

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE LA CARRETERA  
CAÑETE - YAUYOS- CHUPACA CON EL MÉTODO DEL PCI  
TRAMO KM. 99+000 - KM. 104+000**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**MILTON JIMY OLORTEGUI SALDAÑA**

**Lima – Perú**

**2009**

	Pág.
<b>ÍNDICE</b>	1
<b>RESUMEN</b>	3
<b>LISTA DE CUADROS</b>	4
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	6
<b>LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS</b>	9
<b>INTRODUCCIÓN</b>	10
<b>CAPÍTULO 1: GENERALIDADES</b>	12
1.1 Antecedentes	12
1.2 Ubicación	13
1.3 Clima, Topografía y Aspectos Geotécnicos	18
1.3.1 Clima	18
1.3.2 Topografía	18
1.3.3 Aspectos Geotécnicos	18
1.4 Tramo Evaluado Km 99+000 al Km 104+000	22
<b>CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE</b>	26
2.1 Antecedentes y evolución del método del PCI	26
2.2 Aplicación del Método en el Perú	27
<b>CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO</b>	29
3.1 Índice de Condición del Pavimento–P.C.I.	29
3.2 Tipos de Fallas Consideradas por el Método	29
3.2.1 Grieta Piel de Cocodrilo	30
3.2.1 Exudación de Asfalto:	32
3.2.3 Grietas de Contracción (Bloque)	33
3.2.4 Elevaciones–Hundimiento	34
3.2.5 Corrugaciones	35
3.2.6 Depresiones	36
3.2.7 Grieta de borde	37
3.2.8 Grieta de reflexión de junta	38
3.2.9 Desnivel de calzada-Hombrillo	40
3.2.10 Grietas Longitudinal y Transversal	41
3.2.11 Baches y Zanjas Reparadas	42
3.2.12 Agregado Pulidos	44
3.2.13 Huecos	45

3.2.14	Cruce de rieles	46
3.2.15	Ahuellamiento	47
3.2.16	Deformación por Empuje	48
3.2.17	Grietas de Deslizamiento	48
3.2.18	Hinchamiento	50
3.2.19	Disgregación y Desintegración	50
3.3	Causas de Fallas en pavimentos	52
3.3.1	Tráfico de Diseño	52
3.3.2	Proceso Constructivo	52
3.3.3	Deficiencias de Proyecto	52
3.3.4	Factores Ambientales	52
3.3.5	Deficiente Mantenimiento	52
3.4	Escala de Valores del PCI	53
3.5	Procedimiento de Evaluación	55
3.5.1	Unidades de Muestreo	55
3.5.2	Calculo del P.C.I. para Carreteras con Capa de Rodadura	56
	Asfáltica de las Unidades de Muestreo	
	<b>CAPÍTULO 4: APLICACIÓN DEL MÉTODO KM 99+000 AL KM 104+000</b>	<b>59</b>
4.1	Evaluación del tramo KM 99+000 AL KM 104+000	59
4.2	Identificación y metrado de fallas	59
	<b>CAPITULO 5: ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	<b>63</b>
5.1	Procesamiento de datos y cálculo del P.C.I.	63
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>67</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>68</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>69</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>70</b>

## RESUMEN

El presente informe tiene la finalidad de aportar datos que permiten la evaluación superficial del pavimento usando el método del Índice de Condición del Pavimento en el monitoreo de los trabajos de mantenimiento y conservación de carreteras, respecto al comportamiento en el tiempo de la superficie de rodadura, para el tramo ubicado entre las progresivas Km. 99+000 al Km.104+000 de la Carretera Cañete – Yauyos – Chupaca.

Provías Nacional viene invirtiendo en soluciones de bajo costo para mejorar la transitabilidad e incentivar el aumento de la demanda de tráfico en la Carretera Cañete – Yauyos - Chupaca; es importante que se realicen evaluaciones superficiales con el Método del P.C.I. que permita medir las condiciones de serviciabilidad y desarrollar un seguimiento durante toda la vida útil de la vía.

**LISTA DE CUADROS**

	Pág.
Cuadro N°1.01:	
Ubicación de la Carretera	14
Cuadro N°1.02:	
Tipo de Suelo y Capacidad de Soporte	21
Cuadro N°1.03:	
Características Generales del Tramo en Estudio	23
Cuadro N°1.04:	
Características Técnicas del Tramo	24
Cuadro N°2.01:	
Resumen del metrado de fallas en el Distrito de La Molina	28
Cuadro N°3.01:	
Catalogo de Fallas del Método del P.C.I.	29
Cuadro N°3.02:	
Rangos de Calificación del P.C.I.	54
Cuadro N°3.03:	
Acción a tener en cuenta según los valores del P.C.I.	54
Cuadro N°4.01:	
Metrado de Fallas del Km 99+000 al Km 100+000	60
Cuadro N°4.02:	
Metrado de Fallas del Km 100+000 al Km 101+000	60
Cuadro N°4.03:	
Metrado de Fallas del Km 101+000 al Km 102+000	61
Cuadro N°4.04:	
Metrado de Fallas del Km 102+000 al Km 103+000	61
Cuadro N°4.05:	
Metrado de Fallas del Km 103+000 al Km 104+000	62
Cuadro N°4.06:	
Resumen de fallas identificadas en el tramo evaluado.	62
Cuadro N°5.01:	
Valores de Deducción y cálculo del P.C.I.-Km 99+000 al Km 100+000	63
Cuadro N°5.02:	
Valores de Deducción y cálculo del P.C.I.-Km 100+000 al Km 101+000	64
Cuadro N°5.03:	
Valores de Deducción y cálculo del P.C.I.-Km 101+000 al Km 102+000	64

Cuadro N°5.04:

Valores de Deducción y cálculo del P.C.I.-Km 102+000 al Km 103+000 65

Cuadro N°5.05:

Valores de Deducción y cálculo del P.C.I.-Km 103+000 al Km 104+000 65

Cuadro N°5.06:

Resultado de los valores del PCI por Sub Tramos evaluados 66

Cuadro N°5.07:

Rango y calificación de los valores del PCI por Sub Tramos evaluados 66

<b>LISTA DE FIGURAS</b>		<b>Pág.</b>
Figura N° 1.01		
Mapa de Ubicación del Corredor Vial		14
Figura N° 1.02		
Plano Clave del Corredor Vial		17
Figura N° 1.03		
Plano de ubicación del tramo evaluado		23
Figura N° 1.04		
Sección típica Capillucas a Calachota (Km.99+000 – Km.104+000)		24
Figura N° 1.05		
Perfil Estratigráfico del tramo en estudio Km 99+000 al Km 104+000		25
Figura N° 3.01		
Piel de cocodrilo severidad baja		30
Figura N° 3.02		
Piel de cocodrilo severidad moderada		30
Figura N° 3.03		
Piel de cocodrilo severidad alta		31
Figura N° 3.04		
Exudación severidad baja		32
Figura N° 3.05		
Exudación severidad media		32
Figura N° 3.06		
Exudación severidad Alta		32
Figura N° 3.07		
Falla en bloque severidad baja		33
Figura N° 3.08		
Falla en bloque severidad media		33
Figura N° 3.09		
Falla en bloque severidad alta		33
Figura N° 3.10		
Hundimiento severidad media		35
Figura N° 3.11		
Hundimiento severidad Alta		35
Figura N° 3.12		

Corrugaciones severidad media	35
Figura N° 3.13	
Corrugaciones severidad alta	35
Figura N° 3.14	
Depresión severidad baja	36
Figura N° 3.15	
Depresión severidad media	36
Figura N° 3.16	
Grieta de borde severidad baja	37
Figura N° 3.17	
Grieta de borde severidad media	37
Figura N° 3.18	
Grieta de borde severidad alta	38
Figura N° 3.19	
Grieta de reflexión de junta severidad baja	39
Figura N° 3.20	
Grieta de reflexión de junta Severidad media	39
Figura N° 3.21	
Grieta de reflexión de junta Severidad alta	40
Figura N° 3.22	
Desnivel calzada - Hombrillo severidad baja	40
Figura N° 3.23	
Desnivel calzada - Hombrillo severidad alta	41
Figura N° 3.24	
Grieta longitudinal y transversal	42
Figura N° 3.25	
Baches y zanjas reparadas	43
Figura N° 3.26	
Agregados pulidos	44
Figura N° 3.27	
Hueco de severidad baja	46
Figura N° 3.28	
Cruce de rieles severidad media	46
Figura N° 3.29	
Ahuellamiento severidad alta	47



Figura N° 3.30	
Deformación por empuje severidad alta	48
Figura N° 3.31	
Grietas de deslizamientos severidad media y alta	49
Figura N° 3.32	
Falla por hinchamiento	50
Figura N° 3.33	
Disgregación y desintegración severidad alta	52
Figura N° 3.34	
Rangos de Calificación del P.C.I.	54
Figura N° 3.35	
Diagrama de Flujo del Método del P.C.I.	58

## LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS

MTC	: Ministerio de transportes y comunicaciones
Km.	: kilometro
m	: metro
m <sup>2</sup>	: metro cuadrado
cm.	: Centímetro
mm.	: milímetros
m.s.n.m.	: metros sobre nivel del mar
CBR	: Californian Bearing Ratio (Razón de Soporte de California)
A.S.T.M.	: American Society for Testing and Materials
L	: Leve
M	: Moderado
H	: Alto
CDV	: Valor Deducido Corregido

## INTRODUCCIÓN

La Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, como parte del Curso de Titulación del presente año 2009, ha programado en el Proyecto de Diseño no Tradicional para Pavimentos de Bajo Volumen de Tránsito, enmarcado en el Convenio UNI-MTC desarrollen los Informes de Suficiencia en el Monitoreo de la Carretera Cañete – Yauyos – Chupaca, tramo Km. 164+400 al Km. 164+700, cuyo objetivo es identificar, evaluar, analizar y dar soluciones a los problemas de ingeniería que se presenten.

El desarrollo del presente informe permitirá que mediante la evaluación superficial por el método del PCI , se determinen los tipos de falla, su magnitud, severidad y además la densidad con respecto al área evaluada.

Se realizara la evaluación superficial del pavimento existente en el área de estudio como parte del control de calidad, empleando la metodología de la evaluación superficial por el método del PCI y se determinará necesidades de mantenimiento y reparación

El presente informe se divide en cuatro capítulos, los cuales se detallan a continuación:

Capítulo 1: Generalidades.- En este capítulo nos sirve como antecedente para tener conocimiento sobre las características y la situación actual de la Carretera Cañete – Yauyos – Chupaca en el tramo analizado por el presente Curso de Titulación, además de indicar la identificación del sub tramo asignado para la evaluación de la rugosidad del presente informe.

Capítulo 2: Estado del arte del Método del P.C.I.- Este capítulo se desarrollaran la evolución del método y su aplicación en el Perú.

Capítulo 3: Marco Teórico.- En este capítulo se desarrollaran los fundamentos teóricos y/o conceptuales que se requieren para el desarrollo del presente Informe de Suficiencia.

Capítulo 4: Aplicación del Método Km 99+000 al Km 104+000.- En este capítulo se presentan todos los procedimientos para obtener como resultado el valor del P.C.I. en el tramo evaluado.

Capítulo 5: Análisis de Resultados.- En este capítulo se analizarán todos los resultados obtenidos como resultado de la evaluación realizada, los cuales permitirán dar conclusiones y recomendaciones para la correcta ejecución de la obra. Dentro del capítulo se desarrollará el procesamiento de los valores del P.C.I. para cada kilómetro evaluado.

## CAPÍTULO 1

### GENERALIDADES

#### 1.1 Antecedentes:

La carretera Cañete-Lunahuaná-Pacarán-Zúñiga-Dv. Yauyos-Roncha-Chupaca fue desarrollada por tramos en el año 1920 durante el gobierno de Sr. Augusto B. Leguía y ejecutada hasta 1930. Posteriormente, durante el gobierno de Manuel Prado Ugarteche, se desarrolla la carretera desde Cañete hasta Yauyos, entre los años 1940 y 1944, siendo este último el año de la inauguración. Quedando luego postergado todo trabajo de la carretera Yauyos –Huancayo, retornando su construcción en el año 1954 por el gobierno central a través del Ministerio de Fomento en el tramo faltante entre Yauyos - Tomas, estando a cargo de esto el Ing. Max Atuncar y culminándose los trabajos en 1957.

Durante mucho tiempo en esta vía no se realizaron trabajos de mantenimiento ni rehabilitación, presentándose problemas de transitabilidad y funcionalidad como vía alterna a la Carretera Central.

En respuesta a este problema, en el año 1998 se desarrollo el “Estudio de Ingeniería e Impacto Ambiental”, el cual fue elaborado por el Consultor AYESA – ALPHA CONSULT contratado por PROMCEPRI (Comisión de Promoción de Concesiones Privadas).

En el año 2003, el Proyecto Especial Rehabilitación de Transportes (PERT) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) bajo la dirección de PROVIAS NACIONAL encargó la elaboración del Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil de la Carretera Ruta 22, Tramo: Lunahuaná – Yauyos – Chupaca al consultor Ing. Floriano Palacios León con contrato de estudio N°0412-2003-MTC/20 del 28.11.2003, obteniéndose la aprobación el 22.11.2004. Posteriormente con oficio N° 1411-2004-EF/68.01 se autoriza la elaboración del Estudio de Factibilidad del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera a cargo del Consultor AYESA – ALPHA CONSULT en el año 2005.

El “Proyecto Perú” ,un programa bajo responsabilidad de PROVIAS NACIONAL, creado mediante Resolución Ministerial N°223-2007-MTC-02, modificado por

Resolución Ministerial N°408-2007-MTC, es un programa de infraestructura vial diseñado para mejorar las vías de integración de corredores económicos, conformando ejes de desarrollo sostenido con el fin de elevar el nivel de competitividad de las zonas rurales en la Red Vial Nacional Departamental y Vecinal. Este programa aspira establecer un sistema de contratación de las actividades de conservación de la infraestructura vial, mediante contratos en los que las prestaciones se controlen por niveles de servicio y por plazos iguales o superiores a tres años, que implican el concepto de “transferencia de riesgo” al Contratista.

Con fecha 27 de Diciembre de 2007 se realiza la firma del contrato N°288-2007-MTC/20, donde el CONSORCIO GESTIÓN DE CARRETERAS asume las obligaciones de Contratista Conservador para realizar el Servicio de Conservación Vial por Niveles de Servicio de la Carretera Cañete–Lunahuaná-Pacarán-Chupaca y Rehabilitación del Tramo Zuñiga-Dv. Yauyos - Ronchas.

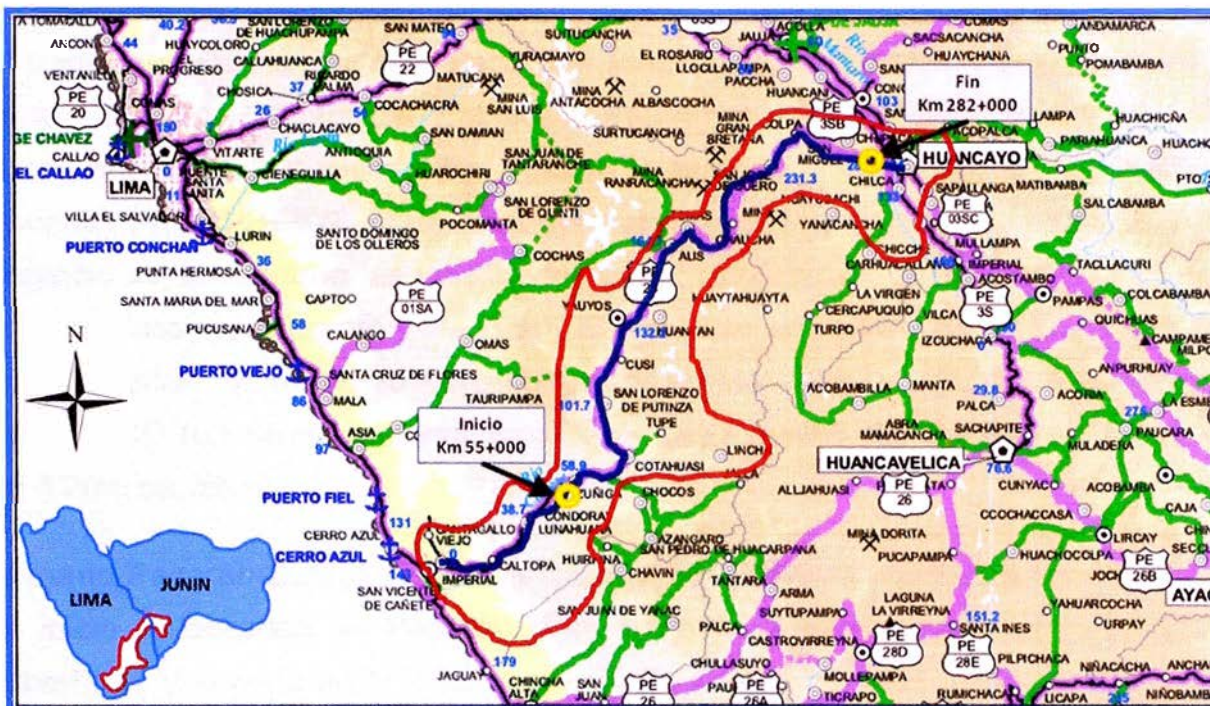
Debido a que la actual capacidad vehicular de la Carretera Central está colapsada, esta carretera se proyecta como ruta alterna, con lo que se aligerará el tránsito vehicular y disminuirá el tiempo de viaje entre Lima (Cañete) y Huancayo, además de establecer la integración entre las localidades que atraviesa la carretera tales como San Vicente de Cañete, Capillucas, Calachota, Magdalena, Tinco Huantan, Llapay, Alis, Tomas, Tinco Yauricocha, San José de Quero, Chachicocha, Collpa, Roncha y Chupaca.

## **1.2 Ubicación :**

La carretera Cañete-Lunahuaná-Pacarán-Zúñiga-Dv.Yauyos-Roncha-Chupaca, con una longitud de 281.73 Km se encuentra entre los departamentos de Lima y Junín y abarca las provincias de Cañete y Yauyos.

El lugar de inicio de la carretera es en Cañete en el kilometro 1+805, y termina en Chupaca kilometro 273+531.

Fig. N°1.01: Mapa de Ubicación del Corredor Vial  
Fuente: Provias Nacional



Cuadro N°1.01: Ubicación de la Carretera  
Fuente: Elaboración propia

Tramo de la carretera	Progresiva proy. (km)	Progresiva real (km)	Coordenada Geográfica	Región	Altitud
Cañete (Inicio)	0+000	1+805	13°04'34"(S) – 76°23'04"(O)	Costa	Entre 523 y
Chupaca (Fin)	271+726	273+531	12°03'35"(S) – 75°17'16"(O)	Sierra	4,800 msnm

En la figura N° 01 se puede observar el Mapa de Ubicación de la carretera Cañete-Yauyos-Chupaca que se encuentra representada con una línea gruesa roja en el mapa; y con la representación del Proyecto Perú perteneciente a la "Red Vial Nacional" N° 13 que se muestra en la leyenda.

El tramo Cañete-Lunahuana tiene una longitud de 40.95Km. y presenta como punto de inicio el segundo ovalo de Cañete (Km. 01+805) en la vía que se dirige a Lunahuana y termina en la localidad de Uchupampa (Km. 42+755). En el ámbito del proyecto se encuentran las localidades como Cañete, Imperial, Nuevo Imperial, Encañada, Caltopa, Socsi y Lunahuana. El tramo se encuentra asfaltado, teniendo una superficie de rodadura constituida por una carpeta asfáltica, tiene dos sectores en los cuales se tiene una calzada UC (dos carriles crecientes) y una calzada UD (dos carriles decrecientes) de longitudes de 2.50Km. y 0.13Km. respectivamente, con anchos promedios de 3.60m por carril.

El resto de la vía presenta una calzada CD (un carril creciente y un carril decreciente) con un ancho promedio de 3.60m.

El tramo Lunahuana-Pacarán tiene una longitud de 11.907Km. y presenta como punto de inicio el sector denominado Uchupampa (Km. 42+755), donde termina la carpeta asfáltica e inicia el tratamiento superficial, y termina en la localidad de Pacarán (Km. 54+662), parte final del tratamiento superficial. En el ámbito del proyecto se encuentran las localidades como Uchupampa, Condoray, Catapalla, Jacaya, Jacayita, Romani y Pacarán. El tramo se encuentra asfaltado, teniendo una superficie de rodadura constituida por un tratamiento superficial, tiene una calzada CD (un carril creciente y un carril decreciente) con un ancho promedio de 3.20m por carril.

El tramo Pacarán-Zuñiga tiene una longitud de 3.743Km. y presenta como punto de inicio la localidad de Pacarán (Km. 54+662), donde termina el tratamiento superficial, y termina en la localidad de Zuñiga (Km. 58+405), este tramo cuenta con 100m de pavimento flexible, los cuales su mantenimiento esta a cargo del Gobierno Local Municipal. A partir de este tramo, la carretera se encuentra no pavimentada teniendo una superficie de rodadura a nivel de un recubrimiento bituminoso Slurry Seal, la calzada tiene un solo carril, y presenta una plataforma de un ancho útil que varia entre 5.0 y 7.5metros.

El tramo Zuñiga-Dv. Yauyos tiene una longitud de 70.400Km. y presenta como punto de inicio la localidad de Zuñiga (Km. 58+405), y termina en la localidad de Magdalena (Km. 128+805).

En el ámbito del proyecto se encuentran las localidades como Zuñiga, Machuranga, San Juanito, San Juan, San Jerónimo, Huayllampi, Catahuasi, Canchán, Chinchicay, Capillucas, Calachota, Puente Aucco y Magdalena. Este tramo de la carretera tiene una superficie de rodadura a nivel de un recubrimiento bituminoso Slurry Seal hasta Catahuasi y un tratamiento Monocapa hasta el Km. 99+000 aproximadamente, la calzada tiene un solo carril, y presenta una plataforma de un ancho útil que varia entre 3.0 y 8.5metros.

El tramo Dv. Yauyos-Roncha tiene una longitud de 128.185Km. y presenta como punto de inicio la localidad de Magdalena (Km. 128+805), y termina en la localidad de Roncha (Km. 256+990), entrada del pueblo. En el ámbito del



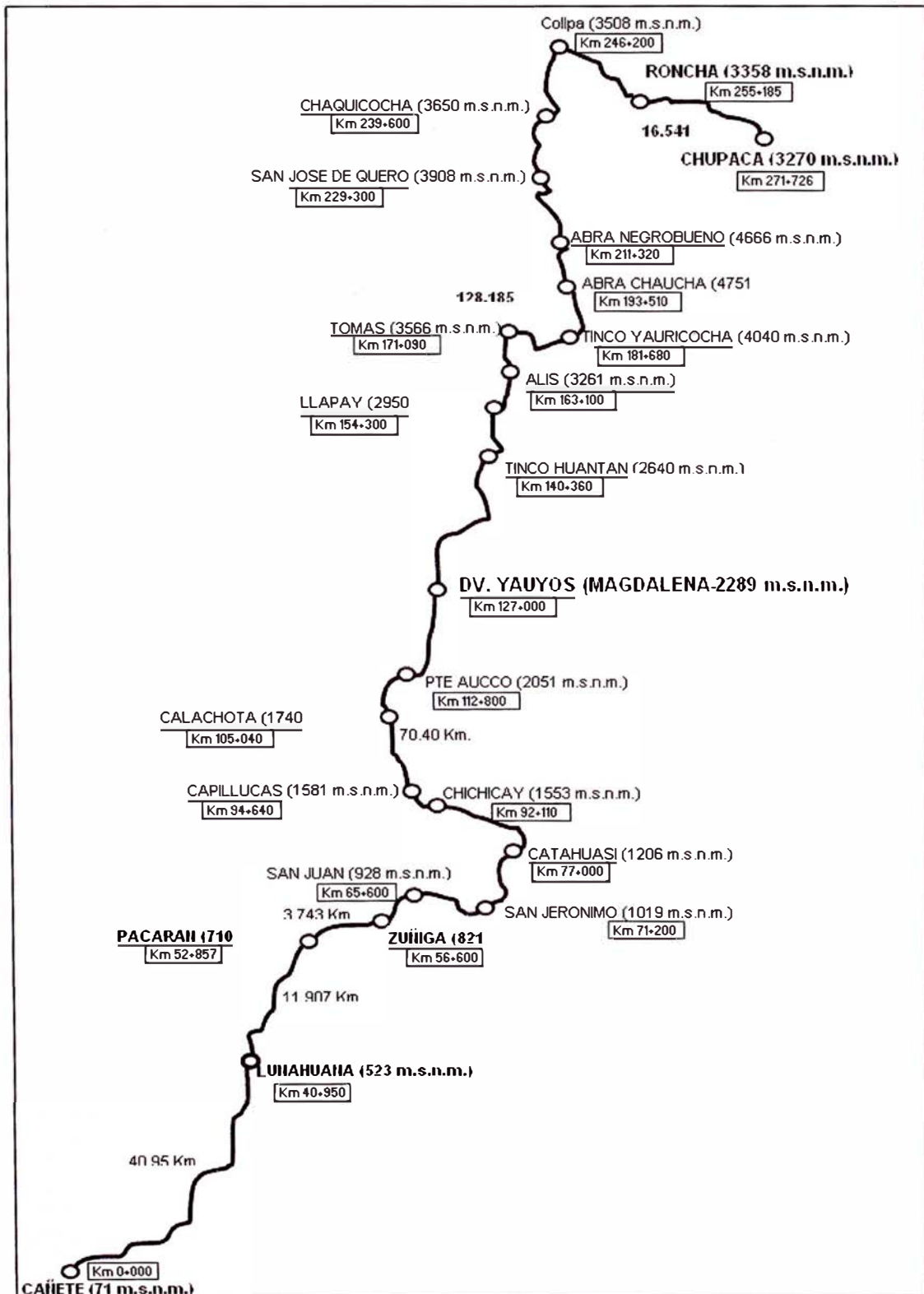
proyecto se encuentran las localidades como Magdalena, Tinco Huantan, Llapay, Tinco Alis, Tomas, Huancachi, Tinco de Yauricocha, Chaucha, San José de Quero, Chaquicocha, Collpa y Roncha.

En este tramo de la carretera se ubica el punto más alto cerca de la localidad de Chaucha (altitud de 4751msnm) y también se ubica el Abra Negro Bueno (altitud de 4666msnm) punto que delimita los departamentos de Lima y Junín (Km. 211+320). Presenta también una superficie de rodadura a nivel de un recubrimiento bituminoso Slurry Seal, la calzada tiene un solo carril y una plataforma con ancho útil variable entre 3.0 y 8.0metros.

El tramo Roncha-Chupaca tiene una longitud de 16.541Km. y presenta como punto de inicio la localidad de Roncha (Km. 256+990), y termina en el empalme de la carretera Huancayo–Chupaca (Km. 273+541). El tramo pasa por las localidades como Roncha, Angasmayo, Huarisca y Chupaca. La topografía del tramo es ondulada y presenta una calzada con un solo carril y una plataforma con ancho útil variable entre 3.8 y 8.5metros.

En la figura N° 02 se puede observar el Plano Clave de la carretera Cañete-Yauyos-Chupaca que muestra las localidades presentes en la carretera con la indicación de su progresiva y su altitud correspondiente; representada con una línea gruesa negra en el plano, como también muestra la longitud aproximada entre localidades.

Fig. N°1.02: Plano Clave del Corredor Vial  
 Fuente: Provías Nacional



### **1.3 Clima, Topografía y Aspectos Geotécnicos:**

#### **1.3.1. Clima:**

El tramo de carretera evaluado por el Curso de Titulación corresponde a la región Yunga, según la clasificación del Dr. Javier Pulgar Vidal (expuesta en su obra "Geografía del Perú").

A continuación se señalan las temperaturas típicas que se dan en esta región:

Yunga Marítima: Esta región se caracteriza por ser de sol dominante durante casi todo el año. La temperatura fluctúa entre 20 y 27°C durante el día; las noches son frescas, a causa de los vientos que bajan de las regiones más altas.

#### **1.3.2. Topografía:**

La carretera se desarrolla en las márgenes del Río Cañete; el valle del Río Cañete se forma a manera de una estrecha garganta cuanto más se aproxima a los contrafuertes andinos. Todas las superficies de los cerros son pétreas, rocallosas, reseca y completamente desprovistas de condiciones naturales para la agricultura, por falta de agua. Esta área corresponde a la región Yunga (500 msnm - 2300 msnm).

#### **1.3.3. Aspectos Geotécnicos:**

Los estudio realizados por el Consorcio Gestión de Carreteras, para la formulación del Perfil Estratigráfico de la carretera en estudio, así como para la definición de sus propiedades físico-mecánicas y establecimiento de su comportamiento como subrasante; el Consorcio Gestión de Carreteras (CGC) procedió a efectuar los siguientes ensayos de suelos:

- Análisis granulométrico por tamizado (ASTM C-136)
- Límites de consistencia (ASTM D-4318)  
(Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad)
- Clasificación SUCS (ASTM D-2487)
- Clasificación para vías de transportes (AASHTO) (ASTM D-3282)
- Contenido de humedad (ASTM D-2216)
- Proctor modificado (ASTM D-1557)
- California Bearing Ratio (CBR) (ASTM D-1883)

Siendo procesada la información correspondiente a los ensayos, el CGC logro configurar el perfil estratigráfico de la siguiente forma:

**Km. 57+000 – Km. 63+650**, se tiene una capa superior de 30cm de espesor como mínimo, que corresponde a antiguos trabajos de mantenimiento del afirmado, se trata de arenas y gravas limosas que clasifica en el Sistema SUCS como SC-SM y GC-GM.

Mientras que en el sistema AASHTO se clasifica como A-1-b (0) y A-1-a (0), la forma de los agregados gruesos es subangular, su matriz es de color marrón claro de escasa plasticidad; tiene bolonería comprendido entre 3% y 10% con tamaño máximo de 7". Debajo se encuentra un material areno-limoso, cuya clasificación SUCS es SC y AASHTO es A-2-4(0), siendo los agregados gruesos también de forma subangular; este estrato también contiene bolonerías entre 2% y 8% cuyo tamaño máximo es de 6".

**Km. 63+650 – Km. 88+600**, sector de carretera donde se presenta en gran cantidad el material de la plataforma vial cuya clasificación en el sistema SUCS como SC-SM y en el sistema AASHTO es variable entre A-1-b (0) y A-2-4 (0). Los agregados gruesos de este material arenoso son de forma subangular, mientras que la matriz tiene plasticidad comprendida entre escasa a moderada (como máximo Índice Plástico = 6%). En la subrasante se han encontrado bolonerías, sin embargo a partir del Km. 67+700 se encuentra 40cm en promedio entre 40% y 50% con tamaños variables entre 4" a 8".

**Km. 63+650 - Km. 66+600**, la plataforma vial también se encuentra rodeada por áreas de cultivo, a partir del Km. 66+600 el panorama es desértico y transcurre a media ladera por la quebrada, observándose en los taludes sectores con material aluvional, terrazas de depósitos fluviales y cortes en rocas macizas.

**Km. 88+600 – Km. 91+500**, la subrasante es una arena arcillosa cuya plasticidad promedio es de I.P. = 12%, su clasificación de suelos en el sistema SUCS es SC, mientras que en el sistema AASHTO es A-6(2). También en este estrato, a partir de los 0,40m se ha encontrado bolonería entre 40% y 50% cuyo tamaño máximo es de 7". La capacidad de soporte de este suelo expresado en CBR es de 7% al 95% de la Máxima Densidad Seca del material.

**Km. 91+500 – Km. 96+600**, en este sector mayoritariamente se tiene suelos gravosos que en el sistema SUCS clasifican como GC-GM, mientras que en el sistema AASHTO es A-1-a (0) a A-1-b (0). Su Índice de Plasticidad (I.P.) varía se encuentra entre 4.9% y 6.1%, en estos suelos también se aprecia la presencia de bolonería, la cual se incrementa a partir de 0.40m a valores comprendidos entre 40% y 60%.

**Km. 96+600 – Km. 106+600**, presencia mayoritaria de arenas limo-arcillosas, con clasificación de suelos SUCS igual a SC-SM, mientras que en AASHTO es igual a A-1-b (0). Su plasticidad es baja y variable entre 4.9% y 6.0%. Se tiene presencia de bolonerías, en poca proporción en la capa superior, en su defecto a partir de 0.50m aumenta su presencia a 50%.

**Km. 106+600 – Km. 114+600**, en los estratos se encuentran gravas y arenas de matriz limo-arcillosa. Estos materiales clasifican en el sistema SUCS como GC-GM y SC-SM, y en el AASHTO como A-1-b (0). Las bolonerías se encuentran en todo el estrato, pero a partir de los 0,40m aproximadamente, se encuentra mayor concentración de éstos (aproximadamente entre 40% y 50%), por debajo de esta capa se encuentra roca a partir de 0.30m hasta 1.50m

**Km. 114+600 – Km. 130+000**, presenta arenas limo-arcillosas con clasificación de suelos SUCS igual a SC-SM, mientras que en AASHTO es igual a A-1-b (0). Su plasticidad es baja y variable entre 4.6% y 6.4%. Tiene presencia de bolonerías, en poca proporción en la capa superior, mientras que a partir de 0.50m aumenta su presencia entre 40% y 50%.

**Km. 130+000 – Km. 220+000**, presenta arenas y gravas limosas-arcillosas de mediana a baja plasticidad, clasificando en el sistema SUCS como GC, GC-GM, SC, SC-SM, y en el AASHTO, A-2-4(0). La plasticidad es variable entre 5,7% y 9,2%, tiene varias perforaciones que no han llegado al 1.50m debido a la presencia de roca aproximadamente desde los 0.30m hasta los 1.50m

**Km. 220+000 – Km. 240+000**, sector de carretera donde se tiene una capa granular superficial entre 0.20m y 0.30m que clasifica como GM-GC o SC-SM, mientras que en el AASHTO es A-2-4 (0). Subyacente se encuentra una capa de arena-arcillosa y de arcilla SC, CL y en AASHTO A-2-6 y A-6 (4) cuya capacidad de soporte CBR es bajo.

**Km. 240+000 – Km. 248+000**, presenta arena arcillosa y arena limo-arcillosa que clasifica en el sistema SUCS como SC o SM-SC, y en el sistema AASHTO como A-2-4 (0). Su plasticidad es media, encontrándose que varía entre 6.8% y 9.7%.

**Km. 248+000 – Km. 258+000**, presenta una capa granular superficial entre 0.20m y 0.30m que clasifica como GC y GM-GC en el sistema SUCS, y en el sistema AASHTO es A-2-4 (0). Subyacente se encuentra una capa de arena-arcillosa y de arcilla SC, CL y en AASHTO A-6 (1) cuya capacidad de soporte CBR es bajo.

El Consorcio Gestión de Carreteras (CGC) obtuvo varias muestras suficientes para efectuar los ensayos de laboratorio correspondientes a CBR (ASTM D 1883), conforme a las características de los suelos descritos anteriormente; en el Cuadro N° 02 se observa el resumen de los resultados obtenidos por el CGC en el tramo de la carretera a evaluar (Km. 54+000 – Km. 104+000) por el curso de titulación:

Cuadro N° 1.02. Tipo de Suelo y Capacidad de Soporte

*Fuente: MTC, Provías Nacional, Proyecto Perú, Memoria CGC*

IDENTIFICACIÓN	PROFUND. (m)	TIPO DE SUELO		CBR (%) a 2.5mm 95% MDS
		SUCS	AASHTO	
Km. 57+450 / M-1	0,0 – 0,3	GC-GM	A-1-b(0)	24
Km. 61+650 / M-1	0,0 – 1,0	SC-SM	A-1-b(0)	20
Km. 65+700 / M-2	0,0 – 1,5	SC-SM	A-2-4(0)	19
Km. 69+700 / M-1	0,0 – 1,5	SC-SM	A-2-4(0)	20
Km. 71+700 / M-1	0,0 – 1,5	SC-SM	A-1-b(0)	19
Km. 75+700 / M-1	0,0 - 1,5	SC-SM	A-1-b(0)	21
Km. 77+800 / M-1	0,0 - 1,5	SC-SM	A-1-b(0)	19
Km. 81+600 / M-1	0,0 – 1,5	SC-SM	A-1-b(0)	19
Km. 85+600 / M-1	0,0 - 1,0	SC-SM	A-1-b(0)	23
Km. 89+600 / M-1	0,0 – 1,0	SC	A-6(2)	7
Km. 90+700 / M-1	0,0 – 1,0	SC	A-6(2)	6,9
Km. 94+600 / M-1	0,0 - 1,0	GC-GM	A-1-a(0)	19
Km. 98+600 / M-1	0,0 - 1,0	SC-SM	A-1-b(0)	19
Km. 100+600 / M-1	0,0 – 1,5	SC-SM	A-1-b(0)	21
Km. 104+600 / M-1	0,0 – 1,5	SC-SM	A-1-b(0)	20

#### 1.4 Tramo Evaluado Km 99+000 al Km 104+000

Se presentan las características técnicas del sub tramo evaluado

Inicio: CAPILLUCAS (1581m.s.n.m.), Km. 99+000.

Final: CALACHOTA (1740m.s.n.m.), Km. 104+000.

Longitud: 5.00 Km.

Ancho de vía : Variable de 3.00m a 4.6m

Tratamiento : Tratamiento superficial Monocapa

Coordenadas UTM del punto de inicio: 395041 E, 8595955 S.

Coordenadas UTM del punto de final: 395259 E, 8601794 S.

Altitud: 1660 m.s.n.m. prom.

Temp. Mín.: 17°C, Temp. Max.: 27°C.

Época de lluvias: Diciembre a Marzo.

Años de servicio hasta la fecha: más de 50 años,

Valor de **CBR** de diseño: **20%**

Ejes Proyectados: W18=1.69E+06

Contratista : CONSORCIO GESTIÓN DE CARRETERAS.

Supervisor : UNIDAD ZONAL DE LIMA DE PROVÍAS NACIONAL.

Proyecto : Servicio de Conservación Vial por Niveles de Servicio del  
Corredor Vial N°13 (Cañete - Dv. Yauyos - Chupaca).

Fecha Contrato: 27 de Diciembre del 2007.

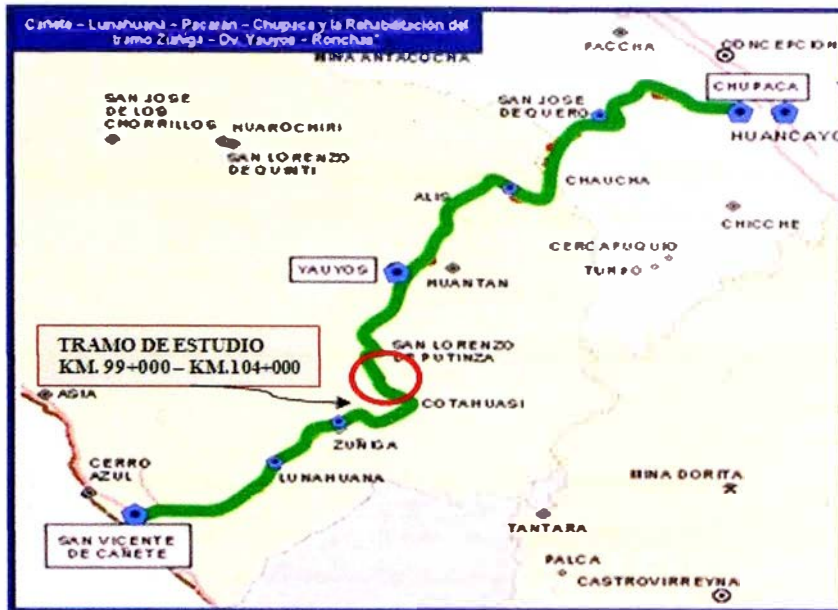
Presupuesto : S/. 131'589,139.71 inc. I.G.V.

Periodo : 5 años.

El sub tramo evaluado se desarrolla en la margen izquierda del Rio Cañete, siguiendo un corte a media ladera y desarrollándose en los 5 Km de su recorrido en una topografía del tipo ondulada y accidentada.

En la actualidad se han culminado los trabajos de Mejoramiento a Nivel de Solución Básica en el sub tramo evaluado por el presente informe: Capillucas - Calachota (km 99+000 – km 104+000).

Fig. N° 1.03: Plano de ubicación del tramo evaluado  
Fuente: Provias Nacional



Cuadro N° 1.03. Características Generales del Tramo en Estudio

Fuente: Elaboración Propia

DESCRIPCIÓN	DETALLE
Tramo en Estudio	Km 99+000 al Km 104+000
Inicio	Capillucas Km 99+000
Final	Calochota Km 104+000
Longitud de Tramo	5.0 Km
Ancho de vía	3.00 - 4.6 m
Región Geográfica	Costa (Yunga Marítima)
Temperatura	17 °C a 27°C
Periodo de Lluvia	Diciembre a Marzo
Altitud	1660 m.s.n.m. prom.
Años de servicio	más de 50 años

Con esta solución básica aplicada se busca obtener un “Cambio de Estándar” de la vía, desde el punto de vista del mejoramiento de la serviciabilidad, respecto del actualmente brindado, mediante la colocación de material granular estabilizado con emulsión asfáltica y protegida con una capa bituminosa. Dicha capa bituminosa que trabaja como una superficie de rodadura corresponde al siguiente material:

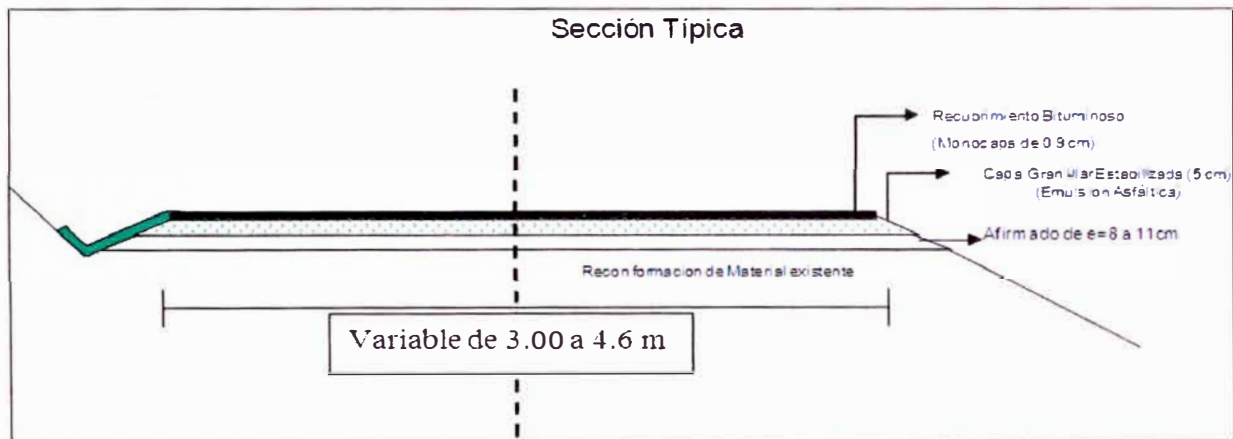
Tratamiento Superficial Monocapa de Capillucas a Calachota (99+000 – 104+000)



Cabe indicar que la vía ha sido previamente reconformada antes de colocar la Solución Básica que se observa sobre la superficie actual de la vía, además no se han realizado cambios en la geometría por lo que ancho promedio en este tramo varía entre 3.00 a 4.60m.

Fig. N° 1.04: Sección típica Capillucas a Calachota (Km.99+000 – Km.104+000)

Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras.



Cuadro N° 1.04. Características Técnicas del Tramo

Fuente: Elaboración Propia

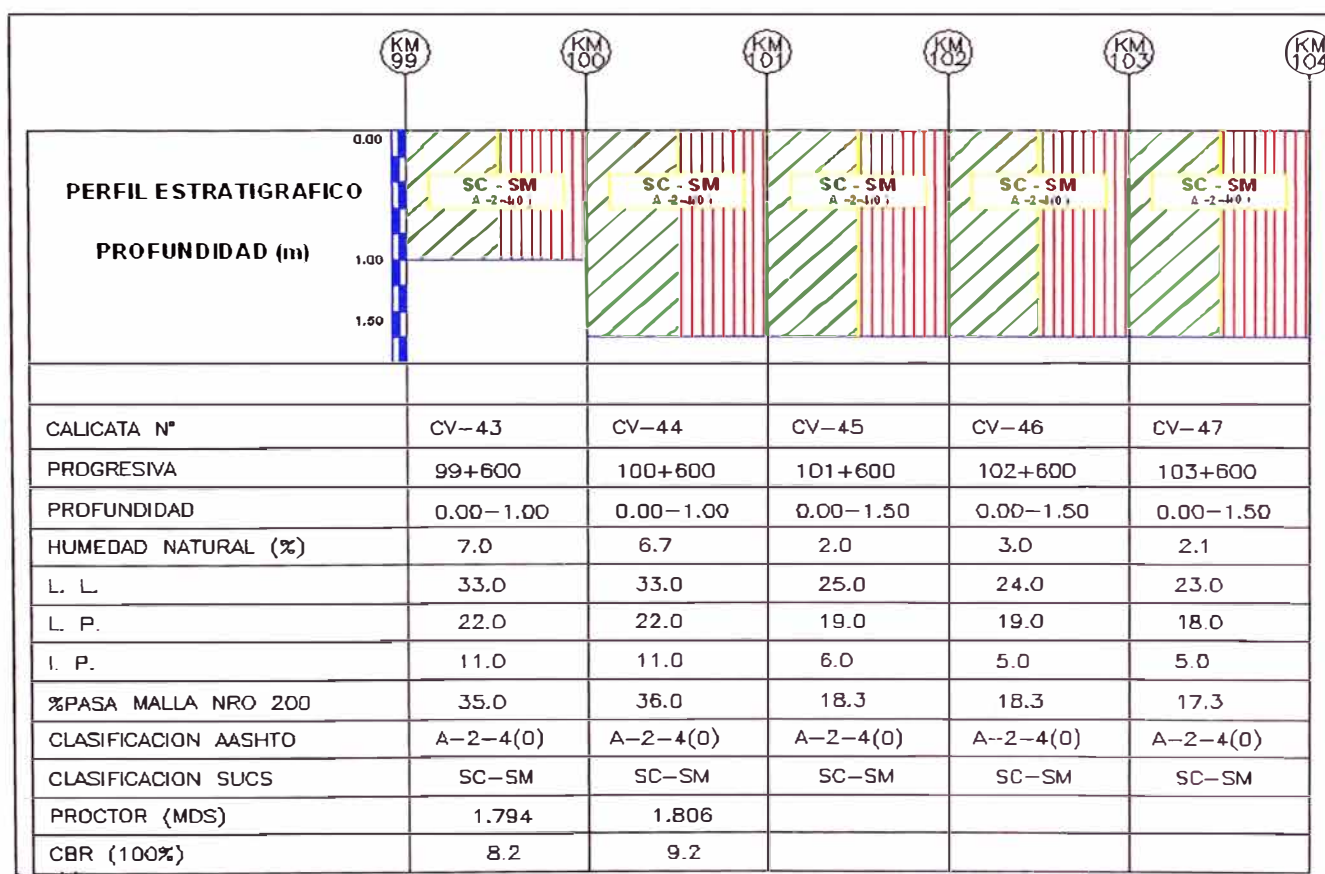
DESCRIPCIÓN	DETALLE
Velocidad Directriz	30 Km/Hora
Ancho de vía Útil (Promedio)	3.80 mt. (min=3.0 mt y máx.=4.6 mt)
Ancho de Bermas:	0.50 metros
Pendiente	7% a 10%
Bombeo	2.50%
Años de servicio	Más de 50 años
EAL(Núm. de ejes Equiv. a 8.2tn)	W18=1.69E+06
IMD	53 Veh/día
CBR	20 al 95% del MDS (Buena Capacidad Portante)
Modulo Resiliente (Mr)	13,201 psi
Tasa de Crecimiento	3.60%
Coefficiente Drenaje (CD)	1
Solución Aplicada	Monocapa con RC-250
Fecha Colocación Monocapa	Febrero y Marzo 2009
Topografía	Accidentada, Taludes Inferiores Erosionados
Clasificación Suelos SUCS	Arena Limosa(SC-SM)

El tipo de suelo de fundación del tramo en estudio se clasifican en el Sistema SUCS como SC-SM (Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla y Arenas limosas, mezclas de arena y limo) principalmente,

En el Cuadro N° 5 se presenta la clasificación de suelos encontrada en el tramo en estudio por kilómetro, elaborada con información de los estudios de suelos por el Consorcio Gestión de Carreteras.

Fig. N° 1.05: Perfil Estratigráfico del tramo en estudio Km 99+000 al Km 104+000

Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras.



## CAPÍTULO 2

### ESTADO DEL ARTE

#### 2.1 Antecedentes y evolución del método del P.C.I.

La metodología para la evaluación de la superficie de pavimentos llamada P.C.I. (Índice de Condición de Pavimentos), fue desarrollado entre los años 1974 y 1976 por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos, encargado y con fondos provistos por el Centro de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos y ejecutado por los Ingenieros Mohamed Y. Shahin, Michael I. Darter y Starr D. Kohn, con el objetivo de obtener un sistema de administración del mantenimiento de pavimentos rígidos y flexibles, a través del Índice de Condición del Pavimento (P.C.I.)

El método P.C.I. para pavimentos de aeropuertos, carreteras y estacionamientos ha sido ampliamente aceptado y formalmente adoptado, como procedimiento estandarizado, por diversas agencias como por ejemplo: la Federal Aviation Administration (FAA 1982), el U.S. Department of Defence (U.S. Air Force 1981 y U.S Army 1982), la American Public Work Association (APWA 1984), etc. Además, el PCI para aeropuertos ha sido publicado por la ASTM como método de análisis (ASTM 1983).

En 1982 la Federal Aviation Administration FAA, a través de su Circular AC 150/5380-6 de 03/12/1982, denominada "Guidelines and Procedures for Maintenance for Airport Pavement", recomendó este método, teniendo amplio uso en los aeropuertos de los Estados Unidos.

Actualmente el procedimiento para la determinación de la condición del pavimento de caminos y estacionamiento a través de inspecciones visuales usando el método del Índice de Condición del Pavimento (P.C.I.) que cuantifica la condición del pavimento, se encuentra estandarizado según la Norma ASTM D6433-07 "Procedimiento Estándar para la Inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos". Esta norma fue originalmente aprobada en 1999 y su edición anterior fue aprobada en 2003 como D6433-03, bajo la jurisdicción del Comité ASTM E17 "Sistemas de Pavimentos para

Vehículos” y bajo responsabilidad directa del Sub-Comité E17.41 Gerencia de Pavimentos.

## 2.2 Aplicación del Método en el Perú

Actualmente el método del P.C.I en el Perú es empleado y aceptado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC,) debido a que con la aplicación de dicho método se obtienen metrados de fallas existentes, la cual permite realizar un presupuesto de mantenimiento.

En el año 2003 el Método del P.C.I. fue aplicado para la evaluación del deterioro del pavimento de la Carretera Panamericana Sur, entre los Km. 1041+600 (Puente Santa Rosa) y el Km. 1139+795 (Puente Montalvo), como parte de la contraprestación de los servicios para los **Estudios de Mantenimiento Periódico del pavimento**, a cargo del **Consortio Montalvo**.

De los resultados obtenidos en esta evaluación se apreció que la mayoría de fallas eran fisuras longitudinales, transversales y fisuras en bloque, en los tres niveles (leve, moderado y severo).

Al inicio del tramo la evaluación superficial se encuentra en muy buen estado a excelente hasta el Km.1083+500 siguiendo una superficie regular a pobre hasta el Km. 1110+500 y finalizando el tramo con una superficie regular.

Por lo tanto, los sectores de mayor incidencia tienen un estado del pavimento excelente 28.4% y regular 23.3%, lo que indicó que la vía se encontraba en buen estado, de acuerdo a la metodología empleada.

En el año 2004 fue aplicado en el distrito de La Molina como parte del Plan actual de Parchado y Rehabilitación de las Vías de La Molina, cuyo principal objetivo del proyecto era el mejoramiento de la superficie de rodadura de las vías en el distrito de La Molina, que cada cierto tiempo sufrían deterioro debido a múltiples causas, los cuales ocasionaban molestias para los usuarios que circulaban por dichas vías.

Este plan se ejecuto en tres formas: parchado, recapeo y en caso de los asentamientos humanos, la construcción de nuevas pistas.

Se evaluaron el 95% de las vías principales del distrito mediante la evaluación del PCI, mientras que las vías secundarias se calificaron por un método más

sencillo, en un rango del 1- 5 (1- Muy Buena, 2- Buena, 3-Regular, 4- Mala, 5- Muy Mala). La evaluación de las vías secundarias por esta evaluación se realizó para tener una visión general del estado total de las vías del distrito, ya que evaluar el 100% de las vías por el método del PCI hubiera requerido una mayor cantidad de personal y tiempo.

A continuación se muestra el cuadro N°2.01 que resume el metrado de fallas. Como se puede ver el tipo de falla que más se presentó en el distrito es "19", disgregación y desintegración del pavimento, seguida de la falla tipo "1", piel de cocodrilo, que es la primera etapa de la disgregación y desintegración. Por otro lado se observa que las grietas de contracción y de reflexión, juntas se presentan sólo en algunas avenidas.

Cuadro N°2.01: Resumen del metrado de fallas en el Distrito de La Molina

Fuente: Municipalidad de la Molina

AVENIDA	TIPO DE FALLA						
	1	3	8	10	11	13	19
CALLE 7	80.4	285.2		342.9	558.6	1.0	46.2
ELÍAS APARICIO	516.2			505.9	591.3	3.0	1,418.5
CALLE 13	486.9	179.1		351.8	881.1		204.0
LAGUNA GRANDE				105.0	846.3	4.	948.0
LA MOLINA	3,280.8	562.6		615.6	418.0	14.0	3,082.5
CONSTRUCTORES	2,149.3			20.2	171.2	5.0	866.1
LA FONTANA	1,360.5			608.8	113.2	6.0	149.5
JAVIER PRADO	415.2			315.2	82.9	7.0	289.8
RAÚL FERRERO	1,150.2		13.6	91.1	389.0	8.0	2,036.7
MOLINA VIEJA			48.2	3.4	9.0		1,434.8
FLORA TRISTÁN	542.4			270.6	138.3	4.0	1,119.1
MELGAREJO	468.2			226.2	116.3	2.0	678.8
LOS FRUTALES	860.0	7.2		440.0	391.0	6.0	197.8
LAS PALMERAS	115.4			360.2	184.6	5.0	1,956.5
EL CORREGIDOR	1,371.7		156.4	893.6	338.0	4.0	5,889.5
LOS FRESNOS	429.6	46.2		828.8	1,099.6	4.0	1,548.9
LOMAS DE LA MOLINA	36.7	84.0		284.0	190.7		293.2
LA ARBOLEDA	873.0			36.6	136.9		768.0
ALAMEDA DE LA PAZ	970.0			244.9	24.0	2.0	851.9
LOS CONDORES				13.0	98.7	5.0	991.5
RINCONADA DEL LAGO	216.5			417.7	82.2	6.0	2,523.6
JR. ONTARIO				38.0	8.5	1.0	367.0
M.P. UGARTECHE				228.4	303.8	4.0	745.0
<b>Total:</b>	<b>15,323.0</b>	<b>1,164.3</b>	<b>218.2</b>	<b>7,241.9</b>	<b>7,173.2</b>	<b>104.0</b>	<b>28,406.9</b>

## CAPÍTULO 3 MARCO TEÓRICO

### 3.1 Índice de Condición del Pavimento–P.C.I.

El Índice de Condición del Pavimento (PCI) se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas más allá de las que constituyen el sistema.

La metodología PCI esta descrita en la norma ASTM 6433, la cual nos da los lineamientos para determinar el índice de condición del pavimento, que ayuda a calcular un índice de deterioración y se utiliza a menudo para proyectar la condición futura.

### 3.2 Tipos de Fallas Consideradas por el Método

Entre las fallas consideradas en el método del PCI se consideran un total de diecinueve (19) que involucran a todas aquellas que se hacen comunes en la degradación del pavimento.

Cuadro N°3.01: Catalogo de Fallas del Método del P.C.I.

*Fuente: Elaboración propia*

FALLA N°	DESCRIPCIÓN	UNID.
1	Grieta Piel de Cocodrilo	M2
2	Exudación de Asfalto	M2
3	Grietas de Contracción (Bloque)	M2
4	Elevaciones–Hundimiento	ML
5	Corrugaciones	M2
6	Depresiones	M2
7	Grietas de Borde	ML
8	Grietas de Reflexión de Juntas	ML
9	Desnivel Calzada–Hombrillo	ML
10	Grietas Longitud y Transversal	ML
11	Baches y Zanjas Reparadas	M2
12	Agregado Pulidos	M2
13	Huecos	M2
14	Cruce de rieles	M2
15	Ahuellamiento	M2
16	Deformación por Empuje	M2
17	Grietas de Deslizamiento	M2
18	Hinchamiento	M2
19	Disgregación y Desintegración	M2

### 3.2.1 Grieta Piel de Cocodrilo:

**Descripción:** Son una serie de grietas interconectadas, producidas por fatiga de la mezcla asfáltica. Las grietas comienzan en el fondo de la capa y se propagan a la superficie, habiendo sido inicialmente grietas longitudinales paralelas. Posteriormente, bajo el efecto del tráfico, éstas se conectan formando polígonos de diferentes tamaños que semejan la piel de un cocodrilo o un alambre de gallinero. Estas grietas, que ocurren sólo en áreas sometidas a tráfico, se consideran una falla estructural severa y generalmente son acompañadas de ahuellamientos.

#### Niveles de severidad o Magnitud :

L (Low: Bajo): Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela con unas pocas o ninguna interconectadas. Las grietas no están descascaradas; es decir, no presentan rotura del material a lo largo de los lados de la grieta.

M (Medium: Medio): Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel L, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas.

H (High: Alto): Red o patrón de grietas que ha evolucionado de tal forma que las piezas o pedazos están bien definidos y descascarados los bordes. Algunos pedazos pueden moverse bajo el tránsito.

#### Medida:

Se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada.

#### Opciones de reparación:

L: No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.

M: Parcheo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.

H: Parcheo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción.

Fig. N°3.01: Piel de cocodrilo severidad baja

Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004

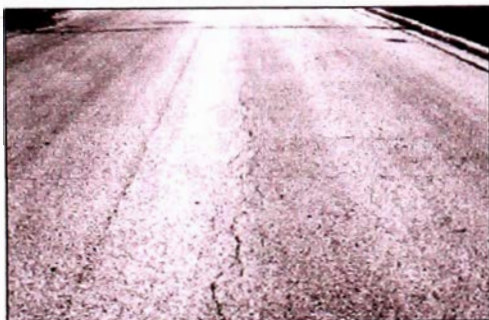


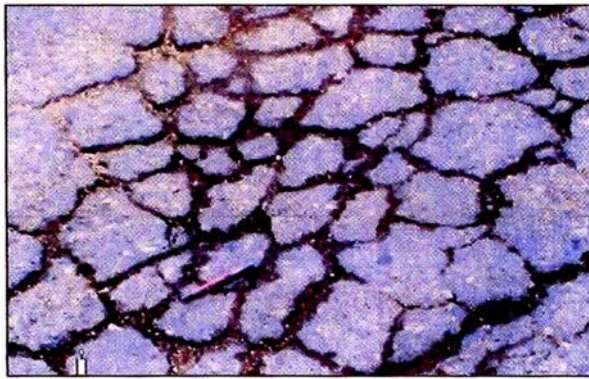
Fig. N°3.02: Piel de cocodrilo severidad moderada

Fuente: Catalogo de Fallas del MTC



Fig. N°3.03: Piel de cocodrilo severidad alta

Fuente: *Catálogo de Fallas del MTC*



### 3.2.2 Exudación de Asfalto:

**Descripción:** Esta falla consiste en la formación de una película de material asfáltico en la superficie creando una superficie brillante y reflectiva, normalmente pegajosa. La exudación es causada por exceso de asfalto en la mezcla, en aplicación de sellos, y/o bajo contenidos vacíos. Ocurre normalmente a elevadas temperaturas.

#### Niveles de severidad:

L: La exudación ha ocurrido solamente en un grado muy ligero y es detectable únicamente durante unos pocos días del año. El asfalto no se pega a los zapatos o a los vehículos.

M: La exudación ha ocurrido hasta un punto en el cual el asfalto se pega a los zapatos y vehículos únicamente durante unas pocas semanas del año.

H: La exudación ha ocurrido de forma extensa y gran cantidad de asfalto se pega a los zapatos y vehículos al menos durante varias semanas al año.

#### Medida:

Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Si se contabiliza la exudación no deberá contabilizarse el pulimento de agregados.

#### Opciones de reparación:

L: No se hace nada.

M: Se aplica arena / agregados y cilindrado.

H: Se aplica arena / agregados y cilindrado (precalentando si fuera necesario).



Fig. N°3.04: Exudación severidad baja  
Fuente: *Catalogo de Fallas del MTC*



Fig. N°3.05: Exudación severidad media  
Fuente: *Apuntes de Clase Ing. Luisa Shuan Lucas*



Fig. N°3.06: Exudación severidad Alta  
Fuente: *Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004*



### 3.2.3 Grietas de Contracción (Bloque) :

**Descripción:** Son grietas interconectadas que dividen el pavimento en bloques aproximadamente rectangulares, con lados entre 30 cm. y 3 m. Estas grietas son causadas principalmente por contracción de asfalto, por efecto de las variaciones cíclicas de temperatura. No están asociadas con carga o fatiga, e indican que el asfalto se ha endurecido considerablemente. Ocurren generalmente en grandes áreas del pavimento, algunas veces en áreas sin tráfico. En general difieren de las grietas piel de cocodrilo por el tamaño de los bloques, y en que éstas últimas son causadas por cargas y ocurren sólo en áreas traficadas.

#### **Niveles de severidad:**

L: Bloques definidos por grietas de baja severidad, como se define para grietas longitudinales y transversales.

M: Bloques definidos por grietas de severidad media

H: Bloques definidos por grietas de alta severidad.

**Medida:**

Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Generalmente, se presenta un sólo nivel de severidad en una sección de pavimento; sin embargo, cualquier área de la sección de pavimento que tenga diferente nivel de severidad deberá medirse y anotarse separadamente.

**Opciones de reparación:**

L: Sellado de grietas con ancho mayor a 3,0 mm. Riego de sello.

M: Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.

H: Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.

Fig. N°3.07: Falla en bloque severidad baja

*Fuente: Catalogo de Fallas del MTC*



Fig. N°3.08: Falla en bloque severidad media

*Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004*

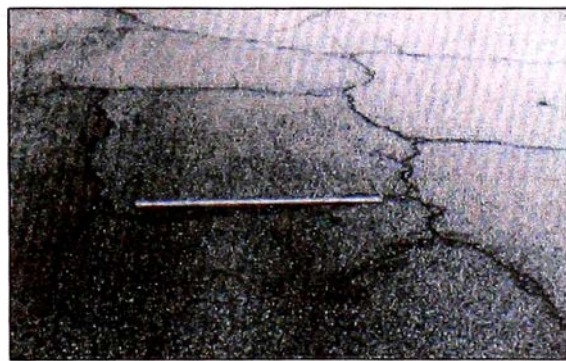
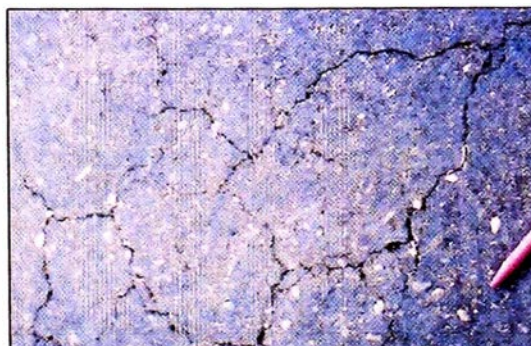


Fig. N°3.09: Falla en bloque severidad alta

*Fuente: Catalogo de Fallas del MTC*



### 3.2.4 Elevaciones–Hundimiento:

**Descripción:** Las elevaciones son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento.

Las elevaciones, por otra parte, pueden ser causados por varios factores, que incluyen:

1. Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo).
2. Infiltración y elevación del material en una grieta en combinación con las cargas del tránsito.

Los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento.

Las distorsiones y desplazamientos que ocurren sobre grandes áreas del pavimento, causando grandes o largas depresiones en el mismo, se llaman “ondulaciones”

#### **Niveles de severidad:**

L: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad media.

H: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad alta.

#### **Medida:**

Se miden en pies lineales (ó metros lineales). Si aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tránsito y están espaciadas a menos de 3,0 m, el daño se llama corrugación. Si el abultamiento ocurre en combinación con una grieta, ésta también se registra.

#### **Opciones de reparación:**

L: No se hace nada.

M: Reciclado en frío. Parcheo profundo o parcial.

H: Reciclado (fresado) en frío. Parcheo profundo o parcial. Sobrecarpeta.

Fig. N°3.10: Hundimiento severidad media

Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004



Fig. N°3.11: Hundimiento severidad Alta

Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004



### 3.2.5 Corrugaciones:

**Descripción:** Ondulaciones en forma de crestas y valles espaciadas a intervalos regulares, generalmente de 3m. Las crestas son transversales a la dirección del tráfico, mayormente en zonas de aceleración y frenado.

#### Niveles de severidad:

L: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de mediana severidad.

H: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de alta severidad.

#### Medida:

Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada.

#### Opciones de reparación:

L: No se hace nada.

M: Reconstrucción.

H: Reconstrucción.

Fig. N°3.12: Corrugaciones severidad media

Fuente: Catalogo de Fallas del MTC

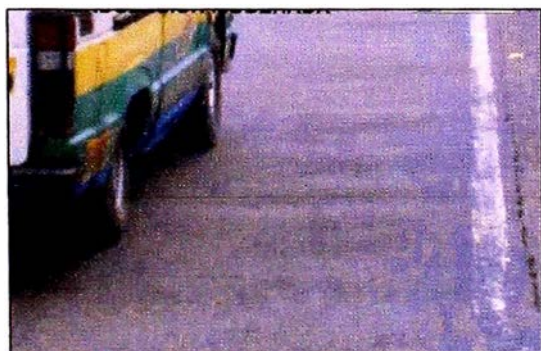
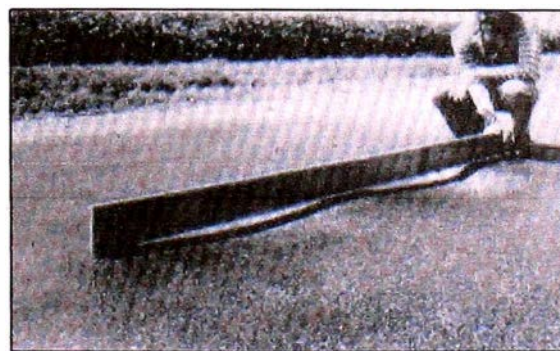


Fig. N°3.13: Corrugaciones severidad alta

Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004



### 3.2.6 Depresiones:

**Descripción:** Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor. En múltiples ocasiones, las depresiones suaves sólo son visibles después de la lluvia, cuando el agua almacenada forma un empozamiento

En el pavimento seco las depresiones pueden ubicarse gracias a las manchas causadas por el agua almacenada. Las depresiones son formadas por el asentamiento de la subrasante o por una construcción incorrecta. Originan alguna rugosidad y cuando son suficientemente profundas o están llenas de agua pueden causar hidroplaneo.

Los hundimientos a diferencia de las depresiones, son las caídas bruscas del nivel.

**Niveles de severidad:** Máxima profundidad de la depresión:

L: 13.0 a 25.0 mm.

M: 25.0 a 51.0 mm.

H: Más de 51.0 mm.

**Medida:**

Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) del área afectada.

**Opciones de reparación:**

L: No se hace nada.

M: Parcheo superficial, parcial o profundo.

H: Parcheo superficial, parcial o profundo.

Fig. N°3.14: Depresión severidad baja

Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004

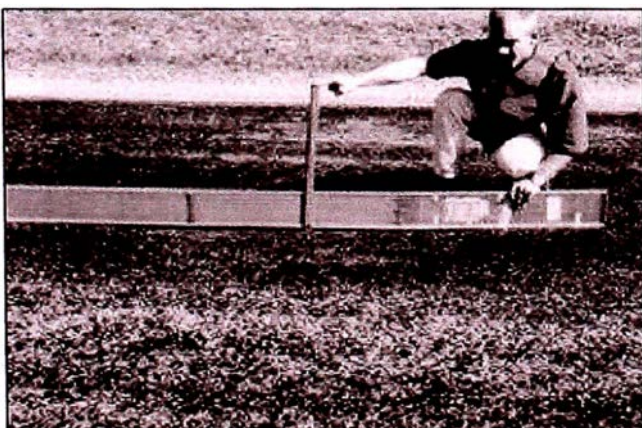


Fig. N°3.15: Depresión severidad media

Fuente: Apuntes de Clase Ing. Luisa Shuan Lucas



### 3.2.7 Grieta de borde :

**Descripción:** Las grietas de borde son paralelas y, generalmente, están a una distancia entre 0.30 y 0.60m del borde exterior del pavimento. Este daño se acelera por las cargas de tránsito y puede originarse por debilitamiento, debido a condiciones climáticas, de la base o de la subrasante próximas al borde del pavimento. El área entre la grieta y el borde del pavimento se clasifica de acuerdo con la forma como se agrieta (a veces tanto que los pedazos pueden removerse).

#### Niveles de severidad:

L: Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento.

M: Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento.

H: Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde.

#### Medida:

La grieta de borde se mide en pies lineales (ó metros lineales).

#### Opciones de reparación:

L: No se hace nada. Sellado de grietas con ancho mayor a 3 mm.

M: Sellado de grietas. Parcheo parcial - profundo.

H: Parcheo parcial – profundo.

Fig. N°3.16: Grieta de borde severidad baja  
Fuente: *Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004*



Fig. N°3.17: Grieta de borde severidad media  
Fuente: *Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004*

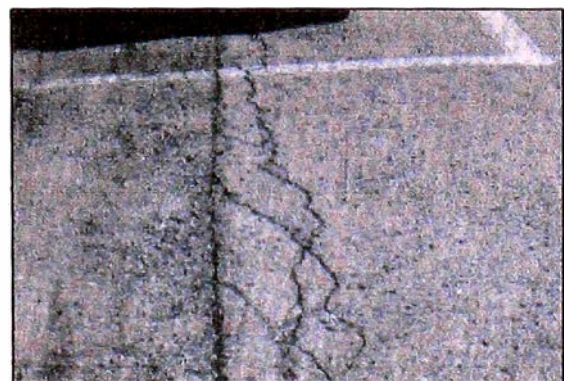


Fig. N°3.18: Grieta de borde severidad alta  
Fuente: Apuntes de Clase, Ing. Luisa Shuan Lucas



### 3.2.8 Grieta de reflexión de junta:

**Descripción:** Este daño ocurre solamente en pavimentos con superficie asfáltica construidos sobre una losa de concreto de cemento Pórtland. No incluye las grietas de reflexión de otros tipos de base (por ejemplo, estabilizadas con cemento o cal). Estas grietas son causadas principalmente por el movimiento de la losa de concreto de cemento Pórtland, inducido por temperatura o humedad, bajo la superficie de concreto asfáltico. Este daño no está relacionado con las cargas; sin embargo, las cargas del tránsito pueden causar la rotura del concreto asfáltico cerca de la grieta. Si el pavimento está fragmentado a lo largo de la grieta, se dice que aquella está descascarada. El conocimiento de las dimensiones de la losa subyacente a la superficie de concreto asfáltico ayuda a identificar estos daños.

#### Niveles de Severidad:

L: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm, o
2. Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno con ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.
2. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.
3. Grieta rellena de cualquier ancho rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad.

2. Grietas sin relleno de más de 76.0 mm.

3. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas (la grieta está severamente fracturada).

**Medida:**

La grieta de reflexión de junta se mide en pies lineales (o metros lineales). La longitud y nivel de severidad de cada grieta debe registrarse por separado. Por ejemplo, una grieta de 15.0 m puede tener 3.0 m de grietas de alta severidad; estas deben registrarse de forma separada. Si se presenta un abultamiento en la grieta de reflexión este también debe registrarse.

**Opciones de Reparación:**

L: Sellado para anchos superiores a 3,00 mm.

M: Sellado de grietas. Parcheo de profundidad parcial.

H: Parcheo de profundidad parcial. Reconstrucción de la junta.

Fig. N°3.19: Grieta de reflexión de junta severidad baja  
*Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004*



Fig. N°3.20: Grieta de reflexión de junta  
Severidad media  
*Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004*

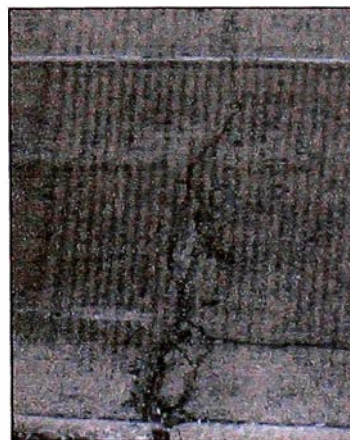
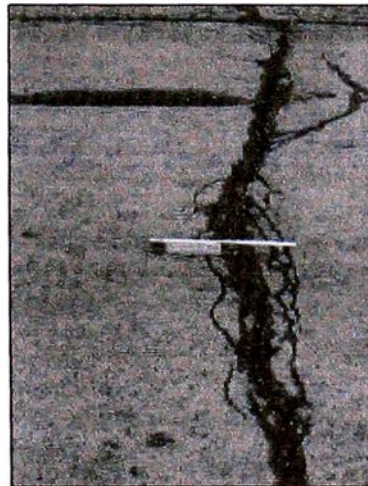




Fig. N°3.21: Grieta de reflexión de junta Severidad alta

Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004



### 3.2.9 Desnivel de calzada-Hombrillo:

**Descripción:** Es una diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma. Este daño se debe a la erosión de la berma, el asentamiento berma o la colocación de sobre carpetas en la calzada sin ajustar el nivel de la berma.

#### Niveles de severidad:

L: La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma está entre 25,0 y 51,0 mm.

M: La diferencia está entre 51,0 mm y 102,0 mm.

H: La diferencia en elevación es mayor que 102,00 mm.

#### Medida:

El desnivel carril / berma se miden en pies lineales (ó metros lineales).

#### Opciones de reparación:

L, M, H: Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.

Fig. N°3.22: Desnivel calzada - Hombrillo severidad baja

Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004



Fig. N°3.23: Desnivel calzada - Hombrillo severidad alta

Fuente: Apuntes de Clase, Ing. Luisa Shuan Lucas



### 3.2.10 Grietas Longitudinal y Transversal:

**Descripción:** Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento o eje de construcción.

Son generalmente causadas por:

- Mala construcción de junta en franjas de asfalto
- Contracción del asfalto debido a los cambios de temperatura y el envejecimiento
- Reflexión de las grietas del pavimento inferior, grietas de asfalto, o losas de concreto.

Las grietas transversales son aproximadamente perpendiculares al eje del pavimento y pueden ser causadas por las mismas razones indicadas.

Estos tipos de fallas no están generalmente asociadas con tráfico y/o cargas.

#### **Niveles de Severidad:**

**L:** Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm.
2. Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).

**M:** Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno de ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.
2. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm, rodeada grietas aleatorias pequeñas.
3. Grieta rellena de cualquier ancho, rodeada de grietas aleatorias pequeñas.

**H:** Existe una de las siguientes condiciones:

1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de grietas aleatorias pequeñas de severidad media o alta.
2. Grieta sin relleno de más de 76.0 mm de ancho.
3. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.

**Medida:**

Las grietas longitudinales y transversales se miden en pies lineales (ó metros lineales). La longitud y severidad de cada grieta debe registrarse después de su identificación. Si la grieta no tiene el mismo nivel de severidad a lo largo de toda su longitud, cada porción de la grieta con un nivel de severidad diferente debe registrarse por separado. Si ocurren abultamientos o hundimientos en la grieta, estos deben registrarse.

**Opciones de reparación:**

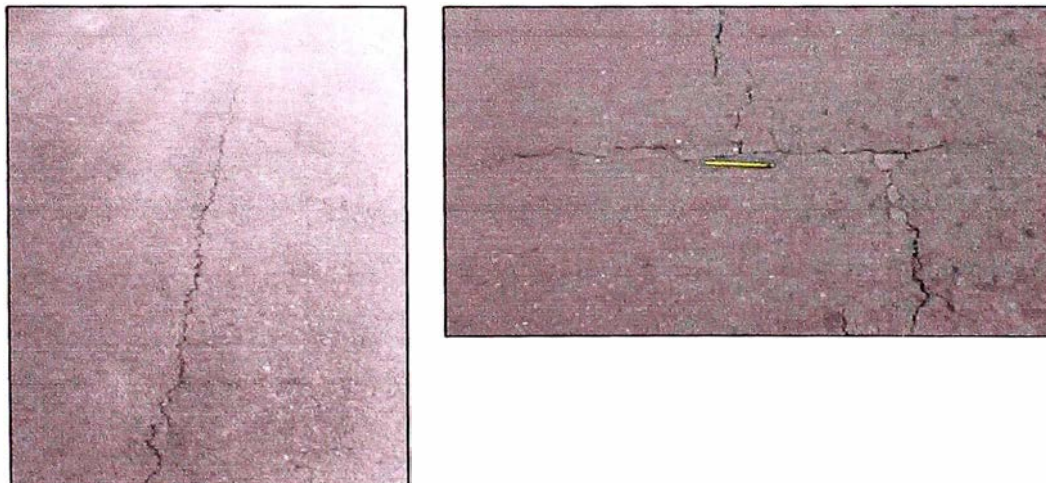
L: No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3,0 mm.

M: Sellado de grietas.

H: Sellado de grietas. Parcheo parcial.

Fig. N°3.24: Grieta longitudinal y transversal

Fuente: *Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004*



**3.2.11 Baches y Zanjas Reparadas:**

**Descripción:** Un bache es un área de pavimento que ha sido reparada mediante el empleo de material nuevo. Un bache es considerado un defecto, independiente de lo bien que haya sido ejecutado. Generalmente produce rugosidad.

### **Niveles de Severidad:**

L: El parche está en buena condición buena y es satisfactorio. La calidad del tránsito se califica como de baja severidad o mejor.

M: El parche está moderadamente deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de severidad media.

H: El parche está muy deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de alta severidad. Requiere pronta sustitución.

### **Medida:**

Los parches se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. Sin embargo, si un sólo parche tiene áreas de diferente severidad, estas deben medirse y registrarse de forma separada. Por ejemplo, un parche de 2.32 m<sup>2</sup> puede tener 0.9 m<sup>2</sup> de severidad media y 1.35 m<sup>2</sup> de baja severidad. Estas áreas deben registrarse separadamente. Ningún otro daño (por ejemplo, desprendimiento y agrietamiento) se registra dentro de un parche; aún si el material del parche se está desprendiendo o agrietando, el área se califica únicamente como parche. Si una cantidad importante de pavimento ha sido reemplazada, no se debe registrar como un parche sino como un nuevo pavimento (por ejemplo, la sustitución de una intersección completa).

### **Opciones de reparación:**

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Sustitución del parche.

H: Sustitución del parche.

Fig. N°3.25: Baches y zanjas reparadas

Fuente: Apuntes de Clase, Ing. Luisa Shuan Lucas



### 3.2.12 Agregado Pulidos:

**Descripción:** Este daño es causado por la repetición de cargas de tránsito. Cuando el agregado en la superficie se vuelve suave al tacto, la adherencia con las llantas del vehículo se reduce considerablemente. Cuando la porción de agregado que está sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye de manera significativa a reducir la velocidad del vehículo. El pulimento de agregados debe contarse cuando un examen revela que el agregado que se extiende sobre la superficie es degradable y que la superficie del mismo es suave al tacto. Este tipo de daño se indica cuando el valor de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha caído significativamente desde una evaluación previa.

#### **Niveles de severidad:**

No se define ningún nivel de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de ser incluido en una evaluación de la condición y contabilizado como defecto.

#### **Medida:**

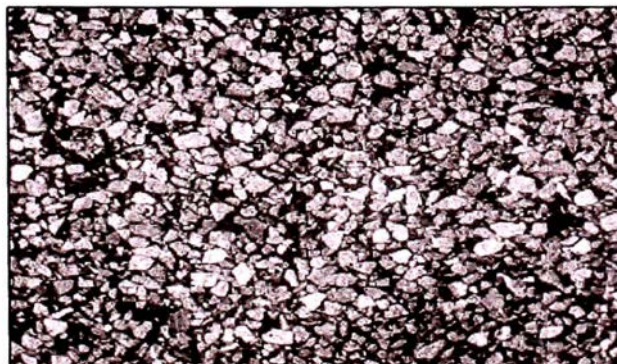
Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Si se contabiliza exudación, no se tendrá en cuenta el pulimento de agregados.

#### **Opciones de reparación:**

L, M, H: No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobrecarpeta.

Fig. N°3.26: Agregados pulidos

Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004



### 3.2.13 Huecos:

**Descripción:** Los huecos son pequeñas fallas de forma cóncava y diámetros generalmente

inferiores a 0.9 m. Usualmente tiene bordes angulosos y verticales en las cercanías de la superficie. Crecen rápidamente por efecto de agua acumulada en el propio hueco. Son producidos por disgregación de pequeñas áreas de pavimento. Éste se desintegra debido a defectos de mezclas, puntos débiles en la base o en la subrasante o grietas de piel de cocodrilo de alta severidad. Los huecos son generalmente causados por una falla estructural y no deben confundirse con disgregación y desintegración.

**Niveles de severidad:**

Los niveles de severidad para los huecos de diámetro menor que 762 mm están basados en la profundidad y el diámetro de los mismos, de acuerdo con el Cuadro:

Profundidad máxima del hueco.	Diámetro medio (mm)		
	102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm
12.7 a 25.4 mm	L	L	M
> 25.4 a 50.8 mm	L	M	H
> 50.8 mm	M	M	H

Si el diámetro del hueco es mayor que 762 mm, debe medirse el área en pies cuadrados (o metros cuadrados) y dividirla entre 5 pies<sup>2</sup> (0.47 m<sup>2</sup>) para hallar el número de huecos equivalentes. Si la profundidad es menor o igual que 25.0 mm, los huecos se consideran como de severidad media. Si la profundidad es mayor que 25.0 mm la severidad se considera como alta.

**Medida:**

Los huecos se miden contando aquellos que sean de severidades baja, media y alta, y registrándolos separadamente.

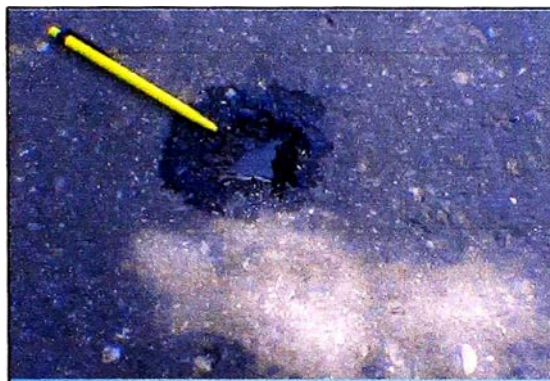
**Opciones de reparación:**

L: No se hace nada. Parcheo parcial o profundo.

M: Parcheo parcial o profundo.

H: Parcheo profundo.

Fig. N°3.27: Huevo de severidad baja  
Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004



### 3.2.14 Cruce de rieles:

**Descripción:** Los defectos asociados al cruce de vía férrea son depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles.

#### Niveles de severidad:

L: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.

M: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.

H: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad alta.

#### Medida:

El área del cruce se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Si el cruce no afecta la calidad de tránsito, entonces no debe registrarse. Cualquier abultamiento considerable causado por los rieles debe registrarse como parte del cruce.

#### Opciones de reparación:

L: No se hace nada.

M: Parcheo superficial o parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.

H: Parcheo superficial o parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.

Fig. N°3.28: Cruce de rieles severidad media  
Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004



### 3.2.15 Ahuellamiento :

**Descripción:** El ahuellamiento es una depresión en la superficie de las huellas de las ruedas. Puede presentarse el levantamiento del pavimento a lo largo de los lados del ahuellamiento, pero, en muchos casos, éste sólo es visible después de la lluvia, cuando las huellas estén llenas de agua. El ahuellamiento se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante, usualmente producida por consolidación o movimiento lateral de los materiales debidos a la carga del tránsito. Un ahuellamiento importante puede conducir a una falla estructural considerable del pavimento.

**Niveles de severidad:** Profundidad media del ahuellamiento:

L: 6.0 a 13.0 mm.

M: >13.0 mm a 25.0 mm.

H: > 25.0 mm.

**Medida:**

El ahuellamiento se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada y su severidad está definida por la profundidad media de la huella. La profundidad media del ahuellamiento se calcula colocando una regla perpendicular a la dirección del mismo, midiendo su profundidad, y usando las medidas tomadas a lo largo de aquel para calcular su profundidad media.

**Opciones de reparación:**

L: No se hace nada. Fresado y sobrecarpeta.

M: Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.

H: Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.

Fig. N°3.29: Ahuellamiento severidad alta

Fuente: *Catalogo de Fallas del MTC*





### 3.2.16 Deformación por Empuje:

**Descripción:** Distorsión de la superficie del pavimento debido al desplazamiento de la mezcla

asfáltica. Ocurre por las cargas del tránsito actuando sobre mezclas asfálticas poco estables.

**Niveles de severidad:**

L: El desplazamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.

M: El desplazamiento causa calidad de tránsito de severidad media.

H: El desplazamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

**Medida:**

Los desplazamientos se miden en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Los desplazamientos que ocurren en parches se consideran para el inventario de daños como parches, no como un daño separado.

**Opciones de reparación:**

L: No se hace nada. Fresado.

M: Fresado. Parcheo parcial o profundo.

H: Fresado. Parcheo parcial o profundo.

Fig. N°3.30: Deformación por empuje severidad alta  
*Fuente: Catalogo de Fallas del MTC*



### 3.2.17 Grietas de Deslizamiento :

**Descripción:** son grietas en forma de media luna creciente. Son producidas cuando las ruedas que frenan o giran inducen el deslizamiento o la deformación de la superficie del pavimento. Usualmente, este daño ocurre en presencia de una mezcla asfáltica de baja resistencia, o de una liga pobre entre la superficie y la capa siguiente en la estructura de pavimento. Este daño no tiene relación alguna con procesos de inestabilidad geotécnica de la calzada

### **Nivel de severidad:**

L: Ancho promedio de la grieta menor que 10.0 mm.

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Ancho promedio de la grieta entre 10.0 mm y 38.0 mm.
2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pequeños pedazos ajustados.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Ancho promedio de la grieta mayor que 38.0 mm.
2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pedazos fácilmente removibles.

### **Medida:**

El área asociada con una grieta parabólica se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) y se califica según el nivel de severidad más alto presente en la misma.

### **Opciones de reparación:**

L: No se hace nada. Parcheo parcial.

M: Parcheo parcial.

H: Parcheo parcial.

Fig. N°3.31: Grietas de deslizamientos severidad media y alta

*Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004*



### 3.2.18 Hinchamiento:

**Descripción:** El hinchamiento se caracteriza por un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento –una onda larga y gradual con una longitud mayor que 3.0 m. El hinchamiento puede estar acompañado de agrietamiento superficial. Usualmente, este daño es causado por el congelamiento en la subrasante o por suelos potencialmente expansivos.

#### **Nivel de severidad:**

**L:** El hinchamiento causa calidad de tránsito de baja severidad. El hinchamiento de baja severidad no es siempre fácil de ver, pero puede ser detectado conduciendo en el límite de velocidad sobre la sección de pavimento. Si existe un hinchamiento se producirá un movimiento hacia arriba.

**M:** El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.

**H:** El hinchamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

#### **Medida:**

El hinchamiento se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada.

#### **Opciones de reparación:**

**L:** No se hace nada.

**M:** No se hace nada. Reconstrucción.

**H:** Reconstrucción.

Fig. N°3.32: Falla por hinchamiento

Fuente: *Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004*



### 3.2.19 Disgregación y Desintegración:

**Descripción:** La meteorización y el desprendimiento son la pérdida de la superficie del pavimento debida a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado. Este daño indica que, o bien el ligante asfáltico

se ha endurecido de forma apreciable, o que la mezcla presente es de pobre calidad.

Además, el desprendimiento puede ser causado por ciertos tipos de tránsito, por ejemplo, vehículos de orugas. El ablandamiento de la superficie y la pérdida de los agregados debidos al derramamiento de aceites también se consideran como desprendimiento.

**Niveles de severidad:**

L: Han comenzado a perderse los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse. En el caso de derramamiento de aceite, puede verse la mancha del mismo, pero la superficie es dura y no puede penetrarse con una moneda.

M: Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada. En el caso de derramamiento de aceite, la superficie es suave y puede penetrarse con una moneda.

H: Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores que 10.0 mm y profundidades menores que 13.0 mm; áreas ahuecadas mayores se consideran huecos. En el caso de derramamiento de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto ligante y el agregado está suelto.

**Medida:**

La meteorización y el desprendimiento se miden en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada.

**Opciones de reparación:**

L: No se hace nada. Sello superficial. Tratamiento superficial.

M: Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta.

H: Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reciclaje. Reconstrucción.

Para los niveles M y H, si el daño es localizado, por ejemplo, por derramamiento de aceite, se hace parcheo parcial.

Fig. N°3.33: Disgregación y desintegración severidad alta

Fuente: *Catalogo de Fallas del MTC*



### 3.3. Causas de fallas en Pavimentos :

**3.3.1 Tráfico de Diseño:** En muchos casos se tiene un tráfico de diseño del pavimento incorrecto, las cargas son bastante mayores a las previstas. Se debe a errores en la aproximación de cargas o también al incremento en el tráfico con los años.

**3.3.2 Proceso Constructivo:** Deficiencias en los procesos constructivos hacen una estructura débil del pavimento. Esto se debe a inadecuados espesores y mezclas, así como una deficiencia en la distribución y compactación de las capas.

**3.3.3 Deficiencias de Proyecto:** Diseños inadecuados y una mala valoración de la subrasante. Por otro lado, a veces se tiene una mala calidad y dosificación de las mezclas asfálticas y mala calidad de materiales usados en la producción.

**3.3.4 Factores Ambientales:** Elevación de la napa freática, inundaciones, lluvias prolongadas, variación térmica, congelamiento, sales nocivas. Así como una insuficiencia en el drenaje superficial o profundo.

**3.3.5 Deficiente Mantenimiento:** Falta de mantenimiento y conservación.

### 3.4. Escala de valores del P.C.I.:

El deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los “valores deducidos”, como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.

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.

A continuación se muestran los puntos para la calificación del PCI:

**100:** Pavimento en “perfecto” estado.

**70:** Punto en que el pavimento comienza a mostrar pequeñas fallas localizadas, es decir el punto en que deben iniciarse acciones de mantenimiento rutinario y/o preventivo menor.

**55:** Punto en que el pavimento requiere acciones de mantenimiento localizado para corregir fallas más fuertes. Condición para corregir fallas fuertes. Su condición de rodaje sigue siendo “buena” pero su deterioro o reducción de calidad de rodaje comienza a aumentar.

**40:** Punto en el que pavimento muestra fallas más acentuadas y su condición de rodaje puede calificarse como “regular” o “aceptable”, el deterioro aumenta rápidamente. Este punto es cercano al definido como punto “óptimo” de rehabilitación.

**0:** El pavimento está fuertemente deteriorado, presenta diversas fallas avanzadas y el tráfico no puede circular a velocidad normal. El pavimento se considera “fallado” y requiere acciones de mantenimiento mayor y eventualmente reconstrucción parcial de un alto porcentaje de su área.

Cuadro N°3.02: Rangos de Calificación del P.C.I.

Fuente: Elaboración propia

PCI	ESTADO
100-85	Excelente
85-70	Muy Bueno
70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Malo
25-'10	Muy Malo
10-0	Fallado

Fig. N°3.34: Rangos de Calificación del P.C.I.

Fuente: Elaboración propia



El cuadro N°3.03 resume la acción a tener en cuenta de acuerdo al valor del PCI para calculado cada vía. Se aprecia además el estado del pavimento asociado a este mismo valor.

Cuadro N°3.03: Acción a tener en cuenta según los valores del P.C.I.

Fuente: Elaboración propia

PCI	ESTADO	INTERVENCIÓN
0 - 30	Malo	Construcción
31 - 70	Regular	Rehabilitación
71 - 100	Bueno	Mantenimiento

### 3.5. Procedimiento de Evaluación de la Condición del Pavimento:

Se realiza una inspección visual inicial con un vehículo para observar de forma global la calidad de tránsito (o calidad del viaje) para determinar el nivel de severidad de daños la que se determina recorriendo la sección de pavimento en un automóvil de tamaño estándar a la velocidad establecida por el límite legal.

#### 3.5.1 Unidades de Muestreo :

Existen dos procedimientos para realizar la inspección del pavimento. En ambos casos debe dividirse la sección del pavimento en unidades de áreas trabajables, pudiendo ser 225 m<sup>2</sup> cada una si el tamaño de trabajo lo permite.

El primer procedimiento requiere evaluar todas las unidades; el segundo, tan sólo una muestra escogida aleatoriamente.

Cada unidad es cuidadosamente inspeccionada y los datos referentes a cada tipo de falla son anotados en una planilla de evaluación.

La inspección de todas las unidades de una sección, resulta costosa y requiere algún tiempo y recursos. El método puede contemplar un plan de muestreo estadístico para determinar el P.C.I. mediante la inspección de una muestra de la sección sin producir pérdida significativa de precisión. El número mínimo de unidades a ser evaluadas (n) se determina mediante la ecuación siguiente:

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

Donde:

n : Número de unidades de muestras a evaluar.

N : Número total de unidades de muestras en la sección (mínimo 5 unidades).

e : Error permisible en determinación del P.C.I. (recomendable 5 puntos del P.C.I.).

σ : Desviación estándar del P.C.I. en las unidades de la sección. (asume 10)

La ecuación provee un 95% de confianza en que el P.C.I. estará dentro de +/- "e" del valor real, cuando se emplea un número n de muestras. El valor mínimo de "N" es 5 unidades. Una vez determinado el número de unidades a ser



evaluadas, éstas deben escogerse empleando uno de los dos procedimientos sugeridos por el método. Para el mismo ejemplo antes indicado, esto sería:

- Dividir el total de unidades, (100), en 7 grupos iguales o similares. En este caso 6 secciones de 14 unidades y una de 16, ó 5 de 14 y 2 de 15. Luego se escogen aleatoriamente 2 unidades de cada grupo para un total de 14. Igualmente pudieran formarse 14 grupos y escoger aleatoriamente una sección de cada grupo.
- El segundo procedimiento denominado “Sistemático” consiste en evaluar unidades uniformemente espaciadas, siempre que la primera sea escogida aleatoriamente. Por ejemplo, se escoge la primera unidad entre 1 y 7, digamos 5, y de esta forma se evalúan la 5, 12, 19. 26, etc., hasta completar las 14 sugeridas.

### **3.5.2 Cálculo del P.C.I. para Carreteras con Capa de Rodadura Asfáltica de las Unidades de Muestreo:**

Al completar la inspección de campo, la información sobre los daños se utiliza para calcular el PCI. El cálculo puede ser manual o computarizado y se basa en los “Valores Deducidos” de cada daño de acuerdo con la cantidad y severidad reportadas.

Etapas 1. Cálculo de los Valores Deducidos:

1. a. Totalice cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo en la columna TOTAL del formato PCI-01. El daño puede medirse en área, longitud ó por número según su tipo.
1. b. Divida la CANTIDAD de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el ÁREA TOTAL de la unidad de muestreo y exprese el resultado como porcentaje. Esta es la DENSIDAD del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.
1. c. Determine el VALOR DEDUCIDO para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “Valor Deducido del Daño” que se adjuntan al final de este documento, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

Etapas 2. Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m)

2. a. Si ninguno ó tan sólo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido”, CDV, obtenido en la Etapa 4. De lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b. y 2.c. Determine el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m), utilizando la Ecuación:

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

mi: Número máximo admisible de “valores deducidos”, incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i.

HDVi: El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i.

2. d. El número de valores individuales deducidos se reduce a m, inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que m se utilizan todos los que se tengan.

Etapa 3. Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV. El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

3. a. Determine el número de valores deducidos, q, mayores que 2.0.

3. b. Determine el “Valor Deducido Total” sumando TODOS los valores deducidos individuales.

3. c. Determine el CDV con q y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.

3. d. Reduzca a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas 3.a. a 3.c. hasta que q sea igual a 1.

3. e. El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

Etapa 4. Calcule el PCI de la unidad restando de 100 el máximo CDV obtenido en la Etapa 3.

$$PCI = 100 - \left[ \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{mi} VD(T_i, S_j, D_{ij}) \right] * F$$

**Donde:**

PCI = Índice de Condición de Pavimentos

VD()=Valor de deducción que es función de f (T,S,Dij)

i =Falla

j =Grado de severidad

$T_i$  =Tipo de Falla

$S_j$  =Severidad

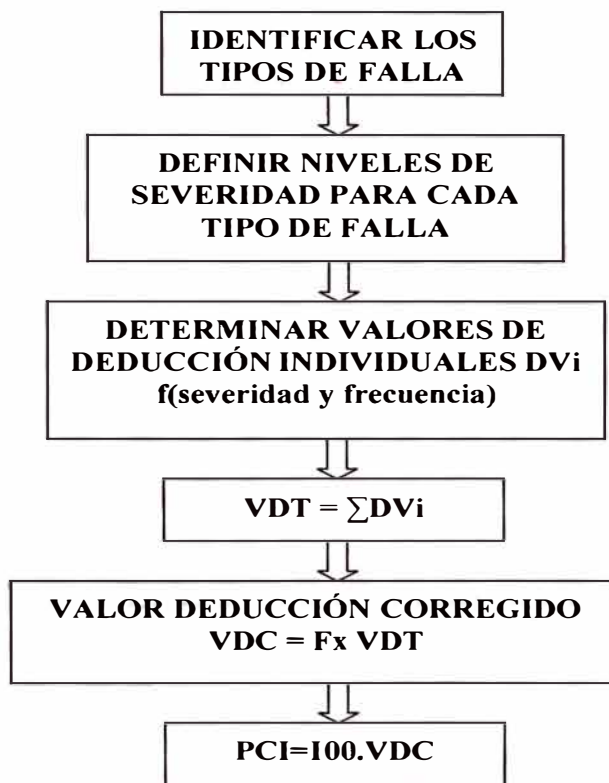
$D_{ij}$  =Densidad de falla

P =Numero de fallas en el Pavimento

$M_i$  =Grado de severidad para la falla i

F =Factor de Ajuste, en función de la sumatoria total y el numero de valores de deducción mayores que 2

Fig. N°3.35: Diagrama de Flujo del Método del PCI  
Fuente: Elaboración propia



## **CAPÍTULO 4**

### **APLICACIÓN DEL MÉTODO KM 99+000 AL KM 104+000**

#### **4.1 Evaluación del Tramo Km 99+000-Km 104+000**

Se hizo una inspección visual con un vehículo empezando en el Km 99+000 para ver las zonas identificando zonas críticas hasta la progresiva final del tramo km 104+000.

Para el tramo de estudio, como el pavimento es nuevo se ha analizado todo el tramo en sub tramos de 1 km.

La Inspección visual se realizó y el relevamiento se hizo detalladamente, que consistió en recorrer todo el tramo evaluado caminando y haciendo las anotaciones correspondientes de todas las fallas observadas. Estas fallas son anotadas en un papel denominado formato de relevamiento y metrado de fallas, con estos datos se obtiene un inventario de todas las fallas existentes y su ubicación correspondiente.

Finalmente, obtenida toda la información de campo se procede a calcular los valores del PCI de cada sub tramo evaluado y con estos resultados se podrá definir la intervención necesaria con fines de rehabilitación.

#### **4.2 Identificación y metrado de fallas**

De acuerdo a los formatos y catálogos de fallas establecidas por el método del P.C.I para el relevamiento de fallas se detalla los metrados por cada sub tramo de 1 km.

Se identifico las siguientes fallas como las mas comunes en el tramo evaluado:

- Exudación de Asfalto
- Grietas de Contracción (Bloque)
- Elevaciones–Hundimiento
- Corrugaciones
- Grietas de Borde
- Grietas Longitud y Transversal
- Baches y Zanjias Reparadas
- Huecos

- Ahuellamiento
- Disgregación y Desintegración

**Cuadro N°4.01**  
**Metrado de Fallas del Km 99+000 al Km 100+000**  
*Fuente: Elaboración propia*

<b>EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS</b>							
Carretera :		Cañete - Yauyos - Chupaca			Hecho por:		Milton Olortegui S.
Departamento:		Lima			Fecha :		03/10/2009
Tramo:		Km 99+000 al Km 100+000			Ancho de vía (m) :		4.2
Longitud (m):		1,000.00			Área (m2)::		4,200.00
		<b>TIPOS DE FALLAS EXISTENTES</b>					
		<b>13</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>19</b>	<b>4</b>	
		4L	3L	18L	10L	1M	
		9L	6L	6M	5L		
		6L	18		10L		
		4L			5M		
<b>Total</b>	BAJA (L)	23	27	18	25		
	MEDIA (M)			6	5	1	
	ALTA(H)						

**Cuadro N°4.02**  
**Metrado de Fallas del Km 100+000 al Km 101+000**  
*Fuente: Elaboración propia*

<b>EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS</b>							
Carretera :		Cañete - Yauyos - Chupaca			Hecho por:		Milton Olortegui S.
Departamento:		Lima			Fecha :		03/10/2009
Tramo:		Km 100+000 al Km 101+000			Ancho de vía (m) :		3.5
Longitud (m):		1,000.00			Área (m2)::		3,500.00
		<b>TIPOS DE FALLAS EXISTENTES</b>					
		<b>19</b>	<b>2</b>	<b>13</b>	<b>7</b>		
		8L	30L	4L	8M		
		20L					
		30L					
		26L					
		10M					
<b>Total</b>	BAJA (L)	84	30	4			
	MEDIA (M)	10			8		
	ALTA(H)						

**Cuadro N°4.03**  
**Metrado de Fallas del Km 101+000 al Km 102+000**  
*Fuente: Elaboración propia*

<b>EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS</b>								
Carretera :		Cañete - Yauyos - Chupaca		Hecho por:		Milton Olortegui S.		
Departamento:		Lima		Fecha :		03/10/2009		
Tramo:		Km 101+000 al Km 102+000		Ancho de vía (m) :		4		
Longitud (m):		1,000.00		Área (m2)::		4,000.00		
		TIPOS DE FALLAS EXISTENTES						
		19	4	5				
		3M	5L	20L				
		20M						
		8L						
Total	BAJA (L)	8	5	20				
	MEDIA (M)	23						
	ALTA(H)							

**Cuadro N°4.04**  
**Metrado de Fallas del Km 102+000 al Km 103+000**  
*Fuente: Elaboración propia*

<b>EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS</b>								
Carretera :		Cañete - Yauyos - Chupaca		Hecho por:		Milton Olortegui S.		
Departamento:		Lima		Fecha :		03/10/2009		
Tramo:		Km 102+000 al Km 103+000		Ancho de vía (m) :		3		
Longitud (m):		1,000.00		Área (m2)::		4,200.00		
		TIPOS DE FALLAS EXISTENTES						
		5	19	3	13	15	4	
		7						
		20L	4L	3L	6L	8L	3M	
		15L	10L		6L		10M	
		12L	8L		1L			
			10M					
			8M					
Total	BAJA (L)	47	22	3	13	8	10	
	MEDIA (M)		18				3	
	ALTA(H)						10	

Cuadro N°4.05

Metrado de Fallas del Km 103+000 al Km 104+000

Fuente: Elaboración propia

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS							
Carretera :		Cañete - Yauyos - Chupaca			Hecho por:		Milton Olortegui S.
Departamento:		Lima			Fecha :		03/10/2009
Tramo:		Km 103+000 al Km 104+000			Ancho de vía (m) :		4.6
Longitud (m):		1,000.00			Área (m2)::		4,600.00
		TIPOS DE FALLAS EXISTENTES					
		13	19	11	4	7	
		8M	2L	40M	4L	3L	
		5L	3L	17M			
		6M	3L				
			25M				
			50M				
			15M				
			22M				
			4L				
			3L				
			15L				
			35L				
Total	BAJA (L)	4	65		4	3	
	MEDIA (M)	12	112	57			
	ALTA(H)						

Cuadro N°4.06: Resumen de fallas identificadas en el tramo evaluado.

Fuente: Elaboración propia

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES EN EL TRAMO EVALUADO: KM 99+000 AL KM 104+000																						
TIPO DE FALLAS			Exudación de Asfalto		Grietas de Contracción (Bloque)		Elevaciones - Hundimiento		Corrugaciones		Grietas de Borde		Grietas Longitud y Transversal		Baches y Zanjas Reparadas		Huecos		Ahuellamiento		Disgregación y Desintegración	
			2		3		4		5		7		10		11		13		15		19	
PROGRESIVA		Unidad	m2		m2		ml		m2		ml		ml		m2		m2		m2		m2	
INICIAL	FINAL	SEVERIDAD	BAJA (L)	MEDIA (M)	BAJA (L)	MEDIA (M)	BAJA (L)	MEDIA (M)	BAJA (L)	MEDIA (M)	BAJA (L)	MEDIA (M)	BAJA (L)	MEDIA (M)	BAJA (L)	MEDIA (M)	BAJA (L)	MEDIA (M)	BAJA (L)	MEDIA (M)	BAJA (L)	MEDIA (M)
99+000	100+000	METRADO DE FALLAS	27				1						18	6			23				25	5
100+000	101+000		30								8						4				84	10
101+000	102+000						5		20												8	23
102+000	103+000					3		3	47		10	10						13			22	18
103+000	104+000							4			3					57	4	12			65	112

## CAPÍTULO 5

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 5.1. Procesamiento de datos y cálculo del P.C.I.

Para el cálculo del P.C.I., se determina los valores de deducción de acuerdo a la Norma ASTM D6433-03 y según el procedimiento descrito en el capítulo 3, ítem 3.5.2, obteniéndose los siguientes resultados por tramos de un kilometro.

Cuadro N°5.01: Valores de Deducción y cálculo del P.C.I.-Km 99+000 al Km 100+000

Fuente: Elaboración propia

CALCULO DEL PCI							
Carretera :	Cañete - Yauyos - Chupaca			Hecho por:	Milton Olortegui S.		
Departamento:	Lima			Fecha :	03/10/2009		
Tramo:	Km 99+000 al Km 100+000			Ancho de vía (m) :	4.2		
Longitud (m):	1,000.00			Área (m2)::	4,200.00		
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION	VALOR DE DEDUCCIÓN (Valores q>2)			
				q=2	q=1	q=0	
13	0.550	L	13.50	13.50	13.50		
2	0.64	L	1.00	1.00	1.00		
10	0.43	L	0.00	0.00	0.00		
10	0.14	M	0.00	0.00	0.00		
19	0.60	L	1.50	1.50	1.50		
19	0.12	M	4.00	4	2		
4	0.02	M	0.00	0	0		
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)				20.00	18.00		
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC)				15.00	17		
VALOR DE PCI=100-VDC				85.00	83.00		



Cuadro N°5.02: Valores de Deducción y cálculo del P.C.I.-Km 100+000 al Km 101+000

Fuente: Elaboración propia

CALCULO DEL PCI							
Carretera :	Cañete - Yauyos - Chupaca			Hecho por:	Milton Olortegui S.		
Departamento:	Lima			Fecha :	03/10/2009		
Tramo:	Km 100+000 al Km 101+000			Ancho de vía (m) :	3.5		
Longitud (m):	1,000.00			Área (m2)::	3,500.00		
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	VALOR DE DEDUCCIÓN (Valores q>2)			
				q=1	q=0		
19	2.4	L	2	6			
19	0.29	M	6	2			
2	0.86	L	0	2			
13	0.11	L	2	0			
7	0.23	M	0	0			
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)				10.00			
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC)				10.00			
VALOR DE PCI=100-VDC				90.00			

Cuadro N°5.03: Valores de Deducción y cálculo del P.C.I.-Km 101+000 al Km 102+000

Fuente: Elaboración propia

CALCULO DEL PCI							
Carretera :	Cañete - Yauyos - Chupaca			Hecho por:	Milton Olortegui S.		
Departamento:	Lima			Fecha :	03/10/2009		
Tramo:	Km 101+000 al Km 102+000			Ancho de vía (m) :	4		
Longitud (m):	1,000.00			Área (m2)::	4,000.00		
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	VALOR DE DEDUCCIÓN (Valores q>2)			
				q=1	q=0		
19	0.2	L	0.5	8			
19	0.58	M	8	1			
4	0.13	L	0	0.5			
5	0.5	L	1	0			
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)				9.50			
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC)				10.00			
VALOR DE PCI=100-VDC				90.00			

Cuadro N°5.04: Valores de Deducción y cálculo del P.C.I.-Km 102+000 al Km 103+000

Fuente: Elaboración propia

<b>CALCULO DEL PCI</b>							
Carretera :	Cañete - Yauyos - Chupaca	Hecho por:	Milton Olortegui S.				
Departamento:	Lima	Fecha :	03/10/2009				
Tramo:	Km 102+000 al Km 103+000	Ancho de vía (m) :	3				
Longitud (m):	1,000.00	Área (m2)::	4,200.00				
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	VALOR DE DEDUCCIÓN (Valores q>2)			
				q=4	q=3	q=2	q=1
5	1.57	L	3.00	11.00	11.00	11.00	11.00
19	0.73	L	2.00	8.00	8.00	8.00	2.00
19	0.60	M	8.00	4.00	4.00	2.00	2.00
3	0.10	L	0.00	3.00	2.00	2.00	2.00
13	0.43	L	11.00	2.00	2.00	2.00	2.00
15	0.27	L	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
4	0.10	M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.33	L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.33	M	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)				30.00	29.00	27.00	21.00
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC)				13	17.5	20.00	22.5
VALOR DE PCI=100-VDC				87.00	82.50	80.00	77.50

Cuadro N°5.05: Valores de Deducción y cálculo del P.C.I.-Km 103+000 al Km 104+000

Fuente: Elaboración propia

<b>CALCULO DEL PCI</b>							
Carretera :	Cañete - Yauyos - Chupaca	Hecho por:	Milton Olortegui S.				
Departamento:	Lima	Fecha :	03/10/2009				
Tramo:	Km 103+000 al Km 104+000	Ancho de vía (m) :	4.6				
Longitud (m):	1,000.00	Área (m2)::	4,600.00				
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	VALOR DE DEDUCCIÓN (Valores q>2)			
				q=4	q=3	q=2	q=1
13	0.11	L	2.50	14.00	14.00	14.00	14.00
13	0.30	M	14.00	10.00	10.00	10.00	2.00
19	1.41	L	2.00	3.00	3.00	2.00	2.00
19	2.43	M	10.00	2.50	2.00	2.00	2.00
11	1.24	M	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00
4	0.09	L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.07	L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)				31.50	31.00	30.00	22.00
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC)				15	19	23.00	22
VALOR DE PCI=100-VDC				85.00	81.00	77.00	78.00

Los Valores obtenidos del PCI para el tramo correspondiente a los Km 99+000 al Km 104+000 se muestran en el cuadro siguiente:

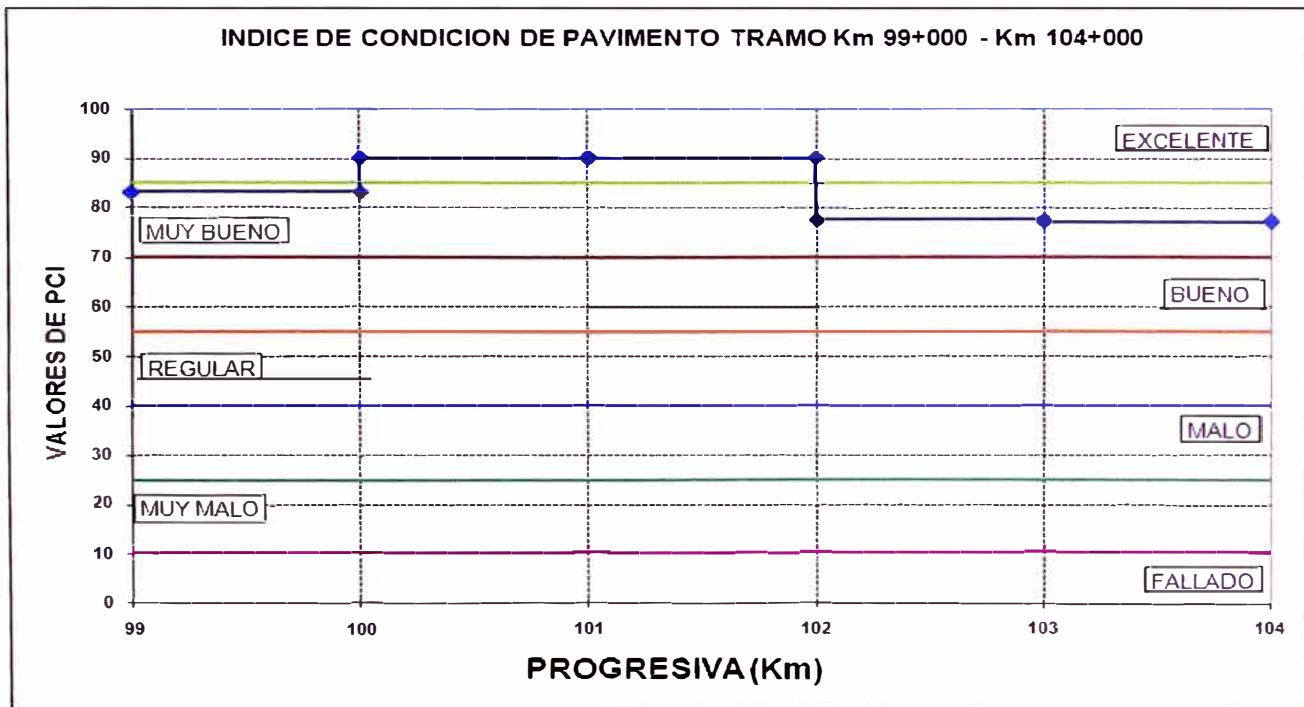
Cuadro N°5.06: Resultado de los valores del PCI por Sub Tramos evaluados

Fuente: Elaboración propia

PROGRESIVA		VALOR PCI	CLASIFICACIÓN	INTERVENCION
INICIAL	FINAL			
99+000	100+000	83	Muy bueno	Mantenimiento
100+000	101+000	90	Excelente	Mantenimiento
101+000	102+000	90	Excelente	Mantenimiento
102+000	103+000	77.5	Muy bueno	Mantenimiento
103+000	104+000	77	Muy bueno	Mantenimiento

Cuadro N°5.07: Rango y calificación de los valores del PCI por Sub Tramos evaluados

Fuente: Elaboración propia



## CONCLUSIONES

Del levantamiento de fallas se aprecia que la falla de disgregación y desintegración es la falla mas predominante en el tramo analizado, y esto se debe a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas del agregado, originado por un mal proceso constructivo de la mezcla de materiales.

Las fallas de grietas de bordes encontradas en el tramo evaluado se han originado en la ladera del cerro y esto debido a la falta de obras de arte y drenaje en la carretera.

Las fallas de huecos encontradas en el levantamiento realizado, se llego a la conclusión que son originados por el desprendimiento de piedras y rocas provenientes de la ladera del cerro que caen en la vía y al pasar los vehículos, éstos pasan por encima de las piedras y van generando el deterioro en el pavimento.

De los resultados obtenidos se aprecia que la carretera evaluada, se encuentra en buen estado, debido al poco tiempo de servicio que presenta, y solo necesitara la intervención de mantenimiento.

El tratamiento superficial aplicado con Monocapa, presenta un deterioro prematuro debió a deficiencias en el proceso constructivo ( exceso de asfalto, falta de uniformidad en el tamaño de los agregados)

## RECOMENDACIONES

Se recomienda la construcción de cunetas, para evitar el deterioro prematuro, considerando que esta zona presenta precipitaciones importantes en época de lluvias, y estas precipitaciones son las que están ocasionando las fallas de borde.

Se debe de programar tareas de evaluación de niveles de servicio y el mantenimiento rutinario y periódico para garantizar que el pavimento se conserve estructural y funcionalmente eficiente durante su periodo de vida para el cual fue diseñado.

## BIBLIOGRAFÍA

1. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING and MATERIALS (ASTM), Norma ASTM D 6433-03, Procedimiento Estándar para la Inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos. Versión en Español Publicada en Diciembre del 2003.
2. FERNÁNDEZ CASTILLO, WILDER ALBERTO; Evaluación y Reparación de Pavimentos Asfálticos, Informe de Suficiencia, lima, Perú, 2004.
3. GUTIÉRREZ LÁZARES, JOSÉ WILFREDO; Modelación Geotécnica de Pavimentos Flexibles con Fines de Análisis y Diseño en el Perú, Lima , Perú 2007.
4. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - PROVIAS NACIONAL; Estudio Técnicos para el cambio de Estándar de Afirmado a Solución Básica ,CARRETERA: CAÑETE - LUNAHUANÁ - PACARÁN - DV. YAUYOS - RONCHAS – CHUPACA, TRAMO: ZÚÑIGA - DV. YAUYOS – RONCHAS; Lima, Perú ,2007.
5. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - PROVIAS NACIONAL; Servicio de Conservación vial de la CARRETERA: CAÑETE – LUNAHUANA – PACARAN - CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA – DV YAUYOS – RONCHAS; Lima, Perú, Septiembre 2007.
6. VASQUEZ VERELA, RICARDO LUIS; Paviment Condition Index (PCI) para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras, Manizales Colombia 2002

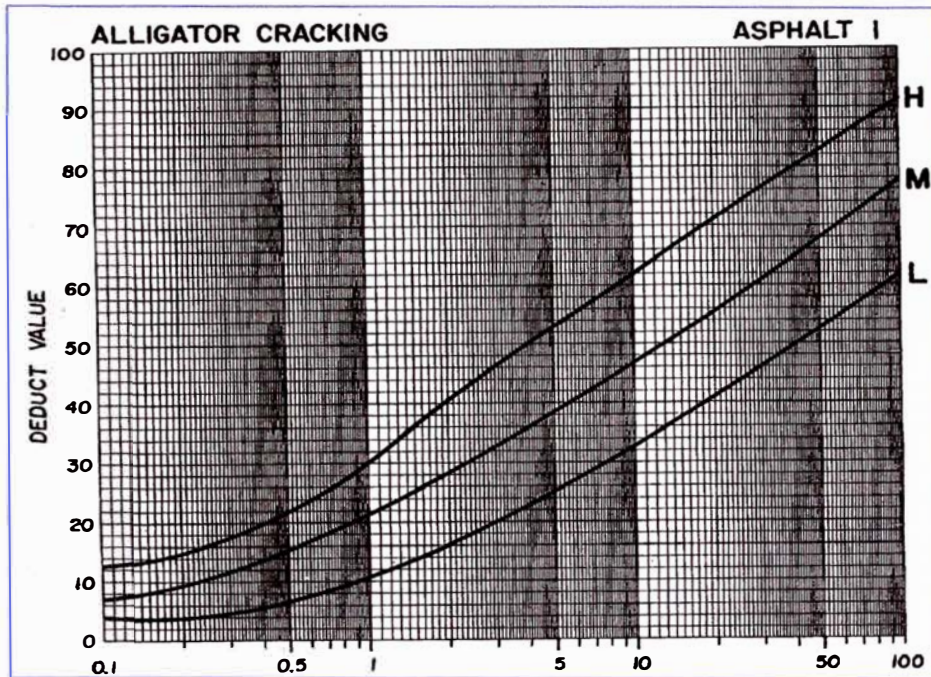
---

## ANEXOS

ANEXO 01:  
CURVAS PARA LOS VALORES DE DEDUCCIÓN

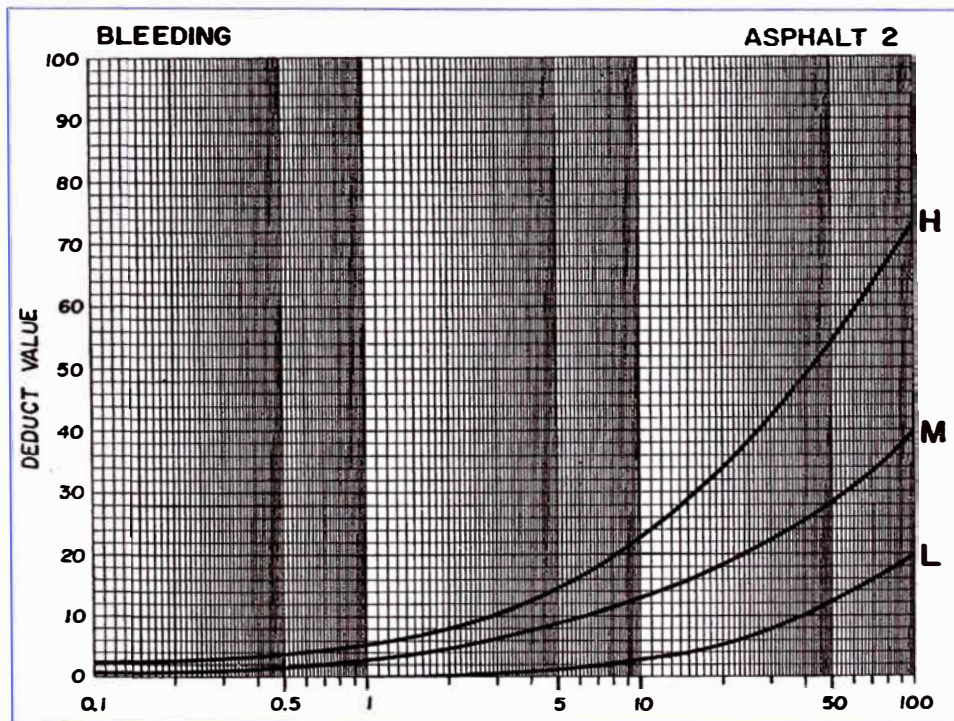
ANEXO 02:  
PANEL FOTOGRÁFICO

## ANEXO 01: CURVAS PARA LOS VALORES DE DEDUCCIÓN



**Figura A1: Piel de Cocodrilo**

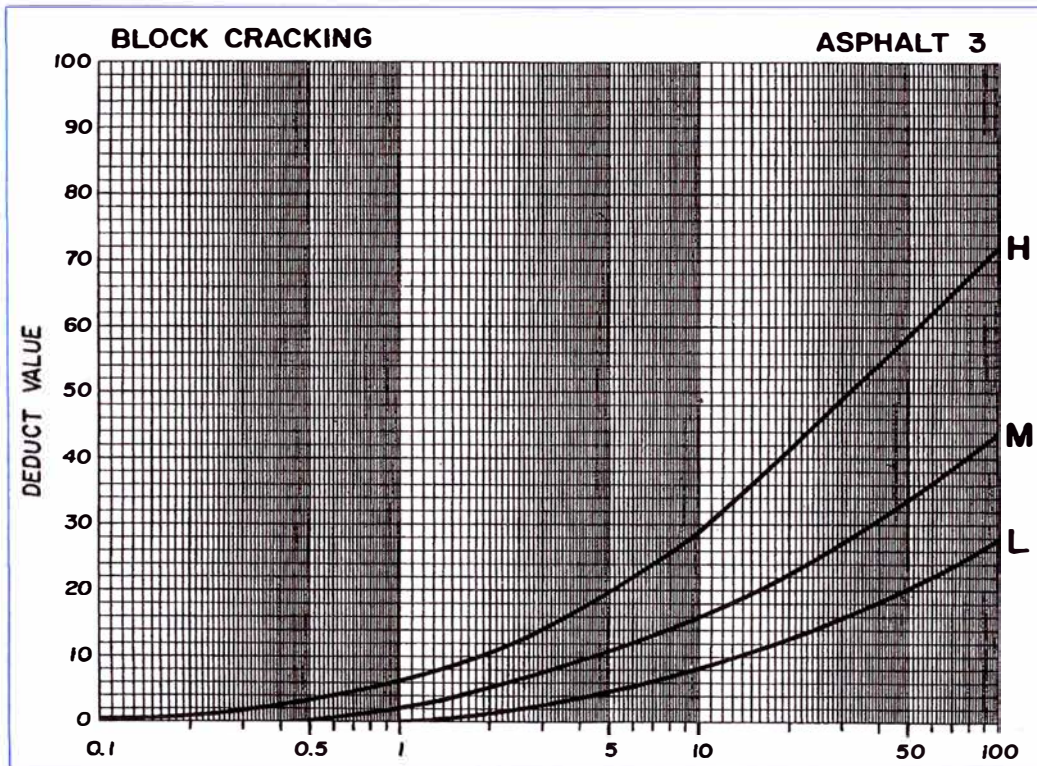
Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004



**Figura A2: Exudación de asfalto**

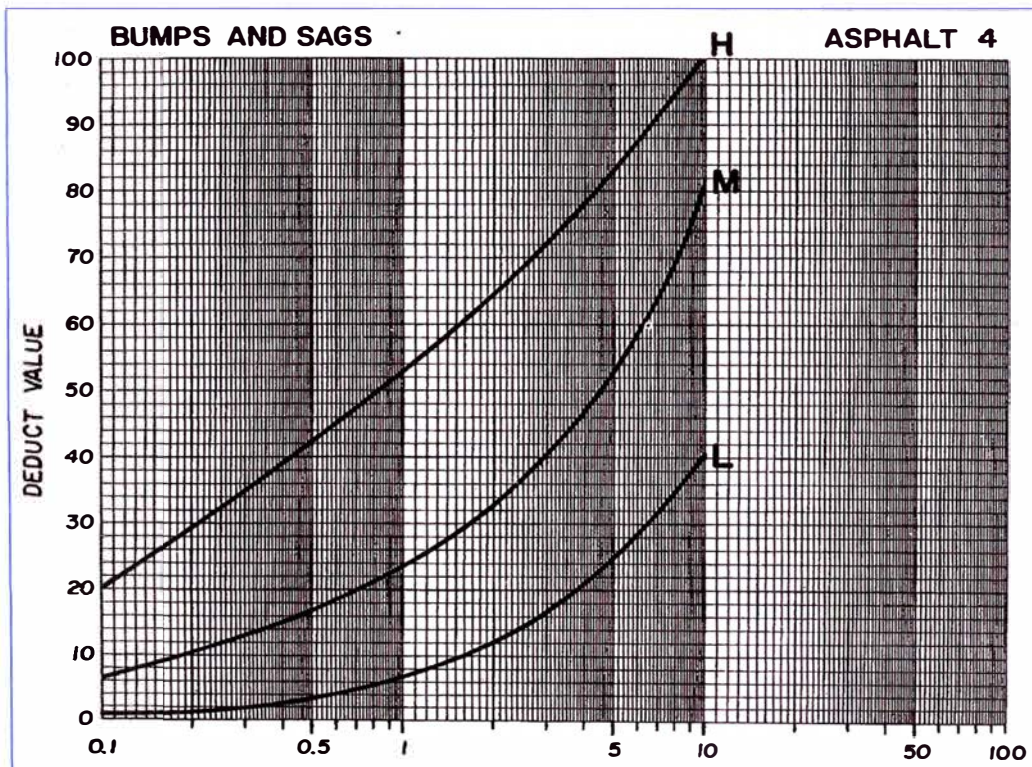
Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004





**Figura A3: Grietas de contracción (en bloque)**

Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004



**Figura A4: Elevaciones y hundimientos**

Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004

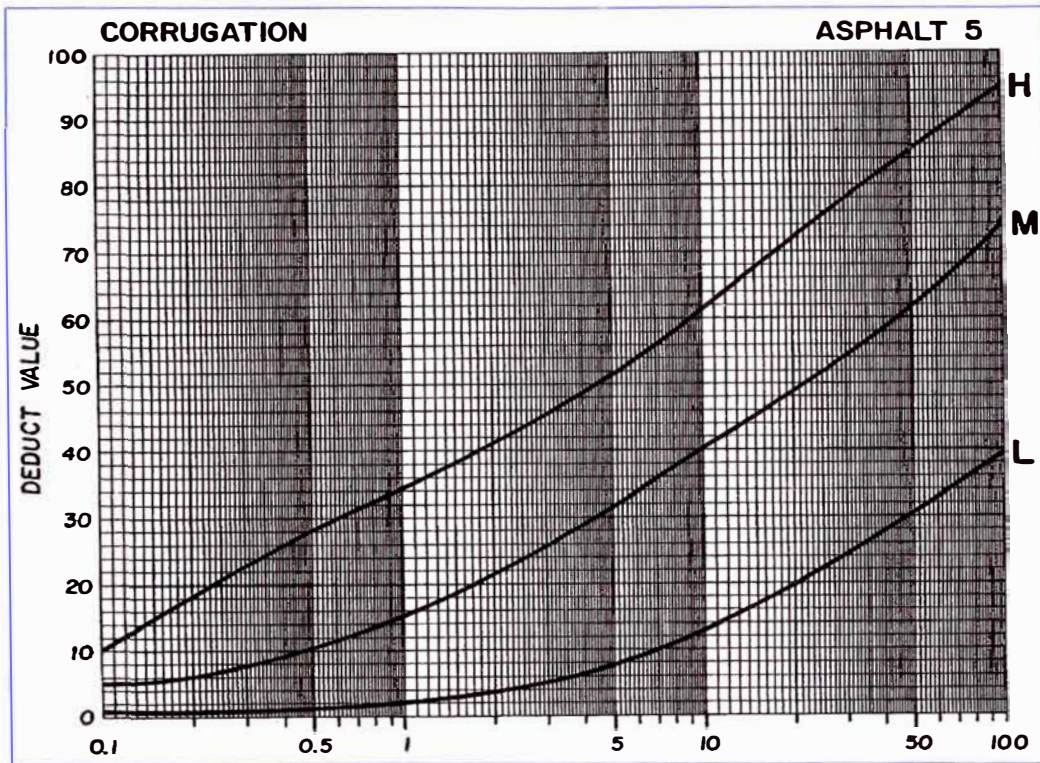


Figura A5: Corrugaciones (encalaminado)

Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004

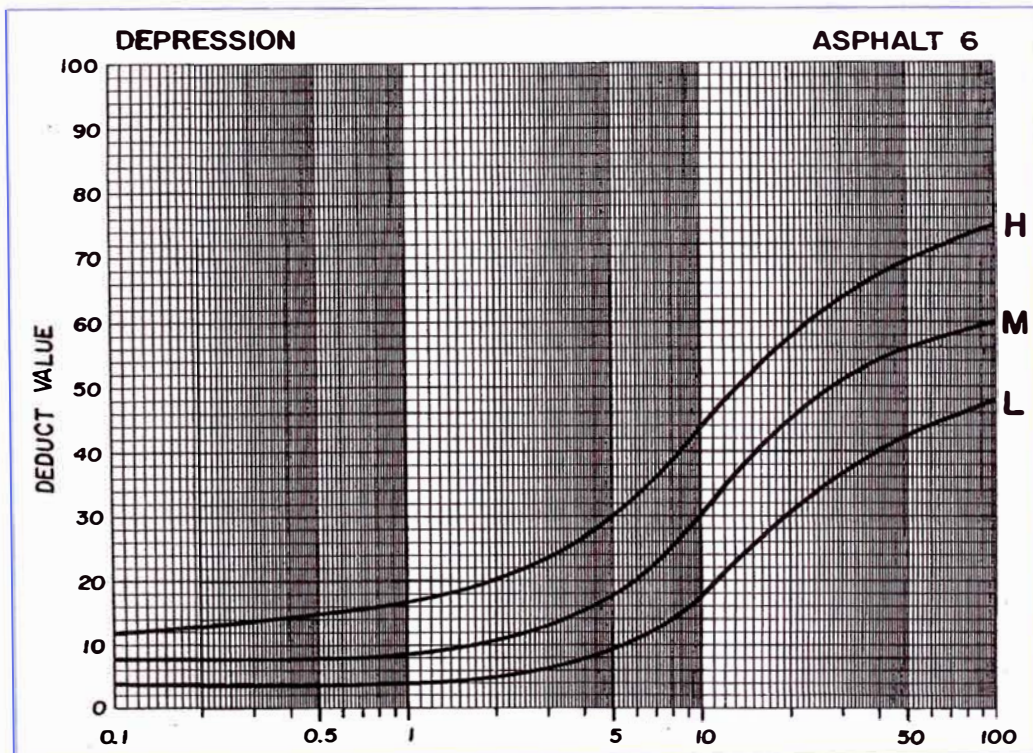


Figura A6: Depresiones

Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004

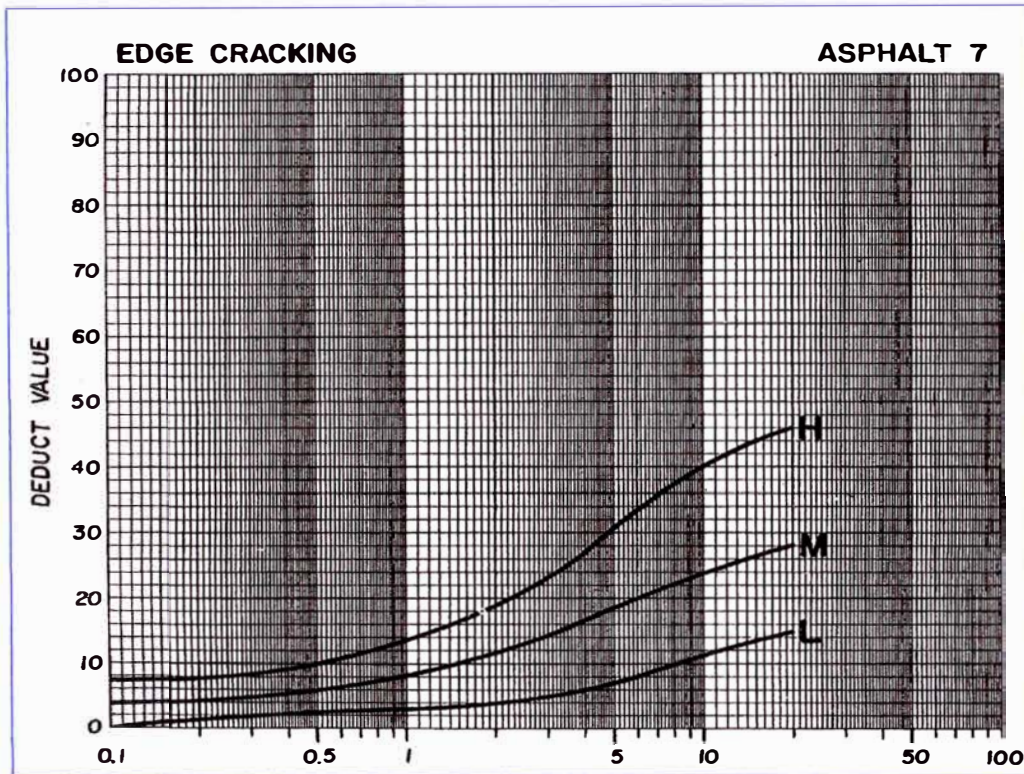


Figura A7: Grieta de borde

Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004

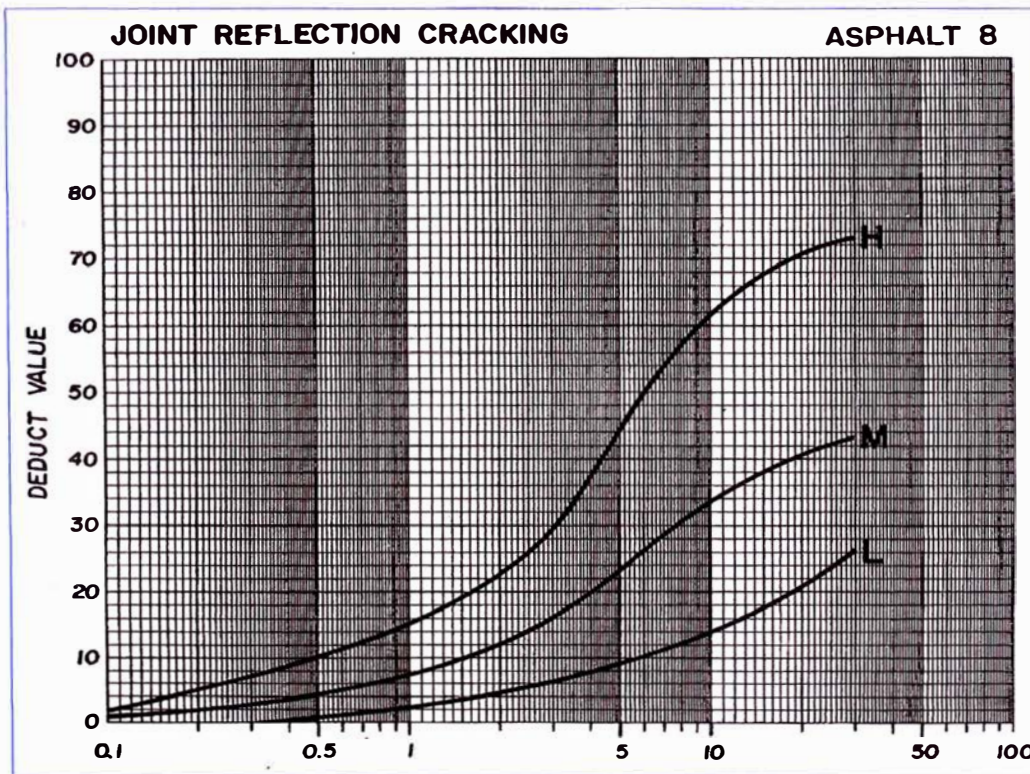


Figura A8: Grietas de reflexión de juntas

Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004

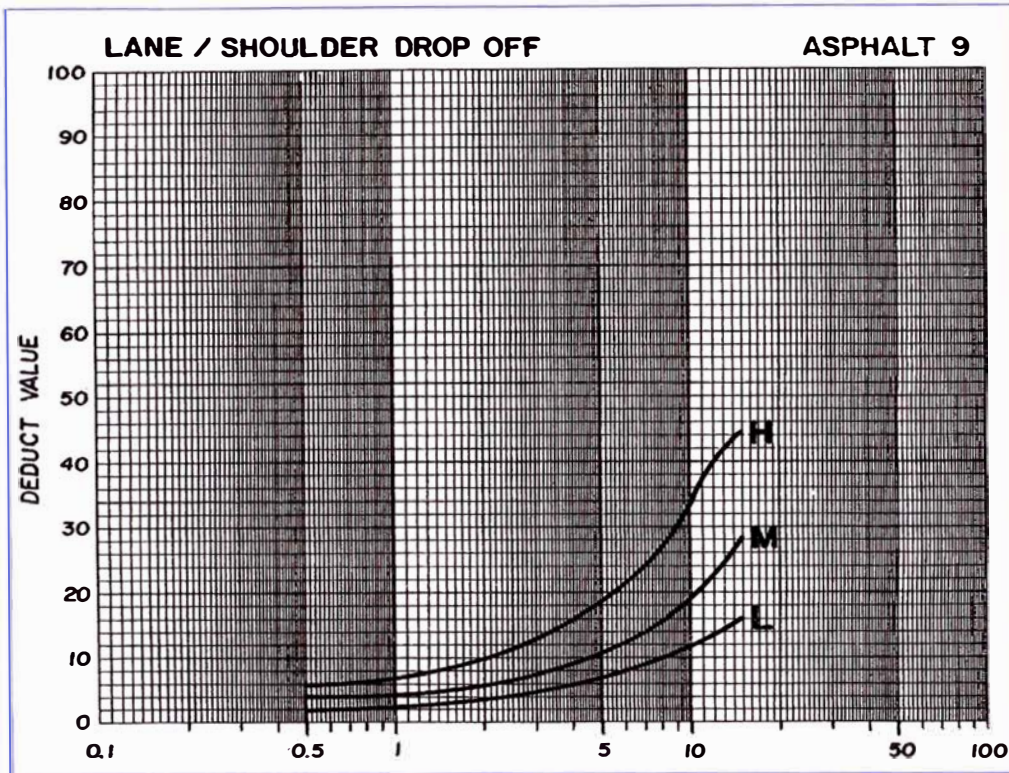


Figura A9: Desnivel calzada-Hombrillo  
 Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004

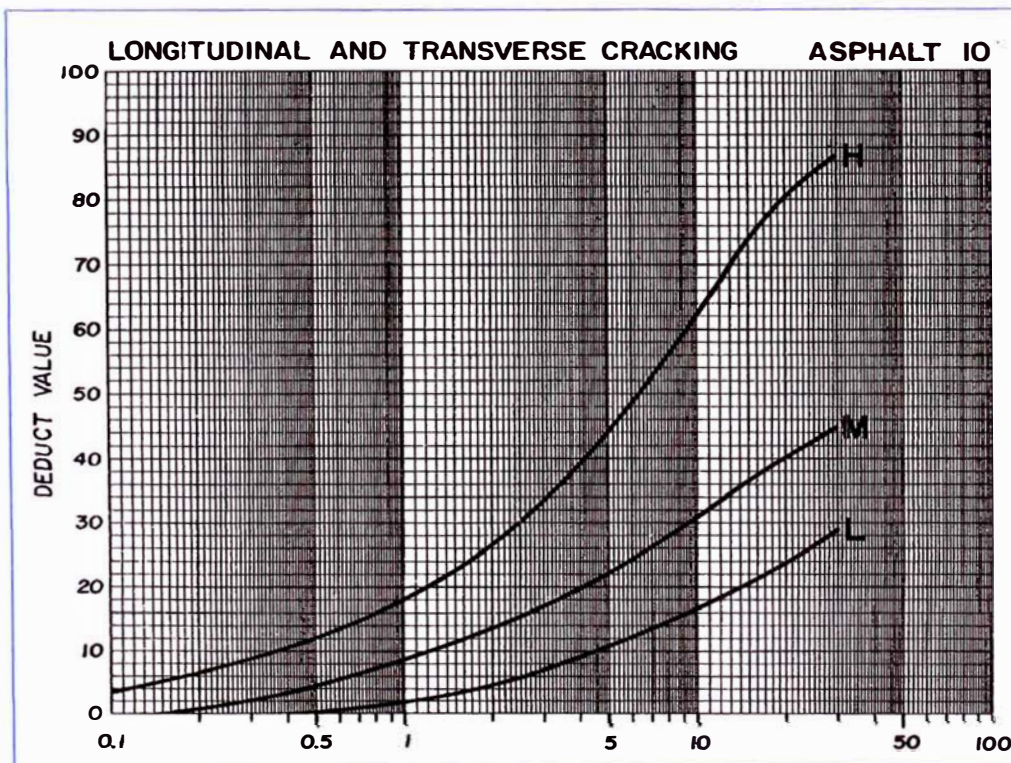


Figura A10: Grieta longitudinales y transversales  
 Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004

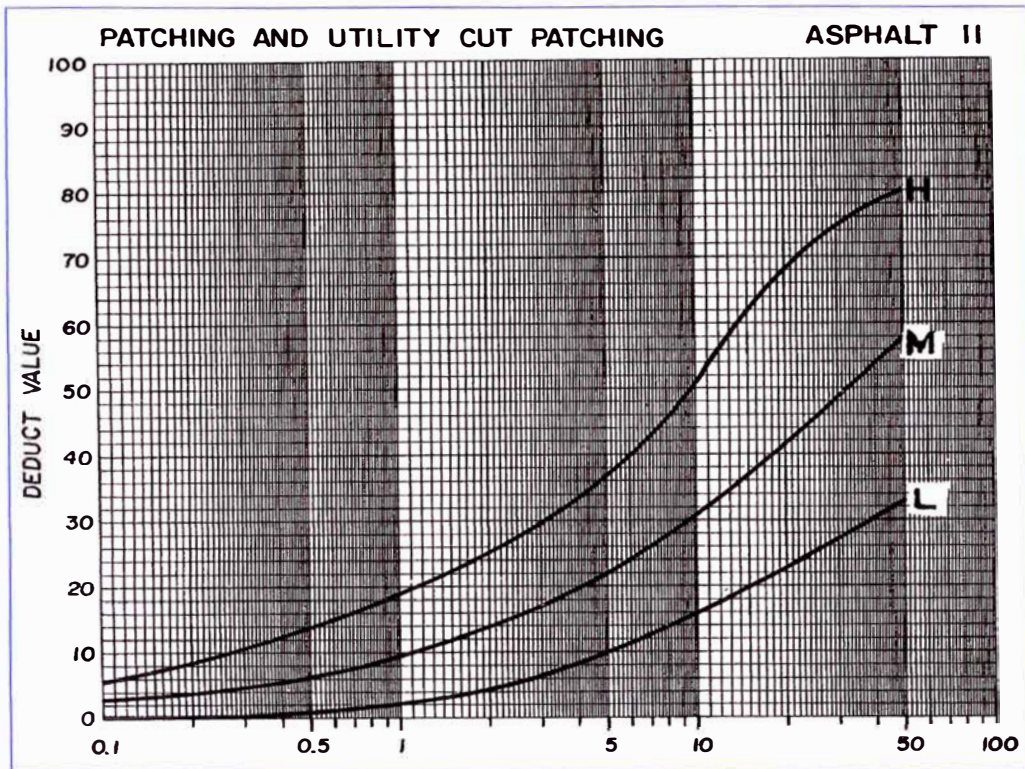


Figura A11: Baches y zanjas reparadas  
 Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004

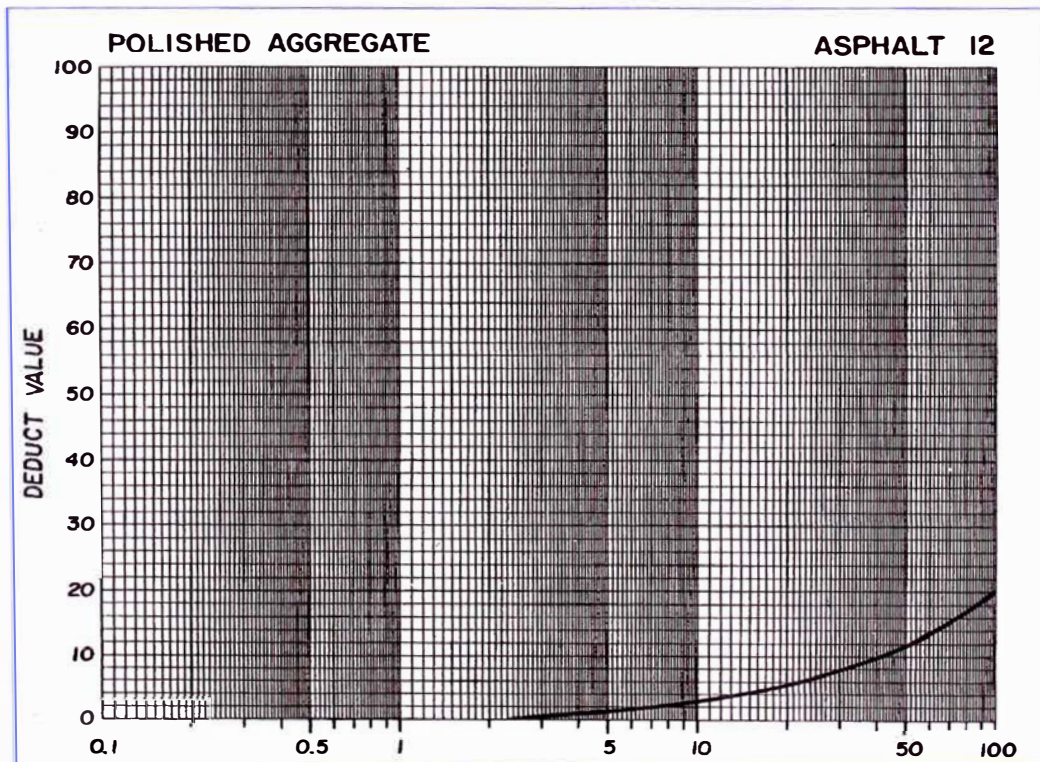


Figura A12: Agregados Pulidos  
 Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004

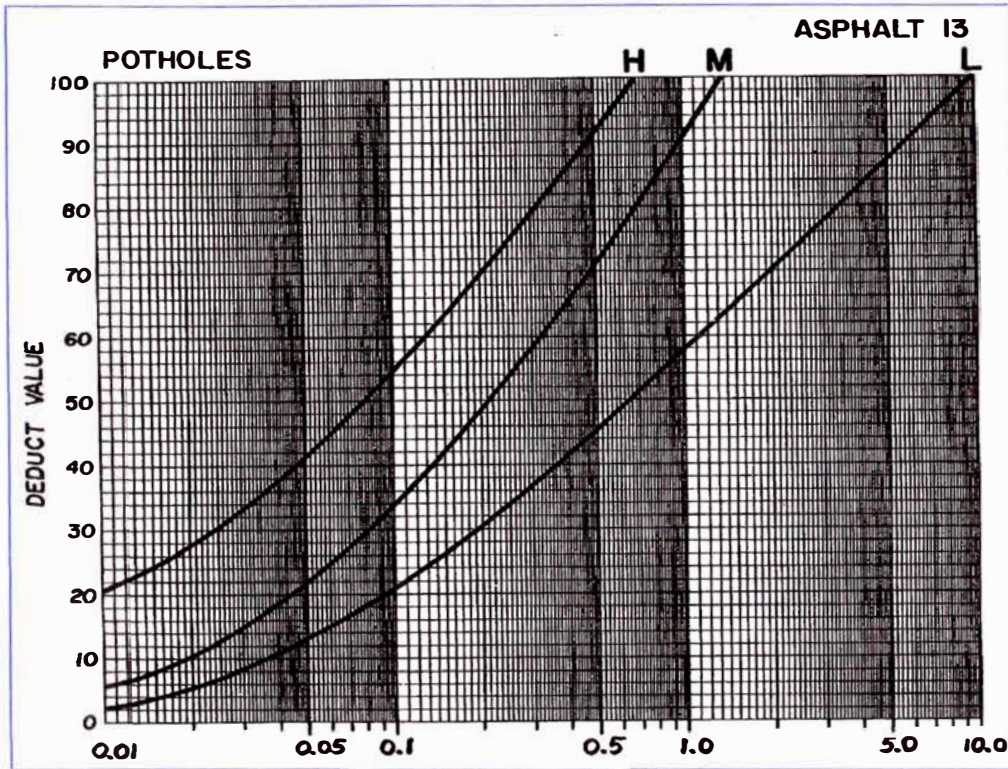


Figura A13: Huecos

Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004

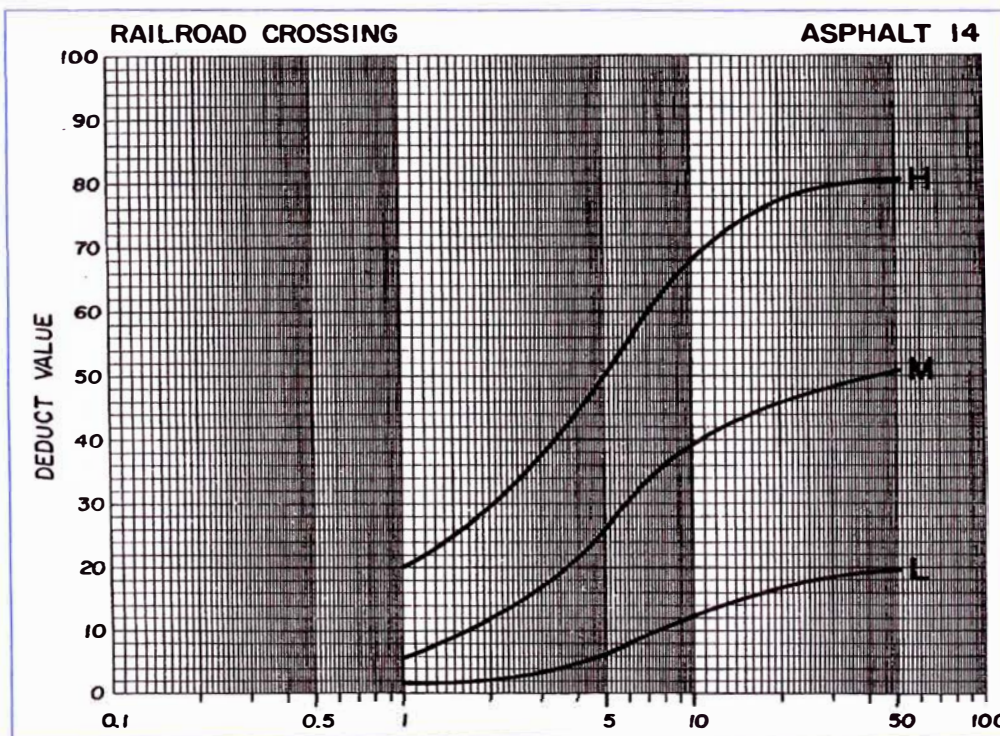


Figura A14: Acceso y salida a puentes, rejilla de drenaje, líneas férreas

Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004

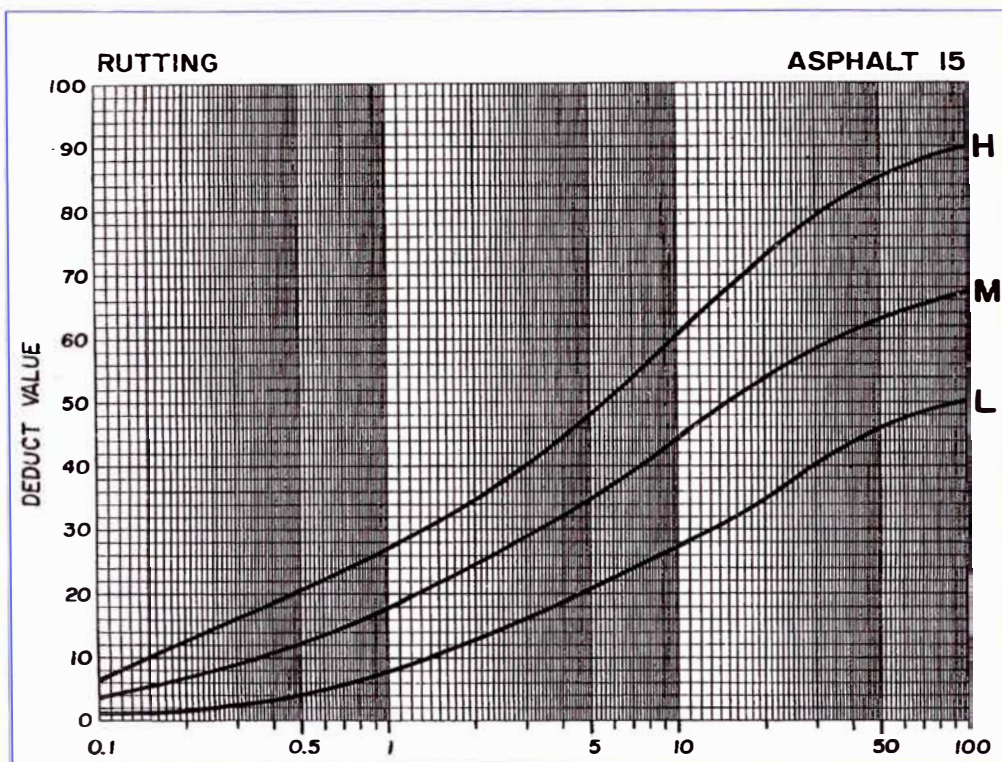


Figura A15: Ahuellamientos

Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004

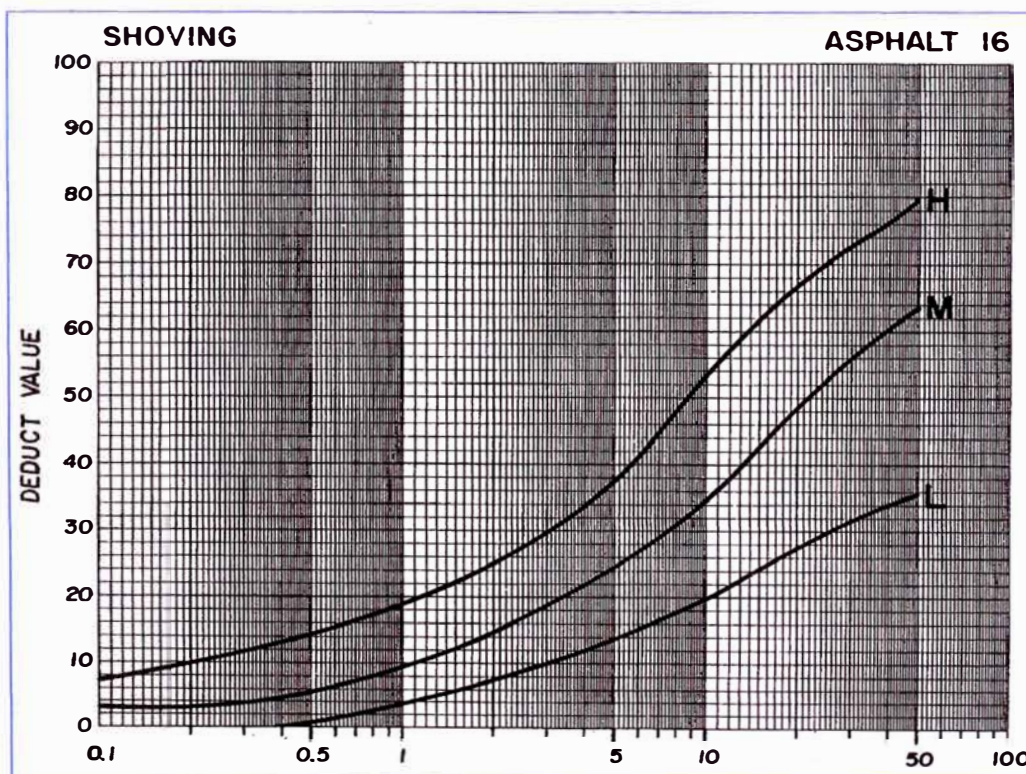


Figura A16: Deformación por empuje

Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004

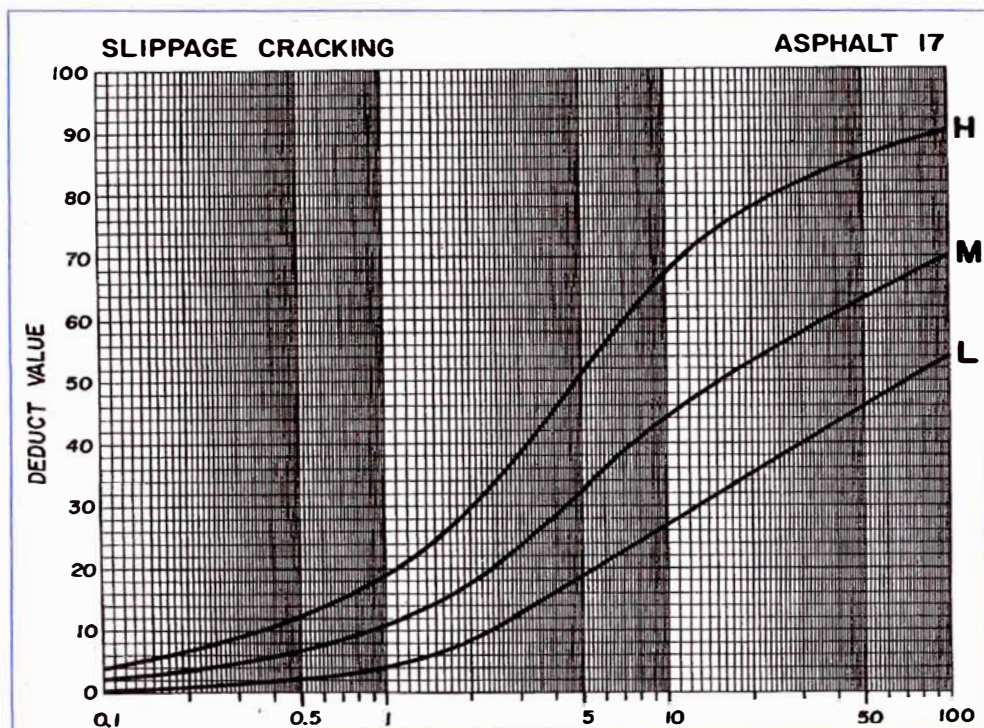


Figura A17: Grietas de deslizamientos

Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004

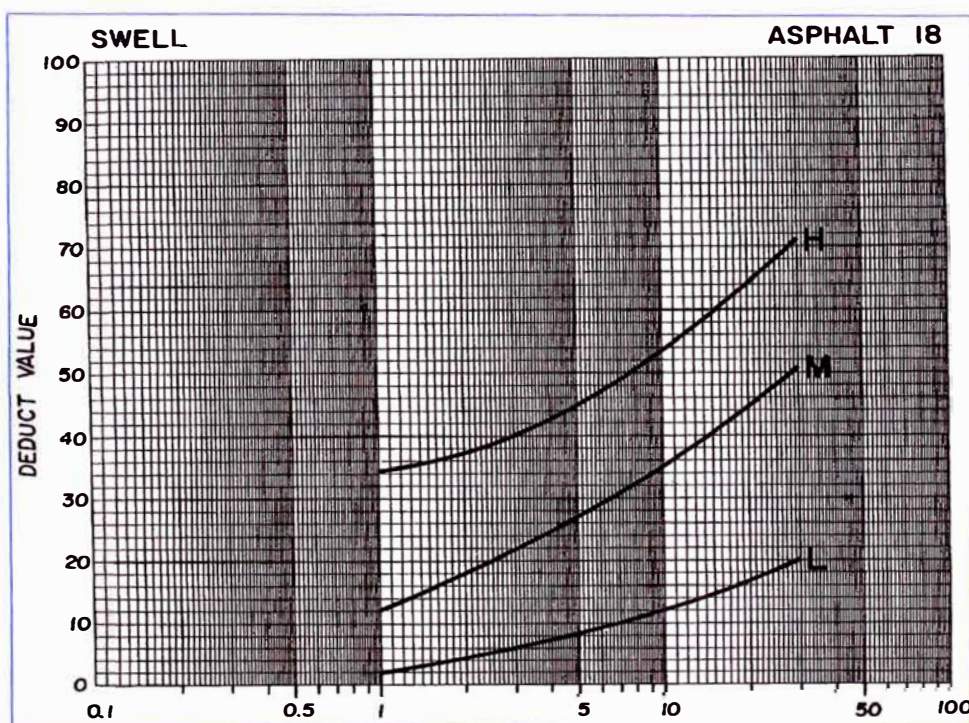


Figura A18: Hinchamiento

Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004



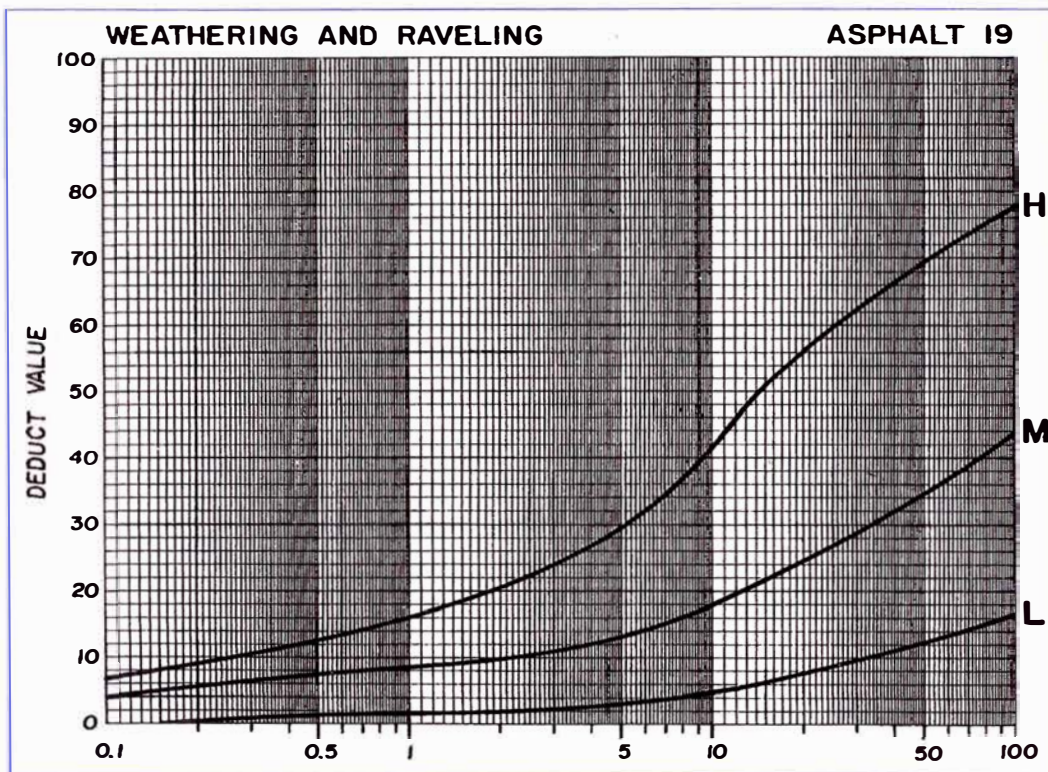


Figura A19: Disgregación y desintegración

Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004

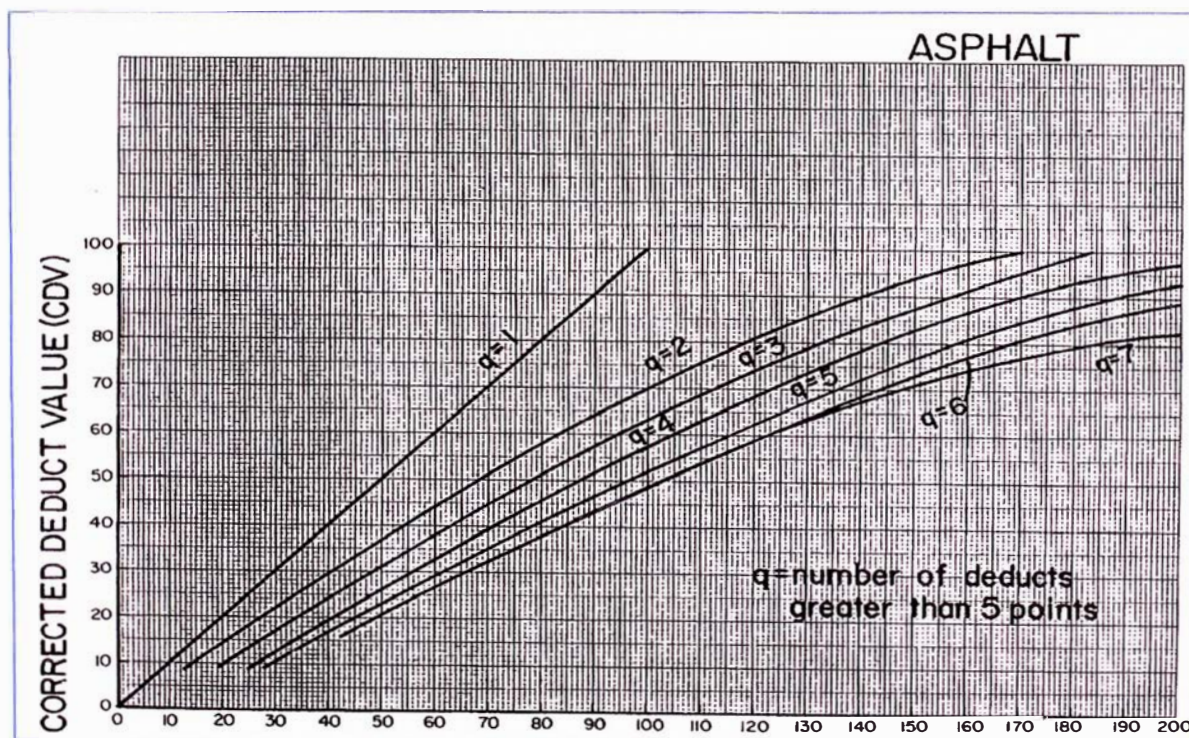


Figura A20: Valores de Deducción

Fuente: Manual PCI, Norma ASTM D 6433-2004

## ANEXO 02: PANEL FOTOGRÁFICO

*Foto 01: Falla Huecos-Severidad baja, Progresiva: Km 103+100*

*Fuente: Elaboración Propia*



*Foto 02: Falla Disgregación y Desintegración- Severidad baja, Progresiva: Km 102+300*

*Fuente: Elaboración Propia*



Foto 03: Falla Exudación del Asfalto- Severidad baja, Progresiva: Km 100+100

Fuente: Elaboración Propia



Foto 04: Falla Grieta Longitudinal y Transversal- Severidad Media, Progresiva: Km 99+500

Fuente: Elaboración Propia



Foto 05: Falla Grieta de borde- Severidad baja, Progresiva: Km 101+100

Fuente: Elaboración Propia

