

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**BASES TEÓRICAS PARA EL ANÁLISIS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE  
LAS VÍAS DE PAVIMENTO ASFALTICO EN LA PROVINCIA DE VIRÚ, REGIÓN  
LA LIBERTAD, 2018.**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**PARA OPTAR EL GRADO DE BACHILLER**

**AUTOR:**

**RODRÍGUEZ FLORES, LILIANA EDITH**

**TRUJILLO – PERÚ**  
**2018**



## HOJA DE FIRMAS.

---

Mg. Ing. Enrique Duran Bazán.

---

Mg. Ing. Josualdo Villar Quiroz.



## DEDICATORIA

A Dios por darme la paciencia,  
voluntad y dedicación para seguir  
adelante con mis objetivos  
profesionales.

A mis padres por estar pendientes  
de mis luchas diarias y a mis  
hermanos por tener siempre buena  
disposición de apoyarme para lograr  
mis metas propuestas.



## AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por las  
fuerzas que me da para seguir  
adelante, a mis padres y hermanos  
que son mi fortaleza de cada día para  
continuar el camino de lograr mis  
metas propuestas.

A todos aquellos que estuvieron  
presente en esta vida universitaria  
logrando así que este sueño se  
convierta en realidad.

Agradezco a mi asesor Ing.  
Josualdo Carlos Villar Quiroz, por su  
gran aporte de conocimientos que  
facilito la elaboración del de trabajo  
de investigación realizado.



## INDICE

	Pág.
i. RESUMEN -----	viii
ii. ABSTRACK -----	ix
I. INTRODUCCIÓN -----	x
1.1 Delimitación Del Problema Que Motiva El Estado Del Arte -----	11
1.2 Formulación del problema.....	11
1.3 Justificación Del Tema -----	11
1.4 Objetivos -----	12
1.4.1 Objetivos Generales.....	12
1.4.2 Objetivos Específicos.....	12
1.5 Procedimientos Metodológicos Seguidos -----	13
II. RESULTADOS RESPECTO A LOS ANTECEDENTES, ESTADO DEL ARTE O ESTADO DE LA CUESTIÓN. -----	13
2.1. Antecedentes.....	13
2.2. Bases Teóricas.....	19
2.2.1. Pavimento.....	19
2.2.2. Clasificación De Pavimento.....	20
2.2.3. Elementos Del Pavimento.....	21
2.2.4. Fallas En Los Pavimentos.....	22
2.2.5. Definición del análisis de estrategias del HDM-4.....	33
2.2.6. Cálculo Del Índice De Condición De Pavimento (PCI).....	35
III. CONCLUSIÓN -----	44
IV. REFERENCIAS -----	45
V. ANEXOS -----	47
Anexo Número 1. Matriz de datos.....	47
Anexo Número 2. Nivel De Severidad - Piel De Cocodrilo.....	48



Anexo Número 3. Nivel De Severidad – Exudación De Asfalto.....	48
Anexo Número 4. Nivel De Severidad – Grietas De Contracción (Bloque).	49
Anexo Número 5. Nivel De Severidad – Hundimiento.....	50
Anexo Número 6. Nivel De Severidad – Corrugación.....	50
Anexo Número 7. Nivel De Severidad – Depresión.....	51
Anexo Número 8. Nivel De Severidad – Grietas De Borde.....	52
Anexo Número 9. Nivel De Severidad – Grietas De Deflexión De Juntas...	52
Anexo Número 10. Nivel De Severidad – Grietas Longitudinales Y Transversales .....	53
Anexo Número 11. Nivel De Severidad – Desnivel De Calzada – Hombrillo.....	54
Anexo Número 12. Nivel De Severidad – Baches Y Zanjas Reparadas.....	54
Anexo Número 13. Nivel De Severidad – Agregado De Pulidos.....	55
Anexo Número 14. Nivel De Severidad – Huecos.....	55
Anexo Número 15. Nivel De Severidad – Cruce De Rieles.....	56
Anexo Número 16. Nivel De Severidad – Ahuellamiento.....	57
Anexo Número 17. Nivel De Severidad – Deformación Por Empuje.....	57
Anexo Número 18. Nivel De Severidad – Grietas Deslizamiento.....	58
Anexo Número 19. Nivel De Severidad – Hinchamiento.....	59
Anexo Número 20. Nivel De Severidad – Disgregación Y Desintegración..	59
Anexo Número 21. Curvas Para Pavimento Asphaltico.....	61



## INDICE DE TABLAS

	Pagina
Tabla Numero 01. Fallas En El Pavimento	23
Tabla Numero 02. Rango De Clasificación Del Pavimento Según PCI	36
Tabla Numero 03. Fallas En El Pavimento PCI	37
Tabla Numero 04. Dimensión De Unidades De Muestreo	38
Tabla Numero 05. Máximo Valor Deducido	42

## INDICE DE FIGURAS

	Pagina
Figura Numero 01. Elementos De Un Pavimento	22



## i. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló sobre la localidad de Virú y en la Universidad Privada de Trujillo, el estudio de las bases teóricas para el análisis del estado de conservación del pavimento asfaltico tiene el propósito de desarrollar el proyecto del análisis del estado de conservación del pavimento asfaltico en la avenida Virú y así mejorar la transitividad de vehículos y peatonal en la vía., para la realización del trabajo se usó la técnica de la revisión documental y el análisis al contenido, así como el instrumento a usar es la matriz de datos. El problema presente dentro de la provincia de Virú es que sus pavimentos carecen de estudios para conocer su estado de conservación. Por ello se logró establecer la información de las bases teóricas las que no permiten identificar las fallas y el nivel de severidad que tienen cada una de ellas para así realizar un estudio adecuado y obtener resultados actuales confiables sobre el índice de condición del pavimento asfaltico para su ideal mantenimiento.

### **Palabras claves:**

Conservación de vías, Pavimento asfaltico, Vía.





## ii. ABSTRAC

The present work of investigation on the location of Virú and the Private University of Trujillo, the study of the theoretical bases for the analysis of the state of conservation of the pavement asphaltic has the purpose of developing the project of the analysis of the state of conservation of the asphalt pavement in the Virú Avenue and thus improve the transitivity of vehicles and pedestrian on the road., for the realization of the work the technique of the documentary review and the analysis of the content was used, as well as the instrument to use is the data matrix. The problem present within the province of Virú is that its pavements lack studies to know its state of conservation. For this reason, it was possible to establish the information of the theoretical bases that do not allow to identify the faults and the level of severity that each of them has in order to carry out an adequate study and obtain reliable current results on the asphalt pavement condition index for its ideal maintenance.

### **Key words:**

Conservation of roads, asphalt pavement, via.



## I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación sobre las bases teóricas para el desarrollo del proyecto del análisis del estado de conservación del pavimento asfáltico en la avenida Virú, la cual está ubicada en la distrito y provincia de Virú., la importancia de desarrollar nuevos métodos para la identificación del estado de conservación del pavimento en sus vías de la provincia de Virú.

Los pavimentos de las vías de la provincia de Virú a lo largo de toda su historia han cumplido un papel muy importante, por ellas han pasado gran cantidad de medios de transporte para poder sacar sus productos, porque la mayor parte de sus moradores se dedican a la agricultura. De esta manera la probabilidad de crecimiento económico, intelectual y social de sus moradores es mayor por ello es necesario mantener las vías en buen estado.

El interés del desarrollo de esta investigación es para obtener una información explícita y coherente para lograr obtener un análisis confiable de la vía en estudio; analizar los métodos aplicados para la identificación de fallas y grado de severidad en el pavimento a través del método del PCI.

La investigación contiene cinco capítulos que son desarrollados de manera que contiene temas exclusivamente relacionadas al tema de investigación, basado en informaciones bibliográficas de investigaciones ya existentes.

### 1.1 Delimitación del problema que motiva el estado del arte.

El transporte a través de los años ha presentado diversos avances con el fin de mejorar y solucionar los problemas que puedan afectar el desarrollo económico y social de las personas, por ello es fundamental revisar y analizar las bases teóricas para el análisis del estado de conservación del pavimento asfaltico, el cual permitirá tener un informe solido sobre el tema investigado. En la provincia de Virú las vías carecen de análisis de sus pavimentos por ello planteamos las bases teóricas para realizar el proyecto: Análisis del estado de conservación de la vía de pavimento asfaltico en la avenida Virú, provincia de Virú, región La Libertad, 2018. Los problemas identificados a los largo de los años y que perduran en la actualidad en la provincia de Virú es que su población sufre viajes incomodos, accidentes, demora en el tiempo de viaje, mayor desgaste de los neumáticos de sus movilidades por la presencia de desgaste en la estructura de la carpeta de rodadura del pavimento, con el conocimiento de bases teóricas en un futuro se podrá analizar el pavimento de dicha avenida para poder darle mantenimiento adecuado y brindarle mayor tiempo de vida útil.

### 1.2 Formulación del problema.

¿Cuáles son las bases teóricas para el análisis del estado de conservación de las vías de pavimento asfaltico en la Provincia Virú, Región La Libertad, 2018?

### 1.3 Justificación del Tema.

Esta investigación recopila bases teóricas para el análisis del estado de conservación de la vía de pavimento asfaltico de la provincia de Virú, porque al contar con las bases teóricas adecuadas se lograra identificar de manera oportuna

el desgaste actual de la avenida en estudio y si esta se encuentra en condiciones aptas para la transitividad de vehículos y peatones, permitiendo así que su población tenga mayor oportunidad de desarrollo social y económico; mejorando el tiempo de su transporte y permitiendo que sus movilidades tengan un adecuado uso. La información adquirida no permitirá identificar que métodos se pueden aplicar para el análisis del estado de conservación del pavimento. Este proyecto tendrá información confiable que servirá como base a municipalidades, gobierno regional, empresas y futuros investigadores que buscan analizar el estado de conservación de los pavimentos asfálticos y así puedan desarrollar sus investigaciones que aportando innovación en la ingeniería.

#### 1.4 Objetivo.

##### 1.4.1 Objetivo general:

- Elaborar bases teóricas para el análisis del estado de conservación de las vías de pavimento asfáltico en la provincia de Virù, región La Libertad, 2018.

##### 1.4.2 Objetivos específicos:

- Definir información sobre los tipos de fallas existentes en el pavimento asfáltico.
- Definir los conceptos sobre el nivel de severidad de la falla existente en el pavimento asfáltico.
- Definir información sobre el índice de condición del pavimento asfáltico.

## 1.5 Procedimientos metodológicos seguidos.

### A. Técnica de recolección:

La técnica a usar en este proyecto para la recolección de datos es la revisión documental y el análisis al contenido, porque nos permitirá conocer información de investigaciones anteriores que servirán como base para el futuro proyecto a desarrollar.

### B. Instrumento:

El instrumento a usar es la matriz de datos, esta nos permitirá tener gran cantidad de información de calidad para el desarrollo del proyecto. Las fuentes de información primaria son las que se obtiene de forma directa de lo observado y las fuentes de investigación secundaria (revistas, libros, periódicos, tesis, etc.) son el análisis de la investigación primaria y así obtener información sobre lo que se quiere investigar. (Ver Anexo Número 1)

## II. RESULTADOS RESPECTO A LOS ANTECEDENTES, ESTADO DEL ARTE O ESTADO DE LA CUESTIÓN.

### 2.1 Antecedentes.

- a) (PAJARES & ENRIQUEZ, 2014) Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la vía de evitamiento norte, utilizando el método del índice de condición del pavimento. Cajamarca – 2014. La presente tesis

tiene como objetivo determinar el índice de condición del pavimento para cada tramo homogéneo. El trabajo realizado en esta tesis consiste en el empleo del índice PCI (Present Condition Index), muy empleado en varios países de América Latina. Para la valoración del estado del pavimento de la Vía de Evitamiento Norte se utilizó el método del índice de condición de pavimento; este índice toma valores que oscilan entre 0 (para la condición de fallado) hasta 100 (estado excelente). Para llegar a él se llevó a cabo una inspección visual detallada en toda la superficie del pavimento y sus elementos del drenaje y se recopiló la limitada información existente procedente del proyecto vial ejecutado, el historial de la carretera y el tráfico que la solicita, La sección en estudio consta de dos carriles que propician un ancho de circulación de 6.10 m en una longitud de 2400 m. Su superficie total de 14 640 m<sup>2</sup> se subdividió en unidades de análisis o inspección (que también pueden llamarse unidades de prueba) de 37.5 m de largo y 228.75 m<sup>2</sup> de área cada una. Esta magnitud está dentro de las recomendaciones del procedimiento PCI que sugiere unidades entre los  $232 \pm 93$  m<sup>2</sup>. De esta manera la sección estará formada por 64 unidades de prueba, las que fueron todas identificadas en el terreno mediante sus límites y un número, El 42% del total de unidades de muestra inspeccionadas presentan un estado de pavimento regular (PCI entre 40 y 54); después le sigue un 33% de unidades en mal estado (PCI igual a 39); un 15%, en buen estado (PCI entre 56 y 65). No se encontraron pavimentos fallados (PCI entre 0 y 10) ni excelentes (PCI entre 85 y 100). Agrupando los resultados en los tramo 1 (U7 – U32) presenta un PCI de 54, pavimento Regular; y el tramo 2 (U32-U64), un PCI de 44, pavimento regular.

Esta investigación brindara un conocimiento nuevo sobre el grado de conservación del pavimento, conociendo así el tramo que tiene un mayor

desgaste estructural, y cuál sería la mejor solución para cada uno de ellos y así mejor la funcionalidad de la vía, dando así un mejor servicio de transporte a toda la población por ser esta una vía principal en Cajamarca.

- b) (YESQUEN, G. 2016). Gestión y conservación de pavimentos flexibles, a través del índice de desempeño "PCI" en el entorno del distrito de Surquillo-Lima. La presente tesis tiene como objetivo determinar la condición del pavimento, a través del estudio visual usando el índice de condición de pavimento (PCI), Para ello hemos determinado la condición del pavimento a través del índice de desempeño PCI (Índice de Condición de Pavimento), en el distrito de Surquillo-Lima, es decir hemos evaluado el estado del pavimento con un estudio, recolección y evaluación de datos, posteriormente clasificarlo y obteniendo una base racional para darle un oportuno y adecuado mantenimiento, En el Análisis del PCI del dibujo: Sector A contiene un pavimento Bueno 64%, Regular 25%, Muy pobre 11%, Sector B contiene un pavimento Bueno 20%, Regular 80%, Sector e contiene un pavimento Bueno 67%, Regular 33%, Sector D contiene un pavimento Bueno 25%, Regular 39%, pobre 36%, Sector E contiene un pavimento Bueno 38%, Regular 62%.

Los resultados en este proyecto del estado de conservación del pavimento flexible serán favorables para la creación de nuevas alternativas de solución para el mantenimiento de la vía a bajos costos, dándole una mayor vida útil al pavimento, brindando mantenimiento adecuado y corrigiendo a tiempo el mal uso de la vía.

- c) (LEGUÍA & PACHECO, 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). La presente tesis tiene como objetivo identificar los parámetros de evaluación según la metodología PCI, se puede realizar la evaluación superficial de las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima). El método Pavement Condition Index (PCI); Se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie, valor que cuantifica el estado en que se encuentra el pavimento para su respectivo tratamiento y mantenimiento. Al realizar la evaluación superficial del pavimento flexible mediante el método Pavement Condition Index, se conoce que el estado de conservación de la Av. Cincuentenario es “Regular” con un PCI de 51.84, mientras que la Av. Colón y Miguel Grau presenta un estado de conservación “Bueno” con un PCI de 59.29. De la evaluación física – visual realizada a las Avenidas Cincuentenario, Colón y Miguel Grau se logró identificar 14 clases de fallas, dentro de las cuales se presentan 3 tipos de severidad: Baja, Media y Alta, con las cuales se realizó la evaluación superficial del pavimento flexible.

Con el diagnóstico realizado con el método de índice de condición de pavimento PCI, este proyecto indica el grado de conservación superficial identificando sus 14 fallas y los tipos de severidad de cada una, brindando nuevos datos para el mantenimiento adecuado del mismo.

- d) (COTE & VILLALBA, 2017) Índice de condición del pavimento rígido en la ciudad de Cartagena de indias y medidas de conservación. caso de estudio: carrera 1ra del barrio Bocagrande. Teniendo como objetivo realizar una inspección visual de los daños presentes en el pavimento de la avenida el Malecón. Se consideró necesario realizar el estudio de daños



debido a la importancia e inconvenientes que presenta la vía, basado en la norma ASTM D-6433 07, se identificó la clase, severidad y cantidad de fallas en las unidades de muestra seleccionadas. En general, el 65% de las unidades estudiadas posee un estado “Regular”, un 25% “Malo” y el 10% restante “Bueno”. Por lo que la avenida El Malecón obtuvo un PCI promedio de 44.4%, equivalente a un estado “Regular”. El pavimento de la avenida El Malecón obtuvo un valor de PCI= 44.4%, dentro de la escala de clasificación establecida en la norma ASTM D-6433 07, corresponde a un estado “Regular”. De las losas estudiadas el 65% presentó un estado “Regular”, un 25% “Malo” y un 10% “Bueno”. Las unidades de muestreo con un estado más desfavorable (“Malo”) son 1, 4, 6, 8 y 9 con valores de PCI iguales a 32%, 30%, 37%, 32% y 36% respectivamente, y las unidades en mejores condiciones (“Bueno”) son 17 y 20, con un PCI de 56% y 63.02%, respectivamente.

El presente proyecto busca determinar el grado de severidad y la cantidad de fallas en el pavimento y así saber cuál es el estado de conservación del pavimento según la norma ASTM D-643307, y aplicar de forma correcta el mantenimiento según su severidad, cantidad y tipo de fallas encontradas en el pavimento.

- e) (MUÑOZ, S. 2012). Optimización de políticas de conservación de pavimentos asfálticos en la zona central de Chile. La presente tesis tiene como objetivo desarrollar escenarios en pavimentos asfálticos de la zona central de Chile, principalmente de sus características y condición representativa. Para el desarrollo de este trabajo, se utilizó el módulo de análisis estratégico del programa de gestión de pavimentos conocido como HDM-4. Para el ajuste de los modelos de deterioro de pavimentos

asfálticos y de costos de operación vehicular de este programa a las condiciones chilenas, se consideraron los factores de calibración de estudios previos. Se observa que es conveniente el uso de las alternativas de conservación que consideran carpetas de refuerzo de espesor más bien delgado y/o sellos asfálticos aplicados oportunamente, en vez de esperar un mayor deterioro que implique la reconstrucción del pavimento. Una administración eficiente de una red de caminos requiere de la aplicación de conservaciones oportunas y eficaces. La evaluación técnica del estado del pavimento, tanto desde el punto de vista funcional como estructural, la calibración de los modelos de deterioro y la estimación del tránsito representan actividades fundamentales para asignar las acciones de conservación adecuadas.

Este proyecto usa para la determinación de la conservación de pavimento el módulo de análisis estratégico del programa de gestión de pavimentos conocido como HDM-4., el cual permite detectar a tiempo el estado de pavimento y determinar la aplicación de carpetas de refuerzo con espesor determinado.

- f) (BONFANTE & MONTES, 2015). Diagnóstico del estado del pavimento en la red vial del barrio los caracoles en la ciudad de Cartagena. La presente tesis tiene como objetivo determinar los tipos de daños presentes en la red vial del barrio Los Caracoles basados en el manual de inspección visual del Instituto Nacional de Vías. El Instituto Nacional de Vías utiliza la inspección visual como una herramienta de conservación vial, al identificar los diferentes tipos de patologías que puede presentar un pavimento. En este caso contamos con un pavimento rígido. La red evaluada tiene una longitud aproximada de 2.5 kilómetros y es una vía

doble calzada con una anchos entre 6 y 9 metros. Fueron 1602 placas de concreto inspeccionadas durante este estudio; de las cuales se encontraron un total de 215 placas con algún tipo de afectación, correspondiente al 13% del total de placas en funcionamiento; por lo que las 1387 placas restantes o el 87% no fueron encontradas con daños visibles. Las autoridades distritales no implementan ningún tipo de plan de mantenimiento preventivo para el sistema vial de la ciudad de Cartagena, y mucho menos para las vías inter-barriales.

Esta investigación para conocer el estado del pavimento rígido utiliza el manual de inspección visual del Instituto Nacional de Vías, de manera visual identificar las patologías en el pavimento rígido, esta evaluación se da por tramos y así dar un mantenimiento adecuado.

## 2.2 Bases Teóricas.

### 2.2.1 Pavimento.

Definición: Según (Juárez Y Rodríguez. Mecánica De Suelos (Tomo II); Pág. 530.) “capa o conjunto de capas comprendida (s) entre la subrasante y la superficie de rodamiento de una obra vial, cuya finalidad es proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, resistente al tránsito de los vehículos, el intemperismo producido por los agentes naturales y a cualquier otro agente perjudicial. Como función estructural un pavimento tiene la de transmitir adecuadamente los esfuerzos a la subrasante, de modo que esta no se deforme de manera perjudicial”.

El pavimento es una base vertical que está constituido de varias capas de diferente espesor, los cuales son capaces de soportar una sobrecarga en su forma natural o con intervención del hombre basado en un diseño específico. Está Permitiendo un libre tránsito sin provocar daño alguno en las movilidades que transitan por este pavimento.

### 2.2.2 Clasificación De Pavimentos. (Rengifo, Diseño De Los Pavimentos De La Nueva Carretera Panamericana Norte En El Tramo De Huacho A Pativilca Km 188 A 189, 2014; Pag. 3-7)

Los pavimentos dependen del material que los compone, este nos permite determinar su clasificación: pavimentos flexibles, pavimentos rígidos.

- Pavimentos flexibles: Estos pavimentos están constituidos por capaz de material granular el cual tiene una capa de superficie de material asfaltico. Este pavimento permite que la distribución de las cargas que recibe sea distribuida de forma uniforme en toda su estructura permitiendo que no haya alguna falla estructural en él.
- Pavimentos rígidos: Este pavimento está constituido por diversas capas y tiene una capa de superficie de rodadura de concreto y en algunos casos esta reforzada con acero, esta carpeta de rodadura se encuentra apoyada en la subrasante, la construcción de una sub base solo será si la sub rasante no tiene las propiedades necesarias para soportar las cargas producidas por el tránsito, este pavimento se caracteriza por ser resistente al agua.

### 2.2.3 Elementos De Un Pavimento Flexible. (Procedimiento De Diseño De Pavimento Flexible, Enero 2018)

- Sub- rasante: Esta superficie está constituida por el suelo en su forma natural o en algunos casos requiere de cortes y rellenos, para una estabilización previa compactación para adquirir la resistencia según el diseño de estudio deseado.
- Sub- base: Esta capa es constituida de material granular la cual será compactada según el ensayo proctor estándar y a la vez es económica para su construcción., la cual se encuentra apoyada en la sub- rasante. Esta se encargara de transmitir de forma uniforme las cargas recibidas de la base así mismo estas serán transmitidas a la subrasante.
- Base: Es una de las capas que requiere una construcción con un espesor según los resultados de los estudios realizados, porque esta será la que soporte las cargas del tránsito que serán transmitidas a la base y posteriormente a la subrasante y así prevenir la deformación del pavimento. Esta debe ser resistente al agua para garantizar la adecuada funcionalidad en toda la vida útil del pavimento.
- Carpeta de rodadura: Esta capa recibe de forma directa las cargas producidas por las movildades que lo transitan, por ello la superficie de esta debe ser apropiado para el tránsito de las movildades y así transmitir la cargas a la base de forma eficiente a si mismo esta debe ser resistente a la intemperie para proteger de esta manera la estructura.



Figura 01. Elementos De Un Pavimento Flexible.

Fuente: Componentes De La Estructura De  
Pavimento Flexible – Claudia Monteverdez.

Elaboración: Autor Del Trabajo De Investigación.

#### 2.2.4 Fallas En Los Pavimentos. (Maestría En Vías Terrestres Módulo III Diseño De Pavimentos I Evaluación De Pavimentos, 2010)

Las fallas consideradas por PCI son 19 a tener en cuenta en un pavimento flexible, las fallas son producidas por una inadecuada construcción en espesor de sus capas así como la compactación adecuada de ellas, por exceder cargas a las que no fue diseñada el pavimento para soportar y también surge desgastes o deterioros por los cambios climáticos al que puede estar sometido en el futuro (extensas lluvias, aumento del nivel de la napa freática, etc.). Las cuales causan pérdida de algunas propiedades,

generando que sea más corta su vida útil del pavimento. Por ausencia de su mantenimiento para su conservación.

Tabla 01

Fallas En El Pavimento Según PCI

FALLAS SEGÚN PCI	
Nº	TIPO DE FALLA
01	GRIETA PIEL DE COCODRILO
02	EXUDACIÓN DE ASFALTO
03	GRIETAS DE CONTRACCIÓN (BLOQUE)
04	ELEVACIONES-HUNDIMIENTO
05	CORRUGACIONES
06	DEPRESIONES
07	GRIETAS DE BORDE
08	GRIETAS DE REFLEXIÓN DE JUNTAS
09	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES
10	DESNIVEL CALZADA-HOMBRILLO
11	BACHEO Y ZANJAS REPARADAS
12	AGREGADOS PULIDOS
13	HUECOS
14	CRUECE DE RIELES
15	AHUELLAMIENTO
16	DEFORMACIÓN POR EMPUJE
17	GRIETAS DESLIZAMIENTO
18	HINCHAMIENTO
19	DISGREGACIÓN Y DESINTEGRACIÓN

Fuente: Maestría En Vías Terrestres Módulo III Diseño De Pavimentos I  
Evaluación De Pavimentos, 2010.

Elaboración: Autor Del Trabajo De Investigación.

A. GRIETA PIEL DE COCODRILO:

Estas se encuentran en una zona donde hay más frecuencia de cargas de tránsito, estas tiene forma de polígonos de diferentes tamaños similares a la piel de cocodrilo. Generalmente esta falla se da por la fatiga de la carpeta asfáltica.

Niveles de severidad: (Ver Anexo Número 2)

(L) Bajo: Las líneas no son tan pronunciada en el pavimento y no presenta desprendimiento del material.

(M) Medio: Se muestra los polígonos como la piel de cocodrilo y presenta algunos desprendimientos del material.

(H) Alto: Las grietas son bien pronunciadas y se observa con facilidad el desprendimiento total del material.

#### B. EXUDACIÓN DE ASFALTO:

Es un material bituminoso en la superficie del pavimento, esta superficie es brillante, pegajosa y reflectora. Esto generalmente se produce por ausencia de vacíos, por el exceso de asfalto en la mezcla y exceso de material sellante de asfalto.

Niveles de severidad: (Ver Anexo Número 3)

(L) Bajo: La exudación es leve que se puede apreciar en algunos días del año. El asfalto no se pega a ninguna superficie que ejerza fuerza al momento de transitar sobre él.



(M) Medio: La exudación presenta un grado en el que se puede apreciar en algunas semanas del año un machado y pegado de asfalto en la superficie que ejerza fuerza al momento de transitar sobre él.

(H) Alto: La exudación es excesiva que se puede apreciar en algunas semanas del año provocando un machado y pegado de asfalto en la superficie que ejerza fuerza al momento de transitar sobre él.

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

La presencia de grietas de contracción que tienen una forma rectangular de diferentes dimensiones, indican que el asfalto se ha endurecido.

Niveles de severidad: (Ver Anexo Número 4)

(L) Bajo: Son bloques con grietas de baja severidad. Como se define para grietas longitudinales y transversales.

(M) Medio: Son bloques con grietas de severidad media.

(H) Alto: Son bloques con grietas de severidad alta.

#### D. ELEVACIONES-HUNDIMIENTO:

Las elevaciones son material que sufre desplazamiento hacia arriba de la superficie y en los hundimientos su material se desplaza hacia abajo. Generando algunas ondulaciones en la superficie.

Niveles de severidad: (Ver Anexo Número 5)

(L) Bajo: Los abultamientos o hundimiento generan un tránsito de baja severidad.

(M) Medio: Los abultamientos o hundimiento generan un tránsito de severidad media.

(H) Alto: Los abultamientos o hundimiento generan un tránsito de severidad alta.

#### E. CORRUGACIONES:

Estas ocurren a una distancia no mayor de 3 metros. Generalmente ocurre donde existe mayor transitividad siendo estas perpendiculares a la dirección del tránsito.

Niveles de severidad: (Ver Anexo Número 6)

(L) Bajo: Corrugaciones producen un tránsito de baja severidad.

(M) Medio: Corrugaciones producen un tránsito de mediana severidad

(H) Alto: Corrugaciones producen un tránsito de alta severidad

#### F. DEPRESIONES:

Son producidas por la deformación de la subrasante producen un hundimiento en la carpeta de rodadura la cual se puede observar con mayor facilidad en la épocas de lluvia, porque esta permite el almacenamiento de agua en toda su área deformada y así mismo podemos conocer también la deformación por el color que deja el agua en su superficie al evaporarse.

Niveles de severidad: (Ver Anexo Número 7)

(L) Bajo: La profundidad de esta será de 13 a 25 mm

(M) Medio: La profundidad de esta será de 25 a 51 mm

(H) Alto: La profundidad esta será mayor a 51mm

#### G. GRIETAS DE BORDE:

Estas son paralelas al eje de la vía que se encuentran a una distancia de 0.30 a 0.69 cm del borde del pavimento, en algunos casos son acompañadas de grietas transversales, estas pueden ser el resultado de la existencia de un asentamiento o desplazamiento de los agregados de las capas anteriores.

Niveles de severidad: (Ver Anexo Número 8)

(L) Bajo: Las grietas no sufren desintegración de sus componentes del pavimento.

(M) Medio: Las grietas sufren una ligera desintegración de sus componentes del pavimento y ruptura de los bordes.

(H) Alto: Las grietas sufren la desintegración de sus componentes del pavimento y existe grandes rupturas en los bordes.

#### H. GRIETAS DE REFLEXIÓN DE JUNTAS:

Estas solo se presentan en pavimento de carpeta asfáltica construido sobre una losa de concretó de cemento portland. Estas grietas se

pueden presentar en forma longitudinal, diagonal, transversal y en bloque.

Niveles de severidad: (Ver Anexo Número 9)

(L) Bajo: presentan grietas sin relleno con un ancho menor a 10 mm y grietas rellenas con cualquier ancho.

(M) Medio: presentan grietas sin relleno con ancho no mayor a 76 mm

(H) Alto: presentan grietas con relleno mayor a 76 mm y grietas sin relleno o con relleno son rodeadas de grietas aleatorias.

#### I. GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES:

La grietas longitudinales aparecen en el centro de la vía es decir son perpendiculares al eje de la vía sin embargo la grietas transversales son casi perpendiculares al eje de la vía y se presentan en casi toda la calzada.

Niveles de severidad: (Ver Anexo Número 10)

(L) Bajo: Presentan grietas sin relleno con un ancho menor a 10 mm y grietas rellenas con cualquier ancho.

(M) Medio: Presentan grietas sin relleno con ancho no mayor a 76 mm

(H) Alto: Presentan grietas con relleno mayor a 76 mm y grietas sin relleno o con relleno son rodeadas de grietas aleatorias.

J. DESNIVEL CALZADA-HOMBRILLO:

Esto se da por un desnivel entre el borde del pavimento y el hombrillo.

Niveles de severidad: (Ver Anexo Número 11)

(L) Bajo: La diferencia en elevación será entre 25 y 51 mm.

(M) Medio: La diferencia será entre 51 y 102 mm.

(H) Alto: La diferencia será mayor a 102 mm.

K. BACHEO Y ZANJAS REPARADAS:

Los bacheos son imperfecciones que existen en el pavimento, sin embargo estas al ser reparadas para permitir un tránsito fluido provocan incomodidad al transitar sobre él. Es decir esta reparación que se realizó no cumple con la funcionalidad de la original.

Niveles de severidad: (Ver Anexo Número 12)

(L) Bajo: El bacheo nos permite un tránsito fluido de baja severidad o menor.

(M) Medio: El bacheo está deteriorado el que permite un tránsito de severidad media.

(H) Alto: El bacheo tiene un gran deterioro el cual requiere una pronta sustitución tienen un tránsito de alta severidad.

L. AGREGADOS PULIDOS:

Son agregados que por el gran contacto con el tránsito a sufrido un desgaste. Para ello no se define ningún grado de severidad. (Ver Anexo Número 13)

#### M. HUECOS:

Estos se producen por la continuidad del flujo de tráfico en un determinado lugar produciendo desprendimiento de las partículas, generando depresiones no mayores a un diámetro de 0.90 m, en muchos casos el crecimiento de los huecos son por la presencia de agua sobre estos.

Niveles de severidad: (Ver Anexo Número 14)

(M) Medio: Si la profundidad del hueco es menor e igual a 25mm.

(H) Alto: Si la profundidad del hueco es mayor que 25 mm.

#### N. CRUECE DE RIELES:

La existencia de abultamientos en las uniones de rejillas con el pavimento el cual causa un malestar el tránsito.

Niveles de severidad: (Ver Anexo Número 15)

(L) Bajo: No perjudica la fluidez del tránsito de baja severidad.

(M) Medio: Existe un malestar leve en la fluidez del tránsito de severidad media.

(H) Alto: Cusa un fuerte malestar el flujo del tránsito de severidad alta.

O. AHUELLAMIENTO:

El alto nivel de transito al transmitir a través de sus neumáticos transmiten las cargas sobre el pavimento, produciendo con los neumáticos ahuellamientos, los cuales en muchos casos se podrán visualizar solo con la existencia de agua sobre el pavimento, es decir después de una lluvia.

Niveles de severidad: (Ver Anexo Número 16)

(L) Bajo: La profundidad será entre 6 y 13mm

(M) Medio: La profundidad será entre 13 y 25mm

(H) Alto: La profundidad será mayor a 25mm

P. DEFORMACIÓN POR EMPUJE:

Se producen cuando el transito realiza un empuje sobre el pavimento produciendo un desplazamiento del mismo. Así mimo puede suceder cuando existe un confinamiento entre un pavimento asfáltico y un pavimento de concreto de cemento Portland.

Niveles de severidad: (Ver Anexo Número 17)

(L) Bajo: No perjudica la fluidez del tránsito de severidad baja.

(M) Medio: Existe un malestar leve en la fluidez del tránsito de severidad media.

(H) Alto: Cusa un fuerte malestar el flujo del tránsito de severidad alta.

Q. GRIETAS DESLIZAMIENTO:

Son producidas por el tránsito, la interacción entre el neumático y el pavimento producen las grietas de forma parabólicas y a la vez también se da por tener una mezcla asfáltica de baja resistencia.

Niveles de severidad: (Ver Anexo Número 18)

(L) Bajo: Ancho de la grieta menor a 10mm

(M) Medio: Ancho de la grieta entre 10mm y 38mm, existe presencia de fracturas al borde de la grieta.

(H) Alto: Ancho de la grieta mayor a 38mm, existe presencia de fracturas al borde de la grieta que son de fáciles de mover.

R. HINCHAMIENTO:

Este es producido por suelos expansivos, son hinchamientos hacia riba del pavimento asfaltico con una longitud mayor a 3 m.

Niveles de severidad: (Ver Anexo Número 19)

(L) Bajo: No perjudica la fluidez del tránsito de severidad baja.

(M) Medio: Existe un malestar leve en la fluidez del tránsito de severidad media

(H) Alto: Cusa un fuerte malestar el flujo del tránsito de severidad alta.



#### S. DISGREGACIÓN Y DESINTEGRACIÓN:

La superficie de carpeta asfáltica sufre una pérdida de material ligante asfáltico y partículas de agregados.

Niveles de severidad: (Ver Anexo Número 20)

(L) Bajo: se desprenden algunos agregados o ligante.

(M) Medio: se han desprendido el agregado o el ligante, siendo una superficie rugosa y ahuecada.

(H) Alto: se han perdido de manera considere los agregados o ligante, siendo una superficie severamente rugosa y ahuecada.

2.2.5 Definición Del Análisis De Estrategias Del HDM-4. (Metodología basada en el HDM-4 para la selección de metas de desempeño en la red federal de carreteras, 2016).

El HDM-4 permite realizar tres tipos de análisis: de proyectos, de programas y de estrategias. Como se mencionó al inicio del capítulo, el análisis de estrategias resulta el más adecuado para implementar la metodología propuesta, ya que su propósito específico es la evaluación de opciones de inversión a nivel de red, en el mediano y largo plazo, empleando datos agregados. Para ejecutar el análisis de estrategias, se debe proporcionar la siguiente información adicional:

- Función objetivo para la optimización presupuestal. Las opciones disponibles son: maximizar el valor presente neto, maximizar la mejora del IRI y minimizar el costo para un

objetivo de IRI. Puesto que el presente estudio se basa en el logro del mejor desempeño para los recursos disponibles, se ha seleccionado la segunda opción.

- Parámetros para el análisis económico: año de inicio, periodo de análisis y tasa de actualización. Actualmente, las evaluaciones de proyectos de inversión en el país se efectúan con una tasa de actualización del 10 %.
- Tramos del análisis, que corresponden a las longitudes de carretera resultantes de la agregación de tramos individuales.
- Alternativas de intervención. Una alternativa de intervención del HDM-4 consiste en un conjunto de estándares de conservación cuya aplicación se inicia en un año dado. Como se mencionó anteriormente, la metodología solo considera dos estándares de conservación: mantenimiento de rutina y conservación periódica. A partir de estos, se pueden definir inicialmente dos alternativas: una alternativa base para el mantenimiento rutinario y una alternativa de proyecto para la conservación periódica. Sin embargo, si se difiere el año de inicio del estándar de conservación periódica en incrementos de un año, es posible definir un total de alternativas igual al periodo de análisis más uno. Al definir las alternativas de esta manera, una intervención no seleccionada en un año dado por falta de recursos, puede aplicarse en otro año cualquiera durante el análisis de los escenarios presupuestales restringidos, siempre y cuando se disponga de los fondos suficientes.

### 2.2.6 Cálculo Del Índice De Condición De Pavimento (PCI). (Vásquez. Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos Y De Concreto En Carreteras, 2002)

El Índice de Condición del Pavimento (PCI- Pavement Condition Index), se dice que es uno de los más completo para evaluar y calificar de forma objetiva a los pavimentos, flexibles y rígidos. La aplicación de este método no requiere de muchas herramientas para su ejecución tan solo las que detallaremos más adelante.

La estructura presenta un deterioro en función de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La examinación visual insitu será determinante para conocer su clase, severidad y densidad, mediante la obtención de datos de todas la fallas encontradas en el trabajo de campo y así mismo conocer cuál es el clima al que está expuesto el pavimento y poder conocer en qué estado se encuentra la vía para su funcionalidad mediante la aplicación de este método.

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado.

Tabla 02.

Rango De Clasificación del pavimento según el PCI

<b>RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI</b>	
<b>RANGO</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Fuente: Manual ASTM – 6433 Método De Evaluación PCI.

Elaboración: Autor Del Trabajo De Investigación.

## A. Procedimiento de evaluación y condición del pavimento:

Debemos realizar un trabajo de campo recolectando los datos conociendo los tipos de clase de fallas encontradas tales como: Piel de cocodrilo, exudación, abultamientos, entre otros. Dependiendo de su grado de severidad y densidad de los mismos. Donde todos estos datos recolectados estarán en nuestra hoja de datos del manual de índice de condición de pavimentos.

Tabla 03

Fallas En El Pavimento Según PCI

METODO DE PCI						NIVEL DE SEVERIDAD		
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO ASFALTICO HOJA DE REGISTRO						L = BAJO		
						M = MEDIO		
						H = ALTO		
NOMBRE DE LA VIA:			SECCION:					
EJECUTOR:			FECHA:					
1. PIEL DE COCODRILO	6. DEPRESION.	11. PARCHES.	16. DESPLAZAMINETO.	17. GRIETAS	18. HINCHAMIENTO (SLIPPAGE)	19. DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS.		
2. EXUDACION	7. GRIETA DE BORDE	12. PULIMENTOS DE AGREGADO	13. HUECOS.	14. CRUCE DE VIAS FERREAS.	15. AHUELLAMIENTOS.			
3. AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	8. GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA.	9. DESNIVEL CARRIL / BERMA.	10. GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.					
4. ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO								
5. CORRUGACION.								
FALLAS	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO

Fuente: Manual ASTM – D6433 Método De Evaluación del PCI

Elaboración: Autor Del Trabajo De Investigación.

B. Instrumentos :

- Odómetro manual: Se usa para medir largas distancias, especialmente en carreteras, caminos, entre otros., también se usa una wincha métrica.
- Regla o cordel: Se usa para medir de forma longitudinal y transversal el pavimento en estudio.
- Manual del PCI con cantidad necesaria de formatos para la recolección de datos de una forma adecuada.

C. Unidad de muestreo:

Este proyecto dividirá la vía en estudio en secciones o unidades de muestreo según el ancho de la calzada del pavimento. Pues este no debe exceder el ancho de 7.30 m de carpeta de rodadura y su área de unidad de muestreo debe estar ente 230.00 m<sup>2</sup> y 93.00 m<sup>2</sup>. Para que esta pueda ser evaluada.

Tabla 04.  
Dimensión De Unidades De Muestreo.

Longitud De Unidades De Muestreo	
Ancho De Calzada (M)	Longitud De La Unidad De Muestreo (M)
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (Máximo)	31.5

Fuente: Manual ASTM – 6433 método de evaluación PCI.

Elaboración: Autor Del Trabajo De Investigación.

D. Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación:

En todo proyecto es necesario realizar la evaluación en toda su áreas de la vía a estudiar sin embargo para su inspección visual y recolección de datos demandara un mayor tiempo y mayor inversión económica por lo tanto si no se cuenta con los recursos suficientes es necesario realizar un proceso de muestreo. Por ello para conocer

qué cantidad de muestras debemos evaluar para este proyecto usaremos la ecuación número 1, la cual tendremos como un valor estimado de  $PCI \pm 5$  del promedio verdadero con una confiabilidad de un 95%.

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

Ecuación número 1

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

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

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

s: Desviación estándar del PCI entre las unidades.

La desviación estándar del PCI se asume de 10 para pavimento asfáltico y de 15 para pavimento de concreto.

Si la cantidad de número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco ( $n < 5$ ), todas las unidades deberán evaluarse.

E. Selección de unidades de muestreo:

Para saber que unidades muestreo debemos analizar para nuestro proyecto realizaremos en la ejecución de la siguiente ecuación número 2, la cual nos permitirá conocer cada que unidades debemos analizar escogiendo la primera de forma aleatoria.

$$i = \frac{N}{n}$$

Ecuación numero 2

Dónde:

N = Número total de unidades de muestreo disponible.

n = Número mínimo de unidades para evaluar.

i = Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior

Sin embargo este método impide en muchos casos el análisis de espacios del pavimento que se encuentran en mal estado, por ellos es si es necesario que el investigador evalué algunas unidades de muestra adicionales para garantizar la confiabilidad de la investigación.

F. Cálculo del PCI.

- Cálculo de los valores deducidos (DV)
  - Sumar la cantidad total de cada tipo de daño para cada nivel de severidad.
  - Para determinar los valores deducidos debemos dividir la cantidad total de cada tipo de daño según el nivel de severidad entre el área total de la unidad de muestra y multiplicar el resultado por 100 para obtener la densidad porcentual para cada tipo y severidad de daño.
  
- Cálculo del número máximo admisible (m):



- Realizar una lista de los valores deducidos de mayor a menor.
- Par calcular el número máximo admisible usaremos la ecuación número 3.

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.0 - HDV_i)$$

Ecuación número 3

Dónde:

HDV<sub>i</sub> = mayor valor deducido individual para la  
Unidad de muestra.

m = Número máximo admisible de valores deducidos.

- Calculo del máximo valor deducido corregido (CDV):
  - Determinar todos los valores deducido mayores que 2.
  - Cambiar el menor valor deducido por 2% para luego sumar y hallar un nuevo valor deducido = 1.
  - El cálculo del máximo valor deducido corregido usaremos la ecuación número 4.

$$PCI = 100 - \text{max. CDV}$$

Ecuación número 4.

Dónde:

Máx. CDV = Máximo valor deducido corregido

PCI = Índice de condición de pavimento

Tabla 05.

Máximo Valor Deducido.

n°	Valor Deducido					total	q	CDV
1								
2								
3								
4								

Fuente: Manual De Cálculo Del Índice De Condición De Pavimento (PCI). (Vásquez. Pavement Condition Index (Pci) Para Pavimentos Asfálticos Y De Concreto En Carreteras, 2002

Elaboración: Autor Del Trabajo De Investigación.

G. Cálculo de PCI en una sección:

En una sección de pavimento hay diversas unidades de muestreo. Si todas estas son inventariadas, el PCI de la sección será el promedio de los PCI calculados en las unidades de muestreo.

Si para la elección de unidades de muestreo se hizo de forma aleatoria, el PCI será el promedio de los PCI de las unidades de muestreo inspeccionadas.

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

$$PCI_S = \frac{[(N-A) \times PCIR] + (A \times PCIA)}{N}$$

Ecuación número 5.



Donde:

PCIs: PCI de la sección del pavimento.

PCIR: PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativa

PCIA: PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.

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

A: Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas.



### III. CONCLUSIÓN

- Se logró establecer la información de las bases teóricas para el análisis del estado de conservación del pavimento asfaltico en la vía de la venida Virú, el cual nos permite realizar un estudio adecuado y obtener resultados actuales confiables para su ideal mantenimiento.
- Se logró recopilar la información necesaria para el estudio de los tipos de fallas y su nivel de severidad que presenta cada una de ellas en el pavimento.
- Se determina la información adecuada para la identificación del rango de índice de condición de pavimento asfaltico en la avenida en estudio, conociendo así cuál es su estado de conservación actual del pavimento.

#### IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(Cote, S. & Villalba, O. 2017). Índice De Condición Del Pavimento Rígido En La Ciudad De Cartagena De Indias Y Medidas De Conservación. Caso De Estudio: Carrera 1ra Del Barrio Bocagrande. Universidad De Cartagena.

(Corros et al, 2009). Maestría en Vías Terrestres Módulo III Diseño de Pavimentos I Evaluación de Pavimentos. Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Tecnología de la Construcción Programa de Capacitación Académica.

(Bonfante, Z. & Montes, B. 2015). Diagnóstico Del Estado Del Pavimento En La Red Vial Del Barrio Los Caracoles En La Ciudad De Cartagena. Universidad de Cartagena. Tesis para obtener el grado de ingeniero civil.

(Hiliquín, B. 2016). Encontró que El pavimento flexible de la Avenida Jorge Chávez del distrito de Pocollay, departamento y Provincia de Tacna, en el año 2016. Universidad Privada De Tacna. Tesis para obtener el grado de ingeniero civil.

(Juárez, B & Rico, R. 2004) Mecánica de suelos (tomo II) Teoría y aplicaciones de la mecánica de suelos. México. Editorial Limusa, S.A.

(Leguía, L. & Pacheco, R. 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 San Martin De Porres. Tesis para obtener el grado de ingeniero civil.

Ministerio de transportes y comunicaciones, 2013. Manual de carreras conservación vial.

(Muñoz, S. 2012). Optimización De Políticas De Conservación De Pavimentos Asfálticos En La Zona Central De Chile. Universidad De Chile. Tesis para obtener el grado de ingeniero civil.

(Rabanal, P. 2004). Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la vía de evitamiento norte, utilizando el método del índice de condición de pavimento. Cajamarca- 2014: Universidad Privada Del Norte. Tesis para obtener el grado de ingeniero civil.

(Yesquen, G. 2016). Gestión y conservación de pavimentos flexibles, a través del índice de desempeño "PCI" en el entorno del distrito de Surquillo-Lima. Universidad Nacional De Piura. Tesis para obtener el grado de ingeniero civil.

(Vásquez, V. 2002). Pavement condition index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. Universidad nacional de Colombia.



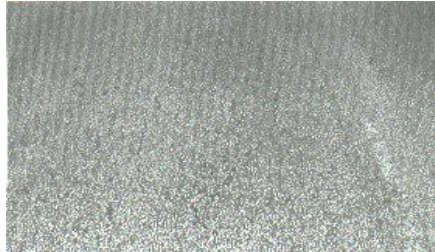
V. ANEXOS

Anexo Número 1. Matriz de Datos.

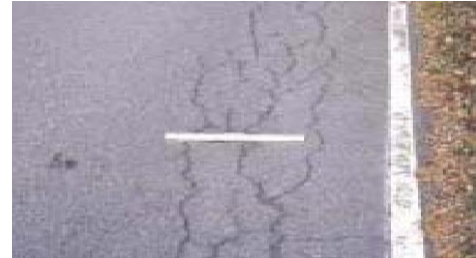
<b>MATRIZ DE DATOS</b>	
<b>TEMA</b>	<b>FUENTE</b>
Pavimentos	Mecánica De Suelos (Tomo II)
Clasificación de pavimentos	Diseño De Los Pavimentos De La Nueva Carretera Panamericana Norte En El Tramo De Huacho A Pativilca Km 188 A 189,
Elementos de un pavimento flexible	Procedimiento De Diseño De Pavimento Flexible
Fallas en los pavimentos	Maestría En Vías Terrestres Módulo III Diseño De Pavimentos I Evaluación De Pavimentos
Cálculo del índice de condición de pavimento (PCI)	Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos Y De Concreto En Carreteras

Anexo Número 2. Nivel De Severidad - Piel De Cocodrilo.

Severidad Baja



Severidad Media



Severidad Alta



Anexo Número 3. Nivel De Severidad - Exudación de Asfalto.

Severidad Baja



Severidad Media



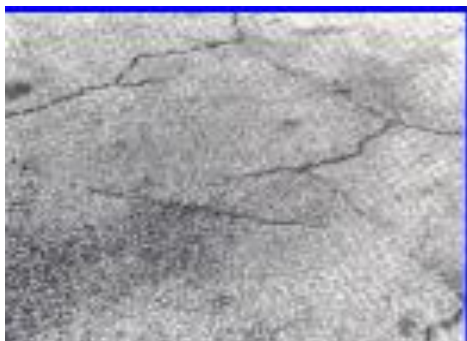


Severidad Alta



Anexo Número 4. Nivel De Severidad - Grietas de Contracción (Bloque).

Severidad Baja



Severidad Media



Severidad Alta



### Anexo Número 5. Nivel De Severidad Elevación – Hundimiento

Severidad Baja



Severidad Media



Severidad Alta



### Anexo Número 6. Nivel De Severidad - Corrugación.

Severidad Baja



Severidad Media



Severidad Alta



Anexo Número 7. Nivel De Severidad - Depresiones.

Severidad Baja



Severidad Media



Severidad Alta



Anexo Número 8. Nivel De Severidad - Grietas de Borde.

Severidad Baja



Severidad Media



Severidad Alta



Anexo Número 9. Nivel De Severidad - Grietas de Reflexión de Juntas.

Severidad Baja



Severidad Media



### Severidad Alta



### Anexo Número 10. Nivel De Severidad - Grietas Longitudinales y Transversales.

#### Severidad Baja



#### Severidad Media



#### Severidad Alta



Anexo Número 11. Nivel De Severidad - Desnivel de Calzada – Hombrillo.

Severidad Baja



Severidad Media



Severidad Alta



Anexo Número 12. Nivel De Severidad - Bacheo y Zanjas Reparadas.

Severidad Baja



Severidad Media



Severidad Alta



Anexo Número 13. Nivel De Severidad - Agregados Pulidos.



Anexo Número 14. Nivel De Severidad - Huecos.

Severidad Baja



Severidad Media



Severidad Alta



Anexo Número 15. Nivel De Severidad - Cruce de Rieles.

Severidad Baja



Severidad Media



Severidad Alta





Anexo Número 16. Nivel De Severidad - Ahuellamiento.

Severidad Baja



Severidad Media



Severidad Alta



Anexo Número 17. Nivel De Severidad - Deformación por Empuje.

Severidad Baja



Severidad Media



### Severidad Alta



### Anexo Número 18. Nivel De Severidad - Grietas de Deslizamiento.

#### Severidad Baja



#### Severidad Media



#### Severidad Alta



Anexo Número 19. Nivel De Severidad - Hinchamiento.

Severidad Baja



Severidad Media



Severidad Alta



Anexo Número 20. Nivel De Severidad - Disgregación y Desintegración.

Severidad Baja



Severidad Media

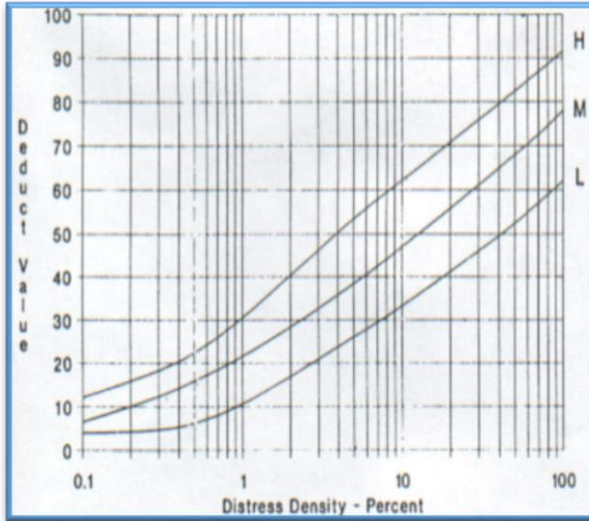


### Severidad Alta

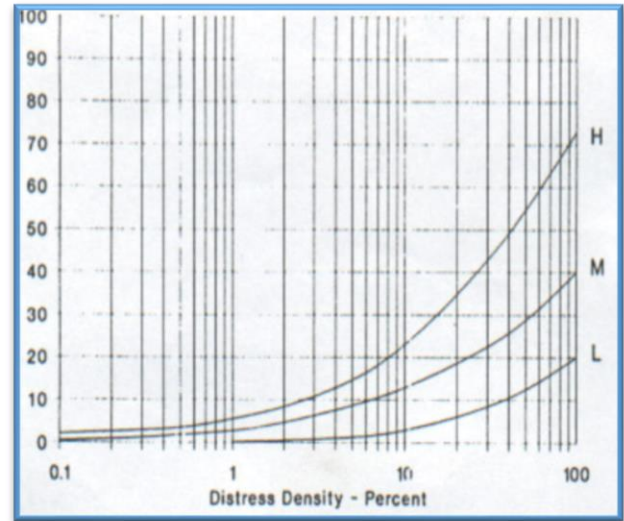


Anexo Número 21. Curvas Para Pavimento Asfáltico

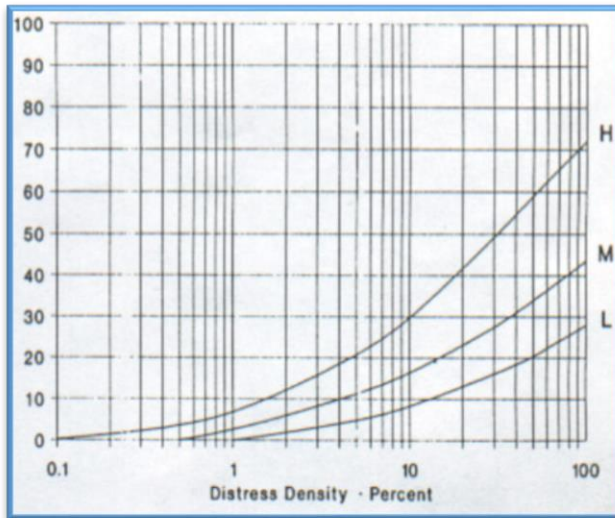
CURVA: PIEL DE COCODRILO



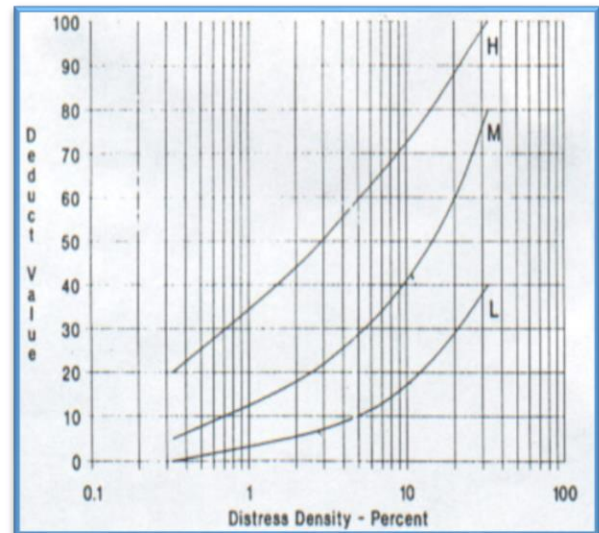
CURVA: EXUDACIÓN



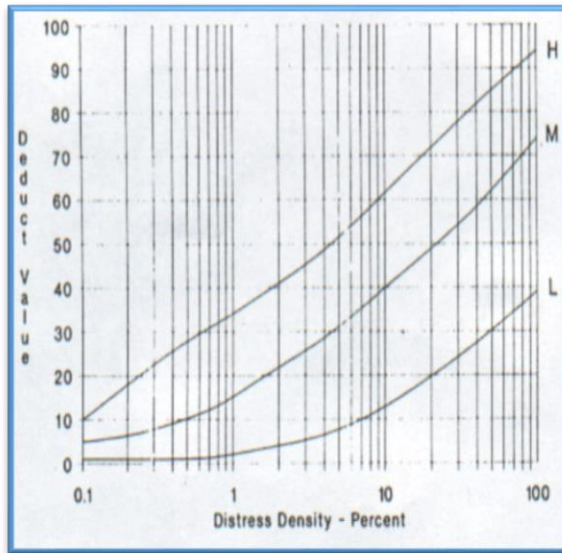
CURVA: AGRIETAMIENTO EN BLOQUE



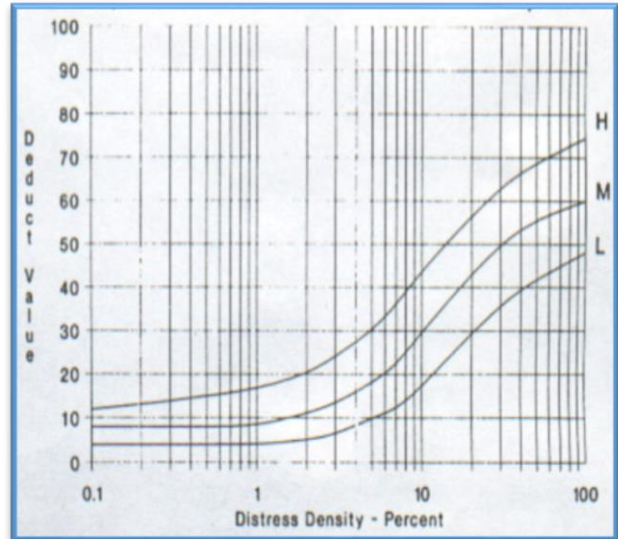
CURVA: ABULTAMIENTO  
Y HUNDIMIENTO



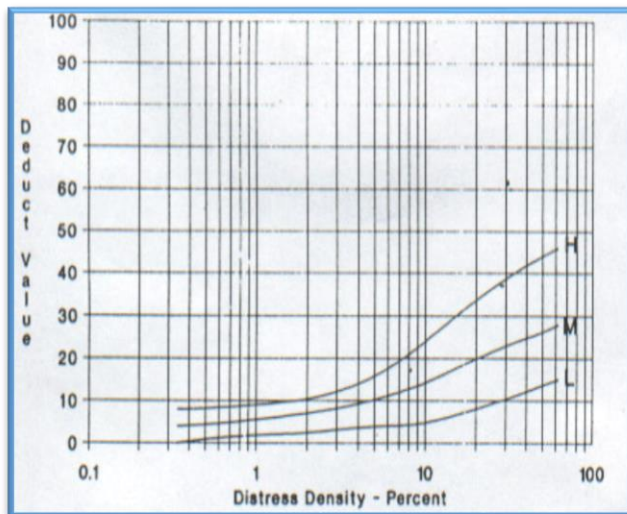
CURVA: CORRUGACIÓN



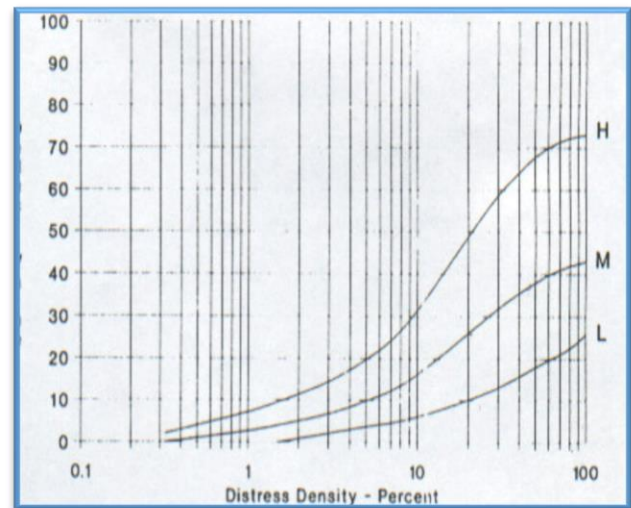
CURVA: DEPRESIÓN



CURVA: GRIETAS DE BORDE

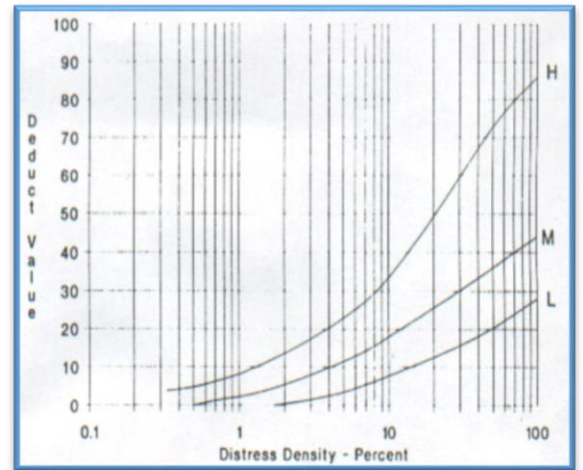
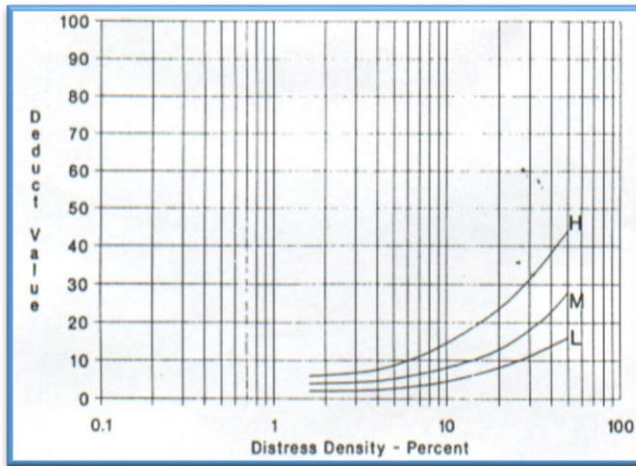


CURVA: GRIETA DE DEFLEXIÓN



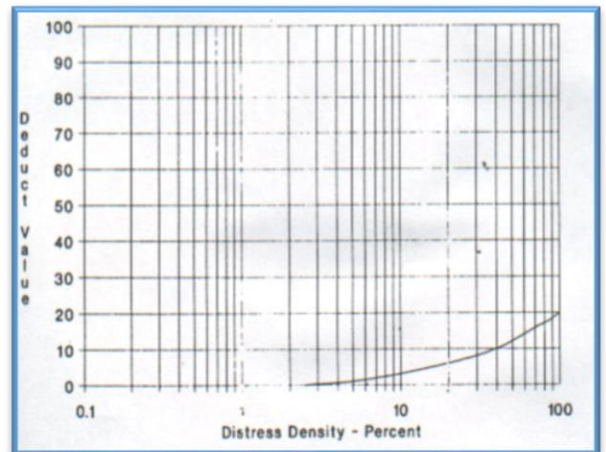
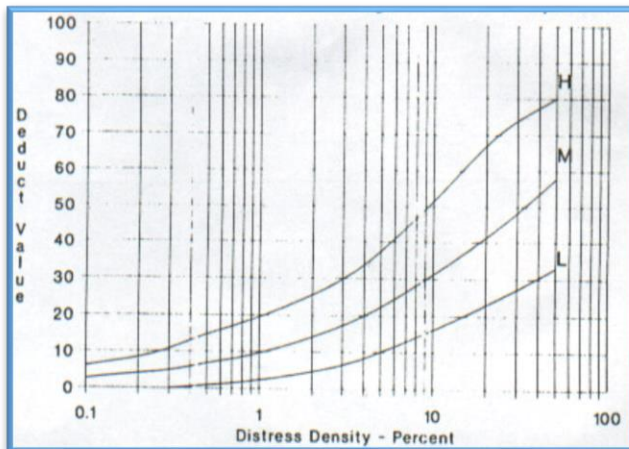
CURVA: GRIETAS LONGITUDINALES  
Y TRANSVERSALES

CURVA: DESNIVEL CARRIL / BERMA

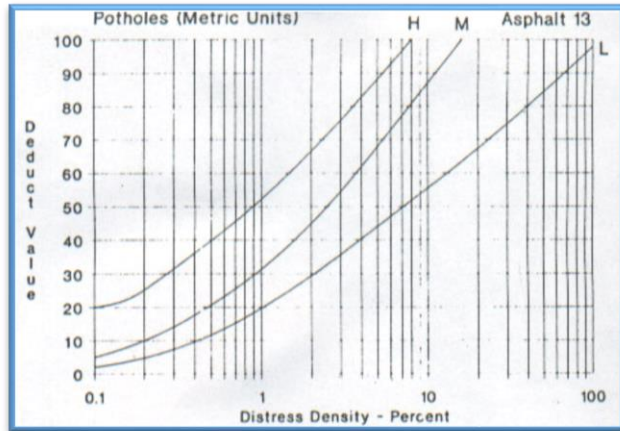


CURVA: PARCHES

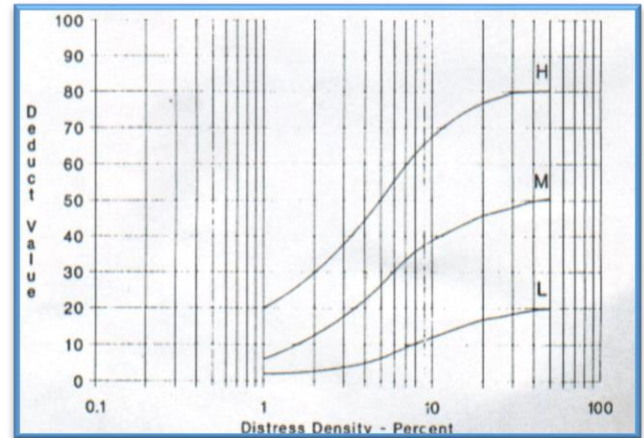
CURVA: PULIMENTO DE AGREGADOS



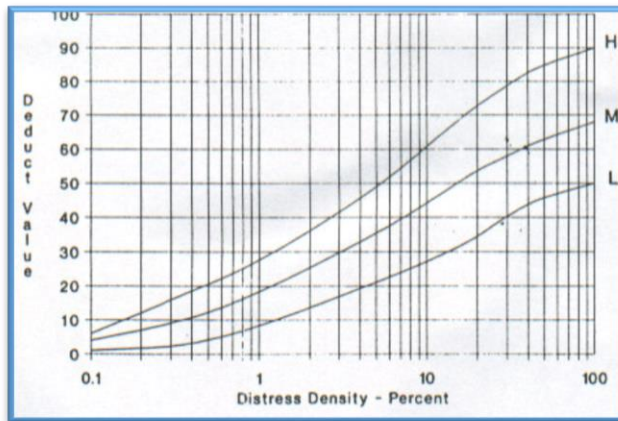
CURVA: HUECOS



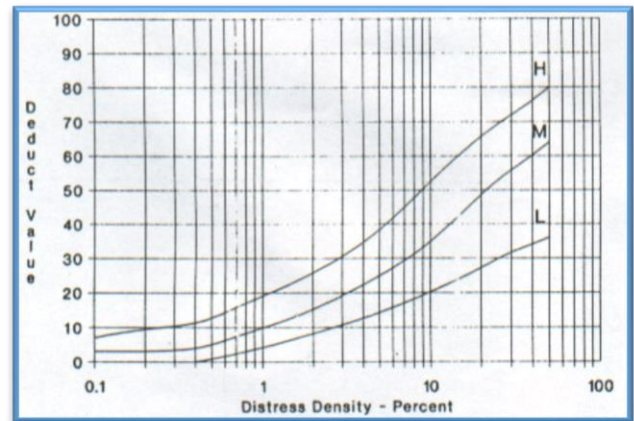
CURVA: CRUCE DE VÍAS FÉRREAS



CURVA: AHUELLAMIENTO

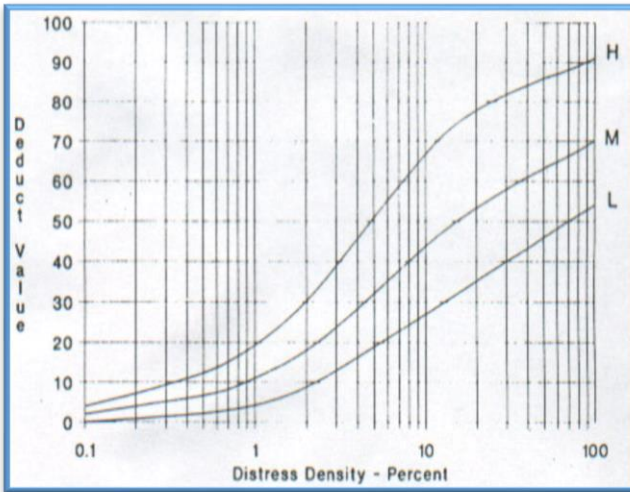


CURVA: DEZPLAZAMIENTO

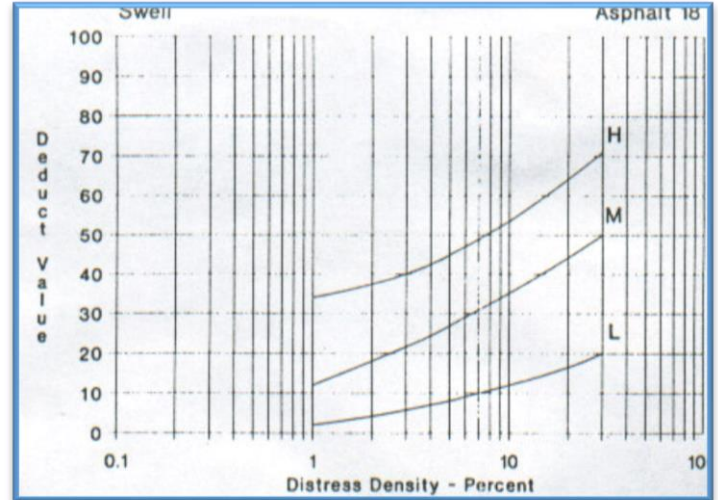




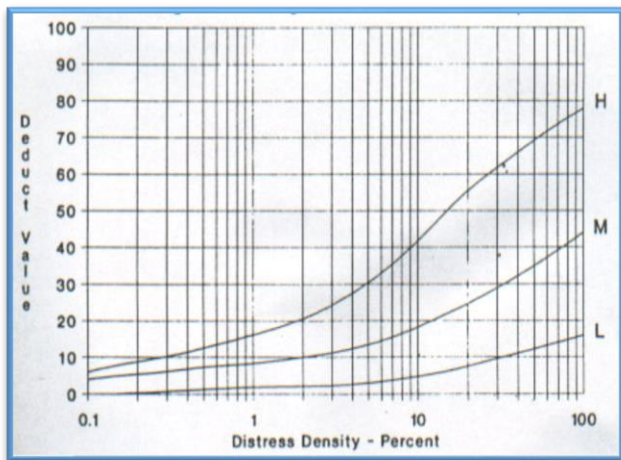
CURVA: GRIETAS PARABOLICAS



CURVA: HINCHAMIENTO (SLIPPAGE)



CURVA: DESPRENDIMIENTO  
DE AGREGADOS



### CURVA PARA EVALUACION DEL CDV CORREGIDO

