

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



**EVALUACION SUPERFICIAL DE LA CARRETERA
CAÑETE-YAUUYOS-CHUPACA CON EL METODO DEL PCI
TRAMO Km. 69+000 – Km. 74+000**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO CIVIL

RICARDO JESUS SOTO VIVANCO

Lima - Perú

2009

Dedico este trabajo a mi esposa, padres y hermanos,
el motor que me permite seguir creciendo, por su
apoyo y comprensión; y a mi familia quienes
siempre apoyan y valoran
mi esfuerzo

ÍNDICE

	p.
RESUMEN	4
LISTA DE CUADROS.....	5
LISTA DE FIGURAS.....	6
LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS.....	7
INTRODUCCIÓN	8
CAPITULO I: GENERALIDADES DE LA CARRETERA	
1.1 ANTECEDENTES.....	10
1.2 DATOS GENERALES.....	12
1.2.1 <i>Nombre de la Carretera</i>	12
1.2.2 <i>Ubicación</i>	12
1.2.3 <i>Población</i>	13
1.2.4 <i>Actividad Económica</i>	16
1.2.5 <i>Sistema de Transportes</i>	17
1.2.6 <i>Hidrología</i>	19
1.2.7 <i>Clima y Meteorología</i>	20
1.2.8 <i>Aspectos Geológicos</i>	20
1.2.9 <i>Aspectos Geotécnicos</i>	21
1.2.10 <i>Descripción del tramo en estudio</i>	22
CAPITULO II: ESTADO DEL ARTE	
2.1 ANTECEDENTES DEL MÉTODO DEL PCI.....	27
2.2 APLICACIÓN DEL MÉTODO DEL PCI EN EL PERÚ	28
2.2.1 <i>Mantenimiento en el Corredor Intermodal IIRSA Amazonas Centro</i>	28
2.3 APLICACIÓN DEL MÉTODO DEL PCI EN SUDAMERICA	30
2.3.1 <i>Evaluación y comparación de metodologías VIZIR y PCI sobre el tramo de vía: museo Quimbaya – CRQ Armenia Quindío (PR 00+000 – PR 02+600) Colombia</i>	30

2.4 OTROS MÉTODOS DE EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE CARRETERAS.....	34
2.4.1 Metodología CONREVIAL.....	34
2.4.2 Metodología PASER.....	36
2.4.3 Metodología del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.....	37
 CAPITULO III: MARCO TEÓRICO	
3.1 MARCO TEÓRICO DEL MÉTODO.....	41
3.1.1 Índice de Condición del Pavimento.....	41
3.1.2 Procedimiento de Evaluación.....	42
3.1.3 Unidades de Muestreo.....	43
3.1.4 Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación.....	44
3.1.5 Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección.....	45
3.1.6 Selección de Unidades de Muestreo Adicionales.....	45
3.1.7 Evaluación de la Condición.....	46
3.1.8 Cálculo del PCI de las unidades de muestreo.....	47
3.1.9 Cálculo del PCI de una sección de pavimento.....	49
3.2 CONCEPTOS TEÓRICOS ADICIONALES.....	50
3.2.1 Evaluación Superficial de Pavimentos Flexibles.....	50
3.2.2 Criterios de Mantenimiento y Niveles de Servicio.....	51
3.2.3 Objetivos de la Evaluación Superficial de los Pavimentos.....	55
3.2.4 Causas de las Fallas en los Pavimentos.....	55
 CAPITULO IV: EVALUACIÓN SUPERFICIAL POR EL MÉTODO DEL PCI, DE LA CARRETERA CAÑETE – YAUYOS – CHUPACA, KM. 69+000 – KM. 74+000	
4.1 APLICACIÓN DEL MÉTODO EN CAMPO.....	57
4.1.1 Determinación de las Unidades de Muestreo.....	57
4.1.2 Evaluación de la Condición del Pavimento.....	57
4.1.3 Registro de los Datos Obtenidos.....	62
4.2 DETERMINACIÓN DEL PCI DEL TRAMO EN ESTUDIO.....	63
4.2.1 Proceso del Cálculo del PCI.....	63
4.2.2 Cálculo del PCI, del subtramo km.69+000 - Km. 69+100.....	63

4.2.3	<i>Cálculo del PCI, de los subtramos: Km. 69+100 – Km. 69+200 y Km. 69+200 - 69+300.....</i>	66
4.2.4	<i>Cálculo del PCI, con el programa PCI-MTC.....</i>	69
4.2.5	<i>Cálculo del PCI promedio.....</i>	72
CAPITULO V: ANÁLISIS DE RESULTADOS.....		73
5.1	EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	73
CONCLUSIONES.....		76
RECOMENDACIONES.....		77
BIBLIOGRAFÍA.....		78
ANEXOS.....		79
<i>Anexo 01: Manual de Daños en Vías de Concreto Asfáltico.....</i>		<i>80</i>
<i>Anexo 02: Curvas de Valor Deducido.....</i>		<i>103</i>
<i>Anexo 03: Formato de Registro de Fallas.....</i>		<i>124</i>

RESUMEN

El presente trabajo se basa en el empleo del método del PCI, el cual es un método sencillo y práctico para la evaluación superficial de pavimentos. Este método consiste en la observación de las fallas presentes en una vía para la determinación de un valor numérico denominado Índice de Condición del Pavimento (PCI). De acuerdo a lo estipulado en el método, las fallas encontradas deben ser identificadas, catalogadas y cuantificadas, de tal manera que se obtenga la condición del pavimento en un determinado espacio y tiempo. Del deterioro prematuro de esta vía se pueden especular las posibles causas y plantear las posibles soluciones basándonos en la observación de los agentes causantes del mismo, cuantificar los daños ocasionados, estimar presupuestos de mantenimiento y rehabilitación estableciendo prioridades de acuerdo a la severidad de las fallas presentes.

Es así, que el presente informe se basa en la determinación de las condiciones superficiales del pavimento por el Método del PCI de la Carretera Cañete – Yauyos - Chupaca, del Km. 69+000 al Km. 74+000, identificando y cuantificando las posibles causas de su condición actual, a través de la interpretación y correlación de los parámetros obtenidos.

LISTA DE CUADROS

	p.	
Cuadro N° 1.1	Datos Generales del Contrato de Conservación Vial	12
Cuadro N° 1.2	Ubicación de la Carretera	13
Cuadro N° 1.3	Población Actual	16
Cuadro N° 1.4	Superficie Agrícola y no Agrícola por Componente	17
Cuadro N° 1.5	Estudio de Tráfico	18
Cuadro N° 1.6	Estado Inicial de la Vía	18
Cuadro N° 1.7	Estructura Proyectada del Pavimento	19
Cuadro N° 1.8	Valores del CBR y Mr	21
Cuadro N° 2.1	Tramos del Estudio de Ingeniería	28
Cuadro N° 2.2	Evaluación del PCI, Ruta 020	29
Cuadro N° 2.3	Rangos para definir la Magnitud de Fallas	39
Cuadro N° 3.1	Rangos de Calificación del PCI	41
Cuadro N° 3.2	Lista del Catálogo de Fallas del Método del PCI	43
Cuadro N° 3.3	Relaciones: Longitudes de Muestreo – Anchos de Calzada	44
Cuadro N° 3.4	Formato para el Cálculo del Máximo CVD	49
Cuadro N° 3.5	Categoría de Mantenimiento Sugerido, Según Condición de la Vía	54
Cuadro N° 4.1	Comparación: Cálculo Manual vs. Programa PCI -MTC	69
Cuadro N° 4.2	Determinación del PCI con el Programa PCI - MTC	70-71
Cuadro N° 4.3	Cálculo de PCI promedio del tramo de estudio	72

LISTA DE FIGURAS

	p.	
Figura N° 1.1	Mapa de Proyectos del Programa Proyecto Perú	14
Figura N° 1.2	Ubicación de Poblados	15
Figura N° 1.3	Ubicación del Tramo en Estudio	22
Figura N° 1.4	Perfil Estratigráfico del Tramo (Km. 69+000 – Km. 74+000)	24
Figura N° 1.5	Estructura del Pavimento del Tramo en Estudio	23
Figura N° 1.6	Cambio Estandar de Afirmado a Solución Básica	25
Figura N° 1.7	Aplicación del Slurry Seal	25-26
Figura N° 2.1	Diagrama del PCI vs Progresiva, Ruta 020	29
Figura N° 2.2	Pavimento Flexible: Estado de Daños por Unidades de Muestreo Aplicando PCI	32
Figura N° 2.3	Pavimento Flexible: Estado de Daños por Unidades de Muestreo Aplicando VIZIR	32
Figura N° 2.4	Pavimento Rígido: Estado de Daños por Unidades de Muestreo Aplicando PCI	32
Figura N° 2.5	Adecuación del Catálogo de Fallas Sugeridos por CONREVAL	35
Figura N° 2.6	Formato Empleado en el Manual PASER y Fallas Tipo	37
Figura N° 2.7	Catálogo Gráfico de Fallas en Pavimentos	40
Figura N° 3.1	Formato de Exploración del PCI	42
Figura N° 3.2	Diagrama de Flujo para el Cálculo del PCI	47
Figura N° 3.3	Curva de Deterioro del Pavimento en el Tiempo	51
Figura N° 3.4	Factores que Afectan el Comportamiento de los Pavimentos Flexibles	56
Figura N° 4.1	Fotos de la Evaluación Realizada	58-61
Figura N° 4.2	Formato de Registro de Fallas	62
Figura N° 4.3	Formato de Registro de Fallas (Km. 69+000 – Km. 69+100)	64
Figura N° 4.4	Formato de Registro de Fallas (Km. 69+100 – Km. 69+200)	67
Figura N° 4.5	Formato de Registro de Fallas (Km. 69+200 – Km. 69+300)	68
Figura N° 5.1	Gráfico de Valores del PCI del Tramo en Estudio	73

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

PCI	Índice de Condición del Pavimento
MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
PASER	Evaluación y Calificación de la Superficie del Pavimento
CONREVIAl	Consortio de Rehabilitación Vial
VDi	Valores de Deducción individual
VDT	Valores de Deducción Total
VDC (CVD)	Valores de Deducción Corregido

INTRODUCCIÓN

El Índice de Condición del Pavimento (PCI), constituye 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 evaluación superficial de pavimentos empleando el Método del PCI brinda al especialista una poderosa herramienta para la administración y análisis de información de una vía, basada en el cálculo del grado de deterioro de ésta. Su carácter cualitativo y cuantitativo permite identificar las zonas donde el pavimento requiere de un tratamiento inmediato o en el mejor de los casos de un mantenimiento preventivo adecuado, distribuyendo los recursos económicos disponibles de una manera responsable y eficiente.

Por otro lado, debido a la presencia de fallas en la superficie de la carretera en estudio, a poco tiempo de la aplicación del mejoramiento superficial tipo Slurry Seal, se requiere de una evaluación de la misma para conocer el estado actual de la superficie y poder tomar las acciones correctivas pertinentes.

En tal sentido, el objetivo general del presente trabajo, consiste en la evaluación superficial por el Método del PCI de la carretera Cañete – Yauyos - Chupaca, Km. 69+000 al Km. 74+000, identificando y cuantificando las posibles causas de su condición actual, a través de la interpretación y correlación de los parámetros obtenidos.

Además de lo descrito en el párrafo anterior se han planteado objetivos específicos tales como: Identificar el tipo y la severidad de las fallas presentes en la carretera, calcular la densidad superficial de cada tipo de falla y finalmente determinar el valor del PCI del tramo en estudio.

Para el desarrollo del presente informe se recopiló información referente a la carretera, como son los estudios y trabajos previos realizados en la misma.

Luego se realizó la evaluación en campo de los tipos de fallas presentes en la superficie de rodadura siguiendo el método del PCI. Una vez aplicado el método

y determinado el valor del PCI, se realizó el informe correspondiente el cual consta de los siguientes capítulos, que se describen:

En el Capítulo I, se desarrolla los antecedentes y toda la información general existente de la carretera en estudio y del tramo en evaluación.

En el Capítulo II, se desarrolla los antecedentes del método del PCI, desde los estudios iniciales hasta la formulación final de la norma vigente; también se tratan aplicaciones reales del método en el Perú y en Sudamérica. Asimismo en este capítulo se describen otros tres métodos de evaluación superficial de carreteras.

En el Capítulo III, se desarrolla los conceptos teóricos en los cuales se basa el método del PCI, asimismo se explica el procedimiento de aplicación en campo y forma de como calcular el valor del PCI.

En el Capítulo IV, se desarrolla la aplicación del método en campo según lo desarrollado en el capítulo III, y se calcula el PCI del tramo en estudio.

En el Capítulo V, se analiza los resultados obtenidos en el capítulo anterior, considerando las posibles causas de las fallas presentes en la carretera y del valor del PCI obtenido.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones del estudio con el objetivo de que el presente informe sea útil y tenga una aplicación práctica y así contribuir a mejorar las condiciones de serviciabilidad y transitabilidad de la carretera.

CAPITULO I

GENERALIDADES DE LA CARRETERA

1.1 ANTECEDENTES

El tramo de la carretera en estudio se encuentra ubicado en las provincias de Cañete y Yauyos en el departamento de Lima y Concepción en el departamento de Junín.

Esta carretera de penetración fue proyectada y ejecutada por etapas durante el gobierno del Sr. Augusto B. Leguía entre los años de 1920 y 1930, mediante la Ley de Conscripción Vial Territorial del Perú.

Por el lado de la Costa, durante el gobierno de Dr. Manuel Prado Ugarteche, entre los años 1940 y 1944, avanzan los trabajos de la carretera desde Cañete llegando a Yauyos en abril de 1944, siendo inaugurados por el propio presidente en junio del mismo año.

En febrero de 1956, llega el contratista arequipeño Sr. Lesmer Málaga con experiencia en carreteras para realizar el corte del cañón de Uchco.

En mayo de 1957 se cumplen varios puntos más de las metas, el corte, el puente Uchco y llegando hasta el pueblo de Alis, concluyendo con el trazo de la carretera, integrando la región Costa con la Sierra.

En 1958 se realizan trabajos de mantenimiento a la vía por las empresas Cementos Lima y ARPL Tecnología Industrial.

En el año 1998 la Comisión de Promoción de Concesiones Privadas (PROMCEPRI) adjudicó la buena Pro al Consorcio “Asociación Aguas y Estructuras (AYESA) – ALPHA CONSULT SA” para realizar el servicio de consultoría a nivel de estudio definitivo de la carretera Lunahuaná - Huancayo.

En el año 2003, el Proyecto Especial Rehabilitación de Transportes (PERT) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) encargó al consultor Ing. Floriano Palacios León, (Contrato de Estudios N° 0412-2003-MTC/20 del 28.11.2003) la formulación del estudio de pre inversión a nivel de perfil de la carretera Ruta 22, Tramo: Lunahuaná – Yauyos – Chupaca de 271.73 km de longitud aproximadamente.

Con el Informe N° 838-2004-MTC/09.02 de 07 de septiembre de 2004, el Director de Inversiones de la Oficina General de Planificación y Presupuesto del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en su función de OPI MTC aprueba el estudio de preinversión a nivel perfil de la “Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Lunahuaná - Dv Yauyos - Chupaca” identificado con Código SNIP N° 9895 y autorizó la formulación del siguiente nivel de estudios.

Con oficio N° 513-2004-MTC/09.02 del 16 septiembre de 2004 el Director General de la OPI MTC solicita al Director General de Programación Multianual del Ministerio de Economía y Finanzas la exoneración del estudio de prefactibilidad y que se autorice la elaboración del estudio de Factibilidad del citado proyecto, en virtud que el perfil identificó claramente la alternativa seleccionada.

El Programa “Proyecto Perú” que fue creado por Resolución Ministerial N° 223-2007-MTC-02 y modificado por Resolución Ministerial N°408-2007-MTC/02 es parte del Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional (PROVIAS NACIONAL) con la finalidad de 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.

En el marco del citado programa, PROVIAS NACIONAL suscribió el CONTRATO DE SERVICIOS N° 288–2007 MTC/20 de 27 de diciembre del 2007, con el CONSORCIO GESTIÓN DE CARRETERAS por un período de cinco años, a fin que éste brinde el Servicio de Conservación Vial por Niveles de Servicio de la Carretera: Cañete – Lunahuaná – Pacarán - Chupaca y Rehabilitación del Tramo: Zuñiga – Dv. Yauyos – Ronchas. (Cuadro N° 1.1: Datos Generales del Contrato de Conservación Vial).

Con el objetivo de mejorar los niveles de serviciabilidad y transitabilidad de las carreteras de bajo volumen de tránsito de la red vial nacional, el MTC a través de PROVIAS NACIONAL suscribió un convenio de cooperación interinstitucional con la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) en agosto del 2008 por un periodo de cinco años, denominado: “Acompañamiento y Monitoreo de los Trabajos del Servicio de Conservación Vial por Niveles de Servicio, del Corredor

Vial N° 13: Cañete – Lunahuaná – Pacarán – Chupaca, (Rehabilitación del tramo: Zúñiga – desvío Yauyos - Ronchas)”.

Cuadro N° 1.1
Datos Generales del Contrato de Conservación Vial

Carretera	Cañete – Yauyos - Chupaca
Longitud Total del Tramo	272.73 Km.
Contrato de Servicios	N° 288-2007-MTC/20
Contratista-Conservador	Consortio Gestión de Carreteras (ICCGSA, Corporación Mayo SAC, Empresa de Mantenimiento Vial La Marginal SRL.
Valor Referencial	S/. 131'895,292.01
Monto del Contrato	S/. 131'589,139.71
Periodo del Contrato	05 años
Inicio del Contrato	01 de Febrero, 2008

(Fuente: Elaboración propia)

La carretera Cañete – Yauyos - Huancayo se proyecta como una ruta alterna, la cual ayudará a aligerar el tránsito vehicular de carga y pasajeros de la Carretera Central, disminuyendo el tiempo de viaje entre Lima (Cañete) y Huancayo y permitiendo el transporte continuo de vehículos durante la temporada de máximas avenidas.

1.2 DATOS GENERALES

1.2.1 Nombre de la Carretera

Corredor Vial N° 13: Carretera Cañete – Yauyos – Chupaca,

1.2.2 Ubicación

La carretera Cañete - Yauyos - Chupaca, forma parte del Corredor Vial N.-13, está ubicado al oeste centro del país que conecta las regiones de Lima y Junín con sus diversas capitales provinciales, distritales y centros poblados localizados en el área de influencia directa de la vía. Su altitud varía desde los 71 m.s.n.m. hasta los 4,751 m.s.n.m. En el Cuadro N° 1.2, se muestra datos de ubicación de

la carretera y en la Figura N° 1.1 se muestra la ubicación de los proyectos del Programa PROYECTO PERÚ.

Cuadro N° 1.2
Ubicación de la Carretera

Departamento /Región:	Lima - Junín
Provincia:	Cañete -Chupaca
Distrito:	San Vicente de Cañete
Localidad:	Varias, entre la localidad de San Vicente de Cañete y la localidad de Chupaca
Región Geográfica:	Costa (x) Sierra (x)
Altitud :	71 – 4751 m.s.n.m.
Latitud :	13°04'38.08"S 76°24'11.45"O (San Vicente)
	12°03'35.29"S 75°17'13.47"O (Chupaca)
Coordenadas :	348,000.55 E 8'553,201.88 S (San Vicente)
	468,680 E 8'666,783 S (Chupaca)

(Fuente: Informe de Suficiencia, Cupe, 2008: p. 11)

Longitud total de la carretera: 271.73 Km.

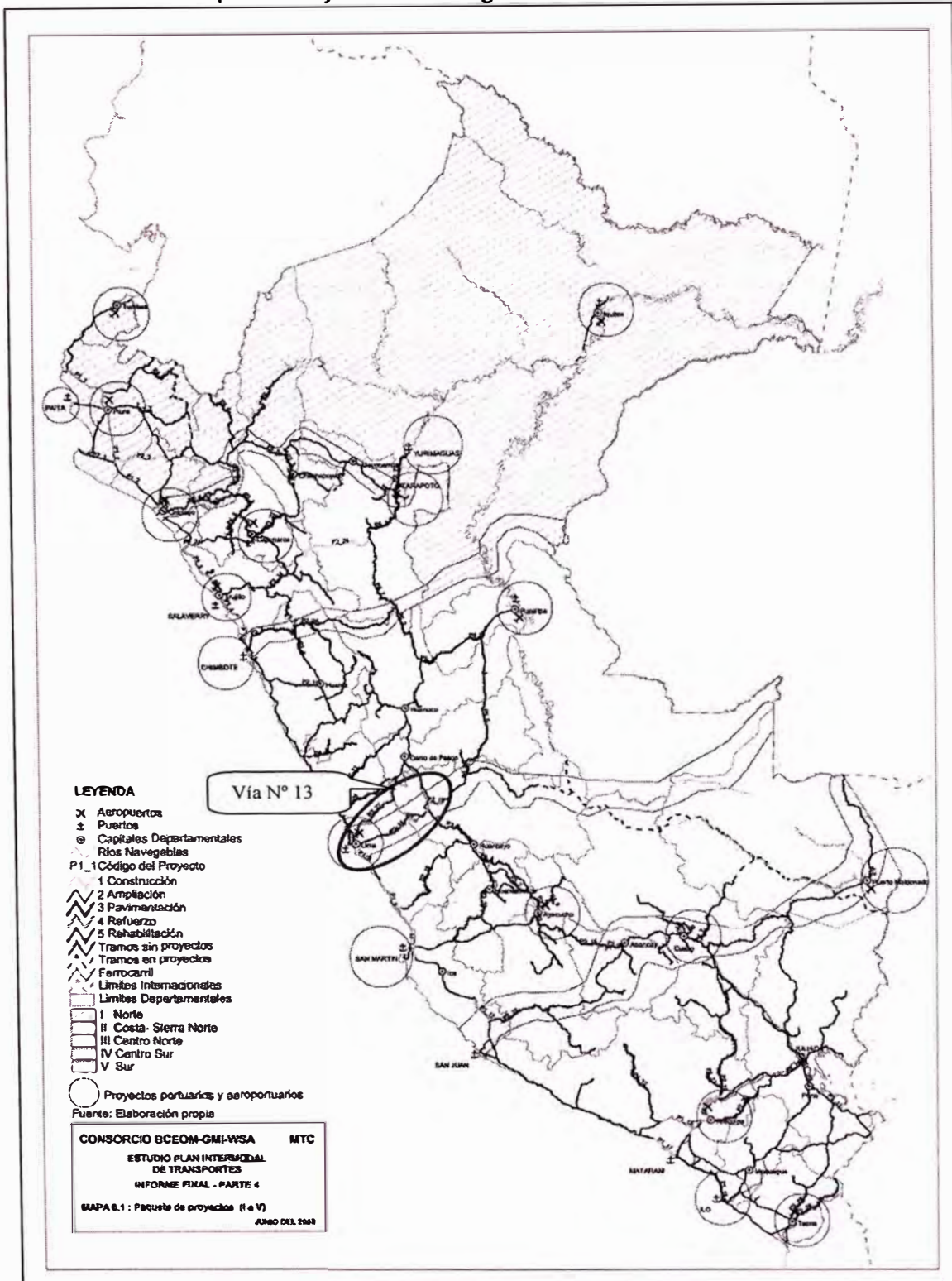
Inicio: San Vicente de Cañete Km. 1+805

Final: Chupaca km . 273+531

1.2.3 Población

La población directamente beneficiada por el mejoramiento de la carretera se estima en aproximadamente 307,705 habitantes, ubicados en las provincias de Cañete, Yauyos del departamento de Lima y las provincias de Concepción, Chupaca y Huancayo del departamento de Junín. (Ver Cuadro N° 1.3: Población Actual).

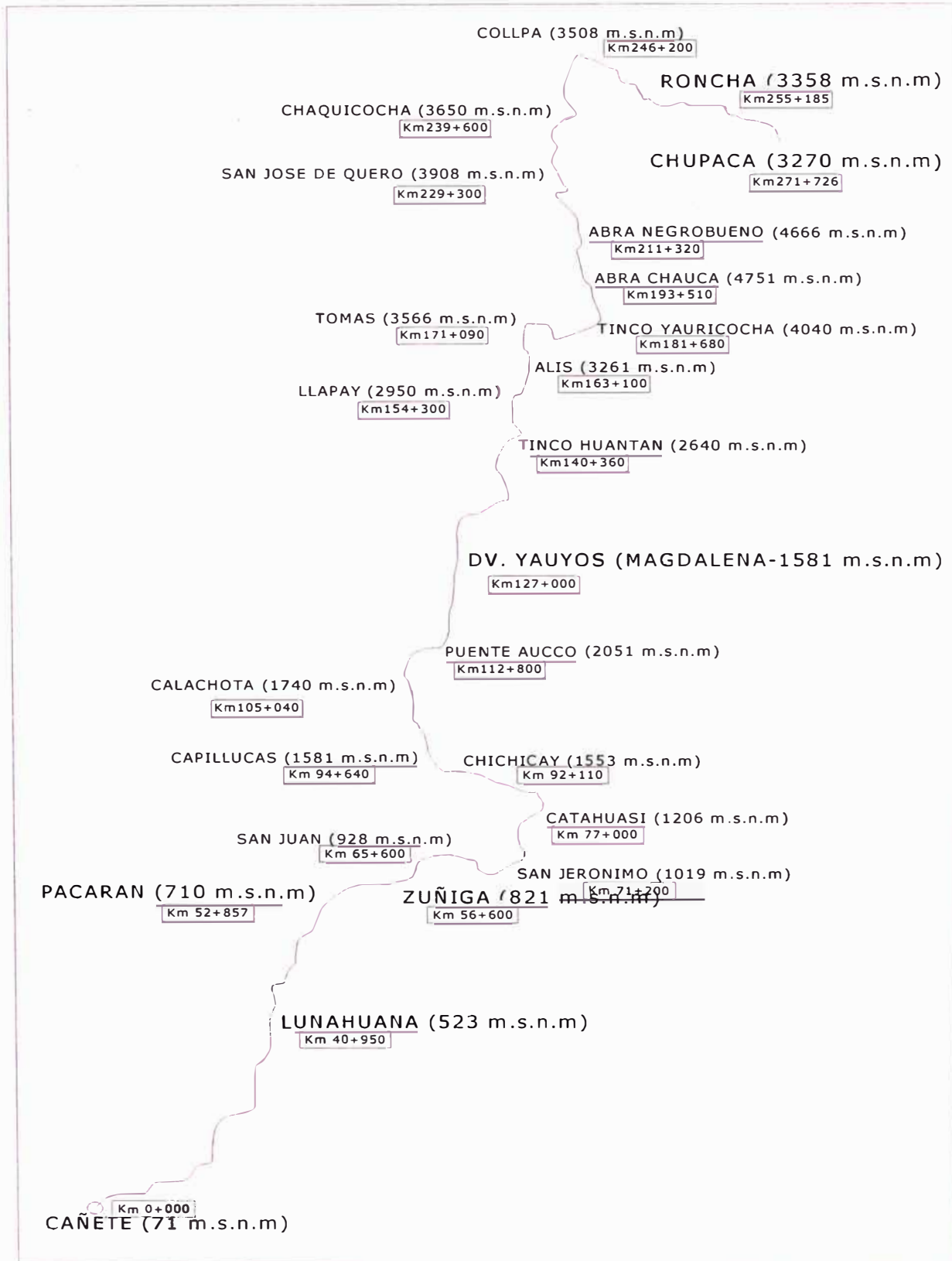
Figura N° 1.1
 Mapa de Proyectos del Programa PROYECTO PERÚ



(Fuente: Informe de Suficiencia, Cupe, 2008: p. 15)

Asimismo se muestra a continuación la ubicación, kilometraje y altitud de cada una de las ciudades cercanas a la carretera en estudio. Ver Figura N° 1.2: Ubicación de los poblados.

Figura N° 1.2
Ubicación de los Poblados



(Fuente: Informe de Suficiencia, Cupe, 2008: p. 14)

Cuadro N° 1.3
POBLACION ACTUAL

LOCALIDAD	POBLACIÓN ACTUAL (HABITANTES)
San Vicente de Cañete	46,464
Cerro azul	6,893
San Luis	11,94
Quilmana	13,663
Imperial	36,34
Nuevo Imperial	19,026
Lunahuaná	4,567
Pacarán	1,687
Zúñiga	1,582
Catahuasi	1,09
Huangascar	668
Alis	1,519
Carania	330
Huantan	926
Ayauca	1,773
Colonia	1,439
Laraos	960
Miraflores	441
Tupe	655
Tomas	1,077
Huancaya	1,001
Yanacancha	3,294
Chupaca	20,976
TOTAL	178,311

(Fuente: INEI, 2007)

1.2.4 Actividad Económica

La población del ámbito de influencia del proyecto, tiene como base económica principal, la explotación de la actividad agropecuaria (de autoconsumo, principalmente), cuyas formas de producción son básicamente “tradicionales”, en relación a los sistemas de producción mecanizados y agroquímico, que se practican en la costa, en los grandes complejos agroindustriales, principalmente.

En segundo término, de manera limitada y complementaria, la población de esta zona de influencia del proyecto se dedica a las actividades como los servicios, comercio y turismo (Lunahuaná). En los distritos de Alis, Tomas y Laraos, la actividad minera tiene mayor relevancia. La economía de la zona de influencia del proyecto, presenta un débil crecimiento con tendencia al estancamiento, donde los niveles de producción y productividad expresan bajos rendimientos.

Cuadro N° 1.4
Superficie Agrícola y No Agrícola por componentes

Provincia / Distrito	TOTAL Has.	Total Superficie Agrícola (Has.)	Bajo Riego	En Secano	Total Superficie No Agríc. (Has.)	Pastos Naturales	Montes y Bosques	Otra Clase
PROV. CAÑETE								
Dist. Lunahuaná	1017	924	924	0	93	17	40	36
Dist. Pacarán	526	516	516	0	10	6	0	4
Dist. Zúñiga	1518	658	461	197	859	157	0	702
PROV. YAUYOS								
Dist. Yauyos	32710	989	938	51	31721	31558	52	111
Dist. Alis	9514	11	9	2	9503	8371	0	1132
Dist. Tomas	14677	539	25	513	14139	13895	168	75
Dist. Catahuasi	11843	397	395	2	9503	8371	0	1132
Dist. Laraos	32783	245	181	64	32538	29069	18	3451
Dist. Ayauca	31798	728	631	97	31070	28891	18	2161
PROV. HUANCAYO								
Dist. Cullhuas	6112	1667	4	1663	4446	4349	5	92
Dist. Ahuac	5248	1935	751	1184	3313	3229	16	67
Dist. Chupaca	2188	2117	1868	249	71	46	4	22
PROV. CONCEPCIÓN								
Dist. San José de Quero	26617	3139	725	2414	23478	23107	37	334
Dist. Chambara	9271	1195	85	1110	8076	7885	5	186

(Fuente : INEI – III Censo Nacional Agropecuario, 1994)

1.2.5 Sistema de Transportes

La Infraestructura del sistema de transporte está enmarcada por el Corredor Vial N° 013: Cañete – Yauyos – Chupaca, la que actualmente se encuentra con mejoramiento superficial desde la salida de Lunahuaná hasta el empalme con la ruta longitudinal de la Sierra. El tramo desde el empalme con la longitudinal de la Costa (Cañete) hasta Lunahuaná se encuentra a nivel de asfaltado con diferentes estados de conservación desde regular a malo. En esta ruta se encuentra ubicada la estación de peaje Lunahuaná en el km 12+400.

Tráfico Vehicular: La información de estudio de tráfico corresponde al realizado por el consorcio encargado del mantenimiento, a continuación se presenta el cuadro resumen.

Cuadro N° 1.5
Estudio de Tráfico

Tipo Vehículo	Lunahuaná		Pacarán		Zuñiga		Dv. Yauyos		Ronchas	
	Veh	%	Veh	%	Veh	%	Veh	%	Veh	%
Automóvil	79	19%	127	30%	3	6%	186	54%	310	68%
Cmta. Pick Up	131	31%	96	23%	18	34%	31	9%	26	6%
Cmta. Rural	120	29%	105	25%	4	8%	37	11%	33	7%
Micro	12	3%	17	4%	0	0%	5	1%	5	1%
Ómnibus ≥ 2 ejes	10	2%	8	2%	8	15%	8	2%	9	2%
Camión ≥ 2 ejes	49	12%	46	11%	20	38%	44	13%	41	9%
Semitrailer	16	4%	19	5%	0	0%	36	10%	30	7%
TOTAL	417	100%	418	100%	53	100%	347	100%	454	100%

(Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras CGC. Abril, 2008)

Asimismo, antes del inicio de las actividades del Contratista - Conservador, la vía materia de estudio se encontraba a nivel de afirmado y en mal estado de conservación. En el Cuadro N° 1.6 se presentan las condiciones de la vía antes de la intervención del Contratista - Conservador.

Cuadro N° 1.6
Estado Inicial de la Vía

Tramo	Vía	Tipo de Superficie de rodadura (Antes)	Longitud (Km.)
Cañete - Lunahuana	Asfaltada	Carpeta Asfáltica	40.95
Lunahuana - Pacarán	Asfaltada	Tratamiento superficial	11.907
Pacarán - Zuñiga	Afirmada	Afirmado	3.743
Zuñiga - Dv. Yauyos	Afirmada	Afirmado	70.4
Dv. Yauyos - Roncha	Afirmada	Afirmado	128.185
Roncha - Chupaca	Afirmada	Afirmado	16.541
Total			271.726

(Fuente: Elaboración propia)

Así también, la estructura de pavimento proyectado por el Contratista Conservador, para el mejoramiento de la vía se indica en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 1.7
Estructura Proyectada del Pavimento

SECTOR		ESTRUCTURA DE PAVIMENTO		
		Tratamiento Superficial (cm)	Afirmado Estabilizado con Emulsión (cm)	Afirmado (cm)
Sector I: Zúñiga - Dv. Yauyos - Alis	57+450 – 130+000	0,9	5	8
	130+000 – 163+100	0,9	5	11
Sector II: Alis - San José de Quero	163+100 – 200+000	0,9	5	11
	200+000 – 220+000	0,9	5	17
	220+000 – 229+300	0,9	5	45
Sector III: San José de Quero - Ronchas	229+300 – 240+000	0,9	5	40
	240+000 – 248+000	0,9	5	20
	248+000 – 255+185	0,9	5	42

(Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras CGC. Abril, 2008)

1.2.6 Hidrología

Políticamente, la cuenca del río Cañete forma parte de las provincias de Cañete y Yauyos, pertenecientes ambas al departamento de Lima.

La cuenca del río Cañete tiene una extensión aproximada de 6,192 km², de los cuales el 78.4% (4,856 km²) corresponde a la cuenca húmeda.

La longitud del río Cañete, entre su nacimiento y desembocadura, es de aproximadamente 220 km., presentando una pendiente promedio de 2%; sin embargo, presenta sectores en donde la pendiente es mucho más pronunciada, especialmente en la parte alta, llegando hasta 8% en el tramo comprendido entre la localidad de Huancaya y la desembocadura del río Alis.

Las zonas generalmente afectadas por las lluvias están localizadas en las alturas de Matucana, Huarochirí, Oyón, Lunahuaná, etc. En general todas las cuencas hidrográficas de Lima aumentan su caudal, poniendo en peligro a las

poblaciones y originando desabastecimiento de diversos productos, debido al bloqueo de las carreteras.

1.2.7 Clima y Meteorología

La zona presenta un clima variado entre templado - frío y sub húmedo. La temperatura media anual fluctúa entre 6 y 12°C. Las temperaturas medias mensuales no difieren más de 2°C de la media anual. Las temperaturas medias diarias tampoco difieren significativamente respecto a la temperatura media mensual, se mantienen más o menos uniformes durante las cuatro estaciones del año. Solo durante fines de otoño y durante todo el invierno se presentan temperaturas mínimas extremas por debajo de 0° C hasta -10° C.

El promedio de precipitación pluvial total por año varía entre 300 y 500 mm. que se distribuyen durante los doce meses del año, de acuerdo a las estaciones. En verano es la estación lluviosa donde se concentra el 65 a 70% del volumen total anual; en otoño disminuye hasta 8 a 12%, en invierno casi no hay lluvia, solo unos días durante los dos últimos meses, que representan 12 y 15% del total; y finalmente en primavera se reinicia el período de lluvias, principalmente a partir de octubre, acumulando durante esta estación 20 a 25% del total anual.

Las lluvias en este espacio climático, más las lluvias de las partes altas, que sobrepasan los 500 mm afectan la conservación de la carretera, mediante avenidas y huaycos provocando desbordes e inundaciones.

1.2.8 Aspectos Geológicos

La geología del área presenta rocas ígneas y sedimentarias que van desde el periodo Jurásico hasta el Terciario, los suelos están representados por depósitos de origen aluvial, proluvial, eluvial, deluvial, coluvial, fluvio-glaciario, entre otros.

La carretera en estudio atraviesa las siguientes formaciones geológicas como son: Cañete, Cerro Negro, Torán, Cocachacra y Pariatambo.

Los procesos geodinámicos existentes en el área de estudio son esporádicos, no evidenciando procesos geodinámicos de mayor envergadura, y no existen puntos críticos que requieran tratamiento especial; sin embargo existe la posibilidad que debido a cortes de talud superior se generen procesos geodinámicos tales como: derrumbes, desprendimientos y desplomes.

Con relación a los problemas geotécnicos son mínimos, se aprecia pequeños hundimientos de plataforma por encharcamientos, debido a las aguas superficiales, asentamientos y ahuellamientos aislados.

La zona de Lunahuaná - Tinco Yauricocha, se considera de media a alta vulnerabilidad ante los riesgos geológicos. Los factores geológico - estructurales, geomorfológicos e hidrológicos juegan un rol importante en el comportamiento geodinámico de la cuenca del río Cañete, se han podido detectar eventos como deslizamientos, derrumbes, erosión fluvial, huaycos, erosión de laderas, entre otros que han modificado y modifican el relieve de la cuenca.

1.2.9 Aspectos Geotécnicos

De acuerdo a los estudios realizados por el Consorcio Gestión de Carreteras, correspondientes a los suelos y materiales de construcción, se ha encontrado entre los Km. 57+000 al Km. 130+000, suelos predominantes como la arena y la grava limosa que en el sistema SUCS clasifican como GC-GM, en el sistema AASHTO es variable entre A-1-b(0) y A-2-4(0), presencia de bolonerías en poca proporción en la capa superior, mientras que a partir de 0,40m aumenta su presencia a 50% y entre los Km. 130+000 al Km. 258+000 se encuentra con suelos del tipo arenas, gravas limosas y arcillosas clasificando en el sistema SUCS como GC, GC-GM, SC, SC-SM y en el AASHTO, A-2-4(0).

En el siguiente cuadro se presentan los estudios de suelos que se realizaron a 1.5m de profundidad y teniendo valores de CBR y Mr como sigue:

Cuadro N° 1.8
Valores de CBR y Mr

SECTOR		CBR (%)	Mr (psi)
Sector I: Zúñiga – Dv. Yauyos – Alis	57+450 – 130+000	20	13 201
	130+000 – 163+100	18	12 745
Sector II: Alis – San José de Quero	163+100 – 220+000	18	12 745
	220+000 – 229+300	5	7 500
Sector III: San José de Quero – Ronchas	229+300 – 240+000	5	7 500
	240+000 – 248+000	15	11 956
	248+000 – 255+185	4	6 000

(Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras CGC. Abril, 2008)

1.2.10 Descripción del tramo en estudio

Nombre del tramo:

Carretera Cañete – Yauyos - Chupaca, Km. 69+000 - Km. 74+000

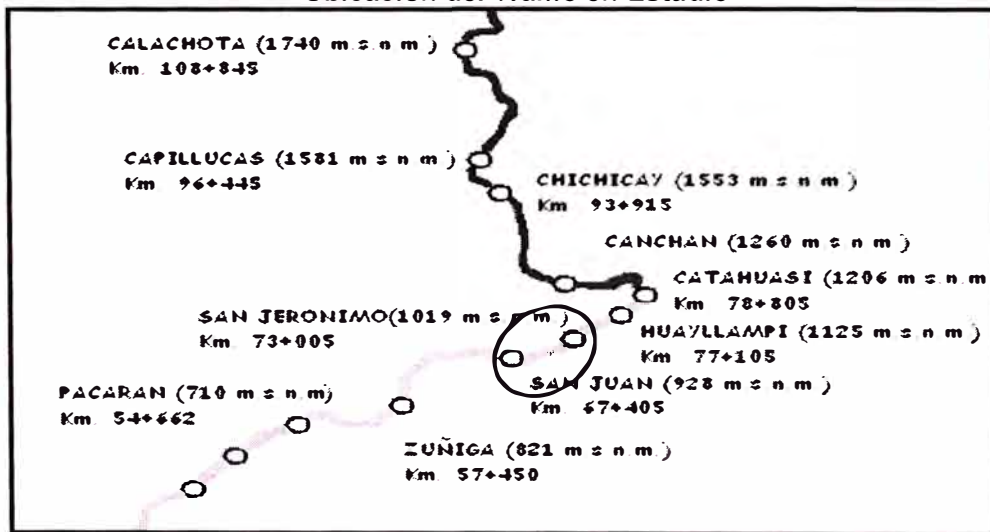
Longitud del tramo: 5.00 km

Inicio: San Juan (928 msnm); Km. 69+000

Final: San Jerónimo (1019 msnm); km. 74+000

Figura N° 1.3

Ubicación del Tramo en Estudio



(Fuente: Elaboración propia)

- **Topografía** : Accidentada.
- **Geología** : Meteorismo físico, Rocas primarias y secundarias.
- **Hidrología** : Demarcada por el Río Cañete que corre paralela a la carretera.
- **Geodinámica** : Huaycos, erosión de los taludes del río
- **Infraestructura Vial:**
 - Carretera a media ladera con mejoramiento superficial ,
 - Anchos variables (3.2 – 6.5m).
 - Tratamiento Superficial – Slurry Seal.

- Diseño geométrico no estandarizado.
- Drenaje superficial escaso, cunetas de tierra, alcantarillas artesanales.
- Moderada vegetación, áreas de cultivo en terrazas.
- Escasa protección de talud, considerando el recorrido del río Cañete.
- Atraviesa centros poblados (San Juan, Jeromino).

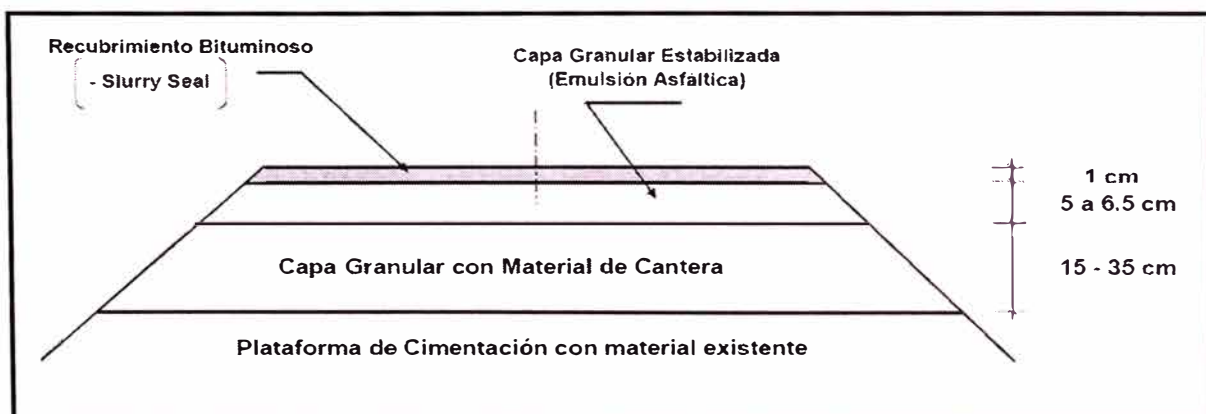
En la Figura N°1.4, se muestran el perfil estratigráfico y algunas características del suelo del tramo en estudio.

Características de Diseño de la Carpeta

Años de Servicio	: Mas de 50 años
CBR	: 19 – 21
Ejes Proyectados	: W18 = 1.69 E+06

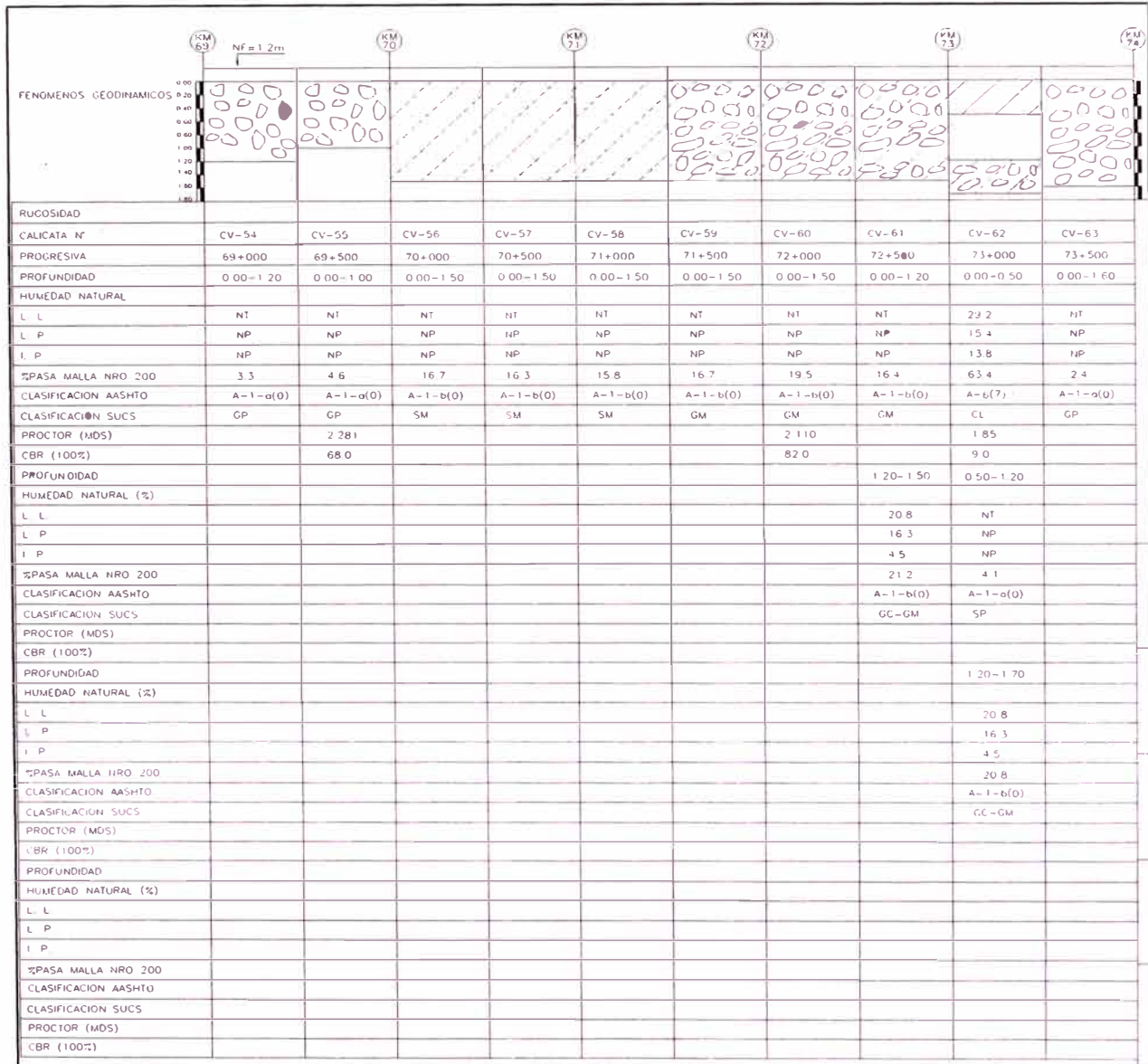
La estructura del pavimento correspondiente al tramo de estudio se aprecia en la Figura N° 1.5; es así que para conformar dicha estructura se procedió a cambiar el estándar de afirmado a una solución básica manteniendo intacta la geometría de la vía.

Figura N° 1.5
Estructura del Pavimento del Tramo en Estudio



(Fuente: Elaboración propia)

Figura N° 1.4
Perfil Estratigráfico del Tramo (km 69+000 – km 74+000)



(Fuente: Consorcio AYESA – ALFHA CONSULT. Julio, 1998)

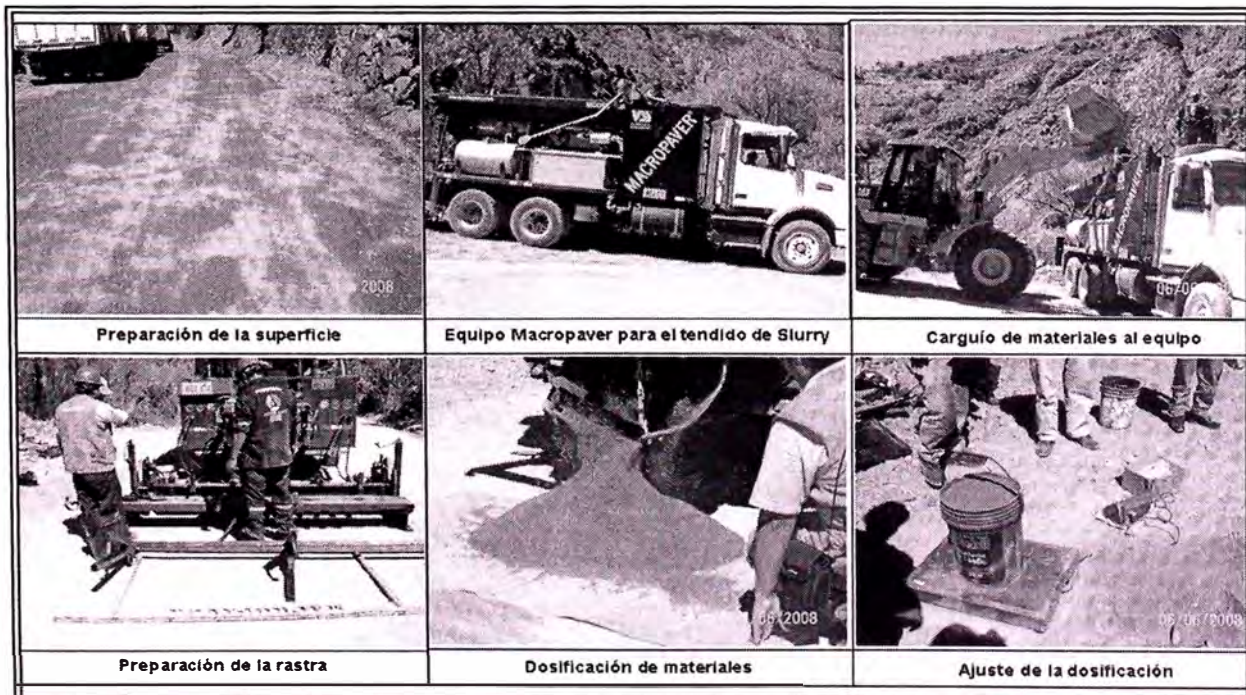
Para el cambio de estándar de afirmado a Solución Básica se estabilizó la base con emulsión asfáltica, la misma que se muestra en la Figura N° 1.6. Luego de conformada la base se procedió a la aplicación del mortero asfáltico tipo Slurry Seal, que es un ligante asfáltico mas arena, para esto se realizó la siguiente secuencia de actividades que se muestra en la Figura N° 1.7.

Figura N° 1.6
Cambio Estandar de Afirmado a Solución Básica



(Fuente: Diapositivas de clase; 2009)

Figura N° 1.7
Aplicación del Slurry Seal



(Fuente: Diapositivas de clase; 2009)

Figura N° 1.7
Aplicación del Slurry Seal



(Fuente: Diapositivas de clase; 2009)

CAPITULO II

ESTADO DEL ARTE

2.1 ANTECEDENTES DEL MÉTODO DEL PCI

Fue desarrollado entre los años 1974 a 1976 por encargo del Centro de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los EE UU, 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 Pavement Condition Index – PCI.

En el año 1978 el método PCI fue publicado por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de Estados Unidos en el Reporte Técnico M-268, para la realizar la evaluación de pavimentos en aeropuertos, carreteras y estacionamientos, desde entonces 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.

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 EE UU, motivo por el cuál el PCI para aeropuertos ha sido publicado por la ASTM como método de análisis (ASTM 1983).

En la actualidad este procedimiento se encuentra bajo la jurisdicción del Comité ASTM E17 Sistemas de Pavimentos para Vehículos y bajo responsabilidad directa del Sub-comité E17.41 Gerencia de Pavimentos con el nombre de ASTM D6433 - 03.

La edición vigente fue aprobada el 01 de diciembre de 2003 y publicada en Enero de 2004, dicha edición originalmente fue aprobada en 1999. Última edición aprobada en 1999 como D6433-99.

2.2 APLICACIÓN DEL MÉTODO DEL PCI EN EL PERÚ

2.2.1 Mantenimiento en el Corredor Intermodal IIRSA Amazonas Centro.

En los Estudios de ingeniería para la Puesta a Punto y Programas de Mantenimiento en el Corredor Intermodal IIRSA Amazonas Centro, se evaluó en el 2006 el PCI de los siguientes tramos de carretera:

Cuadro N° 2.1
Tramos del Estudio de Ingeniería

RUTA	TRAMO	PROGRESIVA		LONGITUD (km)
		INICIO	FINAL	
020	Pte. Ricardo Palma - Cocachacra	38+500	52+949	14.45
	Cocachacra - Matucana	52+949	74+296	21.35
	Matucana - San Mateo	74+296	95+675	21.38
	San Mateo - La Oroya	95+675	176+319	80.64
03S	La Oroya - Puente Matachico	1+504	61+086	59.58
	Puente Matachico - Desvío Jauja	61+086	78+086	17.00
03B	Desvío Jauja - Huancayo	78+086	124+086	46.00
03N	La Oroya - Huayre	0+000	72+354	72.35
	Huayre - Chicrín	72+354	148+979	76.63
	Chicrín - Huánuco	148+979	235+426	86.45
16B	Huánuco - Tingo María	235+426	359+037	123.61
05N	Tingo María - Puente Pumahuasi	0+000	15+200	15.20
	Puente Pumahuasi - Puente Chino	15+200	51+551	36.35
	Puente Chino - Aguaytia	51+551	94+551	43.00
	Aguaytia - San Alejandro	94+551	145+020	50.47
	San Alejandro - Von Humboldt	145+020	169+520	24.50
016	Von Humboldt - Neshuya	169+520	194+620	25.10
	Neshuya - Pucallpa	194+620	253+389	58.77
LONGITUD TOTAL (Km)				872.83

(Fuente: Estudios de ingeniería para la Puesta a Punto y Programas de Mantenimiento en el Corredor Intermodal IIRSA Amazonas Centro, 2006)

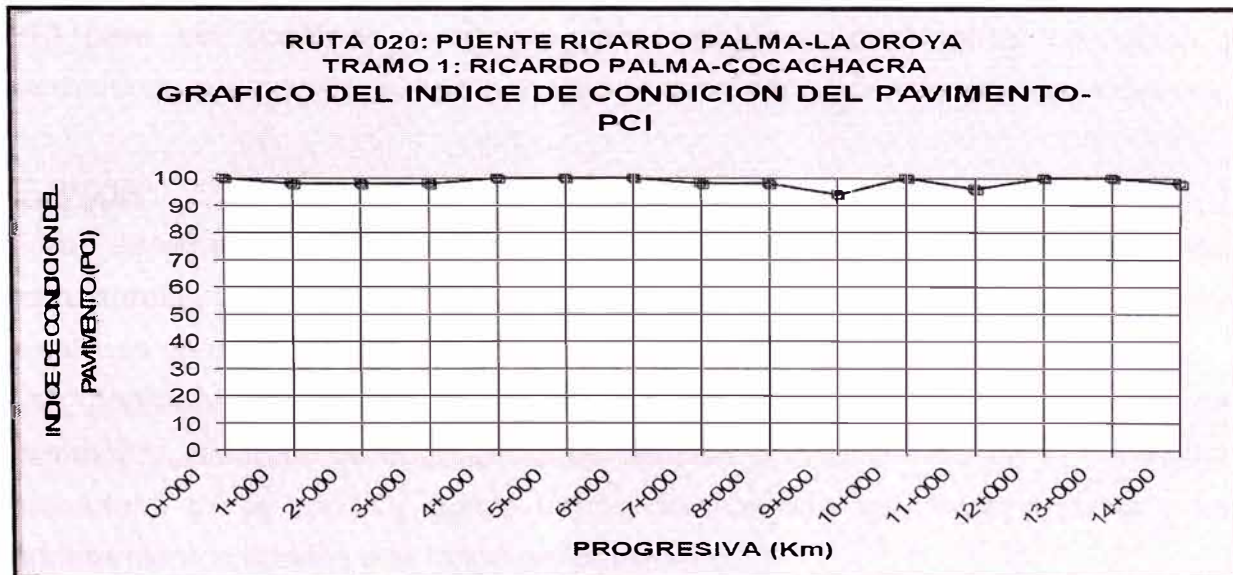
Los valores obtenidos de PCI, en el tramo correspondiente al puente Ricardo Palma – Chocachara, se muestran en los siguientes gráficos:

Cuadro N° 2.2
Evaluación del PCI, Ruta 020

RUTA	TRAMO	PROGRESIVA	PCI
020	RICARDO PALMA-COCACHACRA	0+000	100
		1+000	98
		2+000	98
		3+000	98
		4+000	100
		5+000	100
		6+000	100
		7+000	98
		8+000	98
		9+000	94
		10+000	100
		11+000	96
		12+000	100
		13+000	100
		14+000	98

(Fuente: Estudios de ingeniería para la Puesta a Punto y Programas de Mantenimiento en el Corredor Intermodal IIRSA Amazonas Centro, 2006)

Figura N° 2.1
Diagrama del PCI vs Progresiva, Ruta 020



(Fuente: Estudios de ingeniería para la Puesta a Punto y Programas de Mantenimiento en el Corredor Intermodal IIRSA Amazonas Centro, 2006)

2.3 APLICACIÓN DEL MÉTODO DEL PCI EN SUDAMERICA

2.3.1 *Evaluación y comparación de metodologías VIZIR y PCI sobre el tramo de vía: museo Quimbaya – CRQ Armenia Quindío (PR 00+000 – PR 02+600), Colombia.*

En este trabajo se realizó la evaluación de la condición del pavimento, sobre dos tramos de dos vías de Colombia, el Tramo 1, en Pavimento Flexible, cuyo flujo es de Pereira hacia Armenia y el Tramo 2 en Pavimento Rígido, cuyo flujo es de Armenia hacia Pereira.

El objetivo principal de este estudio fue de comparar los resultados de la evaluación superficial de la capa de rodadura flexible en el tramo escogido mediante las metodologías PCI y VIZIR. y aplicar el método PCI a la capa de rodadura rígida en el tramo escogido.

En el año 2002 el INVIAS de Colombia, adoptó la metodología francesa VIZIR para realizar la inspección de daños de las vías con pavimento asfáltico y que hacen parte de la red vial nacional, pero para saber qué tan certero es el planteamiento de daños del VIZIR en campo y debido a la existencia de otros métodos surgió la posibilidad de comparar con otras metodologías, en este caso PCI para así construir el camino para establecer parámetros confiables y verdaderos que aporten soluciones futuras a los daños de carpetas de rodadura.

EL VIZIR:

Es un sistema de fácil aplicación, que establece una distinción clara entre fallas estructurales y funcionales. El método clasifica los deterioros de los pavimentos asfálticos en dos grandes categorías, A y B.

Las degradaciones del Tipo A caracterizan una condición estructural del pavimento, se trata de degradaciones debidas a insuficiencia en la capacidad estructural de la calzada. Estos daños comprenden las deformaciones y los agrietamientos ligados a la fatiga del pavimento.

Las degradaciones del tipo B, en su mayoría de tipo funcional, dan lugar a reparaciones que generalmente no están ligadas a la capacidad estructural de la calzada. Su origen se encuentra más bien en deficiencias constructivas y

condiciones locales particulares que el tránsito ayuda a poner en evidencia. Entre los deterioros del tipo B se pueden citar los agrietamientos motivados por asuntos distintos a la fatiga, los ojos de pescado, los desprendimientos y los afloramientos.

RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL VIZIR

1 y 2	Bueno
3 y 4	Regular
5, 6 y 7	Deficiente

Evaluación de la condición de la superficie de rodadura:

En este trabajo se realizó el inventario de los tipos de daño en dos tipos de carpeta de rodadura los cuales suman 5.2 kilómetros distribuidos así:

Tramo 1: Pavimento Flexible: Museo Quimbaya- CRQ (PR 02+600 – PR 00+000).

Tramo 2: Pavimento Rígido: CRQ – Museo Quimbaya (PR 00+000 – PR 02+600).

Tramo 1: Pavimento Flexible, presenta un ancho de calzada promedio de 6.9m. Luego de realizar un inventario de daños de la zona de estudio, se registraron 86 unidades de muestreo (Cada unidad equivale a 30m de largo por ancho de 6.90m) la unidad de muestreo tiene como largo 30m para poder realizar una comparación entre las metodologías PCI y VIZIR, sabiendo que se recomienda una longitud aproximada de 100m.

Tramo 2: Pavimento Rígido, presenta una losa tipo de ancho 3.40m por 4.80m de largo. Para realizar el inventario de daños de esta zona, se hizo un conteo de placas preliminar con el fin de que el tamaño de la muestra fuera igual y que no se presentaran inconvenientes al final de la evaluación, en total son 1020 placas, cada unidad de muestreo contiene 20 placas según recomendaciones de la metodología de PCI para pavimentos rígidos, de manera que se tienen 51 unidades de muestra.

Del tramo 1:

Figura N° 2.2

PAVIMENTO FLEXIBLE: Estado de daños por unidades de muestreo aplicando PCI



(FUENTE: Universidad Nacional de Colombia, Manizales, 2006)

Figura N° 2.3

PAVIMENTO FLEXIBLE: Estado de daños por unidades de muestreo aplicando VIZIR



(FUENTE: Universidad Nacional de Colombia, Manizales, 2006)

Del tramo 2:

Figura N° 2.4

PAVIMENTO RIGIDO: Estado de daños por unidades de muestreo aplicando PCI



(FUENTE: Universidad Nacional de Colombia, Manizales, 2006)

Conclusiones del estudio:

En la entrada de Armenia, salida a Pereira, lugar de estudio con puntos de referencia Museo Quimbaya - CRQ (PR 02+600 – PR 00+000) de acuerdo al trabajo de campo realizado y a la evaluación de los datos recogidos por medio de las dos metodologías propuestas (PCI y VIZIR) se obtuvieron unas calificaciones promedio para el Tramo 1 y Tramo 2 así:

Para Tramo 1: Pavimento flexible una calificación promedio de 53.55 Regular (por PCI) y 3 REGULAR (por VIZIR), ambas calificaciones coinciden en la apreciación.

Para Tramo 2: Pavimento Rígido una calificación de 86,9 Excelente (por PCI), apreciación benévola para este tramo aunque se presentaron daños no fueron lo suficientemente significativos como para influenciar en la calificación.

En cuanto al rango de calificaciones la metodología PCI posee 7 rangos para clasificar desde 0, calificación para superficie fallada; hasta 100, superficie en óptimas condiciones; haciendo evaluación y comparación de metodologías VIZIR y PCI sobre el tramo de la vía en pavimento flexible y rígido: museo Quimbaya-CRQ (PR 00+000 – PR 02+600) Armenia (q) Viviana G. Ceron Bermudez 46, una comparación con VIZIR que sólo tiene 3 rangos para calificar: 1-2 superficie en buenas condiciones, 3-4 superficie en regular estado y 5-6 y 7 superficie en deficiente condición, lo que hace del PCI una metodología más específica a la hora de calificar y clasificar los daños.

Aunque las metodologías son claras en los pasos que se deben seguir para la recopilación y evaluación de un inventario de daños, es clave el criterio y experiencia del evaluador por muchas cosas, dependiendo de cada persona los daños se ven de diferente forma algunos se califican más graves de lo que parecen y otros en cambio pueden no clasificarse tan graves lo que concluye en diferentes apreciaciones de un solo tipo de daño.

2.4 OTROS MÉTODOS DE EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE CARRETERAS

Actualmente fuera del PCI, existe una gran cantidad de métodos de evaluación de las fallas superficiales de los pavimentos; sin embargo, hay limitaciones en como transformar los resultados de las evaluaciones en estrategias de mantenimiento de forma racional y económica, ya sea a través de los índices que puedan ser obtenidos o a través de la extensión y severidad de cada tipo de falla. A continuación se detallan tres métodos empleados en evaluaciones superficiales de pavimentos.



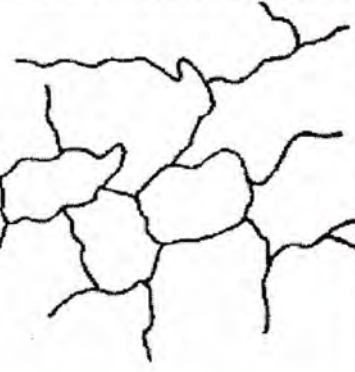


2.4.1 Metodología CONREVIAl

Este método responde a objetivos cualitativos más no a métodos cuantitativos. Los problemas se presentan cuando se requiere de metrados que permitan establecer análisis de precios unitarios y posteriormente determinar el presupuesto de obra.

El Consorcio de Rehabilitación Vial (CONREVIAl), presenta una metodología que realiza evaluaciones tanto superficiales como estructurales. Para el primer caso, se basa en un catálogo de fallas del tipo fisuras, que se relevan en un área restringida de la superficie de rodadura y en el entorno al lugar de evaluación estructural. Debido a que las medidas de deflexiones se realizan equidistantes, mínimo tres por kilómetro, las fallas a relevar corresponderán a un sector comprendido 30m adelante y 30m atrás del punto de evaluación estructural, perdiendo precisión.

En la Figura N° 2.5, se presenta el catálogo de fallas empleado por el método. Las fallas encontradas en la superficie de rodadura, asocia un número con una letra, el número indica el tipo de falla y la letra indicará la magnitud; así una fisura "2E" corresponde a una fisura longitudinal de magnitud escasa, mientras que una "8S" corresponde a una fisura tipo "piel de cocodrilo" de magnitud severa.

Figura N° 2.5
ADECUACIÓN DEL CATÁLOGO DE FALLAS SUGERIDOS POR CONREVAL

FIGURA TIPO		
DESCRIPCION	FISURA FORMADA EN UNA SOLA LINEA, GENERALMENTE LONGITUDINAL Y AISLADA CON TENDENCIA A RAMIFICARSE	FISURA RAMIFICADA CON TENDENCIA A FORMAR UNA MALLA GENERALIZADA EN SECTORES DE PAVIMENTO
COEF. ASOCIADO	2	4
		
FISURA EN FORMA DE MALLA QUE ABARCA UNA SUPERFICIE MAS AMPLIA DE PAVIMENTO Y CON TENDENCIA A FORMAR LA PIEL DE COCODRILO	FISURA GENERALIZADA EN FORMA DE MALLA CERRADA DE REJICULADO MAS CHICO FORMANDO LA LLAMADA "PIEL DE COCODRILO" DESPRENDIMIENTO DE MATERIAL EN CORRESPONDENCIA CON ALGUNAS FISURAS	FISURA TOTALMENTE GENERALIZADA CON DESPRENDIMIENTO DE PANES DE MATERIAL Y FORMANDO SACHE
6	8	10
NOTA.- LA MAGNITUD DE LAS FISURAS SE DEFINEN COMO : E = ESCASO; M = MODERADO Y S = SEVERO (Ej. 2E, 6M, 8S)		

(Fuente: Tesis de Maestría, Gutiérrez, 2007: p. 23)

Si las medidas se realizan en número de tres como mínimo por kilómetro, la información que se deja de relevar supera largamente a las áreas evaluadas. Un detalle adicional se aprecia cuando las fallas identificadas son registradas en los formatos de evaluación, en ningún caso se menciona el área afectada. Si las fallas no se logran medir, entonces no se podrá determinar el presupuesto de obra con la precisión que exigen los proyectos de rehabilitación. Además se

debe considerar que los especialistas en los metrados, costos y presupuestos, en la mayoría de los casos no llegan a visitar la zona del proyecto y por el contrario se basa en los datos informados por el especialista de campo.

En este método se suman dos deficiencias, aquella en la cual se deja un gran área sin evaluar y aquella que no logra definirse el metrado; por lo tanto los resultados del relevamiento de fallas no son confiables ni precisas y los costos de mantenimiento y presupuesto de obra no serán los óptimos y difícilmente serán aprobados por las entidades responsables del desembolso del capital; postergando así la intervención oportuna en la vía.

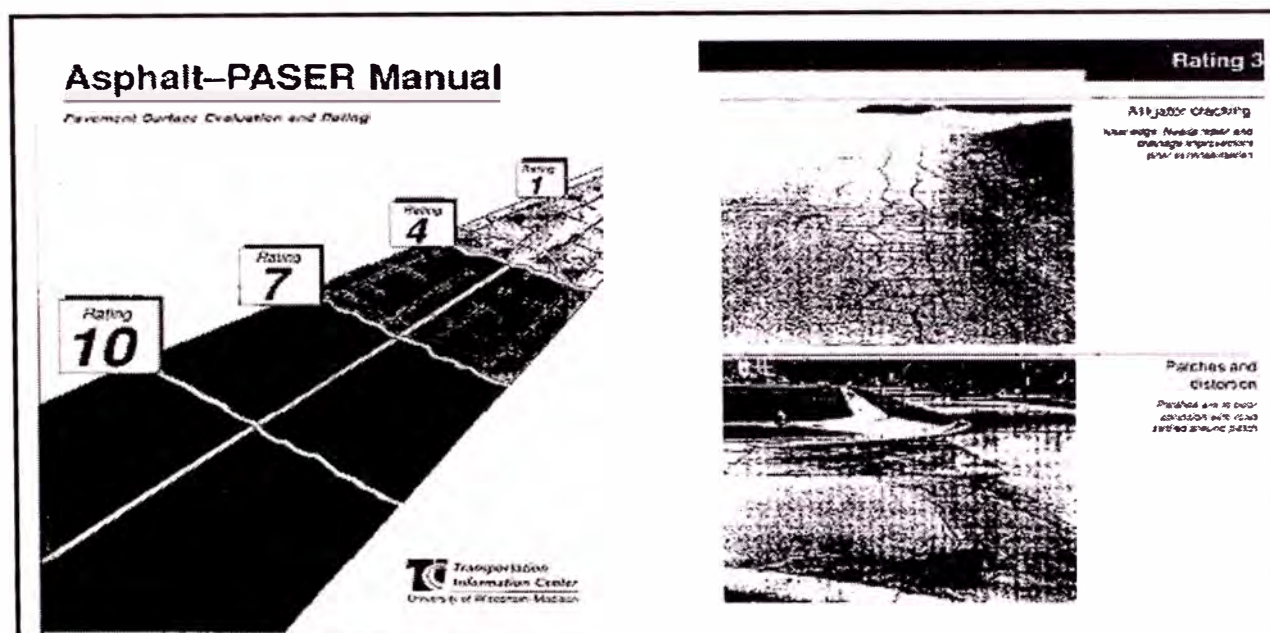
2.4.2 Metodología PASER

El método Pavement Surface Evaluation and Rating (PASER), desarrollado en el Centro de Información del Transporte de la Universidad de Wisconsin, presenta un catálogo de fallas basado en una escala gráfica con categorías que varían de 1 a 10, donde esta última corresponde a las mejores condiciones de calidad. No considera escalas intermedias que permita mayor sensibilidad para calificar la superficie dañada. La evaluación responde a los estándares con los que han sido diseñados los otros métodos.

En la Figura N° 2.6, se muestra características del catálogo en el cual se aprecia la escala gráfica marcando los rangos como se ha indicado y además se presenta un formato de falla evaluada y tipificada a un rango determinado.

Estos modelos de fallas serán contrastados en la evaluación superficial y de esta manera determinar el estado total de la vía.

Figura N° 2.6
Formato empleado en el manual PASER y Fallas Tipo



(Fuente: Tesis de Maestría, Gutiérrez, 2007: p. 28)

Como la mayoría de los catálogos, se establece una relación de degradación luego de evaluar los pavimentos, a lo cual se le asocia una actividad correctiva.

2.4.3 Metodología del Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Basado en los tipos de fisuras que planteaba el catálogo de fallas de CONREVIAl, el MTC planteó la alternativa de emplear otras fallas como deformaciones, desintegraciones, entre otras, que permita realizar un relevamiento más completo de la superficie asfáltica.

El Cuadro N° 2.3 presenta las alternativas de fallas que se asocian a la magnitud y se tipifican como escasas, moderadas y severas. En este caso se establece un valor para identificar las magnitudes, luego de determinar las fallas. A pesar de la amplitud de fallas propuestas, no se determina el metrado que se necesita para determinar el presupuesto de obras de mantenimiento.

Las fisuras que presenta la tabla, guarda correspondencia con el método de CONREVIAl donde cada dígito está asociado a una forma de fisuramiento, con las características siguientes:

- 2 Fisura formada en una sola línea.

- 4** Fisura ramificada con tendencia a formar una malla.
- 6** Fisura en forma de malla que no abarca todo el ancho del pavimento.
- 8** Fisura en forma de malla que abarca todo el ancho del pavimento.
- 10** Fisura totalmente generalizada con desprendimiento de paños de material y formación de baches.

En trabajos realizados para la rehabilitación de la carretera Panamericana Sur en el año 1991, se estableció el empleo de un relevamiento gráfico que proporcionaba una idea global del tramo evaluado. Sin embargo es importante reconocer que años después esta forma de representación pudo correlacionar una idea equivocada del deterioro, debido a que no se integra un porcentaje de participación de las fallas; es decir existiendo una sola falla puede afectar el 90% del área mientras que un grupo de fallas alcance una baja participación. En la Figura N° 2.7 se muestra los gráficos mencionados en el cual se aprecian dibujos que representan a las fallas indicadas.

Cuadro N° 2.3
RANGOS PARA DEFINIR MAGNITUD DE FALLAS

TIPO	FALLA	MAGNITUD		
		ESCASA (E)	MODERADO (M)	SEVERO (S)
DEFORMACIONES	AHUELLAMIENTOS (A)	< 6 mm	6 a 12 mm	> 12 mm
	HUNDIMIENTO (H)	Sólo depresión No hay fisuras	Depresión con fisura hasta tipo 6 o desplazamiento en borde	Fisuración Tipo 8 o más desplazamiento Borde, formación cordón
	DESPLAZAMIENTOS/ DESLIZAMIENTOS (D)			
	ONDULACIONES/ LEVANTAMIENTOS Velocidad 60 Km/h	No influyen en la marcha. Localizado en zonas críticas	Se aprecia al andar pero por carácter localizado no resulta molesto	Obliga a graduar velocidad, sumamente molesta
FISURACIONES	LONGITUDINAL/ TRANSVERSAL (LT)	2 Muy finos, < 1 mm.	2 Mayor ancho de fisura, > 1 mm.	2 Mayor ancho de fisura, > 3 mm.
	RAMIFICACIONES (R)	4 Muy finos, < 1 mm.	4 Mayor ancho de fisura, > 1 mm.	4 Mayor ancho de fisura, > 3 mm.
	BLOQUES (B)	6 Bloque anguloso de tamaño < 15 cm. con ancho de fisura < 1 mm.	6 Bloque anguloso de tamaño > 15 cm. con ancho de fisura > 1 mm.	6 Bloque anguloso de tamaño > 15 cm. con ancho de fisura > 3 mm.
	PIEL DE COCODRILLO (PC)	8 Bloque anguloso de tamaño < 15 cm con ancho de fisura < 1 mm.	8 Bloque anguloso de tamaño > 15 cm. con ancho de fisura > 1 mm.	8 Bloque anguloso de tamaño > 15 cm. con ancho de fisura > 3 mm.
	IDEM. CON DESINTEGRACIÓN (PCD)	10 Gran degradación en bordes	10 Pérdida de bloques	10 Hundimiento, tendencia a baches
DESINTEGRACIONES	PELADURAS DESINTEGRACIÓN SUPERFICIAL (P)	Visible pero no afecta la marcha incipiente	Marcha ruidosa	Sensación de gran desposte en marcha profundos
	BACHES (B)	Sólo superficial Aislado	Superficiales pero formando equipos. Profundos aislados	Profundos, agrupados obligan a variar velocidad y eludirlos
	DESINTEGRACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA (falta de adherencia) (D)	Separación de la mezcla en porciones	Separación de la mezcla en porciones menores de 10 cm.	Segregación total de agregados
	EXUDACIONES (E)	Aislado. Leve en huellas	Huellas bien diferenciadas	Extensivo en todo ancho calzado
BERMAS	BERMAS DESCALZADAS (BD)	Resalto	Resalto riesgoso	Resalto muy riesgoso por erosión en bordes
	EROSIONADAS (E)	Superficie muy irregular	Marcada erosión en ambos bordes	Inaceptables

(Fuente: Adaptación propia a partir de Gutiérrez, 2007: p. 30)

Figura N° 2.7
CATÁLOGO GRÁFICO DE FALLAS EN PAVIMENTOS

CLASIFICACIÓN TIPO PRINCIPAL DE FALLA	DENOMINACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN	SÍMBOLO
I. DEFORMACIONES	1. Ahuellamiento	
	2. Hundimiento (depresión)	
	3. Desplazamientos	
	4. Deslizamientos	
	5. Ondulaciones	
II. FISURAS O AGRIETAMIENTOS	1. Piel de cocodrilo	
	2. En bloque	
	3. Longitudinales	
	4. Transversales	
	5. Reflejadas	
	6. En arco	
III. DISGREGACIONES	1. Peladuras	
	2. Nidos de gallina	
	3. Desintegraciones totales	
	4. Identaciones	
	5. Pulimento superficial	
IV. EXUDACIÓN	1. De asfalto	
MANTENIMIENTO	1. Parchado o bacheo	
	2. Sello	

(Fuente: Adaptación propia a partir de Gutiérrez, 2007: p. 31)

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 MARCO TEÓRICO DEL MÉTODO

3.1.1. Índice de Condición del Pavimento

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 esto 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. En el Cuadro N° 3.1 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

Cuadro N° 3.1
Rangos de Calificación del PCI

Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

(Fuente: Norma Técnica ASTM 6433 – 03, 2003)

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen CLASE, SEVERIDAD y CANTIDAD de cada daño presente. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece

una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima.

3.1.2 Procedimiento de Evaluación

La primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos.

Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin. En la Figura N° 3.1 ilustra el formato para la inspección de pavimentos asfálticos.

Figura N° 3.1
Formato de Exploración del PCI

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			ESQUEMA				
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO					
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m ²)					
INSPECCIONADA POR	FECHA						
No.	Daño	No.	Daño				
1	Piel de cocodrilo.	11	Parqueo.				
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.				
3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.				
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cruce de vía férrea.				
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.				
6	Depresión.	16	Desplazamiento.				
7	Grieta de borde.	17	Grieta parabólica (slippage)				
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.				
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.				
10	Grietas long y transversal.						
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido	

(Fuente: Norma Técnica ASTM 6433 – 03, 2003)

Asimismo se muestra también en el siguiente Cuadro N° 3.2, la lista del catalogo de fallas del Método del PCI.

El catálogo completo de las fallas del PCI, se muestra en el **Anexo N° 01: Manual de Daños en Vías de Concreto Asfáltico**, (Fuente: Manual de Daños de Calificación del PCI, Bozz-Allen & Hamillton)

Cuadro N° 3.2
LISTA DEL CATÁLOGO DE FALLAS DEL MÉTODO DEL PCI

FALLA N°	DESCRIPCIÓN	UND.
1	Grieta piel de cocodrilo	m ²
2	Exudación de asfalto	m ²
3	Grietas de contracción (bloque)	m ²
4	Elevaciones - Hundimiento	m
5	Corrugaciones	m ²
6	Depresiones	m ²
7	Grietas de borde	m
8	Grietas de reflexión de juntas	m
9	Desnivel de calzada - berma	m
10	Grietas longitudinal y transversal	m
11	Baches y zanjas reparadas	m ²
12	Agregados pulidos	m ²
13	Huecos	N°
14	Cruce de rieles*	m ²
15	Ahuellamiento	m ²
16	Deformación por empuje	m ²
17	Grietas de deslizamiento	m ²
18	Hinchamiento	m ²
19	Disgregación y desintegración	m ²

*Reemplazar por acceso de puentes, pontones y rejillas de drenaje.
(Fuente: Norma Técnica ASTM 6433 – 03, 2003)

3.1.3. Unidades de Muestreo

Se divide la vía en secciones o “unidades de muestreo”, cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura:

En carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango **230.0 ± 93.0 m²**. En el Cuadro N° 3.3, se presentan algunas relaciones longitud – ancho de calzada pavimentada

Cuadro N° 3.3

Relaciones: Longitudes de Muestreo – Ancho de Calzada**LONGITUDES DE UNIDADES DE MUESTREO ASFÁLTICAS**

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

(Fuente: Norma Técnica ASTM 6433 – 03, 2003)

3.1.4 Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación

En la “**Evaluación de una Red**” vial puede tenerse un número muy grande de unidades de muestreo cuya inspección demandará tiempo y recursos considerables; por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo.

En la “**Evaluación de un Proyecto**” se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación 1, la cual produce un estimado del PCI ± 5 del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

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

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento. e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e = 5%)

σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (σ) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25) y de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de 35) En inspecciones subsecuentes se usará la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deben evaluarse.

Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco ($n < 5$), **todas las unidades deberán evaluarse.**

3.1.5 Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección

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

- a. El intervalo de muestreo (i) se expresa mediante la Ecuación 2:

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

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible. n: Número mínimo de unidades para evaluar.

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

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

Así, si $i = 3$, la unidad inicial de muestreo a inspeccionar puede estar entre 1 y 3. Las unidades de muestreo para evaluación se identifican como (S), (S + 1), (S + 2), etc.

Siguiendo con el ejemplo, si la unidad inicial de muestreo para inspección seleccionada es 2 y el intervalo de muestreo (i) es igual a 3, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serían 5, 8, 11, 14, etc.

Sin embargo, si se requieren cantidades de daño exactas para pliegos de licitación (rehabilitación), todas y cada una de las unidades de muestreo deberán ser inspeccionadas.

3.1.6 Selección de Unidades de Muestreo Adicionales

Uno de los mayores inconvenientes del método aleatorio es la exclusión del proceso de inspección y evaluación de algunas unidades de muestreo en muy

mal estado. También puede suceder que unidades de muestreo que tienen daños que sólo se presentan una vez (por ejemplo, “*cruce de línea férrea*”) queden incluidas de forma inapropiada en un muestreo aleatorio.

Para evitar lo anterior, la inspección deberá establecer cualquier unidad de muestreo inusual e inspeccionarla como una “*unidad adicional*” en lugar de una “*unidad representativa*” o aleatoria. Cuando se incluyen unidades de muestreo adicionales, el cálculo del PCI es ligeramente modificado para prevenir la extrapolación de las condiciones inusuales en toda la sección.

3.1.7 Evaluación de la Condición

El procedimiento varía de acuerdo con el tipo de superficie del pavimento que se inspecciona. Debe seguirse estrictamente la definición de los daños de este manual para obtener un valor del PCI confiable.

La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

a. Equipo.

- Odómetro manual para medir las longitudes y las áreas de los daños.
- Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.
- Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.

b. Procedimiento. Se inspecciona una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo con el Manual de Daños, y se registra la información en el formato correspondiente. Se deben conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimientos de medida los daños. Se usa un formulario u “*hoja de información de exploración de la condición*” para cada unidad de muestreo y en los formatos cada renglón se usa para registrar un daño, su extensión y su nivel de severidad.

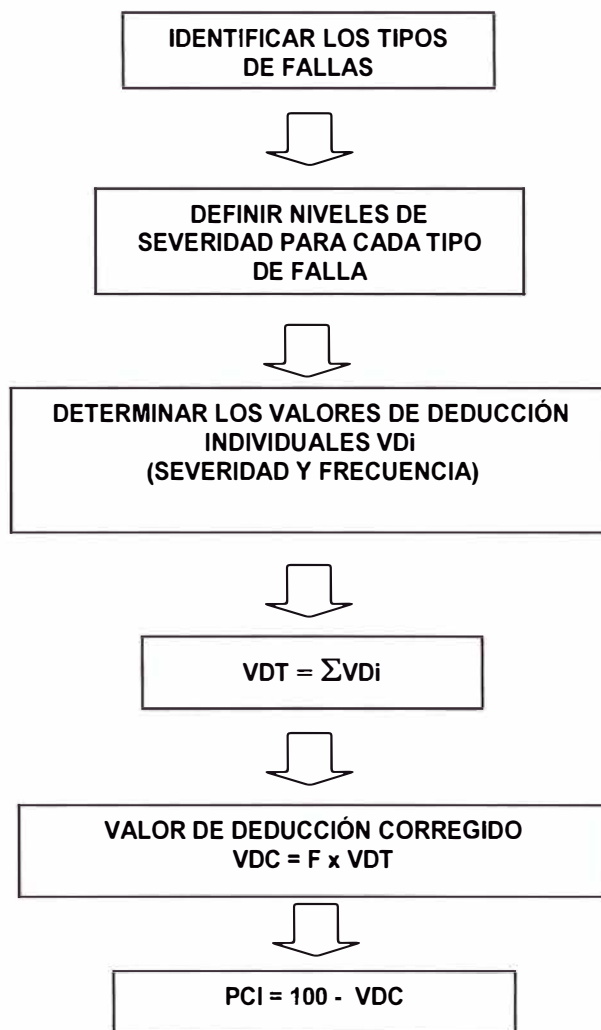
c. El equipo de inspección deberá implementar todas las medidas de seguridad para su desplazamiento en la vía inspeccionada, tales como dispositivos de señalización y advertencia para el vehículo acompañante y

para el personal en la vía.

3.1.8 Cálculo del PCI de las unidades de muestreo.

El diagrama de flujo que se presenta en la Figura N° 3.2, muestra esquemáticamente los pasos necesarios para determinar el PCI.

Figura N° 3.2
Diagrama de Flujo para el Cálculo del PCI



(Fuente: Elaboración propia)

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.

Cálculo del PCI para Carreteras con Capa de Rodadura Asfáltica

Etapla 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 del Gráfico N° 15. 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 indicadas en el Anexo N° 02, Curvas de Valor Deducido del Daño. (Fuente: MTC, Norma ASTM D6433-03, 2003)

Etapla 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 *Etapla 4*. De lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b. y 2.c.

2. b. Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.

2. c. Determine el “*Número Máximo Admisible de Valores Deducidos*” (m), utilizando la Ecuación 3:

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

Ecuación 3. Carreteras pavimentadas

Donde:

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

HDV_i : 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. Ver Anexo N° 03: Curva del Valor Deducido Corregido CDV, (Fuente: Manual del Índice de Condición de Pavimentos PCI, Vásquez Varela, 2002)
- 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.

Cuadro N° 3.4
Formato para el Cálculo del Máximo CVD

No.	Valores Deducidos								Total	q	CDV
1											
2											
3											
4											

(Fuente: Norma Técnica ASTM 6433 – 03, 2003)

3.1.9 Cálculo del PCI de una sección de pavimento.

Una sección de pavimento abarca varias unidades de muestreo. Si todas las unidades de muestreo son inventariadas, el PCI de la sección será el promedio de los PCI calculados en las unidades de muestreo. Si se utilizó la técnica del muestreo, se emplea otro procedimiento.

Si la selección de las unidades de muestreo para inspección se hizo mediante la técnica aleatoria sistemática o con base en la representatividad de la sección, el PCI será el promedio de los PCI de las unidades de muestreo inspeccionadas. Si se usaron unidades de muestreo adicionales se usa un promedio ponderado calculado de la siguiente forma:

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

Ecuación N.-04

Donde:

PCIS: PCI de la sección del pavimento.

PCIR: PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas.

PCIA: PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.

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

A: Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas.

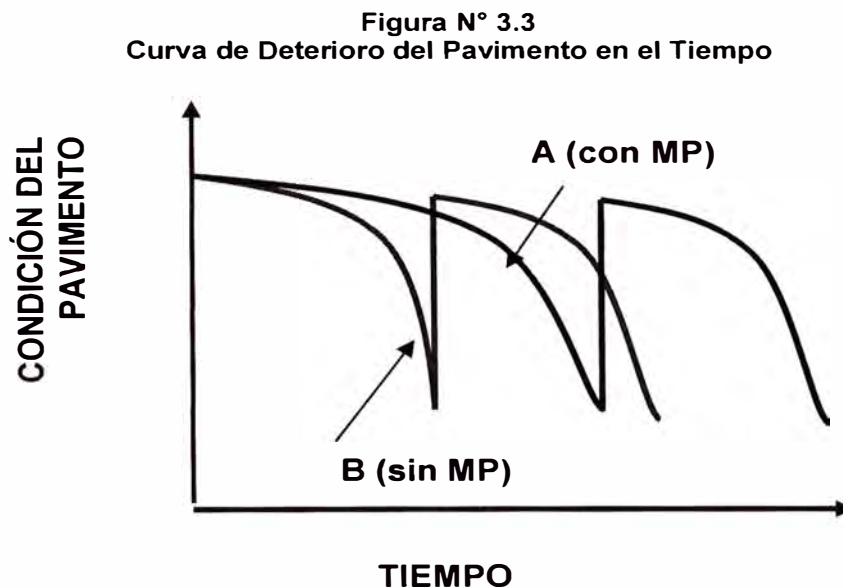
3.2 CONCEPTOS TEÓRICOS ADICIONALES

3.2.1 Evaluación Superficial de Pavimentos Flexibles

Una de las grandes preocupaciones de los administradores e ingenieros de infraestructura vial es el mantenimiento de los pavimentos flexibles. La preservación del valor del patrimonio de las áreas pavimentadas depende, fundamentalmente, del mantenimiento de rutina y/o correctivo.

Pavimentos en buenas condiciones proporcionan además de menores costos, mayor seguridad a los usuarios, la conservación y restauración es un factor importante a ser considerado. La falta de mantenimiento significa desperdiciar inversiones realizadas anteriormente. El mantenimiento de pavimentos equivale a un costo de conservación, el gasto realizado para el mantenimiento de los pavimentos a lo largo del tiempo será compensado, pues, la no conservación de ellos trae consigo costos mayores que muchas veces no pueden ser considerados en las inversiones anuales. Con un buen mantenimiento se llega a tener un ahorro considerable en las inversiones anuales, para que los pavimentos puedan funcionar de forma segura, suave y sin que ocurran fenómenos inadecuados en la interacción vehículo/pavimento.

En la Figura N° 3.3, se puede apreciar la disminución en la calidad de la condición de un pavimento a lo largo del tiempo cuando no se considera un mantenimiento preventivo efectivo.



3.2.2 Criterios de Mantenimiento y Niveles de Servicio

Cada entidad responsable de la conservación de pavimentos necesita establecer criterios respecto al nivel de servicios cuando alguna acción tiene que emprenderse y proveer pautas para el tipo de medidas de conservación de su competencia. Esto depende de la práctica local, disponibilidad de materiales, recursos económicos, etc.; y puede consistir desde un sistema tan simple, como la evaluación visual de pavimentos, hasta una evaluación detallada que implican mediciones sistemáticas de rugosidad, deflexiones, resistencia al patinaje o deslizamiento.

Cualquier acción a ser emprendida depende de la condición de la vía. Generalmente hay más de una opción disponible, como el tipo de tratamiento y la periodicidad y/o oportunidad de dicha acción. Es importante seleccionar la correcta estrategia, el tiempo conveniente, la utilización de la técnica y materiales apropiados y el personal entrenado para dichas acciones. A continuación se describen resumidamente los objetivos y conceptos básicos de los términos utilizados en las tareas de mantenimiento y rehabilitación de caminos y vías urbanas en general.

❖ Conservación Vial

Concepto Básico: Conjunto de actividades destinadas a preservar a largo plazo, la condición integral de transitabilidad de los caminos.

Objetivo: Evitar al máximo posible, la pérdida gradual del capital invertido en los caminos, mediante la gestión de programas de conservación específicos dirigidos a proteger la estructura básica y la superficie de rodadura de ellos.

❖ Mantenimiento Rutinario

Concepto Básico: Reparación menor localizada para subsanar defectos (fallas) en la calzada y el pavimento.

Semejante a reparación de huecos y parchado localizado. Es llevado a cabo después que el deterioro ha ocurrido y usualmente aplicando tratamientos de acuerdo a los niveles de deterioro y bajo límites aceptables, con frecuencia de una (01) o más veces al año.

También incluye servicios y reparaciones que son requeridas por razones de seguridad, operación y serviciabilidad de la vía, tales como el mantenimiento de la señalización vertical y horizontal, pintado de sardineles y marcas correspondientes.

Objetivo: Evitar la destrucción gradual de una vía mediante acciones y reparaciones preventivas de protección física de la estructura básica y de su superficie de rodadura.

❖ Mantenimiento Periódico

Concepto Básico: Reparación y renovación parcial extensiva, a ejecutarse cada cierto tiempo en las vías, para evitar deterioros que afecten la estructura básica y superficie de las vías. Se considera el ciclo de vida de las vías y el probable desgaste en el tiempo de las mismas, por acción de las cargas variables del tráfico vehicular.

Comprende tratamientos superficiales en general (sellado, recapado, riego bituminoso, etc.) y también la renovación de la superficie de rodadura (mayormente aplicado a pavimentos flexibles) y la renovación del material de las juntas en pavimentos rígidos.

Objetivo: Proteger la estructura básica y la superficie de las vías, mediante la ejecución de actividades extensivas periódicas, tales como tratamientos superficiales o renovación de la superficie de rodadura.

❖ Rehabilitación

Concepto Básico: Reparación mayor selectiva, con refuerzo del pavimento o de la calzada. Se requiere previamente efectuar trabajos de mantenimiento como tratamiento de fisuras, parchados, etc. en la estructura existente y posibles mejoramientos de drenaje, cuando sea necesario.

Comprende actividades de reciclado de pavimento, utilizados con la finalidad de corregir o mejorar los requerimientos estructurales y funcionales de las vías.

Objetivo: Restablecer la capacidad estructural y la calidad original de la superficie de rodadura de las vías.

En el Cuadro N° 3.5 se presentan las Categorías de Mantenimiento Sugerido dependiendo del resultado de la evaluación de la condición del pavimento.

Cuadro N° 3.5
Categoría de Mantenimiento Sugerido Según Condición de la Vía

Condición Actual	Descripción	Categoría de Mantenimiento
Excelente	Pavimento en condición muy buena. Circulación muy confortable; no requiere acciones de mantenimiento correctivo inmediatas: ocasionalmente pueden requerir acciones de mantenimiento preventivo. No hay defectos de superficie o agrietamientos de ningún tipo.	Mantenimiento Rutinario Preventivo
Buena	Pavimento en condición buena. Circulación cómoda, con fallas incipientes como: depresiones debidas a pequeñas deformaciones, defectos y/o agrietamientos de superficie intermitentes (bajo a moderado) que requieren acciones de mantenimiento correctivas inmediatas y/o en el corto plazo.	Mantenimiento Rutinario y/o Periódico Correctivo Reparación menor localizada de deterioros de las vías sujeto a tratamientos superficiales diversos.
Regular	Pavimento en condiciones dudosa o regular. Circulación aceptable, con fallas evidentes como: depresiones intermitentes a frecuentes debidas a deformaciones de la superficie, defectos y agrietamientos de la superficie moderados, intermitentes a frecuentes, se pueden presentar niveles bajos de piel de cocodrilo localizado, estas fallas requieren acciones de mantenimiento correctivo frecuentes o intensivos y probablemente una rehabilitación a mediano plazo.	Mantenimiento Intensivo. Para mantener el nivel de serviciabilidad. Candidato para mantenimiento intensivo mayor - Candidato para rehabilitación en 5 años. Este nivel comprende tres tipos de acciones: 1. Condición dudosa mantenimiento intensivo mayor. 2. Sellado de superficie. 3. Recapado delgado con elementos de control de fisuras reflejas.
Mala	Pavimento en condición deficiente. La circulación es apenas aceptable, presenta fallas en proceso de generación como: depresiones frecuentes debido a deformaciones moderadas a severas de la superficie, defectos y agrietamientos de superficie frecuentes moderados a severos. Piel de cocodrilo localizado a niveles bajo a moderado, estas fallas requieren una rehabilitación en el corto plazo para evitar la generalización de daños irreversibles. En otras ocasiones el pavimento presenta fallas como: depresiones frecuentes a extensas debidas a defectos y/o agrietamientos moderados a severos de superficie, frecuentes a extensos. Piel de cocodrilo baja o moderada frecuente a extensas, estas fallas requieren una rehabilitación mayor, probablemente con alto porcentaje de reconstrucción, en el corto plazo.	Mantenimiento de Rehabilitación con refuerzo estructural, es el mantenimiento correctivo que retarda el deterioro rápido del nivel de serviciabilidad. Candidato para rehabilitación con Reconstrucción, a fin de preservar el mantenimiento de la seguridad y los niveles mínimos de serviciabilidad. Rehabilitar según la intensidad de uso, inmediatamente o dentro de un período de tres años.

(Fuente: Booz – Allen, 1999: p. 15)

3.2.3 *Objetivos de la Evaluación Superficial de los Pavimentos*

La evaluación superficial busca obtener información valiosa para tomar decisiones acertadas antes de que el pavimento sufra daños, que con el paso del tiempo resulten irreversibles y necesite de alternativas de solución muy costosas que quizás tarden mucho tiempo en llegar. Es por eso, que la evaluación oportuna del pavimento permitirá a las autoridades competentes establecer acciones de prevención basadas en el análisis de la información potencial brindada. Para tal fin se deberán alcanzar los siguientes objetivos en dicha evaluación:

- ❖ Verificar si el desempeño o la función esperada está siendo alcanzada.
- ❖ Obtener información para el planeamiento de mantenimiento y/o restauración.
- ❖ Obtener información para mejorar la tecnología de proyecto de mantenimiento y/o construcción.
- ❖ Determinar el deterioro físico (fallas de los pavimentos: grietas, deformación, envejecimiento, etc.)
- ❖ Evaluar la buena calidad de rodaje y seguridad operacional de los vehículos, bajo cualquier condición meteorológica.
- ❖ Reducir los costos de mantenimiento.
- ❖ Formar programas de banco de datos de confiabilidad para llegar a costos de mantenimiento preventivo.

3.2.4 *Causas de las Fallas en los Pavimentos*

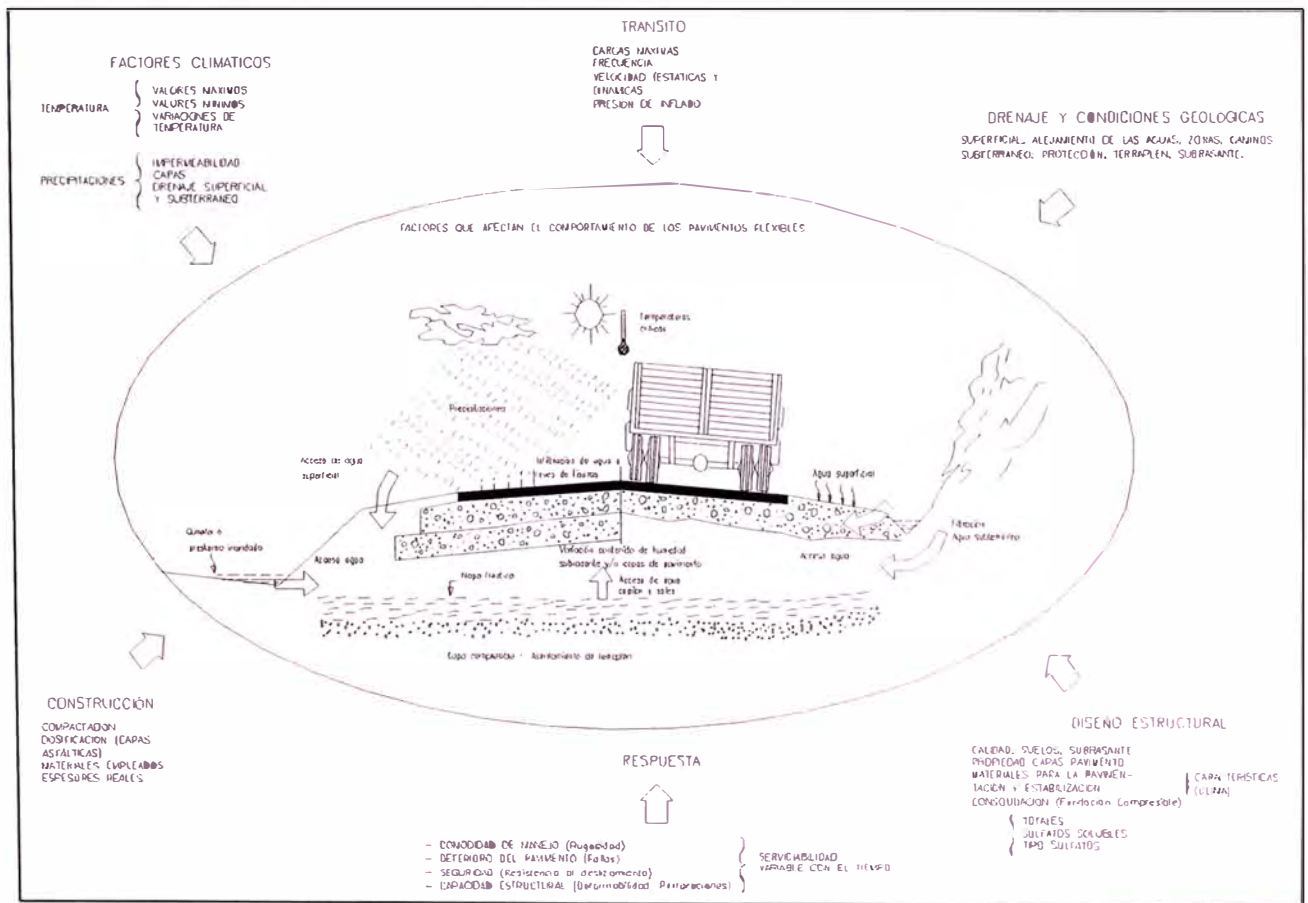
Los daños en los pavimentos flexibles se deben a múltiples causas, dentro de las cuáles se pueden citar las siguientes:

- ❖ 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.
- ❖ 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.

- ❖ **Deficiencias de Proyecto:** Diseños inadecuados y una mala valoración de la sub-rasante. 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. No consideración del factor ambiental.
- ❖ **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.
- ❖ **Deficiente Mantenimiento:** Técnicas inadecuadas o por falta de mantenimiento y conservación.

Figura N° 3.4
Factores que Afectan el Comportamiento de los Pavimentos Flexibles



(Fuente: Diapositivas de clase, 2009)

CAPÍTULO IV

EVALUACIÓN SUPERFICIAL POR EL MÉTODO DEL PCI, DE LA CARRETERA CAÑETE – YAUYOS – CHUPACA, KM. 69+000 – KM. 74+000

4.1 APLICACIÓN DEL MÉTODO EN CAMPO

Se realizó en campo la evaluación superficial del tramo de la carretera en estudio, lo cual corresponde desde el Km 69+000 hasta el Km 74+000, para lo cual se realizó el siguiente proceso:

4.1.1. Determinación de las unidades de muestreo:

El tramo en estudio tiene una longitud de 5km en total, según la norma ASTM 6433-03, se deben tomar unidades de muestreo de $230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$, en este caso tomamos el área máxima de 323 m^2 , como unidad de muestreo, lo cual considerando el ancho promedio de la calzada (4 – 4.5 m) nos da una longitud de muestreo entre 71 y 80m. Para el estudio se tomó unidades de muestreo de 100m de longitud pero con el valor agregado de que se evaluó el 100% del tramo, es decir no se tomaron unidades de muestreo en si, sino que se evaluó el PCI en los 5 km de longitud del tramo.

Con esto estamos logrando un alcance superior al que establece la norma, esto considerando que la longitud de 5km no es muy grande y se puede recorrer a pie y evaluar en un 100%.

4.1.2. Evaluación de la condición del pavimento:

Con la ayuda del equipamiento correspondiente se procede a realizar la inspección visual a pie de las fallas según el catálogo de la norma ASTM 6333-03. El proceso es el siguiente:

- Se identifica visualmente la falla.
- Se identifica la severidad.
- Se realiza el metrado correspondiente.
- Se toma el registro fotográfico.

A continuación se muestra fotográficamente algunos registros de campo.

Figura N° 4.1 Fotos de la Evaluación Realizada



Foto 01: Se muestra el hito de inicio del tramo en estudio en el km 69+000. **Foto 02:** Falla tipo Grieta de Borde, con severidad Media y Alta, en la figura se observa la identificación y el metrado de la falla. (km 69+000 – km. 70+000)

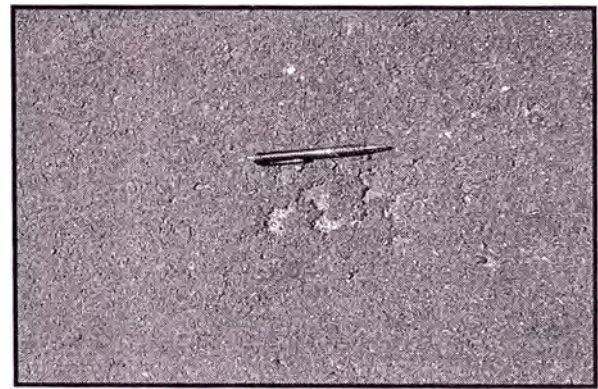
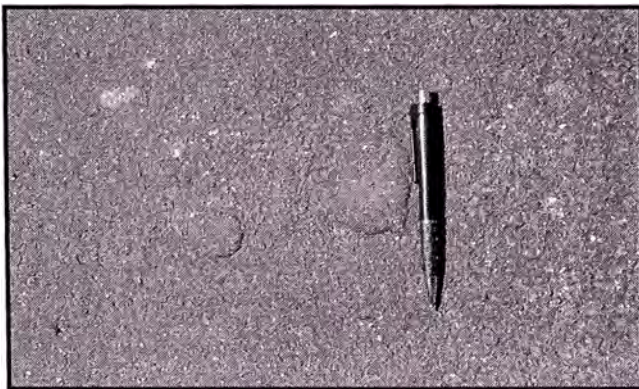


Foto 03: Fallas tipo Bacheo de severidad Baja. **Foto 04:** Falla tipo Huevo de severidad Baja. Estas fallas son producto del desprendimiento de rocas del talud superior de la carretera, esto se produce con mucha frecuencia a lo largo de los dos primeros kilómetros de estudio. (km 69+000 – km. 70+000)



Figura 05: Se observa una falla tipo Hinchamiento de severidad Alta. **Figura 06:** Se observan varias fallas consecutivas tipo Huevo de severidad Baja. (km 69+000 – km. 70+000)

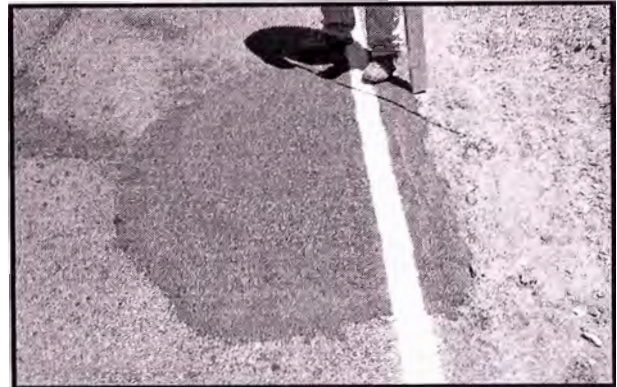


Foto 07: Se muestra el hito de inicio del km 70+000. **Foto 08:** Falla tipo Bache de severidad Baja, por estar este parche en buenas condiciones de transitabilidad. (km 70+000 – km. 71+000)

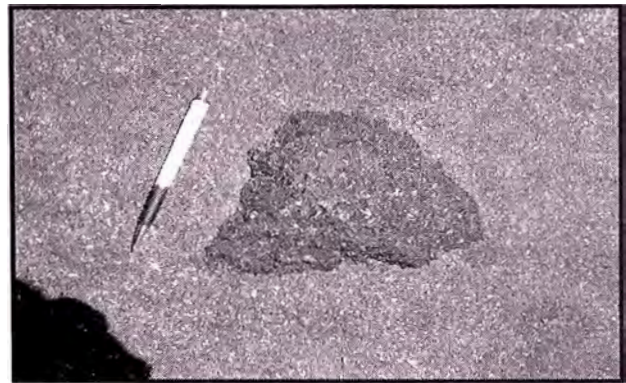


Foto 09: Se observa una falla tipo Hueco de severidad Alta. **Foto 10:** Se observa falla tipo Bache de severidad Media, producto de un hueco parchado entre los. (km 70+000 – km. 71+000)



Foto 11: Se observa una vista lateral de la erosión del Rio Cañete al talud inferior de la carretera. Esta erosión poco a poco socaba la base de la estructura generando hundimientos en la superficie. **Foto 12:** Fallas tipo Grietas de Borde con severidad Alta. (km 70+000 – km. 71+000)

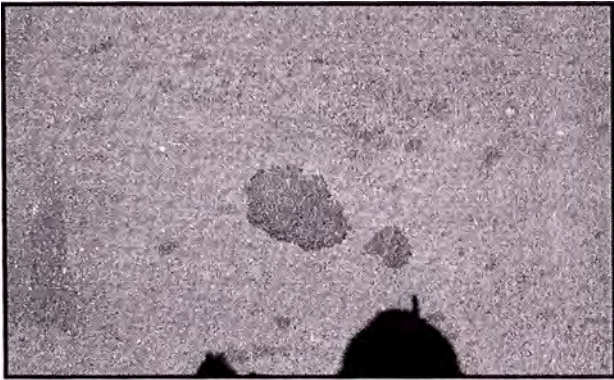


Foto 13: Se observa una falla tipo Bache de severidad Baja, **Foto 14:** Se observa una falla tipo Grieta de Borde de severidad Alta. Se ve el desprendimiento total de la capa superficial. (km 71+000 – km. 72+000)

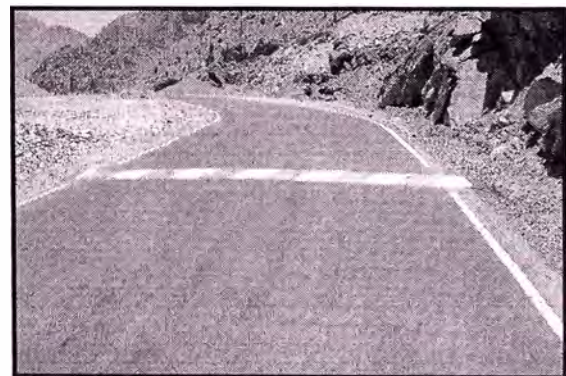


Foto 15: Se observa falla tipo Bache de Severidad Baja **Foto 16:** Se observa en la vista un rompe-muelle el cual tiene como objeto la disminución de velocidad al final de un tramo recto e ingreso a una curva en la calzada. (km 71+000 – km. 72+000)



Foto 17: Se observa el hito de inicio de la progresiva del km. 72+000. **Foto 18:** Se observa el cruce a través de la vía de una alcantarilla artesanal de piedra, esto con el tiempo puede ocasionar fallas estructurales en esa parte de la vía. (km 72+000 – km. 73+000)



Foto 19 y 20: Se observa el cruce de la carretera a través del poblado de San Jerónimo, en este tramo la misma ha sufrido la acción de la actividad humana, como se observa, se utiliza parte de la vía para almacenar materiales de construcción y estacionar volquetes. (km. 72+000 – km. 73+000)



Foto 21: Se observa el hito de inicio de la progresiva km. 73+000 **Foto 22:** Se observa en la vista la acción humana la cual tiene parte de la vía como un depósito ferretero, piedras, ladrillos y volquetes ocupan parte de ella, deteriorándola. (km 73+000 – km. 74+000)



Foto 23: Se observa un sector de la vía la cual caracteriza a los km 71+000 al km 74+000. con escasas fallas en la superficie. Esto debido al poco tiempo de aplicado el mejoramiento superficial tipo Slurry Seal. **Foto 24:** Se observa el hito final del tramo, km. 74+000.

(Fuente: Elaboración propia)

Así también en el **Anexo 03: Formatos de Registro de Fallas**; (Fuente: Elaboración propia) se adjunta los formatos de registro en campo para los 5km de evaluación

4.2 DETERMINACIÓN DEL PCI DEL TRAMO EN ESTUDIO

4.2.1 Proceso de cálculo del PCI

Luego de la toma de datos en campo se procede a calcular el PCI de los subtramos escogidos para el análisis, para ello lo cual se realiza el siguiente procedimiento:

- Con la ayuda del formato correspondiente, se halla la densidad de cada una de las fallas presentes.
- Se calcula los valores de deducción individuales DVi, por cada tipo de tipo de falla y de acuerdo a la severidad correspondiente.
- Luego se calcula el Valor de Deducción Total y seguidamente el Valor de Deducción Total.
- Finalmente se obtiene el valor de PCI, para cada subtramo de estudio.

4.2.2 Cálculo del PCI, del subtramo Km. 69+000 - Km. 69+100

Siguiendo el proceso de cálculo.

1.- En la Figura N° 4.3 para el sub tramo 69+000 – 69+100, se anota el metrado en la parte de “Tipos de falla existentes” de la figura.

En este caso, acuerdo al Manual de Daños del Anexo N° 01, se anotan las fallas: Grietas de Borde (7), Baches (11) y Huecos (13).

2.- Luego se calcula la densidad en porcentaje, de cada tipo de falla, dividiendo el metrado obtenido entre el área de la sección, por ejemplo:

Para la falla tipo 7 se tiene, de la figura: $4.3 / 450 \times 100 = 0.96$

tablas de Valores de Deducción, hallamos los Valores de Deducción para cada tipo de falla. Así tenemos,

- Para la falla 7

Tenemos una densidad de 0.96; recurriendo a las Curvas de Valor Deducido del Anexo N° 02: Figura C-7, obtenemos,

Valor de Deducción = 8

- Para la falla 11

Tenemos una densidad de 0.04; recurriendo al Anexo N° 02: Figura C-11, obtenemos,

Valor de Deducción = 0

- Para la falla 13

Tenemos una densidad de 0.44; recurriendo al Anexo 02: Figura C-13, obtenemos,

Valor de Deducción = 12

4.- Seguidamente, con los Valores de Deducción" calculados, iniciamos el proceso de iteración para calcular el Máximo Valor de Deducción Corregido.

Para la primera iteración:

VDT = 20, producto de la suma de 8, 0 y 12

Como tenemos 3 Valores de Deducción, de los cuales solo dos son mayores que 2, usamos **q = 2**.

Con **VDT = 20** y **q = 2**, vamos al **Anexo N° 02, Valor Deducido Total**; Figura C-20.

Hallamos, Valor de Deducción Corregido (VDC)= 15

Para la segunda iteración:

Se reduce a 2, el menor Valor de Deducción presente, en este caso reducimos a 2 el valor de 8

VDT = 14, producto de la suma de 2, 0 y 12

Como tenemos 3 Valores de Deducción, de los cuales solo uno es mayor que 2, usamos $q = 1$.

Con **VDT = 14** y $q = 1$, vamos al **Anexo N° 02, Valor Deducido Total**; Figura C-20.

Hallamos, Valor de Deducción Corregido (VDC)= 14

De estas dos iteraciones tenemos:

*	VDT	q	VDC max
1era Iteración	20	2	15
2da Iteración	14	1	14

El cual también se indica en la Figura N° 4.3

5.- Luego se hallar el Máximo Valor de Deducción Corregido (VDC max), se halla el valor del PCI.

VDC máx. = 15

PCI = 100 -15 = 85

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO: MUY BUENO

4.2.3 *Cálculo del PCI, de los subtramos Km. 69+100 – Km. 69+200 y Km. 9+200 – Km. 69+300*

Idénticamente al cálculo del PCI del subtramo km. 69+000 – km. 69+100, se realiza el cálculo del PCI de los subtramos km. 69+100 – km. 69+200 y km. 69+200 – km. 69+300. En las Figuras N° 4.4 y N° 4.5, que se muestran a

4.2.4 Cálculo del PCI, con el programa PCI-MTC

Aplicamos para el cálculo de los siguientes subtramos, el programa que aplica el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, el cual arroja muy resultados en comparación con la evaluación manual del PCI. En el siguiente cuadro mostramos una comparación entre el método manual y el programa de PCI utilizado por el Ministerios de Transportes.

Cuadro N° 4.1
Comparación: Calculo Manual vs Programa PCI-MTC

TRAMO	PCI manual	PCI - MTC	% error
69000 - 69100	85	84.2	0.94
69100 - 69200	82.8	81.2	1.93
69200 - 69300	100	100	0.00

(Fuente: Norma Técnica ASTM 6433 – 03, 2003)

Se puede observar que se logran muy buenos resultados al aplicar el programa PCI del MTC, para el cálculo automático del PCI, logrando para tres datos de PCI obtenidos manualmente, un error máximo del 1.93% y un mínimo de 0%.

En consecuencia se aplicó para el cálculo de los demás tramos de estudio el programa del PCI-MTC, mostrándose los resultados en el siguiente Cuadro N° 4.2: Determinación del PCI, con el programa PCI-MTC.

**CUADRO N° 4.2: DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) con el Programa PCI - MTC
{ Pavimentos Flexibles }
(ASTM D 6433)**

PROYECTO
TRAMO
CARRIL
FECHA

I
AMBOS
03/10/2009

ANCHO SUPERFICIE DE RODADURA (m)
ANCHO PROMEDIO DE CARRIL (m)
LONGITUD DE LA MUESTRA (m)

4,00
4,50
2,25
100,00

PROGRESIVA		AREA m²	Severidad	TIPO DE DETERIORO REGISTRADO																			VDT	VDC	PCI	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	
Del Km	Al Km			Piel de cocodrilo	Exudación	Agrietamiento en bloque	Abultamientos y hundimientos	Conjugación	Depresión	Grieta de borde	Grieta de reflexión de junta	Desnivel carril / berma	Grietas longitudinales y transversales	Parcheo	Pulimento de agregados	Huecos	Cruce de vía férrea	Ahuellamiento	Desplazamiento	Grieta parabólica (slippage)	Hinchamiento	Desprendimiento de agregados					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19						
69+000	69+100	450,00	L M H						4,3				0,2		2,0									21	16	84,2	MUY BUENO
69+100	69+200	450,00	L M H						4,0				0,0		3,0									25	19	81,2	MUY BUENO
69+200	69+300	450,00	L M H										0,1											0	0	100	EXCELENTE
69+300	69+400	450,00	L M H						1,0				0,1 0,0		4,0									32	24	75,8	MUY BUENO
69+400	69+500	450,00	L M H																	0,4				0	0	100	EXCELENTE
69+500	69+600	450,00	L M H						7,0				0,0								0,3			13	13	87	EXCELENTE
69+600	69+700	450,00	L M H						1,3						1,0									18	18	82	MUY BUENO
69+700	69+800	450,00	L M H						0,7															2	0	100	EXCELENTE
69+800	69+900	450,00	L M H						0,6				0,0											2	0	100	EXCELENTE
69+900	70+000	450,00	L M H																					0	0	100	EXCELENTE
70+000	70+100	450,00	L M H		0,1				6,0				2,0											11	11	89	EXCELENTE
70+100	70+200	450,00	L M H						5,0						1,0									24	18	81,9	MUY BUENO
70+200	70+300	450,00	L M H										1,0		2,0									21	21	79	MUY BUENO
70+300	70+400	450,00	L M H						2,6				0,0		1,0									25	19	81,2	MUY BUENO
70+400	70+500	450,00	L M H										0,8 0,0											3	0	100	EXCELENTE
70+500	70+600	450,00	L M H										0,0											3	0	100	EXCELENTE
70+600	70+700	450,00	L M H						4,3				0,1											9	9	91	EXCELENTE
70+700	70+800	450,00	L M H																					0	0	100	EXCELENTE
70+800	70+900	450,00	L M H										0,1											0	0	100	EXCELENTE
70+900	71+000	450,00	L M H										0,0											3	0	100	EXCELENTE
71+000	71+100	400,00	L M H												1,0									8	8	92	EXCELENTE
71+100	71+200	400,00	L M H						1,8				0,3											8	8	92	EXCELENTE
71+200	71+300	400,00	L M H										0,1											3	0	100	EXCELENTE
71+300	71+400	400,00	L M H						1,2				0,4											4	0	100	EXCELENTE
71+400	71+500	400,00	L M H												2,0									12	12	88	EXCELENTE

**CUADRO N° 4.2: DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) con el Programa PCI - MTC
{ Pavimentos Flexibles }
(ASTM D 6433)**

PROYECTO	I
TRAMO	AMBOS
CARRIL	03/10/2009
FECHA	

ANCHO SUPERFICIE DE RODADURA (m)	4,00
ANCHO PROMEDIO DE CARRIL (m)	4,50
LONGITUD DE LA MUESTRA (m)	2,25
	100,00

PROGRESIVA		AREA m²	Severidad	TIPO DE DETERIORO REGISTRADO																			VDT	VDC	PCI	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	
Del Km	Al Km			Piel de cocodrilo	Exudación	Agrietamiento en bloque	Abultamientos y hundimientos	Corrugación	Depresión	Grieta de borde	Grieta de reflexión de junta	Desnivel carri / berna	Grietas longitudinales y transversales	Parqueo	Pulimento de agregados	Huecos	Cruce de vía ferrea	Ahuellamiento	Desplazamiento	Grieta parabólica (slippage)	Hinchamiento	Desprendimiento de agregados					
			#	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19						
71+500	71+600	400,00	L M H										0,3											0	0	100	EXCELENTE
71+600	71+700	400,00	L M H						2,2															8	8	92	EXCELENTE
71+700	71+800	400,00	L M H										0,5		1,0									8	8	92	EXCELENTE
71+800	71+900	400,00	L M H						1,8				0,3											8	8	92	EXCELENTE
71+900	72+000	400,00	L M H						1,0				0,2		1,0									12	12	88	EXCELENTE
72+000	72+100	400,00	L M H						1,0				0,1											4	0	100	EXCELENTE
72+100	72+200	400,00	L M H										0,2		1,0									8	8	92	EXCELENTE
72+200	72+300	400,00	L M H						1,4															7	7	93	EXCELENTE
72+300	72+400	400,00	L M H										0,1 0,1											3	0	100	EXCELENTE
72+400	72+500	400,00	L M H						0,8						2,0									14	14	86	EXCELENTE
72+500	72+600	400,00	L M H										0,4											0	0	100	EXCELENTE
72+600	72+700	400,00	L M H																					0	0	100	EXCELENTE
72+700	72+800	400,00	L M H						1,6				0,3		2,0									19	14	85,8	EXCELENTE
72+800	72+900	400,00	L M H						0,8						1,0									10	10	90	EXCELENTE
72+900	73+000	400,00	L M H						0,9					0,3										4	0	100	EXCELENTE
73+000	73+100	400,00	L M H						1,5						1,0									15	11	88,8	EXCELENTE
73+100	73+200	400,00	L M H										0,5		1,0									8	8	92	EXCELENTE
73+200	73+300	400,00	L M H						2,3				0,8											8	8	92	EXCELENTE
73+300	73+400	400,00	L M H																					0	0	100	EXCELENTE
73+400	73+500	400,00	L M H						1,2				1,0		1,0									12	12	88	EXCELENTE
73+500	73+600	400,00	L M H						0,5															2	0	100	EXCELENTE
73+600	73+700	400,00	L M H						1,5															7	7	93	EXCELENTE
73+700	73+800	400,00	L M H																					0	0	100	EXCELENTE
73+800	73+900	400,00	L M H										0,7		2,0									12	12	88	EXCELENTE
73+900	74+000	400,00	L M H										0,0											3	0	100	EXCELENTE

4.2.5 Cálculo del PCI promedio

Con los datos de PCI hallados por el programa PCI MTC, se determina el PCI promedio para todo el tramo de 5km de longitud.

Cuadro N° 4.3
Cálculo del PCI Promedio del Tramo de Estudio

PROGRESIVA		PCI
Del	Al	

069+000	069+100	84
069+100	069+200	81
069+200	069+300	100
069+300	069+400	76
069+400	069+500	100
069+500	069+600	87
069+600	069+700	82
069+700	069+800	100
069+800	069+900	100
069+900	070+000	100
070+000	070+100	89
070+100	070+200	82
070+200	070+300	79
070+300	070+400	81
070+400	070+500	100
070+500	070+600	100
070+600	070+700	91
070+700	070+800	100
070+800	070+900	100
070+900	071+000	100
071+000	071+100	92
071+100	071+200	92
071+200	071+300	100
071+300	071+400	100
071+400	071+500	88
071+500	071+600	100
071+600	071+700	92

071+700	071+800	92
071+800	071+900	92
071+900	072+000	88
072+000	072+100	100
072+100	072+200	92
072+200	072+300	93
072+300	072+400	100
072+400	072+500	86
072+500	072+600	100
072+600	072+700	100
072+700	072+800	86
072+800	072+900	90
072+900	073+000	100
073+000	073+100	89
073+100	073+200	92
073+200	073+300	92
073+300	073+400	100
073+400	073+500	88
073+500	073+600	100
073+600	073+700	93
073+700	073+800	100
073+800	073+900	88
073+900	074+000	100
PCI promedio		93

(Fuente: Elaboración propia)

Como se observa,

- PCI promedio = 93
- Condición del Pavimento = EXCELENTE

- Los valores de PCI obtenidos varían desde el valor mas bajo PCI = 76, hasta un valor máximo de PCI = 100.
- Las principales fallas presentes en la superficie de la carretera fueron: parches, huecos, y grietas de borde. Esto debido al poco tiempo que tiene la aplicación del mejoramiento superficial en la carretera.
- En la evaluación del tramo, se presentan dos únicas fallas de tipo hinchamiento, entre los km 69+400 – km 69+600, los cuales no son frecuentes y se dan por causas particulares.
- Asimismo en la evaluación del tramo se presenta una falla de tipo exudación, entre los km 70+000 – km 70+100, la cual también se da por causas particulares.
- Se observó también que al pasar la carretera por el pueblo de San Jerónimo, esta era invadida por algunos pobladores que colocaban sus materiales de construcción como piedras y ladrillos en parte de la vía, asimismo la usan para estacionar sus volquetes, dañando y causando deterioro en la carretera.

Analizando los resultados producto de la evaluación del PCI, se tiene:

- Las calificaciones de PCI de MUY BUENO y EXCELENTE obtenido en los dos primeros kilómetros del tramo en estudio, se deben a que en este sector se evidencia muchos parches y grietas de borde por lo cual el valor de PCI varia entre 75 y 100.
- En los últimos tres kilómetros del tramo en estudio (km 71+000 – km 74+000) existen muy pocas fallas en la superficie, por lo que el PCI califica de EXCELENTE con valores entre 85.8 y 100.
- Con los valores de PCI calculados a través de los 5km del tramo, se obtuvo el valor de PCI promedio total; obteniéndose un valor de 93 (EXCELENTE), el cual evidencia dos cosas: 1) la baja densidad de fallas presentes en la carretera y 2) poco tiempo transcurrido desde que se hizo el tratamiento superficial (junio, 2009) al tramo en estudio.

- Los huecos presentes en la superficie de la carretera se deben principalmente al desprendimiento de rocas del talud superior de la carretera, sobre la superficie de la vía.
- Los parches presentes en la carretera son producto de la reparación de los huecos mencionados en el parrafo anterior.
- Las grietas de borde presentes en la superficie de la vía, son producto de la nula presencia de bermas laterales o sardineles en la carretera, por ello al existir un desnivel entre la calzada y el terreno adyacente, y con el paso de los vehículos. esto origina la aparición de fisuras de borde.
- Las fallas presentes de hinchamiento, son producto de suelos expansivos los cuales al entrar en contacto con el agua han aumentado su volumen y han ocasionado protuberancias en la superficie de la carretera.
- La falla de exudación presente en la vía, es producto de una mala mezcla en el proceso de bacheo, ya que la falla se produce exactamente en la misma área donde se ha hecho el parche.

CONCLUSIONES

- Los valores altos de PCI (75 – 100) hallados en el tramos de estudio, es debido a dos factores principalmente: 1) la baja densidad de fallas presentes en la carretera y 2) poco tiempo transcurrido desde que se hizo el tratamiento superficial (junio, 2009) en el tramo en estudio.
- El tratamiento superficial tipo Slurry Seal hecho al tramo de la carretera, ha mejorado la vía y ha permitido tener una superficie similar a una carretera pavimentada, por lo cual la superficie no ha sufrido casi deterioro y se encuentra en muy buenas condiciones.
- Siempre que una carretera se emplace cerca de una población, esta sufrirá la acción humana de una u otra forma, la cual puede afectar no solo la condición superficial de la misma, sino también la condición estructural de la vía.
- Se logra muy buenos resultados para el cálculo del PCI al aplicar el programa de PCI, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, convirtiéndose esta en una importante herramienta para el cálculo rápido del PCI para carreteras de gran longitud.
- La evaluación superficial continua de la carretera determinará la curva de Condición del Pavimento y el tiempo óptimo para intervenir en la vía con un mantenimiento preventivo económico y no correctivo y costoso.

RECOMENDACIONES

- De acuerdo a la condición actual de la vía, determinado por el PCI como Excelente, se recomienda un mantenimiento rutinario preventivo del tramo en estudio, para subsanar las fallas presentes en la superficie y para evitar el deterioro prematuro de la vía. La idea es que el mantenimiento debe iniciarse donde el daño ha llegado a ser más severo.
- Para el registro de las fallas en el campo, se recomienda el trabajar en equipo de dos personas, ya que de esta manera una de ellas hará la identificación total de la falla y realizará el metrado correspondiente, y la otra persona anotará los datos en el formato correspondiente, además de tomar el registro fotográfico de la falla.
- Para carreteras de pequeña longitud, se recomienda hacer la evaluación total del PCI a lo largo de toda la longitud de la vía, de esta manera se supera el alcance de la norma técnica y se halla un valor más real del PCI de la carretera.
- Se recomienda hacer esta misma evaluación del PCI de la vía, cada seis meses para así poder medir la respuesta de la carretera con el mejoramiento superficial tipo Slurry Seal ante todos los agentes externos presentes y poder establecer las acciones de mantenimiento adecuadas.

BIBLIOGRAFÍA

1. CUPE CURE, CARLOS EUGENIO; Ampliación y Mejoramiento de la Carretera Cañete – Yauyos – Huancayo, Km 165+900 al Km 166+200, Plan de Conservación Vial; Informe de Suficiencia, UNI – FIC, Lima – Perú, 2009.
2. GUTIÉRREZ LÁZARES, JOSÉ WILFREDO; Modelación Geotécnica de Pavimento Flexible con Fines de Análisis y Diseño en el Perú, Tesis de Maestría, UNI - FIC, Lima - Perú, 2007.
3. JUAREZ BADILLO, EULALIO; Mecánica de Suelos – Tomo I, Editorial Limusa, México, 1973.
4. Ministerio de Transportes y Comunicaciones; Norma ASTM 6433-03, Lima - Perú, 2004.
5. VASQUEZ VARELA, LUIS RICARDO, Traducción de la Norma ASTM Standard D 5340, Manizales – Colombia, 2002.
6. ZARIQUIEY NUÑEZ, CARLOS EUGENIO ALBERTO;: Ampliación y Mejoramiento de la Carretera: Cañete – Yauyos – Huancayo, del Km. 165+900 al Km. 166+200, Plan de Conservación Vial; Informe de Suficiencia, UNI - FIC, Lima - Perú, 2009.
7. www.camineros.com/docs/cam036.pdf
8. <http://www.proviasnac.gob.pe>

ANEXOS

ANEXO 01

Manual de Daños en Vías de Concreto Asfáltico

MANUAL DE DAÑOS EN VIAS DE CONCRETO ASFALTICO

Cuando se realiza la inspección de daños, debe evaluarse la calidad de tránsito (o calidad del viaje) para determinar el nivel de severidad de daños tales como las corrugaciones y el cruce de vía férrea. A continuación se presenta una guía general de ayuda para establecer el grado de severidad de la calidad de tránsito.

L: (Low: Bajo). Se perciben las vibraciones en el vehículo (por ejemplo, por corrugaciones) pero no es necesaria una reducción de velocidad en aras de la comodidad o la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un ligero rebote del vehículo pero creando poca incomodidad.

M: (Medium: Medio): Las vibraciones en el vehículo son significativas y se requiere alguna reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un rebote significativo, creando incomodidad.

H: (High: Alto): Las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que debe reducirse la velocidad de forma considerable en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un excesivo rebote del vehículo, creando una incomodidad importante o un alto potencial de peligro o daño severo al vehículo.

La calidad de tránsito se determina recorriendo la sección de pavimento en un automóvil de tamaño estándar a la velocidad establecida por el límite legal. Las secciones de pavimento cercanas a señales de detención deben calificarse a la velocidad de desaceleración normal de aproximación a la señal.

1. PIEL DE COCODRILO.

Descripción: Las grietas de fatiga o piel de cocodrilo son una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo acción repetida de las cargas de tránsito. El agrietamiento se inicia en el fondo

de la capa asfáltica (o base estabilizada) donde los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión son mayores bajo la carga de una rueda. Inicialmente, las grietas se propagan a la superficie como una serie de grietas longitudinales paralelas. Después de repetidas cargas de tránsito, las grietas se conectan formando polígonos con ángulos agudos que desarrollan un patrón que se asemeja a una malla de gallinero o a la piel de cocodrilo. Generalmente, el lado más grande de las piezas no supera los 0.60 m.

El agrietamiento de piel de cocodrilo ocurre únicamente en áreas sujetas a cargas repetidas de tránsito tales como las huellas de las llantas. Por lo tanto, no podría producirse sobre la totalidad de un área a menos que esté sujeta a cargas de tránsito en toda su extensión. (Un patrón de grietas producido sobre un área no sujeta a cargas se denomina como "grietas en bloque", el cual no es un daño debido a la acción de la carga).

La piel de cocodrilo se considera como un daño estructural importante y usualmente se presenta acompañado por ahuellamiento.

Niveles de severidad

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.



Cuadro 01: Rangos de Calificación del PCI
Fuente: Bozz-Allen & hamilton

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.



Cuadro 01: Rangos de Calificación del PCI
Fuente: Bozz-Allen & hamilton

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.



Cuadro 01: Rangos de Calificación del PCI
Fuente: Bozz-Allen & hamilton

Medida

Se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. La mayor dificultad en la medida de este tipo de daño radica en que, a menudo, dos o tres niveles de severidad coexisten en un área deteriorada. Si estas porciones pueden ser diferenciadas con facilidad, deben medirse y registrarse separadamente. De lo contrario, toda el área deberá ser calificada en el mayor nivel de severidad presente.

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.

2. EXUDACIÓN.

Descripción: La exudación es una película de material bituminoso en la superficie del pavimento, la cual forma una superficie brillante, cristalina y reflectora que usualmente llega a ser pegajosa. La exudación es originada por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de aplicación de un sellante asfáltico o un bajo contenido de vacíos de aire. Ocurre cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla en medio de altas temperaturas ambientales y entonces se expande en la superficie del pavimento. Debido a que el proceso de exudación no es reversible durante el tiempo frío, el asfalto se acumulará en la superficie.

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.



Cuadro 01: Rangos de Calificación del PCI
Fuente: Bozz-Allen & hamilton

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.



Cuadro 01: Rangos de Calificación del PCI
Fuente: Bozz-Allen & hamilton

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.



Cuadro 01: Rangos de Calificación del PCI
Fuente: Bozz-Allen & hamilton

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).

3. AGRIETAMIENTO EN BLOQUE.

Descripción: Las grietas en bloque son grietas interconectadas que dividen el pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño de 0.30 m x 0.3 m a 3.0 m x 3.0 m. Las grietas en bloque se originan principalmente por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diarios (lo cual origina ciclos diarios de esfuerzo / deformación unitaria). Las grietas en bloque no están asociadas a cargas e indican que el asfalto se ha endurecido significativamente. Normalmente ocurre sobre una gran porción del pavimento, pero algunas veces aparecerá únicamente en áreas sin tránsito. Este tipo de daño difiere de la piel de cocodrilo en que este último forma pedazos más pequeños, de muchos lados y con ángulos agudos. También, a diferencia de los bloques, la piel de cocodrilo es originada por cargas repetidas de tránsito y, por lo tanto, se encuentra únicamente en áreas sometidas a cargas vehiculares (por lo menos en su primera etapa).

Niveles de severidad.

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



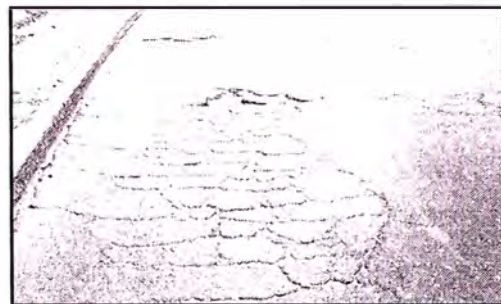
Cuadro 01: Rangos de Calificación del PCI
Fuente: Bozz-Allen & hamilton

M: Bloques definidos por grietas de severidad media



Cuadro 01: Rangos de Calificación del PCI
Fuente: Bozz-Allen & hamilton

- **H:** Bloques definidos por grietas de alta severidad.



Cuadro 01: Rangos de Calificación del PCI
Fuente: Bozz-Allen & hamilton

Medida

Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Generalmente, se presenta un solo 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.

4. ABULTAMIENTOS (BUMPS) Y HUNDIMIENTOS (SAGS).

Descripción: Los abultamientos son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento. Se diferencian de los desplazamientos, pues estos últimos son causados por pavimentos inestables. Los abultamientos, por otra parte, pueden ser causados por varios factores, que incluyen:

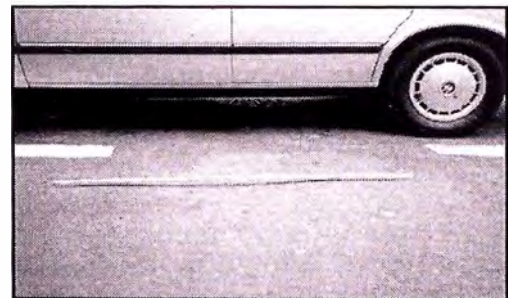
1. Levantamiento o combadura de losas de concreto de cemento Pórtland con una sobrecarpeta de concreto asfáltico.
2. Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo).
3. Infiltración y elevación del material en una grieta en combinación con las cargas del tránsito (algunas veces denominado "tenting").

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" (hinchamiento: swelling).

Niveles de severidad

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



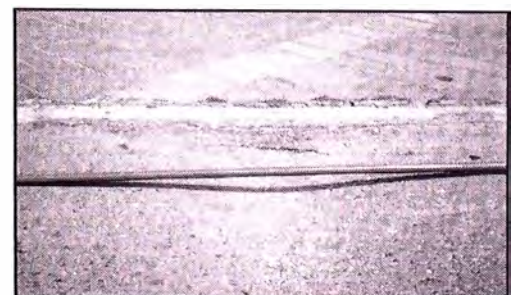
Cuadro 01: Rangos de Calificación del PCI
Fuente: Bozz-Allen & hamilton

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



Cuadro 01: Rangos de Calificación del PCI
Fuente: Bozz-Allen & hamilton

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



Cuadro 01: Rangos de Calificación del PCI
Fuente: Bozz-Allen & hamilton

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.

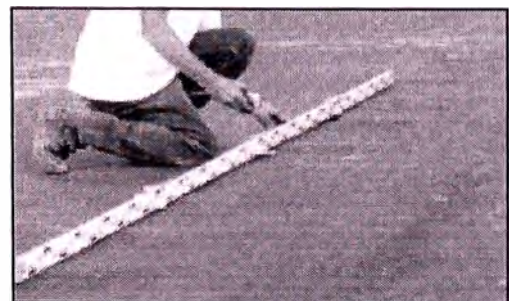
H: Reciclado (fresado) en frío. Parcheo profundo o parcial. Sobrecarpeta.

5. CORRUGACIÓN.

Descripción: La corrugación (también llamada “lavadero”) es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastante regulares, usualmente a menos de 3.0 m. Las cimas son perpendiculares a la dirección del tránsito. Este tipo de daño es usualmente causado por la acción del tránsito combinada con una carpeta o una base inestables. Si los abultamientos ocurren en una serie con menos de 3.0 m de separación entre ellos, cualquiera sea la causa, el daño se denomina corrugación.

Niveles de severidad

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



Cuadro 01: Rangos de Calificación del PCI
Fuente: Bozz-Allen & hamilton

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



Cuadro 01: Rangos de Calificación del PCI
Fuente: Bozz-Allen & hamilton

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.

6. DEPRESIÓN.

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 “baño de pájaros” (bird bath). 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.

7. GRIETA DE BORDE.

Descripción: Las grietas de borde son paralelas y, generalmente, están a una distancia entre 0.30 y 0.60 m 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

8. GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA (DE LOSAS DE CONCRETO DE CEMENTO PÓRTLAND).

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.

9. DESNIVEL CARRIL / BERMA.

Descripción: El desnivel carril / berma 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 sobrecarpetas 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.

10. GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (NO SON DE REFLEXIÓN DE LOSAS DE CONCRETO DE CEMENTO PÓRTLAND).

Descripción: Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento o a la dirección de construcción y pueden ser causadas por:

1. Una junta de carril del pavimento pobremente construida.
2. Contracción de la superficie de concreto asfáltico debido a bajas temperaturas o al endurecimiento del asfalto o al ciclo diario de temperatura.
3. Una grieta de reflexión causada por el agrietamiento bajo la capa de base, incluidas las grietas en losas de concreto de cemento Pórtland, pero no las juntas de pavimento de concreto.

Las grietas transversales se extienden a través del pavimento en ángulos aproximadamente rectos al eje del mismo o a la dirección de construcción. Usualmente, este tipo de grietas no está asociado con carga.

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.

11. PARCHEO Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PÚBLICOS.

Descripción: Un parche es un área de pavimento la cual ha sido remplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente. Un parche se considera un defecto no importa que tan bien se comporte (usualmente, un área parchada o el área adyacente no se comportan tan bien como la sección original de pavimento). Por lo general se encuentra alguna rugosidad está asociada con este daño.

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 solo parche tiene áreas de diferente severidad, estas deben medirse y registrarse de forma separada. Por ejemplo, un parche de 2.32 m² puede tener 0.9 m² de severidad media y 1.35 m² 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.

12. PULIMENTO DE AGREGADOS.

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.

13. HUECOS.

Descripción: Los huecos son depresiones pequeñas en la superficie del pavimento, usualmente con diámetros menores que 0.90 m y con forma de tazón. Por lo general presentan bordes aguzados y lados verticales en cercanías de la zona superior. El crecimiento de los huecos se acelera por la acumulación de agua dentro del mismo. Los huecos se producen cuando el tráfico arranca pequeños pedazos de la superficie del pavimento. La desintegración del pavimento progresa debido a mezclas pobres en la superficie, puntos débiles de la base o la subrasante, o porque se ha alcanzado una condición de piel de cocodrilo de severidad alta. Con frecuencia los huecos son daños asociados a la condición de la estructura y no deben confundirse con desprendimiento o meteorización. Cuando los huecos son producidos por piel de cocodrilo de alta severidad deben registrarse como huecos, no como meteorización.

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 13.1. Si el diámetro del hueco es mayor que 762 mm, debe medirse el área en pies cuadrados (o metros cuadrados) y dividirla entre 5 pies² (0.47 m²) 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.

Cuadro 13.1. Niveles de severidad para huecos.

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

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.

14. CRUCE DE VÍA FÉRREA.

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.

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 el 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.

16. DESPLAZAMIENTO.

Descripción: El desplazamiento es un corrimiento longitudinal y permanente de un área localizada de la superficie del pavimento producido por las cargas del tránsito. Cuando el tránsito empuja contra el pavimento, produce una onda corta y abrupta en la superficie. Normalmente, este daño sólo ocurre en pavimentos con mezclas de asfalto líquido inestables (cutback o emulsión). Los desplazamientos también ocurren cuando pavimentos de concreto asfáltico confinan pavimentos de concreto

de cemento Pórtland. La longitud de los pavimentos de concreto de cemento Pórtland se incrementa causando el desplazamiento.

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.

17. GRIETAS PARABÓLICAS (SLIPPAGE).

Descripción: Las grietas parabólicas por deslizamiento (slippage) 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.

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.

19. METEORIZACIÓN / DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS.

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.

ANEXO 02

Curvas de Valor Deducido

APPENDIX C

DEDUCT VALUE CURVES-ASPHALT SURFACED JOINTED CONCRETE PAVEMENT

-1. Introduction

In this appendix is furnished the deduct value curves essential for computing the PCI of a pavement sample unit as used in the manual PAVER system (figs C-1 through C-40).

-2. Type of pavements

These curves are provided in alphabetical order according to distress types, covering first asphalt surfaced pavement, then concrete pavements.

-3. User instructions

As explained in chapter 3, the following five steps are involved in calculating the PCI for a sample unit:

a. Step 1. Each sample unit is inspected and distress data recorded on DA Form 5145-R for concrete or DA Form 5146-R for bituminous pavements.

b. Step 2. The deduct values are determined from the deduct value curves in this appendix. The following examples are given for a sample unit 25 feet by 100 feet (2500 square feet):

(1) For 6 square feet of distress type 1 (Alligator Cracking) low severity, the density equals

$$\frac{6 \times 100}{2500} = .24.$$

Using figure C-1, find .24 on the distress density line. Proceed vertically to the L (Low Severity) curve, then horizontally to the left to read a deduct value of 4.

(2) For 16 square feet of distress type 1 (Alligator Cracking) Medium Severity the density equals

$$\frac{16 \times 100}{2500} = .64.$$

Using figure C-1, find .64 on the distress density line. Proceed vertically to the M (Medium Severity) curve, then horizontally to the left to read a deduct value of 17.

(3) For 50 square feet of distress type 15 (Rutting) Low Severity, the density equals

$$\frac{50 \times 100}{2500} = 2.0.$$

Using figure C-15, find 2.0 on the distress density line. Proceed vertically to the L (Low Severity) curve, then to the left to read a deduct value of 13.

c. Step 3. A total deduct value is computed by summing all individual deduct values in the sample unit.

d. Step 4. The corrected deduct value (CDV) is computed. In the example given in figure 3-3, the total deduct value (the sum of all deduct values) was found to be 45. The value of q (the number of individual deducts whose value is greater than 5) was found to be 2. Using figure C-20 find 45 on the TDV line. Proceed vertically to the line q equals 2, then to the left to read a CDV of 33.

e. Step 5. The PCI is computed using the relation $PCI = 100 - CDV$. In the example, $PCI = 100 - 33 = 67$; the rating is good.

C-4. Deduct value curves

The deduct value curves and the corrected deduct value curves provided in this appendix are needed to solve steps 2 and 4 above.

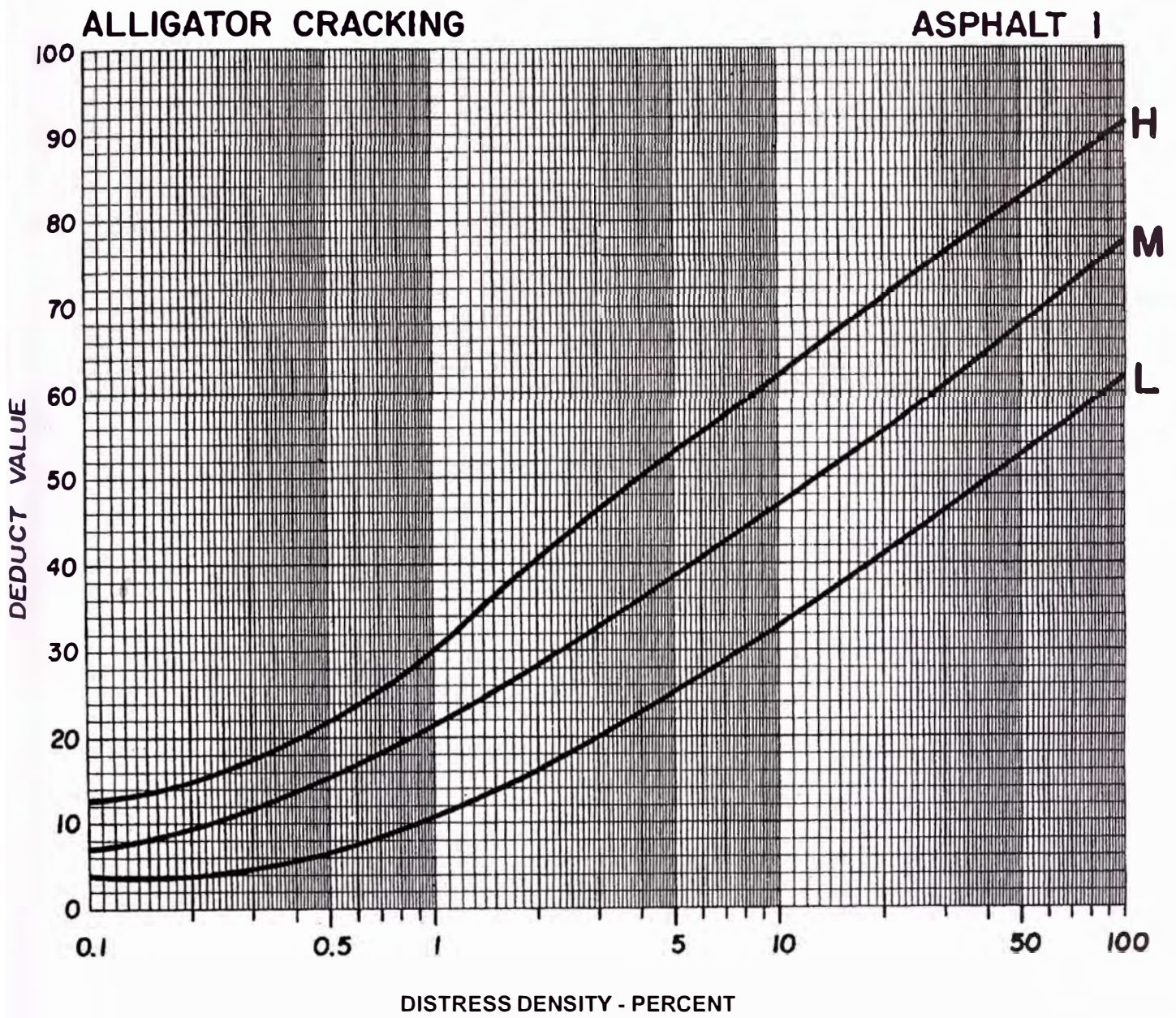


Figure C-1. Deduct value curves for alligator cracking.

BLEEDING

ASPHALT 2

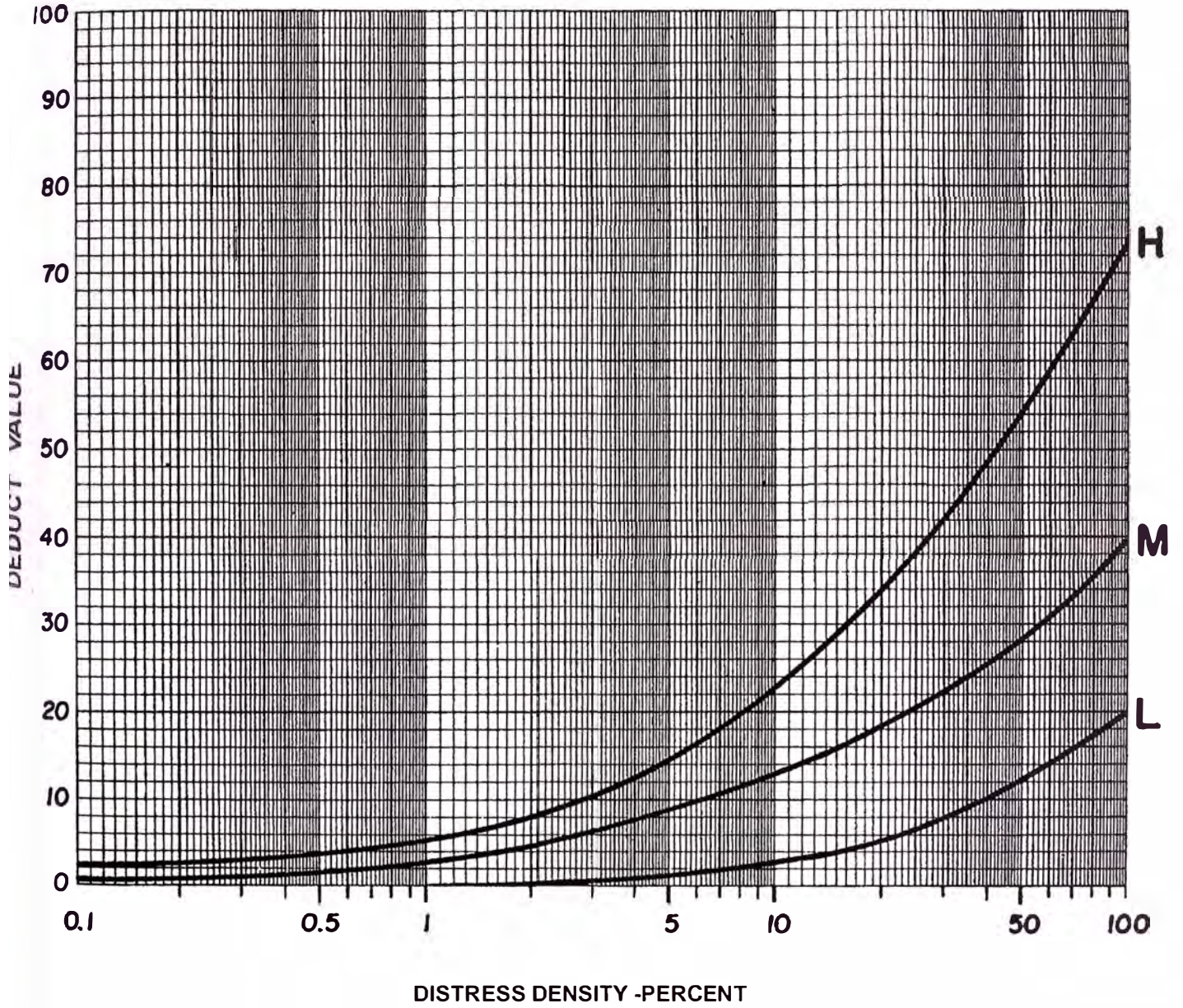


Figure C-2. Deduct value curves for bleeding.

BLOCK CRACKING

ASPHALT 3

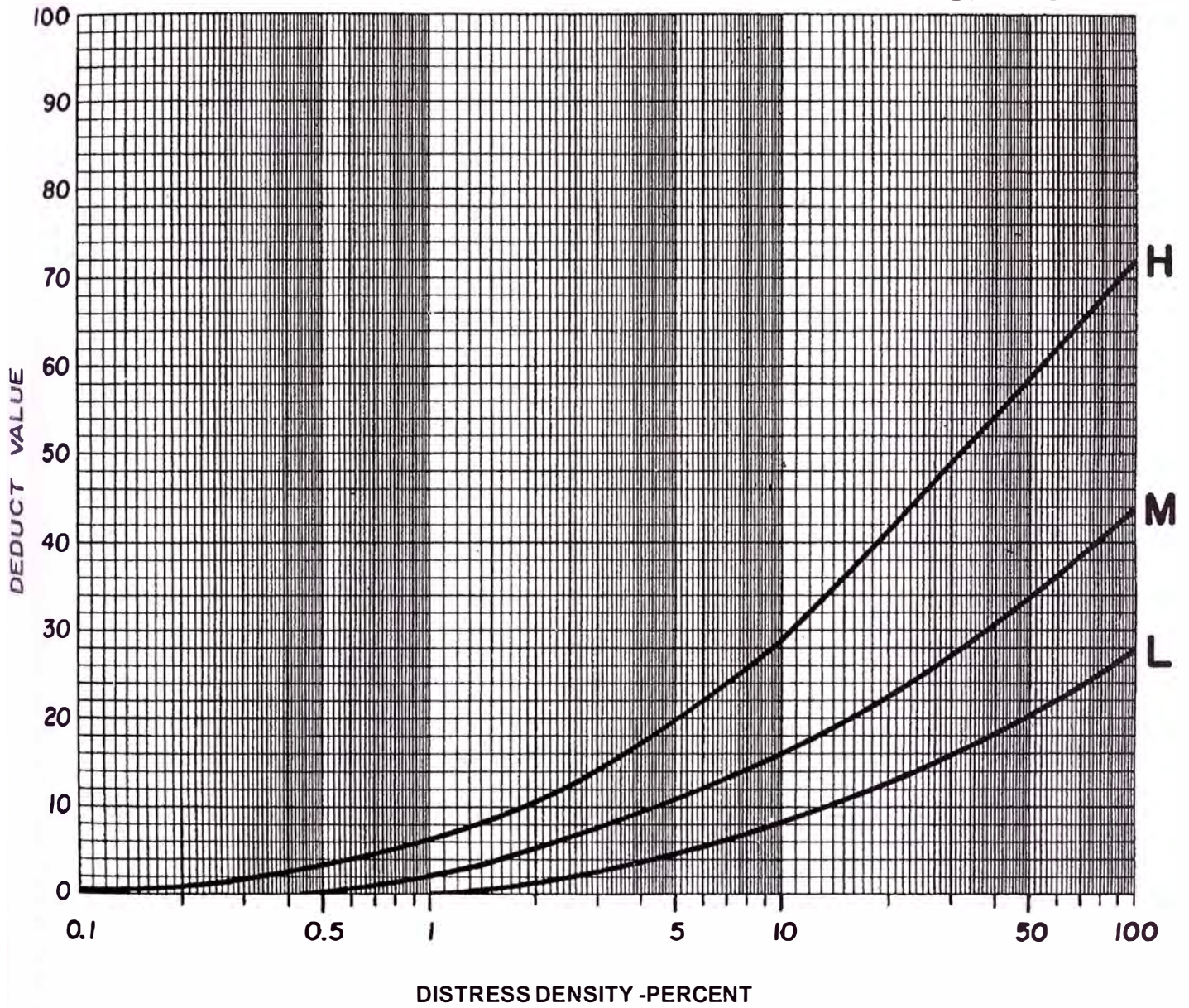


Figure C-3. Deduct value curves for block cracking.

BUMPS AND SAGS

ASPHALT 4

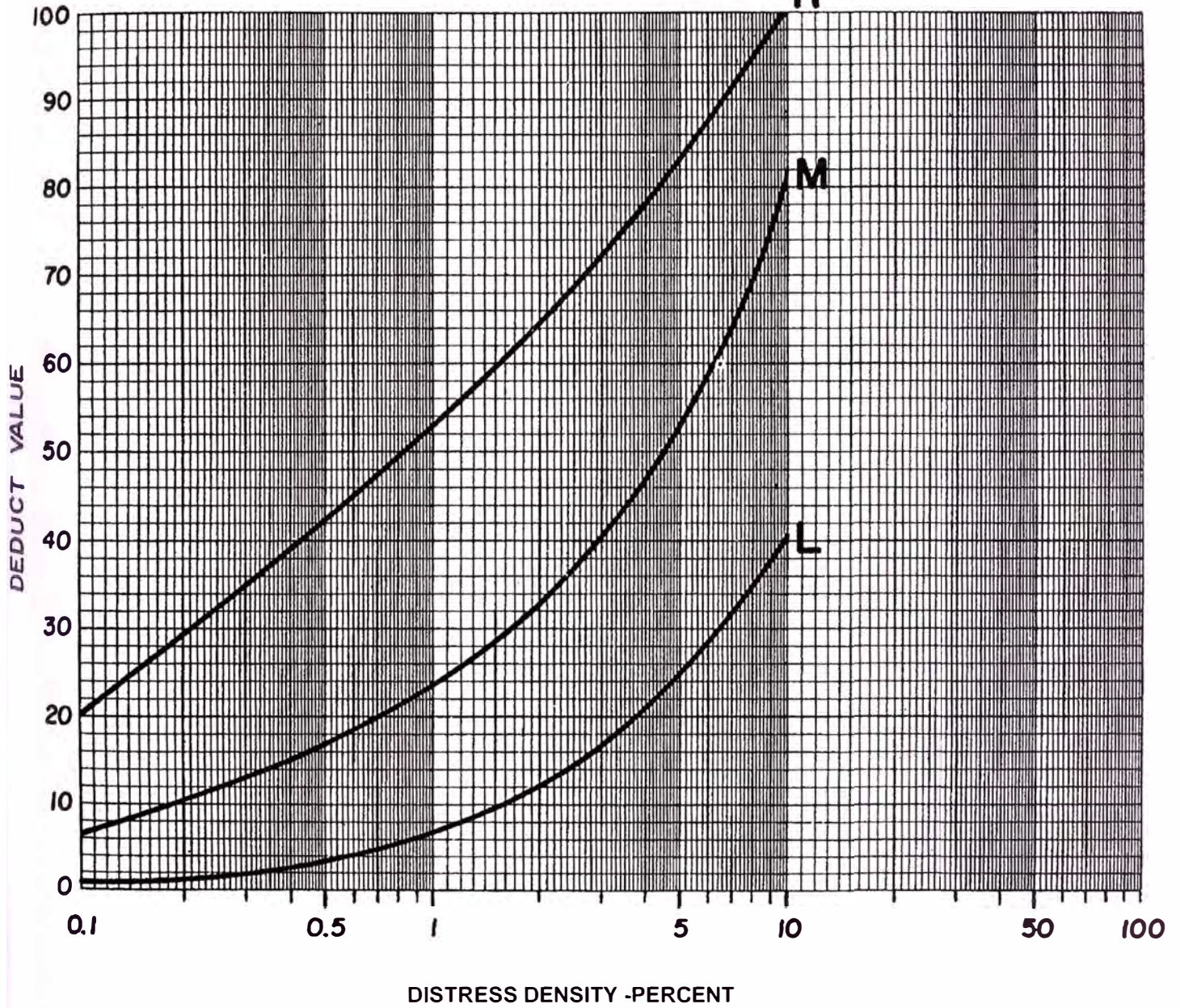


Figure C-4. Deduct value curves for bumps and sags.

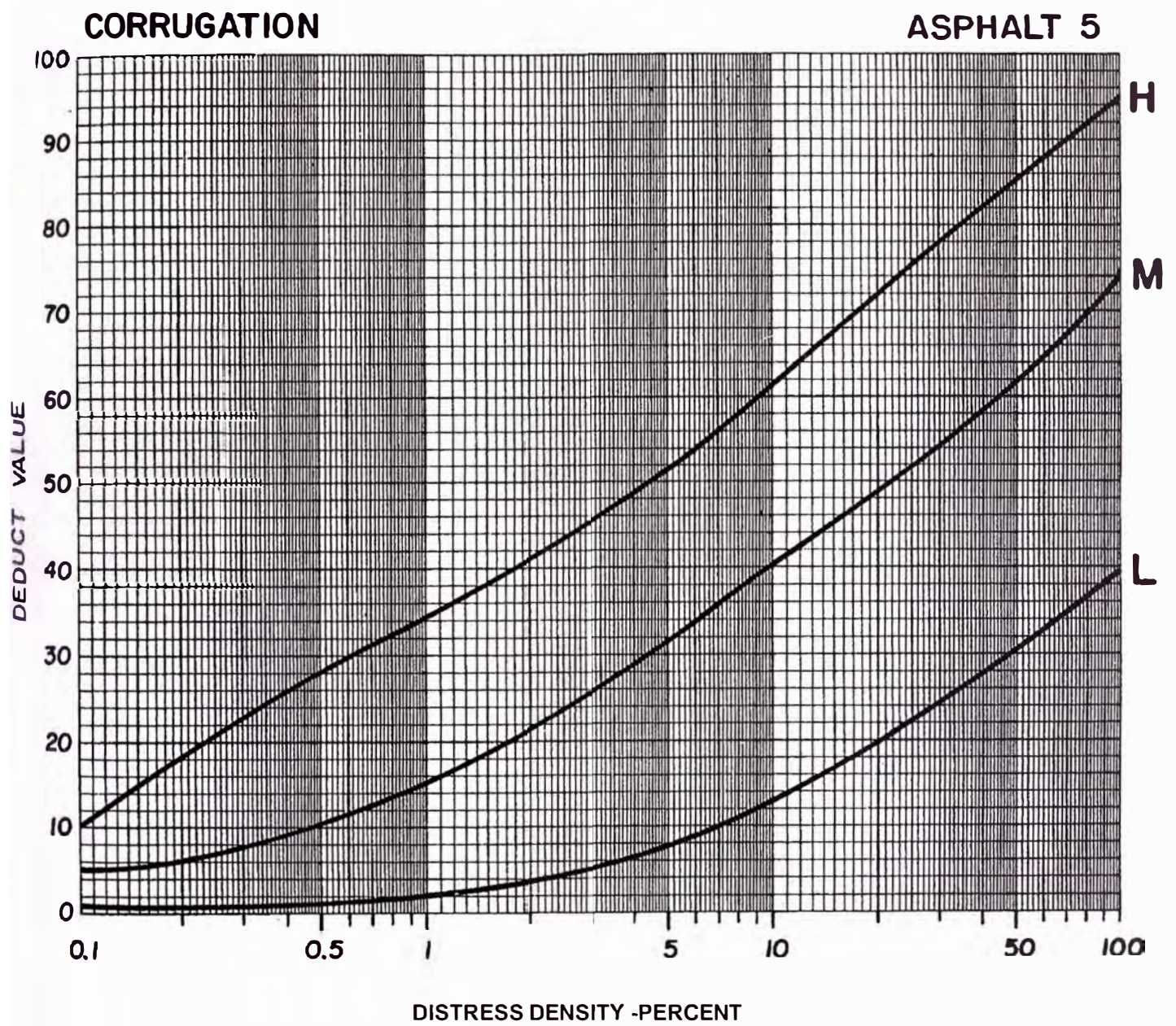


Figure C-5. Deduct value curves for corrugation.

DEPRESSION

ASPHALT 6

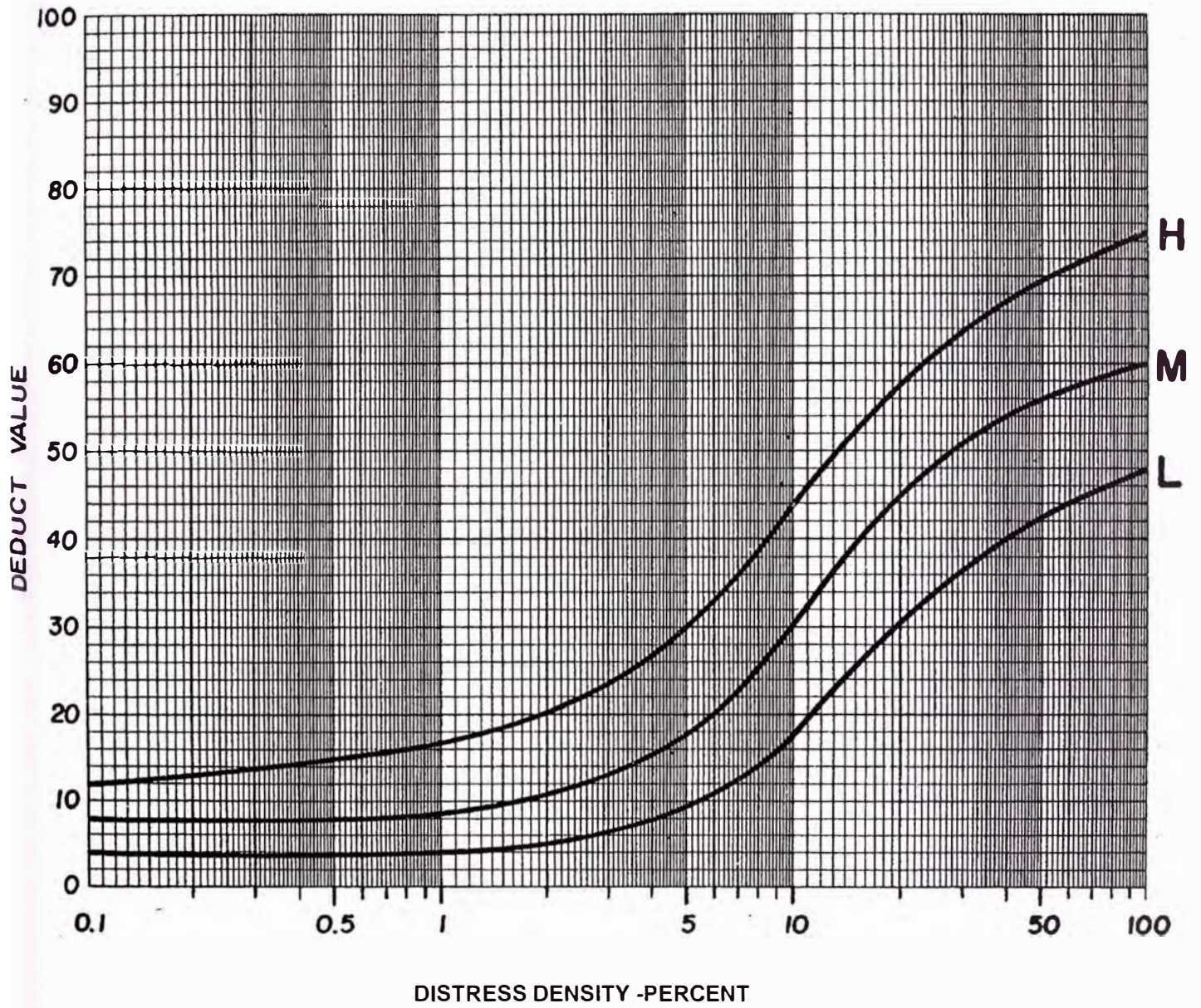


Figure C-6. Deduct value curves for depression.

EDGE CRACKING

ASPHALT 7

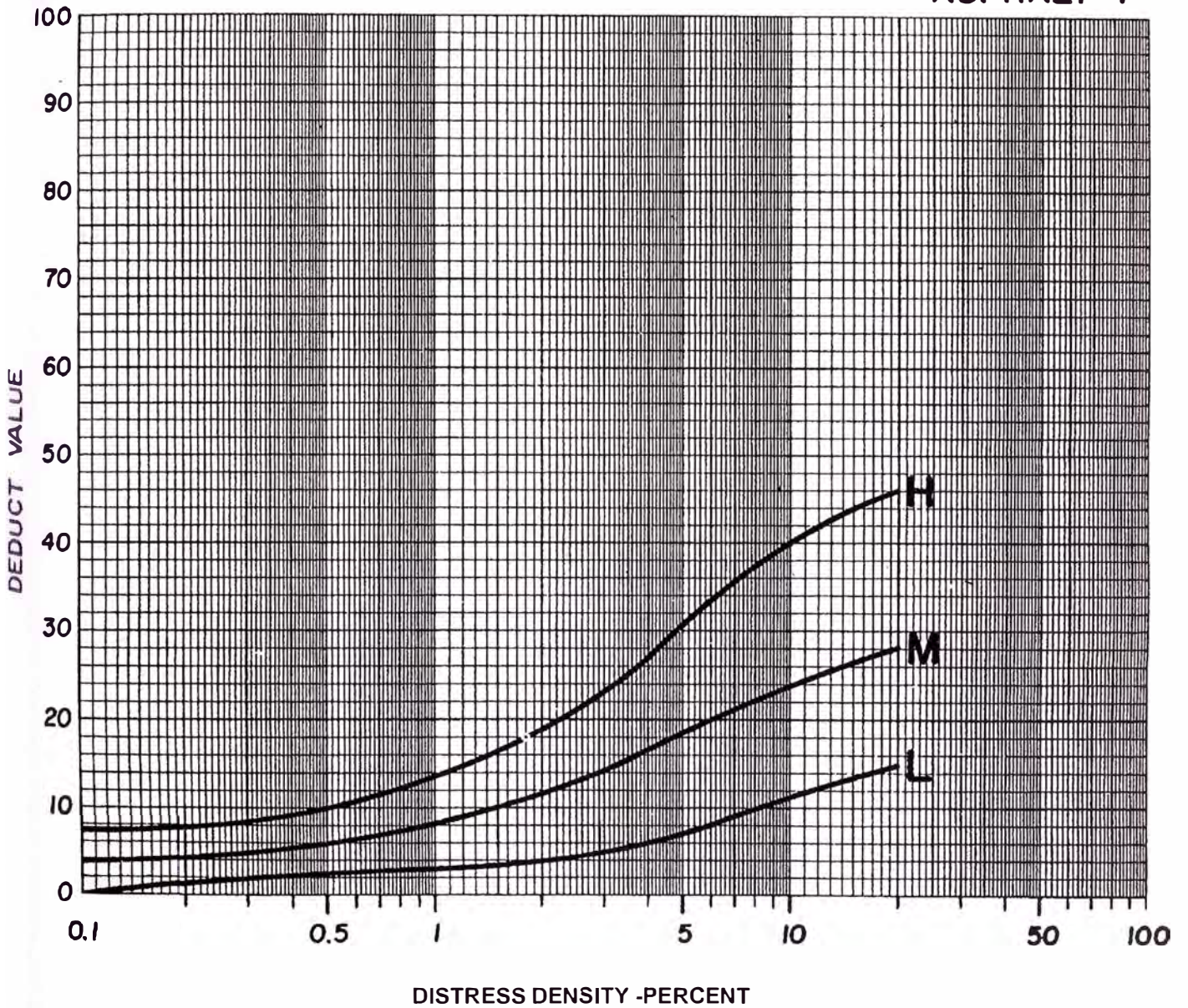


Figure C-7. Deduct value curves for edge cracking.

JOINT REFLECTION CRACKING

ASPHALT 8

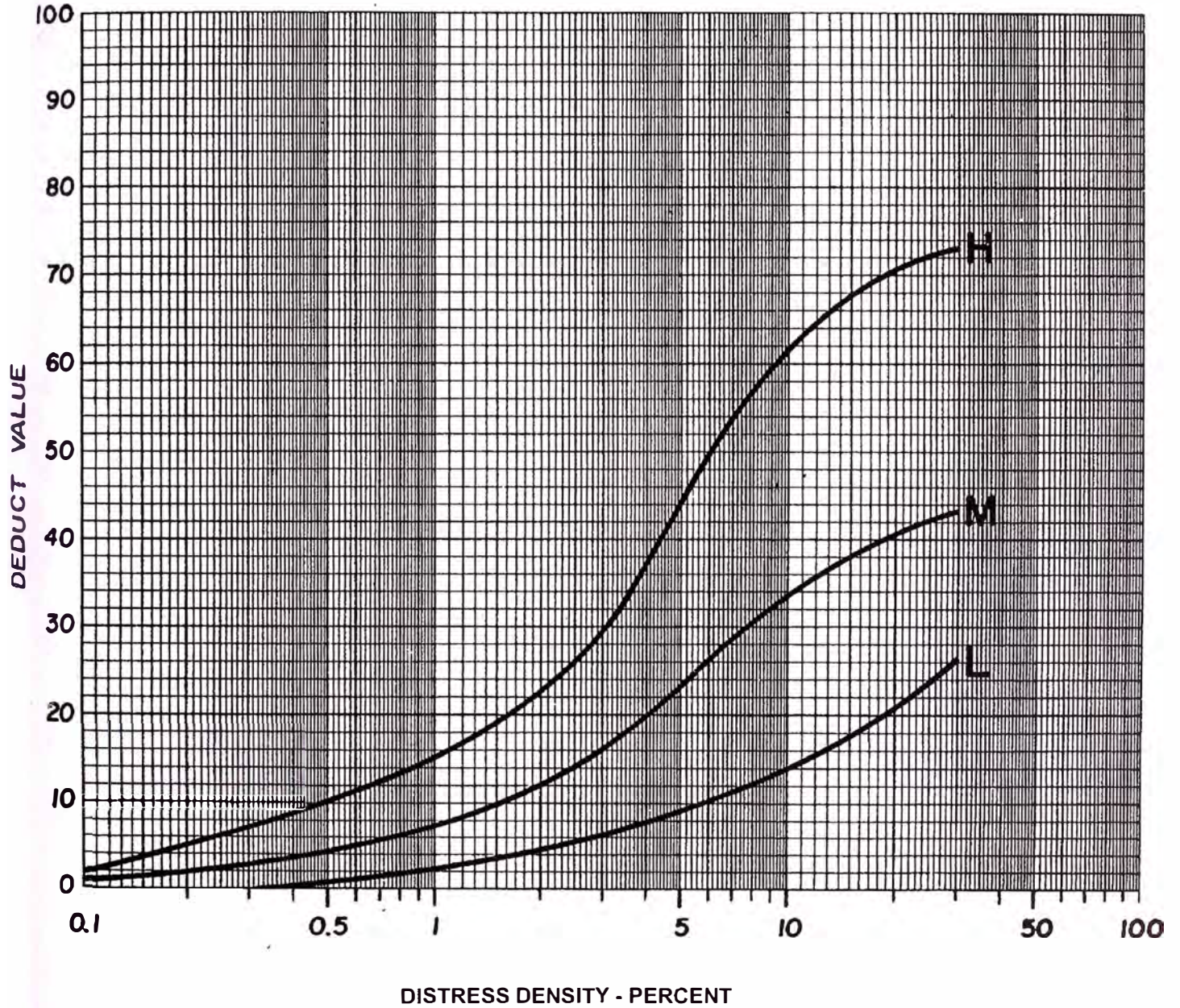


Figure C-8. Deduct value curves for joint reflection cracking.

LANE / SHOULDER DROP OFF

ASPHALT 9

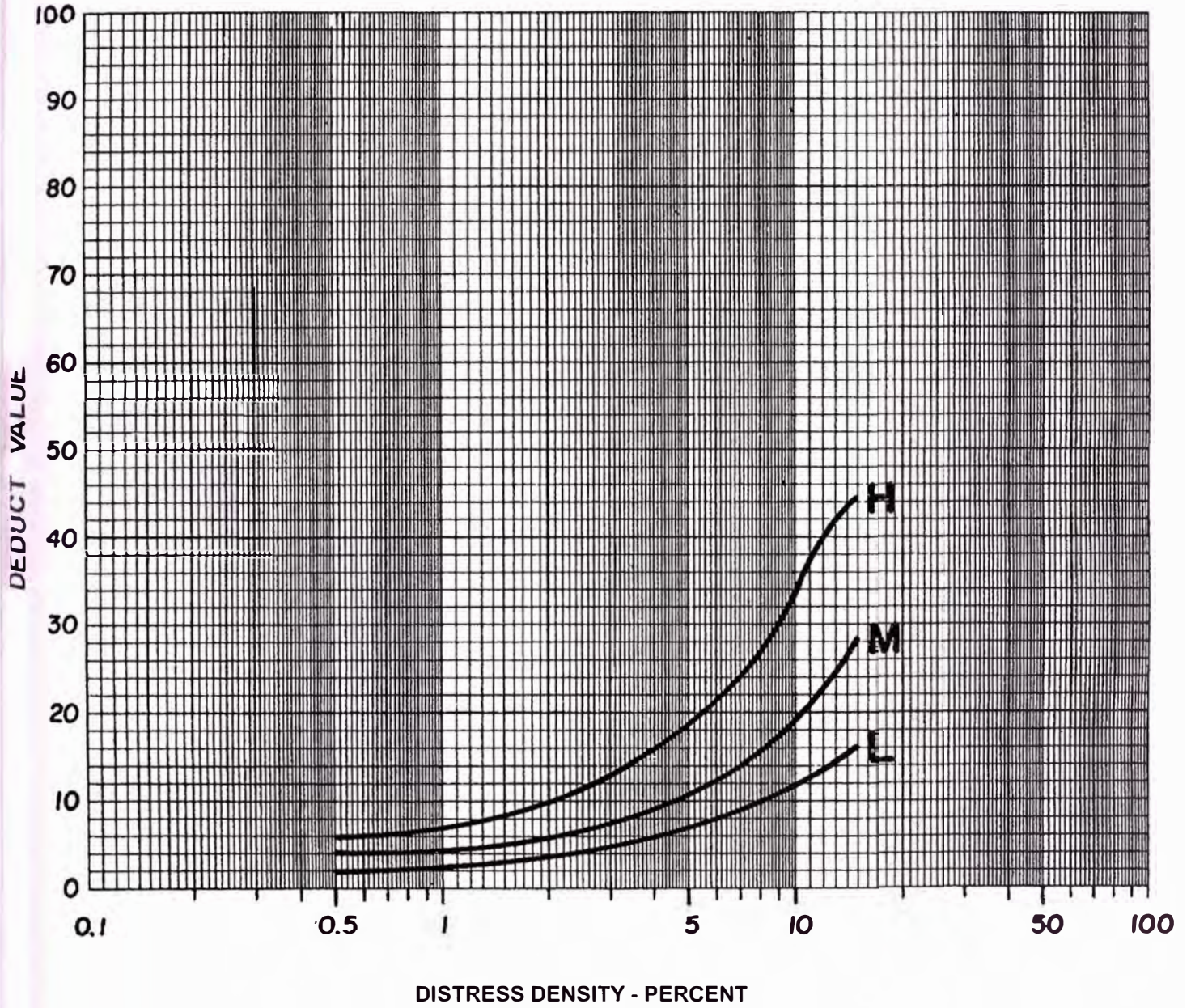


Figure C-9. Deduct value curves for lane/shoulder drop off

LONGITUDINAL AND TRANSVERSE CRACKING

ASPHALT IO

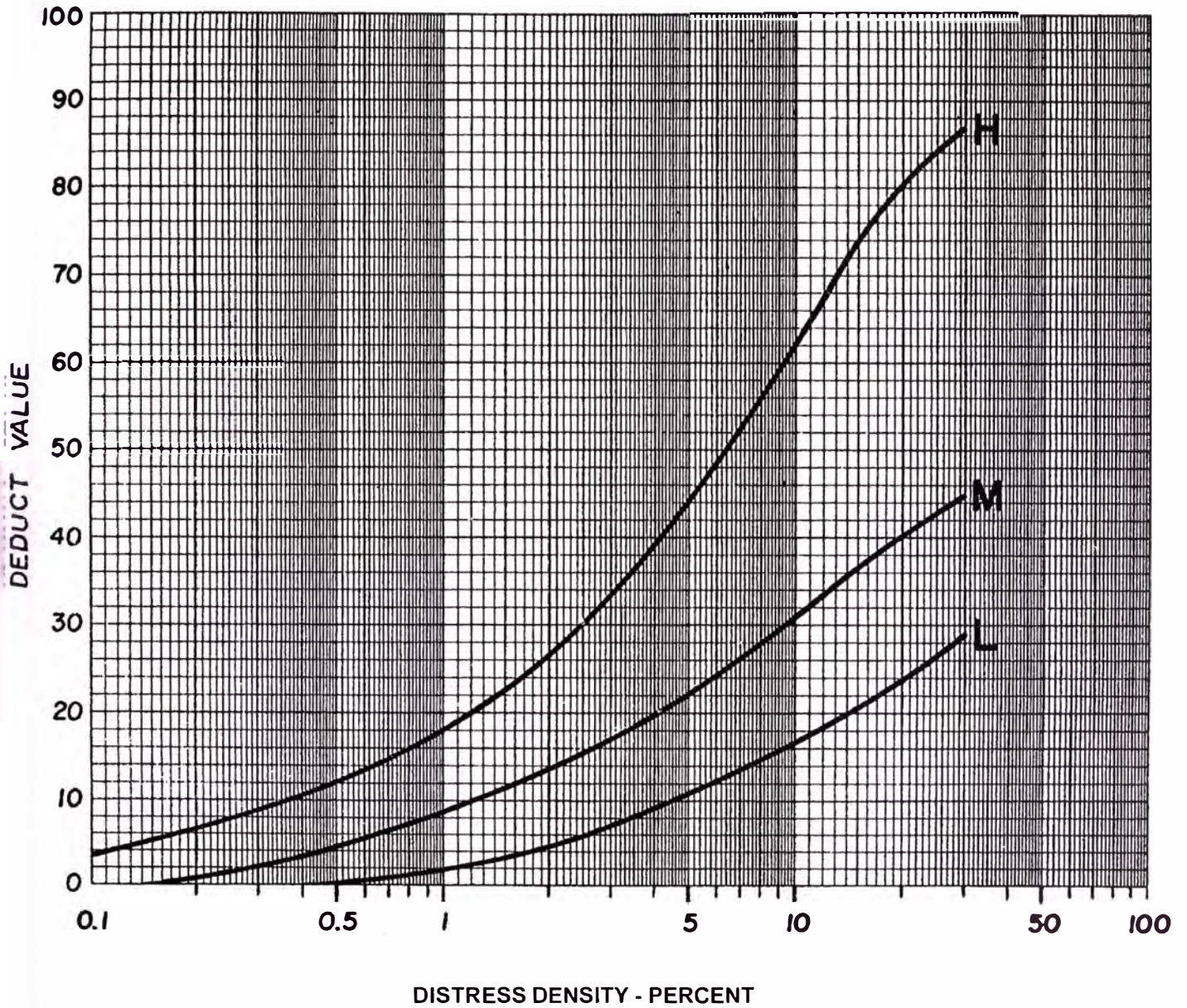


Figure C-10. Deduct value curves for longitudinal and transverse cracking.

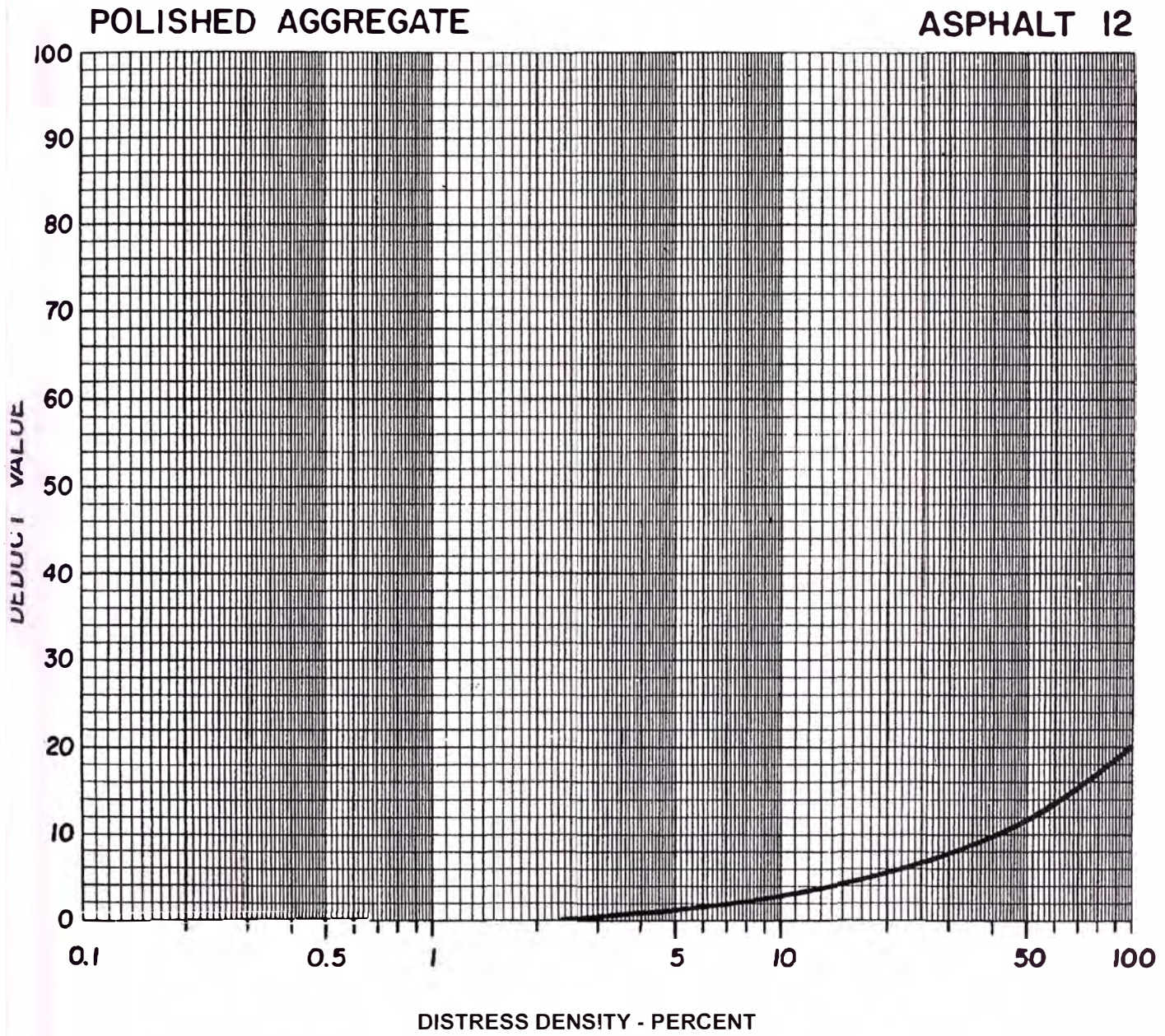


Figure C-12. Deduct value curves for polished aggregate.

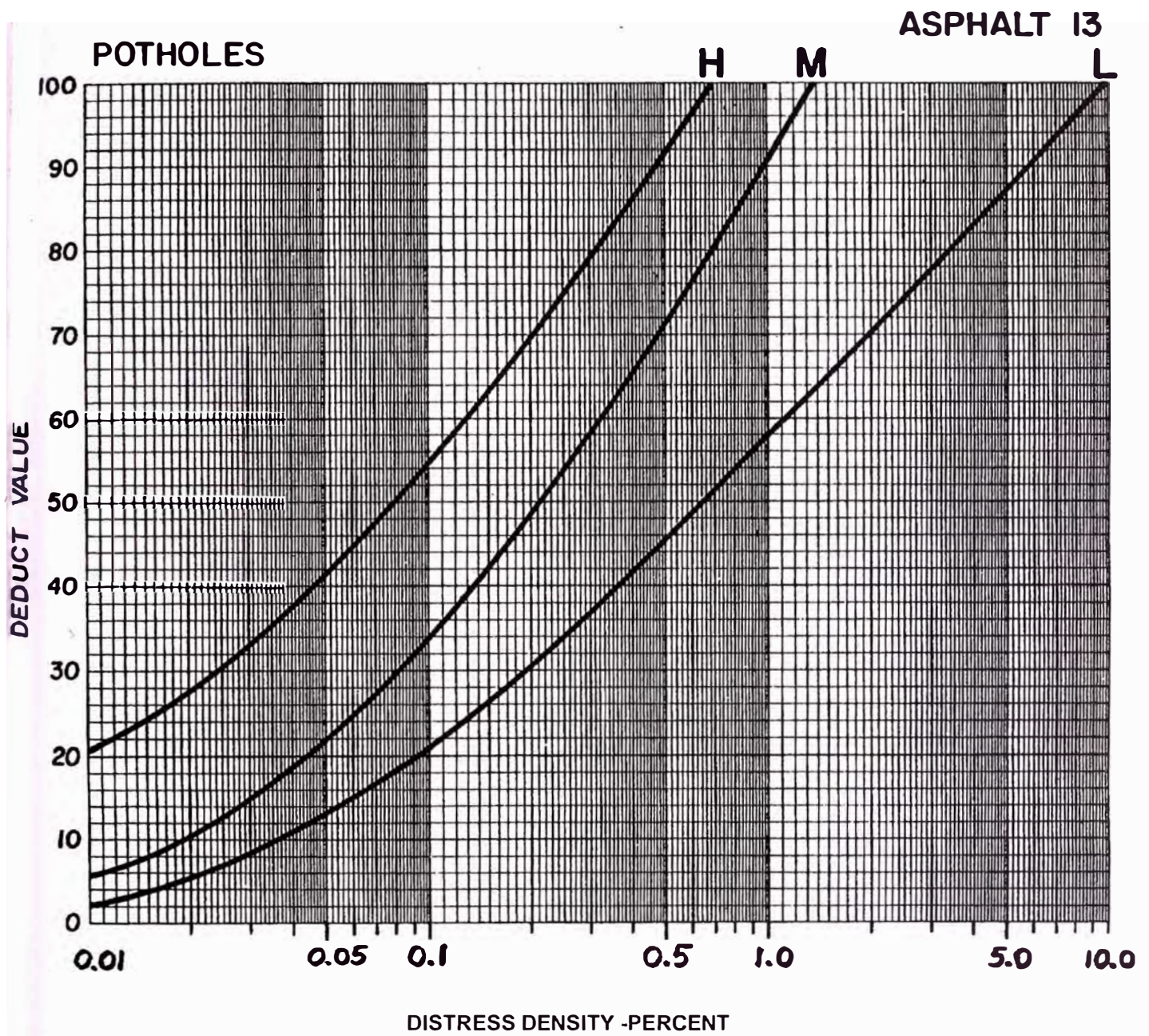


Figure C-13. Deduct value curves for potholes.

RAILROAD CROSSING

ASPHALT 14

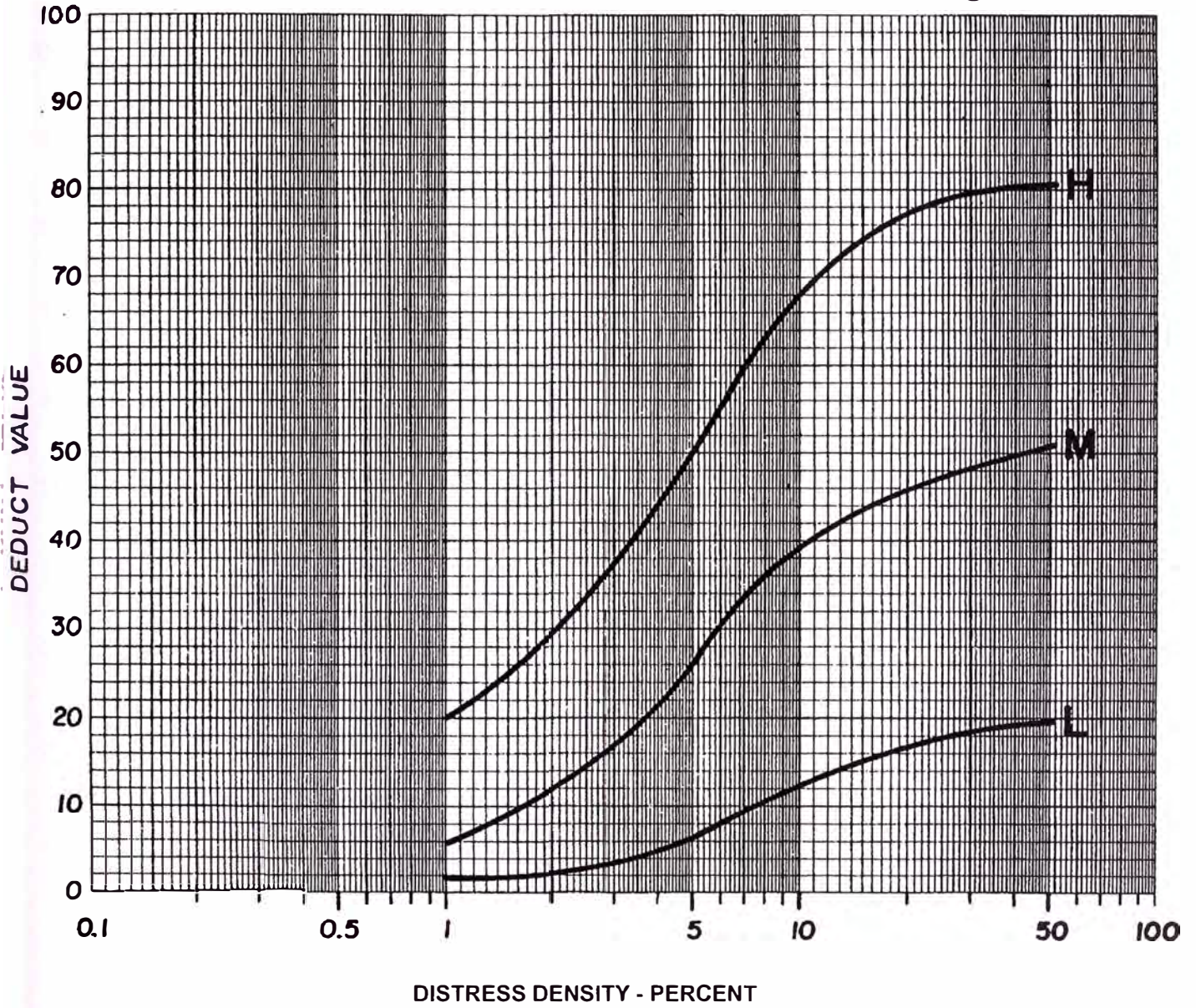


Figure C-14. Deduct value curves for railroad crossing.

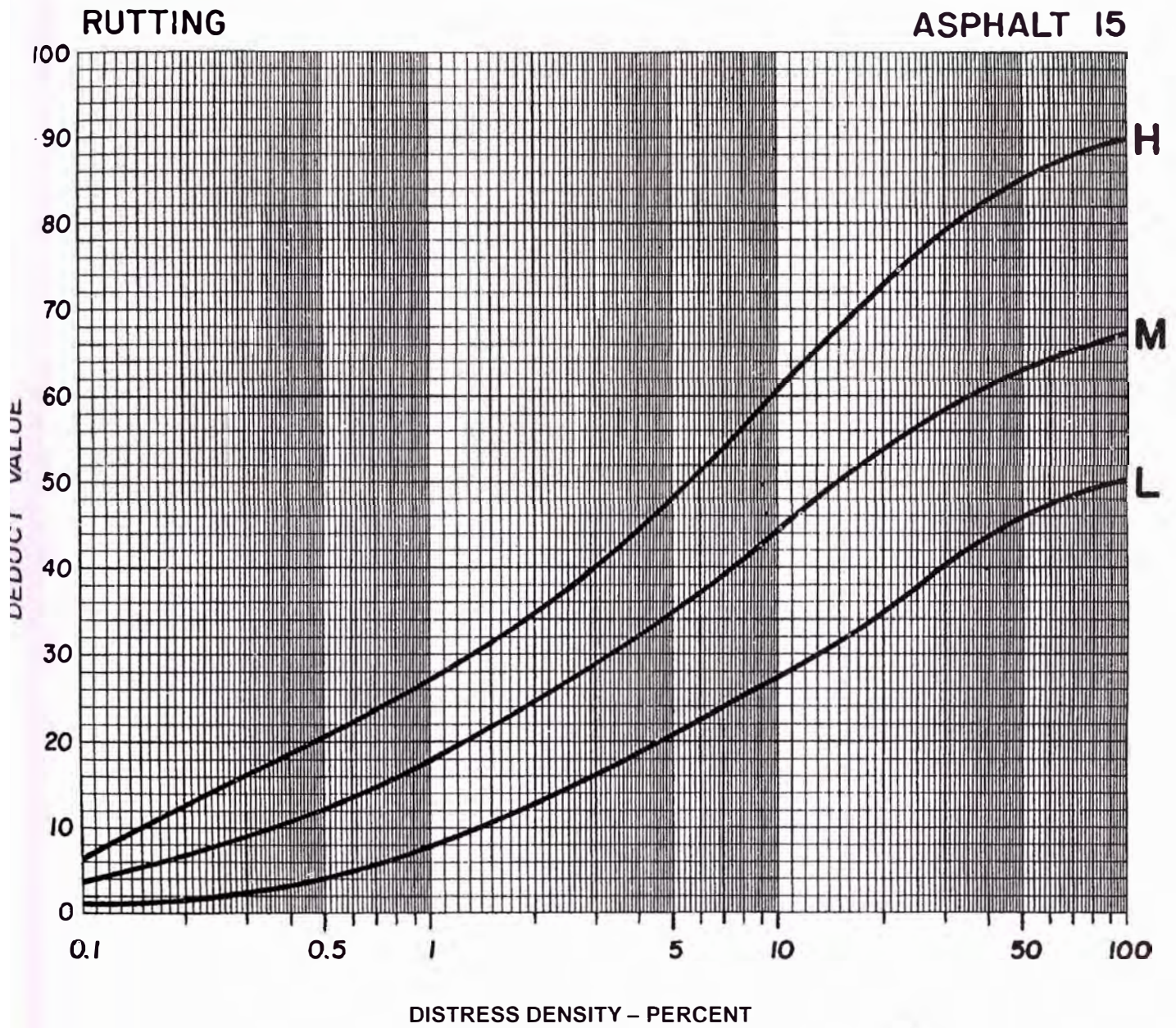


Figure C 15. Deduct value curves for rutting.

SHOVING

ASPHALT 16

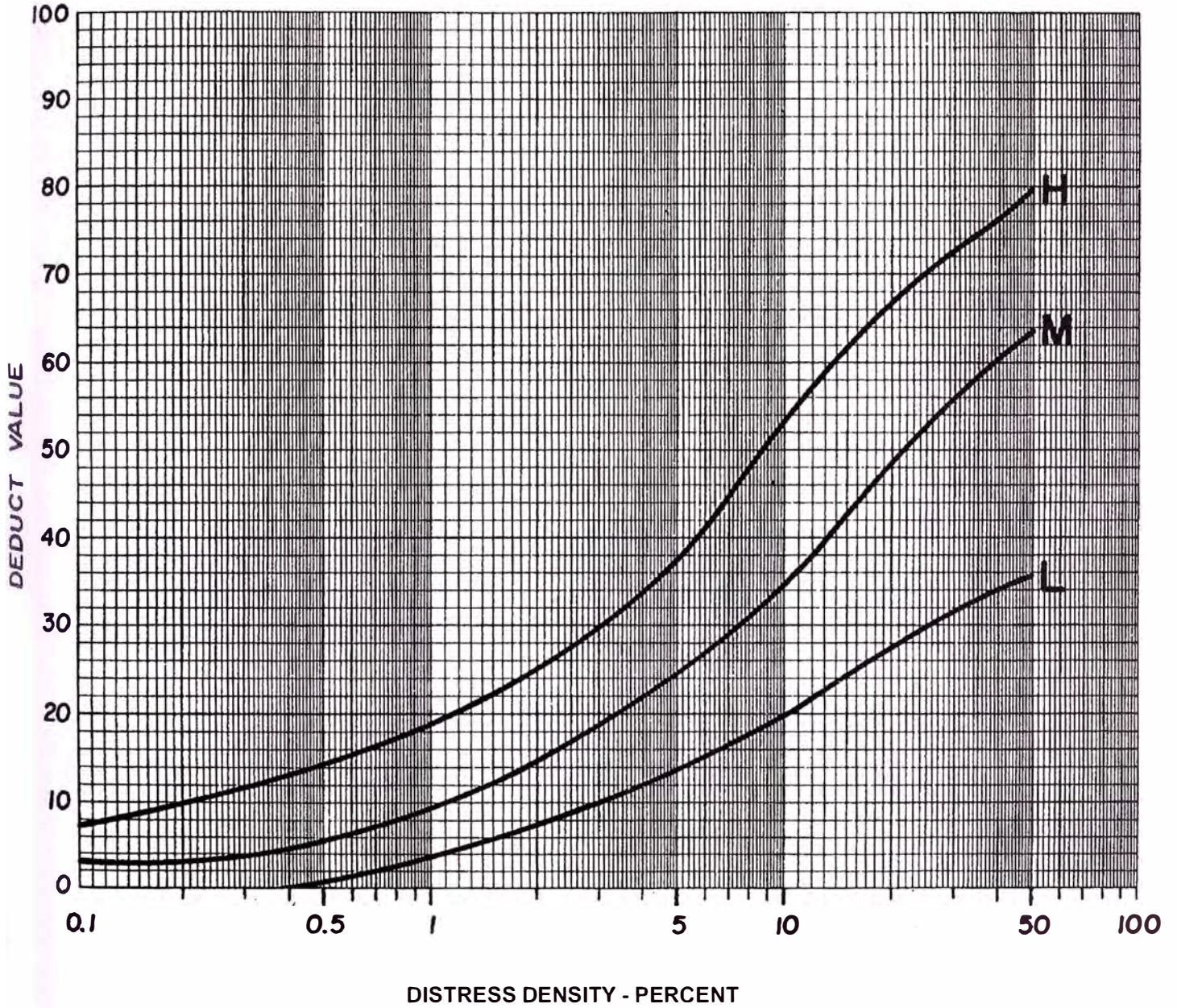


Figure C-16. Deduct value curves for shoving.

SLIPPAGE CRACKING

ASPHALT 17

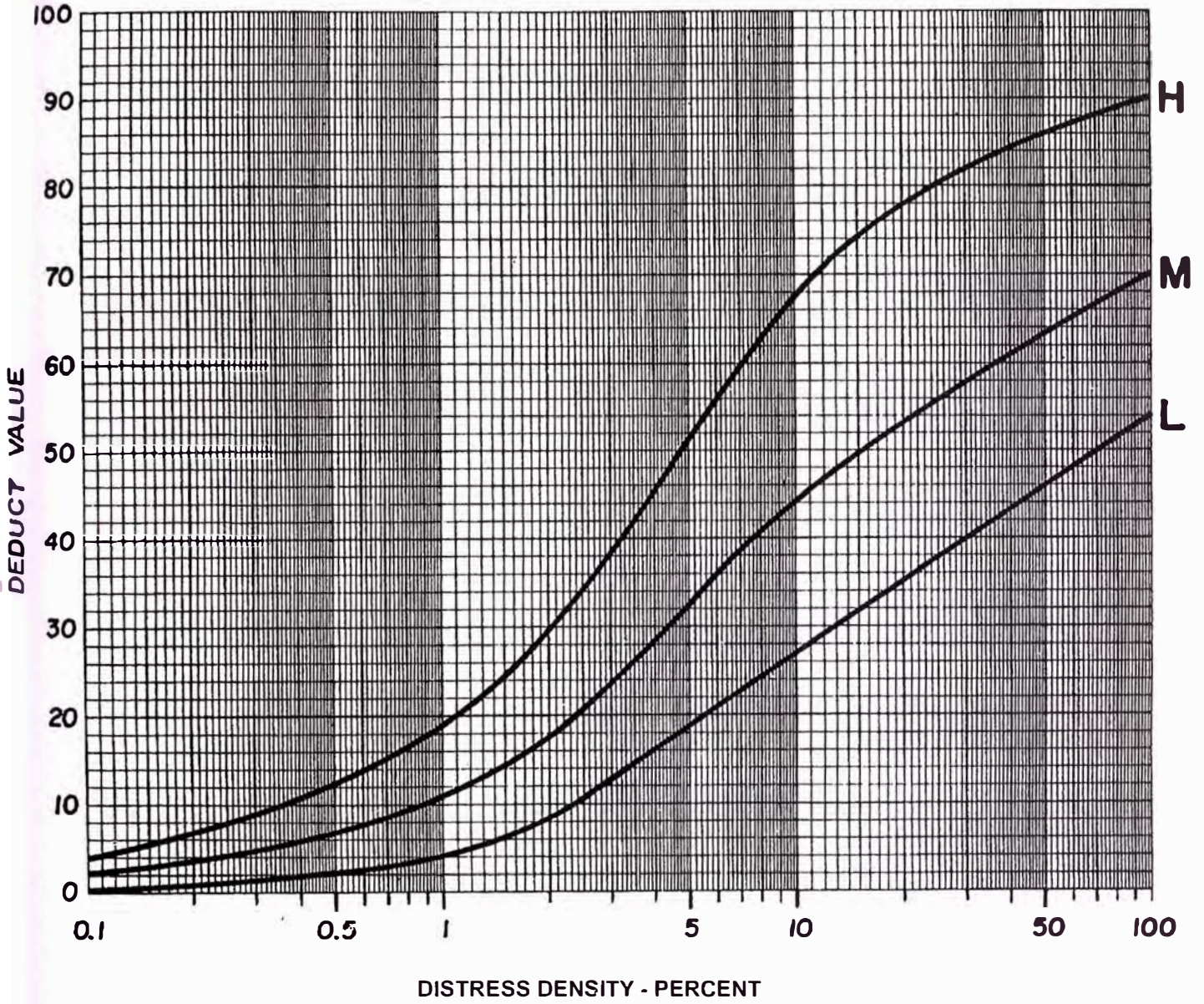


Figure C-17. Deduct value curves for slippage.

SWELL

ASPHALT 18

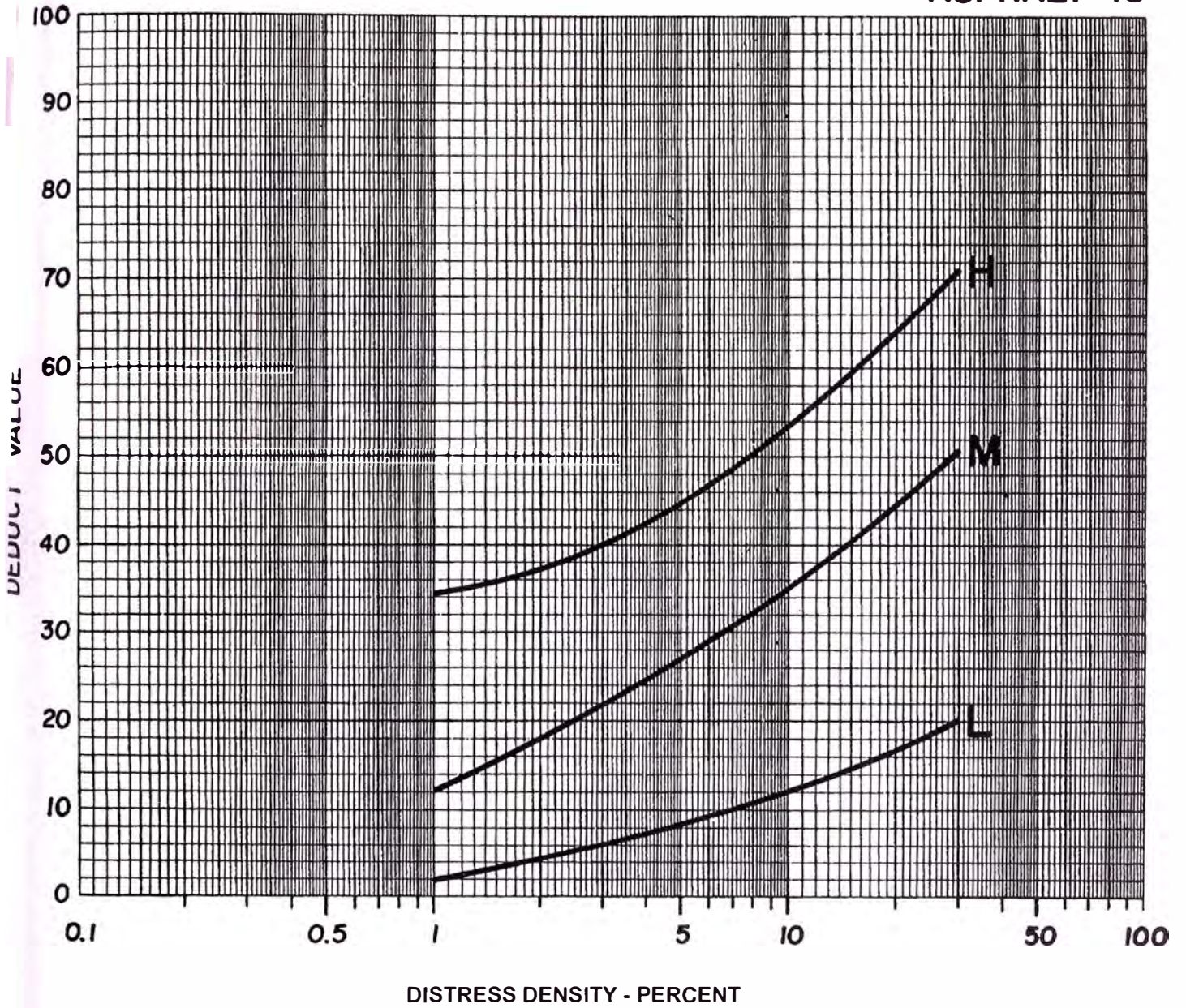


Figure C-18. Deduct value curves for swell.

WEATHERING AND RAVELING

ASPHALT 19

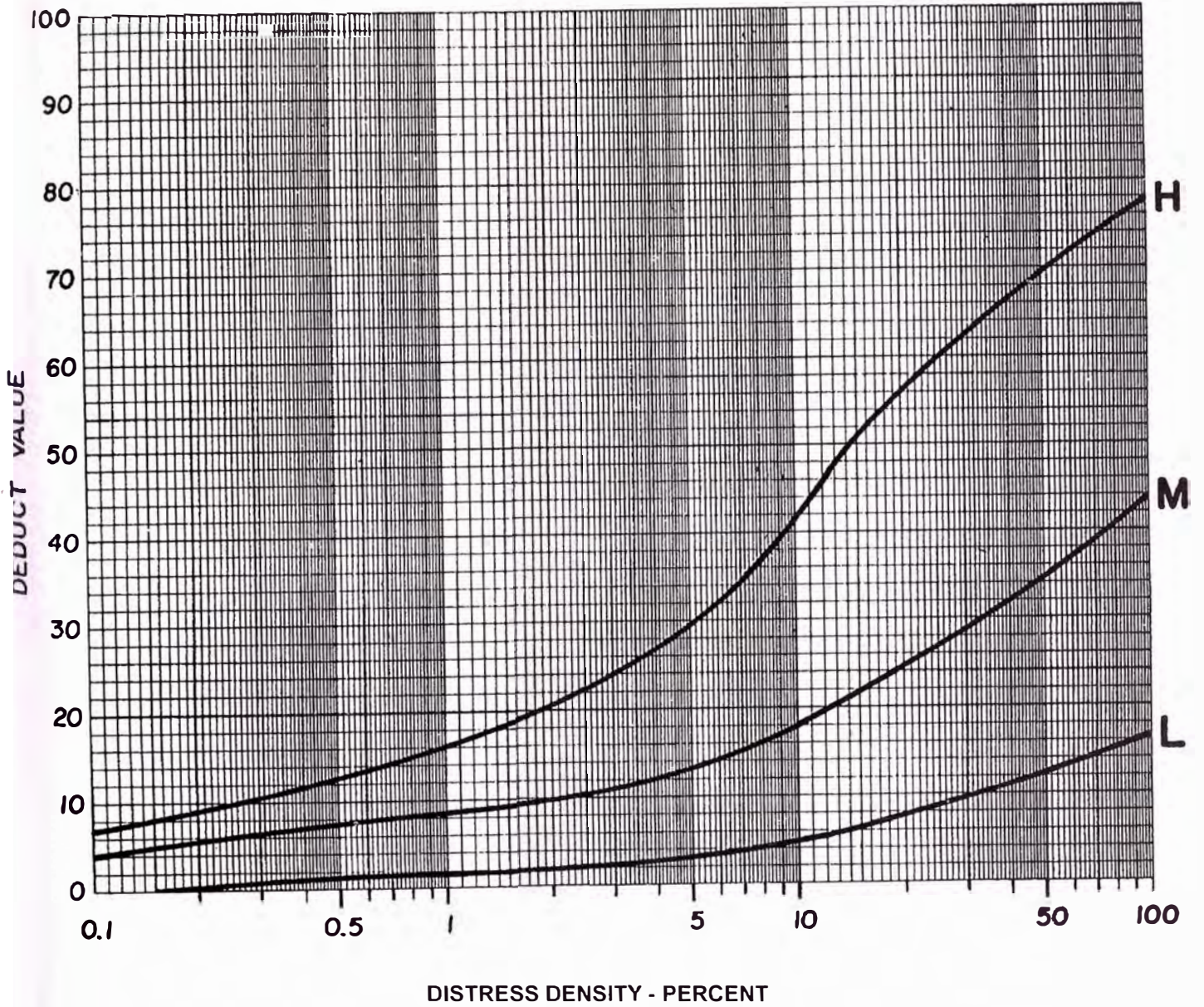


Figure C-19. Deduct value curves for weathering and raveling.

ASPHALT

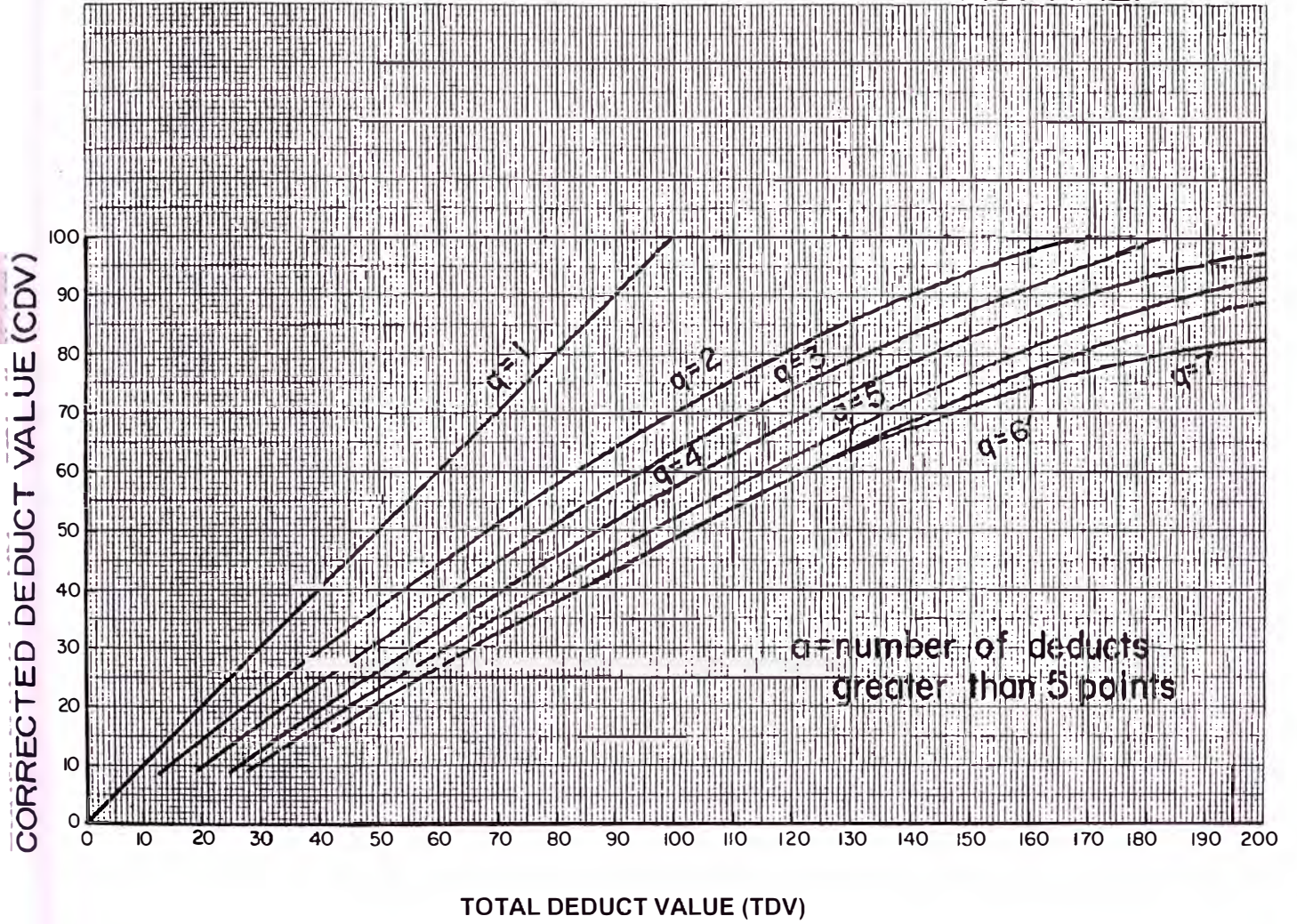


Figure C-20. Corrected deduct value curves for asphalt-surfaced pavements.

ANEXO 03

Formato de Registro de Fallas

VIA: Cañete - Los Yos - Chupacu

CÓDIGO: 37-200 20 21-3013

FECHA: 03/10/2009

UNIDAD N°: 23

HECHO POR: Ricardo Soto Vivero

AREA DE LA MUESTRA: 450 m²

TIPOS DE FALLAS

- | | | | |
|---|----|----------------------------------|----|
| 1 Grieta piel de cocodrilo | M2 | 11 Baches y zanjas separadas | M2 |
| 2 Exudación de Asfalto | M2 | 12 Agregados pulkidos | M2 |
| 3 Grietas de Contracción (bloque) | M2 | 13 Huecos | N° |
| 4 Elevaciones - Hundimientos | M | 14 Acceso a puentes | M2 |
| 5 Conugaciones | M2 | 15 Ahuellamiento | M2 |
| 6 Depresiones | M2 | 16 Deformación por empuje | M2 |
| 7 Grietas de Borde | M | 17 Grietas de deslizamiento | M2 |
| 8 Grietas de Reflexión de juntas | M | 18 Hinchamiento | M2 |
| 9 Desnivel calzada - Hombrillo | M | 19 Disgregación y Desintegración | M2 |
| 10 Grietas Longitudinales y Transversales | M | | |

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES

		7	11	13
TOTAL	BAJA (L)			
	MEDIA (M)			
	ALTA (H)			

C A L C U L O D E L P C I

TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION	PCI = 100 - VDC
VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)				
VALOR DE DEDUCCION CORREGIDO (VDC)				

FIG. 3

VIA: Carretera - Yumbi - Chupiza

CODIGO: 69 + 300

FECHA: 23/12/2009

UNIDAD N°: 07

HECHO POR: Ricardo S. To V.

AREA DE LA MUESTRA: 150m²

TIPOS DE FALLAS

- | | | | |
|---|----|----------------------------------|----|
| 1 Grieta piel de cocodrilo | M2 | 11 Baches y zanjas separadas | M2 |
| 2 Exudación de Asfalto | M2 | 12 Agregados pulidos | M2 |
| 3 Grietas de Contracción (bloque) | M2 | 13 Huecos | N° |
| 4 Elevaciones - Hundimientos | M | 14 Acceso a puentes | M2 |
| 5 Conjugaciones | M2 | 15 Ahueillamiento | M2 |
| 6 Depresiones | M2 | 16 Deformación por empuje | M2 |
| 7 Grietas de Borde | M | 17 Grietas de deslizamiento | M2 |
| 8 Grietas de Reflexión de juntas | M | 18 Hinchamiento | M2 |
| 9 Desnivel calzada - Hombrillo | M | 19 Disgregación y Desintegración | M2 |
| 10 Grietas Longitudinales y Transversales | M | | |

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES

		1	2	3	13	12	10
TOTAL	BAJA (L)		1.34		1.01		
	MEDIA (M)				1		
	ALTA (H)		1.2				

C A L C U L O D E L P C I

TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION	PCI = 100 - VDC
VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)				
VALOR DE DEDUCCION CORREGIDO (VDC)				

FIG. 3

VIA: Cañete - Yaguas - Chupaca CÓDIGO: 704055 OP 704105

FECHA: 03/10/2009 UNIDAD N°: 10

HECHO POR: Ricardo Soto V. AREA DE LA MUESTRA: 4.5 x 100
450 m²

TIPOS DE FALLAS

- | | | | |
|---|----|------------------------------|----|
| 1 Grieta piel de cocodrilo | M2 | 11 Baches y zanjas separadas | M2 |
| 2 Exudación de Asfalto | M2 | 12 Agregados pulkidos | M2 |
| 3 Grietas de Contracción (bloque) | M2 | 13 Huecos | N* |
| 4 Elevaciones - Hundimientos | M | 14 Acceso a puentes | M2 |
| 5 Conugaciones | M2 | 15 Ahuellamiento | M2 |
| 6 Depresiones | M2 | 16 Deformación por empuje | M2 |
| 7 Grietas de Bordo | M | 17 Grietas de deslizamiento | M2 |
| 8 Grietas de Reflexión de juntas | M | 18 Hinchamiento | M2 |
| 9 Desnivel calzada - Hombrillo | M | 19 Disgregación y | |
| 10 Grietas Longitudinales y Transversales | M | Desintegración | M2 |

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES

		1	2	3	4	5	6
		○	2	○	7	○	11
			15x40 M		6 H		1.7x1.2 L
TOTAL	BAJA (L)						2L
	MEDIA (M)		0.26				
	ALTA (H)				6		

C A L C U L O D E L P C I

TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION	PCI = 100 - VDC _____ CONDICION DEL PAVIMENTO _____
VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)				
VALOR DE DEDUCCION CORREGIDO (VDC)				

FIG. 3

VIA: Cañete - Yumbos - Chospa

CODIGO: 704500 OP 204-100

FECHA: 05/10/2009

UNIDAD N°: 13

HECHO POR: Ricardo Pato P.

AREA DE LA MUESTRA: 4.5 x 100 = 450m²

TIPOS DE FALLAS

- | | | | |
|---|----|----------------------------------|----------------|
| 1 Grieta piel de cocodrilo | M2 | 11 Baches y zanjas separadas | M2 |
| 2 Exudación de Asfalto | M2 | 12 Agregados pulkidos | M2 |
| 3 Grietas de Contracción (bloque) | M2 | 13 Huecos | M ² |
| 4 Eievaciones - Hundimientos | M | 14 Acceso a puentes | M2 |
| 5 Conugaciones | M2 | 15 Ahuellamiento | M2 |
| 6 Depresiones | M2 | 16 Deformación por empuje | M2 |
| 7 Grietas de Borde | M | 17 Grietas de deslizamiento | M2 |
| 8 Grietas de Reflexión de juntas | M | 18 Hinchamiento | M2 |
| 9 Desnivel calzada - Hombrillo | M | 19 Disgregación y Desintegración | M2 |
| 10 Grietas Longitudinales y Transversales | M | | |

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES

		7	11	12
		2.6 M	0.1 x 0.1 M	1 M
TOTAL	BAJA (L)			
	MEDIA (M)		0.01	1
	ALTA (H)	0.6		

C A L C U L O D E L P C I

TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION	PCI = 100 - VDC
VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)				
VALOR DE DEDUCCION CORREGIDO (VDC)				

FIG. 3

VIA: Carrete - Yaguajay - Chupac CODIGO: 70400 10 404500

FECHA: 03/11/2005 UNIDAD N°: 11

HECHO POR: Ramón Coto V. AREA DE LA MUESTRA: 11.5 x 100 = 1150 m²

TIPOS DE FALLAS

- | | | | |
|---|----|----------------------------------|----|
| 1 Grietas piel de cocodrilo | M2 | 11 Baches y zanjas separadas | M2 |
| 2 Exudación de Asfalto | M2 | 12 Agregados pulidos | M2 |
| 3 Grietas de Contracción (bloque) | M2 | 13 Huecos | N° |
| 4 Elevaciones - Hundimientos | M | 14 Acceso a puentes | M2 |
| 5 Conjugaciones | M2 | 15 Ahueillamiento | M2 |
| 6 Depresiones | M2 | 16 Deformación por empuje | M2 |
| 7 Grietas de Bordo | M | 17 Grietas de deslizamiento | M2 |
| 8 Grietas de Reflexión de juntas | M | 18 Hinchamiento | M2 |
| 9 Desnivel calzada - Hombrillo | M | 19 Disgregación y Desintegración | M2 |
| 10 Grietas Longitudinales y Transversales | M | | |

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES

		1	2	3	4	5	6	7
				11				
				9 x 0.3 x 0.3 L				
				0.07 x 0.07 M				
TOTAL	BAJA (L)			0.8				
	MEDIA (M)			2.025				
	ALTA (H)							

C A L C U L O D E L P C I

TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION	PCI = 100 - VDC
VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)				CONDICION DEL PAVIMENTO
VALOR DE DEDUCCION CORREGIDO (VDC)				

FIG. 3

VIA: Cañete - Yungas - Chapaca

CÓDIGO: 704500 of 704500

FECHA: 22/10/2009

UNIDAD N°: 15

HECHO POR: Ricardo Soto V.

AREA DE LA MUESTRA: 11.5 x 100
450m²

TIPOS DE FALLAS

- | | | | |
|---|----|------------------------------|----|
| 1 Grietas piel de cocodrilo | M2 | 11 Baches y zanjas separadas | M2 |
| 2 Exudación de Asfalto | M2 | 12 Agregados pulidos | M2 |
| 3 Grietas de Contracción (bloque) | M2 | 13 Huecos | N° |
| 4 Elevaciones - Hundimientos | M | 14 Acceso a puentes | M2 |
| 5 Contugaciones | M2 | 15 Ahuellamiento | M2 |
| 6 Depresiones | M2 | 16 Deformación por empuje | M2 |
| 7 Grietas de Bordo | M | 17 Grietas de deslizamiento | M2 |
| 8 Grietas de Reflexión de juntas | M | 18 Hinchamiento | M2 |
| 9 Desnivel caizada - Hombrillo | M | 19 Disgregación y | |
| 10 Grietas Longitudinales y Transversales | M | Desintegración | M2 |

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES

			0.1 x 0.1 M				
TOTAL	BAJA (L)						
	MEDIA (M)		0.01				
	ALTA (H)						

C A L C U L O D E L P C I

TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION	PCI = 100 - VDC
VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)				CONDICION DEL PAVIMENTO
VALOR DE DEDUCCION CORREGIDO (VDC)				

FIG. 3

VIA: Cafete - Yumbo, Cauca CÓDIGO: 014000 00 701000

FECHA: 02/10/2009 UNIDAD N°: 16

HECHO POR: P. ... AREA DE LA MUESTRA: 4.5x0.3 = 1.35m²

TIPOS DE FALLAS

- | | | | |
|---|----|----------------------------------|----|
| 1 Grieta piel de cocodrilo | M2 | 11 Baches y zanjas separadas | M2 |
| 2 Exudación de Asfalto | M2 | 12 Agregados pulidos | M2 |
| 3 Grietas de Contracción (bloque) | M2 | 13 Huecos | M* |
| 4 Elevaciones - Hundimientos | M | 14 Acceso a puentes | M2 |
| 5 Corugaciones | M2 | 15 Ahueilamiento | M2 |
| 6 Depresiones | M2 | 16 Deformación por empuje | M2 |
| 7 Grietas de Bordo | M | 17 Grietas de deslizamiento | M2 |
| 8 Grietas de Reflexión de juntas | M | 18 Hinchamiento | M2 |
| 9 Desnivel calzada - Hombrillo | M | 19 Disgregación y Desintegración | M2 |
| 10 Grietas Longitudinales y Transversales | M | | |

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES

		7	11			
	BAJA (L)		0.08			
	MEDIA (M)					
	ALTA (H)	4.3				
	TOTAL					

C A L C U L O D E L P C I

TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION	PCI = 100 - VDC _____ CONDICION DEL PAVIMENTO _____
VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)				
VALOR DE DEDUCCION CORREGIDO (VDC)				

FIG. 3

VIA: Cañete - Yaguas - Chupaca

CODIGO: 714000 P 71+100

FECHA: 03/10/2009

UNIDAD N°: 19

HECHO POR: F. de la Sota V.

AREA DE LA MUESTRA: 400m²

TIPOS DE FALLAS

- | | | | |
|---|----|----------------------------------|----|
| 1 Grieta piel de cocodrilo | M2 | 11 Baches y zanjas separadas | M2 |
| 2 Exudación de Asfalto | M2 | 12 Agregados puldos | M2 |
| 3 Grietas de Contracción (bloque) | M2 | 13 Huecos | N° |
| 4 Elevaciones - Hundimientos | M | 14 Acceso a puentes | M2 |
| 5 Conugaciones | M2 | 15 Ahueillamiento | M2 |
| 6 Depresiones | M2 | 16 Deformación por empuje | M2 |
| 7 Grietas de Borde | M | 17 Grietas de deslizamiento | M2 |
| 8 Grietas de Reflexión de juntas | M | 18 Hinchamiento | M2 |
| 9 Desnivel calzada - Hombrillo | M | 19 Disgregación y Desintegración | M2 |
| 10 Grietas Longitudinales y Transversales | M | | |

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES

TOTAL	BAJA (L)							
	MEDIA (M)							
	ALTA (H)							

C A L C U L O D E L P C I

TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION	PCI = 100 - VDC
VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)				
VALOR DE DEDUCCION CORREGIDO (VDC)				

FIG. 3

VIA: Cantele - Yauyos - Chupaco

CODIGO: 712000 01 51-400

FECHA: 05/10/2009

UNIDAD N°: 20

HECHO POR: Freddo Soto V.

AREA DE LA MUESTRA: 4x100
400 m²

TIPOS DE FALLAS

- | | | | |
|---|----|----------------------------------|----|
| 1 Grieta piel de cocodrilo | M2 | 11 Baches y zanjas separadas | M2 |
| 2 Exudación de Asfalto | M2 | 12 Agregados pulidos | M2 |
| 3 Grietas de Contracción (bloque) | M2 | 13 Huecos | N° |
| 4 Elevaciones - Hundimientos | M | 14 Acceso a puentes | M2 |
| 5 Conjugaciones | M2 | 15 Ahuellamiento | M2 |
| 6 Depresiones | M2 | 16 Deformación por empuje | M2 |
| 7 Grietas de Bordo | M | 17 Grietas de deslizamiento | M2 |
| 8 Grietas de Reflexión de juntas | M | 18 Hinchamiento | M2 |
| 9 Desnivel calzada - Hornbrillo | M | 19 Disgregación y Desintegración | M2 |
| 10 Grietas Longitudinales y Transversales | M | | |

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES

		7	11			
TOTAL	BAJA (L)			0.36		
	MEDIA (M)					
	ALTA (H)					

C A L C U L O D E L P C I

TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION	PCI = 100 - VDC
VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)				
VALOR DE DEDUCCION CORREGIDO (VDC)				

FIG. 3

VIA: Castaño - Vargas - Crupper

CÓDIGO: 21400 al 21450

FECHA: 27/10/2000

UNIDAD N°: 23

HECHO POR: Ricardo Soto V.

AREA DE LA MUESTRA: 4x100
400 m²

TIPOS DE FALLAS				
1 Grieta piel de cocodrilo	M2	11 Baches y zanjas separadas	M2	
2 Exudación de Asfalto	M2	12 Agregados pulidos	M2	
3 Grietas de Contracción (bloque)	M2	13 Huecos	N°	
4 Elevaciones - Hundimientos	M	14 Acceso a puentes	M2	
5 Corrugaciones	M2	15 Ahueillamiento	M2	
6 Depresiones	M2	16 Deformación por empuje	M2	
7 Grietas de Bordo	M	17 Grietas de deslizamiento	M2	
8 Grietas de Reflexión de juntas	M	18 Hinchamiento	M2	
9 Desnivel calzada - Hombrillo	M	19 Disgregación y Desintegración	M2	
10 Grietas Longitudinales y Transversales	M			

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES							
			13				
			1 L				
			1 L				
TOTAL	BAJA (L)		2				
	MEDIA (M)						
	ALTA (H)						

C A L C U L O D E L P C I				
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION	
				PCI = 100 - VDC

				CONDICION DEL PAVIMENTO

VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)				
VALOR DE DEDUCCION CORREGIDO (VDC)				

FIG. 3

VIA: Cañete - Yungos - Chupaca CÓDIGO: 71+500 a P 71+600

FECHA: 03/10/2009 UNIDAD N°: 24

HECHO POR: Ricardo Soto V. AREA DE LA MUESTRA: 4x100
400 m²

TIPOS DE FALLAS

- | | | | |
|---|----|----------------------------------|----|
| 1 Grietas piel de cocodrilo | M2 | 11 Baches y zanjas separadas | M2 |
| 2 Exudación de Asfalto | M2 | 12 Agregados puldros | M2 |
| 3 Grietas de Contracción (bloque) | M2 | 13 Huecos | N° |
| 4 Elevaciones - Hundimientos | M | 14 Acceso a puentes | M2 |
| 5 Corugaciones | M2 | 15 Ahuellamiento | M2 |
| 6 Depresiones | M2 | 16 Deformación por empuje | M2 |
| 7 Grietas de Borde | M | 17 Grietas de deslizamiento | M2 |
| 8 Grietas de Reflexión de juntas | M | 18 Hinchamiento | M2 |
| 9 Desnivel calzada - Hornbrillo | M | 19 Disgregación y Desintegración | M2 |
| 10 Grietas Longitudinales y Transversales | M | | |

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES

			11				
			0.25 x 0.3 L				
			0.3 x 0.3 L				
			0.4 x 0.25 L				
			0.2 x 0.15 L				
TOTAL	BAJA (L)		0.3				
	MEDIA (M)						
	ALTA (H)						

C A L C U L O D E L P C I

TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION	PCI = 100 - VDC
VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)				
VALOR DE DEDUCCION CORREGIDO (VDC)				

FIG. 3

VIA: Cañete - Yungos - Chupaca CODIGO: 714600 a.P. 714700

FECHA: 02/10/2009 UNIDAD N°: 05

HECHO POR: Franco Soto U. AREA DE LA MUESTRA: 11x130
400m²

TIPOS DE FALLAS

- | | | | |
|---|----|------------------------------|----|
| 1 Grieta piel de cocodrilo | M2 | 11 Baches y zanjas separadas | M2 |
| 2 Exudación de Asfalto | M2 | 12 Agregados pulidos | M2 |
| 3 Grietas de Contracción (bloque) | M2 | 13 Huecos | N° |
| 4 Elevaciones - Hundimientos | M | 14 Acceso a puentes | M2 |
| 5 Conugaciones | M2 | 15 Ahuellamiento | M2 |
| 6 Depresiones | M2 | 16 Deformación por empuje | M2 |
| 7 Grietas de Borde | M | 17 Grietas de deslizamiento | M2 |
| 8 Grietas de Reflexión de juntas | M | 18 Hinchamiento | M2 |
| 9 Desnivel calzada - Hombrillo | M | 19 Disgregación y | |
| 10 Grietas Longitudinales y Transversales | M | Desintegración | M2 |

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES

TOTAL	BAJA (L)						
	MEDIA (M)						
	ALTA (H)			2.2			
	C A L C U L O D E L P C I						
	TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION	PCI = 100 - VDC _____ CONDICION DEL PAVIMENTO _____		
VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)							
VALOR DE DEDUCCION CORREGIDO (VDC)							

FIG. 3

VIA: Cañete - Yauyos - Chupaca CODIGO: 714700 SP 714700

FECHA: 03/10/2009 UNIDAD N°: 26

HECHO POR: Franco Soto V. AREA DE LA MUESTRA: 12x10J
400 m²

TIPOS DE FALLAS

- | | | | |
|---|----|----------------------------------|----|
| 1 Grieta piel de cocodrilo | M2 | 11 Baches y zanjas separadas | M2 |
| 2 Exudación de Asfalto | M2 | 12 Agregados pulidos | M2 |
| 3 Grietas de Contracción (bloque) | M2 | 13 Huecos | N° |
| 4 Elevaciones - Hundimientos | M | 14 Acceso a puentes | M2 |
| 5 Congunciones | M2 | 15 Ahuellamiento | M2 |
| 6 Depresiones | M2 | 16 Deformación por empuje | M2 |
| 7 Grietas de Borde | M | 17 Grietas de deslizamiento | M2 |
| 8 Grietas de Reflexión de juntas | M | 18 Hinchamiento | M2 |
| 9 Desnivel calzada - Hornbrillo | M | 19 Disgregación y Desintegración | M2 |
| 10 Grietas Longitudinales y Transversales | M | | |

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES

		11	13			
T O T A L	BAJA (L)	0.5	1			
	MEDIA (M)					
	ALTA (H)					
	(2)	0.2x0.3 L	1 L			
	(3)	0.25x0.2 L				
	(2)	0.3x0.2 L				
	0.3x0.1 L					
	0.15x0.2 L					

C A L C U L O D E L P C I

TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION	PCI = 100 - VDC
VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)				
VALOR DE DEDUCCION CORREGIDO (VDC)				

FIG. 3

VIA: Cuñate - Yaguas - Chupira

CODIGO: 714900 SP 714900

FECHA: 02/10/2009

UNIDAD N°: 06

HECHO POR: Ricardo Soto V.

AREA DE LA MUESTRA: 400m²

TIPOS DE FALLAS							
1 Grieta piel de cocodrilo	M2	11 Baches y zanjas separadas	M2	2 Exudación de Asfalto	M2	12 Agregados pulidos	M2
3 Grietas de Contracción (bloque)	M2	13 Huecos	N°	4 Elevaciones - Hundimientos	M	14 Acceso a puentes	M2
5 Conugaciones	M2	15 Ahuellamiento	M2	6 Depresiones	M2	16 Deformación por empuje	M2
7 Grietas de Bordo	M	17 Grietas de deslizamiento	M2	8 Grietas de Reflexión de juntas	M	18 Hinchamiento	M2
9 Desnivel calzada - Hombrillo	M	19 Disgregación y Desintegración	M2	10 Grietas Longitudinales y Transversales	M		

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES						
	2		11			
	1.8 H		0.25x0.3 L			
			(5) 0.1x0.1 L			
			0.25x0.3 L			
			(2) 0.15x0.15 L			
			0.1x0.55 L			
TOTAL			0.3			
BAJA (L)						
MEDIA (M)						
ALTA (H)	1.8					

C A L C U L O D E L P C I				
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION	PCI = 100 - VDC <hr/> CONDICION DEL PAVIMENTO <hr/>
VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)				
VALOR DE DEDUCCION CORREGIDO (VDC)				

FIG. 3

VIA: Cuicatá - Yaguas - Chapaco

CÓDIGO: 717990 00 724000

FECHA: 02/10/2009

UNIDAD N°: 27

HECHO POR: Ricardo Soto V.

AREA DE LA MUESTRA: 4x120
400m²

TIPOS DE FALLAS

- | | | | |
|---|----|----------------------------------|----|
| 1 Grieta piel de cocodrilo | M2 | 11 Baches y zanjas separadas | M2 |
| 2 Exudación de Asfalto | M2 | 12 Agregados pulidos | M2 |
| 3 Grietas de Contracción (bloque) | M2 | 13 Huecos | N° |
| 4 Elevaciones - Hundimientos | M | 14 Acceso a puentes | M2 |
| 5 Corugaciones | M2 | 15 Ahueillamiento | M2 |
| 6 Depresiones | M2 | 16 Deformación por empuje | M2 |
| 7 Grietas de Borde | M | 17 Grietas de deslizamiento | M2 |
| 8 Grietas de Reflexión de Juntas | M | 18 Hinchamiento | M2 |
| 9 Desnivel calzada - Hombrillo | M | 19 Disgregación y Desintegración | M2 |
| 10 Grietas Longitudinales y Transversales | M | | |

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES

		7	11	12
		14	(2) 0.15x0.25L (4) 0.1x0.1 L (2) 0.3x0.15 L	1L
TOTAL	BAJA (L)		0.205	1
	MEDIA (M)			
	ALTA (H)	1		

C A L C U L O D E L P C I

TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION	PCI = 100 - VDC
VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)				
VALOR DE DEDUCCION CORREGIDO (VDC)				

FIG. 3

VIA: Catete -- Yauyas -- Chupaca

CÓDIGO: 72400 P 724100

FECHA: 03/10/2009

UNIDAD N°: 27

HECHO POR: Ricardo Soto V

AREA DE LA MUESTRA: 4x100
200 m²

TIPOS DE FALLAS

- | | | | |
|---|----|------------------------------|----|
| 1 Grieta piel de cocodrilo | M2 | 11 Baches y zanjas separadas | M2 |
| 2 Exudación de Asfalto | M2 | 12 Agregados puldos | M2 |
| 3 Grietas de Contracción (bloque) | M2 | 13 Huacos | N° |
| 4 Elevaciones - Hundimientos | M | 14 Acceso a puentes | M2 |
| 5 Conjugaciones | M2 | 15 Ahueitamiento | M2 |
| 6 Depresiones | M2 | 16 Deformación por empuje | M2 |
| 7 Grietas de Borde | M | 17 Grietas de deslizamiento | M2 |
| 8 Grietas de Reflexión de Juntas | M | 18 Hinchamiento | M2 |
| 9 Desnivel calzada - Hombrillo | M | 19 Disgregación y | |
| 10 Grietas Longitudinales y Transversales | M | Desintegración | M2 |

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES

		7	11			
		14	5	0.15x2.1 L		
			12)	0.1x0.1 L		
				0.15x2.25 L		
TOTAL	BAJA (L)			0.103 L		
	MEDIA (M)					
	ALTA (H)	1				

C A L C U L O D E L P C I

TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION	PCI = 100 - VDC
VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)				CONDICION DEL PAVIMENTO
VALOR DE DEDUCCION CORREGIDO (VDC)				

FIG. 3

VIA: Concrete - Yucayas - Chapala

CÓDIGO: 724100 JP 224100

FECHA: 03/10/2009

UNIDAD N°: 23

HECHO POR: Ricardo Soto V.

AREA DE LA MUESTRA: 4x100
400m²

TIPOS DE FALLAS

- | | | | |
|---|----|----------------------------------|----|
| 1 Grieta piel de cocodrilo | M2 | 11 Baches y zanjas separadas | M2 |
| 2 Exudación de Asfalto | M2 | 12 Agregados pulidos | M2 |
| 3 Grietas de Contracción (bloque) | M2 | 13 Huecos | N° |
| 4 Elevaciones - Hundimientos | M | 14 Acceso a puentes | M2 |
| 5 Conugaciones | M2 | 15 Ahueillamiento | M2 |
| 6 Deprestones | M2 | 16 Deformación por empuje | M2 |
| 7 Grietas de Borde | M | 17 Grietas de deslizamiento | M2 |
| 8 Grietas de Reflexión de juntas | M | 18 Hinchamiento | M2 |
| 9 Desnivel calzada - Hombrillo | M | 19 Disgregación y Desintegración | M2 |
| 10 Grietas Longitudinales y Transversales | M | | |

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES

		1	2	11	12	13	14	15	16	17	18	19
TOTAL	BAJA (L)			0.22 L		1 L						
	MEDIA (M)											
	ALTA (H)											

C A L C U L O D E L P C I

TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION	CONDICION DEL PAVIMENTO
VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)				
VALOR DE DEDUCCION CORREGIDO (VDC)				

FIG. 3

VIA: Cañete - Yaguajay - Chupacá CÓDIGO: 72+200 o P 72+300

FECHA: 03/10/2009 UNIDAD N°: 29

HECHO POR: Ricardo Soto V. AREA DE LA MUESTRA: 11x100
400 m²

TIPOS DE FALLAS

- | | | | |
|---|----|----------------------------------|----|
| 1 Grieta piel de cocodrilo | M2 | 11 Baches y zanjas separadas | M2 |
| 2 Exudación de Asfalto | M2 | 12 Agregados pulidos | M2 |
| 3 Grietas de Contracción (bloque) | M2 | 13 Huecos | N° |
| 4 Elevaciones - Hundimientos | M | 14 Acceso a puentes | M2 |
| 5 Conugaciones | M2 | 15 Ahuellamiento | M2 |
| 6 Depresiones | M2 | 16 Deformación por empuje | M2 |
| 7 Grietas de Bordo | M | 17 Grietas de deslizamiento | M2 |
| 8 Grietas de Reflexión de juntas | M | 18 Hinchamiento | M2 |
| 9 Desnivel calzada - Hombrillo | M | 19 Disgregación y Desintegración | M2 |
| 10 Grietas Longitudinales y Transversales | M | | |

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES

		1	2	3	4	5	6	7
TOTAL	BAJA (L)							
	MEDIA (M)							
	ALTA (H)							

C A L C U L O D E L P C I

TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION	PCI = 100 - VDC
VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)				
VALOR DE DEDUCCION CORREGIDO (VDC)				

FIG. 3

VIA: Carrete - Yaguas - Chaparra

CÓDIGO: 724300 30 724400

FECHA: 02/10/2009

UNIDAD N°: 30

HECHO POR: Ricardo Coto V.

AREA DE LA MUESTRA: 4x100
4000'

TIPOS DE FALLAS

- | | | | |
|---|----|----------------------------------|----|
| 1 Grieta piel de cocodrilo | M2 | 11 Baches y zanjas separadas | M2 |
| 2 Exudación de Asfalto | M2 | 12 Agregados pulidos | M2 |
| 3 Grietas de Contracción (bloque) | M2 | 13 Huecos | N° |
| 4 Elevaciones - Hundimientos | M | 14 Acceso a puentes | M2 |
| 5 Corugaciones | M2 | 15 Ahuellamiento | M2 |
| 6 Depresiones | M2 | 16 Deformación por empuje | M2 |
| 7 Grietas de Borde | M | 17 Grietas de deslizamiento | M2 |
| 8 Grietas de Reflexión de Juntas | M | 18 Hinchamiento | M2 |
| 9 Desnivel calzada - Hombillo | M | 19 Disgregación y Desintegración | M2 |
| 10 Grietas Longitudinales y Transversales | M | | |

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES

		1	2	3	4	5	6	7
TOTAL	BAJA (L)			0.098				
	MEDIA (M)			0.098				
	ALTA (H)							

C A L C U L O D E L P C I

TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION	PCI = 100 - VDC
VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)				
VALOR DE DEDUCCION CORREGIDO (VDC)				

FIG. 3

VIA: Cañete - Yaguas - Chapaca

CÓDIGO: 72+400 al 72+500

FECHA: 03/10/2009

UNIDAD N°: 31

HECHO POR: Ricardo Soto V

AREA DE LA MUESTRA: 4x100
400m²

TIPOS DE FALLAS

- | | | | |
|---|----|----------------------------------|----|
| 1 Grieta piel de cocodrilo | M2 | 11 Baches y zanjas separadas | M2 |
| 2 Exudación de Asfalto | M2 | 12 Agregados puldos | M2 |
| 3 Grietas de Contracción (bloque) | M2 | 13 Huecos | N° |
| 4 Elevaciones - Hundimientos | M | 14 Acceso a puentes | M2 |
| 5 Conugaciones | M2 | 15 Ahueflamiento | M2 |
| 6 Depresiones | M2 | 16 Deformación por empuje | M2 |
| 7 Grietas de Borde | M | 17 Grietas de deslizamiento | M2 |
| 8 Grietas de Reflexión de juntas | M | 18 Hinchamiento | M2 |
| 9 Desnivel calzada - Hombrillo | M | 19 Disgregación y Desintegración | M2 |
| 10 Grietas Longitudinales y Transversales | M | | |

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
			0.8									1	1									
TOTAL	BAJA (L)											0	0									
	MEDIA (M)																					
	ALTA (H)																					

CALCULO DEL PCI

TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION	PCI = 100 - VDC _____ CONDICION DEL PAVIMENTO _____
VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)				
VALOR DE DEDUCCION CORREGIDO (VDC)				

FIG. 3

VIA: Carril - Uruapan - Querétaro

CÓDIGO: 774-10 2º 24+903

FECHA: 02/10/2009

UNIDAD N°: 22

HECHO POR: Ricardo S. P.

AREA DE LA MUESTRA: 4x100
400m²

TIPOS DE FALLAS

- | | | | |
|---|----|----------------------------------|----|
| 1 Grietas piel de cocodrilo | M2 | 11 Baches y zanjas separadas | M2 |
| 2 Exudación de Asfalto | M2 | 12 Agregados puldos | M2 |
| 3 Grietas de Contracción (bloque) | M2 | 13 Huecos | N° |
| 4 Elevaciones - Hundimientos | M | 14 Acceso a puentes | M2 |
| 5 Conugaciones | M2 | 15 Ahueflamiento | M2 |
| 6 Depresiones | M2 | 16 Deformación por empuje | M2 |
| 7 Grietas de Borde | M | 17 Grietas de deslizamiento | M2 |
| 8 Grietas de Reflexión de juntas | M | 18 Hinciamiento | M2 |
| 9 Desnivel calzada - Hombrillo | M | 19 Disgregación y Desintegración | M2 |
| 10 Grietas Longitudinales y Transversales | M | | |

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES

		1	2	3	4	5	6
			1.6 M	3	2.25x0.3 L		1 L
				2	0.15x0.9 L		
					0.2x0.2 L		1 L
					0.1x0.1 L		
TOTAL	BAJA (L)				0.3 L		2 L
	MEDIA (M)						
	ALTA (H)		1.6				

CALCULO DEL PCI

TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION	PCI = 100 - VDC CONDICION DEL PAVIMENTO
VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)				
VALOR DE DEDUCCION CORREGIDO (VDC)				

FIG. 3

VIA: Cafete - Huus - Chapala

CODIGO: 234000 38 734100

FECHA: 23/10/2007

UNIDAD N°: 38

HECHO POR: Ricardo B. V.

AREA DE LA MUESTRA: 44'00" x 200'00"

TIPOS DE FALLAS

- | | | | |
|---|----|----------------------------------|----|
| 1 Grieta piel de cocodrilo | M2 | 11 Baches y zanjas separadas | M2 |
| 2 Exudación de Asfalto | M2 | 12 Agregados pulidos | M2 |
| 3 Grietas de Contracción (bloque) | M2 | 13 Huecos | N° |
| 4 Elevaciones - Hundimientos | M | 14 Acceso a puentes | M2 |
| 5 Conjugaciones | M2 | 15 Ahueillamiento | M2 |
| 6 Depresiones | M2 | 16 Deformación por empuje | M2 |
| 7 Grietas de Borde | M | 17 Grietas de deslizamiento | M2 |
| 8 Grietas de Reflexión de juntas | M | 18 Hinchamiento | M2 |
| 9 Desnivel calzada - Hombrillo | M | 19 Disgregación y Desintegración | M2 |
| 10 Grietas Longitudinales y Transversales | M | | |

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES

		1	2	3	13	15	17	18	19
TOTAL	BAJA (L)								
	MEDIA (M)								
	ALTA (H)								

C A L C U L O D E L P C I

TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION	PCI = 100 - VDC _____ CONDICION DEL PAVIMENTO _____
VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)				
VALOR DE DEDUCCION CORREGIDO (VDC)				

FIG. 3

VIA: Carepa - Yaguajay - Cienfuegos

CODIGO: 224000 07 224000

FECHA: 03/10/2000

UNIDAD N°: 37

HECHO POR: R. Garcia Soto V

AREA DE LA MUESTRA: 2.100

TIPOS DE FALLAS

- | | | | |
|---|----|------------------------------|----|
| 1 Grieta piel de cocodrilo | M2 | 11 Baches y zanjas separadas | M2 |
| 2 Exudación de Asfalto | M2 | 12 Agregados pulidos | M2 |
| 3 Grietas de Contracción (bloque) | M2 | 13 Huecos | N° |
| 4 Elevaciones - Humedilientos | M | 14 Acceso a puentes | M2 |
| 5 Conugaciones | M2 | 15 Ahueilamiento | M2 |
| 6 Depresiones | M2 | 16 Deformación por empuje | M2 |
| 7 Grietas de Bordo | M | 17 Grietas de desluzamiento | M2 |
| 8 Grietas de Reflexión de juntas | M | 18 Hinchamiento | M2 |
| 9 Desnivel calzada - Hombrillo | M | 19 Disgregación y | |
| 10 Grietas Longitudinales y Transversales | M | Desintegración | M2 |

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES

		11	13			
		0.25x0.25 L	12			
		0.3x0.3 L				
		0.2x0.2 L				
		0.1x0.13 L				
TOTAL	BAJA (L)	0.52	12			
	MEDIA (M)					
	ALTA (H)					

C A L C U L O D E L P C I

TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION	PCI = 100 - VDC
VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)				
VALOR DE DEDUCCION CORREGIDO (VDC)				

FIG. 3

VIA: Cañete - Yauyos - Chupaca CODIGO: 73+800 al 73+900

FECHA: 03/10/2009 UNIDAD N°: 42

HECHO POR: Ricardo Soto Yivarco AREA DE LA MUESTRA: 4x100
400m²

TIPOS DE FALLAS

1 Grieta piel de cocodrilo	M2	11 Baches y zanjas separadas	M2
2 Exudación de Asfalto	M2	12 Agregados pulidos	M2
3 Grietas de Contracción (bloque)	M2	13 Huecos	N°
4 Elevaciones - Hundimientos	M	14 Acceso a puentes	M2
5 Corugaciones	M2	15 Ahueitamiento	M2
6 Depresiones	M2	16 Deformación por empuje	M2
7 Grietas de Borde	M	17 Grietas de deslizamiento	M2
8 Grietas de Reflexión de juntas	M	18 Hinchamiento	M2
9 Desnivel calzada - Hombrillo	M	19 Disgregación y	
10 Grietas Longitudinales y Transversales	M	Desintegración	M2

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES

		(2) 0.15 x 0.2 L	1L			
		(2) 0.2 x 0.2 L				
		(4) 0.25 x 0.25 L	1L			
		(2) 0.2 x 0.2 L				
		(3) 0.3 x 0.3 L				
		(5) 0.15 x 0.1 L				
TOTAL	BAJA (L)	0.7	2L			
	MEDIA (M)					
	ALTA (H)					

C A L C U L O D E L P C I

TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION	PCI = 100 - VDC
VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)				CONDICION DEL PAVIMENTO
VALOR DE DEDUCCION CORREGIDO (VDC)				

FIG. 3