

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



**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL POR EL MÉTODO
DEL PCI, CARRETERA CAÑETE-CHUPACA. SISTEMATIZACIÓN
DEL PROCESO Y PROPUESTA DE MANUAL**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

WILLIAMS ALEXANDER FRISANCHO PEREZ

Lima- Perú

2011

**Dedicado a mis padres
y familiares que siempre
me apoyaron**

ÍNDICE

RESUMEN	02
LISTA DE CUADROS	03
LISTA DE FIGURAS	04
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS	05
INTRODUCCIÓN	06
CAPÍTULO I: GENERALIDADES	07
1.1. ANTECEDENTES	07
1.2. UBICACIÓN	08
1.3. CARACTERÍSTICAS DE LA CARRETERA	09
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	10
2.1. METODO DEL PCI	10
2.2. TIPOS DE FALLA Y SU CLASIFICACION	10
2.3. HERRAMIENTAS	13
CAPÍTULO III: PROPUESTA DE MANUAL PARA EVALUACIÓN SUPERFICIAL	14
3.1. GENERALIDADES	14
3.2. SECTORIZACIÓN Y MUESTREO	19
3.3. PROCEDIMIENTO PARA CALCULO DEL PCI	21
3.4. RESULTADOS	24
CONCLUSIONES	42
RECOMENDACIONES	43
BIBLIOGRAFÍA	44
ANEXOS	45

RESUMEN

La evaluación de la condición superficial de los pavimentos es un tema de estudio e investigación muy amplio con diversas metodologías de estudio y particularmente en cuanto a mantenimiento y conservación de carreteras se refiere.

Este trabajo define un tema específico en la evaluación superficial de pavimentos, la metodología del PCI, que es una evaluación no destructiva de la carretera, es completamente visual y analítica puesto que su evaluación depende de la experiencia y conocimientos de quien realiza la evaluación.

La metodología reconoce en su campo de evaluación 19 tipos de fallas superficiales los cuales se catalogan o clasifican según el tipo de severidad observado como bueno, regular o malo; dicha clasificación dependerá del criterio de quien realiza la evaluación.

Todos los procesos y resultados obtenidos descritos en el siguiente informe se basan en la experiencia obtenida del estudio en campo y de datos anteriores los cuales sirvieron en conjunto para poder concluir y sistematizar los procesos que se presentan en este trabajo y los cuales a su vez se utilizan en la propuesta del manual, el cual va a servir como guía en el procedimiento para la aplicación de la metodología descrita.

El manual propuesto servirá como guía de aplicación al momento de evaluar una carretera con la metodología del PCI, para ello se describe el paso a paso del procedimiento a aplicar, tanto en el campo como en la evaluación de los datos obtenidos, adicionando una propuesta para la sistematización del proceso de gabinete el cual se refiere al empleo de una hoja de cálculo el cual ayuda a simplificar la evaluación de la data obtenida, y así formalizar y estandarizar el proceso de la evaluación de una carretera bajo la metodología del PCI.

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1.01 Rango de clasificación del PCI	11
Cuadro N° 3.01 Longitudes de unidades de muestreo	19
Cuadro N° 3.02 Niveles de severidad para huecos	38

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1.01 Plano de ubicación	9
Figura N° 2.01 Hoja de toma de datos	13
Figura N° 3.01 Ejemplo de cálculo de PCI	24
Figura N° 3.02 Evolución del deterioro en el tiempo	25

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

PCI	: Índice de condición del pavimento
m_i	: Número máximo admisible
HDV _i	: Mayor valor deducido individual
CDV	: Máximo valor deducido
n	: Número de unidades de muestra a evaluar
N	: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento
e	: Error permisible en determinación del PCI
σ	: Desviación estándar del PCI
L	: Condición baja del pavimento
M	: Condición media del pavimento
H	: Condición alta del pavimento

INTRODUCCIÓN

La evaluación superficial de carreteras de bajo volumen de tránsito es un tema aun no normado en nuestro país, la diversidad de nuestra geografía nacional da para proponer muchas alternativas en cuanto a evaluación superficial se refiere, teniendo como factores importantes la ubicación y la economía de la región.

De las diversas alternativas que existen para realizar estas evaluaciones en este trabajo se presentará la metodología del PCI como una opción sencilla y económica puesto que por tratarse de una evaluación visual no requiere de muchas herramientas ni de aparatos sofisticados, obteniendo resultados con un alto grado de confianza.

En el capítulo I se menciona características de la carretera que fue evaluada y sirvió como base para la elaboración del presente informe, como son sus antecedentes, ubicación y características actuales de cómo se encuentra la carretera a la fecha del estudio.

En el capítulo II se expone la teoría de la metodología empleada, su definición, los tipos de fallas con los que clasifica a la superficie de los pavimentos y las herramientas que se emplean para realizar la evaluación superficial con la metodología del PCI.

En el capítulo III se muestra una propuesta del manual de evaluación, los conceptos que se manejan, la subdivisión de tramos para ser evaluados y con los cuales obtenemos datos para clasificar el pavimento según el PCI, el respectivo procedimiento de evaluación de la data tomada en campo (el paso a paso) y finalmente se define el procedimiento a seguir una vez obtenido el valor del PCI representativo del pavimento para definir el tipo de tratamiento y mantenimiento a la cual será sometido el pavimento evaluado.

La carretera evaluada es de un pavimento superficial del tipo monocapa por lo que los resultados obtenidos y procesos mencionados se ajustan principalmente a este tipo de diseño superficial.

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

La carretera de penetración y enlace entre Chupaca-Yauyos-Cañete, fue proyectada y ejecutada durante el gobierno del Sr. Augusto B. Leguía entre la década de 1920 a 1930, mediante la Ley decretada de la Conscripción Vial Territorial del Perú.

Durante el gobierno del Dr. Manuel Prado Ugarteche, entre los años 1940 y 1944 se avanzan los trabajos de la carretera desde Cañete, llegando a Yauyos en abril de 1944, siendo inaugurado por el propio Presidente en junio del mismo año.

El 22 de noviembre del 2004, se aprobó el Estudio de Pre inversión a nivel de Perfil de la carretera Ruta 22 Tramo Lunahuana-Yauyos-Chupaca.

El 09 de diciembre del 2005, se aprueba el Estudio de Factibilidad del Proyecto: Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Lunahuana-Dv. Yauyos-Chupaca.

El año 2007, se crea en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones: "Proyecto Perú", como un Programa de conservación y desarrollo de Infraestructura Vial que implementa un NUEVO SISTEMA DE GESTIÓN VIAL en el País; entendiéndose por Gestión Vial, la Construcción , Rehabilitación, Mejoramiento, Conservación, Atención de Emergencias Viales, Relevamiento de Información y Operación de la Red Vial Nacional.

En el marco de este proyecto se convoca a concurso público el proyecto: Servicio de Conservación Vial por Niveles de Servicio del Corredor Vial N°13, siendo ganador CONSORCIO GESTIÓN DE CARRETERAS, con un presupuesto de S/. 131'589.139.71. El Consorcio Gestión de Carreteras está conformado por la Cía. ICCGSA (Ingenieros Civiles y Contratistas Generales S.A.), Corporación Mayo SAC y Empresa de Mantenimiento Vial La Marginal S.R.L.

El 24 de Noviembre del 2007 se entregó a la Compañía Eléctrica El Platanal S.A, la estructura metálica modular Acrow de 51,8 m para la Construcción del Puente Provisional Pacarán y Accesos. El 07 de Diciembre del 2007 se comunicó a la Oficina General de Asesoría Jurídica las aclaraciones al Proyecto de Convenio que incluye como una de las obligaciones de la Compañía Eléctrica, elaborar el Estudio Definitivo y/o Expediente Técnico de la Construcción del Puente Nuevo Pacarán.

Con fecha 22 de Agosto del 2008, Se firma el Convenio específico entre la UNI y el MTC, a través del Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional PROVIAS NACIONAL, con el objetivo de mejorar los niveles de serviciabilidad y transitabilidad en las Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito de la Red Vial Nacional, plantean iniciar investigaciones en el tema sobre la experiencia de la Ruta N° PE-24 Cañete – Lunahuaná – Chupaca, con la finalidad de elaborar una Norma de Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito “Pavimentos Básicos”, que permitirá manejar diferentes alternativas de Construcción y Mantenimiento según las diversas condiciones locales del Perú.

1.2 Ubicación

La carretera Cañete – Yauyos – Chupaca está ubicada en los departamentos de Lima y Junín, forma parte de la ruta N° PE-24, tiene como inicio la localidad de San Vicente de Cañete llegando su extensión hasta la localidad de Chupaca cruzando los distritos San Luis, Imperial, Nuevo Imperial, Lunahuaná, Zúñiga, Chocos, Ayauca, Cakra, Catahuasi, Putinza, Yauyos, Colonia, Carania, Huantan, Laraos, Miraflores, Alis, Vitis, Tomas, Yanacancha, Ahuac, Huachac, Chupaca, Huamancaca Chico, Chambaza, Chambaza, San José de Quero, Sincos, El Tambo, Huancayo, San Agustín, Sicaya y Pilcomayo; se encuentra conformado por los siguientes tramos viales:

- Carretera Lunahuaná – Pacarán (12,5 Km.)
- Carretera Pacarán – Zúñiga – Dv. Yauyos – Dv. Ronchas (211,90 Km.)
- Carretera Dv. Ronchas – Chupaca (16,3 Km.)
- Puente Pacarán



Figura N° 1.01 Plano de ubicación (Fuente: Página web del MTC)

1.3 Característica de la carretera

La carretera Cañete – Yauyos – Chupaca tiene una longitud de 240.70 km, forma parte de la ruta nacional No PE-24 uniendo las capitales de provincia de Cañete y Yauyos, ambos pertenecientes al departamento de Lima.

También es parte del Corredor Vial N° 13: Cañete - Lunahuaná - Pacarán - Chupaca y Zúñiga- Dv. Yauyos - Ronchas (281 Km.), donde se realiza el Servicio de Conservación Vial por Niveles de Servicio a cargo del programa de infraestructura vial denominado Proyecto Perú.

Es considerada una carretera de 3er orden por su bajo nivel de tránsito, presenta un terreno de topografía llana, ondulada y accidentada.

CAPÍTULO 2: MARCO TEORICO

2.1 Método del PCI

El PCI es un índice numérico, desarrollado para obtener el valor de la irregularidad de la superficie del pavimento y la condición operacional de este, es la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos flexible, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas más allá de las que constituyen el sistema.

Entre las características del método de evaluación del PCI, se puede citar las siguientes:

- Es fácil de emplear
- No requiere de ningún equipo especial de evaluación, el procedimiento es enteramente visual.
- Ofrece buena repetibilidad y confiabilidad estadística de los resultados.
- Suministra información confiable sobre las fallas que presenta el pavimento, su severidad y área afectada.

2.2 Tipos de falla y su clasificación

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

No.	Descripción	Unidades
1.	Grieta Piel de cocodrilo	m ²
2.	Exudación de Asfalto	m ²
3.	Grietas de contracción (en bloque)	m ²
4.	Elevaciones y Hundimiento	m
5.	Corrugaciones	m ²
6.	Depresiones	m ²
7.	Grieta de borde	m

8. Grietas de reflexión de juntas	m
9. Desnivel calzada	m
10. Grietas longitudinales y transversales	m
11. Baches y zanjas reparadas	m2
12. Agregado Pulidos	m2
13. Huecos	No.
14. Acceso y salidas a puentes, rejilla de drenaje, líneas férreas	m2
15. Ahuellamiento	m2
16. Deformación por empuje	m2
17. Grietas de deslizamientos	m2
18. Hinchamiento	m2
19. Disgregación y desintegración (Peladura)	m2

El PCI varía entre 0 para pavimentos fallados y un valor de 100 para pavimentos en excelente condición. En el siguiente cuadro se representa los rangos del PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición de un pavimento.

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

Cuadro N° 1.01 Rango de clasificación del PCI

Para medir correctamente cada deterioro, el inspector debe estar familiarizado con los criterios de medición individuales.

El procedimiento para la evaluación de un pavimento comprende: una etapa de trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta su clase, severidad y extensión (área del tramo) de cada uno de ellos y una segunda fase que será el cálculo.

Para la evaluación de pavimentos se tomaran en cuenta 3 aspectos:

1. La clase, está relacionada con el tipo de degradación que se presenta en la superficie de un pavimento entre las que tenemos piel de cocodrilo, exudación, agrietamiento en bloque, abultamientos, entre otros.

2. La severidad, representa la criticidad del deterioro en términos de su progresión; entre más severo sea el daño, más importantes deberán ser las medidas para su corrección. De esta manera, se deberá valorar la percepción que tiene el usuario al evaluar; es así que se describe una guía general de ayuda para establecer el grado de severidad de la calidad de tránsito:

Bajo, (B): se perciben vibraciones en el vehículo (por ejemplo, por corrugaciones), pero no es necesaria la reducción de velocidad en aras de la comodidad o la seguridad. Los abultamientos y hundimientos individuales causan un ligero rebote del vehículo pero no provoca incomodidad.

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

Alto, (A): las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que debe reducirse la velocidad de forma considerable en aras de la comodidad y la seguridad; 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 del tránsito se determina recorriendo la sección de un pavimento en un automóvil de tamaño estándar a la velocidad especificada por el límite legal. Las secciones del pavimento cercanas a las señales de detención deben calificarse a la velocidad de desaceleración normal de aproximación a la señal.

3. La extensión, que se refiere al área o longitud que se encuentra afectada por cada tipo de deterioro.

2.3 Herramientas

Para la evaluación de los pavimentos se utilizaran hojas de datos, o cualquier sistema de almacenamiento de información en campo que permita registrar: fecha, ubicación, componente, sección, tamaño de la unidad de muestra, tipos de falla, grado de severidad, cantidades, y nombre del encargado de la inspección. También deberá emplearse cintas métricas para realizar las mediciones (de 5m y 30m) de los diversos tipos de fallas, y como apoyo en la medición se utilizara una regla metálica de 1.50m perfectamente alineada. Para el cálculo del PCI también se empleará una hoja de cálculo la cual da los valores de PCI para cada tramo evaluado, basándose en las ecuaciones de las gráficas de los ábacos presentados en el anexo A, la ventana de aplicación se muestra en el anexo B.

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA CURSO DE TITULACION PROFESIONAL EVALUACION DE LA CONDICION SUPERFICIAL POR EL METODO DEL PCI</p>											
CONDICIÓN DE PAVIMENTO											
CARRETERA: _____ TRAMO: _____ EVALUADOR: _____							Pavimento: _____ CODIGO: _____ FECHA: _____				
NUMERACION DE FALLAS											
1	Piel de cocodrilo	7	Grietas de Borde	13	Huecos	2	Exudacion	8	Gr. De R. Juntas	14	Acceso a Puentes
3	Grietas en bloque	9	Desnivel Calzada Hombrillo	15	Ahuellamiento	4	Elev. Y Hundimiento	10	Grietas Long. Y Trans.	16	Deformacion por Empuje
5	Corrugaciones	11	Bacheo y zanjas Reparadas	17	Grietas de deslizamientos	6	Depresiones	12	Agregado Pulido	18	Hinchamientos
Severidad: H=Alta		M= Media		L= Baja				19		Peladura	
VALOR DEDUCIDO POR FALLAS					ITERACION PARA CALCULO DE VDG max						
i	Código	Area (m2)	%	VDI	Vdl	Densidad Total	q	VDC			
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
Calculo del PCI, de acuerdo a la norma ASTM-D6433-03					VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD						
					$m=1+(9/98)(100-HDV)<10$						
					HDV=		m=				
RESULTADO											
VDC max= _____											
PCI _____											
Condicion= _____											
OBSERVACIONES:											

Figura 2.01 Hoja de toma de datos (Fuente: Elaboración propia)

CAPITULO 3: PROPUESTA DE MANUAL PARA EVALUACIÓN SUPERFICIAL

3.1 Generalidades

En la evaluación de una carretera mediante el método del PCI se tomarán en cuenta las siguientes definiciones:

- Índice de Condición de pavimento (PCI): es una calificación numérica asociada a la condición del pavimento que varía entre 0 y 100, siendo 0 la peor condición posible y 100 la mejor.
- Clasificación de la Condición del Pavimento: es una descripción verbal de la condiciones del pavimento en función al valor del PCI, varía de Colapsado a Excelente.
- Fallas del Pavimento: indicadores externos del deterioro del pavimento causado por cargas, factores atmosféricos, deficiencias en su construcción, o una combinación de estas.
- Unidad de Muestra del Pavimento: es una subdivisión de la sección del pavimento que tiene un rango estandarizado de tamaño.
- Sección de Pavimento: es un área dentro del pavimento que presenta una construcción uniforme y continua, mantenimiento, historial de uso y condiciones uniformes. Una sección también debe tener el mismo volumen de tránsito e intensidad de carga.
- Superficie de Concreto Asfáltico (AC): mezcla de agregados con cemento asfáltico actuando como aglomerante.

Para poder entender los problemas que ocurren en los pavimentos de bajo volumen de tránsito debemos conocer las causas que los originan puesto que los defectos que presenta un pavimento y que disminuyen la comodidad del usuario o la vida de servicio de esa estructura, frecuentemente corresponden a defectos constructivos y difícilmente pueden clasificarse como deterioros.

Sin embargo, atendiendo al hecho de que habrán de ser corregidos mediante labores de mantenimiento o conservación, como es el caso de juntas mal acabadas, se han incluido como deterioros. Adicionalmente puede deducirse que tales defectos pueden sufrir un deterioro gradual con el paso de los vehículos y convertirse así en verdaderos deterioros del pavimento. En la literatura especializada de pavimentos, los fines didácticos perseguidos orientan el ordenamiento de los deterioros atendiendo a sus causas y origen, más que a las labores para su corrección. El interés del informe se orienta a las evaluaciones con miras a los trabajos de conservación, rehabilitación o reconstrucción.

Los deterioros de pavimentos incluidos se consideran los más relevantes. Podemos dividirlos en causas Internas y Externas y a su vez se han agrupado en tres categorías; los de superficie, los de estructura y los que encuentran su origen en la construcción. Se muestran las causas más comunes:

Agentes Externos: son las fallas que tienen su origen como bien indica por medios externos, ya sea por algún evento extraordinario o por algún defecto en construcción, a su vez subdividimos estos agentes en las tres zonas y/o momentos cuando puedan haber afectado:

De Superficie

Derrame de solventes: Los derrames de solventes sobre la superficie de la carretera trae como consecuencia la pérdida de la adherencia entre el ligante y el agregado grueso, lo cual hace, que estos agregados pierdan sostén y comiencen a actuar como cuerpos libres, con lo cual con el tráfico constante causara desprendimientos en la carretera que van desde pulimiento de agregados hasta su desprendimiento total.

Frenado brusco de vehículos pesados: el frenado de estos vehículos se ya en pendientes fuertes y/o entradas a estructuras especiales, puentes, badenes etc., causa en la carpeta de rodadura deslizamientos que poco a

poco hacen perder la adherencia que tiene con la base, lo cual puede llegar a causar ondulamientos y deslizamientos en la carpeta.

De Estructura

Gradiente térmico superior a los 30° C.: cuando la temperatura local presenta tal variación, lo cual se da comúnmente en zonas de altura, es muy posible que el agua presente dentro del paquete estructural se solidifique, con lo cual aumentara su volumen y empezara a moler a los agregados que lo rodean por un proceso de fatiga constante. Así al reducirse el tamaño de los agregados, disminuye la capacidad de soporte los que ocasionara hundimientos y/o baches en la carretera.

Subdrenaje inadecuado: siendo el agua un factor bastante dañino para la estructura de la carretera, el no poseer un buen subdrenaje permitirá que ésta ingrese y comience a lavar los finos y arenas de las capas estructurales lo que traerá a un futuro fallas del tipo de baches y/o piel de cocodrilo.

De Construcción

Lluvia durante el esparcido o antes del fraguado del ligante: al producirse una lluvia en esta etapa indicara que la ligazón carpeta – base estructural, no será la optima y traerá como consecuencias en el futuro ondulamientos, y deslizamientos, como producto del trafico

Rápida apertura al tránsito: al ser abierta rápidamente una vía al tráfico, sin haber sido bien compactada ni arenada, se producirán es esta ahuellamientos y deslizamientos, como producto de que el asfalto no posee la rigidez necesaria.

Agentes Internos: son las fallas que se originan dentro del mismo pavimento, este tipo de fallas son las más graves puesto que cuando se muestran, ya es inevitable hacer un trabajo de rehabilitación del

pavimento, a su vez subdividimos estos agentes en las tres zonas y/o momentos cuando puedan haber afectado:

De Superficie

Envejecimiento del ligante: el ligante se denomina envejecido cuando tiene las características de un ligante que ya tiene casi cumplido su tiempo de vida útil, causa del envejecimiento prematuro del ligante, es una mala mezcla de asfalto e las plantas, donde someten a el asfalto a temperaturas excesivas y acelerarán su proceso de envejecimiento, lo cual puede llegar hasta se vitrificación. Este asfalto envejecido será muy rígido y se empezara a quebrar en varios sectores, produciéndose así, grietas longitudinales, y transversales así como fallas en bloque.

Dosificación árido (pétreo) – ligante (asfalto) inadecuada: una mala dosificación de estos dos componentes del cemento asfáltico trae como consecuencia las exudación, (si posee mucho asfalto), o los alisamientos y peladuras (si posee más material grueso), siendo ambos negativos para el transportista, pues si se produce la exudación, la carretera pierde fricción, y si se produce alisamiento y/o peladura, esto causara que los neumático de los vehículos se gasten rápidamente

De Estructura

Mal diseño estructural: en las vías donde se proyectaron pavimentos con un numero estructural menor al número estructural que realmente soportan, el mismo paquete estructural interior tiene a deteriorarse mucho más rápidamente puesto que la carga que soportan no es para la cual fueron diseñados, se mostrarán en este caso, las fisuras longitudinales y transversales.

Compactación o calidad deficiente de la base: al no tener el grado de compactación necesario o al tener materiales inadecuados, (gravas

redondeadas, etc.), se disminuye la capacidad de soporte de estas vías, las cuales terminarían presentando fisuras prematuras con el tiempo.

De Construcción

Esparcido irregular del ligante: un esparcido irregular traerá como consecuencia que la carpeta se desprenda en las zonas donde no hubo mucha adherencia, y que se deslice en las zonas donde se utilizó demasiado.

Insuficiente penetración del riego de imprimación: al no tener una suficiente penetración, la carpeta de rodadura actuará como una estructura independiente sobre la base y debido a la acción del tráfico tenderá a deslizarse y ondularse.

Como se indicó las fallas en el pavimento se muestran dependiendo de qué tipo son; si son fallas con origen externo se podrá definir la falla apenas aparezca y esta será en su grado más leve, pero no así con las fallas de origen interno, puesto que cuando estas se hagan presentes indicará que ya el proceso de la falla estará bastante avanzado.

Se observa además de las curvas PCI vs tiempo de servicio que las fallas tienden a hacerse más pronunciadas con el tiempo lo cual trae consigo un deterioro prematuro de la carretera, si estas no son tratadas a tiempo

Dependiendo de los tipos de falla como los que distingue el método del PCI ciertas fallas tendrán mucha más incidencia que otras en las carreteras de bajo volumen de tránsito. Esto es porque como características tenemos que esta vía presenta una base de al menos 40 cm de espesor que normalmente ha sido compactada previamente y durante mucho tiempo por el tráfico normal y a la cual se le añadió un tratamiento superficial Monocapa o Slurry Seal, el cual no tiene un espesor mayor a 2cm, así con esta premisa, se intuye que los tipos de falla que afectan a la superficie del pavimento, son los más notorios y los que más influyen.

3.2 Sectorización y muestreo

Una unidad de muestra es convenientemente definida por una porción de un pavimento de sección elegida solamente para la inspección del pavimento, en el caso de Pavimentos de Asfalto con un ancho menor a 7.30 m. el área de muestreo debe estar entre 230 ± 93 m². En el siguiente cuadro se presentan algunas relaciones longitud ancho de calzada pavimentada.

ANCHO DE CALZADA (m)	LONGITUD DE LA UNIDAD DE MUESTRA (m)
5.00	46.00
5.50	41.80
6.00	38.30
6.50	35.40
7.30 (máx.)	31.50

Cuadro N° 3.01 Longitudes de unidades de muestreo

No todas las unidades de muestra requieren tener el mismo tamaño de muestra, pero deben tener similares patrones para asegurar la exactitud en cálculo del PCI.

El primer paso en el muestreo de la evaluación de un proyecto, es la determinación del número mínimo de unidades de muestreo (n) que deberá ser encuestado para obtener un cálculo aproximado del PCI de la sección. Este número mínimo, es determinado por medio de la siguiente ecuación:

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

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 ($e=\pm 5\%$)

σ : desviación estándar del PCI entre las unidades

Si la obtención del nivel de confianza del 95% es crítica, se debe verificar el número de unidades de muestra inspeccionadas es adecuado. El número de unidades de muestra se determinó inicialmente en base a una desviación estándar asumida. Se debe calcular la desviación estándar actual de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (PCI_i - PCI_f)^2}{n-1}}$$

Donde:

PCI_i : PCI de la unidad de muestra i

PCI_f : PCI promedio de las unidades de muestra analizadas

n : número total de unidades de muestra analizadas

s : desviación estándar

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. Esta técnica se la conoce como "sistema aleatorio" descrito en los siguientes tres pasos:

1. El intervalo de muestreo (i), es determinado por:

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

Donde:

N : número total de unidades de muestreo disponible.

n : número mínimo de unidades a evaluar.

i : intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior.

2. El inicio al azar es o son seleccionados entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo i .
3. Las unidades de muestreo para la evaluación se identifican como "s", "s+i", "s+2i", etc. Si la unidad seleccionada es 3, y el intervalo de muestreo es 3, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serian 6, 9, 12 etc.

3.3 Procedimiento para cálculo del PCI

Con la finalidad de facilitar el entendimiento del cálculo del PCI, se ha descrito mediante diversos pasos:

PASO 1: Determinación de los Valores Deducidos (VD):

1.a Totalice cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo en la columna Área de la figura 3.01. La severidad puede medirse en área, longitud o por su número según sea el tipo. Por ejemplo, en la figura 3.01 se muestra un ejemplo de cálculo; con los datos recogidos de campo que son: falla tipo piel de cocodrilo, numerada como 1, severidad baja y valores tomados de campo, 9.4, 8.8 y 1.5, que sumados dan 19.70. Ese valor se lo coloca en la columna de Área.

1.b Divida la cantidad total de cada tipo de daño, en cada nivel de severidad, entre el área muestra de la unidad de muestreo y exprese el resultado en porcentaje. Esta es la densidad de la falla o porcentaje de incidencia, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.

1.c. Determine el Valor Deducido para cada tipo de falla y su nivel de severidad mediante las curvas o tablas de valor deducido, que se encuentra en el anexo A; de acuerdo al tipo de falla inspeccionado.

PASO 2: Determinación del número máximo admisible de valores deducidos (m):

2.a Si ninguno o tan solo uno de los valores deducidos es mayor que 2, se usa el valor deducido total en lugar del valor deducido corregido (CDV), obtenido en el Paso 4; de lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b y 2.c.

2.b Liste los valores deducidos individuales en orden descendente.

2.c Determine el Número Máximo de Valores Deducidos (m), utilizando la siguiente ecuación, para carreteras pavimentadas:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100.00 - HDV_i)$$

Donde:

m_i : número máximo admisible de valores deducidos, incluyendo la fracción para la unidad de muestreo ($m_i \leq 10$).

HDV_i : el mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i .

De acuerdo al ejemplo de la figura tenemos:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100.00 - HDV_i)$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100.00 - 35.36)$$

$$m_i = 6.94$$

2.d El número de valores individuales deducidos se reduce a m , inclusive la parte fraccionaria la cual se redondea al entero más próximo. Si se dispone de menos valores deducidos que m se utilizan los que se tengan.

PASO 3: Determinación del máximo valor deducido corregido (CDV):

Este paso se lo realiza mediante un proceso iterativo que se lo describe a continuación:

3.a Determine el número de valores deducidos (q) mayores que 2. En el ejemplo de la figura 2, $q=2$.

3.b Determine del valor deducido total sumando todos los valores deducidos individuales. Siguiendo el ejemplo, se suma los valores 35.36, 31.12 y 0.64; que da un total de 67.12.

3.c Determine el CDV con el q y el valor deducido total en la curva de corrección, de acuerdo al tipo de pavimento. En este ejemplo es $q=2$ por lo tanto el valor leído en las tablas será 49.26.

3.d Reduzca a 2 el menor de los valores deducidos individuales, que sea mayor a 2 y repita las etapas 3.a hasta 3.c. Este proceso se repite hasta que se cumpla la condición que q sea igual a 1.

3.e El máximo CDV es el mayor valor de los CDV obtenidos en el proceso de iteración indicado. Siguiendo el ejemplo, el máximo valor de CDV es 49.26.

PASO 4: Calcule el PCI, restando el "máximo CDV" de 100

$$PCI = 100 - \text{máx.}CDV$$

Donde:

PCI: índice de condición presente.

máx. CDV: máximo valor corregido deducido

$$PCI = 100 - \text{máx.}CDV$$

$$PCI = 100 - 49.26$$

$$PCI = 51.00$$

Por lo tanto la clasificación del PCI será "Regular".

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA CURSO DE TITULACION PROFESIONAL EVALUACION DE LA CONDICION SUPERFICIAL POR EL METODO DEL PCI							
CONDICIÓN DE PAVIMENTO								
CARRETERA:	CAÑETE - YAUYOS - CHUPACA	Pavimento:	230.1 m ²					
TRAMO	130+00 130+50	CODIGO:						
EVALUADOR:	Williams Frisancho Perez	FECHA:	27/11/2010					
NUMERACION DE FALLAS								
1	Piel de cocodrilo	7	Grietas de Borde	13	Huecos			
2	Exudacion	8	Gr. De R. Juntas	14	Acceso a Puentes			
3	Grietas en bloque	9	Desnivel Calzada Hombrillo	15	Ahuellamiento			
4	Elev. Y Hundimiento	10	Grietas Long. Y Trans.	16	Deformacion por Empuje			
5	Corrugaciones	11	Bacheo y zanjas Reparadas	17	Grietas de deslizamientos			
6	Depresiones	12	Agregado Pulido	18	Hinchamientos			
	Severidad: H=Alta		M= Media L= Baja	19	Peladura			
VALOR DEDUCIDO POR FALLAS				ITERACION PARA CALCULO DE VDC max				
i	Codigo	Area (m ²)	%	VDi	Vdi	Densidad Total	q	VDC
1	1B	19.70	8.56	31.12	35.36	67.12	2	49.26
2	3M	1.52	0.66	0.64	31.12	38.01	1	38.01
3	10A	24.54	10.66	35.36	0.64			
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
Calculo del PCI, de acuerdo a la norma ASTM-D6433-03					VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD			
					$m=1+(9/98)(100-HDV) \leq 10$			
					HDV=	35.36	m=	6.94
RESULTADO								
VDC max=					49			
PCI					51			
Condicion=					REGULAR			
OBSERVACIONES:								
SE NECESITA REALIZAR TRATAMIENTO SUPERFICIAL								

Figura 3.01 Ejemplo de cálculo de PCI (Fuente: Elaboración propia)

3.4 Resultados

Con los resultados obtenidos en la evaluación superficial obtenemos un valor representativo de falla para la carretera en estudio el cual nos indica el valor del PCI para ese tiempo de estudio, el cual podemos comparar con datos anteriores para poder evaluar la evolución de la carretera a través del tiempo.

La evolución de los daños y la degradación del estado de la vía, en función del tiempo, tienen la forma que se ilustra en la figura N° 3.02, tal como se comprobó en el conocido como Experimento Vial AASHO, desde 1960.

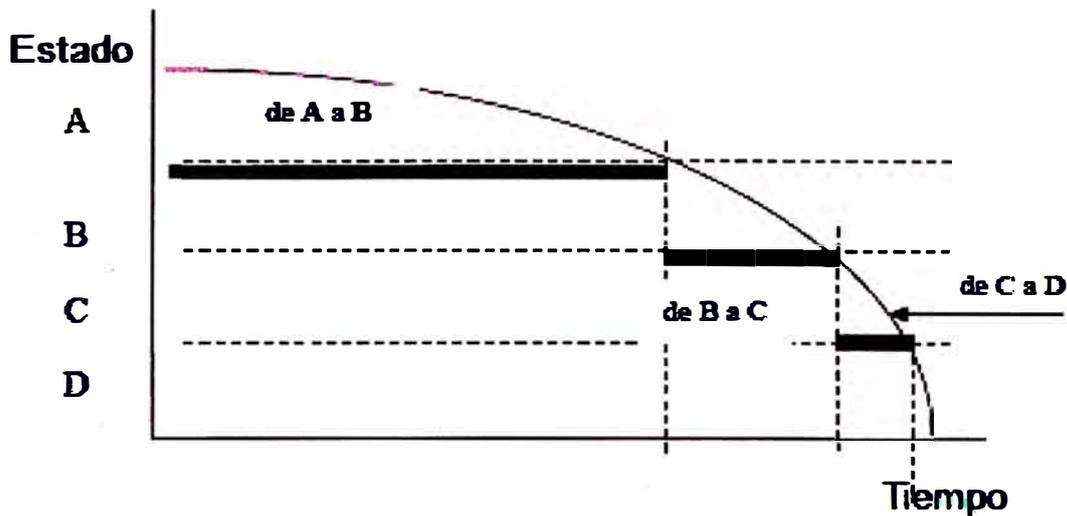


Figura N° 3.02 Evolución del deterioro en el tiempo (Fuente: MTC)

Se observa que en un breve plazo, la capa de rodadura se desgasta y se fatiga, mientras que poco a poco se van colmatando los dispositivos de drenaje. Convencionalmente se puede decir que la vía pasa de un estado inicial A, a un estado B.

Posteriormente, se presentan daños estructurales que afectan la capacidad de soporte del pavimento, los cuales son propiciados por las deficiencias y los deterioros superficiales, y por la repetición de las cargas. Figurativamente, se puede decir que la calzada pasa del estado B al estado C.

Por último y en forma más rápida que en los dos casos anteriores, las deformaciones en la calzada, los daños y la obstrucción del drenaje, provocan incomodidad al usuario y riesgos para su seguridad; además, se generan pérdidas de tiempo y altos costos de operación vehicular. En este caso se puede decir que la vía pasa del estado C al estado D. En situaciones extremas se puede alcanzar el límite crítico e interrumpirse la circulación vehicular por las pésimas condiciones de la vía.

Una calzada en buen estado inicial demora varios años para pasar del estado A al estado B, pero luego demorará menos tiempo para pasar al estado C, dependiendo de la suficiencia o insuficiencia de la conservación y, sin duda, aún menos tiempo para llegar al estado D, a partir del estado C. Esto se explica porque desde que se pierde la impermeabilidad de la capa de rodadura, la acción combinada del tránsito pesado (ejes sobrecargados) y la agresividad del clima (fuertes precipitaciones), aceleran de manera rápida e inevitable el proceso de degradación.

Ante estos resultados se ve la necesidad de plantear políticas de mantenimiento los cuales se ponen de manifiesto en proyectos de Servicios de Conservación Vial por Niveles de Servicio, los cuales se dividen en dos fases de estudio para una adecuada Gestión Vial:

- Fase Pre Operativa.
- Fase Operativa.

Cada fase de intervención contiene procesos y procedimientos técnicos a los que se debe ceñir el profesional responsable de conservación para implementar y ejecutar políticas de mantenimiento con el fin de garantizar un adecuado nivel de transitabilidad.

Fase Pre Operativa

a. - Elaboración del Programa de Conservación Vial

El área técnica encargada de la Conservación vial deberá diseñar el Programa General de Conservación Vial para el tiempo que dure la prestación del servicio, el cual comprende entre otras, las actividades que se deberán ejecutar de manera regular con el objeto de lograr los niveles de servicio exigidos por la entidad contratante.

b.- Elaboración del Plan de Manejo Socio Ambiental

El MTC, dentro de sus lineamientos para la Contratación de Servicios de Conservación Vial por Niveles de Servicio contempla el Plan de Manejo Socio Ambiental (PMSA).

El PMSA estará conformado por el conjunto de programas, estrategias y actividades necesarias para prevenir, controlar, mitigar, compensar y corregir los impactos negativos generados por el servicio, su contenido incluye como mínimo el manejo de: desechos, material de reciclaje, basuras, obras de concreto y materiales de construcción, residuos líquidos, combustibles, aceites y sustancias químicas; aguas superficiales, vegetación, maquinaria y equipo, campamentos; seguridad vial, higiene, seguridad y salud ocupacional; gestión social entre otros.

c.- Elaboración del Informe de la Situación Actual

En los primeros meses de iniciado el contrato, se debe hacer un inventario vial de todo el tramo de la carretera dentro del alcance del proyecto.

El inventario deberá ser debidamente sustentado y referenciado con una planilla de metrados, dicho informe se debe de entregar a la entidad correspondiente para su revisión. El inventario servirá para constatar el estado en que se le entrega la carretera por parte de la entidad Contratante.

d.- Elaboración del Plan de Control de Calidad

Se deberá elaborar el Plan de Calidad del proyecto, acorde a los requisitos exigidos para este tipo de trabajos, en concordancia con los siguientes documentos:

- Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras.
- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (DG-2000).
- Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2000).
- Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.
- Legislación Vigente en Relación a los Aspectos Socio Ambientales, Políticas y Prácticas Ambientales del MTC.

En esta etapa se elabora los formatos de control de calidad en campo, documentos que permitirán una mejor gestión y seguimiento de los trabajos:

- Ordene de Trabajo (OT).
- Procedimiento Escrito de Trabajo (PET).
- Protocolos.

Fase Operativa

a.- Conservación Rutinaria

Conjunto de actividades que se ejecutan permanentemente a lo largo de la vía y que se realizan diariamente con la finalidad principal de preservar todos los elementos viales con la mínima cantidad de alteraciones o de daños y en lo posible, conservando las condiciones que tenía después de la construcción, de la conservación periódica, de la rehabilitación o de la reconstrucción. Debe ser de carácter preventivo e incluye las actividades de limpieza de las obras de drenaje, el corte de la vegetación y las reparaciones menores de los defectos puntuales.

Asimismo, en este tipo de conservación vial se incluyen las actividades socio-ambientales, de atención de emergencias viales menores y de cuidado y vigilancia de la vía.

Las actividades de Conservación Rutinaria pueden comprender:

- Eliminación de desmonte manual.
- Poda, corte y retiro de árboles.
- Limpieza de obras de arte (alcantarillas, drenajes, tuberías, pontones, puentes vehiculares y peatonales, viaductos, túneles, etc.).
- Limpieza de la calzada y bermas.
- Limpieza de cunetas, rápidas y zanjas de coronación.
- Limpieza de señales verticales, hitos kilométricos, postes delineadores, defensas metálicas y defensas en concreto.
- Pintura, renovación de los hitos kilométricos.
- Remoción de derrumbes localizados a lo largo de la vía, incluido el acarreo a los botaderos autorizados.
- Sello de Fisuras
- Bacheo superficial y profundo localizado
- Reposición de señales, hitos y elementos de seguridad vial.

Todas las actividades de Conservación Rutinaria se deberán ejecutar de acuerdo a las Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras y a las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2000).

b.- Conservación Periódica

Conjunto de actividades que se ejecutan entre periodos, en general, de más de un año y que tienen el propósito de evitar la aparición o el agravamiento de defectos mayores, de preservar las características superficiales, de conservar la integridad estructural de la vía y de corregir algunos defectos puntuales mayores.

La Conservación Periódica tiene como fin la recuperación las condiciones iniciales de serviciabilidad de la carretera, llevándola a los niveles de cuando fue construida.

Las actividades a realizar son:

- Bacheo de la Carpeta Asfáltica
- Tratamiento Superficial
- Bacheo y Tratamiento Superficial
- Re nivelación de la Carpeta Asfáltica
- Re nivelación de la Carpeta Asfáltica y Tratamiento Superficial
- Reciclado de la Carpeta Asfáltica y Tratamiento Superficial.
- Sobre carpeta de 5 cm. de Espesor
- Sello de Fisuras y Sobre carpeta de 5 cm. de Espesor
- Bacheo y Sobre carpeta de 5 cm. de Espesor

c.- Reparaciones Menores

Son trabajos selectivos de poca dimensión en zonas específicas o puntuales, tanto en la calzada como en los demás elementos de la vía.

Son actividades que el contratista debe ejecutar para corregir defectos en las obras de drenaje, señales, elementos de seguridad etc. y forman parte de la conservación rutinaria.

d.- Puesta a Punto

Son las actividades que debe realizar el Contratista para alcanzar los niveles de servicio que le serán exigidos durante toda la duración del contrato por servicios de conservación por niveles de servicio.

e.- Atención de Emergencias Viales Extraordinarias

Se considera emergencia a todo obstáculo o derrumbe mayor a 200 m³ por evento, no es acumulable, que impida el libre tránsito vehicular sobre la calzada, siendo obligación del contratista, su eliminación hasta que la calzada quede libre de cualquier escombros.

f.- Relevamiento de Información

Consiste en la ejecución de los Estudios de Tráfico, Estudios de Origen Destino e Inventario Vial Calificado la cual tendrá que ser reportado a la entidad competente para que genere una estadística del comportamiento de la vía.

Con relación al inventario Vial Calificado, este se tiene que elaborar según el manual de gestión de la Unidad de Gestión de Carreteras de Proviás Nacional.

g.- Implementación del Plan de Manejo Socio Ambiental

Se debe implementar y monitorear el plan de Manejo Socio ambiental.

Los resultados obtenidos en cada tramo de la evaluación depende del tipo de falla encontrado y la severidad asumida, y por ello se presentan diversos tipos de soluciones los cuales presentamos a continuación:

1. Piel de cocodrilo

Niveles de severidad

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

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

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

Medida

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

Opciones de reparación

L: No se hace nada, sello superficial. Sobre carpeta.

M: Parcheo parcial o en toda la profundidad. Sobre carpeta. Reconstrucción.

H: Parcheo parcial. Sobre carpeta. Reconstrucción.

2. Exudación

Niveles de severidad

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

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

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

Medida

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

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Se aplica arena / agregados y cilindrado.

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

3. Agrietamiento en bloque

Niveles de severidad

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

M: Bloques definidos por grietas de severidad media

H: Bloques definidos por grietas de alta severidad.

Medida

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

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

4. Elevación y Hundimientos

Niveles de severidad

L: Las elevaciones o hundimientos originan una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Las elevaciones o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad media.

H: Las elevaciones o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad alta.

Medida

Se miden en pies lineales (ó metros lineales). Si aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tránsito y están espaciadas a menos de 3.0 m, el daño se llama corrugación. Si el abultamiento ocurre en combinación con una grieta, ésta también se registra.

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Reciclado en frío. Parcheo profundo o parcial.

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

5. Corrugación

Niveles de severidad

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

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

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

Medida

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

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Reconstrucción.

H: Reconstrucción.

6. Depresión

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

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 juntas

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 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.

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 de calzada

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

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.

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. Bacheo y zanjas reparadas

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.

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Sustitución del parche.

H: Sustitución del parche.

12. Agregado pulido

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 agregado pulido.

Opciones de reparación

L, M, H: No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobre carpeta. Fresado y sobre carpeta

13. Huecos

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 3.02. 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.

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

Cuadro Nº 3.02 Niveles de severidad para huecos

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. Acceso a puentes

Niveles de severidad

L: El acceso a puentes produce calidad de tránsito de baja severidad.

M: El acceso a puentes produce calidad de tránsito de severidad media.

H: El acceso a puentes produce calidad de tránsito de severidad alta.

Medida

El área del acceso se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Si el acceso no afecta la calidad de tránsito, entonces no debe registrarse.

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

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

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

15. Ahuellamiento

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 sobre carpeta.

M: Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobre carpeta.

H: Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobre carpeta.

16. Deformación por empuje

Niveles de severidad

L: La deformación por empuje causa calidad de tránsito de baja severidad.

M: La deformación por empuje causa calidad de tránsito de severidad media.

H: La deformación por empuje causa calidad de tránsito de alta severidad.

Medida

La deformación por empuje se mide 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 de deslizamientos

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 de deslizamiento 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

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. Peladura

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 peladura se mide 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. Sobre carpeta.

H: Tratamiento superficial. Sobre carpeta. Reciclaje. Reconstrucción.

CONCLUSIONES

- La sectorización definida se aplica en carreteras de bajo volumen de tránsito, y no aplicaría a otro tipo de carreteras puesto que las longitudes sectorizadas variarían debido a los tipos de fallas analizadas.
- La metodología del PCI da como resultado un valor numérico que cataloga el estado actual del pavimento a nivel superficial sin importar el tipo de carpeta existente.
- La hoja de cálculo aplicada para calcular el PCI en cada tipo de falla se basa en las ecuaciones obtenidas de cada curva de las gráficas o ábacos que se presentan en el anexo A.
- Las ecuaciones mostradas en el anexo A se obtuvieron de trabajos similares, es decir de otras hojas de cálculos que también son propuestas para el cálculo del PCI, los valores que arrojan dichas ecuaciones fueron corroboradas con cálculos manuales los cuales arrojaron los mismos valores al de las ecuaciones.
- Las ecuaciones ayudan en la evaluación que hace la hoja de cálculo para la obtención del PCI, esto permite sistematizar el proceso de evaluación de la data obtenida en campo y tratar así de estandarizar dicho proceso para obtener valores bajo un mismo criterio.
- El programa tiene la opción de exportar los valores obtenidos en una hoja de campo, por cada tramo evaluado se obtiene una hoja de campo llena con los datos que calcula el programa.

RECOMENDACIONES

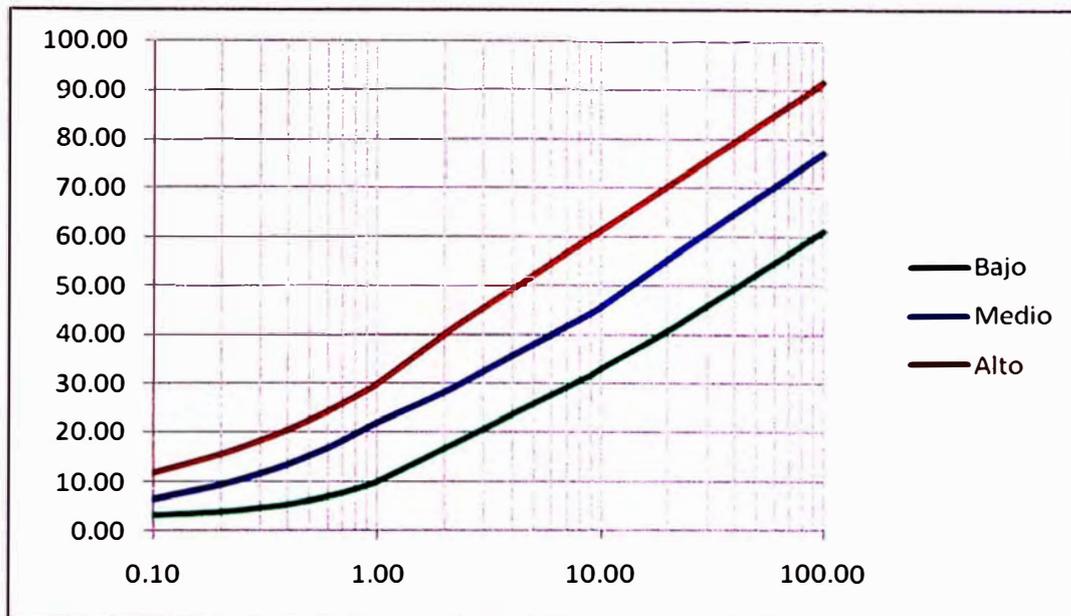
- Se debe contar con el apoyo de un especialista en carreteras durante la evaluación del pavimento para poder catalogar la severidad de las fallas encontradas.
- La hoja de cálculo aplicada podría mejorar su aplicación para obtener el valor del PCI, es decir que con un mejor manejo de programas para gráficos se pueden obtener ecuaciones que describan con mayor exactitud las graficas de los ábacos.
- Las ecuaciones obtenidas de las gráficas arrojarían valores más exactos si se emplean metodologías más precisas para la obtención de estas ecuaciones, esto con la ayuda de programas estadísticos y/o matemáticos.
- Los métodos descritos en este manual son en base a la experiencia en campo, y los datos fueron tomados en un tramo de 5km de carretera, pero si se analizará tramos más largos y con mayor variedad de fallas se podría comprobar con una mayor exactitud la metodología como los resultados mostrados.
- El programa exporta por cada tramo evaluado una hoja de campo llena con los datos y resultados obtenidos, se recomienda buscar la forma de exportar los datos de todos los tramos evaluados en una sola hoja de resumen.
- Se recomienda emplear el presente manual como una guía para el proceso de evaluación superficial con la metodología del PCI en carreteras de bajo volumen de tránsito, el cual va a permitir, mediante un proceso sistematizado (con la propuesta de una hoja de cálculo), obtener valores confiables bajo un mismo criterio estandarizado los cuales van a definir el estado actual de la carretera y así poder dar una solución acorde a los medios disponibles.

BIBLIOGRAFIA

- Armijos Salinas, Christian Rolando – “Evaluación Superficial de Algunas Calles de la Ciudad de Loja”; Tesis de Grado para la obtención del Título de Ingeniero Civil, Loja, Ecuador, 2009
- Lozano, Eduardo; Tabares González, Ricardo – “Diagnostico de vía existente y Diseño del Pavimento Flexible de la nueva vía mediante parámetros obtenidos del Estudio en Fase I de la vía acceso al Barrio Ciudadela del Café Vía la Badea”; Monografía para optar por el Título de Especialista en Vías de Transporte, Manizales, Colombia, 2005
- Norma ASTM D 5340 Índice de Condición de Pavimentos en Aeropuertos (PCI)
- Norma ASTM D 5340 Índice de Condición de Pavimentos en Aeropuertos (PCI), Apéndice X1 (Evaluación de Pavimentos de Concreto Asfáltico)
- Vásquez Varela, Luis Ricardo – “Pavement Condition Index (PCI) Para pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras”; Ingeniería de Pavimentos Manual de PCI, Manizales, Colombia, 2002

**ANEXO A
“ABACOS Y ECUACIONES”**

FALLA 1. PIEL DE COCODRILO



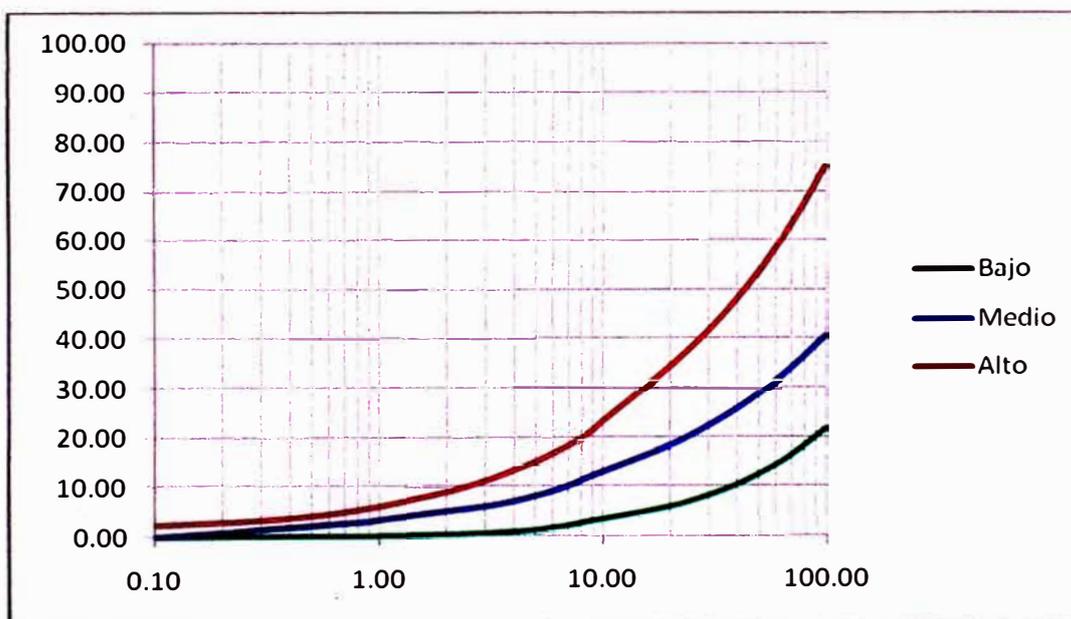
BAJO: $y = -1.176x^6 + 4.126x^5 - 1.717x^4 - 7.190x^3 + 10.72x^2 + 18.03x + 10.2$

MODERADO: $y = -0.142x^6 - 0.364x^5 + 2.049x^4 - 1.251x^3 + 2.635x^2 + 21.33x + 21.65$

ALTO: $y = -1.019x^6 + 3.708x^5 - 1.313x^4 - 8.042x^3 + 8.713x^2 + 29.14x + 30.21$

Siendo: $X = \text{Log} (\% \text{incidencia})$

FALLA 2. EXUDACIÓN



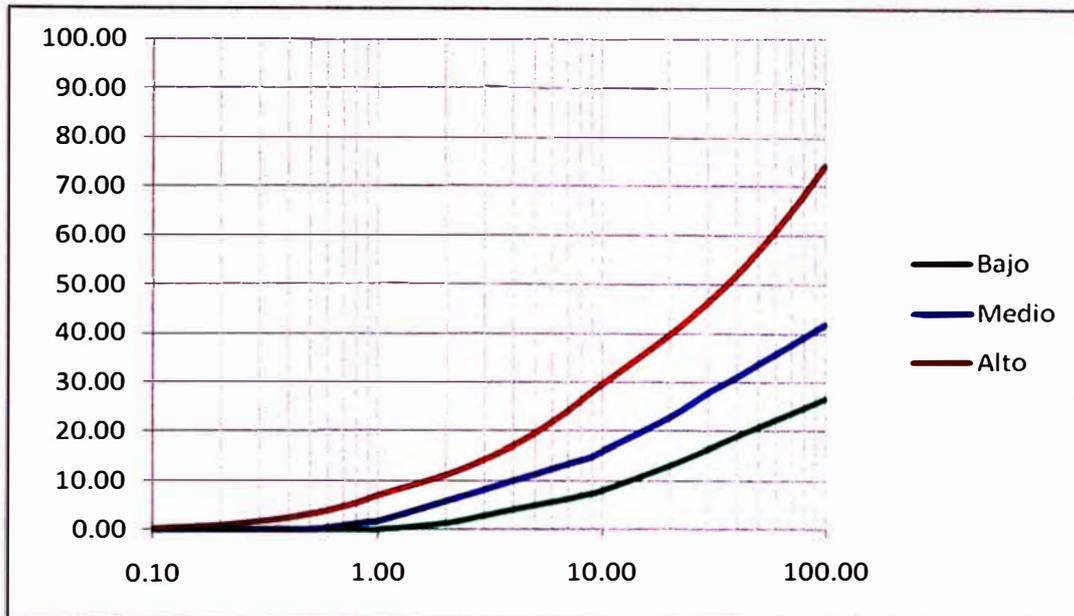
BAJO: $y = -2.969x^6 + 20.00x^5 - 48.32x^4 + 53.52x^3 - 22.72x^2 + 3.616x + 0.167$

MODERADO: $y = 0.660x^6 - 1.925x^5 + 0.53x^4 + 3.886x^3 + 2.365x^2 + 3.928x + 3.199$

ALTO: $y = 0.536x^6 - 1.561x^5 + 0.541x^4 + 4.955x^3 + 5.724x^2 + 6.872x + 5.720$

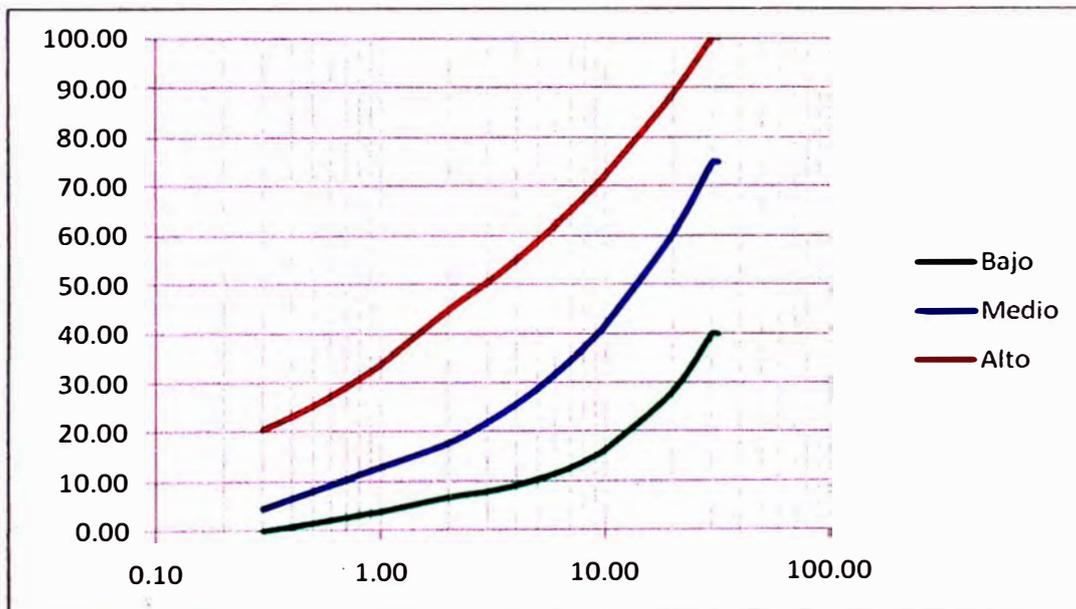
Siendo: $X = \text{Log} (\% \text{incidencia})$

FALLA 3. GRIETA EN BLOQUE



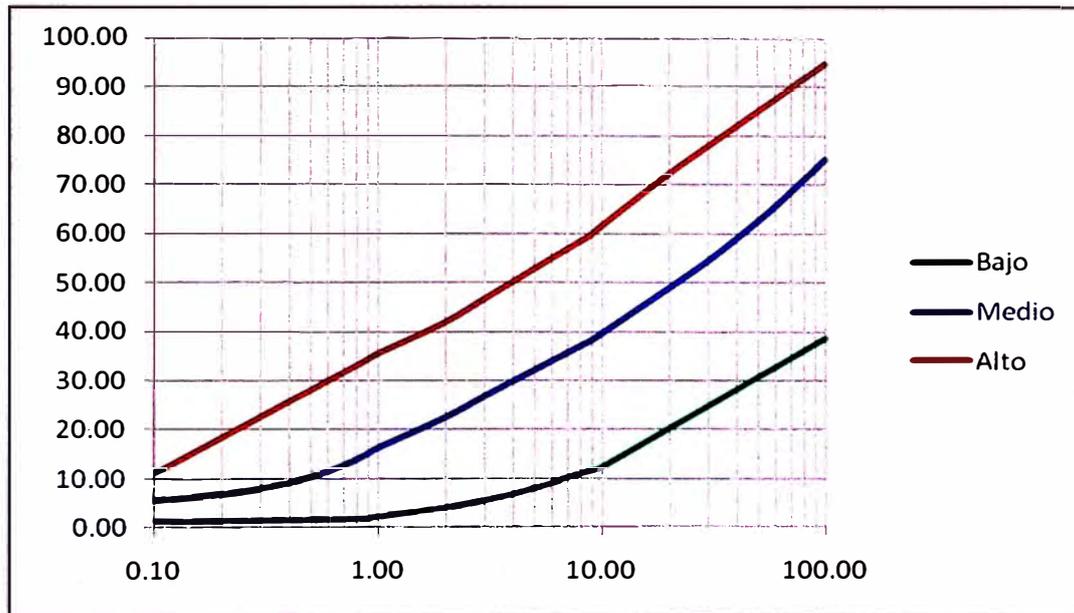
BAJO: $y = 8.381x^6 - 54.31x^5 + 132.1x^4 - 148.9x^3 + 82.37x^2 - 12.14x + 0.581$
 MODERADO: $y = 3.700x^6 - 22.73x^5 + 48.90x^4 - 41.32x^3 + 13.78x^2 + 11.81x + 1.945$
 ALTO: $y = 0.91x^6 - 2.234x^5 - 0.670x^4 + 4.505x^3 + 7.912x^2 + 12.10x + 6.471$
 Siendo: $X = \text{Log} (\% \text{incidencia})$

FALLA 4. ELEVACIÓN Y HUNDIMIENTO



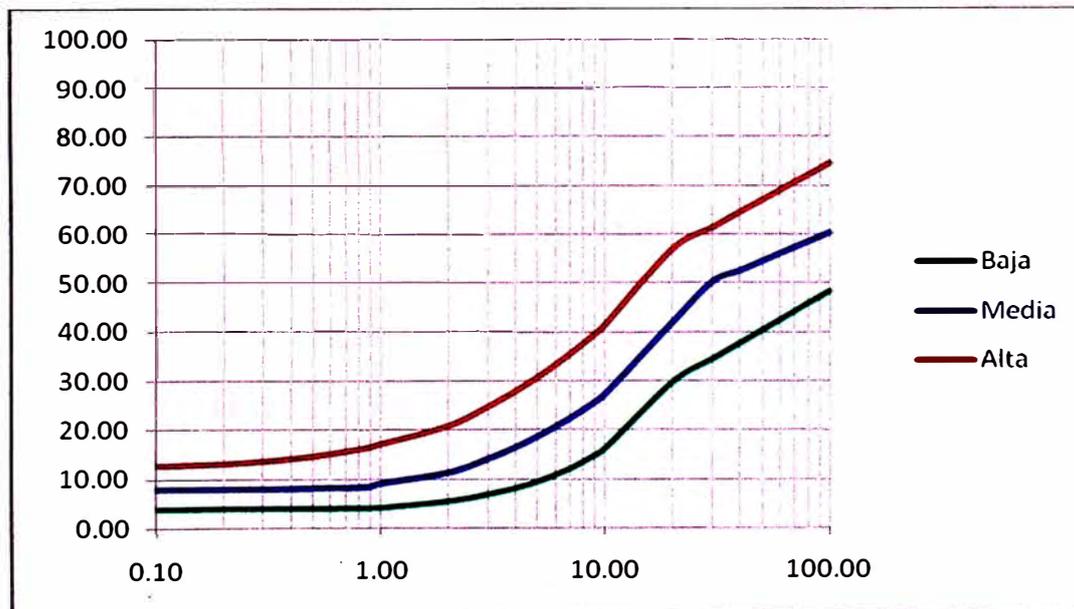
BAJO: $y = -25.82x^6 + 74.24x^5 - 50.31x^4 - 5.128x^3 + 11.65x^2 + 7.794x + 3.699$
 MODERADO: $y = -17.30x^6 + 41.15x^5 - 16.74x^4 - 5.643x^3 + 10.86x^2 + 16.96x + 12.42$
 ALTO: $y = -16.76x^6 + 40.10x^5 - 11.68x^4 - 20.89x^3 + 14.20x^2 + 33.40x + 33.77$
 Siendo: $X = \text{Log} (\% \text{incidencia})$

FALLA 5. CORRUGACIÓN



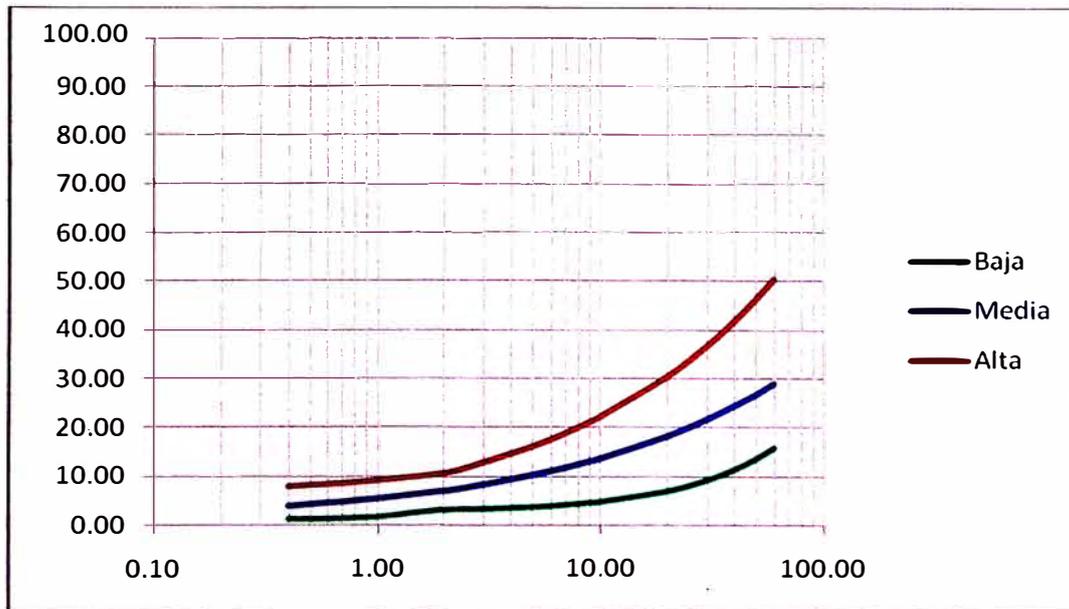
BAJO: $y = -0.176x^6 - 0.072x^5 + 0.299x^4 + 2.365x^3 + 4.760x^2 + 3.529x + 2.362$
 MODERADO: $y = -0.716x^6 + 2.239x^5 + 0.575x^4 - 5.568x^3 + 6.977x^2 + 20.37x + 15.76$
 ALTO: $y = 0.568x^6 - 2.369x^5 + 0.954x^4 + 4.942x^3 - 0.387x^2 + 22.82x + 35.21$
 Siendo: $X = \text{Log} (\% \text{incidencia})$

FALLA 6. DEPRESIONES



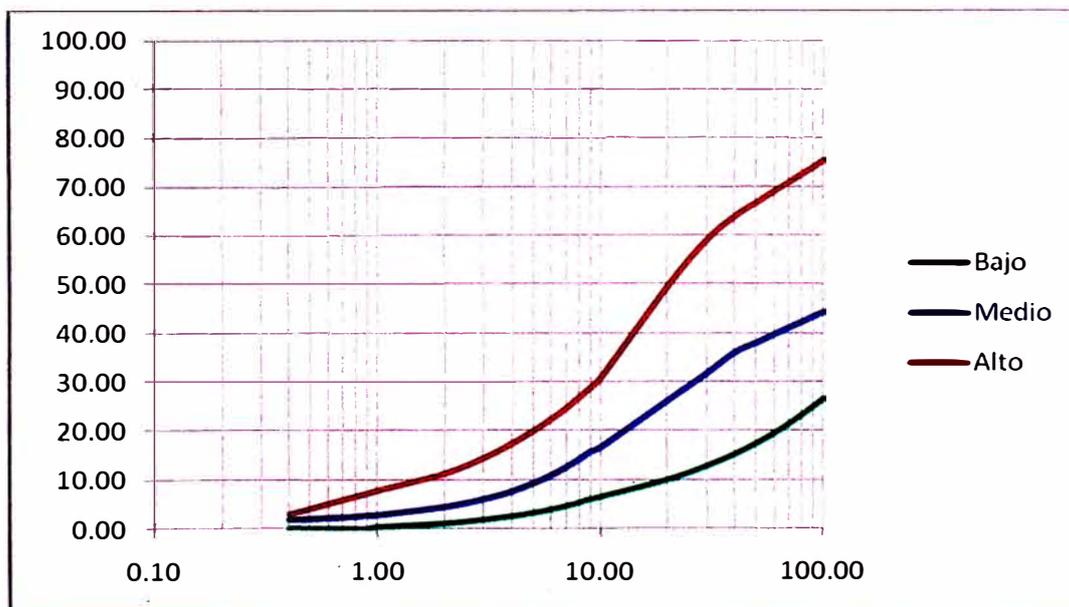
BAJO: $y = 1.4629x^6 - 6.1274x^5 + 1.6509x^4 + 13.469x^3 + 3.4169x^2 - 0.7514x + 4.0452$
 MODERADO: $y = 1.4446x^6 - 6.122x^5 + 0.5317x^4 + 13.775x^3 + 7.6067x^2 + 2.6471x + 8.6985$
 ALTO: $y = 2.3947x^6 - 7.6407x^5 - 1.4648x^4 + 14.7x^3 + 9.8569x^2 + 7.6271x + 16.667$
 Siendo: $X = \text{Log} (\% \text{incidencia})$

FALLA 7. GRIETA DE BORDE



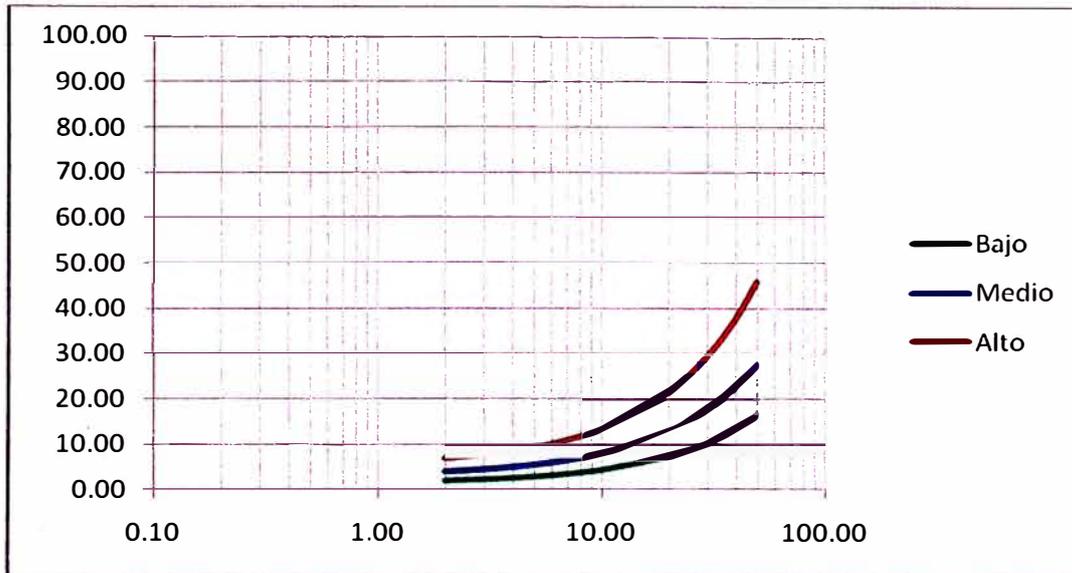
BAJO: $y = 0.8937x^6 - 4.5794x^5 + 10.408x^4 - 8.0707x^3 + 0.5408x^2 + 3.804x + 1.8874$
 MODERADO: $y = -0.374x^6 + 1.8233x^5 - 2.6542x^4 + 2.2891x^3 + 2.7401x^2 + 4.4968x + 5.4878$
 ALTO: $y = -1.0269x^6 + 5.9436x^5 - 10.912x^4 + 8.7303x^3 + 6.8921x^2 + 3.5821x + 9.0645$
 Siendo: $X = \text{Log} (\% \text{incidencia})$

FALLA 8. GRIETA EN JUNTAS



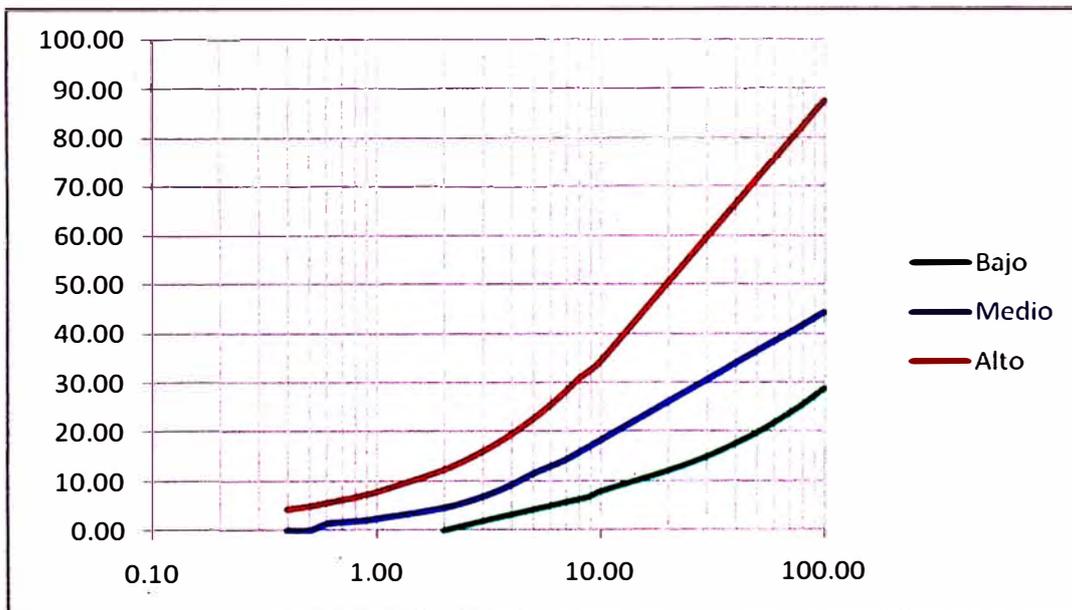
BAJO: $y = -4.3579x^6 + 28.337x^5 - 67.453x^4 + 73.136x^3 - 30.187x^2 + 6.6161x + 0.3952$
 MODERADO: $y = 3.0499x^6 - 14.082x^5 + 15.711x^4 + 4.0186x^3 + 1.4345x^2 + 3.9069x + 2.7012$
 ALTO: $y = 11.559x^6 - 55.157x^5 + 74.255x^4 - 9.4756x^3 - 12.507x^2 + 15.029x + 8.1547$
 Siendo: $X = \text{Log} (\% \text{incidencia})$

FALLA 9. DESNIVEL DE CALZADA



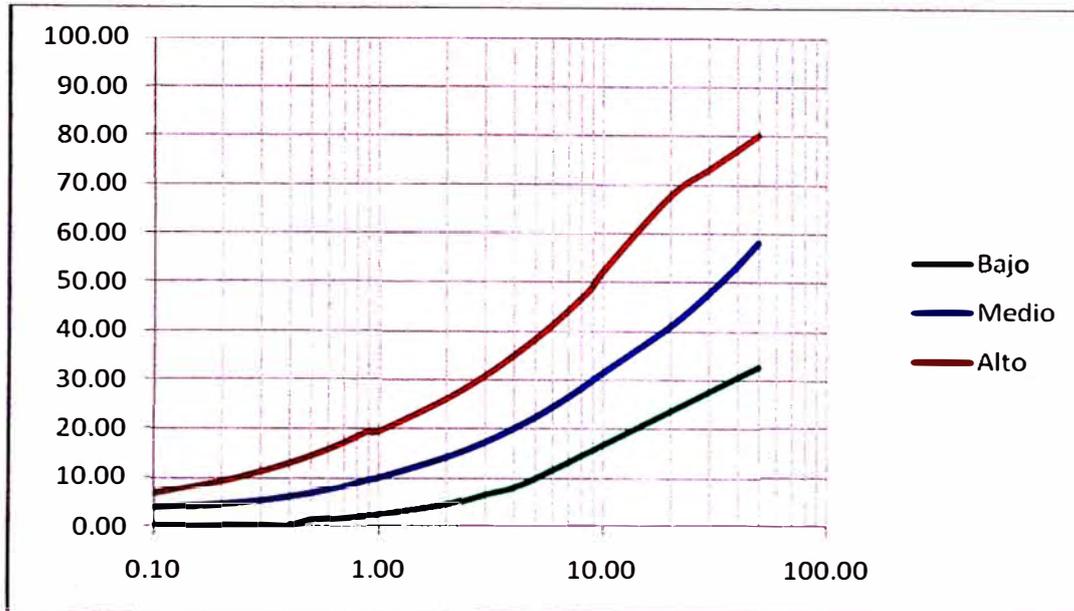
BAJO: $y = -1.9089x^6 + 12.905x^5 - 30.337x^4 + 36.979x^3 - 21.658x^2 + 7.5099x + 0.811$
 MODERADO: $y = 0.8797x^6 - 2.2554x^5 + 4.3428x^4 - 2.3678x^3 + 3.3168x^2 + 0.4875x + 3.4871$
 ALTO: $y = 5.5322x^6 - 28.24x^5 + 64.595x^4 - 70.476x^3 + 45.331x^2 - 11.001x + 7.6625$
 Siendo: $X = \text{Log} (\% \text{incidencia})$

FALLA 10. GRIETA LONGITUDINAL



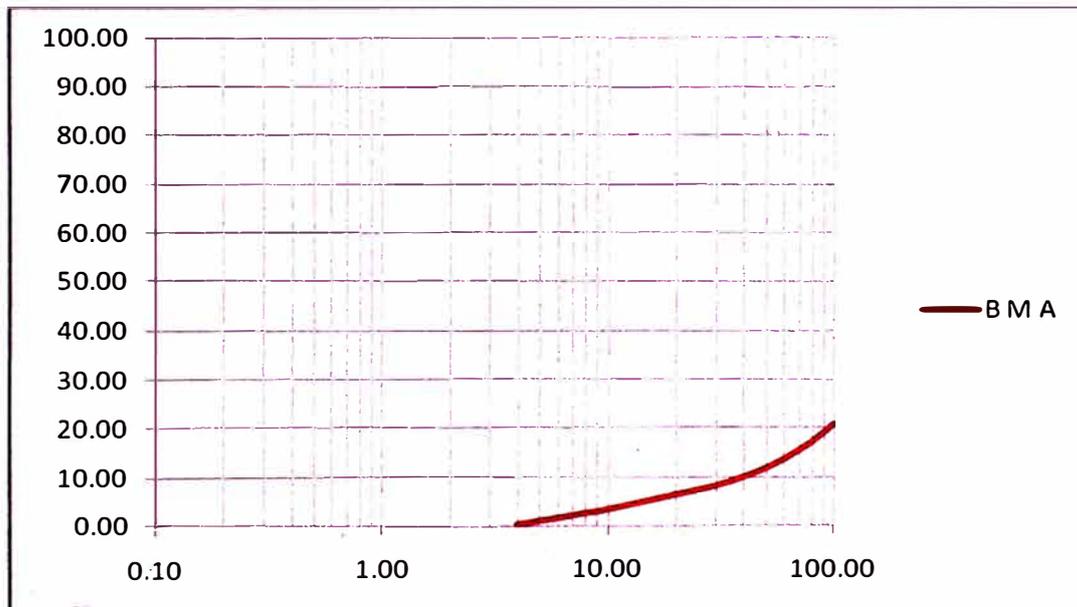
BAJO: $y = -4.3142x^6 + 32.309x^5 - 94.219x^4 + 138.93x^3 - 105.54x^2 + 48.698x - 8.1006$
 MODERADO: $y = -0.7127x^6 + 5.8816x^5 - 16.766x^4 + 16.622x^3 + 6.3503x^2 + 4.5714x + 2.3257$
 ALTO: $y = 2.4033x^6 - 10.886x^5 + 11.461x^4 + 4.7328x^3 + 7.2504x^2 + 11.996x + 7.8501$
 Siendo: $X = \text{Log} (\% \text{incidencia})$

FALLA 11. BACHEO



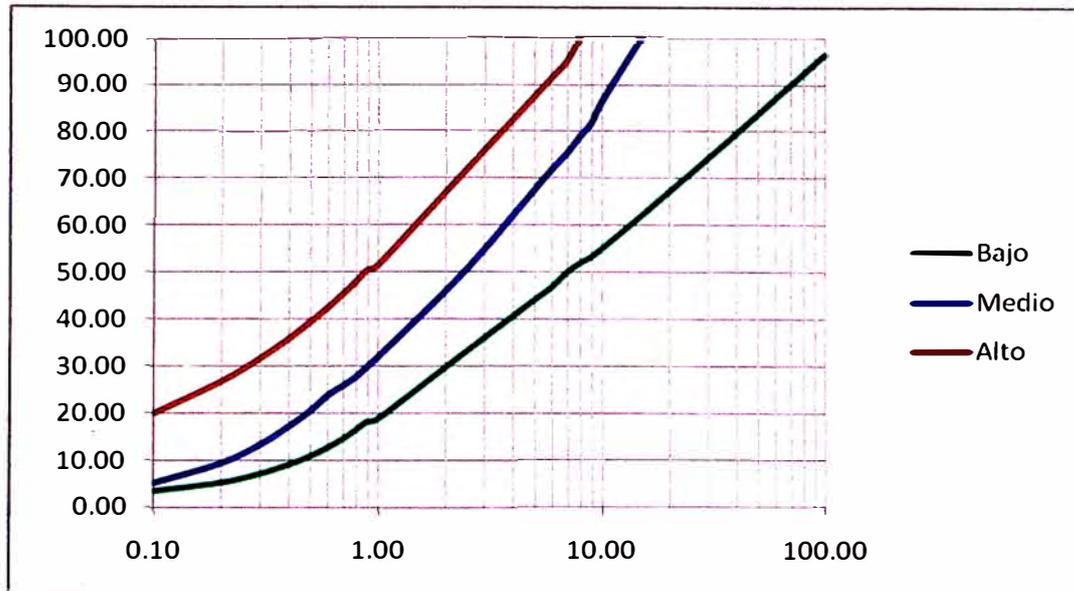
BAJO: $y = 3.8689x^6 - 13.338x^5 + 9.7204x^4 + 5.1373x^3 + 4.1134x^2 + 4.9225x + 2.3175$
 MODERADA: $y = 1.029x^6 - 2.172x^5 - 0.9231x^4 + 4.2211x^3 + 7.4357x^2 + 11.644x + 9.9046$
 ALTO: $y = 0.2936x^6 - 4.3227x^5 + 2.4385x^4 + 9.0781x^3 + 6.6246x^2 + 17.686x + 19.67$
 Siendo: $X = \text{Log} (\% \text{incidencia})$

FALLA 12. AGREGADO PULIDO



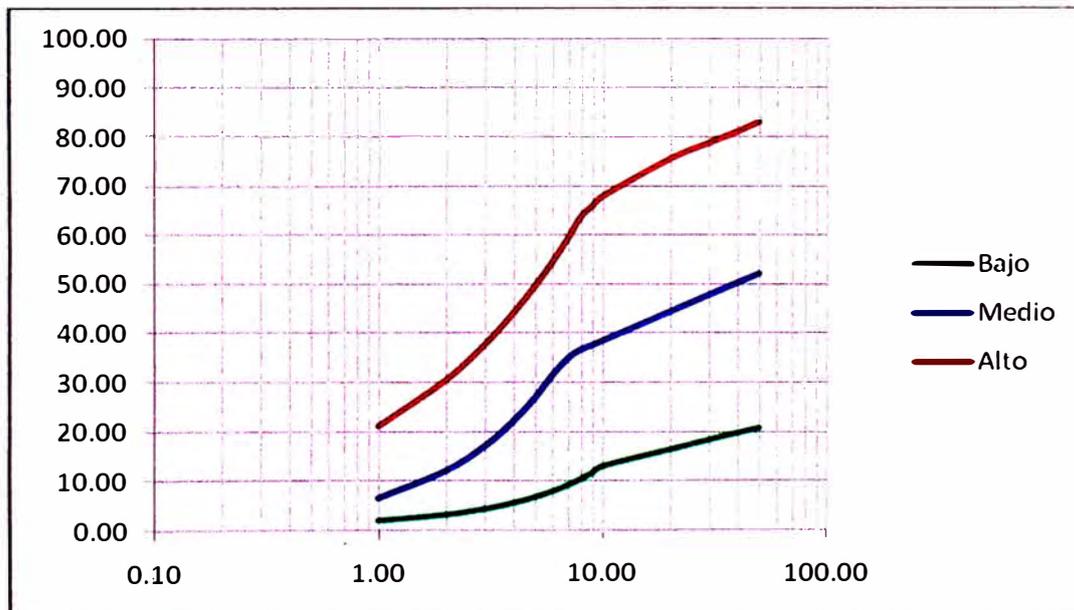
MODERADO: $y = -12.688x^6 + 101.64x^5 - 321.16x^4 + 517.32x^3 - 447.55x^2 + 204.58x - 38.585$
 Siendo: $X = \text{Log} (\% \text{incidencia})$

FALLA 13. HUECOS



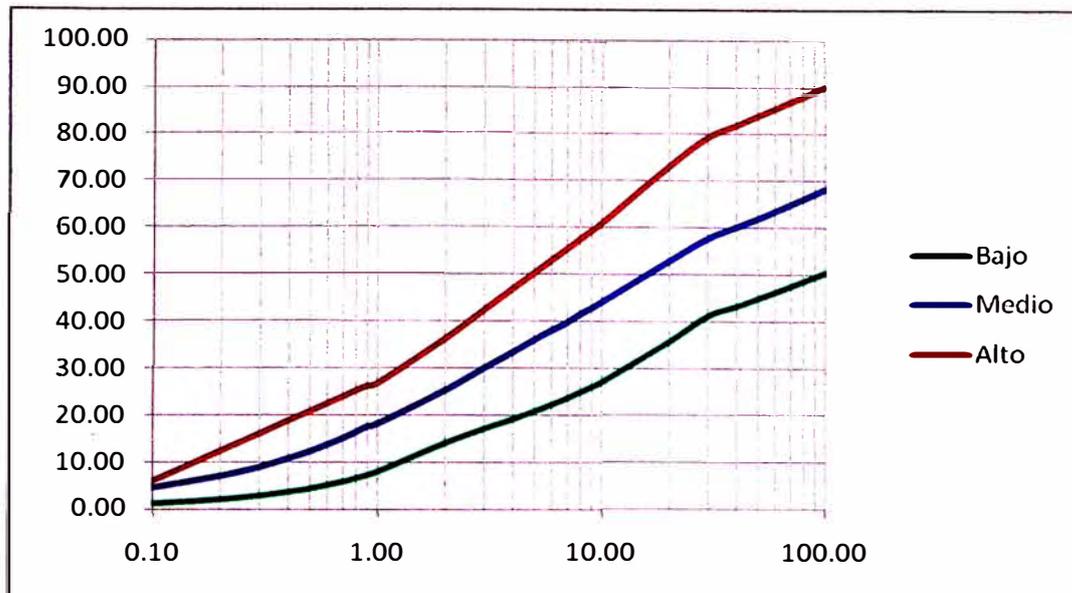
BAJO: $y = -2.5152x^6 + 7.7563x^5 - 0.0527x^4 - 15.616x^3 + 12.114x^2 + 33.369x + 19.37$
 MODERADO: $y = -3.0979x^6 - 0.426x^5 + 5.3301x^4 - 2.0517x^3 + 10.866x^2 + 42.553x + 32.166$
 ALTO: $y = 12.334x^6 + 8.5299x^5 - 14.194x^4 - 11.341x^3 + 13.71x^2 + 46.865x + 52.12$
 Siendo: $X = \text{Log} (\% \text{incidencia})$

FALLA 14. ACCESO A PUENTES



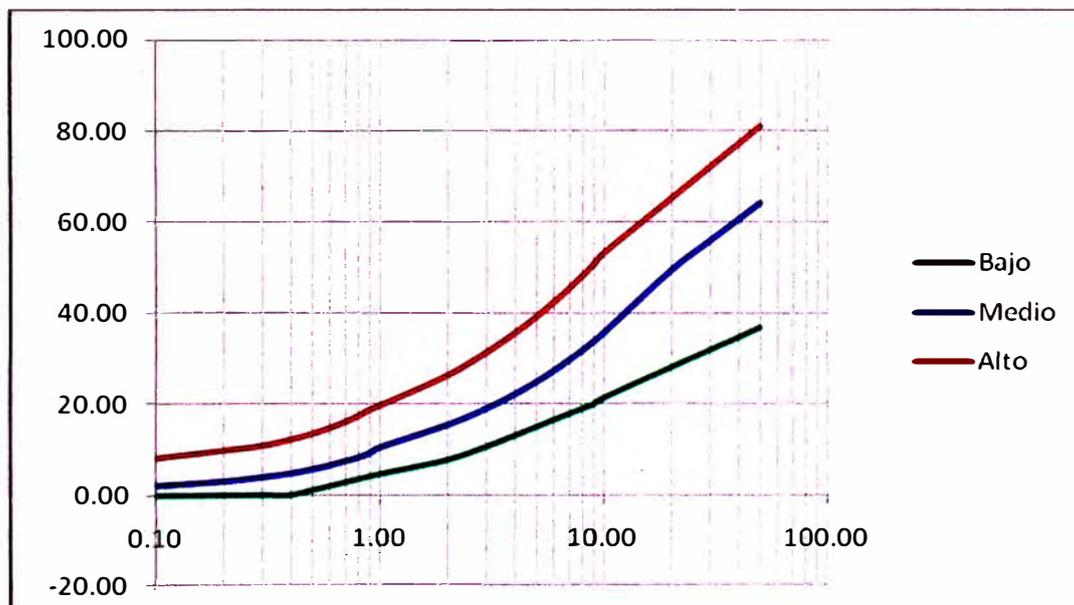
BAJO: $y = -6.929x^6 + 55.196x^5 - 153.76x^4 + 184.1x^3 - 85.563x^2 + 17.39x + 1.9863$
 MODERADO: $y = -93.186x^6 + 504.88x^5 - 1014.9x^4 + 907.67x^3 - 331.4x^2 + 59.822x + 6.5055$
 ALTO: $y = -72.428x^6 + 429.6x^5 - 947.25x^4 + 930.59x^3 - 378.42x^2 + 84.545x + 21.173$
 Siendo: $X = \text{Log} (\% \text{incidencia})$

FALLA 15. AHUELLAMIENTO



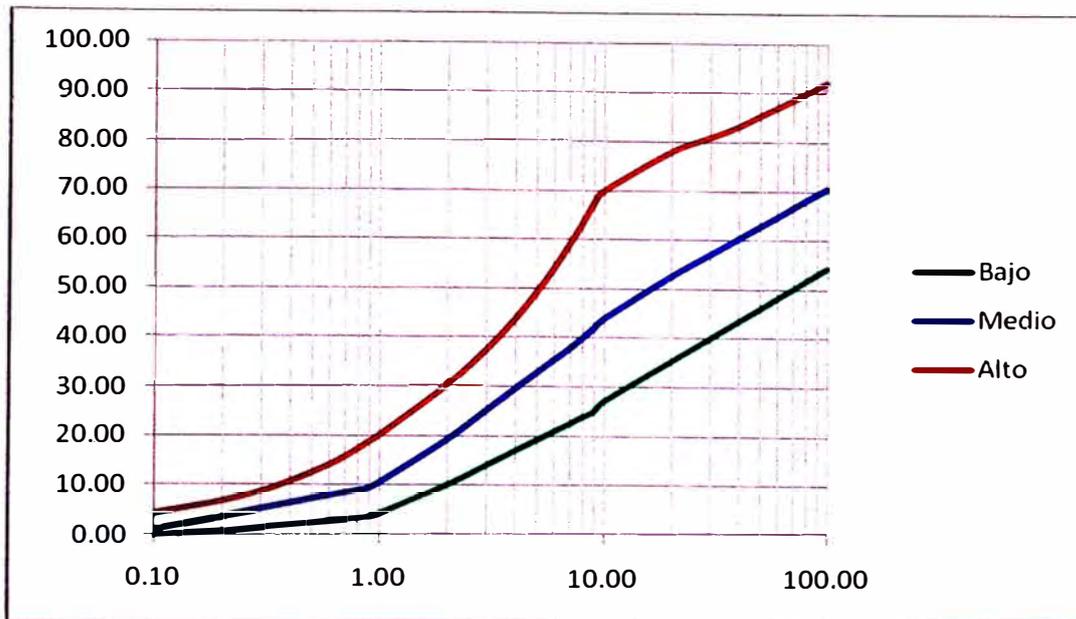
BAJO: $y = -0.5618x^6 + 1.0603x^5 + 0.4939x^4 - 2.3178x^3 + 6.3788x^2 + 14.499x + 8.1261$
 MODERADO: $y = 0.2776x^6 - 0.7537x^5 - 0.4447x^4 - 0.6224x^3 + 6.4345x^2 + 21.294x + 18.314$
 ALTO: $y = 0.6005x^6 - 1.2831x^5 - 3.2542x^4 + 3.8639x^3 + 8.8713x^2 + 25.186x + 27.553$
 Siendo: $X = \text{Log} (\% \text{incidencia})$

FALLA 16. DEFORMACION POR EMPUJE



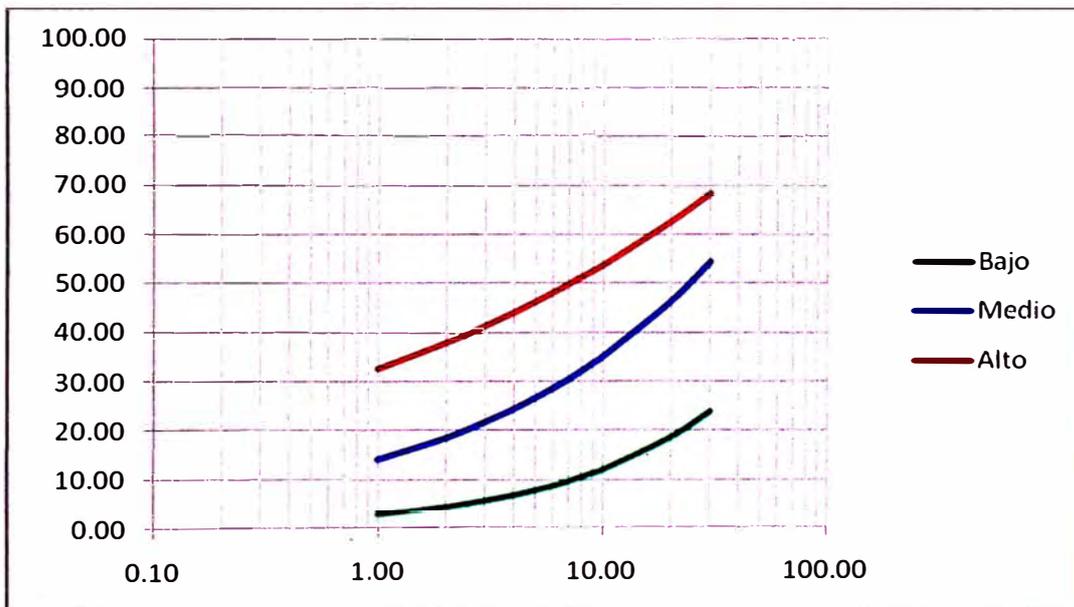
BAJO: $y = -1.5479x^6 + 8.9867x^5 - 19.726x^4 + 17.163x^3 + 2.0187x^2 + 9.8236x + 4.4472$
 MODERADO: $y = -1.3501x^6 + 0.6583x^5 + 3.276x^4 + 0.6691x^3 + 7.0873x^2 + 15.296x + 9.8599$
 ALTO: $y = 1.3757x^6 - 3.8934x^5 - 1.5543x^4 + 6.2408x^3 + 11.481x^2 + 19.671x + 18.836$
 Siendo: $X = \text{Log} (\% \text{incidencia})$

FALLA 17. GRIETA DE DESLIZAMIENTO



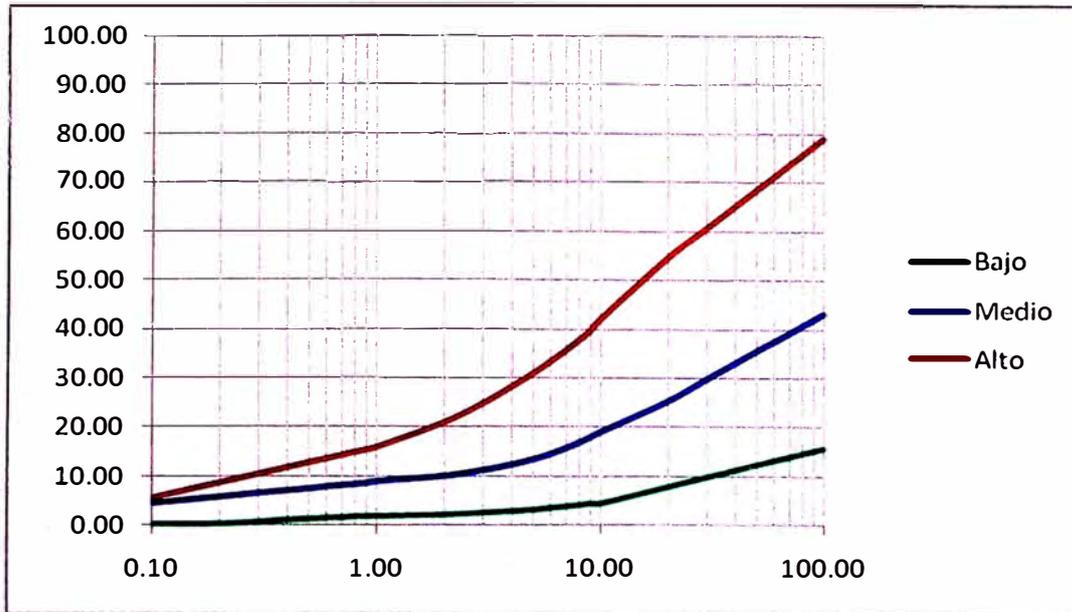
BAJO: $y = -1.4911x^6 + 6.7099x^5 - 8.4927x^4 - 2.5872x^3 + 15.308x^2 + 12.774x + 4.7289$
 MODERADO: $y = -0.2027x^6 + 3.2566x^5 - 7.8187x^4 - 3.0876x^3 + 18.981x^2 + 21.147x + 11.211$
 ALTO: $y = 4.1647x^6 - 8.0962x^5 - 11.024x^4 + 11.879x^3 + 23.122x^2 + 27.805x + 19.297$
 Siendo: $X = \text{Log} (\% \text{incidencia})$

FALLA 18. HINCHAMIENTO



BAJO: $y = 3.639x^6 - 17.225x^5 + 32.072x^4 - 24.939x^3 + 12.675x^2 + 3.0223x + 2.7999$
 MODERADO: $y = 7.2377x^6 - 32.984x^5 + 58.12x^4 - 45.919x^3 + 24.629x^2 + 10.037x + 14.1$
 ALTO: $y = -3.9987x^6 + 18.696x^5 - 33.224x^4 + 28.605x^3 - 6.4924x^2 + 17.746x + 32.5$
 Siendo: $X = \text{Log} (\% \text{incidencia})$

FALLA 19. PELADURA



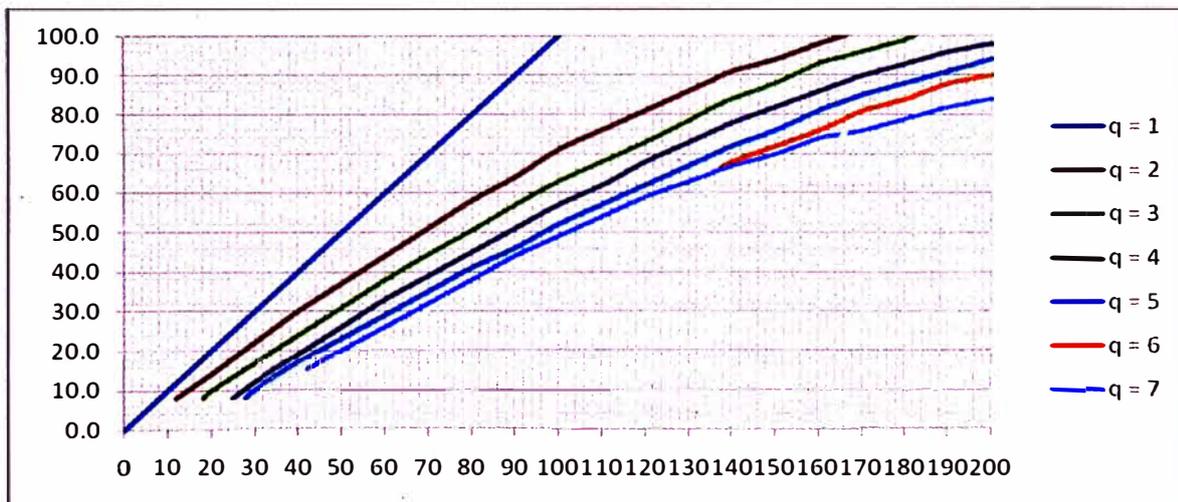
BAJO: $y = 0.1643x^6 - 1.3585x^5 + 1.8738x^4 + 2.4661x^3 - 1.3783x^2 + 1.2317x + 2.0003$

MODERADO: $y = 0.6276x^6 - 2.7033x^5 + 1.0571x^4 + 6.5726x^3 + 1.258x^2 + 3.2334x + 8.6045$

ALTO: $y = 1.36x^6 - 4.186x^5 - 1.7526x^4 + 10.201x^3 + 8.0343x^2 + 11.989x + 16.11$

Siendo: X= Log (%incidencia)

CORRECCIÓN DE VALOR DEDUCIDO



q1: $y = 1.01175259395507 * VDT - 0.410367921610421$

q2: $y = 0.00000000016805 * VDT^6 - 0.000000008596765 * VDT^5 + 0.000001675369353 * VDT^4 - 0.000159938161971 * VDT^3 + 0.006478603276234 * VDT^2 + 0.685278736798392 * VDT - 0.798276508508221$

$$q3: y = -0.00000000007704 * VDT ^ 6 + 0.00000000373417 * VDT ^ 5 - 0.000000675100944 * VDT ^ 4 + 0.000057062054641 * VDT ^ 3 - 0.003726063800267 * VDT ^ 2 + 0.885221914989645 * VDT - 6.78815135563408$$

$$q4: y = 0.00000000000529 * VDT ^ 6 - 0.000000000234693 * VDT ^ 5 - 0.000000031881564 * VDT ^ 4 + 0.000023986175857 * VDT ^ 3 - 0.004629742808903 * VDT ^ 2 + 0.987757936925762 * VDT - 13.5601489565469$$

$$q5: y = -0.0000000000119 * VDT ^ 6 + 0.00000000042853 * VDT ^ 5 - 0.000000057182059 * VDT ^ 4 + 0.000005935430811 * VDT ^ 3 - 0.001686183318073 * VDT ^ 2 + 0.776338410696326 * VDT - 11.24234565797$$

$$q6: y = 0.0000000001901 * VDT ^ 6 - 0.000000014736317 * VDT ^ 5 + 0.00000451679877 * VDT ^ 4 - 0.000698617849747 * VDT ^ 3 + 0.056385993604906 * VDT ^ 2 - 1.64974636162659 * VDT + 25.845911312223$$

$$q7: y = -0.00000000003701 * VDT ^ 6 + 0.000000002272036 * VDT ^ 5 - 0.000000523466732 * VDT ^ 4 + 0.0000484044832 * VDT ^ 3 - 0.001724525379546 * VDT ^ 2 + 0.596161692771467 * VDT - 7.86568256902835$$

ANEXO B
“VENTANA DE PROGRAMA PARA EVALUACIÓN DE DATOS”

Ventana de aplicación y uso del programa para cálculo de los valores de reducción para la metodología del PCI.

Datos de campo, entrada manualmente

Método de Evaluación del PCI

PAVIMENTO DE ASFALTO
HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

Carretera: Pavimento: Tramo: + +

Evaluador: Fecha: Área de la muestra: m²

1. Piel de cocodrilo	6. Depresiones	11. Bacheos y zanjas reparadas	16. Deformación por empuje
2. Exudación	7. Grietas de borde	12. Agregado Pulido	17. Grietas por deslizamiento
3. Grietas en bloque	8. Grietas de Reflexión de Juntas	13. Huecos	18. Hinchamiento
4. Elevación y Hundimiento	9. Desnivel Calzada Hombrillo	14. Acceso a puentes	19. Peladura
5. Corrugaciones	10. Grietas long. y transv.	15. Ahuellamiento	

Tipo	Severidad	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Total	%Densidad	Valor de Reducción
8	Bajo	30						30	13.33	7.95
3	Bajo	11.36						11.36	5.05	4.98
10	Moderado	21.1						21.1	9.38	17.57
11	Bajo	8.4						8.4	3.73	7.80

Calcular PCI

VRC máx: 23.57
PCI: 76

Limpiar

Exportar

Se selecciona el tipo de falla y su severidad

Se coloca manualmente el metrado del tipo de falla

Una vez introducido los datos, se calcula el valor del PCI para el tramo evaluado

El programa tiene la opción de exportar los valores obtenidos a una hoja de campo, por cada tramo evaluado se obtiene una hoja de campo llena con los datos que arroja el programa.