<b>BUENO</b>

Fuente: Elaboración propia

De las 10 unidades de muestra tomados en el campo desde el tramo de Baños Termales Chancos hasta el desvío Ullmay del Centro Poblado de Vicos, en la UM – 01 se obtuvo un PCI de 86.95 con una condición del pavimento con clasificación excelente, en la UM – 02 se obtuvo un PCI de 57.20 con una condición del pavimento con clasificación bueno, en la UM – 03 se obtuvo un PCI de 60.12 con una condición del pavimento con clasificación bueno, en la UM – 04 se obtuvo un PCI de 83.90 con una condición del pavimento con clasificación muy bueno, en la UM – 05 se obtuvo un PCI de 46.47 con una condición del pavimento con clasificación regular, en la UM – 06 se obtuvo un PCI de 6.18 con una condición del pavimento con clasificación fallado, en la UM – 07 se obtuvo un PCI de 85.18 con una condición del pavimento con clasificación excelente, en la UM – 08 se obtuvo un PCI de 83.32 con una condición del pavimento con clasificación muy bueno, en la UM – 09 se obtuvo un PCI de 84.49 con una condición del pavimento con clasificación muy bueno y, en la UM – 10 se obtuvo un PCI de 82.04 con una condición del pavimento con clasificación muy bueno. Para la unidad de muestra 06 no se consideró el intervalo de muestreo, debido a que se consideró la zona más afectada o crítica del pavimento en el tramo del estudio.

De esta manera se obtuvo la condición promedio del pavimento, obteniendo como resultado un **PCI promedio de 67.59** con una condición de pavimento con **clasificación BUENO**.

**Gráfico 21:** *Presentación de la condición superficial del pavimento flexible.*



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 37:** *Alternativas de intervención del pavimento asfáltico.*

Unidad de Muestra	PCI	Condición	Intervención
UM - 01	86.95	EXCELENTE	Mantenimiento
UM - 02	57.20	BUENO	Rehabilitación
UM - 03	60.12	BUENO	Rehabilitación
UM - 04	83.90	MUY BUENO	Mantenimiento
UM - 05	46.47	REGULAR	Rehabilitación
UM - 06	6.18	FALLADO	Reconstrucción
UM - 07	85.18	EXCELENTE	Mantenimiento
UM - 08	83.32	MUY BUENO	Mantenimiento
UM - 09	84.49	MUY BUENO	Mantenimiento
UM - 10	82.04	MUY BUENO	Mantenimiento

**Fuente:** Elaboración propia

Luego de la identificación de la condición del pavimento se presentó las alternativas de solución para cada unidad de muestra. En la UM-01 por presentar la condición de pavimento EXCELENTE la alternativa de intervención es realizar mantenimiento preventivo, En la UM-02 por presentar la condición de pavimento BUENO la alternativa de intervención es realizar la rehabilitación

de las áreas afectadas, En la UM-03 por presentar la condición de pavimento BUENO la alternativa de intervención es realizar la rehabilitación de las áreas afectadas, En la UM-04 por presentar la condición de pavimento MUY BUENO la alternativa de intervención es realizar mantenimiento preventivo, En la UM-05 por presentar la condición de pavimento REGULAR la alternativa de intervención es realizar la rehabilitación de las áreas afectadas, En la UM-06 por presentar la condición de pavimento FALLADO la alternativa de intervención es realizar la reconstrucción de las áreas afectadas, En la UM-07 por presentar la condición de pavimento EXCELENTE la alternativa de intervención es realizar mantenimiento preventivo, En la UM-08 por presentar la condición de pavimento MUY BUENO la alternativa de intervención es realizar mantenimiento preventivo, En la UM-09 por presentar la condición de pavimento MUY BUENO la alternativa de intervención es realizar mantenimiento preventivo y, En la UM-10 por presentar la condición de pavimento MUY BUENO la alternativa de intervención es realizar mantenimiento preventivo.

En la tabla 38 se presenta un resumen total de metrados por cada tipo de daño según la severidad identificada en cada unidad de muestra.

**Tabla 38:** *Resumen de metrados de fallas según severidad.*

<b>RESUMEN DE METRADO DE FALLAS SEGÚN SEVERIDAD</b>				
<b>Nº</b>	<b>Tipo de Falla</b>	<b>SEVERIDAD</b>		
		<b>BAJO (L)</b>	<b>MEDIO (M)</b>	<b>ALTO (H)</b>
1	Piel de cocodrilo	4.29		
2	Exudación			
3	Agrietamiento en bloque			
4	Abultamiento y hundimiento	26.21		13.33
5	Corrugación	6.08		
6	Depresión	9.96		
7	Grieta de borde			
8	Grieta de reflexión de junta			
9	Desnivel carril/berma		9.20	
10	Grietas long. y transversal			
11	Parcheo	1.55		
12	Pulimento de agregados			
13	Huecos	2,00	1,00	
14	Cruce de vía férrea			
15	Ahuellamiento	43.99	32.67	8.91
16	Desplazamiento	44.26		
17	Grieta parabólica			
18	Hinchamiento	10.14		
19	Desprendimiento de Agregado	329.44	44.26	107.8

**Fuente:** Elaboración propia

A continuación, presentamos la tabla 39 mostrando cada tipo de falla según la severidad identificada en cada unidad de muestra en porcentajes, de esta manera cuantificar el porcentaje de afectación en cada tipo de falla según cada unidad de muestra.

**Tabla 39:** Resumen de metrado de fallas según severidad en porcentajes.

<b>RESUMEN DE METRADO DE FALLAS SEGÚN SEVERIDAD</b>					
<b>Nº</b>	<b>Tipo de Falla</b>	<b>(%) SEVERIDAD</b>			<b>PARCIAL</b>
		<b>BAJO (L)</b>	<b>MEDIO (M)</b>	<b>ALTO (H)</b>	
1	Piel de cocodrilo	0.62%			<b>0.62%</b>
2	Exudación				
3	Agrietamiento en bloque				
4	Abultamiento y hundimiento	3.77%		1.92%	<b>5.69%</b>
5	Corrugación	0.87%			<b>0.87%</b>
6	Depresión	1.43%			<b>1.43%</b>
7	Grieta de borde				
8	Grieta de reflexión de junta				
9	Desnivel carril/berma	1.32%			<b>1.32%</b>
10	Grietas long. y transversal				
11	Parcheo	0.22%			<b>0.22%</b>
12	Pulimento de agregados				
13	Huecos	0.29%	0.14%		<b>0.43%</b>
14	Cruce de vía férrea				
15	Ahuellamiento	6.33%	4.7%	1.28%	<b>12.31%</b>
16	Desplazamiento	6.37%			<b>6.37%</b>
17	Grieta parabólica				
18	Hinchamiento	1.46%			<b>1.46%</b>
19	Desprendimiento de Agregado	47.39%	6.37%	15.52%	<b>69.28%</b>
				<b>TOTAL:</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Elaboración propia

## V. DISCUSIÓN

En correspondencia a los objetivos de esta investigación que fue determinar los tipos de patologías que se encuentran en la carpeta asfáltica, determinar la severidad de daños encontrados a nivel superficial del pavimento flexible y determinar el rango de calificación según metodología (PCI) del tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021. A continuación, en la tabla 40 se presentan las patologías encontradas en las 10 unidades de muestras de esta investigación en comparación con los resultados obtenidos de la evaluación de fallas de autores considerados para este estudio en antecedentes nacionales.

**Tabla 40:** Comparación de diferentes tipos de fallas en pavimentos asfálticos.

TIPOS DE FALLAS EN PAVIMENTOS ASFALTICOS				
Tipo	Lázaro (2021)	Cuadros (2020)	Pariachi y Cerdán (2020)	Papa y Sánchez (2019)
Piel de cocodrilo	X	X		X
Exudación				X
Agrietamiento en bloque		X	X	
Abultamiento y hundimiento	X	X	X	X
Corrugación	X		X	
Depresión	X	X		X
Grieta de borde		X		X
Grieta de reflexión de junta				
Desnivel carril/berma	X		X	X
Grietas long. y transversal		X	X	X
Parcheo	X	X	X	X
Pulimento de agregados				X
Huecos	X	X	X	X
Cruce de vía férrea				X
Ahuellamiento	X			X
Desplazamiento	X			X
Grieta parabólica			X	
Hinchamiento	X			
Desprendimiento de Agregado	X	X	X	X

**Fuente:** Elaboración propia

De la tabla 40 se puede interpretar que las fallas más comunes entre los 4 autores son abultamiento y hundimiento, parcheo, Huecos y desprendimiento de agregado.

Según los cálculos realizados, después de determinar el índice de condición de las 10 unidades de muestra de la carretera Marcará – Centro Poblado de Vicos del tramo de baños termales Chancos hasta desvió Ullmay km. 3+300 hasta el km. 4+500, se determinó el promedio del índice de condición del pavimento según la metodología (PCI) y el estado de conservación de la vía, de esta manera obteniendo como resultado un PCI promedio de 67.59 que representa un rango de calificación o estado de conservación BUENO de la vía. La patología más relevante es el desprendimiento de agregado presentando mayor incidencia según severidad, por ello en la UM-06 se obtuvo un PCI 6.18 que representa un rango de calificación o estado de conservación FALLADO, de esta manera la actividad de intervención necesaria es la reconstrucción de la carpeta asfáltica o según sea necesario un nuevo diseño estructural del pavimento. Las demás unidades de muestra necesitan de mantenimientos preventivos y limpieza de cunetas para la conservación de la vía.

Según Cuadros (2020), después de determinar el índice de condición de las 60 unidades de muestra en la vía Libertadores del km. 318 al km. 330 determinó el promedio del índice de condición según el método (PCI) y el estado de conservación de la vía, de esta manera obteniendo como resultado un PCI promedio de 41.93 que representa un rango de calificación o estado de conservación REGULAR de la vía. La patología más relevante es el parcheo presentando en mayor incidencia según severidad. Acorde a los resultados obtenidos planteó que se requiere de una rehabilitación más no de mantenimientos preventivos por la ineficiencia de la plataforma.

Según Pariachi y Cerdán (2020), después de determinar el PCI de las 11 unidades de muestra en la carpeta asfáltica del Jr. Lima – Huancayo, determinó el promedio del índice de condición según el método (PCI) y el estado de conservación de la vía, de esta manera obteniendo como resultado un PCI promedio de 66.24 que representa un rango de calificación o estado de conservación BUENO de la vía. Del total de las fallas en 75% las patologías más relevantes son huecos, parcheo y grietas longitudinales y transversales.

Acorde a los resultados obtenidos destacó que ninguna unidad de muestreo se encuentra en situación de conservación Malo o Fallado, por lo que recomienda realizar un mantenimiento de conservación para mantener el estado de funcionamiento de la vía.

Según Papa y Sánchez (2019), después de calcular el PCI de las 32 unidades de muestra del barrio de Chua Bajo – puente Cochac, Huaraz, Ancash, determinó el promedio del índice de condición según el método (PCI) y el estado de conservación de la vía, de esta manera obteniendo como resultado un PCI promedio de 75 que representa un rango de calificación o estado de conservación BUENO de la vía. Del total de las fallas interpreta que con un porcentaje de 42% de pavimento está en BUEN estado, un porcentaje del 18% del pavimento en estado MUY BUENO, porcentaje de 20% del pavimento en estado REGULAR y el porcentaje de 10% de pavimento en estado MALO.

A continuación, en la tabla 28 se visualiza un resumen del PCI promedio y el rango de calificación según su estado de la vía. Según la autoría de cada investigador.

**Tabla 41:** Resumen del PCI promedio y rango de calificación.

Investigador	PCI PROM.	CALIFICACIÓN
Lázaro (2021)	67.59	BUENO
Cuadros (2020)	41.93	REGULAR
Pariachi y Cerdán (2020)	66.24	BUENO
Papa y Sánchez (2019)	75.00	BUENO

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se presentan las alternativas de intervención que proponen cada autor para la conservación de la vía según rango de calificación.

**Tabla 42:** Alternativas de intervención según cada autor.

Investigador	PCI PROM.	CALIFICACIÓN	ALTERNATIVA DE INTERVENCIÓN
Lázaro (2021)	67.59	BUENO	MANTENIMIENTO
Cuadros (2020)	41.93	REGULAR	REHABILITACIÓN
Pariachi y Cerdán (2020)	66.24	BUENO	MANTENIMIENTO
Papa y Sánchez (2019)	75.00	BUENO	MANTENIMIENTO

Fuente: Elaboración propia

De todas las patologías identificadas en esta investigación, el desprendimiento de agregados es quien presenta mayor incidencia en cada unidad de muestreo, por lo cual se deduce que el pavimento flexible al no tener una antigüedad mayor de 2 años tiene mala calidad de construcción, deficiencias constructivas o no se respetó el diseño de mezcla y dosificación de los materiales empleados en el proceso de construcción. El desprendimiento de agregado es producido cuando la mezcla es de mala dosificación, por la pérdida del ligante asfáltico o bien el ligante se encuentra endurecido de forma considerable. Por ello es necesario tener un plan de mantenimiento rutinario para prevenir un deterioro temprano del pavimento flexible.

La fortaleza de utilizar esta metodología de Pavement Condition Index (PCI) es poder identificar las diferentes patologías del pavimento de manera sencillo y rápido, a través de la identificación visual en el campo. Por otro lado, la debilidad del uso de este método es no poder identificar o calcular la resistencia de la capa de rodadura, rugosidad o capacidad portante y necesariamente acudir a otros métodos para el cálculo de resistencia de la capa de rodadura, rugosidad y capacidad portante.

## VI. CONCLUSIONES

1. Respecto al objetivo general se tiene que empleando la metodología de Pavement Condition Index (PCI) se determinó la condición superficial del pavimento flexible de la carretera Marcará – Centro Poblado de Vicos del tramo de Baños Termales Chancos hasta el desvío Ullmay, con el cual se planteó alternativas de intervención para evitar deterioro temprano de la vía.
2. Respecto al objetivo específico 01, según las patologías encontradas en la carretera Marcará – Centro Poblado de Vicos, de las 10 unidades de muestras se concluye que el desprendimiento de agregado es el más predominante afectando en 47.39% de severidad bajo, 6.37% de severidad medio y 15.52% de severidad alto haciendo un parcial de 69.28% de afectación por desprendimiento de agregado. También el ahuellamiento presenta 6.33% de severidad bajo, 4.70% de severidad medio y 1.28% de severidad alto haciendo un parcial de 12.31% de afectación por ahuellamiento. A diferencia de las demás patologías que presentan menores porcentajes de afectación en la vía, se detalla a continuación. El desplazamiento presenta 6.37% de afectación, abultamiento y hundimiento presenta 5.69% de afectación, hinchamiento presenta 1.46% de afectación, depresión presenta 1.43% de afectación, desnivel carril/berma presenta 1.32% de afectación, corrugación presenta 0.87% de afectación, piel de cocodrilo presenta 0.62% de afectación, huecos presenta 0.43% de afectación y por último tenemos al parcheo que presenta 0.22% de afectación.
3. Respecto al objetivo específico 02, se tiene que en las UM-02, UM-03, UM-05 y UM-06 hay presencia de fallas con nivel de severidad alto.
4. Respecto al objetivo específico 03, se concluye que la carretera Marcará al desvío Ullmay del Centro Poblado de Vicos se encuentra en buen estado de acuerdo a la tabla 23, donde se obtuvo como resultado PCI promedio de 67.59 el cual posiciona en un rango de calificación BUENO.
5. Respecto al objetivo específico 04, se plantean actividades de intervención según cual se indica en la tabla N°24.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda realizar una limpieza general de las cunetas en toda la longitud del pavimento, a la vez realizar trabajos de mantenimiento preventivo del pavimento ya que presenta diferentes patologías que deterioran la carpeta asfáltica.
2. Se recomienda realizar una evaluación estructural de manera experimental, así determinar la capacidad estructural de la carpeta de rodadura complementando con el estudio y análisis visual realizado empleando la metodología de Pavement Condition Index.
3. Se recomienda tener en cuenta los resultados obtenidos en este proyecto de investigación en futuras investigaciones.
4. Se recomienda que en la unidad de muestra 03 y la unidad de muestra 06 se realice una intervención inmediata realizando la reconstrucción de la carpeta asfáltica a fin de evitar el avance de su deterioro, según las patologías de afectación encontradas en cada uno de los tramos.
5. Se recomienda realizar el conteo de vehículos que transitan en la actualidad, a fin de evaluar para un diseño estructural en el futuro.
6. Se recomienda realizar nuevamente un estudio del pavimento flexible de la carretera Marcará al Centro Poblado de Vicos a fin de actualizar e ir analizando la condición actual del pavimento.
7. Se recomienda realizar un buen plan de conservación vial para obras viales.

## REFERENCIAS

- Alarcón, K. (2018). *Evaluación del estado superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) y su influencia en el confort de servicio del circuito de la explanada de Sacsayhuamán – Cusco*. Perú: Universidad Andina del Cusco.
- Alexis Andrade, Gabriela Castillo, Cristian Chacater, (2021). *Efectos de la variabilidad de los datos iniciales en el índice de condición del pavimento y predicción de su deterioro*. Vol. 4, asunto 1, págs.102-114. Universidad Nacional de Chimborazo.  
ISSN: 2631-2654
- (Andrade & Tejeda, 2015). *Diseño de refuerzos en pavimentos flexibles adaptando la Norma SATCC a las condiciones de Angola*. Artículo. asunto 202, págs.51-61. 11p.  
ISSN: 0212-6389
- ASTM. (2007). *AMERICAN SECTION OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR TESTING MATERIALS – Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index ASTM – INTERNATIONAL: D6433 – 03. – 2007*. West Conshohocken – EE.UU.
- Bonett, Gabriel. *Guía de procesos constructivos de una vía en pavimento flexible*. Bogotá: 2014.
- Campos Diaz, M. (2017). *Evaluación del estado del pavimento flexible según el índice de condición de pavimento (PCI), de la carretera CP. Huambocancha Baja – CP. El Batán provincia de Cajamarca – 2015*. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Carahuajulca, A. (2016). *Lima, la ciudad de los huecos y baches*. Lima – Perú: Diario El Correo.
- Chura Zea, F. A. (2014). *Mejoramiento de la infraestructura vial a nivel de pavimento flexible de la avenida Simón Bolívar de la ciudad de Arapa–provincia de Azángaro–Puno*.

- Delbono, H. L., & Rebollo, O. R. (2017). *Ahuellamiento en pavimentos asfálticos utilizando geosintéticos*.
- Díaz Cárdenas, J. M. (2014). *Evaluación de la metodología PCI como herramienta para la toma de decisiones en las intervenciones a realizar en los pavimentos flexibles*.
- Escobar, L. M. M., VASQUEZ, L. C. G., & GAVIRIA, J. M. (2012). *Diseño de pavimento flexible y rígido*. Armenia: Universidad del Quindío.
- Gaertner, M., De Melo, J., Villena, J., (2019). *Los efectos de la forma de la onda de carga en la estimación de la vida a la fatiga de la capa asfáltica en la estructura del pavimento*. Revista ingeniería de Construcción Vol. 34, págs.136-145.  
ISSN: 07162952
- Gómez Vallejos, S. J. (2014). *Diseño estructural del pavimento flexible para el anillo vial del Óvalo Grau-Trujillo-La Libertad*.
- Guevara, C., Urcia, E. (2020). *Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la Av. César Vallejo – Trujillo, entre las cuadras 04 al 15, mediante el método del índice de condición del pavimento*. Trujillo – Perú: Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO).
- Hernández Mejía, W. A. (2014). *Índice de condición de pavimento de la carretera Jancos – San Miguel de Pallanques, Cajamarca*. Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Herrera Montes, J. S. (2021). *Comparación de la condición superficial de pavimento según el manual de conservación vial y el índice de condición de pavimento*. Huancayo – Perú: Universidad Peruana los Andes.
- Jolly, S. S., Cairns, J. A., Yusuf, S., Meeks, B., Pogue, J., Rokoss, M. J., ... & Džavík, V. (2015). *Randomized trial of primary PCI with or without routine manual thrombectomy*. *New England Journal of Medicine*, 372(15), 1389-1398.
- Kari Benites, M., & Olortegui Herera, J. R. (2019). *Propuesta de diseño de pavimento flexible reforzado con Geomalla en la interfaz subrasante-subbase utilizando la metodología Giroud–Han, para mejorar el tramo de la carretera (vía)*.

- Khan, Ali. (2017). *Failures in flexible pavements and remedial Measures*. Vol. 4. India: 2017.  
ISBN. 23486848
- Leguía, P., Pacheco, H. (2016). *Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho – Huaura – Lima)*. Universidad de San Martín de Porres.
- Lizcano, F. R., & Quintana, H. R. (2015). *Pavimentos: materiales, construcción y diseño*. ECOE ediciones.
- Lope Cruz, S. R. (2018). *Evaluación superficial del pavimento flexible por método Índice de condición del pavimento, Avenida El Sol-Villa María del Triunfo, 2018*.
- López Caiza, D. R. (2017). *Mejoramiento de la carpeta asfáltica a base de escoria siderúrgica para pavimentos flexibles (mezcla asfáltica)* (Bachelor's thesis).
- Mallma Jiménez, J. L. (2018). *Evaluación de la Carpeta Asfáltica del Pavimento Flexible Aplicando el Método Índice de Condición del Pavimento*. Huancayo – Perú: Universidad Peruana los Andes.
- Martín, D., Gómez, C. (2020). *Diagnóstico visual para la estructura del pavimento flexible de la vía (camino ganadero) calle 21 sur entre la carrera 22 y la intersección de la avenida los Maracos que comunica la zona sur de Villavicencio*. Villavicencio – Colombia: Universidad Santo Tomás.
- (Martínez Oscar, jul/ago17). *Modelización micromecánica de mezclas bituminosas para el diseño de pavimentos flexibles*. Artículo, Vol. 4 asunto 214, págs.21-34. 13p.
- (Massenlli & de Paiva, 2019). *Influencia de la deflexión superficial en pavimentos flexibles con subrasantes de baja resistencia*. INGENIARE – Revista Chilena de Ingeniería. Vol. 27, asunto 4, págs.613-624. 12p.  
ISSN: 0718-3291
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. *Manual de carreteras, geología, geotecnia y pavimentos*: Lima – Perú: 2013.

Montejo, Alfonso. (2002). *Pavimentos, constitución y conceptos generales*. Revista *ingeniería de pavimentos para carreteras*, (2): págs. 18-36.

ISBN: 9589603629

Montejo Fonseca, A. (1998). *Ingeniería de pavimentos para carreteras*.

Mozo, B., Quispe, A. (2019). *Evaluación superficial de la condición y serviciabilidad del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) y ROADROID en el circuito humedal Lucre - Huacarpay*. Cusco – Perú: Universidad Andina del Cusco.

Orduz Duarte & Pineda Jaimes. *Simulación del desempeño de un Pavimento Reforzado con Geoceldas, emplazado sobre una Subrasante Discontinua*. Congreso Internacional de Innovación y Tendencias en Ingeniería, CONIITI 2017 – Actas de congreso 2018, págs.1-6.

Pariachi, N., Cerdán, J. (2020). *Evaluación de fallas superficiales en pavimento flexible mediante el método PCI*. Lima – Perú: Universidad Peruana Unión.

Reyes Aguilar, D. (2018). *Evaluación superficial del pavimento flexible empleando el método del índice de condición del pavimento en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018*. Lima – Perú: Universidad César Vallejo.

Ríos Cotazo, Norma; Bacca Cortés, Bladimir; Caicedo Bravo, Eduardo; Orobio Quiñónez, Armando. (2020). *Revisión de métodos para la clasificación de fallas superficiales en pavimentos flexibles*. Ciencia e Ingeniería Neogranadina. Vol. 30, asunto 2, págs.109-127. 19p.

ISSN: 0124-8170

Rojas, D., Espinosa, A. (2020). *Diagnóstico del estado superficial del pavimento flexible y las obras de drenaje de la antigua vía Villavicencio – Restrepo (65MTE)*. Villavicencio – Colombia: Universidad Santo Tomás.

Salazar Jorge, Pacheco Juan, Jiménez María, (2014). *Determinación de la resistencia a la tracción del asfalto (BBS) y trabajo de adhesión (WaLS) de los ligantes asfálticos, mediante determinaciones de ángulo de contacto*, Costa Rica. Revista de Investigación de la Universidad Costa Rica, Vol.4: págs.17-23.

ISSN: 2215-4558

- Shah, Y. U., Jain, S. S., Tiwari, D., & Jain, M. K. (2013). *Development of overall pavement condition index for urban road network. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 104*, 332-341.
- Singh, S. (2021). *ANALYSIS AND EVALUATION OF FLEXIBLE PAVEMENT DEFECTS – Indian Journal of Scientific Research. Department of Civil Engineering. Lovely Professional University, Phagwara, India.*
- Sivapriya & Ganesh, (2019). *Functional and cost-benefits of geosynthetics as subgrade reinforcement in the design of flexible pavement. Revista Facultad de Ingeniería – UPTC. Vol. 28, págs.39-49. 11p.*
- Thenoux Z., Gaete P. (1995). *Ingeniería en construcción: Evaluación técnica del pavimento y comparación de métodos de diseño de capas de refuerzo asfáltico. Santiago, CL. Pontificia Universidad Católica de Chile. págs. 56-72 (Revista N°14).*
- Vásquez, B. M. (2014). *Análisis comparativo entre un pavimento rígido y un pavimento flexible para la ruta s/r: Santa Elvira–El Arenal, en la comuna de Valdivia. Valdivia-Chile: Universidad Austral de Chile.*
- Vásquez, L. (2002). *Pavement Condition Index (PCI) para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en carreteras. Universidad Nacional de Colombia.*
- Zumrawi, Magdi. (2015). *Survey and Evaluation of flexible Pavement. Vol. 4, págs. 6.*  
ISBN. 23197064

# **ANEXOS**

**ANEXO 01: Operacionalización de Variables**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDIDA
Evaluación de las Patologías del Pavimento Flexible	El pavimento flexible está compuesto por una carpeta asfáltica el cual constituye una mezcla de agregados con material bituminoso obtenido del asfalto o petróleo. Esto va sobre la subrasante previamente bien compactado, todo ello en función del diseño estructural.	Se realizará una evaluación en función a las patologías existentes de la carpeta asfáltica por la metodología de Pavement Condition Index (PCI)	Daños Físicos	Ahuellamiento (m2)	Razón
				Desplazamientos (m2)	
				Corrugación (m2)	
				Desnivel de Carril – Baches (m)	
				Abultamiento y hundimiento (m2)	
				Hinchamiento (m2)	
				Parcheo (m2)	
				Huecos (m2)	
				Piel de cocodrilo (m2)	
				Grieta de borde (m)	
				Grieta de reflexión de junta (m)	
				Grieta long. y transversal (m)	
				Grieta parabólica (m2)	
				Agrietamiento en bloque (m2)	
				Exudación (m2)	
Desprendimiento de agregado (m2)					
Pulimento de agregado (m2)					
Depresión (m2)					

**Fuente:** Elaboración propia

## ANEXO 02: Matriz de consistencia

Evaluación del índice de condición superficial del pavimento flexible y alternativas de intervención en el tramo Marcará - Desvío Ullmay del C.P.					
Problema General	Objetivo General	Variables	Dimensiones	Indicador	Metodología
¿Cuáles son las Patologías del pavimento flexible del tramo Marcará hasta desvió Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021?	determinar el índice de condición superficial del pavimento flexible del tramo Marcará hasta desvió Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021.	Independiente: Pavement Condition Index (PCI)	Tipos de fallas	Piel de cocodrilo	Diseño de Investigación no experimental
				Exudación	
				Agrietamiento en bloque	
				Abultamiento y hundimiento	
				Corrugación	Nivel de Investigación Aplicativo - Descriptivo
				Depresión	
				Grieta de borde	
				Grieta de reflexión de junta	
				Desnivel carril/berma	Población: Carretera Marcará hasta desvío Ullmay
				Grietas long. y transversal	
				Parcheo	
				Pulimento de agregados	
				Huecos	Muestra: Carretera Marcará hasta desvío Ullmay 4.5 km (km 0+00 - 4+500)
				Cruce de vía férrea	
Ahuellamiento					
Desplazamiento					
Grieta parabólica	Técnicas: Evaluación superficial, Recolección de datos, Análisis de datos, Interpretación de resultados				
Hinchamiento					
Desprendimiento de Agreg.					
			Severidad	Bajo	
				Medio	
				Alto	
			Condición del Pavimento	Escala de clasificación	
			Mantenimiento, Rehabilitación y Reconstrucción.	Sello superficial	Instrumentos: Guía de Inspección visual, Fichas de recolección de datos, Word, Excel para análisis de datos
				Fresado	
				Sobrecarpeta	
				Parcheo parcial o en toda la profundidad	
				Reconstrucción	
				Sustitución de parche	
			Reciclado		
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>				
¿Cuáles son las fallas que presenta el pavimento flexible del tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021? ¿Cuál es el estado actual del pavimento flexible del tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021?, ¿Determinación del nivel de severidad de los daños del pavimento flexible del tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021?, ¿Cuál es la alternativa de solución para un buen plan de mantenimiento del pavimento flexible del tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021?.	1. Determinar los tipos de patologías que se encuentran en el pavimento flexible del tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021, 2. Determinar el nivel de severidad de daños encontrados a nivel superficial del pavimento flexible del tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021, 3. Determinar el rango de calificación según Pavement Condition Index (PCI) con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento flexible del tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021, 4. Planteamiento de alternativas de solución y un plan de mantenimiento vial mediante la evaluación PCI para mejorar la condición superficial del pavimento flexible del tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021.	Dependiente: Alternativas de intervención			

**Fuente:** Elaboración propia



**ANEXO 04: Patrón de evaluación por cada clase de falla.**

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>				<b>EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS METODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX) PATRÓN DE EVALUACIÓN POR CADA CLASE DE FALLA</b>			
Nº	TRANSITABILIDAD	SÍMBOLO	UNIDAD	CARACTERÍSTICAS	SEVERIDAD		
					L Low (Baja)	M Medium (Medio)	H High (Alta)
0	Calidad del Tránsito	TRA		Incomodidad de usuarios	Ninguna	Moderada	Alta
				Reducción de velocidad	Nula	Regular	Considerable
				Rebotes y Vibraciones	Ligera	Significativo	Excesivo
Nº	CLASE DE FALLA	SÍMBOLO	UNIDAD	CARACTERÍSTICAS	SEVERIDAD		
					L Low (Baja)	M Medium (Medio)	H High (Alta)
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	Severidad de grietas	s < 10mm	10mm < s < 30mm	s > 30mm
				Interconexión	Baja	Definida	Bien definida
				Descascaramientos	NP (no presenta)	Ligero	Bien definido
				Desprendimientos	NP (no presenta)	NP (no presenta)	Bien definido
2	Exudación	EX	m2	Grado de exudación	Ligero	Medio	Intenso
				El asfalto se pega a las ruedas de vehículos y zapatos	Pocos días al año	Pocas semanas al año	Varias semanas al año
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2	Severidad de grietas que definen los bloques	s < 10mm	10mm < s < 76mm	s > 76mm
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2	Severidad del tránsito	baja	media	alta
5	Corrugación	COR	m2	Severidad del tránsito	baja	media	alta
6	Depresión	DEP	m2	Severidad del tránsito	13mm < h < 25mm	25mm < h < 51mm	h > 51mm
7	Grieta de Borde	GB	m	Fragmentación o desprendimientos	NP (no presenta)	Poco Definido	Bien definido
				Severidad	s < 10mm	10mm < s < 76mm	s > 76mm
				Agrietamiento	bajo	medio	severo
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	m	Grieta sin relleno	s < 10mm	10mm < s < 76mm	s > 76mm
				Grieta con relleno			
9	Desnivel Carril Berma	DN	m	Elevación entre el borde del pavimento y la berma	25mm < h < 51mm	51mm < h < 102mm	h > 102mm
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m	Severidad de las grietas	s < 10mm	10mm < s < 76mm rodeado o no por grietas aleatorias	s > 76mm rodeado o no por grietas aleatorias de severidad M o H
11	Parcheo	PA	m2	Condición del parche	Buen estado	Moderadamente deteriorado	Muy deteriorado
				Severidad del tránsito	baja	media	alta
12	Pulimiento de Agregados	PU	m2	Grado de pulimiento deberá ser significativo para ser considerado como defecto.	ND (no definido)	ND (no definido)	ND (no definido)
13	Huecos	HUE	unid	Huecos con diametro menor a 762mm (d < 762mm)	102mm < d < 203mm h < 25.4mm	102mm < d < 203mm h > 50.8mm	203mm < d < 457mm h > 50.8mm
					102mm < d < 203mm 25.4mm < h < 50.8mm	203mm < d < 457mm 25.4mm < h < 50.8mm	457mm < d < 762mm 25.4mm < h < 50.8mm
					203mm < d < 457mm h < 25.4mm	457mm < d < 762mm h < 25.4mm	457mm < d < 762mm h > 50.8mm
				Huecos con diametro mayor a 762mm (d > 762mm) N= A/0.47	No definido	h ≤ 25mm	h ≥ 25mm
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2	Severidad del tránsito	baja	media	alta
15	Ahuellamientos	AHU	m2	Profundidad media del ahuellamiento (mm)	6mm < h < 13mm	13mm < h < 25mm	h > 25mm
16	Desplazamientos	DES	m2	Severidad del tránsito	baja	media	alta
17	Grieta Parabólica	GP	m2	Severidad de la grieta	s < 10mm	10mm < s < 38mm	s > 38mm
				Área alrededor de la grieta	Normal	Fracturada levemente	Fracturada severamente
18	Hinchamiento	HN	m2	Severidad del tránsito	baja	media	alta
19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2	Desprendimientos	bajo	regular	considerable
				Textura superficial	Normal	Moderadamente rugosa y ahuecada	Muy rugosa y severamente ahuecada
					No puede penetrarse con una moneda	Puede penetrarse con una moneda	Agregados sueltos

**Fuente:** Elaboración propia

**ANEXO 05:** Cálculos de la evaluación de patologías por cada unidad de muestra según corresponda y presentación de fotografías por cada unidad de muestreo.

Hoja de evaluación de la unidad de muestra (UM – 01).

EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS											
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS									
		MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)									
		ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
PROYECTO:	Evaluación de las Patologías del Pavimento Flexible del Tramo Marcará hasta desvió Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021										
NOMBRE DE LA VÍA:	Carretera Marcará - Centro Poblado Vicos										
UNIDAD DE MUESTRA:	UM - 01										
PROGRESIVA INICIAL (km):	3 + 300	EVALUADOR:		LAZARO TADEO JUAN CRISANTO							
PROGRESIVA FINAL (km):	3 + 348	FECHA:		24/09/2021							
ANCHO DE LA VÍA (m):	6,5										
ÁREA DE LA UNIDAD (m2):	312										
N°	Tipo de falla	Código	Unidad	N°	Tipo de falla	Cód.	Und				
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	13	Huecos	HUE	Und				
2	Exudación	EX	m2	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2				
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2				
4	Abultamiento y hundimiento	ABH	m2	16	Desplazamiento	DES	m2				
5	Corrugación	COR	m2	17	Grieta parabólica	GP	m2				
6	Depresión	DEP	m2	18	Hinchamiento	HN	m2				
7	Grieta de borde	GB	m	19	Desprendimiento de Agreg.	DAG	m2				
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m								
9	Desnivel carril/berma	DN	m								
10	Grietas long. y transversal	GLT	m								
11	Parcheo	PA	m2								
12	Pulimento de agregados	PU	m2								
				<b>Severidad</b>							
				LOW	BAJO	L					
				MEDIUM	MEDIO	M					
				HIGH	ALTO	H					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)		
COR	L	5	1,08			6,08	1,95	4,11			
DEP	L	5,22	3,94	0,8		9,96	3,19	7,05			
PA	L	0,95	0,6			1,55	0,5	1,20			
HN	L	10,14				10,14	3,25	5,98			
DAG	L	5,06	5,44	14,7	5,04	14,4	44,64	14,31	6,07		
								<b>TOTAL VD =</b>	24,40		
Número de valores deducidos > 2 (q):						4					
Valor deducido más alto (HVDi):						7,05					
Número máximo de valores deducidos (mi):						10	Valor Deducido Corregido (VDC)				
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC			
1	7,05	6,07	5,98	4,11		23,21	4	0			
2	7,05	6,07	5,98	2		21,10	3	10,77			
3	7,05	6,07	2	2		17,12	2	11,84			
4	7,05	2	2	2		13,05	1	13,05			
								<b>Máx. VDC =</b>	13,05		
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):						PCI = 100 - (Máx VDC o Total VD)					
						PCI = 86,95					
CONDICIÓN DE ESTADO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE:						EXCELENTE					

Fuente: Elaboración propia

Fotografía según tipo de falla de la unidad de muestra (UM – 01).

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS	
		MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)	
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE			
PROYECTO:	Evaluación de las Patologías del Pavimento Flexible del Tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021		
NOMBRE DE LA VÍA:	Carretera Marcará - Centro Poblado Vicos		
UNIDAD DE MUESTRA:	UM - 01		
PROGRESIVA INICIAL (km):	3 + 300	EVALUADOR:	LAZARO TADEO JUAN CRISANTO
PROGRESIVA FINAL (km):	3 + 348		
ANCHO DE LA VÍA (m):	6,5	FECHA:	
ÁREA DE LA UNIDAD (m2):	312	24/09/2021	
Tipo de falla			
Corrugación (L)		Depresión (L)	
			
Parcheo (L)		Hinchamiento (L)	
			
Desprendimiento de Agregado (L)			
			

**Fuente:** Elaboración propia

Hoja de evaluación de la unidad de muestra (UM – 02).

EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS											
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS										
	MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)										
	ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
PROYECTO:	Evaluación de las Patologías del Pavimento Flexible del Tramo Marcará hasta desvió Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021										
NOMBRE DE LA VÍA:	Carretera Marcará - Centro Poblado Vicos										
UNIDAD DE MUESTRA:	UM - 02										
PROGRESIVA INICIAL (km):	3 + 444	EVALUADOR:	LAZARO TADEO JUAN CRISANTO								
PROGRESIVA FINAL (km):	3 + 492										
ANCHO DE LA VÍA (m):	6,5	FECHA:	24/09/2021								
ÁREA DE LA UNIDAD (m2):	312										
N°	Tipo de falla	Código	Unidad	N°	Tipo de falla	Cód.	Und				
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	13	Huecos	HUE	Und				
2	Exudación	EX	m2	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2				
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2				
4	Abultamiento y hundimiento	ABH	m2	16	Desplazamiento	DES	m2				
5	Corrugación	COR	m2	17	Grieta parabólica	GP	m2				
6	Depresión	DEP	m2	18	Hinchamiento	HN	m2				
7	Grieta de borde	GB	m	19	Desprendimiento de Agreg.	DAG	m2				
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m								
9	Desnivel carril/berma	DN	m								
10	Grietas long. y transversal	GLT	m								
11	Parqueo	PA	m2								
12	Pulimento de agregados	PU	m2								
				Severidad							
				LOW	BAJO	L					
				MEDIUM	MEDIO	M					
				HIGH	ALTO	H					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)		
AHU	M	3,24	4,51	4,18			11,93	3,82	32,81		
AHU	H	1,69					1,69	0,54	21,48		
DES	L	5,18					5,18	1,66	6,65		
DAG	L	14,3	17,49	2,86	5,04		39,69	12,72	5,52		
								<b>TOTAL VD =</b>	66,46		
Número de valores deducidos > 2 (q):						4					
Valor deducido más alto (HVDi):						32,81					
Número máximo de valores deducidos (mi):						7	Valor Deducido Corregido (VDC)				
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC			
1	32,81	21,48	6,65	5,52		66,46	4	36,876			
2	32,81	21,48	6,65	2		62,94	3	39,911			
3	32,81	21,48	2	2		58,29	2	42,803			
4	32,81	2	2	2		38,81	1	38,81			
								<b>Máx. VDC =</b>	42,80		
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):						PCI = 100 - (Máx VDC o Total VD)					
						PCI = 57,20					
CONDICIÓN DE ESTADO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE:						BUENO					

**Fuente:** Elaboración propia

Fotografía según tipo de falla de la unidad de muestra (UM – 02).

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS	
		MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)	
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE			
PROYECTO:	Evaluación de las Patologías del Pavimento Flexible del Tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021		
NOMBRE DE LA VÍA:	Carretera Marcará - Centro Poblado Vicos		
UNIDAD DE MUESTRA:	UM - 02		
PROGRESIVA INICIAL (km):	3 + 444	EVALUADOR:	LAZARO TADEO JUAN CRISANTO
PROGRESIVA FINAL (km):	3 + 492		
ANCHO DE LA VÍA (m):	6,5		
ÁREA DE LA UNIDAD (m2):	312	FECHA:	24/09/2021
Tipo de falla			
Ahuellamiento (M)		Ahuellamiento (H)	
Desplazamiento (L)		Desprendimiento de Agregado (L)	
Ahuellamiento (M) con h=19mm		Ahuellamiento (H) con h=27mm	

Fuente: Elaboración propia

Hoja de evaluación de la unidad de muestra (UM – 03).

EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS											
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS									
		MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)									
		ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
PROYECTO:	Evaluación de las Patologías del Pavimento Flexible del Tramo Marcará hasta desvió Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021										
NOMBRE DE LA VÍA:	Carretera Marcará - Centro Poblado Vicos										
UNIDAD DE MUESTRA:	UM - 03										
PROGRESIVA INICIAL (km):	3 + 588	EVALUADOR:	LAZARO TADEO JUAN CRISANTO								
PROGRESIVA FINAL (km):	3 + 636										
ANCHO DE LA VÍA (m):	6,5	FECHA:	24/09/2021								
ÁREA DE LA UNIDAD (m2):	312										
N°	Tipo de falla	Código	Unidad	N°	Tipo de falla	Cód.	Und				
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	13	Huecos	HUE	Und				
2	Exudación	EX	m2	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2				
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2				
4	Abultamiento y hundimiento	ABH	m2	16	Desplazamiento	DES	m2				
5	Corrugación	COR	m2	17	Grieta parabólica	GP	m2				
6	Depresión	DEP	m2	18	Hinchamiento	HN	m2				
7	Grieta de borde	GB	m	19	Desprendimiento de Agreg.	DAG	m2				
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m								
9	Desnivel carril/berma	DN	m							Severidad	
10	Grietas long. y transversal	GLT	m	LOW		BAJO	L				
11	Parcheo	PA	m2	MEDIUM		MEDIO	M				
12	Pulimento de agregados	PU	m2	HIGH		ALTO	H				
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)		
PC	H	4,29				4,29	1,38	33,76			
ABH	L	6,38	2,76	0,75	0,76	10,65	3,41	8,49			
AHU	L	2,73	5,89			8,62	2,76	16,36			
DAG	L	7,88	2,31			10,19	3,27	2,78			
							<b>TOTAL VD =</b>		61,39		
Número de valores deducidos > 2 (q):						4					
Valor deducido más alto (HVDi):						33,76					
Número máximo de valores deducidos (mi):						7	Valor Deducido Corregido (VDC)				
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC			
1	33,76	16,36	8,49	2,78		61,39	4	33,83			
2	33,76	16,36	8,49	2		60,61	3	38,40			
3	33,76	16,36	2	2		54,12	2	39,88			
4	33,76	2	2	2		39,76	1	39,76			
							<b>Máx. VDC =</b>		39,88		
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):					PCI = 100 - (Máx VDC o Total VD)						
					PCI = 60,12						
CONDICIÓN DE ESTADO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE:					BUENO						

**Fuente:** Elaboración propia

Fotografía según tipo de falla de la unidad de muestra (UM – 03).

FOTOGRAFÍAS SEGÚN TIPO DE FALLA

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS	
		MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)	
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE			
PROYECTO:	Evaluación de las Patologías del Pavimento Flexible del Tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021		
NOMBRE DE LA VÍA:	Carretera Marcará - Centro Poblado Vicos		
UNIDAD DE MUESTRA:	UM - 03		
PROGRESIVA INICIAL (km):	3 + 588	EVALUADOR:	LAZARO TADEO JUAN CRISANTO
PROGRESIVA FINAL (km):	3 + 636		
ANCHO DE LA VÍA (m):	6,5		
ÁREA DE LA UNIDAD (m2):	312	FECHA:	24/09/2021
Tipo de falla			
Piel de cocodrilo (H)		Abultamiento y hundimiento (L)	
			
Ahuellamiento (L)		Desprendimiento de Agregado (L)	
			
Medición de la falla piel de cocodrilo		Identificación de la falla abultamiento y hundimiento	
			

Fuente: Elaboración propia

Hoja de evaluación de la unidad de muestra (UM – 04).

EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS												
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS										
		MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)										
		ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
PROYECTO:	Evaluación de las Patologías del Pavimento Flexible del Tramo Marcará hasta desvió Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021											
NOMBRE DE LA VÍA:	Carretera Marcará - Centro Poblado Vicos											
UNIDAD DE MUESTRA:	UM - 04											
PROGRESIVA INICIAL (km):	3 + 732	EVALUADOR:	LAZARO TADEO JUAN CRISANTO									
PROGRESIVA FINAL (km):	3 + 780											
ANCHO DE LA VÍA (m):	6,5	FECHA:	24/09/2021									
ÁREA DE LA UNIDAD (m2):	312											
N°	Tipo de falla	Código	Unidad	N°	Tipo de falla	Cód.	Und					
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	13	Huecos	HUE	Und					
2	Exudación	EX	m2	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2					
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2					
4	Abultamiento y hundimiento	ABH	m2	16	Desplazamiento	DES	m2					
5	Corrugación	COR	m2	17	Grieta parabólica	GP	m2					
6	Depresión	DEP	m2	18	Hinchamiento	HN	m2					
7	Grieta de borde	GB	m	19	Desprendimiento de Agreg.	DAG	m2					
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m								Severidad	
9	Desnivel carril/berma	DN	m	LOW		BAJO	L					
10	Grietas long. y transversal	GLT	m	MEDIUM		MEDIO	M					
11	Parcheo	PA	m2	HIGH		ALTO	H					
12	Pulimento de agregados	PU	m2									
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)			
ABH	L	5,00	0,56				5,56	1,78	6,16			
AHU	L	4,23					4,23	1,36	10,10			
DES	L	3,8					3,8	1,22	5,28			
DAG	L	11,76	8,19	7,67	22,41		50,03	16,04	6,65			
							<b>TOTAL VD =</b>		28,19			
Número de valores deducidos > 2 (q):						4						
Valor deducido más alto (HVDi):						10,10						
Número máximo de valores deducidos (mi):						9	Valor Deducido Corregido (VDC)					
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC				
1	10,10	6,65	6,16	5,28		28,19	4	10,55				
2	10,10	6,65	6,16	2		24,91	3	13,44				
3	10,10	6,65	2	2		20,75	2	14,60				
4	10,10	2	2	2		16,10	1	16,10				
							<b>Máx. VDC =</b>		16,10			
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):						PCI = 100 - (Máx VDC o Total VD)						
						PCI = 83,90						
CONDICIÓN DE ESTADO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE:						MUY BUENO						

**Fuente:** Elaboración propia

Fotografía según tipo de falla de la unidad de muestra (UM – 04).

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		FOTOGRAFÍAS SEGÚN TIPO DE FALLA	
		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS	
		MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)	
		ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE	
PROYECTO:	Evaluación de las Patologías del Pavimento Flexible del Tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021		
NOMBRE DE LA VÍA:	Carretera Marcará - Centro Poblado Vicos		
UNIDAD DE MUESTRA:	UM - 04		
PROGRESIVA INICIAL (km):	3 + 732	EVALUADOR:	LAZARO TADEO JUAN CRISANTO
PROGRESIVA FINAL (km):	3 + 780		
ANCHO DE LA VÍA (m):	6,5	FECHA:	24/09/2021
ÁREA DE LA UNIDAD (m2):	312		
Tipo de falla			
Abultamiento y hundimiento (L)		Ahuellamiento (L)	
			
Desplazamiento (L)		Desprendimiento de Agregado (L)	
			
Medición de la falla por abultamiento y hundimiento		Medición de la falla por desprendimiento de agregado	
			

Fuente: Elaboración propia



Fotografía según tipo de falla de la unidad de muestra (UM – 05).

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		FOTOGRAFÍAS SEGÚN TIPO DE FALLA	
		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS	
		MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)	
		ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE	
PROYECTO:	Evaluación de las Patologías del Pavimento Flexible del Tramo Marcará hasta desvió Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021		
NOMBRE DE LA VÍA:	Carretera Marcará - Centro Poblado Vicos		
UNIDAD DE MUESTRA:	UM - 05		
PROGRESIVA INICIAL (km):	3 + 876	EVALUADOR:	LAZARO TADEO JUAN CRISANTO
PROGRESIVA FINAL (km):	3 + 924		
ANCHO DE LA VÍA (m):	6,5		
ÁREA DE LA UNIDAD (m2):	312	FECHA:	24/09/2021
Tipo de falla			
Ahuellamiento (L)		Ahuellamiento (M)	
			
Desplazamiento (L)		Desprendimiento de Agregado (L)	
			
Medición de la falla ahuellamiento (M) h=21mm		Desprendimiento de agregado por caída de talud	
			

**Fuente:** Elaboración propia

Hoja de evaluación de la unidad de muestra (UM – 06).

EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS												
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS											
	MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)											
	ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE											
PROYECTO:	Evaluación de las Patologías del Pavimento Flexible del Tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021											
NOMBRE DE LA VÍA:	Carretera Marcará - Centro Poblado Vicos											
UNIDAD DE MUESTRA:	UM - 06											
PROGRESIVA INICIAL (km):	4 + 005	EVALUADOR:		LAZARO TADEO JUAN CRISANTO								
PROGRESIVA FINAL (km):	4 + 053											
ANCHO DE LA VÍA (m):	6,5											
ÁREA DE LA UNIDAD (m2):	312	FECHA:		24/09/2021								
N°	Tipo de falla	Código	Unidad	N°	Tipo de falla	Cód.	Und					
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	13	Huecos	HUE	Und					
2	Exudación	EX	m2	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2					
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2					
4	Abultamiento y hundimiento	ABH	m2	16	Desplazamiento	DES	m2					
5	Corrugación	COR	m2	17	Grieta parabólica	GP	m2					
6	Depresión	DEP	m2	18	Hinchamiento	HN	m2					
7	Grieta de borde	GB	m	19	Desprendimiento de Agreg.	DAG	m2					
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m									
9	Desnivel carril/berma	DN	m							Severidad		
10	Grietas long. y transversal	GLT	m							LOW	BAJO	L
11	Parcheo	PA	m2							MEDIUM	MEDIO	M
12	Pulimento de agregados	PU	m2							HIGH	ALTO	H
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)			
ABH	H	13,33					13,33	4,27	56,03			
HUE	L	1,00	1,00				2,00	0,64	13,52			
HUE	M	1,00					1,00	0,32	14,16			
AHU	H	7,22					7,22	2,31	38,12			
DAG	M	14,50					14,50	4,65	13,02			
DAG	H	43,40	64,4				107,8	34,55	62,60			
								<b>TOTAL VD =</b>	197,45			
Número de valores deducidos > 2 (q):						6						
Valor deducido más alto (HVDi):						62,60						
Número máximo de valores deducidos (mi):						4	Valor Deducido Corregido (VDC)					
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC			
1	62,60	56,03	38,12	14,16	13,52	13,02	197,45	6	89,49			
2	62,60	56,03	38,12	14,16	13,52	2	186,43	5	89,93			
3	62,60	56,03	38,12	14,16	2	2	174,91	4	91,47			
4	62,60	56,03	38,12	2	2	2	162,75	3	93,83			
5	62,60	56,03	2	2	2	2	126,63	2	84,32			
6	62,60	2	2	2	2	2	72,60	1	72,60			
								<b>Máx. VDC =</b>	93,83			
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):						PCI = 100 - (Máx VDC o Total VD)						
						PCI =		6,18				
CONDICIÓN DE ESTADO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE:						FALLADO						

**Fuente:** Elaboración propia

Fotografía según tipo de falla de la unidad de muestra (UM – 06).

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FOTOGRAFÍAS SEGÚN TIPO DE FALLA	
		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX) ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE	
PROYECTO:	Evaluación de las Patologías del Pavimento Flexible del Tramo Marcará hasta desvió Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021		
NOMBRE DE LA VÍA:	Carretera Marcará - Centro Poblado Vicos		
UNIDAD DE MUESTRA:	UM - 06		
PROGRESIVA INICIAL (km):	4 + 005	EVALUADOR:	LAZARO TADEO JUAN CRISANTO
PROGRESIVA FINAL (km):	4 + 053		
ANCHO DE LA VÍA (m):	6,5		
ÁREA DE LA UNIDAD (m2):	312	FECHA:	24/09/2021
Tipo de falla			
Abultamiento y hundimiento (H)		Huecos (L)	
			
Huecos (M)		Ahuellamiento (H)	
			
Desprendimiento de Agregado (M)		Desprendimiento de Agregado (H)	
			

Fuente: Elaboración propia



*Fotografía según tipo de falla de la unidad de muestra (UM – 07).*

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		FOTOGRAFÍAS SEGÚN TIPO DE FALLA	
		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS	
		MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)	
		ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE	
PROYECTO:	Evaluación de las Patologías del Pavimento Flexible del Tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021		
NOMBRE DE LA VÍA:	Carretera Marcará - Centro Poblado Vicos		
UNIDAD DE MUESTRA:	UM - 07		
PROGRESIVA INICIAL (km):	4 + 053	EVALUADOR:	LAZARO TADEO JUAN CRISANTO
PROGRESIVA FINAL (km):	4 + 101		
ANCHO DE LA VÍA (m):	6,5		
ÁREA DE LA UNIDAD (m2):	312	FECHA:	24/09/2021
Tipo de falla			
Abultamiento y hundimiento (L)		Ahuellamiento (L)	
			
Desplazamiento (L)		Desprendimiento de Agregado (L)	
			
Identificación de la falla por abultamiento y hundimiento		Identificación de la falla por ahuellamiento	
			

**Fuente:** Elaboración propia

Hoja de evaluación de la unidad de muestra (UM – 08).

EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS												
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS											
	MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)											
	ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE											
PROYECTO:	Evaluación de las Patologías del Pavimento Flexible del Tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021											
NOMBRE DE LA VÍA:	Carretera Marcará - Centro Poblado Vicos											
UNIDAD DE MUESTRA:	UM - 08											
PROGRESIVA INICIAL (km):	4 + 164	EVALUADOR:	LAZARO TADEO JUAN CRISANTO									
PROGRESIVA FINAL (km):	4 + 212											
ANCHO DE LA VÍA (m):	6,5	FECHA:	24/09/2021									
ÁREA DE LA UNIDAD (m2):	312											
N°	Tipo de falla	Código	Unidad	N°	Tipo de falla	Cód.	Und					
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	13	Huecos	HUE	Und					
2	Exudación	EX	m2	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2					
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2					
4	Abultamiento y hundimiento	ABH	m2	16	Desplazamiento	DES	m2					
5	Corrugación	COR	m2	17	Grieta parabólica	GP	m2					
6	Depresión	DEP	m2	18	Hinchamiento	HN	m2					
7	Grieta de borde	GB	m	19	Desprendimiento de Agreg.	DAG	m2					
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m									
9	Desnivel carril/berma	DN	m							Severidad		
10	Grietas long. y transversal	GLT	m							LOW	BAJO	L
11	Parcheo	PA	m2							MEDIUM	MEDIO	M
12	Pulimento de agregados	PU	m2							HIGH	ALTO	H
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)			
ABH	L	2,06	1,63				3,69	1,18	4,42			
AHU	L	1,82	0,84				2,66	0,85	6,85			
DAG	L	4,04	3,54	13,64	1,88		23,1	7,4	4,12			
DAG	M	8,02					8,02	2,57	10,68			
								<b>TOTAL VD =</b>	26,08			
Número de valores deducidos > 2 (q):						4						
Valor deducido más alto (HVDi):						10,68						
Número máximo de valores deducidos (mi):						9	Valor Deducido Corregido (VDC)					
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC				
1	10,68	6,85	4,42	4,12		26,07	4	8,86				
2	10,68	6,85	4,42	2		23,95	3	12,77				
3	10,68	6,85	2	2		21,53	2	15,22				
4	10,68	2	2	2		16,68	1	16,68				
								<b>Máx. VDC =</b>	16,68			
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):						PCI = 100 - (Máx VDC o Total VD)						
						PCI = 83,32						
CONDICIÓN DE ESTADO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE:						MUJ BUENO						

**Fuente:** Elaboración propia

Fotografía según tipo de falla de la unidad de muestra (UM – 08).

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		FOTOGRAFÍAS SEGÚN TIPO DE FALLA	
		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX) ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE	
PROYECTO:	Evaluación de las Patologías del Pavimento Flexible del Tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021		
NOMBRE DE LA VÍA:	Carretera Marcará - Centro Poblado Vicos		
UNIDAD DE MUESTRA:	UM - 08		
PROGRESIVA INICIAL (km):	4 + 164	EVALUADOR:	LAZARO TADEO JUAN CRISANTO
PROGRESIVA FINAL (km):	4 + 212		
ANCHO DE LA VÍA (m):	6,5		
ÁREA DE LA UNIDAD (m2):	312	FECHA:	24/09/2021
<b>Tipo de falla</b>			
<b>Abultamiento y hundimiento (L)</b>		<b>Ahuellamiento (L)</b>	
			
<b>Desprendimiento de Agregado (L)</b>		<b>Desprendimiento de Agregado (M)</b>	
			
<b>Identificación de la falla desprendimiento de agregado en los bordes laterales</b>			
			

Fuente: Elaboración propia

Hoja de evaluación de la unidad de muestra (UM – 09).

EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS											
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS										
	MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)										
	ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
PROYECTO:	Evaluación de las Patologías del Pavimento Flexible del Tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021										
NOMBRE DE LA VÍA:	Carretera Marcará - Centro Poblado Vicos										
UNIDAD DE MUESTRA:	UM - 09										
PROGRESIVA INICIAL (km):	4 + 308	EVALUADOR:	LAZARO TADEO JUAN CRISANTO								
PROGRESIVA FINAL (km):	4 + 356										
ANCHO DE LA VÍA (m):	6,5	FECHA:	24/09/2021								
ÁREA DE LA UNIDAD (m2):	312										
N°	Tipo de falla	Código	Unidad	N°	Tipo de falla	Cód.	Und				
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	13	Huecos	HUE	Und				
2	Exudación	EX	m2	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2				
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2				
4	Abultamiento y hundimiento	ABH	m2	16	Desplazamiento	DES	m2				
5	Corrugación	COR	m2	17	Grieta parabólica	GP	m2				
6	Depresión	DEP	m2	18	Hinchamiento	HN	m2				
7	Grieta de borde	GB	m	19	Desprendimiento de Agreg.	DAG	m2				
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m								
9	Desnivel carril/berma	DN	m							<b>Severidad</b>	
10	Grietas long. y transversal	GLT	m			LOW	BAJO	L			
11	Parqueo	PA	m2			MEDIUM	MEDIO	M			
12	Pulimento de agregados	PU	m2			HIGH	ALTO	H			
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)	
AHU	L	0,98	1,54				2,52	0,81	6,57		
DAG	L	4,08	6,32	13,92	7,02	8,76	40,1	12,85	5,57		
DAG	M	10,24					10,24	3,28	11,51		
								<b>TOTAL VD =</b>	23,65		
Número de valores deducidos > 2 (q):						3					
Valor deducido más alto (HVDi):						11,51					
Número máximo de valores deducidos (mi):						9	Valor Deducido Corregido (VDC)				
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC		
1	11,51	6,57	5,57				23,65	3	12,56		
2	11,51	6,85	2				20,36	2	14,29		
3	11,51	2	2				15,51	1	15,51		
								<b>Máx. VDC =</b>	15,51		
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):				PCI = 100 - (Máx VDC o Total VD)							
				PCI = 84,49							
CONDICIÓN DE ESTADO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE:				MUY BUENO							

**Fuente:** Elaboración propia

Fotografía según tipo de falla de la unidad de muestra (UM – 09).

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FOTOGRAFÍAS SEGÚN TIPO DE FALLA			
		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX) ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE			
PROYECTO:	Evaluación de las Patologías del Pavimento Flexible del Tramo Marcará hasta desvió Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021				
NOMBRE DE LA VÍA:	Carretera Marcará - Centro Poblado Vicos				
UNIDAD DE MUESTRA:	UM - 09				
PROGRESIVA INICIAL (km):	4 + 308	EVALUADOR:	LAZARO TADEO JUAN CRISANTO		
PROGRESIVA FINAL (km):	4 + 356				
ANCHO DE LA VÍA (m):	6,5	FECHA: 24/09/2021			
ÁREA DE LA UNIDAD (m2):	312				
Tipo de falla					
Ahuellamiento (L)		Ahuellamiento (L)			
					
Desprendimiento de Agregado (L)		Desprendimiento de Agregado (M)			
					
Identificación de la falla por desprendimiento de agregado					
					

Fuente: Elaboración propia



Fotografía según tipo de falla de la unidad de muestra (UM – 10).

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		FOTOGRAFÍAS SEGÚN TIPO DE FALLA	
		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX) ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE	
PROYECTO:	Evaluación de las Patologías del Pavimento Flexible del Tramo Marcará hasta desvío Ullmay del Centro Poblado Vicos, Carhuaz, 2021		
NOMBRE DE LA VÍA:	Carretera Marcará - Centro Poblado Vicos		
UNIDAD DE MUESTRA:	UM - 10		
PROGRESIVA INICIAL (km):	4 + 452	EVALUADOR:	LAZARO TADEO JUAN CRISANTO
PROGRESIVA FINAL (km):	4 + 500		
ANCHO DE LA VÍA (m):	6,5		
ÁREA DE LA UNIDAD (m2):	312	FECHA:	24/09/2021
Tipo de falla			
Abultamiento y hundimiento (L)		Desnivel carril/berma (M)	
			
Ahuellamiento (L)		Desplazamiento (L)	
			
Desprendimiento de Agregado (L)		Desprendimiento de Agregado (M)	
			

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO 06:** A continuación, se tiene la ecuación que se empleo para el calculo de los valores deducidos y valores deducidos corregidos a través de la interpolación.

La formula empleada en el cálculo de la interpolación para obtener valores deducidos es la siguiente:

$X_0$	$Y_0$
$X$	$Y = ?$
$X_1$	$Y_1$

$$Y = Y_0 + \frac{Y_1 - Y_0}{X_1 - X_0} (X - X_0) \dots \dots \dots \text{ECUACIÓN}$$

Dónde:

$X_0, X_1$ : Valores de la densidad obtenidos en la tabla segun tipo de falla

$X$ : Valor de la densidad calculado

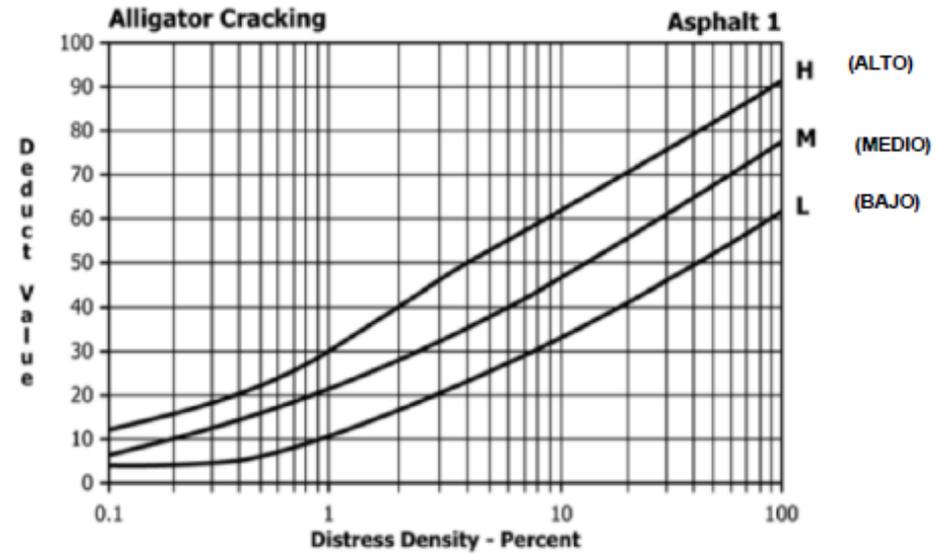
$Y_0, Y_1$ : Valores encontrados en la tabla segun severidad

$Y$ : Valor a calcular

**ANEXO 07:** A continuación, se presenta las tablas utilizadas para el cálculo de los valores deducidos; a través de la interpolación según la densidad de cada una de las patologías y también se adjunta los ábacos.

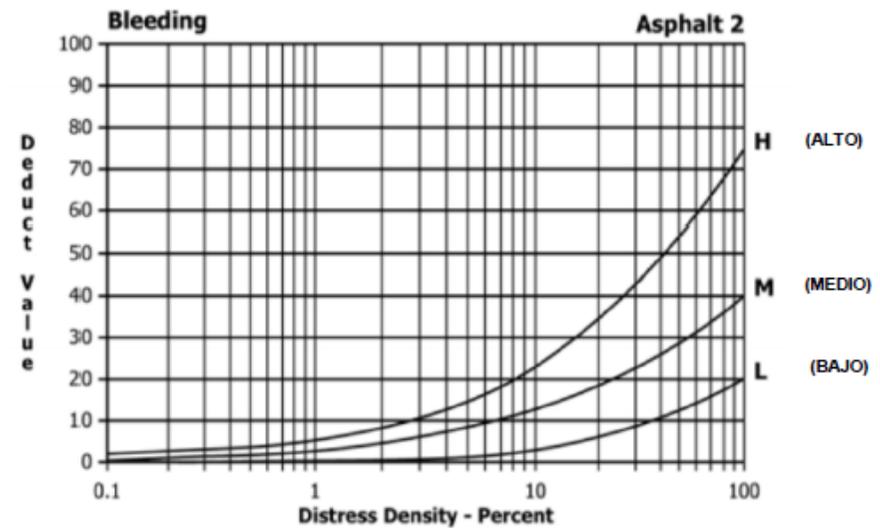
1. Piel de cocodrilo

VALOR DEDUCIDO			
DENSIDAD	BAJO	MEDIO	ALTO
0.10	3.1	6.4	11.8
0.20	3.8	9.3	15.6
0.30	4.6	11.6	18.4
0.40	5.3	13.5	20.6
0.50	6.1	15.3	22.6
0.60	6.9	16.8	24.3
0.70	7.6	18.3	25.9
0.80	8.4	19.7	27.3
0.90	9.1	20.9	28.6
1.00	9.9	22	29.9
2.00	16.7	28.2	40.05
3.00	20.7	32.5	45.5
4.00	23.6	35.6	49.3
5.00	25.8	38	52.2
6.00	27.6	39.9	54.6
7.00	29.1	41.6	56.7
8.00	30.5	43	58.4
9.00	31.6	44.3	60
10.00	33	45.6	61.3
20.00	40.8	55.4	70.4
30.00	45.9	60.9	75.8
40.00	49.5	64.8	79.5
50.00	52.4	67.8	82.5
60.00	54.7	70.2	84.9
70.00	56.6	72.3	86.9
80.00	58.3	74.1	88.6
90.00	59.8	75.7	90.2
100.00	61.1	77.1	91.6



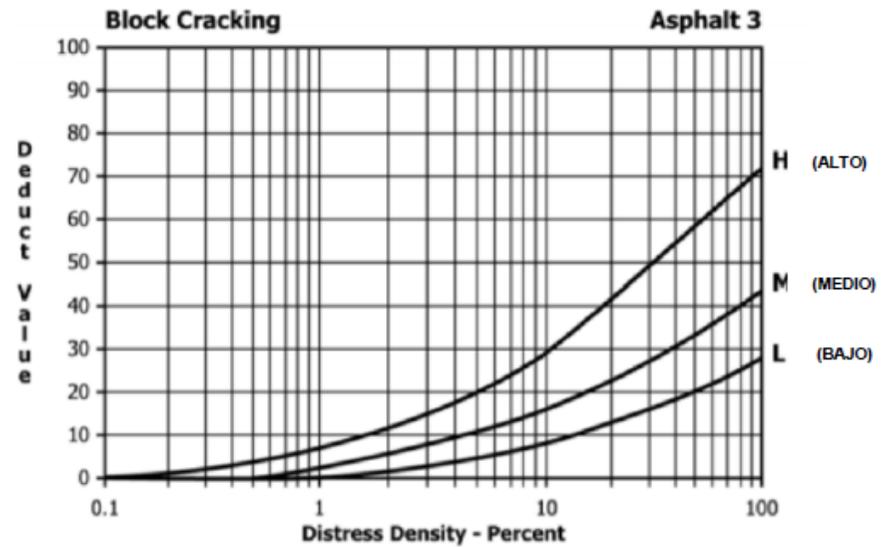
## 2. Exudación

VALOR DEDUCIDO			
DENSIDAD	BAJO	MEDIO	ALTO
0.20		0.8	2.70
0.30		1.4	3.10
0.40		1.8	3.50
0.50		2.1	3.90
0.60		2.4	4.30
0.70		2.6	4.70
0.80		2.8	5.10
0.90		2.95	5.50
1.00	0.1	3.3	5.80
2.00	0.3	5	8.70
3.00	0.6	6	11.00
4.00	0.9	7	13.10
5.00	1.2	8.1	14.90
6.00	1.7	9.1	16.60
7.00	2.1	10.1	18.20
8.00	2.6	11.2	19.70
9.00	3.1	12.2	21.10
10.00	3.4	13	23.00
20.00	5.9	18.3	34.10
30.00	8.2	22.4	41.60
40.00	10.3	25.8	47.90
50.00	12.4	28.8	53.40
60.00	14.3	31.5	58.40
70.00	16.2	34	63.00
80.00	18.1	36.4	67.30
90.00	19.9	38.6	71.30
100.00	21.6	40.6	75.10



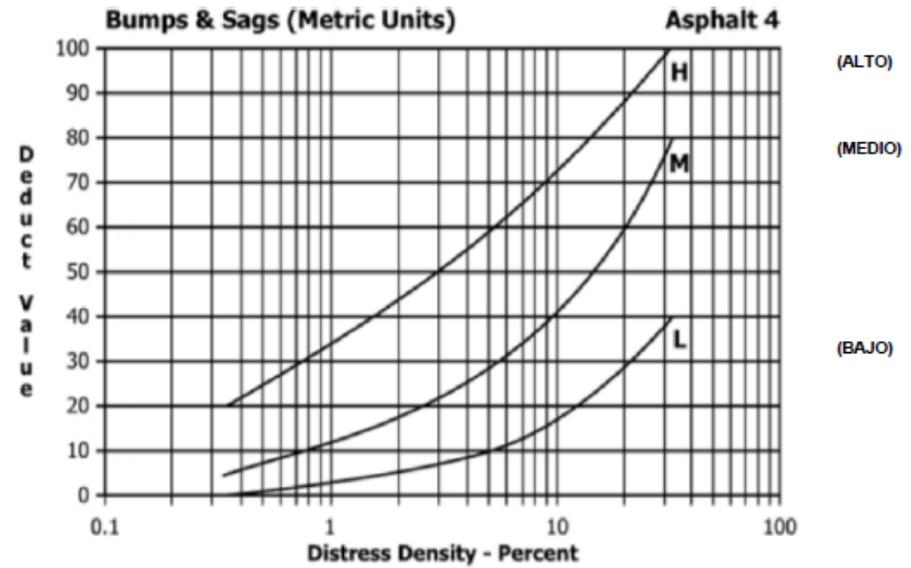
### 3. Agrietamiento en bloque

VALOR DEDUCIDO			
DENSIDAD	BAJO	MEDIO	ALTO
0.10			0.20
0.20			0.90
0.30			1.70
0.40			2.40
0.50			3.20
0.60		0.4	3.90
0.70		0.8	4.70
0.80		1.2	5.40
0.90		1.5	6.20
1.00	0	1.7	7.00
2.00	1.3	5.8	11.10
3.00	2.9	8.2	14.30
4.00	4.1	10	17.00
5.00	5	11.3	19.50
6.00	5.7	12.5	21.90
7.00	6.3	13.4	24.00
8.00	6.9	14.2	26.10
9.00	7.4	14.9	28.00
10.00	8	16	29.50
20.00	13.1	22.9	39.60
30.00	16.5	28	46.40
40.00	19	31.1	51.90
50.00	20.9	33.8	56.60
60.00	22.4	35.9	60.80
70.00	23.7	37.7	64.60
80.00	24.8	39.3	68.00
90.00	25.8	40.7	71.20
100.00	26.7	42	74.20



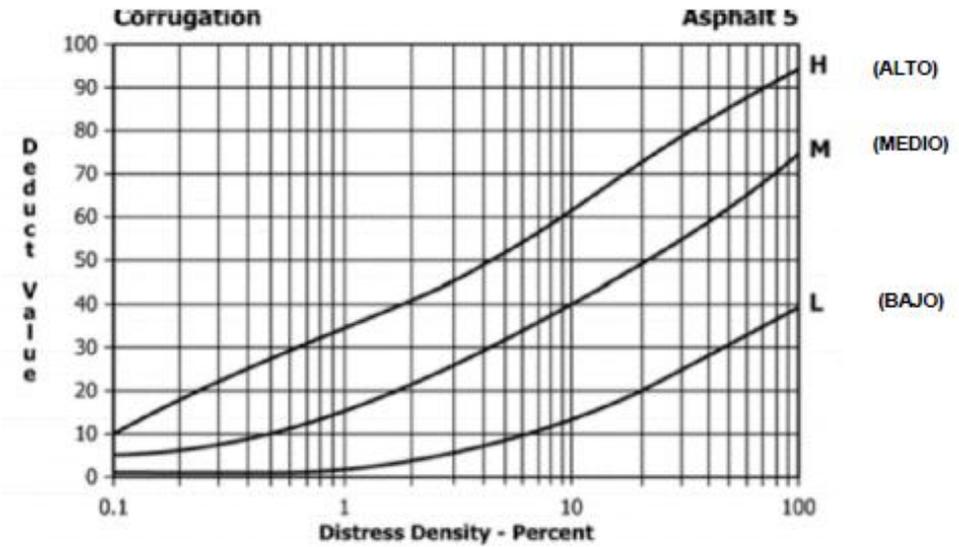
4. Abultamiento y hundimientos

VALOR DEDUCIDO			
DENSIDAD	BAJO	MEDIO	ALTO
0.10			
0.20			
0.30		4.4	20.50
0.40	0.9	6.4	23.10
0.50	1.6	7.9	25.30
0.60	2.2	9.2	27.30
0.70	2.7	10.2	29.10
0.80	3.2	11.2	30.80
0.90	3.6	12	32.30
1.00	3.9	12.7	33.70
2.00	6.8	17.6	44.80
3.00	8	21.9	50.50
4.00	9.2	25.5	55.00
5.00	10.4	28.7	58.80
6.00	11.5	31.7	62.10
7.00	12.7	34.4	65.00
8.00	13.9	36.9	67.60
9.00	15.1	39.3	70.00
10.00	16.3	41.6	72.30
20.00	28.1	60.2	88.80
30.00	39.9	74.8	100.20
40.00	40	75	100.30
50.00			
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			



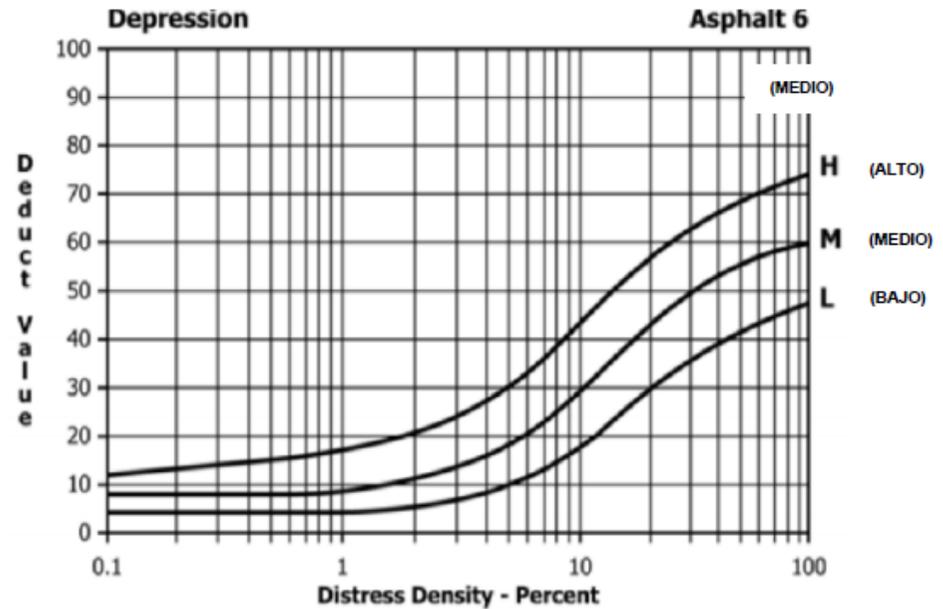
## 5. Corrugación

VALOR DEDUCIDO			
DENSIDAD	BAJO	MEDIO	ALTO
0.10	1.40	5.50	10.90
0.20	1.50	6.70	18.30
0.30	1.60	7.90	22.60
0.40	1.60	9.00	25.70
0.50	1.70	10.20	28.00
0.60	1.80	11.40	30.00
0.70	1.80	12.60	31.60
0.80	1.90	13.80	33.00
0.90	2.00	15.00	34.30
1.00	2.40	16.20	35.50
2.00	4.20	22.40	41.90
3.00	5.60	26.70	46.70
4.00	6.90	29.70	50.10
5.00	8.10	32.00	52.80
6.00	9.20	33.90	55.00
7.00	10.30	35.50	56.80
8.00	11.10	36.90	58.40
9.00	11.80	38.10	59.80
10.00	12.50	39.50	61.60
20.00	20.40	48.80	72.30
30.00	25.00	54.40	78.00
40.00	28.30	58.80	82.00
50.00	30.90	62.40	85.10
60.00	32.90	65.50	87.60
70.00	34.70	68.30	89.80
80.00	36.20	70.80	91.70
90.00	37.60	73.00	93.30
100.00	38.80	75.10	94.80



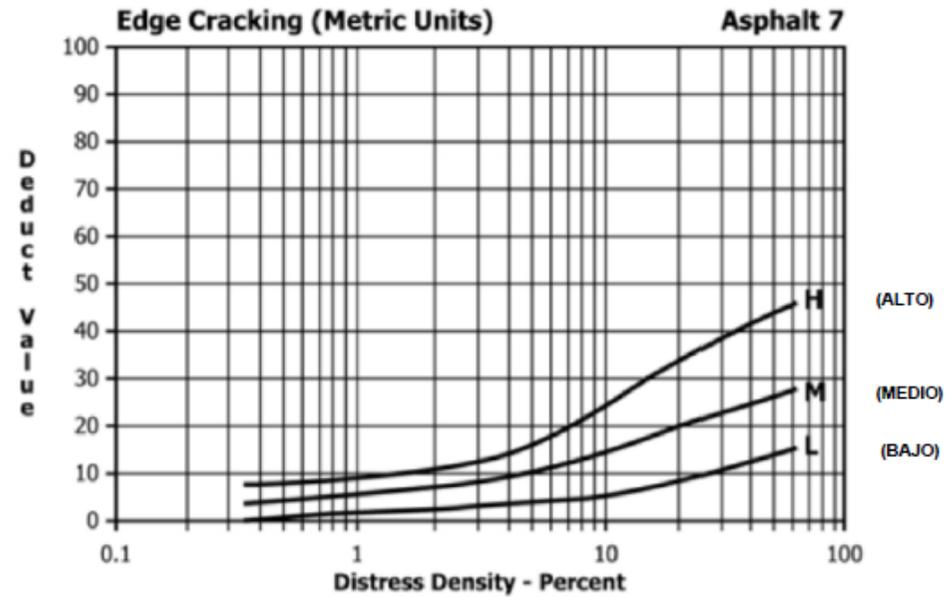
## 6. Depresión

VALOR DEDUCIDO			
DENSIDAD	BAJO	MEDIO	ALTO
0.10	3.80	7.80	12.60
0.20	3.90	7.80	13.00
0.30	3.90	7.80	13.50
0.40	3.90	7.90	14.00
0.50	3.90	8.00	14.50
0.60	3.90	8.10	15.00
0.70	4.00	8.10	15.50
0.80	4.00	8.20	15.90
0.90	4.00	8.30	16.40
1.00	4.10	9.00	17.00
2.00	5.40	11.20	20.70
3.00	6.80	14.00	24.60
4.00	8.10	16.40	27.80
5.00	9.40	18.60	30.60
6.00	10.80	20.60	33.10
7.00	12.10	22.40	35.40
8.00	13.50	24.10	37.50
9.00	14.80	25.70	39.40
10.00	16.20	27.30	41.30
20.00	29.80	42.00	56.90
30.00	34.50	50.30	61.30
40.00	37.80	52.70	64.50
50.00	40.40	54.60	66.90
60.00	42.50	56.20	68.90
70.00	44.30	57.50	70.60
80.00	45.90	58.60	72.00
90.00	47.20	59.60	73.30
100.00	48.40	60.50	74.50



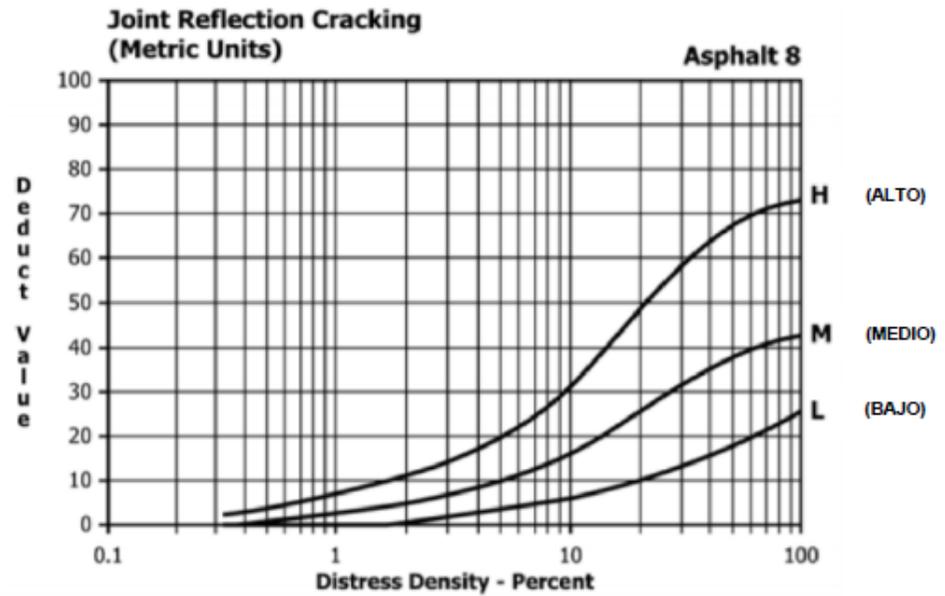
7. Grieta de borde

VALOR DEDUCIDO			
DENSIDAD	BAJO	MEDIO	ALTO
0.10			
0.20			
0.30			
0.40	1.20	3.90	7.90
0.50	1.20	4.30	8.20
0.60	1.30	4.60	8.40
0.70	1.40	4.80	8.60
0.80	1.50	5.10	8.80
0.90	1.60	5.30	9.00
1.00	1.70	5.50	9.20
2.00	3.20	7.10	10.70
3.00	3.40	8.40	12.90
4.00	3.60	9.50	14.70
5.00	3.80	10.40	16.20
6.00	4.00	11.20	17.60
7.00	4.30	11.90	18.90
8.00	4.50	12.60	20.10
9.00	4.70	13.20	21.20
10.00	4.90	13.80	22.30
20.00	7.10	18.40	30.50
30.00	9.30	21.80	36.70
40.00	11.50	24.60	41.90
50.00	13.70	26.90	46.40
60.00	15.90	29.10	50.40
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			



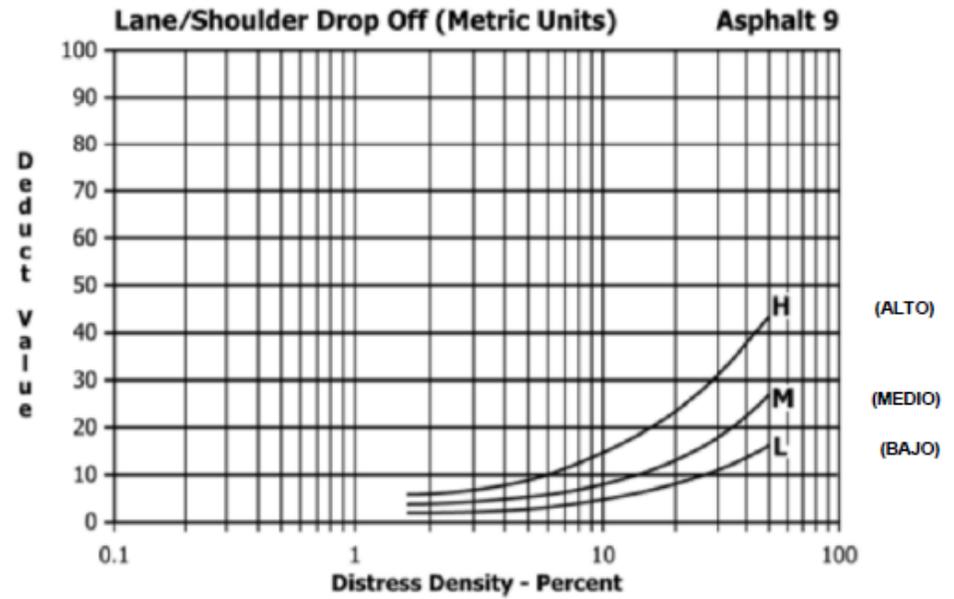
8. Grieta de reflexión de junta

VALOR DEDUCIDO			
DENSIDAD	BAJO	MEDIO	ALTO
0.10			
0.20			
0.30			
0.40		1.60	2.80
0.50		1.80	4.00
0.60		2.00	5.00
0.70		2.10	5.80
0.80		2.30	6.50
0.90		2.50	7.10
1.00	0.40	2.60	7.10
2.00	1.10	4.30	11.20
3.00	1.90	5.90	14.40
4.00	2.60	7.50	17.30
5.00	3.30	9.20	19.90
6.00	4.00	10.80	22.30
7.00	4.70	12.50	24.50
8.00	5.40	14.10	26.70
9.00	6.10	15.70	28.70
10.00	6.60	16.60	30.70
20.00	10.10	26.20	49.50
30.00	12.90	31.80	59.00
40.00	15.30	36.10	63.80
50.00	17.50	38.10	66.60
60.00	19.50	39.80	68.90
70.00	21.50	41.20	70.80
80.00	23.30	42.20	72.50
90.00	25.00	43.50	73.90
100.00	26.60	44.40	75.30



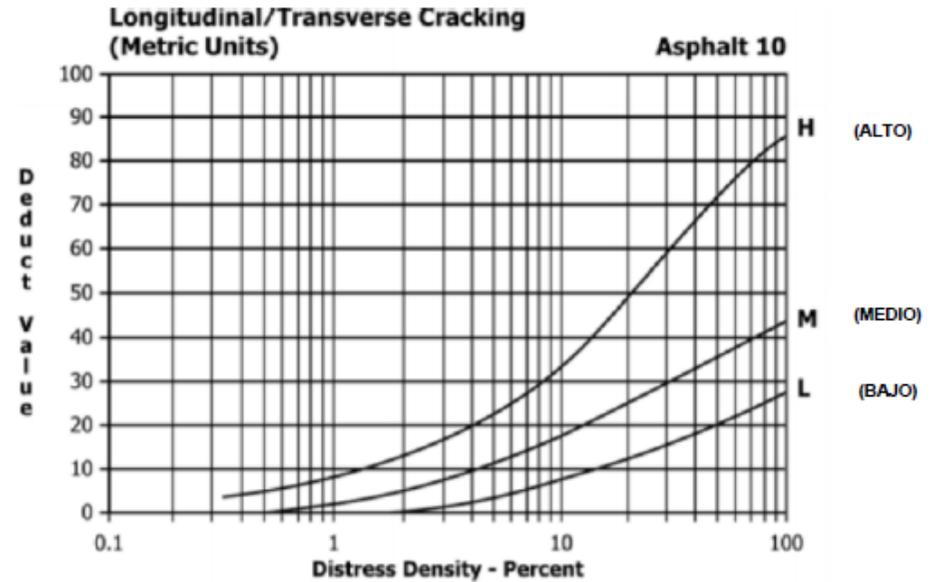
9. Desnivel carril/berma

VALOR DEDUCIDO			
DENSIDAD	BAJO	MEDIO	ALTO
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00			
2.00	1.90	3.90	7.00
3.00	2.20	4.40	7.80
4.00	2.50	4.90	8.60
5.00	2.80	5.40	9.40
6.00	3.10	5.90	10.20
7.00	3.40	6.40	11.00
8.00	3.70	6.90	11.80
9.00	4.00	7.40	12.60
10.00	4.30	7.90	13.40
20.00	7.30	12.80	21.50
30.00	10.30	17.80	29.60
40.00	13.40	22.70	37.60
50.00	16.40	27.70	45.70
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			



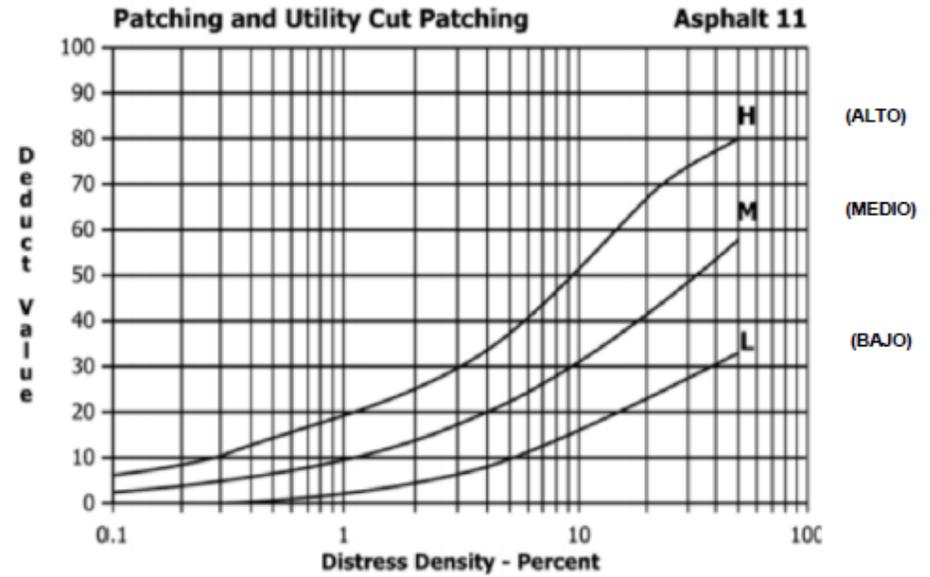
10. Grietas longitudinales y transversales

VALOR DEDUCIDO			
DENSIDAD	BAJO	MEDIO	ALTO
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			4.30
0.50			4.90
0.60		1.40	5.60
0.70		1.70	6.20
0.80		1.90	6.70
0.90		2.10	7.30
1.00		2.40	7.80
2.00	0.10	4.60	12.30
3.00	2.00	6.90	16.10
4.00	3.30	9.20	19.50
5.00	4.30	11.50	22.60
6.00	5.10	13.00	25.50
7.00	5.80	14.30	28.20
8.00	6.40	15.80	30.80
9.00	7.00	17.10	32.50
10.00	8.00	18.30	34.30
20.00	12.20	26.10	50.30
30.00	15.10	30.60	59.70
40.00	17.70	33.90	66.30
50.00	19.90	36.40	71.50
60.00	22.00	38.40	75.70
70.00	23.90	40.10	79.30
80.00	25.60	41.60	82.30
90.00	27.30	43.00	85.10
100.00	28.90	44.20	87.50



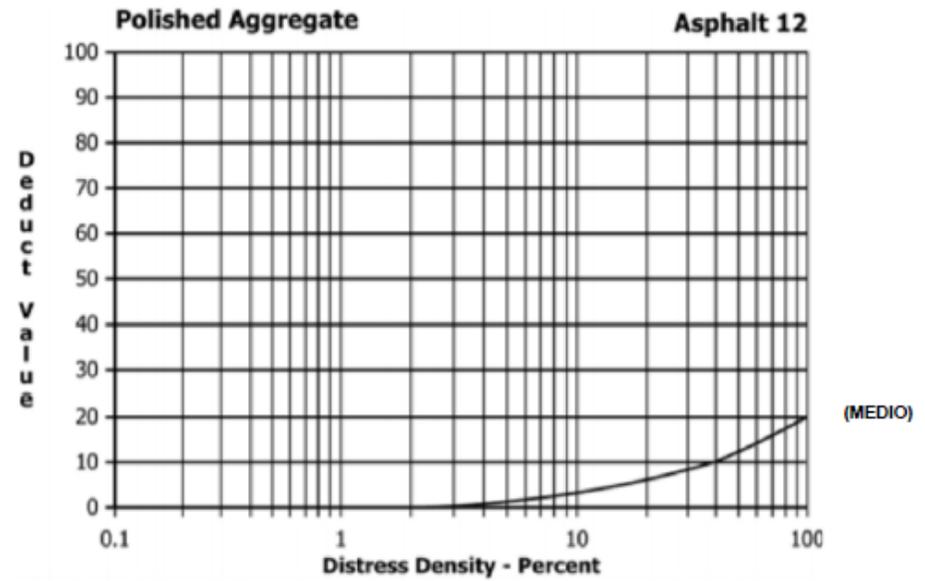
11. Parcheo

VALOR DEDUCIDO			
DENSIDAD	BAJO	MEDIO	ALTO
0.10		3.70	6.50
0.20		4.50	9.20
0.30		5.20	11.20
0.40		6.00	12.90
0.50	1.20	6.70	14.40
0.60	1.40	7.50	15.80
0.70	1.60	8.20	17.10
0.80	1.90	9.00	18.30
0.90	2.10	9.70	19.00
1.00	2.30	10.10	20.00
2.00	4.40	14.30	26.00
3.00	6.60	17.40	30.80
4.00	8.00	20.10	34.80
5.00	9.90	22.40	38.20
6.00	11.70	24.60	41.20
7.00	13.20	26.50	44.00
8.00	14.60	28.30	46.50
9.00	15.70	30.00	48.90
10.00	16.80	31.50	52.00
20.00	23.70	41.00	67.50
30.00	27.80	47.90	73.10
40.00	30.70	53.40	77.00
50.00	32.90	58.20	80.10
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			



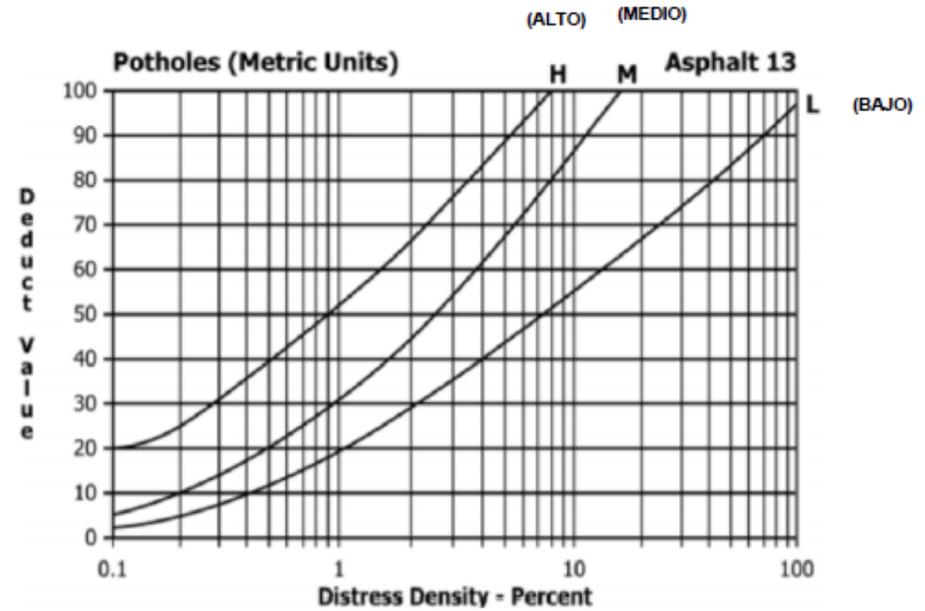
12. Pulimento de agregados

VALOR DEDUCIDO			
DENSIDAD	BAJO	MEDIO	ALTO
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00			
2.00			
3.00			
4.00		0.5	
5.00		1.2	
6.00		1.8	
7.00		2.3	
8.00		2.8	
9.00		3.1	
10.00		3.5	
20.00		6.5	
30.00		8.3	
40.00		10.1	
50.00		11.8	
60.00		13.6	
70.00		15.4	
80.00		17.1	
90.00		18.9	
100.00		20.7	



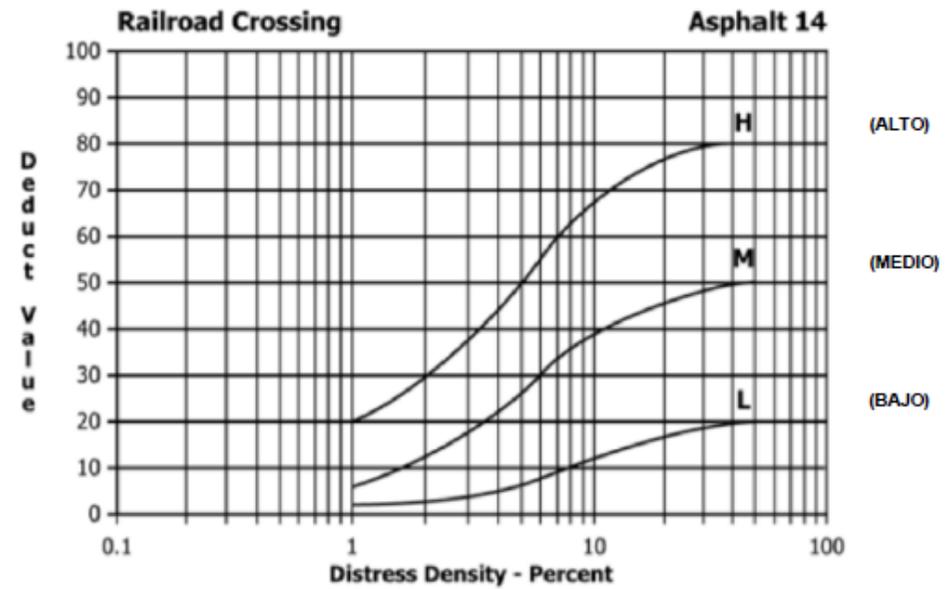
### 13. Huecos

VALOR DEDUCIDO			
DENSIDAD	BAJO	MEDIO	ALTO
0.10	3.50	5.20	19.90
0.20	5.30	9.40	26.70
0.30	7.20	13.40	31.70
0.40	9.10	17.20	35.80
0.50	10.90	20.50	39.40
0.60	12.80	23.90	42.50
0.70	14.60	25.90	45.40
0.80	16.50	27.80	48.00
0.90	18.30	30.00	50.50
1.00	18.80	32.00	51.40
2.00	29.70	46.00	66.90
3.00	36.10	55.00	76.00
4.00	40.60	62.10	82.40
5.00	44.10	67.60	87.40
6.00	46.90	72.10	91.50
7.00	50.00	75.50	95.00
8.00	52.00	79.10	100.00
9.00	53.30	82.00	
10.00	55.00	86.50	
20.00	62.00	100.00	
30.00	74.30		
40.00	79.50		
50.00	83.60		
60.00	87.00		
70.00	89.80		
80.00	92.20		
90.00	94.40		
100.00	96.30		



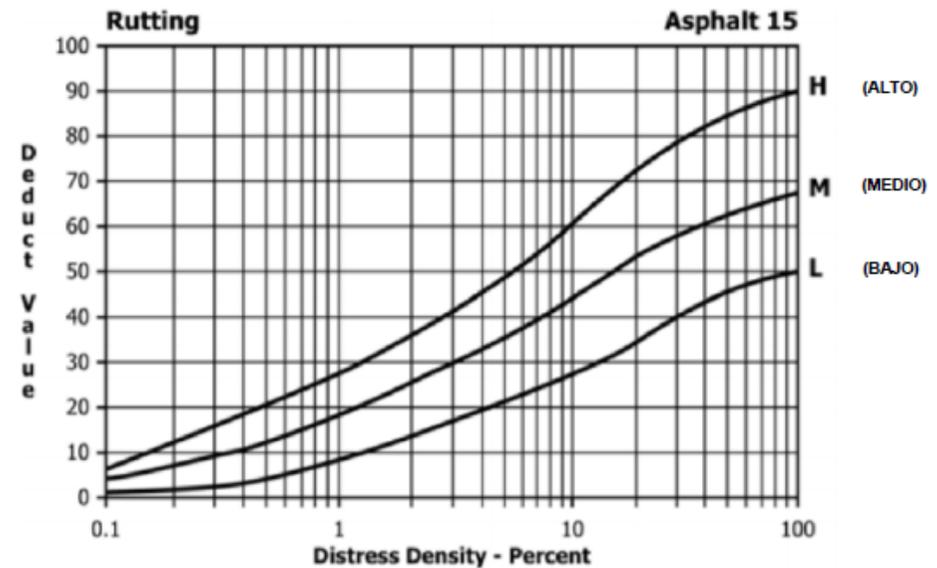
14. Cruce de vía férrea

VALOR DEDUCIDO			
DENSIDAD	BAJO	MEDIO	ALTO
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00	2.00	6.50	21.20
2.00	3.20	12.10	30.60
3.00	4.40	17.20	37.90
4.00	5.60	22.20	44.20
5.00	6.80	27.00	49.70
6.00	8.00	31.70	54.70
7.00	9.20	35.00	59.40
8.00	10.50	36.80	63.80
9.00	11.70	37.70	66.00
10.00	13.10	38.60	68.00
20.00	16.50	44.50	75.60
30.00	18.50	48.00	78.90
40.00	19.90	50.40	81.20
50.00	20.90	52.30	83.10
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			



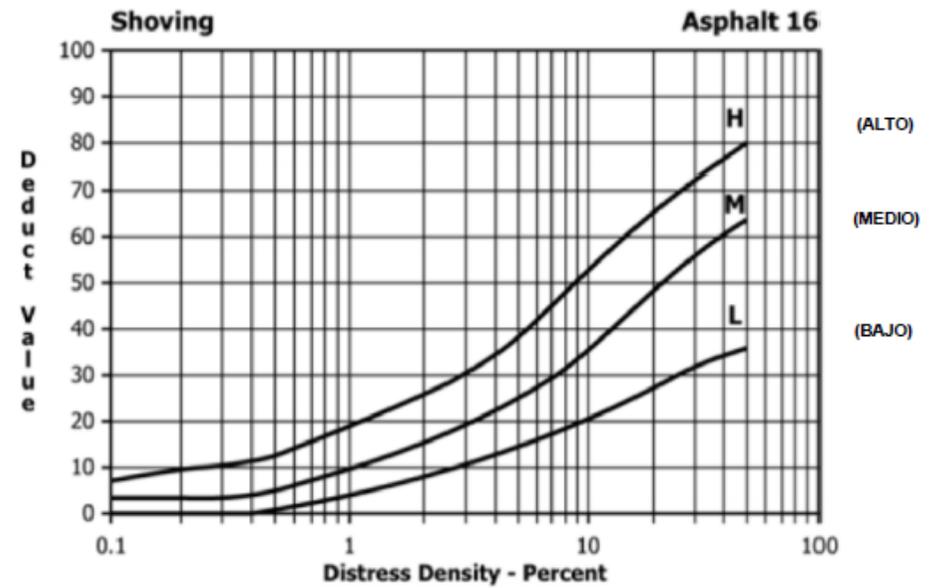
### 15. Ahuellamiento

VALOR DEDUCIDO			
DENSIDAD	BAJO	MEDIO	ALTO
0.10	1.10	4.60	6.00
0.20	2.00	7.10	12.40
0.30	2.80	9.00	16.10
0.40	3.60	10.80	18.80
0.50	4.30	12.30	20.80
0.60	5.10	13.80	22.50
0.70	5.80	15.10	23.90
0.80	6.50	16.40	25.20
0.90	7.20	17.60	26.20
1.00	7.90	18.20	26.70
2.00	14.00	25.30	36.20
3.00	17.10	30.10	42.40
4.00	19.10	33.40	46.80
5.00	20.80	36.10	50.20
6.00	22.30	38.20	53.00
7.00	23.60	39.80	55.30
8.00	24.90	41.60	57.40
9.00	26.00	42.90	59.20
10.00	27.10	44.20	60.80
20.00	35.90	53.00	73.00
30.00	41.40	57.90	79.30
40.00	43.40	60.30	81.80
50.00	45.10	62.10	83.80
60.00	46.50	63.70	85.40
70.00	47.70	65.10	86.80
80.00	48.80	66.30	87.90
90.00	49.70	67.40	89.00
100.00	50.60	68.40	89.90



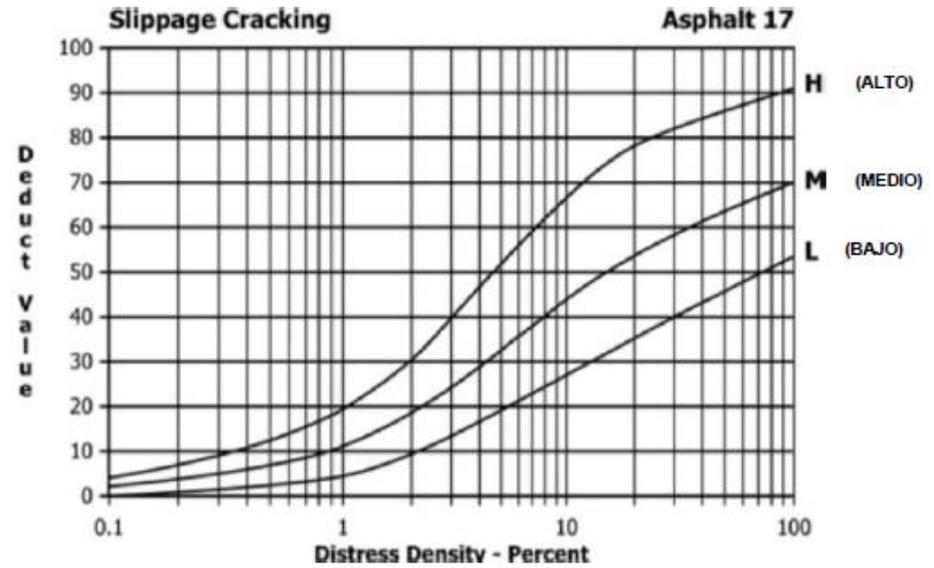
## 16. Desplazamiento

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.10		2.20	8.00
0.20		3.10	9.63
0.30		4.00	10.70
0.40		4.80	12.00
0.50	1.10	5.70	13.30
0.60	2.00	6.60	14.60
0.70	2.80	7.50	15.90
0.80	3.50	8.30	17.20
0.90	4.10	9.20	18.60
1.00	4.60	10.50	19.50
2.00	7.70	15.40	26.10
3.00	10.60	19.00	31.20
4.00	13.00	22.10	35.40
5.00	14.90	24.80	39.00
6.00	16.50	27.30	42.30
7.00	17.80	29.60	45.20
8.00	18.90	31.70	48.00
9.00	19.90	33.70	50.50
10.00	21.30	35.60	53.10
20.00	28.00	49.30	65.20
30.00	31.90	55.90	72.30
40.00	34.60	60.50	77.30
50.00	36.80	64.10	81.20
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			



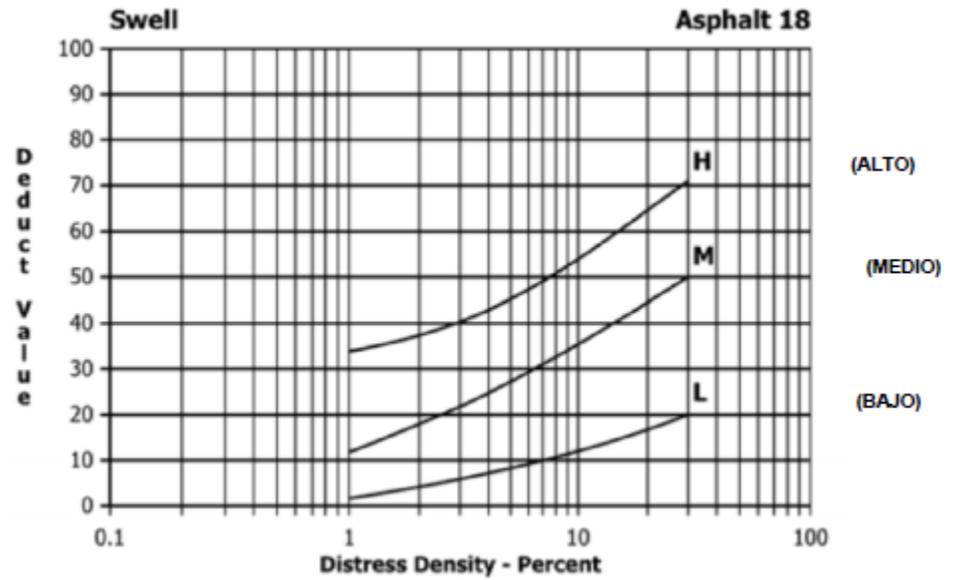
17. Grietas parabólicas

VALOR DEDUCIDO			
DENSIDAD	BAJO	MEDIO	ALTO
0.10		1.00	4.00
0.20	0.80	3.60	6.50
0.30	1.60	5.20	8.60
0.40	2.10	6.30	10.60
0.50	2.50	7.20	12.40
0.60	2.90	7.90	14.00
0.70	3.20	8.50	15.60
0.80	3.40	9.00	17.20
0.90	3.70	9.50	18.70
1.00	4.30	10.60	20.00
2.00	10.20	19.30	30.20
3.00	14.20	25.30	37.50
4.00	17.10	29.60	43.60
5.00	19.30	32.90	49.10
6.00	21.10	35.60	54.10
7.00	22.60	37.80	58.80
8.00	24.00	40.00	63.10
9.00	25.10	42.00	67.20
10.00	27.20	44.00	69.90
20.00	35.40	52.70	78.00
30.00	40.20	57.20	81.00
40.00	43.60	60.40	83.20
50.00	46.20	62.90	85.40
60.00	48.40	64.90	87.10
70.00	50.20	66.70	88.60
80.00	51.80	68.20	89.90
90.00	53.20	69.50	91.10
100.00	54.40	70.60	92.10



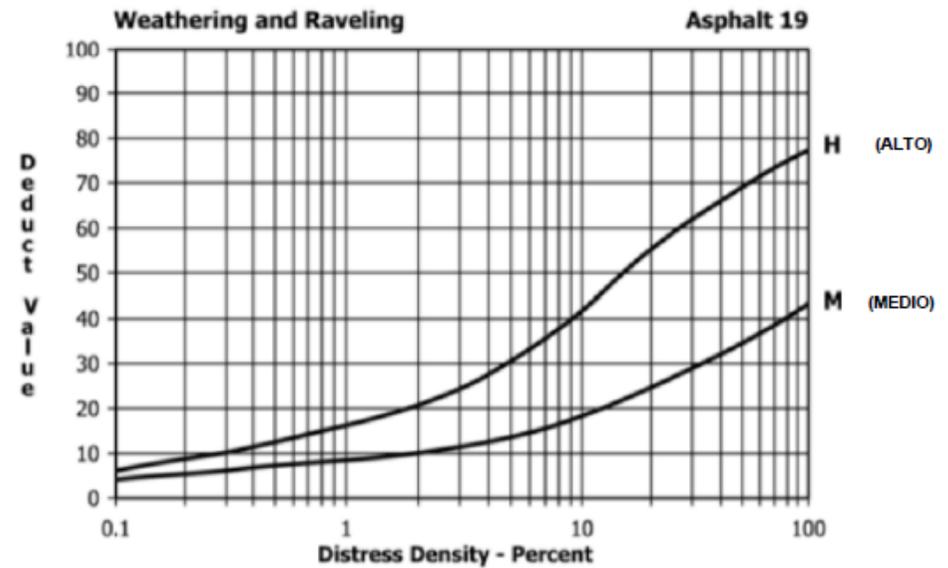
18. Hinchamiento

VALOR DEDUCIDO			
DENSIDAD	BAJO	MEDIO	ALTO
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00	2.80	14.10	32.50
2.00	4.40	18.50	37.80
3.00	5.70	21.80	41.30
4.00	6.80	24.40	44.00
5.00	7.80	26.70	46.20
6.00	8.70	28.70	48.10
7.00	9.60	30.50	49.80
8.00	10.50	32.20	51.30
9.00	11.30	33.80	52.60
10.00	12.00	35.20	53.80
20.00	18.60	46.40	62.70
30.00	23.90	54.60	68.50
40.00			
50.00			
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			



### 19. Desprendimiento de agregado

VALOR DEDUCIDO			
DENSIDAD	BAJO	MEDIO	ALTO
0.10	0.30	4.40	5.70
0.20	0.40	5.70	8.80
0.30	0.80	6.50	10.60
0.40	1.20	7.00	11.90
0.50	1.40	7.40	12.90
0.60	1.60	7.80	13.70
0.70	1.70	8.10	14.40
0.80	1.90	8.30	15.00
0.90	2.00	8.50	15.50
1.00	2.00	8.90	16.00
2.00	2.30	10.00	21.00
3.00	2.70	11.20	24.90
4.00	3.00	12.30	28.20
5.00	3.30	13.40	30.90
6.00	3.70	14.50	33.40
7.00	4.00	15.70	35.60
8.00	4.30	16.80	37.70
9.00	4.60	17.90	39.60
10.00	4.60	19.00	42.00
20.00	8.00	25.30	54.50
30.00	10.00	29.90	60.60
40.00	11.40	33.10	65.00
50.00	12.50	35.60	68.40
60.00	13.40	37.60	71.10
70.00	14.10	39.30	73.50
80.00	14.80	40.80	75.50
90.00	15.30	42.10	77.30
100.00	15.80	43.30	78.90



Curva de valores deducidos corregidos (VDC) – PCI

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO							
VDT	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7
0.0	0.0						
10.0	10.0						
12.0	12.0	8.0					
18.0	18.0	12.5	8.0				
20.0	20.0	14.0	10.0				
25.0	25.0	18.0	13.5	8.0			
28.0	28.0	20.4	15.6	10.4	8.0		
30.0	30.0	22.0	17.0	12.0	10.0		
40.0	40.0	30.0	24.0	19.0	17.0		
42.0	42.0	31.4	25.4	20.4	18.2	15.0	15.0
50.0	50.0	37.0	31.0	26.0	23.0	20.0	20.0
60.0	60.0	44.0	38.0	33.0	29.0	26.0	26.0
70.0	70.0	51.0	44.5	39.0	35.0	32.0	32.0
80.0	80.0	58.0	50.5	45.0	41.0	38.0	38.0
90.0	90.0	64.0	57.0	51.0	46.0	44.0	44.0
100.0	100.0	71.0	63.0	57.0	52.0	49.0	49.0
110.0		76.0	68.0	62.0	57.0	54.0	54.0
120.0		81.0	73.0	68.0	62.0	59.0	59.0
130.0		86.0	78.5	73.0	67.0	63.0	63.0
135.0		88.5	81.5	75.5	69.5	65.0	65.0
140.0		91.0	84.0	78.0	72.0	68.0	67.0
150.0		94.0	88.0	82.0	76.0	72.0	70.0
160.0		98.0	93.0	86.0	81.0	76.0	74.0
166.0		100.0	94.8	88.4	83.4	79.0	75.2
170.0			96.0	90.0	85.0	81.0	76.0
180.0			99.0	93.0	88.0	84.0	79.0
182.0			100.0	93.6	88.6	84.8	79.6
190.0				96.0	91.0	88.0	82.0
200.0				98.0	94.0	90.0	84.0

