



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL

“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS
PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL
ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL
PAVIMENTO Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA
SUPERFICIE DE LAS PISTAS DEL JIRÓN ADOLFO
MOREY (ENTRE EL JIRÓN LA INMACULADA Y EL
JIRÓN MANCO CÁPAC) DEL DISTRITO DE CALLERÍA,
PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGIÓN
UCAYALI – AÑO 2017”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTOR:

BACH. VILLAVICENCIO CUENCA, WALTER ALBERTO.

ASESOR:

ING. LUIS ARTEMIO RAMÍREZ PALOMINO.

UCAYALI - PERÚ

2017

HOJA DE FIRMA DEL JURADO.

**Mgtr. Ing. Johanna del Carmen
Sotelo Urbano
Presidente**

**Ing. Francisco Elí Oropeza Ascarza
Miembro**

**Ing. Juan Alberto Veliz Rivera
Miembro**

AGRADECIMIENTO

Al ser Supremo que desde lo alto ilumina el caminar de mi existencia, me brinda siempre la salud y la vida.

A mis maestros profesores e Ingenieros que siempre tuvieron paciencia y compartieron sus conocimientos para conseguir este anhelo académico.

A mis compañeros por compartir muchas horas de su tiempo y compartir con en sociedad diversos aspectos de la vida.

DEDICATORIA

Con mucho cariño dedico esta tesis a las personas que más amo:

Mis Padres: Adalberto Jaime y Teodora, por darme la vida y ser una razón para ellos, por apoyarme en este camino y darme el sendero del éxito.

A mis hermanos: Ciro Abel, Ada Elvira, Silvia Patricia y Roció Manuela porque siempre estuvimos juntos y unidos ante los éxitos y en las adversidades.

A mis hijos: Lissett, Alberto y Eduardo, porque ellos siempre son la inspiración de mis éxitos.

A todos ustedes gracias.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación denominado “Determinación y Evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie de las pistas del jirón Adolfo Morey (entre el jirón la inmaculada y el jirón Manco Cápac) del distrito de Calleria, provincia de coronel portillo, región Ucayali – año 2017” tuvo como el principal objetivo la evaluación del estado superficial del pavimento de las vía mencionada aplicando el método Pavement Condition Index (PCI).

El método (PCI) consiste una manera de evaluación y calificación objetiva de los pavimentos, este método es un estándar que se adopta como un proceso de análisis en las normas ASTM. La finalidad de este método es hallar cuantitativamente el valor de un índice que determine la condición operacional en la que se encuentra el pavimento y así gestionar tratamientos y labores de mantenimientos requerido.

Al efectuar la evaluación del pavimento rígido con el método Pavement Condition Index, se verifica que el estado de la vía del jirón Adolfo Morey es de clasificación BUENA a lo largo del pavimento con un PCI promedio de 60.18, además es notorio resaltar de las once unidades de muestra analizadas, siete (07) son de calificación MUY BUENA, una (01) de calificación BUENA, una de clasificación REGULAR y finalmente dos (02) de clasificación MUY MALA.

Palabras clave: Evaluación superficial de pavimentos de concreto rígido, Índice de Condición de Pavimento (PCI).

ABSTRACT

The present work of investigation called "Determination and Evaluation of the pathologies of the concrete to obtain the index of structural integrity of the pavement and operational condition of the surface of the tracks of the shred Adolfo Morey (between the shred the Inmaculada and the shred Manco Cápac) district of Calleria, province of Coronel Portillo, Ucayali region – year 2017 "had as its main objective the evaluation of the surface condition of the pavement of the aforementioned road using the Pavement Condition Index (PCI) method.

The method (PCI) is a way of evaluation and objective qualification of the pavements, this method is a standard that is adopted as a process of analysis in the ASTM standards. The purpose of this method is to find quantitatively the value of an index that determines the operational condition in which the pavement is located and thus manage treatments and maintenance tasks required.

When evaluating the rigid pavement with the Pavement Condition Index method, it is verified that the state of the Adolfo Morey road is GOOD classification along the pavement with an average PCI of 60.18, and it is well known to stand out from the eleven units of samples analyzed, seven (07) are VERY GOOD, one (01) of GOOD rating, one of REGULAR classification and finally two (02) of classification VERY BAD.

Keywords: Surface evaluation of rigid concrete pavements, Pavement Condition Index (PCI).

CONTENIDO

HOJA DE FIRMA DEL JURADO.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT.....	vi
CONTENIDO	vii
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MARCO TEÓRICO.	3
2.1 ANTECEDENTES.....	3
2.1.1 Antecedentes Internacionales.	3
2.1.2 Antecedentes Nacionales.	10
2.2 BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
2.2.1 Definición de pavimento.....	15
2.2.2 Clasificación de pavimentos.	16
2.2.3 Clasificación de los pavimentos de concreto rígido.	19
2.2.4 Componentes principales del sistema en un pavimento rígido.....	22
2.2.5 Funciones de un pavimento.	27
2.2.6 Comportamiento de los pavimentos.	28
2.2.7 Gestión en los pavimentos.	29
2.2.8 Conservación del pavimento.....	30
2.2.9 Costos de operación y mantenimiento de los pavimentos.	31
2.2.10 Serviciabilidad de los Pavimentos.	31
2.2.11 Fallas en los pavimentos.	34
	vii

2.2.12	Evaluaciones de Pavimentos.....	35
2.2.13	Tipo de evaluacion de los pavimentos.....	35
2.2.14	Calidad de Tránsito (Ride Quality).....	36
2.2.15	Daños en vías con superficie de concreto hidráulico.....	38
2.2.16	Método PCI. (Pavement Condition Index).	61
2.3	HIPÓTESIS.....	71
2.3.1	Hipótesis general.....	71
2.3.2	Hipótesis específica.	71
3	METODOLOGÍA.....	71
3.1	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.	71
3.2	POBLACIÓN Y LA MUESTRA.....	73
3.3	DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	74
3.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.	76
3.4.1	MATERIALES E INSTRUMENTOS.....	76
3.5	PLAN DE ANÁLISIS DE DATOS.	77
3.6	MATRIZ DE CONSISTENCIA.	78
3.7	PRINCIPIOS ÉTICOS.	79
4	RESULTADOS.	80
4.1	RESULTADOS.....	80
4.2	ANÁLISIS RESULTADOS.....	145
5	CONCLUSIONES.....	153
	ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.....	154
	BIBLIOGRAFÍA.....	155
	ANEXOS.....	158

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2-1: Escala de calificación de la serviciabilidad	33
Cuadro 2-2: Daños en vías con superficie de concreto hidráulico.....	38
Cuadro 2-3: Niveles de severidad para Losa dividida.	41
Cuadro 2-4: Niveles de severidad para Escala.....	44
Cuadro 2-5: Nivel de severidad para punzonamiento.....	54
Cuadro 2-6: Niveles de severidad para Descascaramiento de Esquina.	58
Cuadro 2-7: Niveles de Severidad Descascaramiento de Junta.	60
Cuadro 2-8. Rango, clasificación y colores sugeridos para la calificación del PCI. .	63
Cuadro 2-9: Relaciones longitud - ancho de calzada pavimentada..	64
Cuadro 2-10. Formato Para la Obtención del Máximo Valor Deducido Corregido..	70
Cuadro 3-1: Cuadro de Operacionalización de variables.	75
Cuadro 4-1: cálculo del número mínimo de unidades de muestreo evaluar.	81
Cuadro 4-2: Datos generales y esquema - UM 01	82
Cuadro 4-3: Tipo de fallas, severidad, densidad y valores deducidos - UM 01.	82
Cuadro 4-4: Obtención del Máximo Valor Deducido Corregido UM 01	83
Cuadro 4-5: Datos generales y esquema - UM 02	87
Cuadro 4-6: Tipo de fallas, severidad, densidad y valores deducidos - UM 02.	88
Cuadro 4-7: Obtención del Máximo Valor Deducido Corregido UM 02.	88
Cuadro 4-8: Datos generales y esquema - UM 03.	93
Cuadro 4-9: Tipo de fallas, severidad, densidad y valores deducidos de la UM 03..	94

Cuadro 4-10: Obtención del Máximo Valor Deducido Corregido UM 03.....	94
Cuadro 4-11: Datos generales y esquema - UM 04.....	98
Cuadro 4-12: Tipo de fallas, severidad, densidad y valores deducidos - UM 04.	98
Cuadro 4-13: Obtención del Máximo Valor Deducido Corregido UM 04.....	99
Cuadro 4-14: Datos generales y esquema - UM 05.....	102
Cuadro 4-15: Tipo de fallas, severidad, densidad y valores deducidos - UM 05	103
Cuadro 4-16: Obtención del Máximo Valor Deducido Corregido UM 05.....	103
Cuadro 4-17: Datos generales y esquema - UM 06.....	108
Cuadro 4-18: Tipo de fallas, severidad, densidad y valores deducidos - UM 06. ...	108
Cuadro 4-19: Obtención del Máximo Valor Deducido Corregido UM 06.....	109
Cuadro 4-20: Datos generales y esquema - UM 07.....	114
Cuadro 4-21: Tipo de fallas, severidad, densidad y valores deducidos - UM 07. ...	114
Cuadro 4-22: Obtención del Máximo Valor Deducido Corregido UM 07.....	115
Cuadro 4-23: Datos generales y esquema - UM 08.....	120
Cuadro 4-24: Tipo de fallas, severidad, densidad y valores deducidos - UM 08. ...	120
Cuadro 4-25: Obtención del Máximo Valor Deducido Corregido UM 08.....	121
Cuadro 4-26: Datos generales y esquema - UM 09.....	127
Cuadro 4-27: Tipo de fallas, severidad, densidad y valores deducidos - UM 09. ...	127
Cuadro 4-28: Obtención del Máximo Valor Deducido Corregido UM 09.....	128
Cuadro 4-29: Datos generales y esquema - UM 10.....	133
Cuadro 4-30: Tipo de fallas, severidad, densidad y valores deducidos - UM 10. ...	134
Cuadro 4-31: Obtención del Máximo Valor Deducido Corregido UM 10.....	134

Cuadro 4-32: Datos generales y esquema - UM 11.....	139
Cuadro 4-33: Tipo de fallas, severidad, densidad y valores deducidos - UM 11	139
Cuadro 4-34: Obtención del Máximo Valor Deducido Corregido UM 11.....	140
Cuadro 4-35: Calificaciones y promedio final del PCI.....	145
Cuadro 4-36: PCI de la sección del pavimento para número adicional de unidad de muestra.....	145
Cuadro 4-37: Números de losas y los daños.....	148

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2-1 Fallas encontradas en las losas analizadas.	5
Gráfico 2-2. Determinación de N° mínimo de unidades de muestreo..	9
Gráfico 2-3. Curva de comportamiento de los pavimentos.	29
Gráfico 3-1. Diseño de la Investigación.	72
Gráfico 4-1: Daños frecuentes UM 01.....	83
Gráfico 4-2: Abaco - valor deducido - grieta de esquina UM 01	84
Gráfico 4-3: Abaco - valor deducido - losa dividida UM 01.....	84
Gráfico 4-4: Abaco - valor deducido - grieta de lineal UM 01.....	85
Gráfico 4-5: Abaco - valor deducido - parcheo grande UM 01.....	85
Gráfico 4-6: Abaco - valor deducido - pulimento de agregados UM 01.	86
Gráfico 4-7: Abaco - valor deducido - descascaramiento de esquina UM 01.	86
Gráfico 4-8: Abaco - valores deducidos corregidos UM 01.....	87
Gráfico 4-9: Daños frecuentes UM 02.....	89
Gráfico 4-10: Abaco - valor deducido - losa dividida UM 02.....	89
Gráfico 4-11: Abaco - valor deducido - grieta lineal UM 01	90
Gráfico 4-12: Abaco - valor deducido - grieta lineal UM 02	90
Gráfico 4-13: Abaco - valor deducido - grieta lineal UM 02.	91
Gráfico 4-14: Abaco - valor deducido - parcheo grande UM 02.....	91
Gráfico 4-15: Abaco - deducido - pulimento de agregados UM 02.	92
Gráfico 4-16: Abaco - valor deducido - descascaramiento de junta UM 02	92

Gráfico 4-17: Abaco - valores deducidos corregidos UM 02	93
Gráfico 4-18: Daños frecuentes UM 03.....	95
Gráfico 4-19: Abaco - valor deducido - grieta lineal UM 03.	95
Gráfico 4-20: Abaco - valor deducido - parcheo grande UM 03.....	96
Gráfico 4-21: Abaco - valor deducido - pulimento de agregados UM 03.	96
Gráfico 4-22: Abaco - valor deducido - descascaramiento de esquina UM 03.	97
Gráfico 4-23: Abaco - valores deducidos corregidos UM 03.	97
Gráfico 4-24: Daños frecuentes UM 04.....	99
Gráfico 4-25: Abaco - valor deducido - parche grande UM 04.....	100
Gráfico 4-26: Abaco - deducido - parcheo pequeño UM 04.	100
Gráfico 4-27: Abaco - valor deducido - pulimento de agregados UM 04.	101
Gráfico 4-28: Abaco - valor deducido - retracción UM 04.	101
Gráfico 4-29: Abaco - valores deducidos corregidos UM 04.....	102
Gráfico 4-30: Daños frecuentes UM 05.....	104
Gráfico 4-31: Abaco - valor deducido - escala UM 05.....	104
Gráfico 4-32: Abaco - valor deducido - parche grande UM 05.....	105
Gráfico 4-33: Abaco - valor deducido - pulimento de agregados UM 05.	105
Gráfico 4-34: Abaco - valor deducido - desconchamiento UM 05.....	106
Gráfico 4-35: Abaco - valor deducido - descascaramiento de junta UM 05.	106
Gráfico 4-36: Abaco - valor deducido - descascaramiento de junta UM 05.	107
Gráfico 4-37: Abaco - valores deducidos corregidos UM 05	107
Gráfico 4-38: Daños frecuentes UM 06.....	109

Gráfico 4-39: Abaco - valor deducido - escala UM 06.....	110
Gráfico 4-40: Abaco - deducido - grieta lineal UM 06.....	110
Gráfico 4-41: Abaco - valor deducido - parcheo grande UM 06.....	111
Gráfico 4-42: Abaco - valor deducido - pulimento de agregados UM 06.	111
Gráfico 4-43: Abaco - valor deducido - descascaramiento de esquina UM 06.	112
Gráfico 4-44: Abaco - valor deducido - descascaramiento junta UM 06.	112
Gráfico 4-45: Abaco - valor deducido - descascaramiento junta UM 06.	113
Gráfico 4-46: Abaco - valores deducidos corregidos UM 06.	113
Gráfico 4-47: Daños frecuentes UM 07.....	115
Gráfico 4-48: Abaco - valor deducido - escala UM 07.....	116
Gráfico 4-49: Abaco - valor deducido - parcheo grande UM 07.....	116
Gráfico 4-50: Abaco - valor deducido - parcheo pequeño UM 07.	117
Gráfico 4-51: Abaco - valor deducido - pulimento de agregados UM 07.	117
Gráfico 4-52: Abaco - valor deducido - descascaramiento de esquina UM 07.	118
Gráfico 4-53: Abaco - valor deducido - descascaramiento de esquina UM 07.	118
Gráfico 4-54: Abaco - valor deducido - descascaramiento de junta UM 07.	119
Gráfico 4-55: Abaco - valores deducidos corregidos UM 07.	119
Gráfico 4-56: Daños frecuentes UM 08.....	121
Gráfico 4-57: Abaco - valor deducido - escala UM 08.....	122
Gráfico 4-58: Abaco - valor deducido - desnivel carril/ berma UM 08.....	122
Gráfico 4-59: Abaco - valor deducido - grieta lineal UM 08.	123
Gráfico 4-60: Abaco - valor deducido - parcheo grande UM 08.....	123

Gráfico 4-61: Abaco - valor deducido - pulimento de agregados UM 08.	124
Gráfico 4-62: Abaco - valor deducido - retracción UM 08.	124
Gráfico 4-63: Abaco - valor deducido - descascaramiento de esquina UM 08.	125
Gráfico 4-64: Abaco - valor deducido - descascaramiento de junta UM 08.	125
Gráfico 4-65: Abaco - valor deducido - descascaramiento de junta UM 08.	126
Gráfico 4-66: Abaco – valores deducidos corregidos UM 08	126
Gráfico 4-67: Daños frecuentes UM 09.....	128
Gráfico 4-68: Abaco - valor deducido - escala UM 09.....	129
Gráfico 4-69: Abaco - valor deducido - desnivel carril/ berma UM 09.....	129
Gráfico 4-70: Abaco - valor deducido - desnivel carril / berma UM 09.....	130
Gráfico 4-71: Abaco - valor deducido - grieta lineal UM 09.	130
Gráfico 4-72: Abaco - valor deducido - parcheo grande UM 09.....	131
Gráfico 4-73: Abaco - valor deducido - retracción UM 09.	131
Gráfico 4-74: Abaco - valor deducido - descascaramiento de esquina UM 09.	132
Gráfico 4-75: Abaco -valor deducido - descascaramiento de junta UM 09.	132
Gráfico 4-76: Abaco valores deducidos corregidos UM 09	133
Gráfico 4-77: Daños frecuentes UM 10.....	135
Gráfico 4-78: Abaco - valor deducido - escala UM 10.....	135
Gráfico 4-79: Abaco - valor deducido - desnivel carril/ berma UM 10.....	136
Gráfico 4-80: Abaco - valor deducido - grieta lineal UM 10.	136
Gráfico 4-81: Abaco - valor deducido - pulimento de agregados UM 10.	137
Gráfico 4-82: Abaco - valor deducido - descascaramiento de esquina UM 10.	137

Gráfico 4-83: Abaco - valor deducido - descascaramiento de junta UM 10.	138
Gráfico 4-84: Abaco - valores deducidos corregidos UM 10.....	138
Gráfico 4-85: Daños frecuentes UM 11.....	140
Gráfico 4-86: Abaco - valor deducido - escala UM 11.....	141
Gráfico 4-87: Abaco - valor deducido - desnivel carril/ berma UM 11.....	141
Gráfico 4-88: Abaco - valor deducido - desnivel carril/ berma UM 11.....	142
Gráfico 4-89: Abaco - valor deducido - grieta lineal UM 11.	142
Gráfico 4-90: Abaco - valor deducido - parcheo grande UM 11.....	143
Gráfico 4-91: Abaco - valor deducido - descascaramiento de junta UM 11.	143
Gráfico 4-92: Abaco - valor deducido - descascaramiento de junta UM 11.	144
Gráfico 4-93: Abaco - valores deducidos corregidos UM 11.....	144
Gráfico 4-94: Valor del PCI por unidad de muestra.....	146
Gráfico 4-95: Calificación porcentual del PCI.....	147
Gráfico 4-96: Frecuencia daños de severidad baja.....	149
Gráfico 4-97: Daños frecuentes de severidad media.....	149
Gráfico 4-98: Daños frecuentes de severidad alta.....	150
Gráfico 4-99: Daños existentes en toda la vía.....	150
Gráfico 4-100: Porcentaje de daños en toda la vía.....	151
Gráfico 4-100: Calificación porcentual por severidad.....	151
Gráfico 7-1. Formato de evaluación para calcular el índice de condición de pavimento.....	158

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1. Sección del pavimento flexible	17
Figura 2-2: Sección de un pavimento rígido.....	18
Figura 2-3. Sección de un pavimento articulado.	19
Figura 2-4: Pavimento de concreto simple con juntas.....	20
Figura 2-5: Pavimento de concreto armado con barras transversales.....	21
Figura 2-6: Pavimento de concreto continuamente reforzado.....	22
Figura 7-1: Formato de inspección de campo UM-01	189
Figura 7-2: Formato de inspección de campo UM-02.....	190
Figura 7-3: Formato de inspección de campo UM-03.....	190
Figura 7-4: Formato de inspección de campo UM-04.....	191
Figura 7-5: Formato de inspección de campo UM-05.....	191
Figura 7-6: Formato de inspección de campo UM-06.....	192
Figura 7-7: Formato de inspección de campo UM-07.....	192
Figura 7-8: Formato de inspección de campo UM-08.....	193
Figura 7-9: Formato de inspección de campo UM-09.....	193
Figura 7-10: Formato de inspección de campo UM-10.....	194
Figura 7-11: Formato de inspección de campo UM-11.....	194
Figura 7-12: Solicitud para realizar inspecciones oculares en la zonade trabajo a la entidad responsable.....	195

1 INTRODUCCIÓN.

En estos últimos años los pavimentos se diseñan de modo que sus componentes estructurales se desempeñen sosteniblemente y que debidamente se respete al medio ambiente, también es propio diseñar estructuras resistentes de manera que se eviten accidentes y así lograr proteger vidas humanas, estos incidentes se relacionan con el deterioro de las vías, por ello es primordial prolongar la vida útil del pavimento de manera que el deterioro producido por el tráfico vehicular no desgaste la capa superficial y así evitar daños de tipo estructural.

El deterioro de un pavimento es un proceso que se inicia desde su fase constructiva, las causas que favorecen estos deterioros son sollicitaciones externas y se relacionan con los factores de tráfico y clima propio de la zona, otros factores que también influyen en el deterioro de los pavimentos son principalmente la eficacia en el diseño, propiedades de sus materiales y la calidad del proceso constructivo.

El deterioro del pavimento es un proceso progresivo, por ello es importante realizar gestiones de mantenimiento, conservación y rehabilitación que faciliten mantener las condiciones de funcionabilidad y la integridad estructural del pavimento.

El presente informe de tesis está distribuido en seis capítulos, en el **primero** describe la introducción, donde se plasma el plan del trabajo a ejecutar en este estudio. En el **segundo capítulo** establece el marco teórico donde se precisa los antecedentes existentes, las teorías y fundamentos que tomaremos como

referencia para esta investigación. El **tercero** muestra los aspectos metodológicos en la ejecución de este estudio donde se considera importante el diseño de la investigación, la población y muestra, la definición y operacionalización de variables y otros aspectos. El **cuarto capítulo** establece el análisis de los resultados y el proceso analítico para la obtención de los índices cualitativos y cuantitativos requeridos, el **quinto capítulo** determina un conjunto de conclusiones y recomendaciones categóricas relacionadas al análisis de los resultados obtenidos en el capítulo cuarto. El **sexto capítulo** sujeta la bibliografía donde asentamos todas las fuentes utilizadas como referencias para la presente investigación. Finalmente se concluyen con los anexos complementarios para este estudio.

Sin duda es necesario establecer el porqué del estudio y su respectivo análisis, para ello se establece la siguiente formulación principal del problema: ¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie de las pistas del jirón Adolfo Morey nos permitirá obtener la condición de servicio de dicha infraestructura en funcionamiento?

El objetivo general es establecer que factores influyen y producen el deterioro del pavimento rígido de las pistas del jirón Adolfo Morey mediante un proceso de observaciones periódicas en el lugar por el método PCI y formular métodos técnicos para restablecer el estado físico del pavimento. **La justificación principal** es realizar un estudio que permita identificar qué tipo de fallas encontradas en el pavimento rígido del pavimento en estudio, **el método a utilizar**

será por el PCI (índice de condición de pavimento) donde establece el tipo y el grado de daño que presenta la estructura, **la evaluación** será visual y con el uso de una ficha técnica estándar aplicando algunas herramientas de medición.

2 MARCO TEÓRICO.

2.1 ANTECEDENTES.

2.1.1 Antecedentes Internacionales.

A. “El estado de las vías de pavimento rígido y su incidencia en la circulación del tráfico pesado de la planta Holcim Latacunga del Cantón Latacunga provincia de Cotopaxi”.

(Higuera V. 2015)⁽¹⁾

El **objetivo general** de esta tesis es estudiar como el estado de las vías de pavimento rígido inciden en la circulación del tráfico pesado.

Y entre sus **objetivos específicos** precisa lo siguiente:

- Determinar el estado de las vías de pavimento rígido.
- Determinar el tráfico vehicular dentro de la planta Holcim Latacunga.
- Identificar los tipos de deterioro que se presentan en las vías de pavimento rígido.

Los **resultados** obtenidos muestran que en las 248 losas analizadas se encontraron las siguientes fallas, pudiendo una losa tener una o más fallas. *Ver el gráfico 2-1.*

Conclusiones:

- En las losas analizadas la mayor parte de problemas que encontramos son de daño de juntas que pueden ser causadas por la falta de utilización de un producto adecuado para el sello.
- En las losas analizadas la mayor parte de problemas que encontramos son de daño de juntas que pueden ser causadas por la falta de utilización de un producto adecuado para el sello.
- Los desprendimientos en junta y de esquina son otros de los problemas que aparecen a lo largo de la vía que se pueden deber a las cargas que pasan por la vía diariamente.
- Los datos obtenidos con la observación de campo nos sirvió para la determinación de la condición del pavimento mediante el método PCI.
- El ensayo de CBR de diseño de la subrasante es de 34.8%, esto revela que la capacidad de soporte del suelo es buena y que se podrá diseñar un pavimento rígido.
- El estudio de tráfico actual, como dato del día con mayor tránsito sumando todos los tipos de vehículos, aplicando fórmulas del factor hora pico, sumando tanto el tráfico generado atraído y desarrollado, se obtuvo el tráfico futuro a 20 años cantidad con un tipo de vía clase III, la cual se diseñó la estructura de pavimento.
- Los datos del tráfico se tomaron el horas que se pertinentes para el investigador ya que la planta Holcim trabaja las 24 horas del día.
- El diseño del pavimento se lo ha realizado según la norma AASHTO 93, siguiendo paso a paso los requerimientos tanto de estudios de suelos, tomando en cuenta los parámetros actuales de la vía.
- El espesor de la losa encontrado a lo largo de la vía no cumple con el diseño calculado para las condiciones actuales del pavimento, teniendo al momento un espesor de losa de 20 cm.,

cuando para las condiciones actuales debería tener un espesor de losa de 24 cm.

Recomendaciones:

- Tomar en cuenta las actividades de mantenimiento preventivo y las tareas de rehabilitación a partir de la evaluación del pavimento.
- Supervisar las operaciones constructivas en el momento en el presente proyecto se ponga en marcha, para que no vuelvan a existir problemas como los vistos en este trabajo.
- Se recomienda que se realicen drenajes a lo largo de la vía para evitar los empozamientos y por consiguiente el deterioro del pavimento.
- Pintar la línea de división de carril para que los vehículos tengan una mejor visibilidad de circulación.

Nº DE FALLAS	TIPO DE FALLA
5	fallas de rotura de esquina
65	fallas de fisuras longitudinales, transversales y diagonales
9	fallas de fisura de durabilidad
127	fallas de daño de juntas
13	fallas de bacheos grandes y corte para instalaciones
1	falla de desprendimiento superficial mapa de fisuras
1	falla de asentamientos o fallas
10	fallas de losa fragmentada
37	fallas de desprendimiento en junta
16	fallas de desprendimiento de esquina

Gráfico 2-1 Fallas encontradas en las losas analizadas. **Fuente:** Higuera V. 2015.

B. “Patología de Pavimentos Rígidos de la ciudad de Asunción Paraguay, Junio 2014”.

(Godoy A. 2014) (2)

El **objetivo** de este trabajo de investigación es realizar una evaluación de diversos pavimentos rígidos construidos en calles y avenidas de la comuna asuncena, con el fin de determinar el estado en que se encuentran, así como recomendar las propuestas de solución a sus patologías, si las hubiere.

Los **resultados** en los pavimentos y las intervenciones que dan los mejores resultados son las que se aplican a tiempo, utilizando las técnicas adecuadas al tipo y características de las fallas que se requiere remediar. Ello define dos conceptos importantes, sin los cuales resulta muy difícil acercarse al objetivo de optimizar las inversiones, y que son: la oportunidad en que se interviene y la técnica que se utiliza. Cada una de las técnicas de mantenimiento tiene su mejor rendimiento cuando se aplica en tanto el pavimento presente un nivel de deterioro comprendido dentro de un rango definido. La misma técnica aplicada cuando la severidad de la falla la deja fuera del rango óptimo, dará resultados mucho menos eficientes. La situación general de los pavimentos rígidos de Asunción. Se observa que el 70% de los pavimentos rígidos resultaron con calificación regular a mala.

Conclusiones, el estudio del aporte estructural del pavimento empedrado, realizado en otros trabajos de investigación, ha demostrado que el empedrado posee un coeficiente de balasto (k) variando de 19 a 180 kg/cm³. Aun asumiendo el valor menor, para

cálculos de dimensionamiento de pavimento rígido, sigue siendo un valor considerablemente alto, pero los resultados arrojan también la falta de uniformidad de dicho coeficiente para distintos sectores evaluados, siendo su uniformidad y no la alternancia de valores elevados la situación ideal para el soporte de un pavimento rígido. Así también, las bases de elevada rigidez (como es el caso del empedrado) no acompañan las deformaciones de las losas de hormigón hidráulico y son causantes de mayores esfuerzos en las mismas por último, otra condición que se debe cumplir para el buen desempeño del pavimento rígido es la regularidad de la base, situación que en la mayoría de los casos no presentan.

C. “Evaluación del Estado físico de la carretera de concreto Hidráulico, Empalme Puerto Sandino-Puente La Gloria, del municipio de Nagarote, departamento de León”.

(Rodríguez M. 2013) ⁽³⁾

En este trabajo de investigación **el objetivo** se enmarca principalmente en “evaluar el estado físico de la superficie de la carretera de concreto hidráulico, Empalme Puerto Sandino-Puente La Gloria”, y entre sus **objetivos específicos** nos detalla:

- Fomentar la construcción de pavimentos rígidos en nuestro país, mediante el desarrollo de las notables ventajas de este ante el pavimento flexible.
- Identificar los defectos y deterioros presentes en una de las primeras carreteras de concreto de nuestro país.

- Evaluar el estado físico de la carretera.
- Determinar las posibles causas que pudieron ocasionar los daños encontrados.
- Proponer posibles soluciones a los defectos encontrados.
- Establecer un precedente en la forma de evaluar futuras carreteras de pavimentos rígidos.

Resultados.

Para la realización de este estudio de campo fue necesario realizar un muestreo previo para poder determinar la cantidad de losas a estudiar y el kilometraje lineal que se abarcara como tramo muestra, de modo que se recurrió al Pavement Condition Index (PCI). En el documento anteriormente mencionado, se describe el procedimiento para el cálculo de las unidades de muestreo, el cual se utilizó para la presente evaluación de calidad de la carretera de concreto hidráulico, empalme Puerto Sandino-Puente La Gloria, del municipio de Nagarote, departamento de León, como se muestra a continuación.

Utilizando la ecuación #1 detallada en la sección 1.6 llamada propuesta de procedimiento: se realizó los siguientes cálculos:

Determinación de No mínimo de unidades de muestreo		
Longitud total	17	Km
	17000	m
Longitud Losas	1.85	m
N	36757	Und
Σ	15	Desviación estándar
Confiabilidad	80.00%	Confiabilidad según el diseño
e	20.00%	Porcentaje de error
<i>Calculando el número mínimo de losas a evaluar...</i>		
n	13957	Und
Longitud del tramo muestra	6455	M
	6.46	Km

Gráfico 2-2. Determinación de N° mínimo de unidades de muestreo.
Fuente: Rodríguez M. 2013.

Conclusiones:

Mediante la realización del presente estudio, se lograron detectar gran cantidad de daños ya sean pre y/o post-constructivos, de los cuales se pueden llegar a muchas conclusiones, ya sea cuanto a métodos utilizados, el equipo, la mano de obra, la incidencia de las obras de confinamiento lateral, el volumen de tránsito presente, entre otras. Previo al estudio se realizaron investigaciones necesarias para la evaluación del tramo carretero muestra, de donde se pueden llegar a otro tipo de conclusiones, algunas de las mencionadas anteriormente, se citan a continuación.

Como ya es de conocimiento público, el pavimento rígido posee ventajas ante el pavimento flexible en cuanto a durabilidad y vida útil. Sin embargo, hay que destacar que el concreto hidráulico posee una mayor inversión inicial, lo cual asegura la inversión a largo plazo; que a la vez lo pone nuevamente en ventaja ante el pavimento

a base de asfalto. Puesto que este último requiere de mayor cantidad de reparaciones en menores lapsos de tiempo, el alto costo inicial del pavimento rígido es compensado con el escaso mantenimiento requerido.

Existe un dato que debería ser prioritario en la difícil decisión entre construir con material flexible o rígido, y es el hecho de que la materia prima del pavimento flexible es mayoritariamente extranjera, en cambio el concreto hidráulico es realizado con agregados, cemento y mano de obra completamente nicaragüense. Este hecho no solo le da un valor extra en las construcciones con concreto hidráulico, sino que a la vez constituye una fuente de empleos segura y masiva, debido a la gran cantidad de personas que se necesitan para la adecuada construcción de obras horizontales con este durable y sustentable material de construcción.

2.1.2 Antecedentes Nacionales.

A. “Evaluación del estado actual del pavimento rígido en el Distrito de Bambamarca, Provincia de Hualgayoc - Región Cajamarca, Abril 2012”.

(Gonzales P. 2012)⁽⁴⁾

El **objetivo principal** es determinar el estado actual del pavimento rígido de la ciudad de Bambamarca mediante el Método del Índice de Condición de Pavimentos (PCI). Y donde se detalla a continuación sus **objetivos específicos**:

- Identificar los Tipos de patologías de concreto del Pavimentos Rígido del Distrito de Bambamarca.
- Obtener el Índice de Condición de Pavimentos (PCI) del Pavimento Rígido del Distrito de Bambamarca.
- Evaluar la integridad estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie del Pavimento Rígido del Distrito de Bambamarca.

Como se observa en los **resultados**, luego de la evaluación de los datos de campo de las 8 calles se obtuvo una clasificación de REGULAR para el pavimento rígido del Distrito de Bambamarca con un valor de 41.38, que viene a ser el promedio simple de todos los valores de PCI de las 8 vías analizadas.

El valor del índice que está cerca del límite inferior de la clasificación regular y límite superior a la clasificación de MALO nos muestra que el estado en que se encuentra el pavimento rígido de Bambamarca esta entre regular y malo.

Las 3 clases de daños más resaltantes en el pavimento rígido son el parcheo grande con 23.66 % (757 paños) de baja severidad, seguido del descascaramiento de junta con 23.34 % (747 paños) de baja severidad, grietas lineales con 10.54 % (336 paños) de baja severidad es decir de menores a 12 mm.

Todas las calles del Distrito tienen parches de todo tamaño en general, en buenas condiciones, debido a cambios y mejoras de los servicios públicos. Incluso en la actualidad la empresa BM3 está

cambiando todo el sistema de alcantarillado para la construcción de una Planta de Tratamiento de aguas servidas.

Las causas del descascamiento de junta son principalmente los esfuerzos excesivos de carga pesada en el pavimento rígido debido a la actividad minera, ya que estas vías fueron diseñadas y construidas hace aproximadamente 20 años para tránsito liviano. La otra causa es la presencia de material incomprensible en las juntas debido a la ausencia de sello. Además, el sistema de alcantarillado pluvial es superficial es decir canaletas a los extremos de las calles, por lo que aumenta la concentración de material incomprensible en las juntas.

Las grietas lineales son producidas por las cargas repetidas de esfuerzos excesivos explicadas anteriormente y alabeos por gradiente térmico y humedad.

B. “Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el pavimento rígido de las calles del cercado del distrito de Pira, provincia de Huaraz, región Ancash, Junio - 2014”.

(Maguiña M. 2014) ⁽⁵⁾

En esta tesis el **objetivo principal** es determinar y evaluar las patologías del concreto en el pavimento rígido de las calles de cercado del distrito de Piura, provincia de Huaraz, en la región de Ancash. Además, se menciona entre sus **objetivos específicos** lo siguiente:

- Identificar y clasificar los distintos tipos de patologías existentes de las calles del cercado del distrito de Pira, provincia de Huaraz, Región Ancash.
- Cuantificar los deterioros que afectan el pavimento rígido de las calles del cercado del distrito de Pira, provincia de Huaraz, Región Ancash.
- Emplear el método del Índice de Condición de Pavimentos (PCI) para determinar el estado actual del pavimento rígido de las calles del cercado del distrito de Pira, provincia de Huaraz, Región Ancash.

En el **análisis de resultados** se puede ver que, una vez concluida la investigación en el cercado del distrito de Pira, provincia de Huaraz, departamento de Ancash, se puede indicar que de las 13 patologías encontradas con mayor presencia son: pulimento de agregados, grietas de retracción, escala, parcheo grande, grietas lineales, grieta de esquina y parcheo pequeño los cuales fueron tomados como medidas de discusión.

Frente a esta síntesis de resultados se concluye que en la investigación las calles del cercado del distrito de Pira, provincia de Huaraz, departamento de Ancash, presentan 05 patologías predominantes que son:

- **Pulimento de agregados:** Se presenta con mayor frecuencia en la Av. Antonio Raimondi, con 103 paños de pavimento rígido y un porcentaje 36.79 % que presentan esta patología.

- **Grietas de retracción:** Se presenta con mayor frecuencia en la Av. Antonio Raimondi, con 87 paños de pavimento rígido y un porcentaje 31.07 % que presentan esta patología.
- **Escala:** Se presenta con mayor frecuencia en la Av. Antonio Raimondi, con 26 paños de pavimento rígido y un porcentaje 9.29 % que presentan esta patología.
- **Parqueo grande:** Se presenta con mayor frecuencia en la Av. Antonio Raimondi, con 10 paños de pavimento rígido y un porcentaje 3.57 %, que presentan esta patología.
- **Grietas lineales:** Se presenta con mayor frecuencia en la Av. Antonio Raimondi, con 11 paños de pavimento rígido y un porcentaje 3.93 %, que presentan esta patología.

C. “Evaluación de los niveles de incidencia de las patologías del concreto del pavimento rígido en las calles: Sucre cuadras 06 a la 10 y Grau cuadras 07 a la 12 del distrito de Sullana, provincia de Sullana, región Piura - Setiembre 2015”.

(Núñez J. 2015)⁽⁶⁾

El presente estudio de investigación se logró determinar el nivel de incidencia de las patologías del concreto del pavimento rígido en las calles: Sucre Cuadras 06 a la 10 y Grau cuadras 07 a la 12 del distrito de Sullana, provincia de Sullana, región Piura, se estudiaron 05 cuadras de la calle Sucre y 07 cuadras de la calle Grau. El método de aplicación fue del PCI: (Paviment Condition Index) para poder obtener la incidencia de las patologías del concreto al pavimento. La información que se obtuvo en el campo es mediante una ficha de inspección para cada unidad de muestra analizando cuadra tras cuadra. En las hoja de inspecciones por unidad de muestra se detalla

el nombre de la calle, el número de cuadras, cantidad de paños (Losas de concreto del pavimento), dimensiones de los paños, área total de la muestra, ubicación e incidencia de las patologías del concreto en el pavimento rígido. Con la información adquirida se definió las incidencias de las patologías de concreto en el pavimento rígido de las calles en estudio. Los resultados que se obtuvieron de cada una de las calles, de acuerdo con el método del PCI. encuentran en un estado “Regular” obteniendo un índice promedio de condición de pavimento, para las calles: Sucre cuadra 06 a la 10 de 55,5 % y Grau cuadras 07 a la 12 de 54 % del distrito de Sullana, provincia de Sullana, región Piura. Las patologías encontradas con mayor incidencia en las calles Sucre y Grau fueron: Grietas lineales, pulimento de agregados, escala, grietas de esquina, descascaramiento de juntas, descascaramiento de esquina y parcheo pequeño.

2.2 BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN.

2.2.1 Definición de pavimento.

(M T C. 2014)⁽⁷⁾

El pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: base, subbase, y capa de rodadura.

(Garcés C. 1997) ⁽⁸⁾

Un pavimento es una estructura vial formada por una o varias capas de materiales seleccionados, capaz de resistir las cargas impuestas por el tránsito y la acción del medio ambiente y de transmitir al suelo de apoyo esfuerzos y deformaciones tolerables por éste. Desde el punto de vista estructural, un pavimento transmite en forma adecuada las cargas hacia el terreno de fundación, es decir, sin rotura de los materiales o deformaciones exageradas para la estructura.

2.2.2 Clasificación de pavimentos.

(M T C. 2014) ⁽⁷⁾

En el Manual de Carreteras - Suelos, Geología; Geotecnia y Pavimento actualizado en el año 2014 del Ministerio de Transportes y comunicaciones de nuestro país definen los siguientes tipos de pavimentos:

A. Pavimento flexible.

El pavimento flexible es una estructura compuesta por capas granulares (subbase, base) y como capa de rodadura una carpeta constituida con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos. Principalmente se considera como capa de rodadura asfáltica sobre capas granulares: mortero asfáltico, tratamiento superficial bicapa, micro-pavimentos, macadam asfáltico, mezclas asfálticas en frío y mezclas asfálticas en

caliente. En la figura 2-1 se presenta un corte de la sección típica de un pavimento flexible.

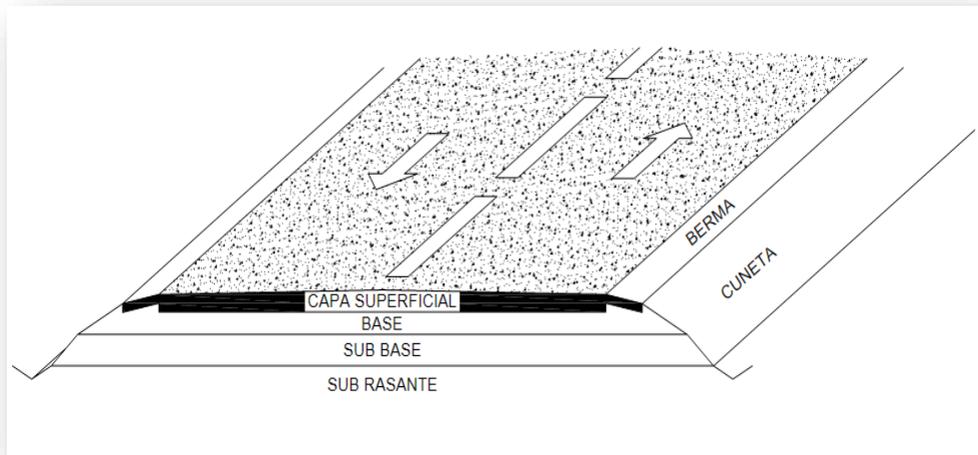


Figura 2-1. Sección del pavimento flexible. **Fuente:** Elaboración Propia. 2017.

B. Pavimento rígido.

El pavimento rígido es una estructura de pavimento compuesta específicamente por una capa de subbase granular, no obstante esta capa puede ser de base granular, o puede ser estabilizada con cemento, asfalto o cal, y una capa de rodadura de losa de concreto de cemento hidráulico como aglomerante, agregados y de ser los casos aditivos, Ver figura 2-2. Dentro de los pavimentos rígidos existen tres categorías:

- Pavimento de concreto simple con juntas
- Pavimento de concreto con juntas y refuerzo de acero en forma de fibras o mallas
- Pavimento de concreto con refuerzo continuo.

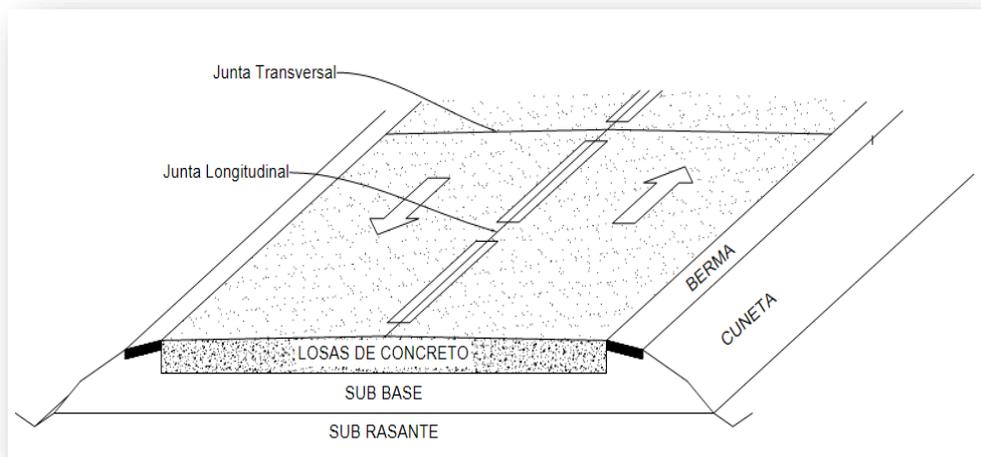


Figura 2-2: Sección de un pavimento rígido. **Fuente:** Elaboración Propia. 2017.

C. Pavimentos semirrígidos.

El pavimento semirrígido es una estructura de pavimento compuesta básicamente por capas asfálticas con un espesor total bituminoso (carpeta asfáltica en caliente sobre base tratada con asfalto); también se considera como pavimento semirrígido la estructura compuesta por carpeta asfáltica sobre base tratada con cemento o sobre base tratada con cal. Dentro del tipo de pavimento semirrígido se ha incluido los pavimentos adoquinados, como se observa en la *figura 2-3*.

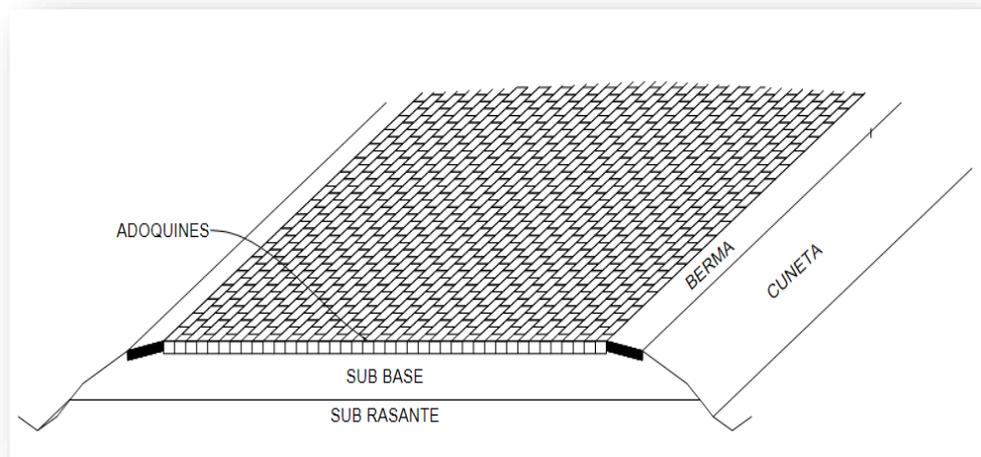


Figura 2-3. Sección de un pavimento articulado. **Fuente:** Elaboración Propia. 2017.

2.2.3 Clasificación de los pavimentos de concreto rígido.

A. Pavimento de concreto simple con juntas.

En este tipo de pavimento las losas van separados mediante juntas, unas son de contracción transversal que usualmente se distancian entre 3.5 m. a 6.0 m. de longitud y la forma en la que se transfiere las cargas de paño a paño es por medio del trabazón de agregados o mediante el uso conjunto de pasadores llamados dovelas o barras pasajuntas de acero liso y que debidamente son engrasadas. El otro tipo de juntas son las juntas longitudinales, que son conexiones de barras de acero corrugado que sirven como anclajes.

La experiencia adquirida a través de los años en el diseño y construcción de diversos proyectos viales, recomiendan establecer que la distancia de los espaciamientos máximos entre los paños no deben de exceder los 4.5 m. de longitud.

Otro dato importante sobre el uso frecuente de este tipo de pavimentos es que tienen un alto grado de confiabilidad y tienen una mejor relación directa entre el costo - beneficio. Ver figura 2-4.

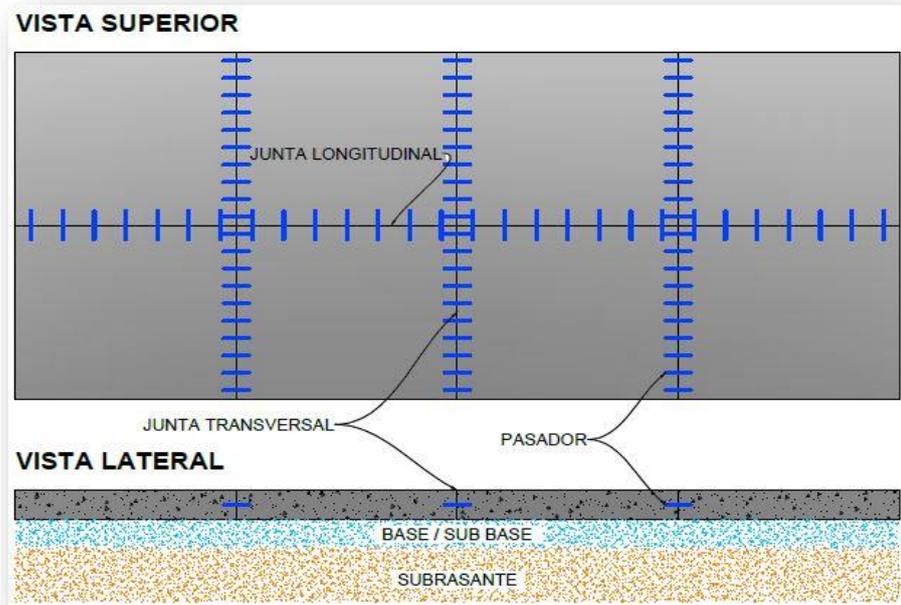


Figura 2-4: Pavimento de concreto simple con juntas. **Fuente:** Elaboración propia. 2017.

B. Pavimento de concreto con juntas y refuerzo de acero en forma de fibras o mallas

Este tipo de pavimento se solicita el uso de mallas de acero con una cuantía de refuerzo longitudinal que oscila entre 0.10 % y 0.25%, que se instala a una profundidad promedio de 1/3 del espesor de la losa, en el sentido transversal simplemente se requiere que las barras de unión sean con una armadura distribuida con una cuantía inferior, esta malla de acero que se genera permite que los espaciamientos entre las juntas transversales sean más extensas pudiendo alcanzar distancias de 7.5 m. a 9.0 m.

La transferencia de las cargas entre las juntas transversales se desarrollan mediante el uso conjunto de dovelas o barras pasajuntas de acero liso debidamente engrasadas y entre las conexiones de las juntas longitudinales se emplean barras de acero corrugado que sirven de anclajes.

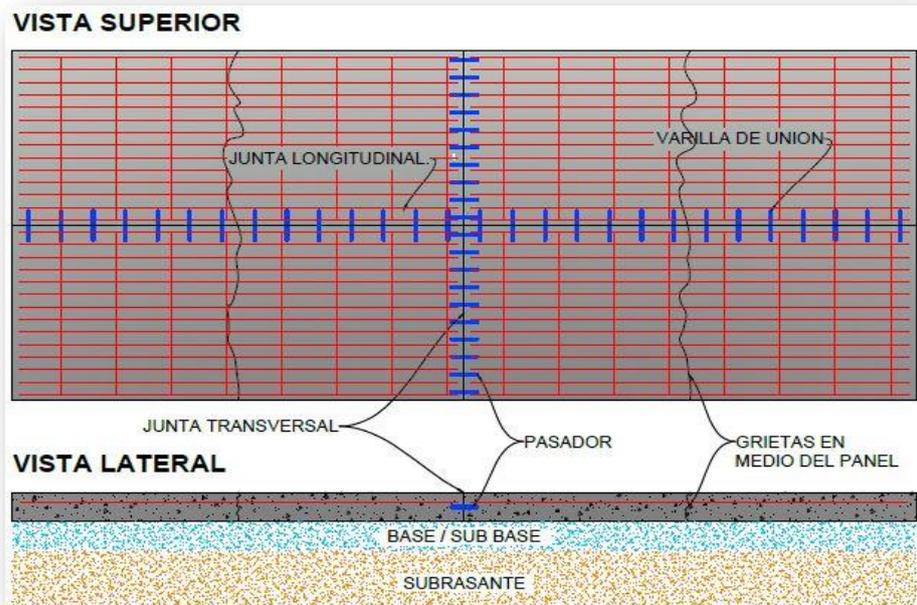


Figura 2-5: Pavimento de concreto armado con barras transversales.
Fuente: Elaboración propia. 2017

El refuerzo moderado de acero que se maneja en este pavimento hace que se produzcan un conjunto de fisuras que son controladas dentro de cada paño. La transferencia de carga entre los paño a paño se efectúa mediante el uso conjunto pasadores. *Ver figura 2-5.*

C. Pavimentos de concreto con refuerzo continuo.

El objeto principal de este tipo de pavimento es obviar la construcción de juntas transversales de contracción, el refuerzo contiene una elevada cuantía de acero con la finalidad de generar un

patrón de fisuras transversales que se distancien entre sí de 0.6 m. a 2.4 m.

La conexión entre las juntas longitudinales se constituye de barras de acero corrugado que sirven de anclajes. Este tipo de pavimento ya es bastante usado en América y el continente europeo. *Ver figura 2-6*

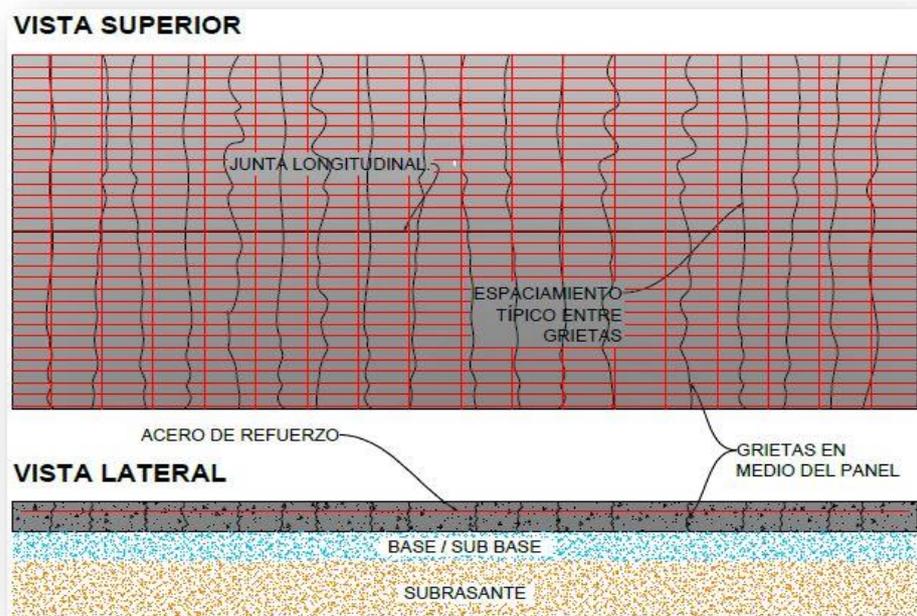


Figura 2-6: Pavimento de concreto continuamente reforzado.
Fuente: Elaboración propia. 2017

2.2.4 Componentes principales del sistema en un pavimento rígido.

(ICPA. 2014)⁽⁹⁾

Una sección típica de un pavimento rígido está compuesta por una capa superior o calzada de hormigón, que es la encargada de proveer la mayor parte de su capacidad estructural. Esta capa se apoya sobre una

base de material seleccionado que puede estar o no tratada con un ligante, que a su vez descansa sobre el suelo natural o la subrasante.

A continuación detallaremos los componentes principales de la estructura de un pavimento rígido:

A. Calzada de hormigón.

La calzada de hormigón conforma la capa superior del pavimento y es responsable de proporcionar las características funcionales y en gran medida, la capacidad estructural requerida. Desde el punto de vista funcional, será la encargada de brindar las características superficiales necesarias (drenaje superficial, fricción y regularidad) de acuerdo con el tipo de vía y las condiciones de servicio, que permitan una conducción segura y confortable. Desde el punto de vista estructural, deberá brindar la resistencia suficiente para soportar las cargas de durante su periodo de servicio, en tanto que funcionara como una barrera impermeable para las capas inferiores del pavimento.

El espesor de la calzada dependerá en gran medida del nivel de tránsito pesado previsto, oscilando entre 15 cm a 20 cm para las vías urbanas o de bajo tránsito pesado y de 20 cm a 30 cm en rutas de mayor volumen de vehículos pesados.

B. Base.

Es la capa ubicada inmediatamente debajo de la calzada de hormigón. Su función primordial es la de prevención de la erosión de la interfaz losa-apoyo, por lo cual su uso es obligatorio en vías de tránsito pesado. Además de esta función principal, su incorporación a la estructura del pavimento brindara los siguientes beneficios:

- Mejora en la distribución de cargas, reduciendo las tensiones en las capas inferiores de la estructura.
- Contribución al drenaje subsuperficial del agua de infiltración.
- Protección a los suelos de la subrasante, frente a la acción de las heladas.
- Garantía de provisión de un soporte uniforme a la calzada de hormigón.
- Plataforma de trabajo adecuada, no susceptible a las condiciones climáticas reinantes y aptas para la circulación de los vehículos de obra.

C. Subbase.

Entre la capa base y la subrasante, en ciertos casos puede llegar a ser necesario la construcción de una segunda capa, denominada sub base, que en general es de menor calidad, y que también ayuda a alcanzar un soporte uniforme, mejora el drenaje y provee una adecuada superficie de trabajo.

D. Subrasante.

Es el suelo natural, nivelado y compactado, sobre el cual se construye la estructura del pavimento.

E. Subdrenaje.

En algunas situaciones específicas, pueden incorporarse al sistema estructuras de subdrenaje cuya función es la de eliminar rápidamente el agua que se infiltra inevitablemente por las juntas y fisuras, evitando los efectos perjudiciales de su almacenamiento en la estructura del pavimento.

F. Juntas.

Son las que finalmente determinan las dimensiones de las losas del pavimento y las que permiten controlar la formación de fisuras intermedias, tanto a edad temprana como en servicio. Pueden materializarse por el debilitamiento de la sección de hormigón (juntas de contracción) o por moldeo (juntas de construcción).

G. Transferencia de carga.

Es la habilidad en que de una junta se transfiere parte de la carga aplicada a una losa hacia la continua. Esto puede lograrse mediante la trabazón de agregados, que se produce entre las caras de la fisura que se desarrolla por debajo de la junta, o mediante el empleo de pasadores o ambos.

H. Pasadores.

Son barras de acero liso, colocadas en las juntas transversales para transferir cargas, sin restringir el movimiento horizontal de las losas. Colaboran en la disminución de tensiones y deflexiones en el hormigón y reducen el potencial de escalonamiento, el bombeo y la rotura de esquinas en las losas.

I. Barras de unión.

Se colocan en las juntas longitudinales para mantenerlas ancladas, garantizando de esta manera que provean una transferencia de carga eficiente durante el periodo de servicio. La cuantía de acero necesaria se determina a partir del espesor de la losa, de la distancia al borde más cercano y de la fricción en el plano de contacto con la base.

J. Banquina.

Si bien no forma parte de la estructura, en los pavimentos de hormigón resulta de singular importancia la condición de soporte en los bordes de la calzada. A raíz de esto, si la banquina se encuentra pavimentada con una estructura de hormigón, la calzada podrá transferir parte de las cargas aplicadas a su estructura, reduciendo las tensiones y deflexiones debidas a las cargas. También son importantes para reducir la infiltración de agua desde la superficie del pavimento.

Además de las banquetas, existen otras alternativas estructurales, como la incorporación de cordones cuneta (en pavimentos urbanos) o la ejecución de sobreelevos de calzada, que también contribuyen significativamente a mejorar la condición de soporte de bordes.

2.2.5 Funciones de un pavimento.

Como tantas estructuras civiles el pavimento se cimienta sobre un suelo de fundación apropiado, el *objetivo* es de proporcionar que la superficie de rodadura permitan que el tráfico sea seguro, confiable y confortable para la integridad de las personas y la seguridad de los vehículos. En el diseño de un pavimento es importante establecer la velocidad directriz o de diseño ya que este es un parámetro que permite que el conductor promedio pueda conducir con seguridad y bajo distintas condiciones que pueden ser climáticas, topográficas, entre otras.

El tipo de pavimento a elegir se relaciona entre el tipo de vehículo que recorrerá por la vía y el volumen de tráfico establecido en el diseño mismo del pavimento.

Un error en el diseño puede generar una ruptura catastrófica del pavimento y esto es debido principalmente a la mala ejecución del estudio geotécnico. Además, una condición de “ruptura” de un pavimento, se debe a las controversias, debilidades y limitaciones que existen entre el personal técnico y el personal administrativo para poder

efectuar el debido proceso de evaluación, mantenimiento y restauración de los pavimentos.

2.2.6 Comportamiento de los pavimentos.

(Flores R. 2008) (10)

El comportamiento de los pavimentos a lo largo de su vida útil es regido generalmente por un ciclo, el cual ha llegado a considerarse como normal debido a la frecuencia con que se presenta, los indicadores (deterioros del pavimento) de cada una de las etapas de este ciclo son diferentes según el tipo de pavimento, sin embargo, la tendencia en la evolución de la estructura a través del tiempo es común y puede describirse de la siguiente manera:

- Etapa de construcción.
- Etapa de deterioro lento y poco visible.
- Etapa de deterioro acelerado y de quiebre.
- Etapa de descomposición total.

En el *grafico 2-3* se muestra el comportamiento de los pavimentos.

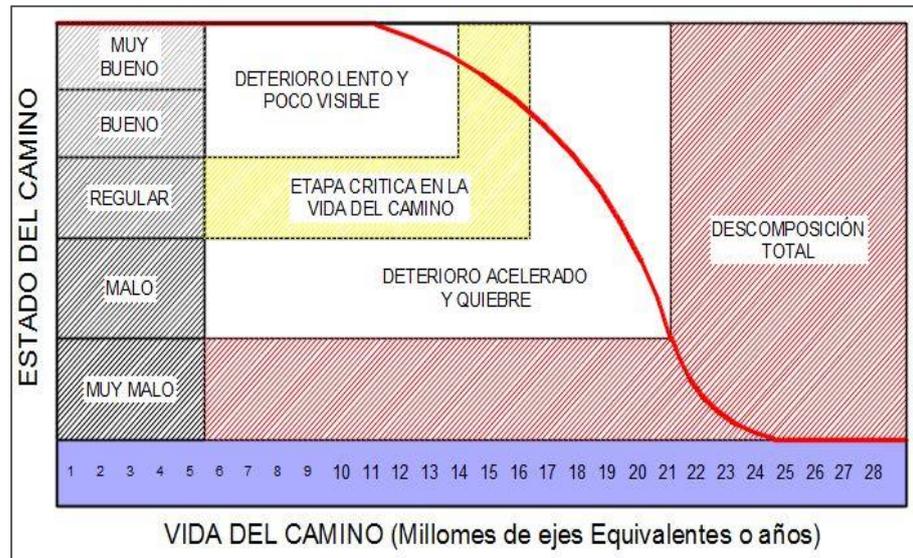


Gráfico 2-3. Curva de comportamiento de los pavimentos. **Fuente:** Elaboración propia. 2017

2.2.7 Gestión en los pavimentos.

(Higuera V. 2015) (1)

La gestión de pavimentos en su sentido más amplio, se relaciona con todas las actividades involucradas en el planeamiento, diseño, construcción, mantenimiento, evaluación y rehabilitación de una porción de pavimento de un programa público de trabajo.

Es conveniente describir la gestión de pavimentos en términos de dos niveles generales, el primero es el nivel de gestión de la red general, a veces llamado el nivel del programa para las redes de carreteras; y el segundo es el nivel de gestión de proyecto, donde se toman decisiones técnicas para proyectos específicos.

Algunos desarrollos de sistemas formales de gestión de pavimentos se han dado a nivel de proyecto. Más recientemente, un desarrollo extenso en la gestión del mantenimiento y la información de metodologías de gestión, proporcionan la oportunidad para el desarrollo de sistemas de gestión de pavimentos más comprensivos, en los que se puede incluir un mayor número de actividades, correlacionándolas mediante interfaces explícitas con los otros niveles de la red.

En lo concerniente a construcción nueva, rehabilitación o mantenimiento, los sistemas de gestión pueden ayudar a gerenciar como alcanzar el mejor valor posible al dinero público. A nivel de red, el sistema de gestión proporciona información pertinente al desarrollo de un programa regional, que optimizará el uso de los recursos disponibles.

2.2.8 Conservación del pavimento.

(Flores R. 2008) ⁽¹⁰⁾

El mantenimiento del buen estado de los pavimentos debe asegurarse no sólo en las carreteras de construcción reciente, sino también, en todas aquellas que forman parte de una red vial. Las fallas repentinas, daños ocasionados por las lluvias, deterioros graduales de la superficie de rodadura y obstrucciones inesperadas, pueden ser causas de daños personales, retrasos y pérdidas económicas.

El mantenimiento (o conservación) de los pavimentos puede definirse como la función de preservar, reparar y restaurar dicha estructura para

conservarla en condiciones de uso seguro, conveniente y económico; de tal manera que su tiempo de servicio se prolongue el tiempo requerido y con la calidad adecuada. Para esto, es necesario definir las condiciones mínimas en las cuales operarán los pavimentos, las cuales son llamadas: Estándares de Mantenimiento de Pavimentos.

2.2.9 Costos de operación y mantenimiento de los pavimentos.

(ICPC. 2008) ⁽¹¹⁾

Uno de los principales factores que han incidido en el desarrollo de la aplicación del concreto hidráulico en la construcción de pavimentos, es su costo relativo. Hasta hace algunos años, el costo de construcción de los pavimentos rígidos con respecto a los flexibles era dos o hasta tres veces mayor. Actualmente los costos de ambos materiales son equiparables, si, además se realiza un análisis integral de costos, considerando los de mantenimiento y operación, se podrán identificar fácilmente aquellos casos en que es evidente la conveniencia de utilizar los pavimentos rígidos.

2.2.10 Serviciabilidad de los Pavimentos.

(DE Solminihac H. 2005) ⁽¹²⁾

La serviciabilidad de los pavimentos, es la percepción que tienen los usuarios del nivel de servicio del pavimento. Es por ello que la opinión de ellos es la que debe ser medida para calificar la serviciabilidad.

La medición de la serviciabilidad de los pavimentos, también puede ser considerada como una evaluación de la superficie, pero hay que tener presente que esta no es una evaluación completa.

(M T C. 2014) ⁽¹³⁾

El Ministerio de transportes y comunicaciones en la pág. 33 del Manual de Carreteras Mantenimiento y Conservación Vial define que “Los niveles de servicio son indicadores que califican y cuantifican el estado de servicio de una vía, y que normalmente se utilizan como límites admisibles hasta los cuales pueden evolucionar su condición superficial, funcional, estructural y de seguridad. Los indicadores son propios a cada vía y varían de acuerdo a factores técnicos y económicos dentro de un esquema general de satisfacción del usuario (comodidad, oportunidad, seguridad y economía) y rentabilidad de los recursos disponibles”.

(Becerra M. 2012) ⁽¹⁴⁾

La serviciabilidad se define como la capacidad del pavimento de servir al tránsito que circula por la vía, y se magnifica en una escala de 0 a 5, donde 0 significa una calificación de intransitable y 5 una calificación de excelente que es un valor ideal que en la práctica no se da. El valor de 0 es un indicador muy pesimista, pues AASHTO 93 emplea el valor 1.5 como índice de serviciabilidad terminal del pavimento.

En la *cuadro 2-1* se muestra la escala de calificación de la serviciabilidad según la AASHTO y nos da una descripción del comportamiento de los pavimentos de acuerdo a la calificación.

Cuadro 2-1: Escala de calificación de la serviciabilidad.

CALIFICACION		DESCRIPCIÓN
NUMÉRICA	VERBAL	
5.0 – 4.0	Muy buena	Solo los pavimentos nuevos (o casi nuevos) son los suficientemente suaves y sin deterioro para calificar en sus categoría. La mayor parte de los pavimentos construidos o recarpeteados durante el año de inspección normalmente se clasifican como muy buenos.
4.0 – 3.0	Buena	Los pavimentos de esta categoría, si bien no son tan suaves como los "Muy Buenos", entregan un manejo de primera clase y muestran muy poco o ningún signo de deterioro superficial. Los pavimentos flexibles pueden estar comenzando a mostrar signos de ahuellamiento y fisuración aleatoria. Los pavimentos rígidos pueden estar empezando a mostrar evidencias de un nivel de deterioro superficial, como desconches y fisuras menores.
3.0 – 2.0	Regular	En esta categoría la calidad de manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos y puede presentar problemas para altas velocidades de tránsito. Los defectos superficiales en los pavimentos flexibles pueden incluir ahuellamientos, parches y agrietamiento. Los pavimentos rígidos en este grupo pueden presentar fallas en las juntas, agrietamientos, escalonamiento y pumping.
2.0 – 1.0	Mala	Los pavimentos en esta categoría se han deteriorado hasta un punto donde puedan afectar la velocidad del tránsito de flujo libre. Los pavimentos flexibles pueden tener grandes baches y grietas profundas; el deterioro incluye pérdida de áridos, agrietamiento y ahuellamientos; y ocurre en un 50% o más de la superficie. El deterioro en pavimentos rígidos incluye desconche de juntas escalonamiento, parches, agrietamiento y bombeo.
1.0 – 0.0	Muy mala	Los pavimentos en esta categoría se encuentran en una situación de extremo deterioro. Los caminos se pueden pasar a velocidades reducidas y con considerables problemas de manejo. Existen grandes baches y grietas profundas. El deterioro ocurre en un 75 % o más de la superficie.

Fuente: AASHTO. 1993

2.2.11 Fallas en los pavimentos.

(Montejo F. 2006)⁽¹⁵⁾

Las fallas en los pavimentos pueden ser divididas en dos grandes grupos que son fallas de superficie y fallas en la estructura.

A. Fallas de superficie.

Son las fallas en la superficie de rodamiento, debidos a las fallas en la capa de rodadura y que no guardan relación con la estructura de la calzada.

La corrección de estas se fallas se efectúa con solo regularizar su superficie y conferirle la necesaria impermeabilidad y rugosidad.

B. Fallas estructurales.

Comprende los defectos de la superficie de rodamiento, cuyo origen es una falla en la estructura del pavimento, es decir, de una o más capas constitutivas que deben resistir el complejo juego de sollicitaciones que imponen el tránsito y el conjunto de factores climáticos.

Para corregir este tipo de fallas es necesario un refuerzo sobre el pavimento existente para que el paquete estructural responda a las exigencias del tránsito presente y futuro estimado.

2.2.12 Evaluaciones de Pavimentos.

(Medina, A. 2015) ⁽¹⁶⁾

La evaluación de pavimentos consiste en un informe, en el cual se presenta el estado en el que se halla la superficie y estructura del mismo, para de esta manera poder adoptar las medidas necesarias de reparación y mantenimiento. Con la evaluación se pretende determinar cómo intervenir un pavimento para prolongar su vida útil.

Es resumen la evaluación de pavimentos permite conocer el estado situacional de la estructura y establecer medidas correctivas, ahorrando costos, para cumplir objetivos de serviciabilidad.

2.2.13 Tipo de evaluación de los pavimentos.

Es importante que en la evaluación de los pavimentos se incluyan estudios del estado de condición funcional y estructural. A continuación describimos ambos tipos de evaluación:

(Thenoux, G. 2012) ⁽¹⁷⁾

A. Evaluación funcional.

La evaluación funcional del pavimento, tiene por objeto el reconocimiento de aquellas deficiencias que se relacionan principalmente con la calidad de la superficie y el estado general de las condiciones del pavimento, considerando todos aquellos factores que afectan negativamente a la comodidad, seguridad y economía.

Entre este tipo de deficiencias se encuentran: La rugosidad, fallas superficiales y pérdida de fricción, costo de usuario y el medio ambiente.

B. Evaluación estructural.

Es la cuantificación de la capacidad estructural remanente presente en las distintas capas que componen la estructura del pavimento. Para evaluar la capacidad estructural del pavimento existen diversos procedimientos los cuales se estudiaron, clasificaron y analizaron.

La evaluación estructural de un pavimento existente abarca necesariamente los siguientes trabajos:

- Evaluación superficial de la condición del pavimento.
- Evaluación del sistema de drenaje.
- Determinación de espesores y tipos de materiales constituyentes de la estructura de pavimento.
- Medición de deflexiones superficiales del pavimento.

2.2.14 Calidad de Tránsito (Ride Quality).

(Vásquez L. 2002)⁽¹⁸⁾

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.

2.2.15 Daños en vías con superficie de concreto hidráulico.

(Vásquez L. 2002)⁽¹⁸⁾

Cuadro 2-2: Daños en vías con superficie de concreto hidráulico.

Nro.	DESCRIPCIÓN
21	BLOW UP / BUCKLING (ROTURA POR PANDEO)
22	GRIETA DE ESQUINA
23	LOSA DIVIDIDA
24	GRIETA DE DURABILIDAD "D"
25	ESCALA
26	SELLO DE JUNTA
27	DESNIVEL CARRIL / BERMA
28	GRIETAS LINEALES
29	PARCHEO GRANDE
30	PARCHEO PEQUEÑO
31	PULIMENTO DE AGREGADOS
32	POP OUTS (DESPRENDIMIENTOS)
33	BOMBEO
34	PUNZONAMIENTO
35	CRUCE DE VÍA FÉRREA
36	DESCONCHAMIENTO / MAPA DE GRIETAS CRAQUELADO
37	GRIETAS DE RETRACCIÓN
38	DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA
39	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA

21 BLOW UP - BUCKLING.

21.1 Descripción.

Los blow ups o buckles ocurren en tiempo cálido, usualmente en una grieta o junta transversal que no es lo suficientemente amplia para permitir la expansión de la losa. Por lo general, el ancho insuficiente se debe a la infiltración de materiales incompresibles en el espacio de la junta. Cuando

la expansión no puede disipar suficiente presión, ocurrirá un movimiento hacia arriba de los bordes de la losa (Buckling) o fragmentación en la vecindad de la junta. También pueden ocurrir en los sumideros y en los bordes de las zanjas realizadas para la instalación de servicios públicos.

21.2 Niveles de severidad.

- Bajo: Causa una calidad de tránsito de baja severidad.
- Medio: Causa una calidad de tránsito de severidad media.
- Alto: Causa una calidad de tránsito de alta severidad.

21.3 Medida.

En una grieta, un blowup se cuenta como presente en una losa. Sin embargo, si ocurre en una junta y afecta a dos losas se cuenta en ambas. Cuando la severidad del blowup deja el pavimento inutilizable, este debe repararse de inmediato.

21.4 Opciones de reparación.

- Bajo: No se hace nada. Parcheo profundo o parcial.
- Medio: Parcheo profundo. Reemplazo de la losa
- Alto: Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

22 GRIETA DE ESQUINA.

22.1 Descripción.

Una grieta de esquina es una grieta que intercepta las juntas de una losa a una distancia menor o igual que la mitad de la longitud de la misma en

ambos lados, medida desde la esquina. Una grieta de esquina se diferencia de un descascaramiento de esquina en que aquella se extiende verticalmente a través de todo el espesor de la losa, mientras que el otro intercepta la junta en un ángulo. Generalmente, la repetición de cargas combinada con la pérdida de soporte y los esfuerzos de alabeo originan las grietas de esquina.

22.2 Niveles de severidad.

- Bajo: La grieta está definida por una grieta de baja severidad y el área entre la grieta y las juntas está ligeramente agrietada o no presenta grieta alguna.
- Medio: Se define por una grieta de severidad media o el área entre la grieta y las juntas presenta una grieta de severidad media.
- Alto: Se define por una grieta de severidad alta o el área entre la junta y las grietas está muy agrietada.

22.3 Medida.

La losa dañada se registra como una (1) losa si:

- Solo tiene una grieta de esquina.
- Contiene más de una grieta de una severidad particular.
- Contiene dos o más grietas de severidades diferentes.

Para dos o más grietas se registrarán el mayor nivel de severidad. Por ejemplo, una losa tiene una grieta de esquina de severidad baja y una de severidad media, deberá contabilizarse como una (1) losa con una grieta de esquina media.

22.4 Opciones de reparación.

- Bajo: No se hace nada. Sellado de grietas de más de 3 mm.
- Medio: Sellado de grietas. Parcheo profundo.
- Alto: Parcheo profundo.

23 LOSA DIVIDIDA.

23.1 Descripción.

La losa es dividida por grietas en cuatro o más pedazos debido a sobrecarga o a soporte inadecuado. Si todos los pedazos o grietas están contenidos en una grieta de esquina, el daño se clasifica como una grieta de esquina severa.

23.2 Niveles de severidad.

En el *cuadro 2-3* se anota los niveles de severidad para las losas divididas.

Cuadro 2-3: Niveles de severidad para Losa dividida.

SEVERIDAD DE LA MAYORÍA DE LAS GRIETAS	NUMERO DE PEDAZOS EN LA LOSA AGRIETADA		
	4 a 5	6 a 8	8 a mas
BAJO	B	B	M
MEDIO	M	M	A
ALTO	M	M	A

23.3 Medida.

Si la losa dividida es de severidad media o alta, no se contabiliza otro tipo de daño.

23.4 Opciones de reparación.

- Bajo: No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor de 3 mm.
- Medio: Reemplazo de la losa.
- Alto: Reemplazo de la losa.

24 GRIETA DE DURABILIDAD “D”.

24.1 Descripción.

Las grietas de durabilidad “D” son causadas por la expansión de los agregados grandes debido al proceso de congelamiento y descongelamiento, el cual, con el tiempo, fractura gradualmente el concreto. Usualmente, este daño aparece como un patrón de grietas paralelas y cercanas a una junta o a una grieta lineal. Dado que el concreto se satura cerca de las juntas y las grietas, es común encontrar un depósito de color oscuro en las inmediaciones de las grietas “D”. Este tipo de daño puede llevar a la destrucción eventual de la totalidad de la losa.

24.2 Niveles de severidad.

- Bajo: Las grietas “D” cubren menos del 15 % del área de la losa. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unas pocas piezas pueden haberse desprendido.
- Medio: Existe una de las siguientes condiciones:
 - ✓ Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse con facilidad.

- ✓ Las grietas “D” cubren más del 15% del área. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unos pocos pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente.
- Alto: Las grietas “D” cubren más del 15% del área y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente.

24.3 Medida.

Cuando el daño se localiza y se califica en una severidad, se cuenta como una losa. Si existe más de un nivel de severidad, la losa se cuenta como poseedora del nivel de daño más alto. Por ejemplo, si grietas “D” de baja y media severidad están en la misma losa, la losa se registra como de severidad media únicamente.

24.4 Opciones de reparación.

- Bajo: No se hace nada.
- Medio: Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas.
- Alto: Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas. Reemplazo de la losa.

25 ESCALA.

25.1 Descripción.

Escala es la diferencia de nivel a través de la junta. Algunas causas comunes que la originan son:

- Asentamiento debido una fundación blanda.
- Bombeo o erosión del material debajo de la losa.

- Alabeo de los bordes de la losa debido a cambios de temperatura o humedad.

25.2 Niveles de severidad.

Se definen por la diferencia de niveles a través de la grieta o junta como se indica en el *Cuadro 2-4*.

Cuadro 2-4: Niveles de severidad para Escala.

NIVEL DE SEVERIDAD	DIFERENCIA DE ELEVACIÓN
BAJO	3 a 10 mm.
MEDIO	10 a 19 mm.
ALTO	Más de 19 mm.

25.3 Medida.

La escala a través de una junta se cuenta como una losa. Se cuentan únicamente las losas afectadas. Las escalas a través de una grieta no se cuentan como daño pero se consideran para definir la severidad de las grietas.

25.4 Opciones de reparación.

- Bajo: No se hace nada. Fresado.
- Medio: Fresado.
- Alto: Fresado.

26 DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA.

26.1 Descripción.

Es cualquier condición que permite que suelo o roca se acumule en las juntas, o que permite la infiltración de agua en forma importante. La acumulación de material incompresible impide que la losa se expanda y puede resultar en fragmentación, levantamiento o descascaramiento de los bordes de la junta. Un material llenante adecuado impide que lo anterior ocurra. Los tipos típicos del daño de junta son:

- Desprendimiento del sellante de la junta.
- Extrusión del sellante.
- Crecimiento de vegetación.
- Endurecimiento del material llenante (oxidación).
- Perdida de adherencia a los bordes de la losa.
- Falta o ausencia del sellante en la junta.

26.2 Niveles de severidad.

- Bajo: El sellante está en una condición buena en forma general en toda la sección. Se comporta bien, con solo daño menor.
- Medio: Está en condición regular en toda la sección, con uno o más de los tipos de daño que ocurre en un grado moderado. El sellante requiere reemplazo en dos años.
- Alto: Está en condición generalmente buena en toda la sección, con uno o más de los daños mencionados arriba, los cuales ocurren en un grado severo. El sellante requiere reemplazo inmediato.

27 DESNIVEL CARRIL / BERMA.

27.1 Descripción.

El desnivel carril / berma es la diferencia entre el asentamiento o erosión de la berma y el borde del pavimento. La diferencia de niveles puede constituirse como una amenaza para la seguridad. También puede ser causada por el incremento de la infiltración de agua.

27.2 Nivel de severidad.

- Bajo: La diferencia entre el borde del pavimento y la berma es de 25.0 mm a 51.0 mm.
- Medio: La diferencia de niveles es de 51.0 mm a 102.0 mm.
- Alto: La diferencia de niveles es mayor que 102.0 mm.

27.3 Medida.

El desnivel carril / berma se calcula promediando los desniveles máximo y mínimo a lo largo de la losa. Cada losa que exhiba el daño se mide separadamente y se registra como una losa con el nivel de severidad apropiado.

27.4 Opciones de reparación.

B, M y A: Renivelación y llenado de bermas para coincidir con el nivel del carril.

28 GRIETAS LINEALES.

28.1 Descripción.

Estas grietas, que dividen la losa en dos o tres pedazos, son causadas usualmente por una combinación de la repetición de las cargas de tránsito y el alabeo por gradiente térmico o de humedad. Las losas divididas en cuatro o más pedazos se contabilizan como losas divididas. Comúnmente, las grietas de baja severidad están relacionadas con el alabeo o la fricción y no se consideran daños estructurales importantes. Las grietas capilares, de pocos pies de longitud y que no se propagan en toda la extensión de la losa, se contabilizan como grietas de retracción.

28.2 Niveles de severidad.

28.2.1 Losas sin refuerzo.

- Bajo: Grietas no selladas (incluye llenante inadecuado) con ancho menor que 12.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.
- Medio: Existe una de las siguientes condiciones:
 - ✓ Grieta no sellada con ancho entre 12.0 mm y 51.0 mm.
 - ✓ Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 51.0 mm con escala menor que 10.0 mm.
 - ✓ Grieta sellada de cualquier ancho con escala menor que 10.0 mm.
- Alto: Existe una de las siguientes condiciones:
 - ✓ Grieta no sellada con ancho mayor que 51.0 mm.
 - ✓ Grieta sellada o no de cualquier ancho con escala mayor que 10.0 mm.

28.2.2 Losas con refuerzo.

- Bajo: Grietas no selladas con ancho entre 3.0 mm y 25.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.
- Medio: Existe una de las siguientes condiciones:
 - ✓ Grieta no sellada con un ancho entre 25.0 mm y 76.0 mm y sin escala.
 - ✓ Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 76.0 mm con escala menor que 10.0 mm.
 - ✓ Grieta sellada de cualquier ancho con escala hasta de 10.0 mm.
- Alto: Existe una de las siguientes condiciones:
 - ✓ Grieta no sellada de más de 76.0 mm de ancho.
 - ✓ Grieta sellada o no de cualquier ancho y con escala mayor que 10.0 mm.

28.3 Medida.

Una vez se ha establecido la severidad, el daño se registra como una losa. Si dos grietas de severidad media se presentan en una losa, se cuenta dicha losa como una poseedora de grieta de alta severidad. Las losas divididas en cuatro o más pedazos se cuentan como losas divididas. Las losas de longitud mayor que 9.10 m se dividen en “losas” de aproximadamente igual longitud y que tienen juntas imaginarias, las cuales se asumen están en perfecta condición.

28.4 Opciones de reparación.

- Bajo: No se hace nada. Sellado de grietas más anchas que 3.0 mm.
- Medio: Sellado de grietas.
- Alto: Sellado de grietas. Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

29 PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45 M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PÚBLICOS.

29.1 Descripción.

Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por material nuevo. Una excavación de servicios públicos (utility cut) es un parche que ha reemplazado el pavimento original para permitir la instalación o mantenimiento de instalaciones subterráneas. Los niveles de severidad de una excavación de servicios son los mismos que para el parche regular.

29.2 Niveles de severidad.

- Bajo: El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.
- Medio: El parche esta moderadamente deteriorado o moderadamente descascarado en sus bordes. El material del parche puede ser retirado con esfuerzo considerable.
- Alto: El parche está muy dañado. El estado de deterioro exige reemplazo.

29.3 Medida.

Si una losa tiene uno o más parches con el mismo nivel de severidad, se cuenta como una losa que tiene ese daño. Si una sola losa tiene más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad. Si la causa del parche es más severa, únicamente el daño original se cuenta.

29.4 Opciones de reparación.

- Bajo: No se hace nada.
- Medio: Sellado de grietas. Reemplazo del parche.
- Alto: Reemplazo del parche.

30 PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45 M2).

30.1 Descripción.

Es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por un material de relleno.

30.2 Niveles de severidad.

- Bajo: El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.
- Medio: El parche está moderadamente deteriorado. El material del parche puede ser retirado con considerable esfuerzo.
- Alto: El parche está muy deteriorado. La extensión del daño exige reemplazo.

30.3 Medida.

Si una losa presenta uno o más parches con el mismo nivel de severidad, se registra como una losa que tiene ese daño. Si una sola losa tiene más de un nivel de severidad, se registra como una losa con el mayor nivel de daño. Si la causa del parche es más severa, únicamente se contabiliza el daño original.

30.4 Opciones de reparación.

- Bajo: No se hace nada.
- Medio: No se hace nada. Reemplazo del parche.
- Alto: Reemplazo del parche.

31 PULIMENTO DE AGREGADOS.

31.1 Descripción.

Este daño se causa por aplicaciones repetidas de cargas del tránsito. Cuando los agregados en la superficie se vuelven suaves al tacto, se reduce considerablemente la adherencia con las llantas. Cuando la porción del agregado que se extiende sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye significativamente a reducir la velocidad del vehículo. El pulimento de agregados que se extiende sobre el concreto es despreciable y suave al tacto. Este tipo de daño se reporta cuando el resultado de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha disminuido significativamente respecto a evaluaciones previas.

31.2 Niveles de severidad.

No se definen grados de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de incluirlo en un inventario de la condición y calificarlo como un defecto.

31.3 Medida.

Una losa con agregado pulido se cuenta como una losa.

31.4 Opciones de reparación.

B, M y A: Ranurado de la superficie. Sobrecarpeta.

32 POPOUTS.

32.1 Descripción.

Un popout es un pequeño pedazo de pavimento que se desprende de la superficie del mismo. Puede deberse a partículas blandas o fragmentos de madera rotos y desgastados por el tránsito. Varían en tamaño con diámetros entre 25.0 mm y 102.0 mm y en espesor de 13.0 mm a 51.0 mm.

32.2 Niveles de severidad.

No se definen grados de severidad. Sin embargo, el popout debe ser extenso antes que se registre como un daño. La densidad promedio debe exceder aproximadamente tres por metro cuadrado en toda el área de la losa.

32.3 Medida.

Debe medirse la densidad del daño. Si existe alguna duda de que el promedio es mayor que tres popout por metro cuadrado, deben revisarse al menos tres áreas de un metro cuadrado elegidas al azar. Cuando el promedio es mayor que dicha densidad, debe contabilizarse la losa.

32.4 Opciones de reparación.

B, M y A: No se hace nada.

33 BOMBEO.

33.1 Descripción.

El bombeo es la expulsión de material de la fundación de la losa a través de las juntas o grietas. Esto se origina por la deflexión de la losa debida a las cargas. Cuando una carga pasa sobre la junta entre las losas, el agua es primero forzada bajo losa delantera y luego hacia atrás bajo la losa trasera. Esta acción erosiona y eventualmente remueve las partículas de suelo lo cual generan una pérdida progresiva del soporte del pavimento. El bombeo puede identificarse por manchas en la superficie y la evidencia de material de base o subrasante en el pavimento cerca de las juntas o grietas. El bombeo cerca de las juntas es causado por un sellante pobre de la junta e indica la pérdida de soporte. Eventualmente, la repetición de cargas producirá grietas. El bombeo también puede ocurrir a lo largo del borde de la losa causando perdida de soporte.

33.2 Niveles de severidad.

No se definen grados de severidad. Es suficiente indicar la existencia.

33.3 Medida.

El bombeo de una junta entre dos losas se contabiliza como dos losas. Sin embargo, si las juntas restantes alrededor de la losa tienen bombeo, se agrega una losa por junta adicional con bombeo.

33.4 Opciones de reparación.

B, M y A: Sellado de juntas y grietas. Restauración de la transferencia de cargas.

34 PUNZONAMIENTO.

34.1 Descripción.

Este daño es un área localizada de la losa que está rota en pedazos. Puede tomar muchas formas y figuras diferentes pero, usualmente, está definido por una grieta y una junta o dos grietas muy próximas, usualmente con 1.52 m entre sí. Este daño se origina por la repetición de cargas pesadas, el espesor inadecuado de la losa, la pérdida de soporte de la fundación o una deficiencia localizada de construcción del concreto (por ejemplo, hormigueros).

34.2 Niveles de severidad.

Cuadro 2-5: Nivel de severidad para punzonamiento.

NIVEL DE SEVERIDAD	NUMERO DE PEDAZOS		
	2 a 3	4 a 5	más de 5
BAJO	B	B	M
MEDIO	B	M	A
ALTO	M	A	A

34.3 Medida.

Si la losa tiene uno o más punzonamientos, se contabiliza como si tuviera uno en el mayor nivel de severidad que se presente.

34.4 Opciones de reparación.

- Bajo: No se hace nada. Sellado de grietas.
- Medio: Parcheo profundo.
- Alto: Parcheo profundo.

35 CRUCE DE VÍA FÉRREA

35.1 Descripción.

El daño de cruce de vía férrea se caracteriza por depresiones o abultamientos alrededor de los rieles.

35.2 Niveles de seguridad.

- Bajo: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.
- Medio: El cruce de la vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.
- Alto: El cruce de la vía férrea produce calidad de tránsito de alta severidad.

35.3 Medida.

Se registra el número de losas atravesadas por los rieles de la vía férrea. Cualquier gran abultamiento producido por los rieles debe contarse como parte del cruce.

35.4 Opciones de reparación.

- Bajo: No se hace nada.
- Medio: Parcheo parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.

- Alto: Parcheo parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.

36 DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO.

36.1 Descripción.

El mapa de grietas o craquelado (crazing) se refiere a una red de grietas superficiales, finas o capilares, que se extienden únicamente en la parte superior de la superficie del concreto. Las grietas tienden a interceptarse en ángulos de 120 grados. Generalmente, este daño ocurre por exceso de manipulación en el terminado y puede producir el descamado, que es la rotura de la superficie de la losa a una profundidad aproximada de 6.0 mm a 13.0 mm. El descamado también puede ser causado por incorrecta construcción y por agregados de mala calidad.

36.2 Niveles de severidad.

- Bajo: El craquelado se presenta en la mayor parte del área de la losa; la superficie esta en buena condición con solo un descamado menor presente.
- Medio: La losa está descamada, pero menos del 15% de la losa está afectada.
- Alto: La losa esta descamada en más del 15% de su área.

36.3 Medida.

Una losa descamada se contabiliza como una losa. El craquelado de baja severidad debe contabilizarse únicamente si el descamado potencial es inminente, o unas pocas piezas pequeñas se han salido.

36.4 Opciones de reparación.

- Bajo: No se hace nada.
- Medio: No se hace nada. Reemplazo de la losa.
- Alto: Parcheo profundo o parcial. Reemplazo de la losa. Sobrecarpeta.

37 GRIETAS DE RETRACCIÓN.

37.1 Descripción.

Son grietas capilares usualmente de unos pocos pies de longitud y no se extienden a lo largo de toda la losa. Se forman durante el fraguado y curado del concreto y generalmente no se extienden a través del espesor de la losa.

37.2 Niveles de severidad.

No se definen niveles de severidad. Basta con indicar que están presentes.

37.3 Medida.

Si una o más grietas de retracción existen en una losa en particular, se cuenta como una losa con grietas de retracción.

37.4 Opciones de reparación.

B, M y A: No se hace nada.

38 DESCASCAMIENTO DE ESQUINA.

38.1 Descripción.

Es la rotura de la losa a 0.6 m de la esquina aproximadamente. Un descascaramiento de esquina difiere de la grieta de esquina en que el descascaramiento usualmente buza hacia abajo para interceptar la junta, mientras que la grieta se extiende verticalmente a través de la esquina de losa. Un descascaramiento menor que 127 mm medidos en ambos lados desde la grieta hasta la esquina no deberá registrarse.

38.2 Niveles de severidad.

En el *Cuadro 2-6* se listan los niveles de severidad para el descascaramiento de esquina. El descascaramiento de esquina con un área menor que 6452 mm² desde la grieta hasta la esquina en ambos lados no deberá contarse.

Cuadro 2-6: Niveles de severidad para Descascaramiento de Esquina.

PROFUNDIDAD DEL DESCASCARAMIENTO	DIMENSIONES DE LOS LADOS DEL DESCASCARAMIENTO	
	127.0 x 127.0 mm a 305.0 mm. X 305.0 mm.	Mayor que 305.0 mm. X 305.0 mm.
Menor de 25.0 mm.	B	B
Desde 25.0 mm. a 51.0 mm.	B	M
Mayor de 51.0 mm.	M	A

38.3 Medida.

Si en una losa hay una o más grietas con descascaramiento con el mismo nivel de severidad, la losa se registra como una losa con descascaramiento de esquina. Si ocurre más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad.

38.4 Opciones de reparación.

- Bajo: No se hace nada.
- Medio: Parcheo parcial.
- Alto: Parcheo parcial.

39 DESCASCARAMIENTO DE JUNTA.

39.1 Descripción.

Es la rotura de los bordes de la losa en los 0.60 m de la junta. Generalmente no se extiende verticalmente a través de la losa si no que intercepta la junta en ángulo. Se origina por:

- Esfuerzos excesivos en la junta causados por las cargas de tránsito o por la infiltración de materiales incompresibles.
- Concreto débil en la junta por exceso de manipulación.

39.2 Niveles de severidad.

En el *Cuadro 2-7* se ilustran los niveles de severidad para descascaramiento de junta. Una junta desgastada, en la cual el concreto ha sido desgastado a lo largo de toda la junta se califica como de baja severidad.

Cuadro 2-7: Niveles de Severidad Descascaramiento de Junta.

FRAGMENTOS DEL DESCASCARAMIENTO	Ancho del Descascaramiento	Longitud del Descascaramiento	
		< 0.6 m.	> 0.6 m
Duros. No pueden moverse fácilmente (pueden faltar algunos pocos fragmentos)	< 102 mm.	B	B
	> 102 mm.	B	B
Sueltos. Pueden removerse y algunos fragmentos pueden faltar. Si la mayoría de todos los fragmentos faltan, el descascaramiento es superficial, menos de 25.0 mm.	< 102 mm.	B	M
	> 102 mm.	B	M
Desaparecidos. La mayoría, o todos los fragmentos han sido removidos	< 102 mm.	B	M
	> 102 mm.	M	A

39.3 Medida.

Si el descascaramiento se presenta a lo largo del borde de una losa, esta se cuenta como una losa con descascaramiento de junta. Si está sobre más de un borde de la misma losa, el borde que tenga la mayor severidad se cuenta y se registra como una losa. El descascaramiento de junta también puede ocurrir a lo largo de los bordes de dos losas adyacentes. Si este es el caso, cada losa se contabiliza con descascaramiento de junta.

39.4 Opciones de reparación.

- Bajo: No se hace nada.
- Medio: Parcheo parcial.
- Alto: Parcheo parcial. Reconstrucción de la junta.

2.2.16 Método PCI. (Pavement Condition Index).

A. Introducción al Método PCI.

(UMSS. 2016)⁽¹⁹⁾

En el pasado, los pavimentos eran mantenidos pero no administrados. La experiencia de los ingenieros en pavimentos, tendían a dictar la selección de las técnicas de Mantenimiento y Rehabilitación (M&R), con poca consideración al costo-ciclo de vida o realizaban la comparación con requerimientos de otros pavimentos en la red vial. En la actual economía, en una infraestructura con pavimento antiguo, un mayor acceso sistemático es necesario para determinar las necesidades y las prioridades del M&R. Las redes del pavimento deben ahora ser administradas, no simplemente mantenidas.

B. Índice de condición del pavimento (PCI).

(Vásquez L. 2002)⁽¹⁸⁾

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

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

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, *ver cuadro 2-8*.

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.

Cuadro 2-8: Rango, clasificación y colores sugeridos para la calificación del PCI.

Rango	Clasificación	Colores sugeridos
100 - 85	Excelente	Verde oscuro
85 - 70	Muy bueno	Verde claro
70 - 55	Bueno	Amarillo
55 - 40	Regular	Rojo ligero
40 - 25	Malo	Rojo medio
25 - 10	Muy malo	Rojo oscuro
10 - 0	Fallado	Gris oscuro

Fuente: Vásquez L. 2002

C. Procedimiento de Evaluación de la Condición del Pavimento.

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.

La segunda etapa comprende el análisis de gabinete donde se realiza los cálculos correspondientes y así cuantificar numéricamente en índice de la condición de pavimento en análisis.

D. División del pavimento en 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.

Para 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 $230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$. En la Cuadro 2-9 se presentan algunas relaciones longitud - ancho de calzada pavimentada.

Cuadro 2-9: Relaciones longitud - ancho de calzada pavimentada.

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: Vásquez L. 2002

Carreteras con capa de rodadura son de losas de concreto de cemento Portland y losas con longitud inferior a 7.60 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango 20 ± 8 losas.

Se recomienda tomar el valor medio de los rangos y en ningún caso definir unidades por fuera de aquellos. Para cada pavimento inspeccionado se sugiere la elaboración de esquemas que muestren el tamaño y la localización de las unidades ya que servirá para referencia futura.

E. Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación.

(*Shahin M. 1981*)⁽²⁰⁾

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 (n) que deben evaluarse para obtener un cálculo aproximado del PCI de la sección se obtiene mediante la *Ecuación N°1*, la cual produce un estimado del PCI ± 5 del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

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

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 ($e = 5\%$)
- ρ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

(Shahin M. 1981) (20)

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.

(ASTM D5340. 2005) (21)

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 determina inicialmente en base a una desviación estándar asumida. Se calcula entonces la desviación estándar actual mediante la *ecuación N°2*:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (PCI_i - PCI_f)^2}{n - 1}} \quad \text{Ecuación N°(2)}$$

Donde:

- **PCI_i** : PCI de la unidad de muestra i .
- **PCI_f** : PCI promedio de las unidades de muestras analizadas.
- **n** : Número total de unidades de muestreo analizadas
- **ρ** : Desviación estándar.

F. 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 N° 3*:

$$i = \frac{N}{n} \qquad \text{ecuación N°(3)}$$

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 .

G. Cálculo del PCI de las Unidades de Muestreo

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

Etapa 1. Determinación de los valores deducidos (VD):

- 1a. Contabilice el número de losas en las cuales se presenta cada combinación del tipo de daño y nivel de severidad en el formato que se encuentra en el anexo A.
- 1b. Divida el número de losas contabilizadas en el paso anterior, entre el número de losas de la unidad y exprese el resultado en porcentaje. Esta es la “Densidad” por unidad de muestreo para cada combinación de tipo y severidad de daño.
- 1c. Determine los “valores deducidos” para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad empleando la curva “valor deducido para pavimentos de concreto”; las cuales están en el anexo. *Manual de daños.*

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

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

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) \quad \text{Ecuación N°(4)}$$

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 .

2d. 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.

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

- 3a.** Determine el número de valores deducidos (q), mayores que 2.
- 3b.** Determine el “Valor Deducido Total” sumando todos los valores deducidos individuales
- 3c.** Determine el CDV con q y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.
- 3d.** Reduzca a 2 el menor de los valores deducidos individuales que sea mayor que 2 y repita las etapas 3a. a 3c. hasta que sea igual a 1.
- 3e.** 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.

En el Cuadro 2-10 se presenta un formato para el desarrollo del proceso iterativo de obtención del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.

Cuadro 2-10. Formato Para la Obtención del Máximo Valor Deducido Corregido.

No.	Valores Deducidos										Total	q	CDV
1													
2													
3													
4													

Fuente: Elaboración Propia

H. Cálculo del PCI de una Sección de Pavimento

Si todas las unidades de muestra inspeccionadas son elegidas aleatoriamente o si se inspeccionan todas las unidades, entonces el PCI de la sección es el promedio de todos PCI de cada unidad de muestra.

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

$$PCI_S = \frac{[(N - A) * PCI_R] + (A * PCI_A)}{N} \quad \text{Ecuación N° (5)}$$

Donde:

- PCI_S : PCI de la sección del pavimento.
- PCI_R : PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas.
- PCI_A : 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.

2.3 HIPÓTESIS.

2.3.1 Hipótesis general.

Si al determinar y evaluar el estado superficial del pavimento por el método PCI (Índice de condición de pavimento) se sabrá en qué calidad de conservación estará la vía en estudio.

2.3.2 Hipótesis específica.

- Identificando los diferentes tipos de patologías que se encuentran en el pavimento se podrá realizar la evaluación superficial por el método PCI.
- Determinando el grado de deterioro físico que se encuentra el pavimento entonces se cuantificara el índice de condición del pavimento.
- Al conocer el índice de condición del pavimento se determinara si la vía se encuentra en condiciones de funcionabilidad y operatividad.
- Si efectuando un mantenimiento intensivo del pavimento se optimizará la condición estructural y funcional de la vía.

3 METODOLOGÍA.

3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

Para el presente estudio, el diseño de la investigación es de tipo transversal descriptivo ya que indagan la incidencia de las modalidades, categorías o niveles de una o más variables en una población y son estudios puramente descriptivos.

Este diseño consiste en tomar los datos de las muestras siguiendo el método PCI, para seguidamente se pueda realizar un reconocimiento visual de las

muestras y obtener los datos del estado pavimento como la clase, severidad y extensión de las fallas, luego se analiza y se evalúa exhaustivamente mediante el procesamiento de datos obtenidos en gabinete y así obtener los resultados finales.

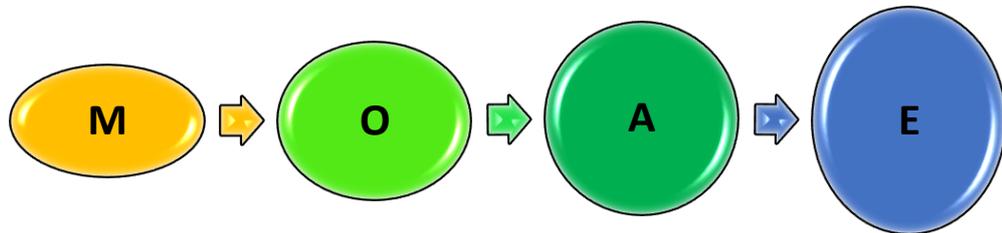


Gráfico 3-1. Diseño de la Investigación. Fuente: Elaboración propia

Dónde:

- M: Muestra a estudiar.
- O: Observación.
- A: Análisis.
- E: Evaluación.

Los procedimientos de la observación se fundamentan en los siguientes pasos.

- Inspección visual detallada.
- Levantamiento gráfico de daños.
- Recuento fotográfico.
- Diagnóstico de Patologías.
- Informe de las patologías o lesiones observadas.

3.1.1 TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.

Habitualmente este tipo de estudio es descriptivo, es de un análisis no experimental y de corte transversal porque el instante que se toman los datos de las muestras se ejecuta en un momento en el tiempo.

- Es **descriptivo** porque se toma los datos sin alterar la muestra y solo describe la realidad.
- Es **no experimental** porque se analiza el problema sin recurrir al laboratorio.
- Es de **corte transversal** porque el análisis se realiza en un periodo de tiempo.

3.2 POBLACIÓN Y LA MUESTRA.

3.2.1 Población.

La población de esta investigación se fija por las delimitaciones geográficas aledañas a la superficie del jirón Adolfo Morey, distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali.

3.2.2 Muestra.

Se seleccionaran todas las unidades de muestra de la sección del pavimento para su inspección la que deben contener un mismo historial de uso, condiciones uniformes, mismo volumen e intensidad de tráfico.

3.3 DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

3.3.1 Variables independientes.

Se define esta variable como el “Método de Condición del Pavimento (PCI)”. Donde los indicadores son:

- Parámetros de evaluación.
- Índice de condición.
- Condición del pavimento.

3.3.2 Variables dependientes.

Esta variable se relaciona con la “Evaluación superficial de pavimentos Rígidos”. Sus indicadores principales son:

- Evaluación inicial.
- Evaluación detallada.

Cuadro 3-1: Cuadro de Operacionalización de variables.

VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADORES	ÍNDICES	INSTRUMENTOS
MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI).	Parámetros de evaluación.	Clase. Severidad. Extensión.	Procedimiento de Evaluación de la Condición del Pavimento.
	Índice de condición.	Cálculo del valor deducido. Determinar el número máximo admisible de valor deducido. Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV). Determinar el PCI	Procedimiento de Evaluación de la Condición del Pavimento.
	Condición del pavimento.	Identificar la escala de clasificación PCI. Determinar la condición según la escala.	Procedimiento de Evaluación de la Condición del Pavimento.
VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADORES	ÍNDICES	INSTRUMENTO
EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS	Evaluación inicial.	Parámetros de evaluación.	Formato de registros. Evaluación de gabinete.
	Evaluación detallada.	Índice de condición.	
		Condición del pavimento	

Fuente: Elaboración propia. 2017.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.

Para realizar los trabajos adecuados en el planeamiento analizado se hará preciso recurrir a una serie de observaciones permanentes o periódicos. Junto a la técnica de la observación, se usarán instrumentos como cámara fotográfica, huincha, cuaderno de campo y otros instrumentos. El procedimiento de evaluación del estudio de las fallas en el pavimento, consiste en observaciones visuales in situ, este proceso de análisis consistirá principalmente en:

- Detectar la lesión.
- Identificar la lesión.
- Aislar las lesiones.

Una vez identificada y aislada la lesión, se iniciara procesando la toma de datos, en la que aplicaremos al máximo la metodología.

3.4.1 MATERIALES E INSTRUMENTOS.

Entre los materiales e instrumentos principales que se utilizan para la inspección visual de la toma de datos del pavimento son:

- *Hoja de datos de campo.* Es el documento donde se registra la información visual obtenida en el campo.
- *Odómetro Manual.* Instrumento empleado para medir distancias.
- *Regla o Cordel.* Sirve para determinar las deformaciones del pavimento.
- *Conos de seguridad vial.* Instrumento de seguridad que sirve para aislar el peligro del tráfico y encierra el área de la calle en estudio.

3.5 PLAN DE ANÁLISIS DE DATOS.

En seguida a la etapa de toma de datos, fotos, otras mediciones y estudio de la cinemática de las lesiones, se determinará la clasificación de las lesiones. Finalmente, se determinará las áreas de afectación mediante porcentajes correspondientes por cada lesión o lesiones. Respecto a las informaciones presentadas como cuadros, gráficos y/o resúmenes se formularán valoraciones objetivas sustentadas en los porcentajes de afectaciones, según la clasificación de las lesiones. Las apreciaciones correspondientes al dominio de variables que han sido cruzadas en el cuadro de operacionalización de variables, se usarán como premisas para contrastar el logro de objetivos, establecer las conclusiones y recomendaciones correspondientes.

3.6 MATRIZ DE CONSISTENCIA.

<p align="center">“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE LAS PISTAS DEL JIRÓN ADOLFO MOREY (ENTRE EL JIRÓN LA INMACULADA Y EL JIRÓN MANCO CÁPAC) DEL DISTRITO DE CALLERIA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGIÓN UCAYALI - 2017”</p>			
<p>PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.</p> <p>Caracterización del problema.</p> <p>La vía Adolfo Morey se inicia en el jirón La Inmaculada con una posición inicial de las coordenadas 551916.2520 m. E. y 9074046.3342 m. S. y finaliza en el Jr. Manco Cápac con coordenadas 552247.0011 m. E y 9074500.7129 m. S. y la dirección es orientada de Sur-Oeste hacia el Nor-Este. La longitud total de la vía es de 562.00 m. aproximadamente, la estructura del pavimento está construida por un paquete estructural de pavimento de rígido.</p> <p>Dicha pavimento rígido y se encuentra en proceso de deterioro estructural debido a causas asociadas al tipo de uso, su propio diseño y construcción, al clima propio de la zona que llega a veces hasta 41 °C y decrece a una temperatura media porcentual de 22 °C con una humedad relativa del 80% - 85%. Por esta razón fundamental de comodidad, seguridad y funcionalidad es necesaria una evaluación exhaustiva del estado del pavimento ya que en ella se presentan diversas patologías como las grietas, daños en las juntas, deterioros superficiales, etc. Este pavimento presenta una serie de fallas cuya prevención y/o corrección debe de ser abordada por operaciones de mantenimiento, las que suelen agruparse en tres categorías: operaciones rutinarias; operaciones periódicas y operaciones de restauración.</p> <p>Enunciado del problema:</p> <p>¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie de las pistas del jirón Adolfo Morey nos permitirá obtener la condición de servicio de dicha infraestructura en funcionamiento?</p>	<p>OBJETIVOS.</p> <p>Objetivo general.</p> <p>Establecer que factores influyen y producen el deterioro del pavimento rígido de las pistas del jirón Adolfo Morey mediante un proceso de observaciones periódicas en el lugar por el método PCI y formular métodos técnicos para restablecer el estado físico del pavimento.</p> <p>Objetivos específicos.</p> <p>A. Identificar y clasificar los diferentes tipos de patologías que se encuentran en el pavimento rígido de las vías del jirón Adolfo Morey.</p> <p>B. Determinar el nivel de severidad y la extensión del deterioro físico de cada falla encontrada en el pavimento de las vías del jirón Adolfo Morey.</p> <p>C. Conocer el índice estructural y la condición operacional del pavimento de las del jirón Adolfo Morey mediante el método PCI.</p> <p>D. Determinar si con un proceso periódico e intenso de mantenimientos se optimizará la condición funcional del pavimento de las vías del jirón Adolfo Morey.</p>	<p>MARCO TEÓRICO.</p> <p>Antecedentes.</p> <p>Se consultó en diferentes tesis, internacionales, nacionales así también se consultó en las tesis que existen en diferentes bibliotecas en el entorno.</p> <p>Bases Teóricas de la investigación.</p> <ol style="list-style-type: none"> Definición de pavimentos. Clasificación de los pavimentos. Clasificación de los Pavimentos de concreto rígido. Componentes principales del sistema en un pavimento rígido. Funciones del pavimento. Comportamiento de los pavimentos. Gestionen los pavimentos. Conservación del pavimento. Costos de operación y mantenimiento de los pavimentos. Serviciabilidad de los Pavimentos. Otros. 	<p>METODOLOGÍA.</p> <p>Tipo y nivel de la investigación.</p> <p>Habitualmente este tipo de estudio es descriptivo, es de un análisis experimental y de corte transversal porque el instante que se toman los datos de las muestras se ejecuta en un momento en el tiempo.</p> <p>A. Es descriptivo porque se toma los datos sin alterar la muestra y solo describe la realidad.</p> <p>B. Es no experimental porque se analiza el problema sin recurrir al laboratorio.</p> <p>C. Es de corte transversal porque el análisis se realiza en un periodo de tiempo.</p> <p>Diseño de la Investigación.</p> <p>El universo y Muestra.</p> <p>Materiales e instrumentos</p> <p>Definición y Operacionalización de las Variables</p> <p>Técnicas e instrumentos de recolección de datos.</p> <p>Plan de análisis de datos.</p> <p>Otros.</p> <p>BIBLIOGRAFÍA.</p> <p>(1) Higuera Bonilla E. El Estado de las Vías de Pavimento Rígido y su incidencia en la circulación del tráfico pesado de la planta Holcim Latacunga del Cantón Latacunga provincia de Cotopaxi.</p> <p>(2) Godoy Oddone AJ, Ramírez Dittrich RF. Patología de Pavimentos Rígidos de la ciudad de Asunción Paraguay, Junio 2014. [Online].; 2014</p> <p>(3) Rodríguez Torres MA. Evaluación del Estado físico de la carretera de concreto Hidráulico, Empalme Puerto Sandino- Puente La Gloria, del municipio de Nagarote, departamento de León.</p> <p>Entre Otras.</p>

Fuente: Elaboración Propia. 2017

3.7 PRINCIPIOS ÉTICOS.

Todo de Ingeniero Civil debe de promover el respeto, la comunicación la responsabilidad con los demás, debe de comprometerse con el medio ambiente y la cultura que lo rodea, ser consiente de los problemas sociales para encontrar soluciones. El ingeniero debe de ser solidario y tener conocimiento de su labor.

Nosotros los Ingenieros Civiles, estaremos al servicio de la sociedad, teniendo como obligación de contribuir al bienestar humano, dando importancia primordial a la seguridad y adecuada utilización de los recursos en el desempeño de cada tarea profesional que nos sean asignadas. Como principios éticos, debemos comprometernos con:

- La Competencia y Perfeccionamiento.
- La Relación con el público.
- La Relación con la sociedad.
- El ejercicio profesional.
- Los Deberes con el Colegio de Ingenieros.

4 RESULTADOS.

4.1 RESULTADOS.

4.1.1 Datos Generales.

El jirón Adolfo Morey se ubica a 400 metros de distancia en relación a la plaza principal de la ciudad de Pucallpa, la zona de análisis se encuentra entre el jirón La Inmaculada y el jirón Manco Cápac y tiene una longitud de 567.5 metros, la dirección de la vía se orienta de Sur-Oeste a Nor-Este.

4.1.2 Descripción de la sección del pavimento.

La estructura del pavimento está constituida por un paquete estructural de pavimento rígido y a lo largo de su recorrido las losas varían en sus dimensiones. Inicialmente las losas miden 4.20 metros transversalmente y 5.00 metros longitudinalmente y finalizan con una longitud transversal de 4.20 metros y 3.95 metros longitudinalmente.

4.1.3 División de las unidades de muestra.

Como indica la norma ASTM D 6433, si las losas no exceden 7.60 metros de largo el rango de losas para evaluar será de 20 ± 8 losas.

4.1.4 Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección.

Debido a que el pavimento en estudio cuenta con poca extensión y que en número mínimo de unidades de muestreo a evaluar es igual a 9 se procederá a evaluar toda la vía.

Cuadro 4-1: cálculo del número mínimo de unidades de muestreo evaluar.

DIVISION DE LAS UNIDADES DE MUESTREO									
$n = \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^2}{4} * (N - 1) + \rho^2}$	<p><i>n</i>= numero minimo de unidades de muestreo a evaluar <i>N</i>= N° total de unidades de muestreo en la sección del pavimento <i>e</i>= Error admisible en el estimativo del PCI de la sección <i>P</i>= Desviación estándar del PCI entre las unidades</p>								
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="padding: 2px;"><i>N</i>=</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">11</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><i>e</i>=</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><i>P</i>=</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">15</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><i>n</i>=</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">9</td> </tr> </table>	<i>N</i> =	11	<i>e</i> =	5	<i>P</i> =	15	<i>n</i> =	9	
<i>N</i> =	11								
<i>e</i> =	5								
<i>P</i> =	15								
<i>n</i> =	9								

4.1.5 Proceso de inspección de las unidades de muestra.

Con el empleo de un esquema adecuado del pavimento se contrasta su geometría y se establece la cantidad de unidades de muestra (UM) analizados en gabinete que se obtiene de los parámetros de la vía, esto depende de la cantidad de losas por cada tramo y con el uso apropiado del manual de daños se procede a registrar independientemente cada tipo de daño en cada losa. El método para el proceso de cálculo de las unidades de muestra se realiza de acuerdo al ítem 2.2.16 - C de esta investigación.

4.1.6 Procedimiento para el cálculo de los “valores deducidos” y “Máximo Valor Deducido Corregido”.

Este procedimiento a seguir para el cálculo de los valores deducidos y el máximo valor deducido corregido se determinó con el apoyo de los ábacos numéricos de los “Valores Deducidos de Daño” y el ábaco numérico del “máximo valor deducido corregido” que apropiadamente se graficaron con la ayuda del software AutoCAD. Estos ábacos gráficos los adjunto a los anexos de este informe.

4.1.7 Cálculo del índice de condición del pavimento por cada unidad de muestra

A. CALCULO DEL PCI UNIDAD DE MUESTRA N° 01.

Cuadro 4-2: Datos generales y esquema de la UM 01

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE					
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) CARRETERAS CON SUPERFICIE DE CEMENTO HIDRÁULICO					
NOMBRE DE LA VIA =	JR. ADOLFO MOREY		EVALUADO POR:	Bach: Walter A. Villavicencio Cuenca	
FECHA =	lunes, 16 de octubre de 2017		Abscisa inicial =	0+000	TRAMO: 1
			Abscisa final =	0+061.80	N° DE LOSAS: 26
ESQUEMA:					
<p style="text-align: center;"> TRAMO 1 Abscisa Inicial = 0 + 000 Abscisa Final = 0 + 061.80 </p>					

Fuente: Elaboración Propia. 2017

Cuadro 4-3: Tipo de fallas, severidad, densidad y valores deducidos de la UM 01.

TIPO DE FALLA				N° Falla	Severidad	N° losas	Densidad (%)	Valor Deducido
21	Blowup /Buckling	31	Pulimento de Agregados	22	3	3	11.54	26.66
22	Grieta de Esquina	32	Popouts	23	3	6	23.08	53.93
23	Losa Dividida	33	Bombeo	26	2	20	76.92	4.00
24	Grieta de Durabilidad "D"	34	Punzonamiento	28	3	10	38.46	39.47
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea	29	3	9	34.62	43.18
26	Sello de Junta	36	Desconchamiento / Mapa de Grietas /	31		2	7.69	1.07
27	Desnivel Carril / Berma	37	Grietas de Retracción	38	2	4	15.38	4.79
28	Grietas Lineales	38	Descascaramiento de Esquina					
29	Parqueo grande	39	Descascaramiento de Junta					
30	Parqueo pequeño							
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$				Numero de deducidos > 2(q) =		7.00		
				Valor deducido mas alto (HDV _i) =		53.93		
				N° admisible de deducidos (m _i) =		5.23		

Fuente: Elaboración Propia. 2017.

Cuadro 4-4: Obtención del Máximo Valor Deducido Corregido UM 01

CALCULO DEL PCI											
N°	VALORES DEDUCIDOS							TOTAL	qi	CDV	
1	53.93	43.18	39.47	26.66	4.79	0.92		168.96	5	85.88	
2	53.93	43.18	39.47	26.66	2.00	0.92		166.17	4	88.07	
3	53.93	43.18	39.47	2.00	2.00	0.92		141.51	3	84.66	
4	53.93	43.18	2.00	2.00	2.00	0.92		104.04	2	72.22	
5	53.93	2.00	2.00	2.00	2.00	0.92		62.85	1	62.85	
									Max CDV=	88.07	
PCI =		100 - MAX CDV									
PCI =		11.93									
							CLASIFICACIÓN=	MUY MALO			

Fuente: Elaboración Propia. 2017.

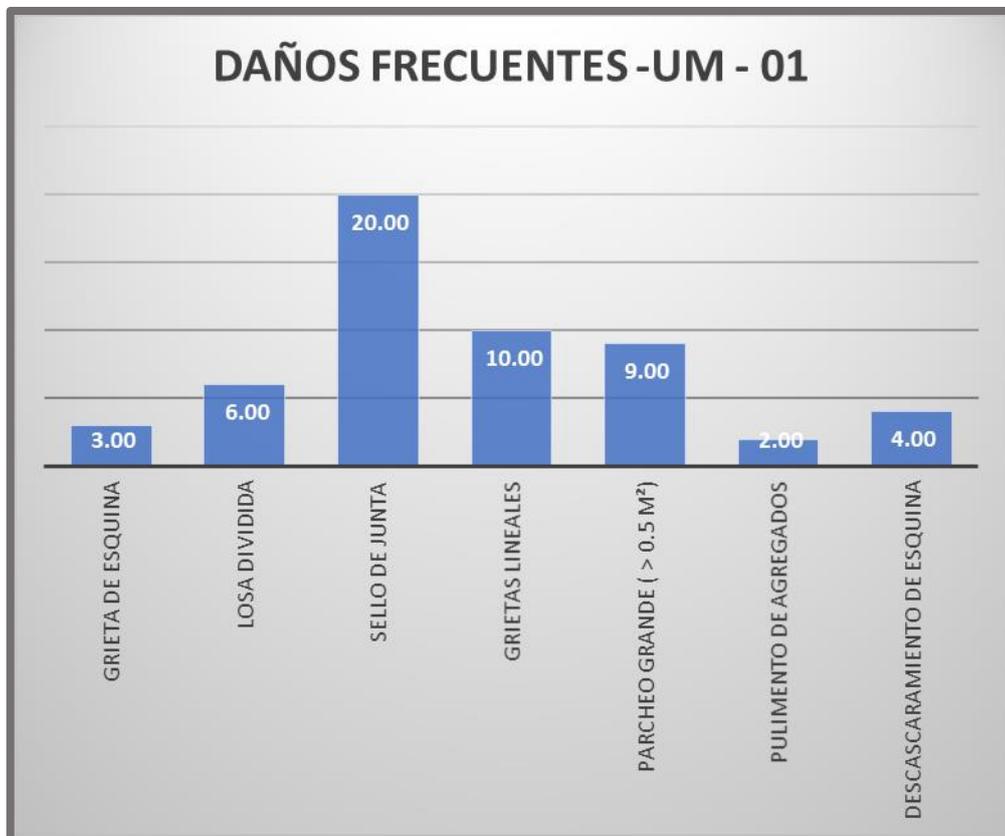


Gráfico 4-1: Daños frecuentes UM 01. **Fuente:** Elaboracion propia. 2017

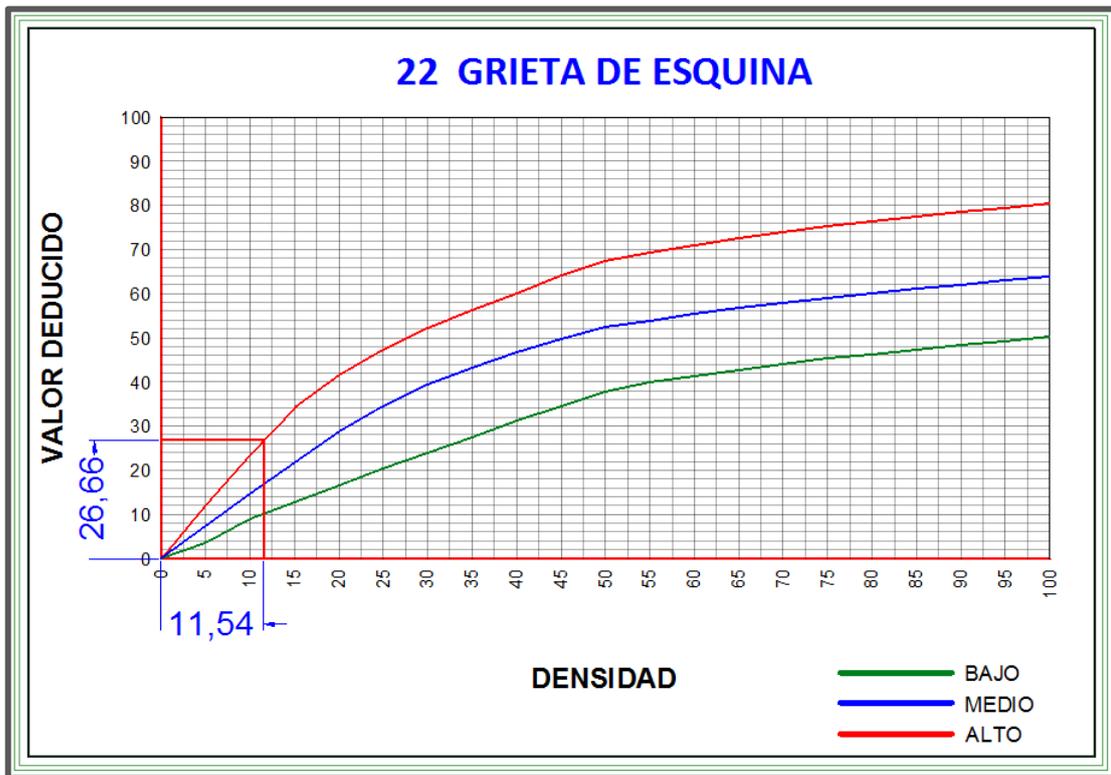


Gráfico 4-2: Abaco para el cálculo del valor deducido falla grieta de esquina UM 01

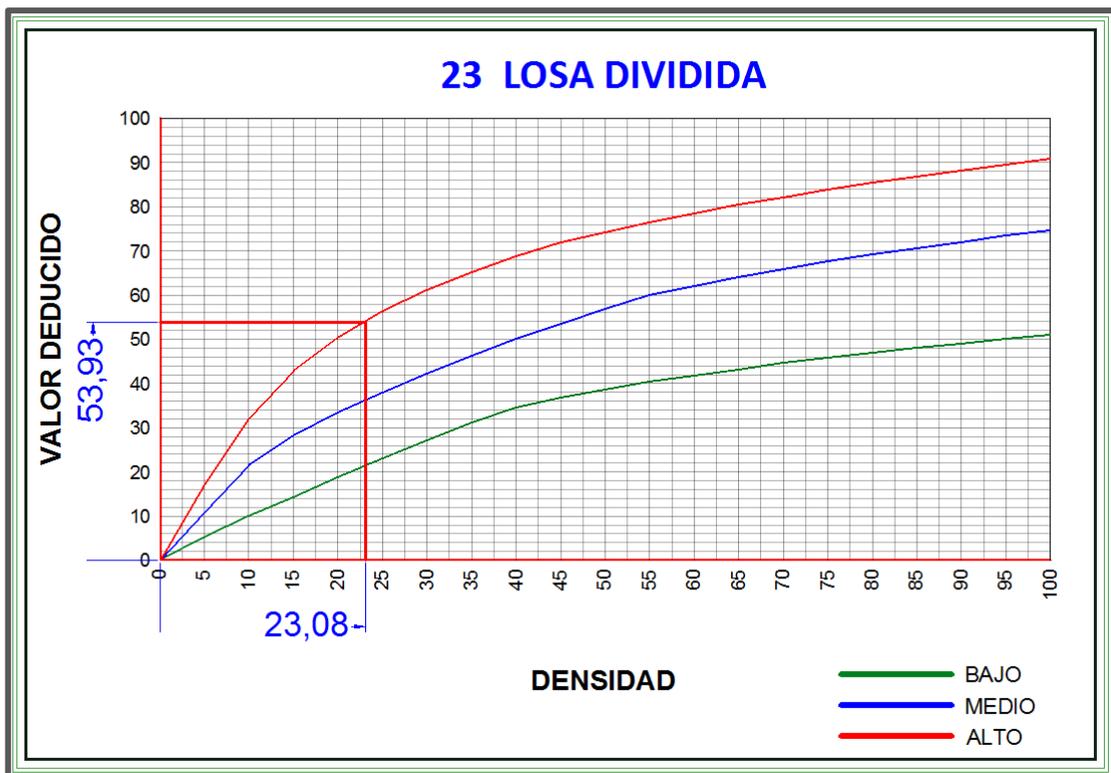


Gráfico 4-3: Abaco para el cálculo del valor deducido losa dividida UM 01.

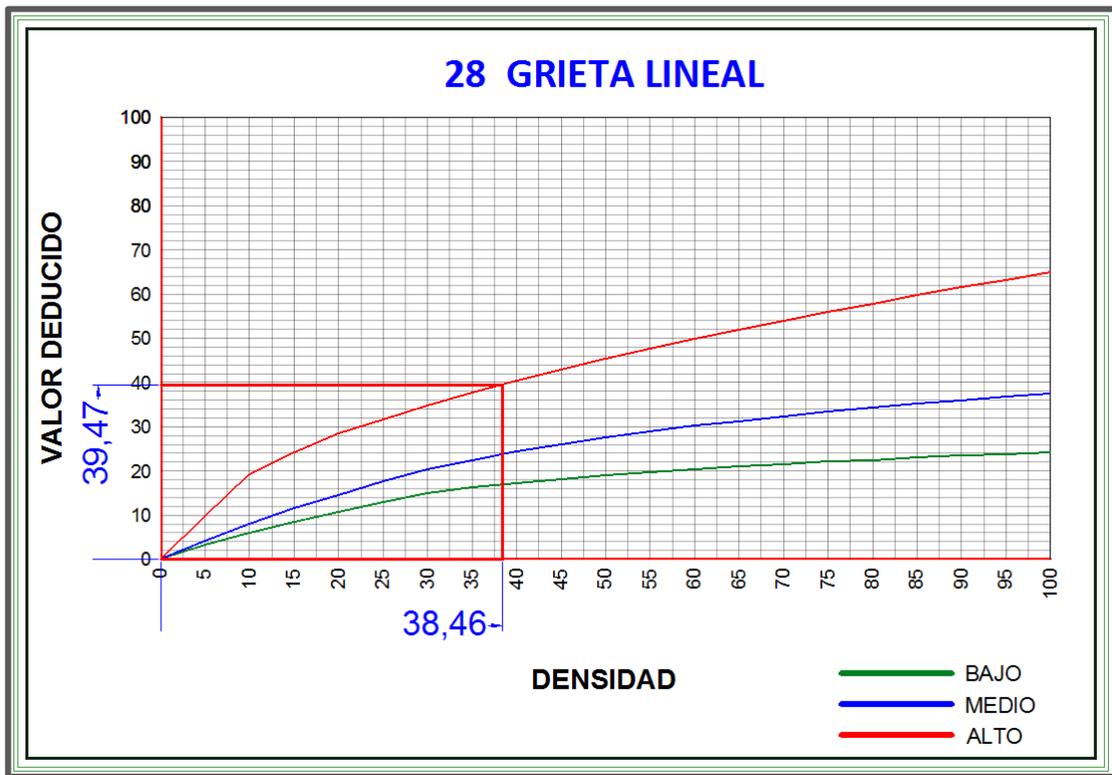


Gráfico 4-4: Abaco para el cálculo del valor deducido falla grieta de lineal UM 01.

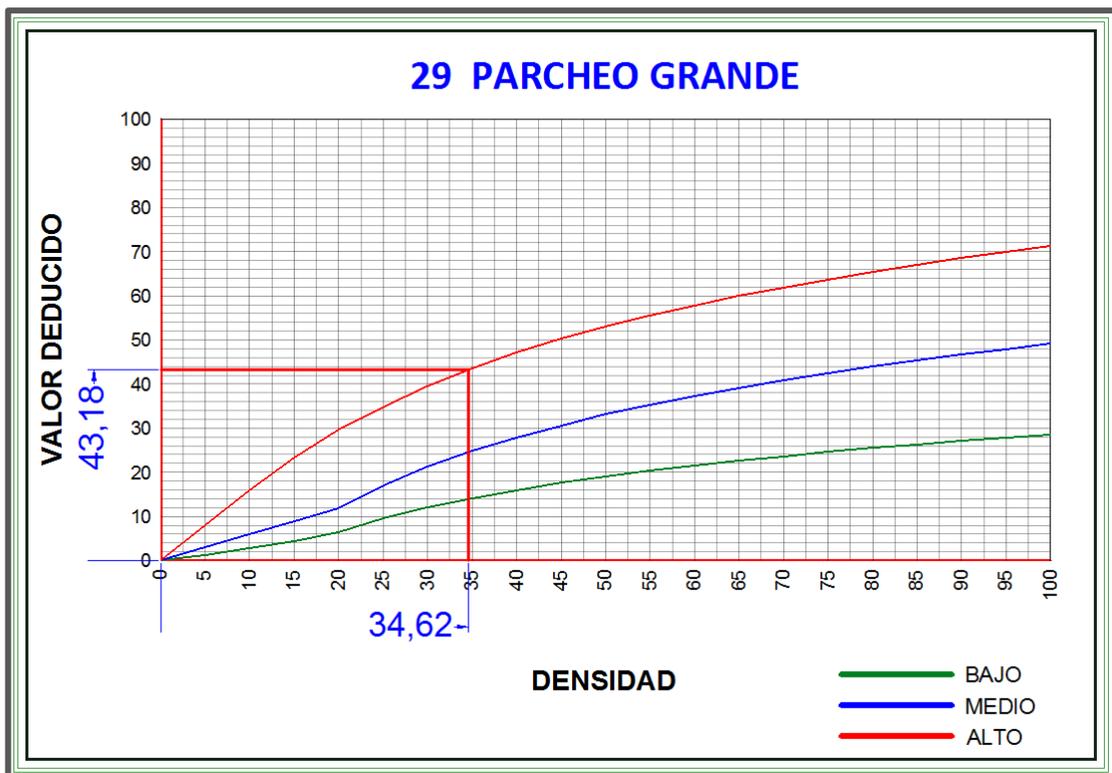


Gráfico 4-5: Abaco para el cálculo del valor deducido falla parcheo grande UM 01

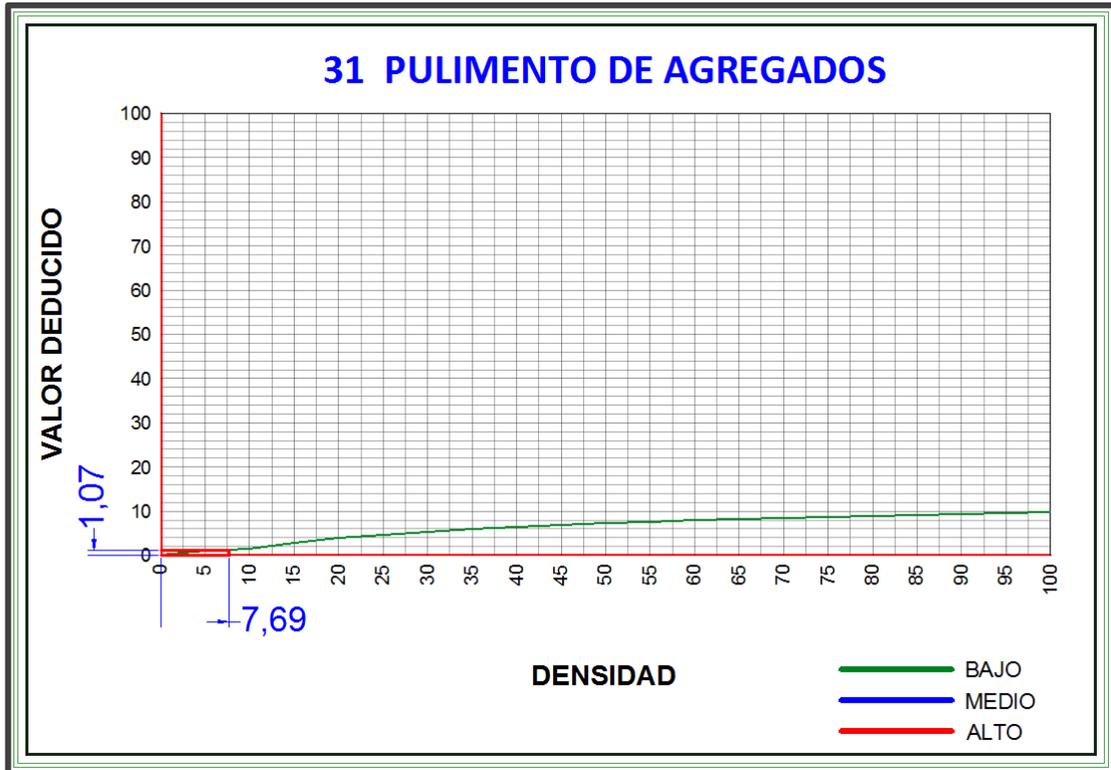


Gráfico 4-6: Abaco para el cálculo del valor deducido falla pulimento de agregados UM 01.

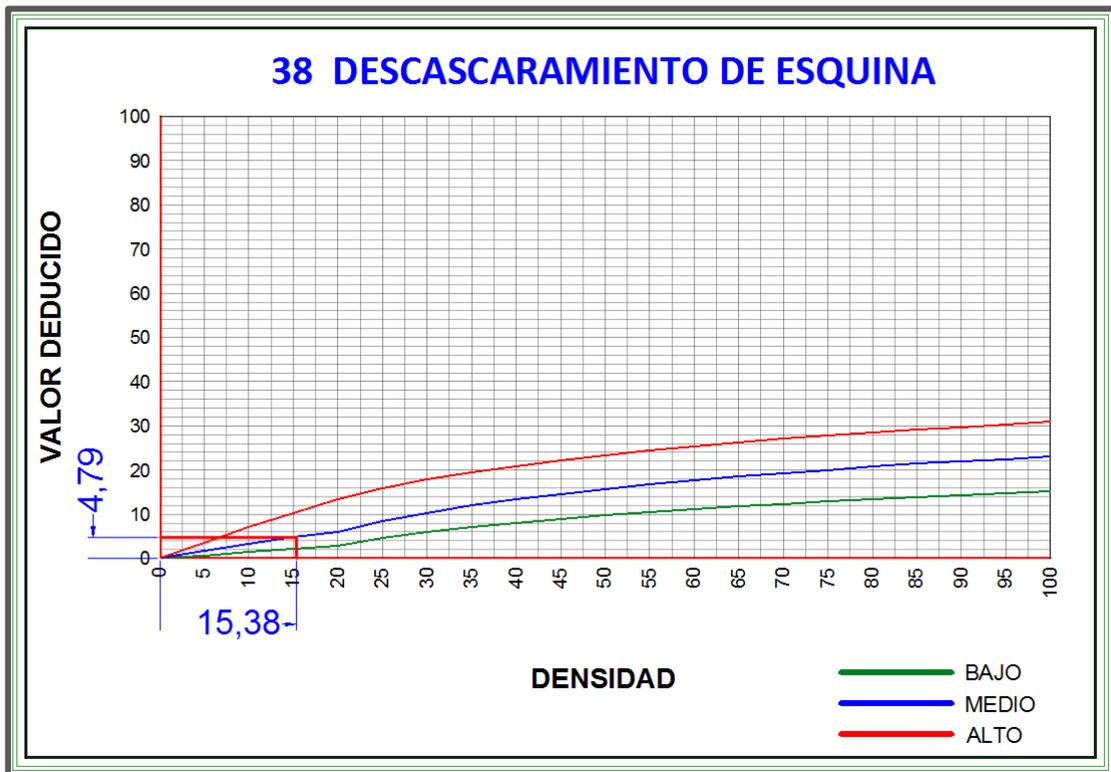


Gráfico 4-7: Abaco para el cálculo del valor deducido falla descascaramiento de esquina UM 01.

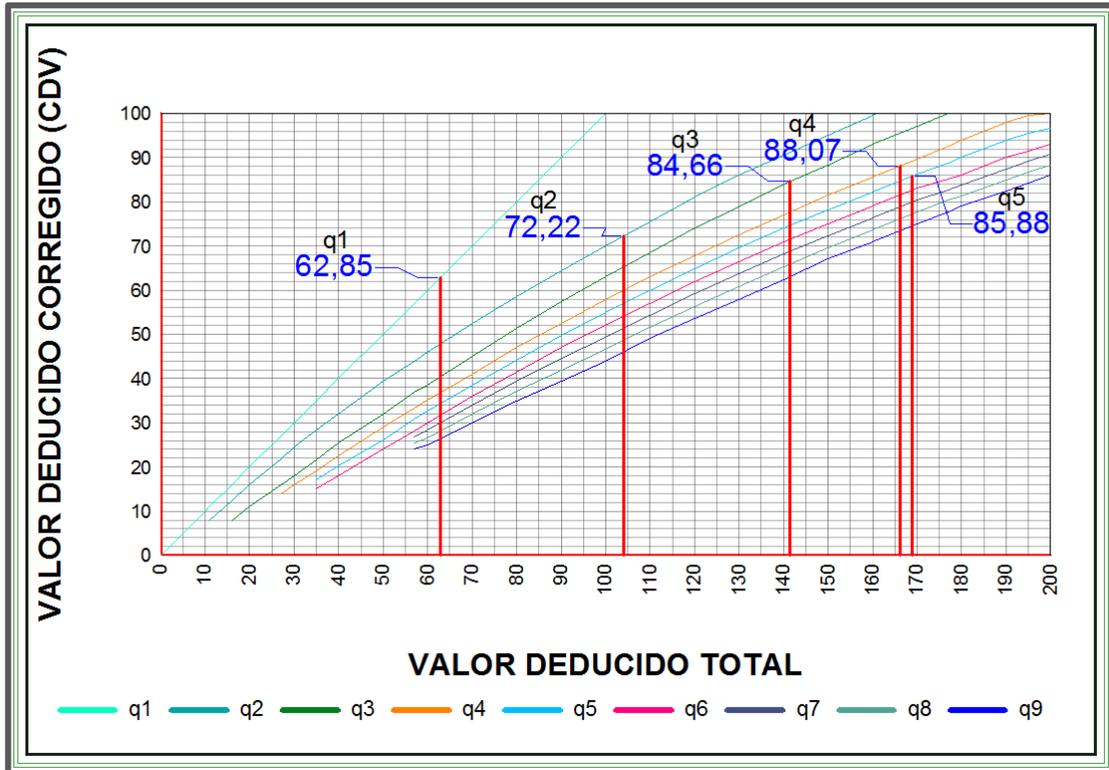


Gráfico 4-8: Abaco para el cálculo de los valores deducidos corregidos UM 01.

B. CALCULO DEL PCI UNIDAD DE MUESTRA N° 02.

Cuadro 4-5: Datos generales y esquema de la UM 02.

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE					
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) CARRETERAS CON SUPERFICIE DE CEMENTO HIDRÁULICO					
NOMBRE DE LA VIA =	JR. ADOLFO MOREY		EVALUADO POR:	Bach: Walter A. Villavicencio Cuenca	
FECHA =	lunes, 16 de octubre de 2017		Abscisa inicial =	0+061.80	TRAMO: 2
			Abscisa final =	0+119.80	N° DE LOSAS: 26
ESQUEMA:					
TRAMO 2 Abscisa Inicial = 0 + 061.80 Abscisa Final = 0 + 119.80					
15.38					

Fuente: Elaboración Propia. 2017.

Cuadro 4-6: Tipo de fallas, severidad, densidad y valores deducidos de la UM 02.

TIPO DE FALLA				N° Falla	Severidad	N° Iosas	Densidad (%)	Valor Deducido
21	Blowup /Buckling	31	Pulimento de Agregados	23	3	11	42.31	70.08
22	Grieta de Esquina	32	Popouts	26	2	13	50.00	4.00
23	Losa Dividida	33	Bombeo	26	3	2	7.69	8.00
24	Grieta de Durabilidad "D"	34	Punzonamiento	28	1	2	7.69	4.65
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea	28	2	2	7.69	6.05
26	Sello de Junta	36	Desconchamiento / Mapa de Grietas /	28	3	3	11.54	20.74
27	Desnivel Carril / Berma	37	Grietas de Retracción	29	3	6	23.08	32.64
28	Grietas Lineales	38	Descascaramiento de Esquina	31		1	3.85	0.62
29	Parqueo grande	39	Descascaramiento de Junta	39	2	2	7.69	3.08
30	Parqueo pequeño							
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$				Numero de deducidos > 2(q) =				9.00
				Valor deducido mas alto (HDV _i) =				70.08
				N° admisible de deducidos (m _i) =				3.75

Fuente: Elaboración Propia. 2017.

Cuadro 4-7: Obtención del Máximo Valor Deducido Corregido UM 02.

CALCULO DEL PCI											
N°	VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	qi	CDV			
1	70.08	32.64	20.74	5.98		129.44	4	72.24			
2	70.08	32.64	20.74	2.00		125.45	3	76.67			
3	70.08	32.64	2.00	2.00		106.72	2	73.70			
4	70.08	2.00	2.00	2.00		76.08	1	76.08			
							Max CDV=	76.67			
PCI =		100 - MAX CDV									
PCI =		23.33				CLASIFICACION=		MUY MALO			

Fuente: Elaboración Propia. 2017.

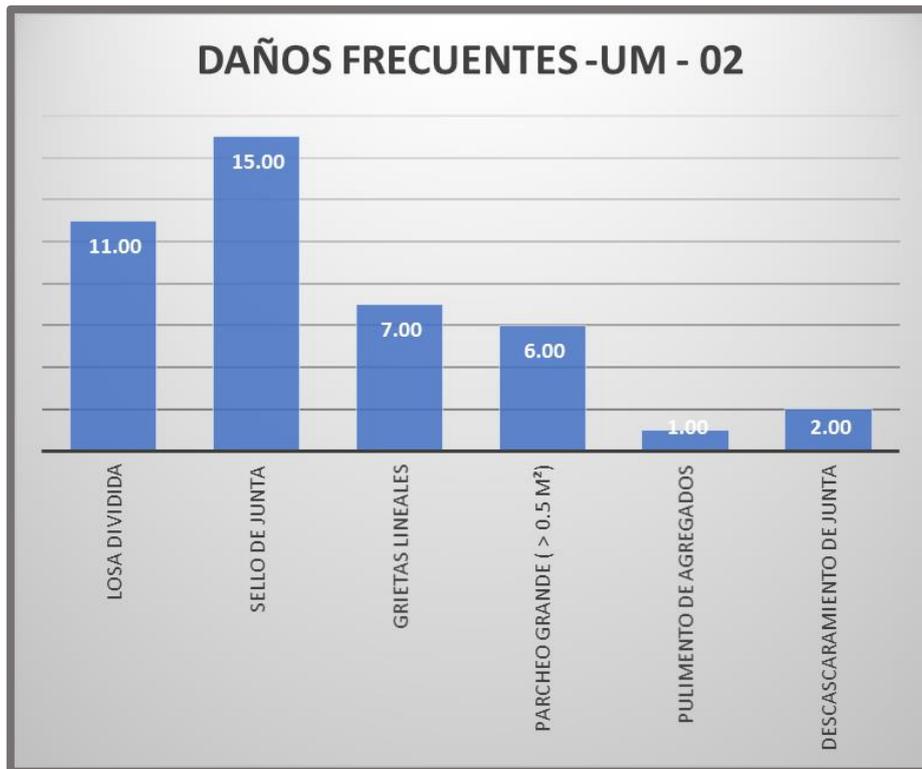


Gráfico 4-9: Daños frecuentes UM 02. **Fuente:** Elaboracion propia. 2017.

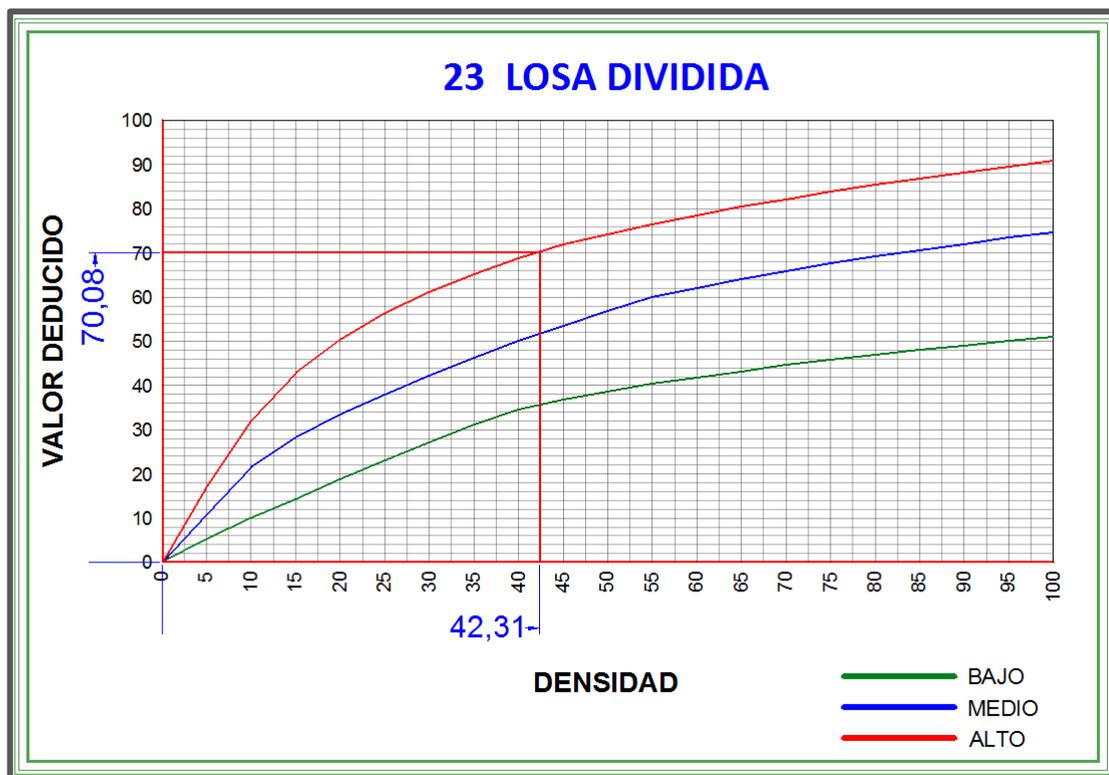


Gráfico 4-10: Abaco para el cálculo del valor deducido falla losa dividida UM 02

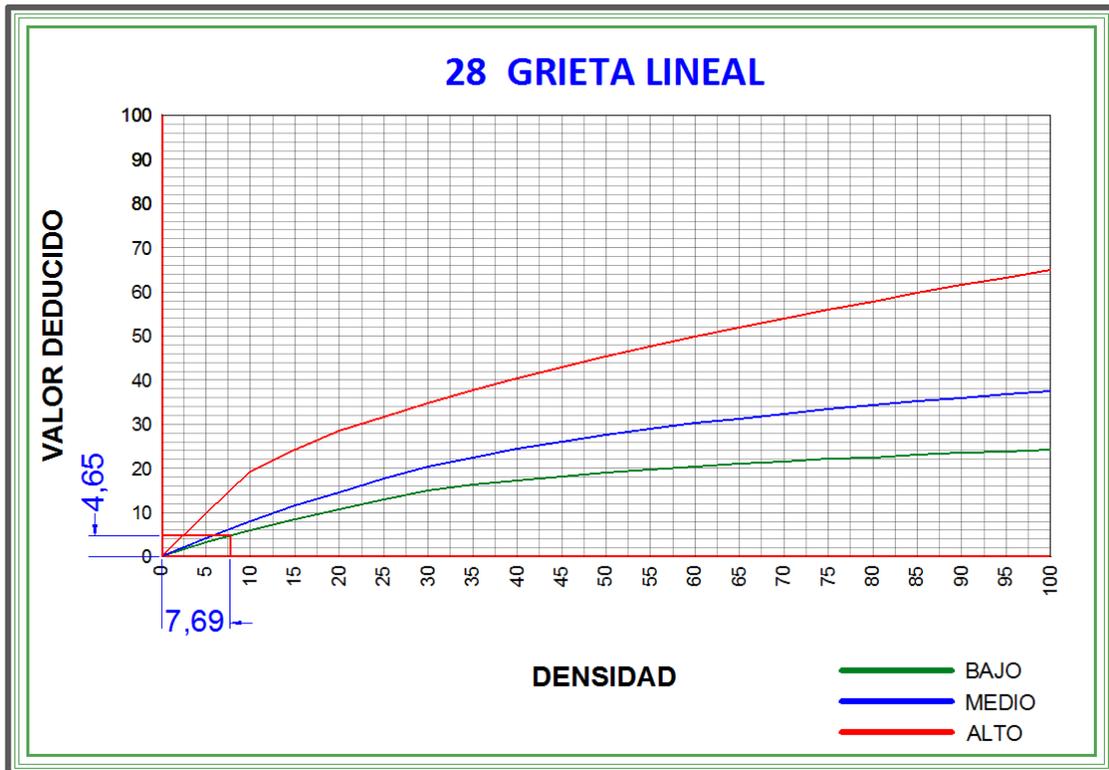


Gráfico 4-11: Abaco para el cálculo del valor deducido falla grieta lineal UM 01

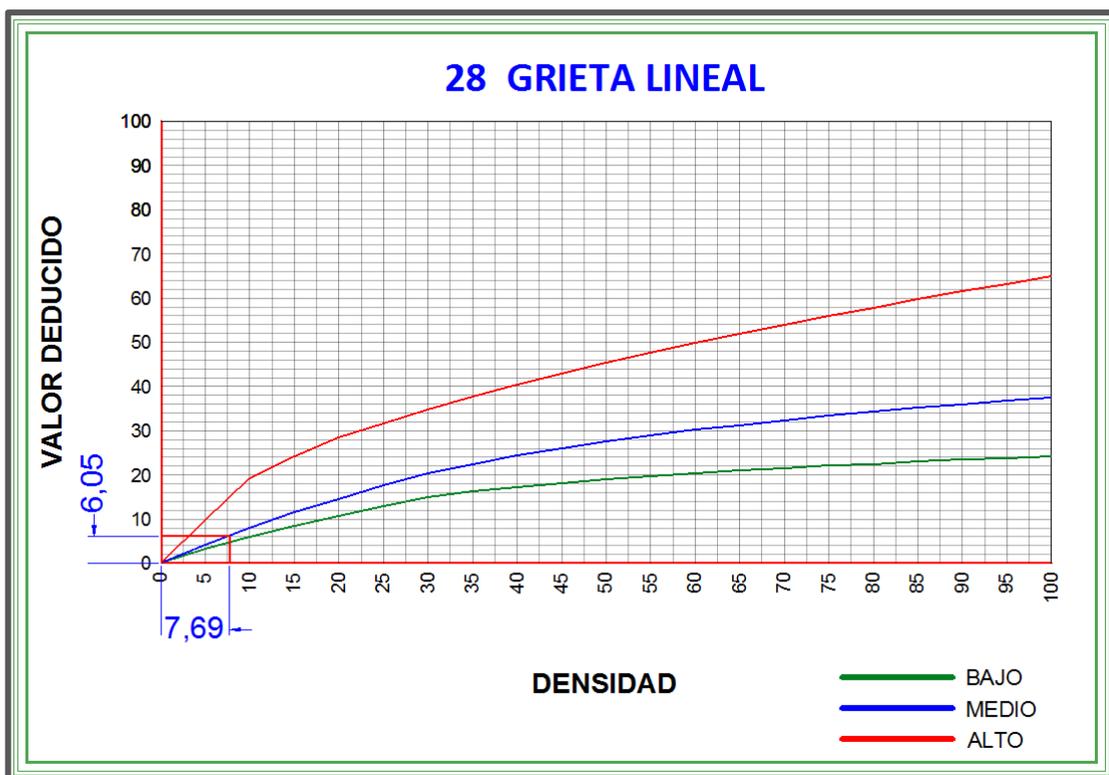


Gráfico 4-12: Abaco para el cálculo del valor deducido falla grieta lineal UM 02

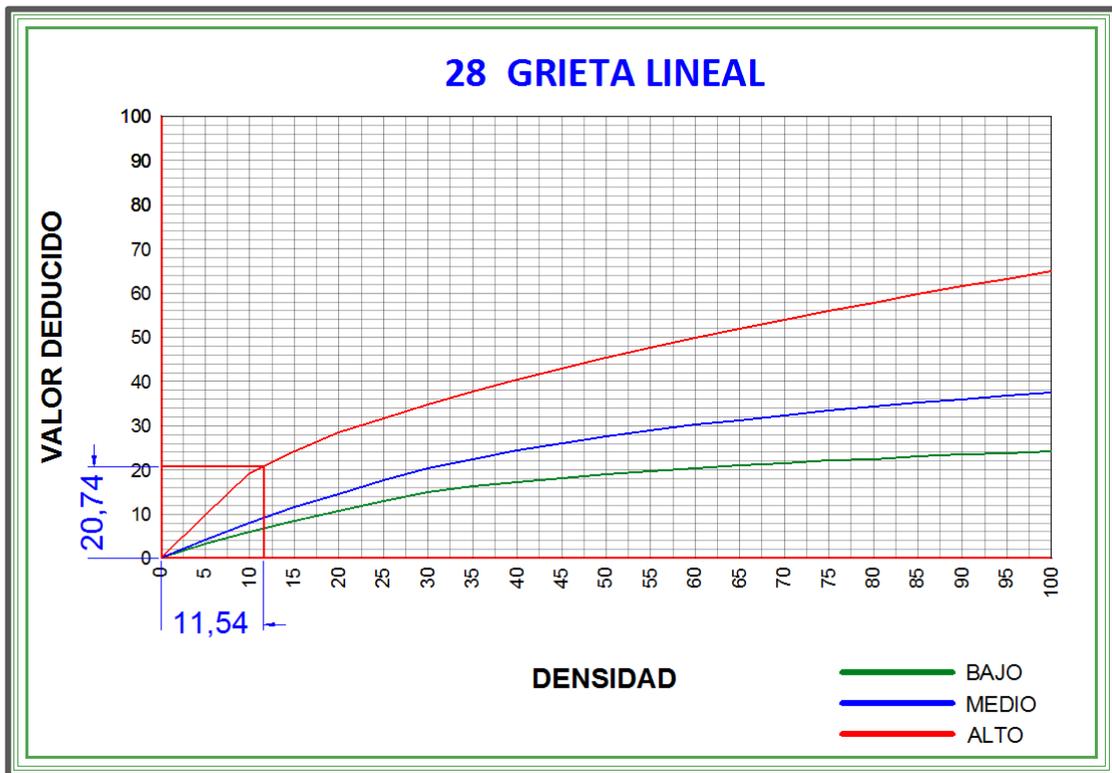


Gráfico 4-13: Abaco para el cálculo del valor deducido falla grieta lineal UM 02.

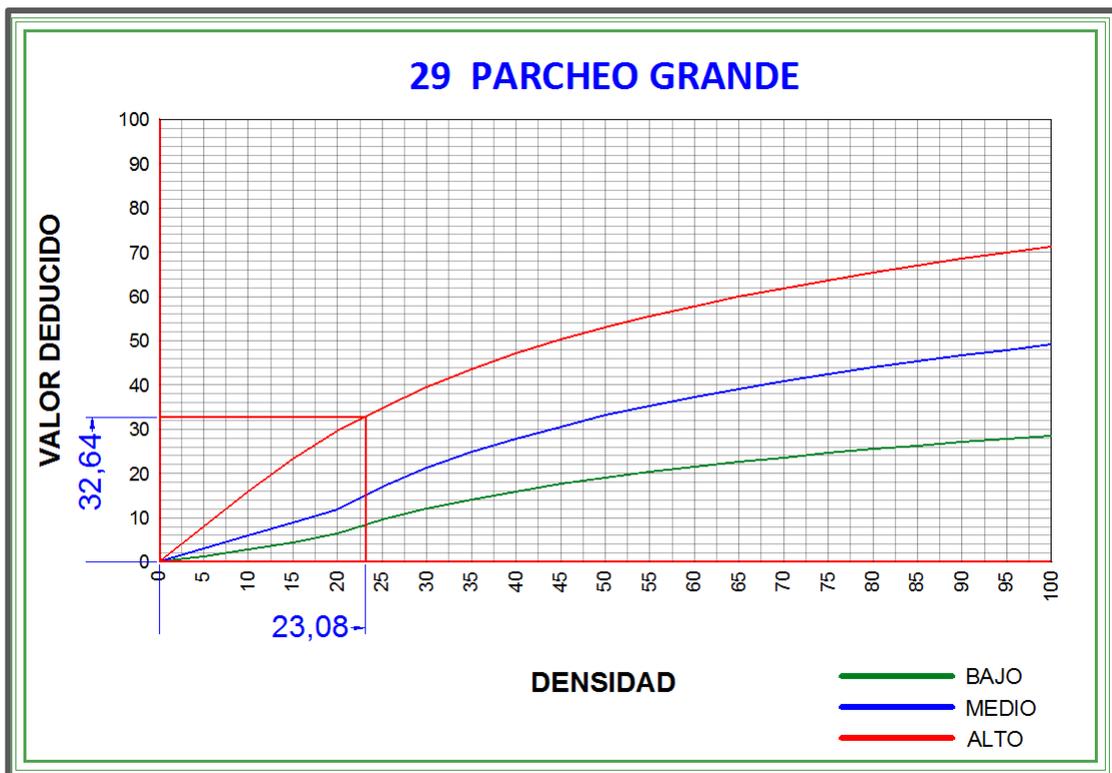


Gráfico 4-14: Abaco para el cálculo del valor deducido falla parcheo grande UM 02

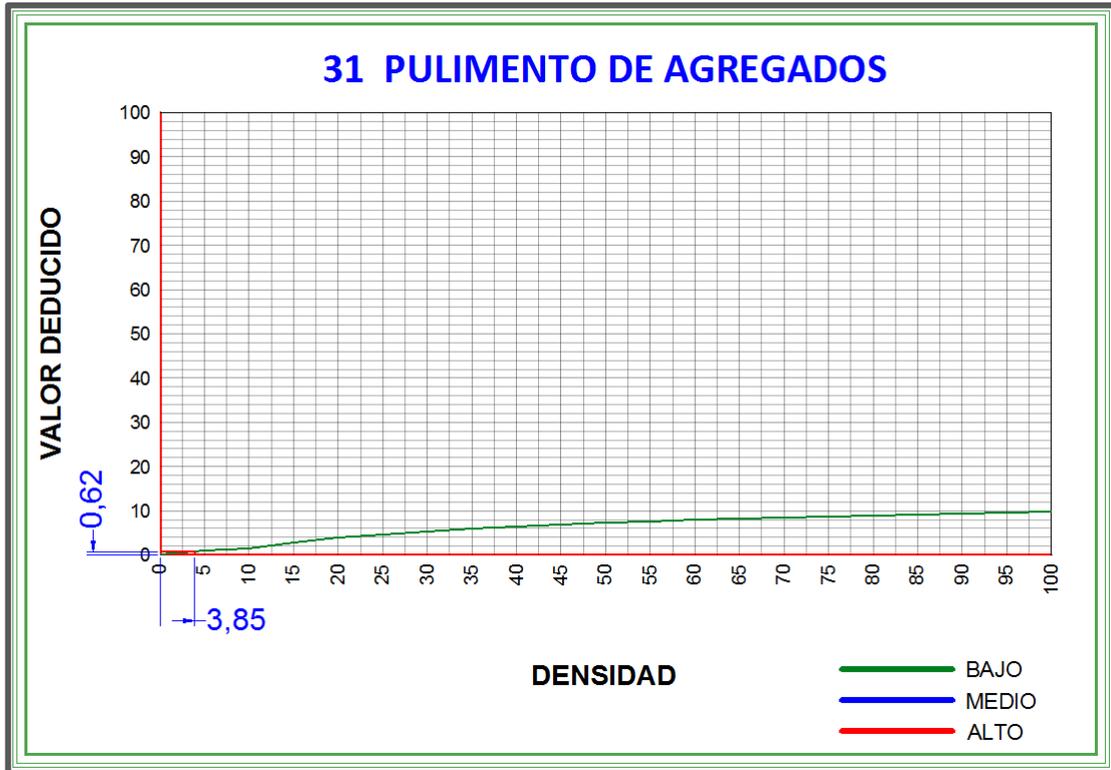


Gráfico 4-15: Abaco para el cálculo del valor deducido falla pulimento de agregados UM 02.

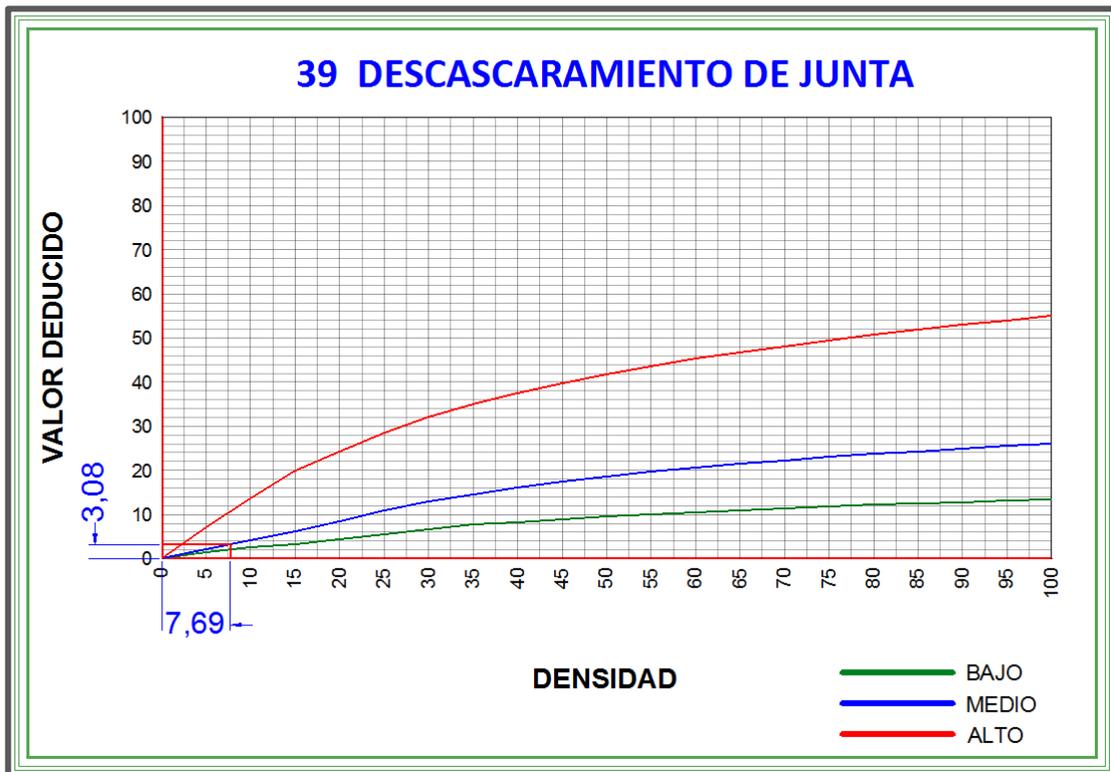


Gráfico 4-16: Abaco para el cálculo del valor deducido falla descascaramiento de junta UM 02

Cuadro 4-9: Tipo de fallas, severidad, densidad y valores deducidos de la UM 03.

TIPO DE FALLA			N° Falla	Severidad	N° Iosas	Densidad (%)	Valor Deducido	
21	Blowup /Buckling	31	Pulimento de Agregados	26	3	28	100.00	8.00
22	Grieta de Esquina	32	Popouts	28	1	1	3.57	2.29
23	Losa Dividida	33	Bombeo	29	3	1	3.57	5.71
24	Grieta de Durabilidad "D"	34	Punzonamiento	31		24	85.71	9.13
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea	38	1	4	14.29	1.90
26	Sello de Junta	36	Desconchamiento / Mapa de Grietas /					
27	Desnivel Carril / Berma	37	Grietas de Retracción					
28	Grietas Lineales	38	Descascaramiento de Esquina					
29	Parqueo grande	39	Descascaramiento de Junta					
30	Parqueo pequeño							
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$			Numero de deducidos > 2(q) =				5.00	
			Valor deducido mas alto (HDV _i) =				9.13	
			N° admisible de deducidos (m _i) =				9.35	

Fuente: Elaboración Propia. 2017.

Cuadro 4-10: Obtención del Máximo Valor Deducido Corregido UM 03

N°	VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	qi	CDV
1	9.13	8.00	5.71	2.29	1.90	27.03	4	14.02
2	9.13	8.00	5.71	2.00	1.90	26.74	3	15.72
3	9.13	8.00	2.00	2.00	1.90	23.03	2	18.55
4	9.13	2.00	2.00	2.00	1.90	17.03	1	17.03
Max CDV=							18.55	
PCI =		100 - MAX CDV						
PCI =		81.45			CLASIFICACIÓN= MUY BUENO			

Fuente: Elaboración Propia. 2017.

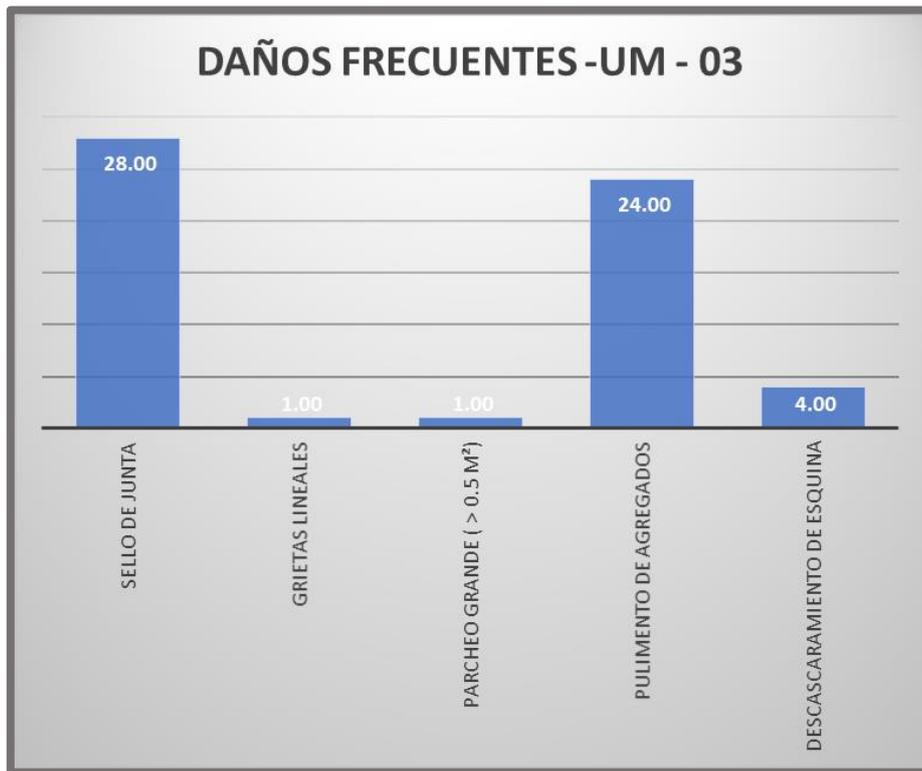


Gráfico 4-18: Daños frecuentes UM 03. **Fuente:** Elaboración propia. 2017.

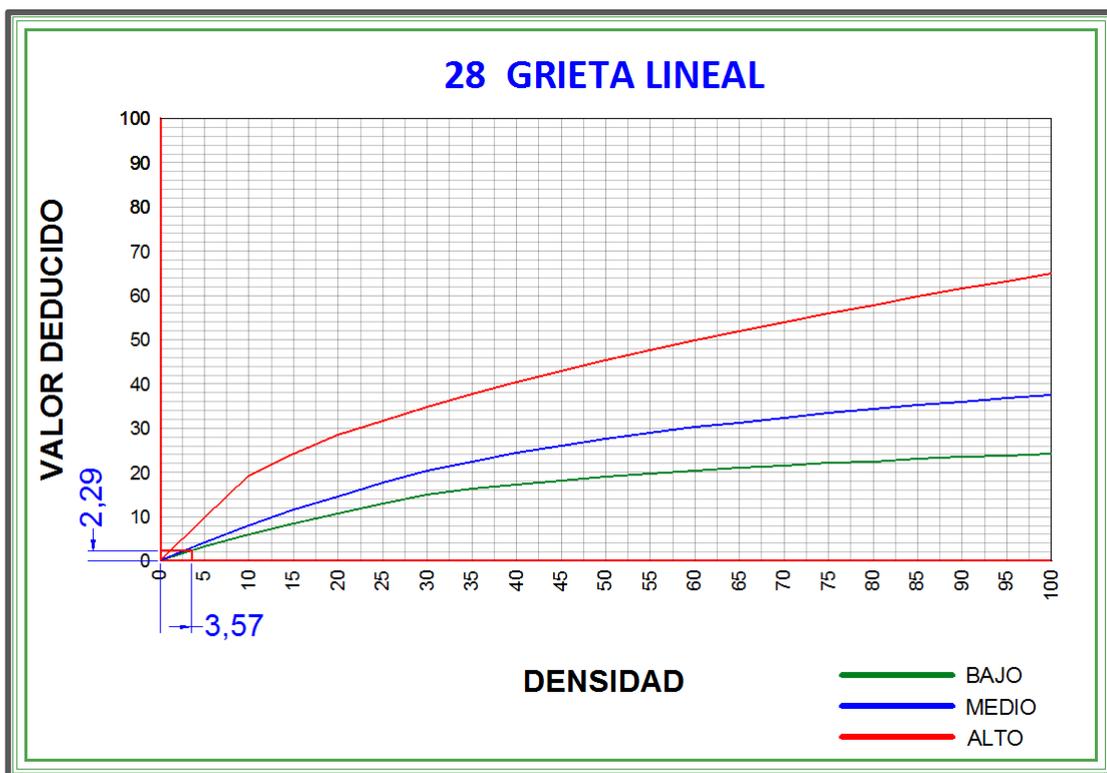


Gráfico 4-19: Abaco para el cálculo del valor deducido falla grieta lineal UM 03.

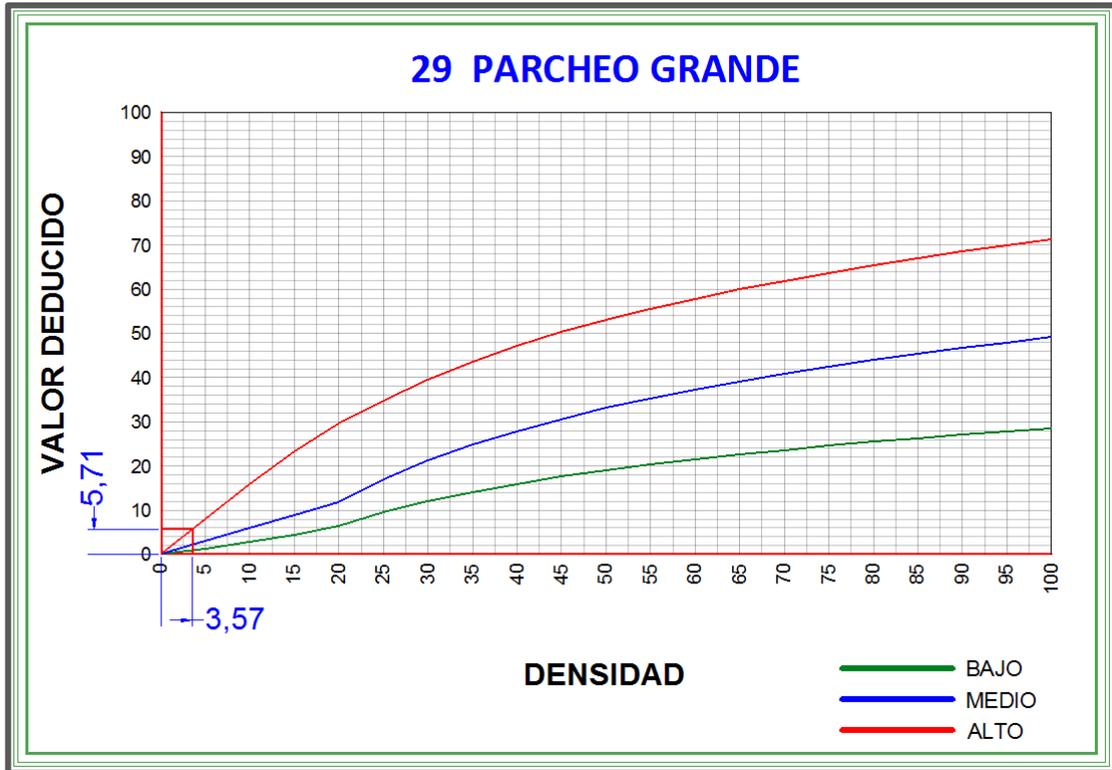


Gráfico 4-20: Abaco para el cálculo del valor deducido falla parcheo grande UM 03.

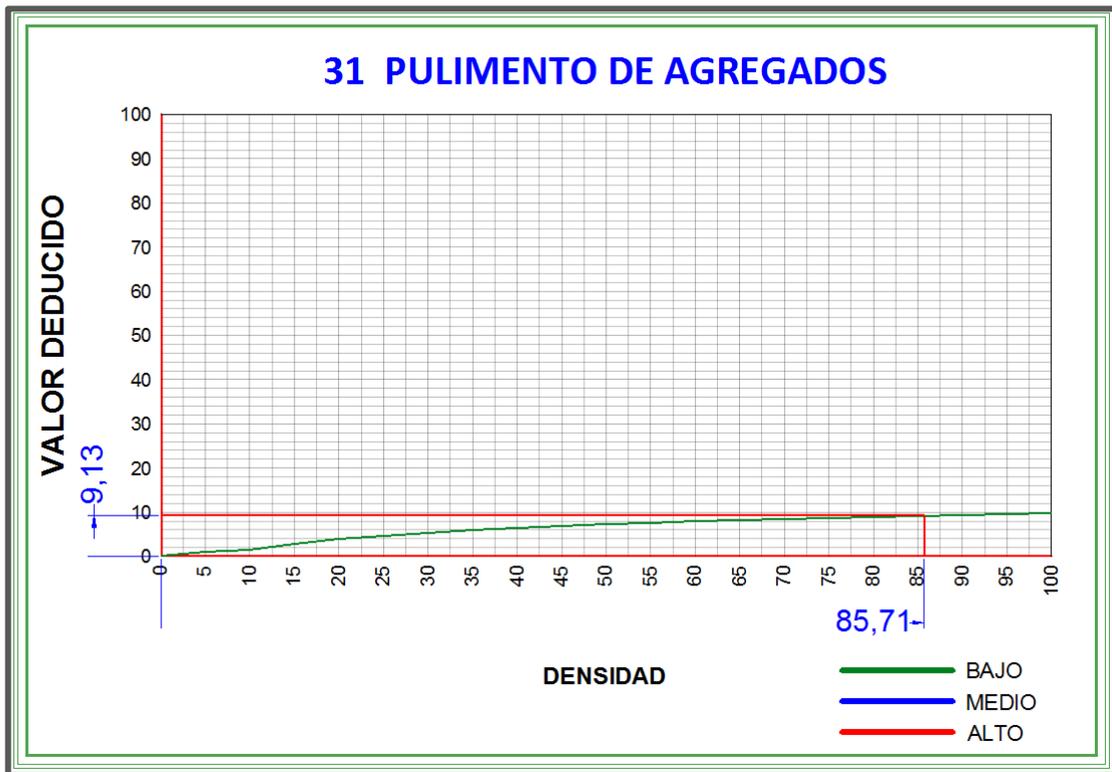


Gráfico 4-21: Abaco para el cálculo del valor deducido falla pulimento de agregados UM 03.

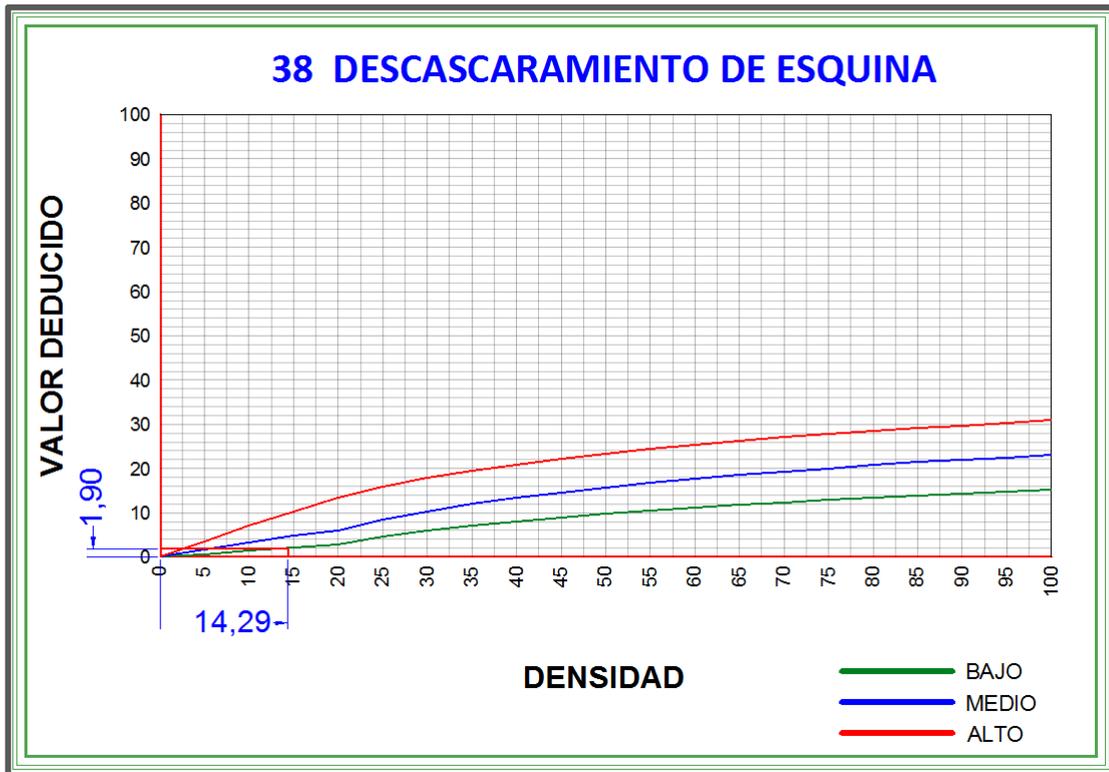


Gráfico 4-22: Abaco para el cálculo del valor deducido falla descascaramiento de esquina UM 03.

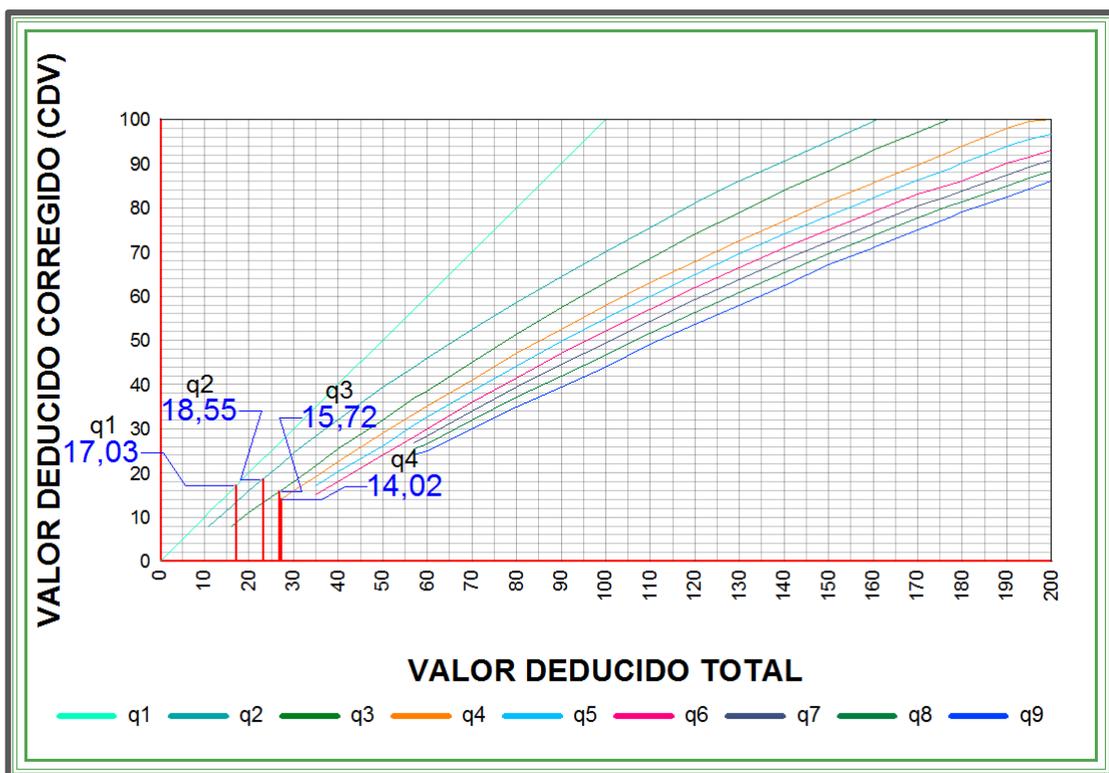


Gráfico 4-23: Abaco para el cálculo de los valores deducidos corregidos UM 03.

D. CALCULO DEL PCI UNIDAD DE MUESTRA N° 04.

Cuadro 4-11: Datos generales y esquema de la UM 04.

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE																									
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) CARRETERAS CON SUPERFICIE DE CEMENTO HIDRÁULICO																									
NOMBRE DE LA VIA =	JR. ADOLFO MOREY	EVALUADO POR:	Bach: Walter A. Villavicencio Cuenca																						
FECHA =	lunes, 16 de octubre de 2017	Abscisa inicial =	0+175.40	TRAMO:	4																				
		Abscisa final =	0+191.40	N° DE LOSAS:	8																				
ESQUEMA:																									
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="4" style="height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PA</td> <td style="text-align: center;">PA</td> <td style="text-align: center;">PA</td> <td style="text-align: center;">PA</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PG 3 a41.1</td> <td style="text-align: center;">PG 3 a41.2</td> <td style="text-align: center;">SJ2 a41.3</td> <td style="text-align: center;">SJ2 a42</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PA</td> <td style="text-align: center;">PG 3 b41.2</td> <td style="text-align: center;">SJ2 PG 3 b41.3</td> <td style="text-align: center;">GRET 1 SJ2 b42</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"> TRAMO 4 Abscisa Inicial = 0 + 175.40 Abscisa Final = 0 + 191.40 </td> </tr> </table>										PA	PA	PA	PA	PG 3 a41.1	PG 3 a41.2	SJ2 a41.3	SJ2 a42	PA	PG 3 b41.2	SJ2 PG 3 b41.3	GRET 1 SJ2 b42	TRAMO 4 Abscisa Inicial = 0 + 175.40 Abscisa Final = 0 + 191.40			
PA	PA	PA	PA																						
PG 3 a41.1	PG 3 a41.2	SJ2 a41.3	SJ2 a42																						
PA	PG 3 b41.2	SJ2 PG 3 b41.3	GRET 1 SJ2 b42																						
TRAMO 4 Abscisa Inicial = 0 + 175.40 Abscisa Final = 0 + 191.40																									

Fuente: Elaboracion propia. 2017.

Cuadro 4-12: Tipo de fallas, severidad, densidad y valores deducidos de la UM 04.

TIPO DE FALLA			N° Falla	Severidad	N° losas	Densidad (%)	Valor Deducido	
21	Blowup /Buckling	31	Pulimento de Agregados	26	2	4	50.00	4.00
22	Grieta de Esquina	32	Popouts	29	3	4	50.00	52.90
23	Losa Dividida	33	Bombeo	30	2	1	12.50	2.15
24	Grieta de Durabilidad "D"	34	Punzonamiento	31		5	62.50	7.95
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea	37	1	1	12.50	0.00
26	Sello de Junta	36	Desconchamiento / Mapa de Grietas /					
27	Desnivel Carril / Berma	37	Grietas de Retracción					
28	Grietas Lineales	38	Descascaramiento de Esquina					
29	Parqueo grande	39	Descascaramiento de Junta					
30	Parqueo pequeño							
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$				Numero de deducidos > 2(q) =		5.00		
				Valor deducido mas alto (HDV _i) =		52.90		
				N° admisible de deducidos (m _i) =		5.33		

Fuente: Elaboración Propia. 2017.

Cuadro 4-13: Obtención del Máximo Valor Deducido Corregido UM 04.

N°	VALORES DEDUCIDOS							TOTAL	qi	CDV	
1	52.90	7.95	4.00	2.15	0.00			67.00	4	39.26	
2	52.90	7.95	4.00	2.00	0.00			66.85	3	42.95	
3	52.90	7.95	2.00	2.00	0.00			64.85	2	49.15	
4	52.90	2.00	2.00	2.00	0.00			58.90	1	58.90	
								Max CDV=		58.90	
PCI =		100 - MAX CDV									
PCI =		41.10					CLASIFICACIÓN=		REGULAR		

Fuente: Elaboración Propia. 2017.

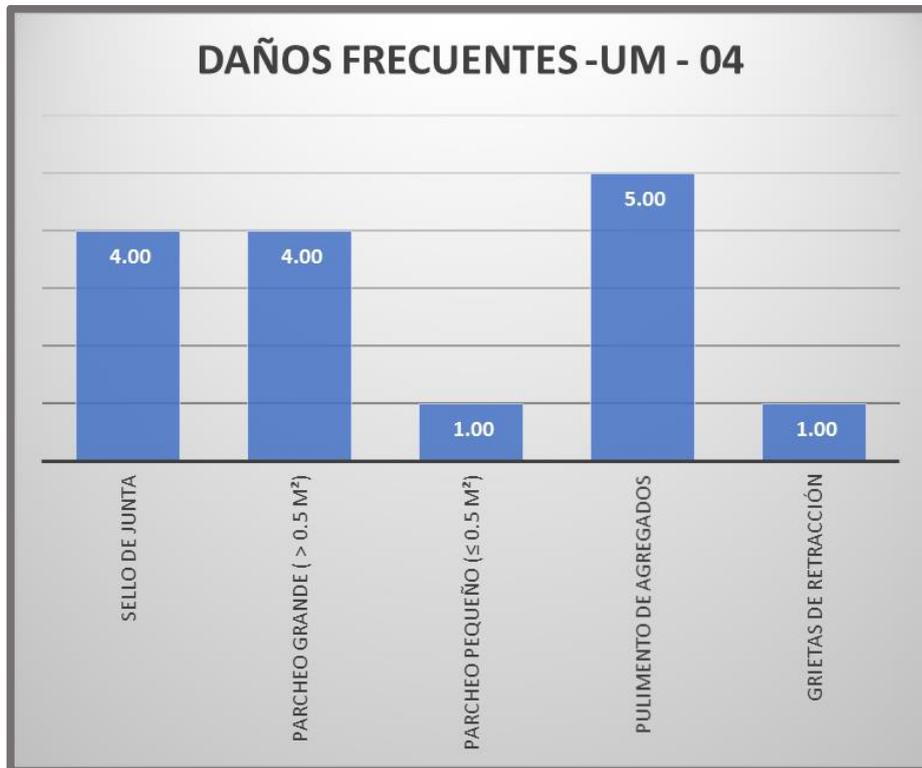


Gráfico 4-24: Daños frecuentes UM 04. Fuente: Elaboración propia. 2017.

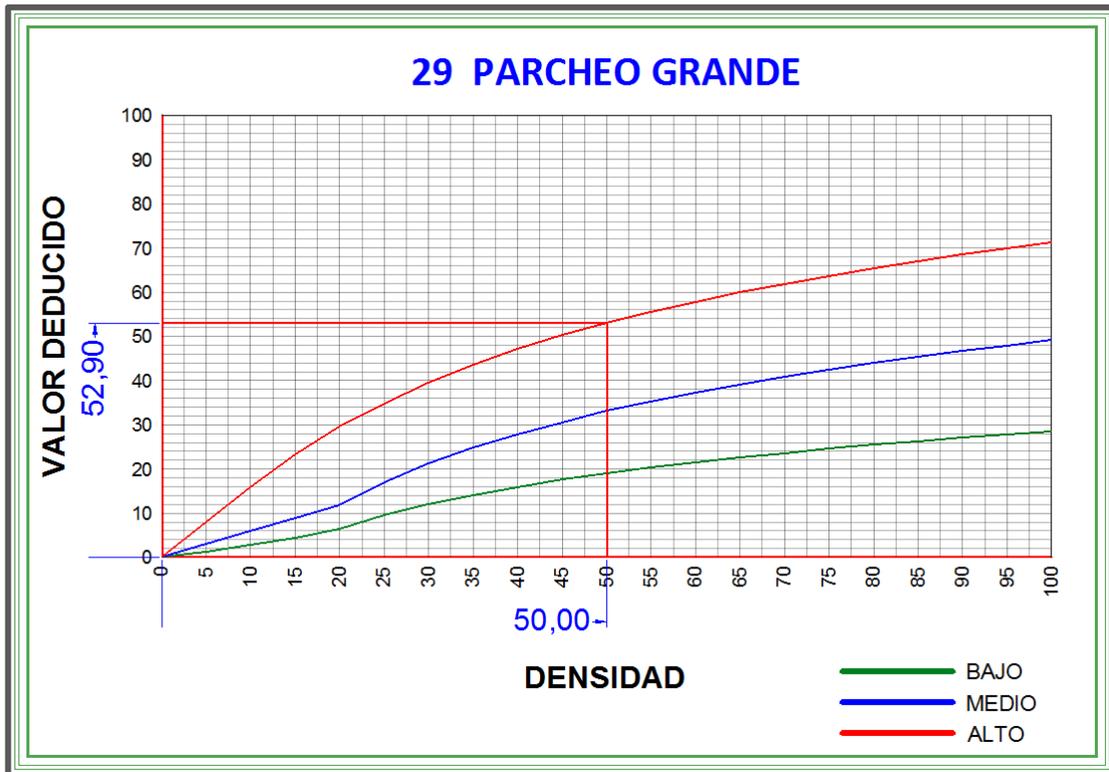


Gráfico 4-25: Abaco para el cálculo del valor deducido falla parche grande UM 04.

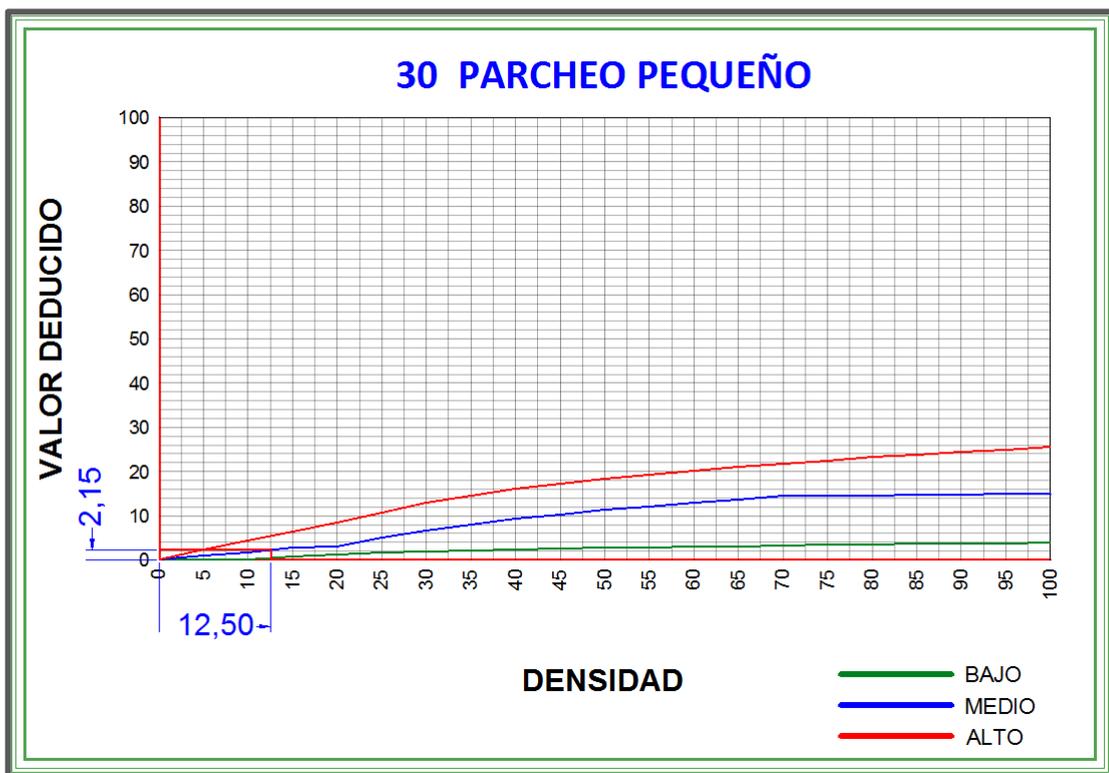


Gráfico 4-26: Abaco para el cálculo del valor deducido falla parche pequeño UM 04.

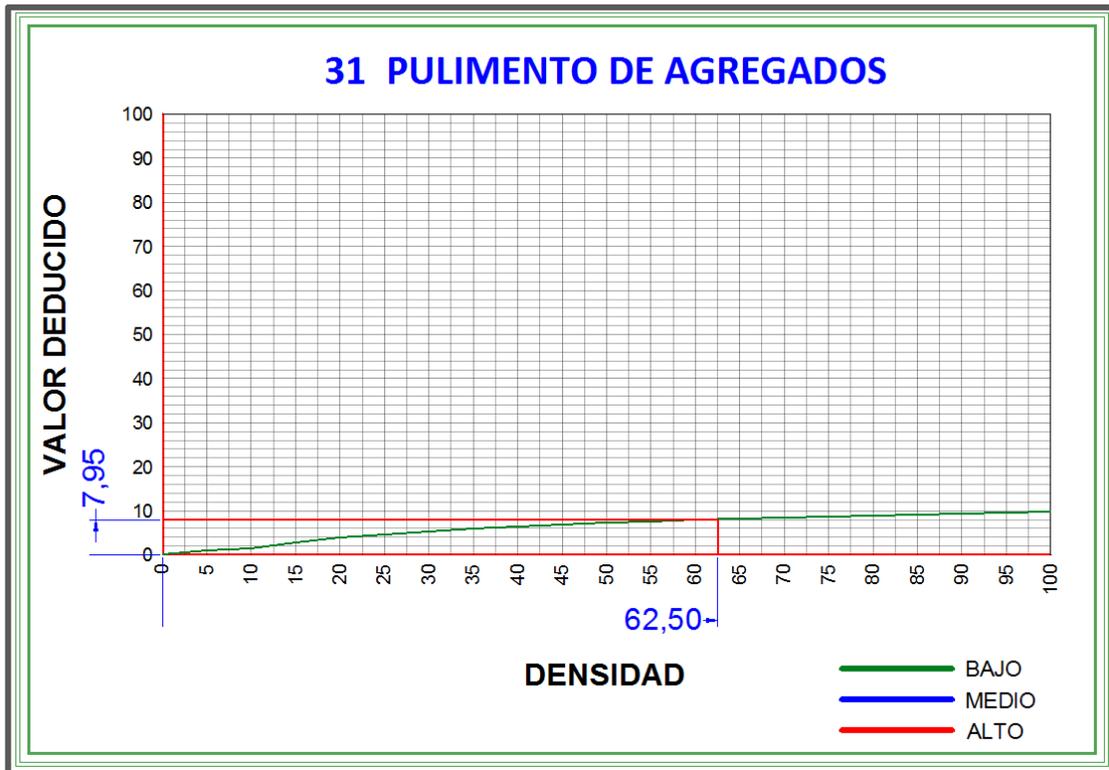


Gráfico 4-27: Abaco para el cálculo del valor deducido falla pulimento de agregados UM 04.

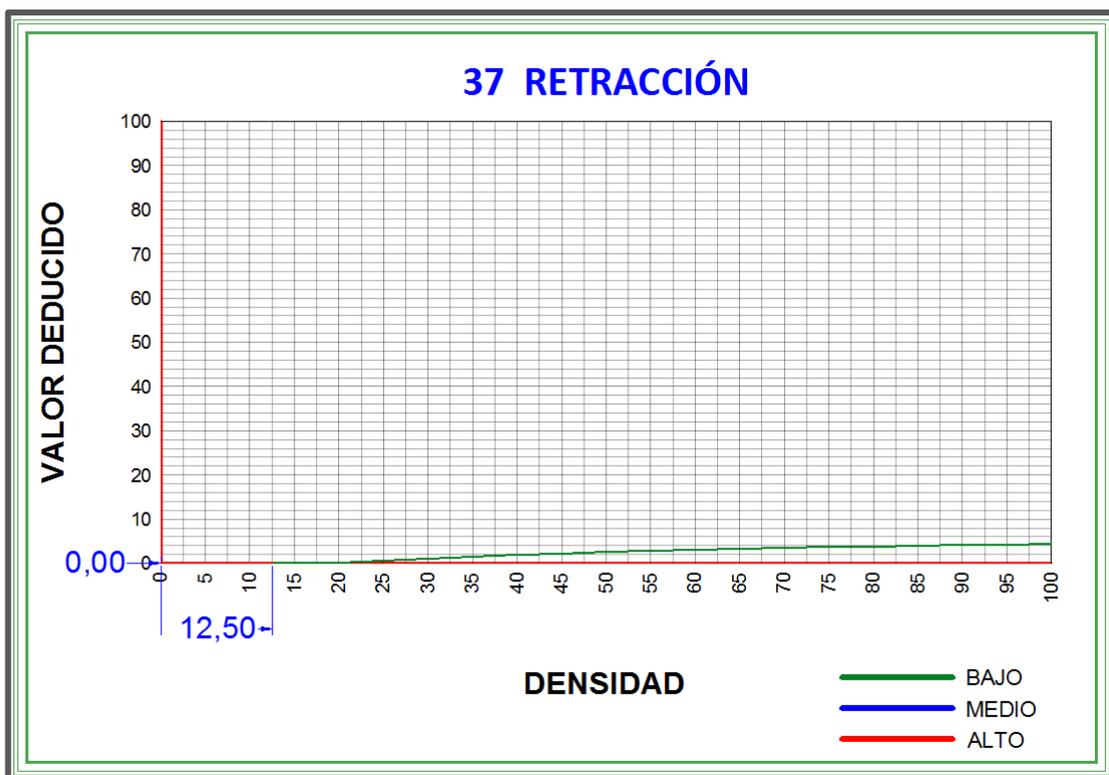


Gráfico 4-28: Abaco para el cálculo del valor deducido falla retracción UM 04.

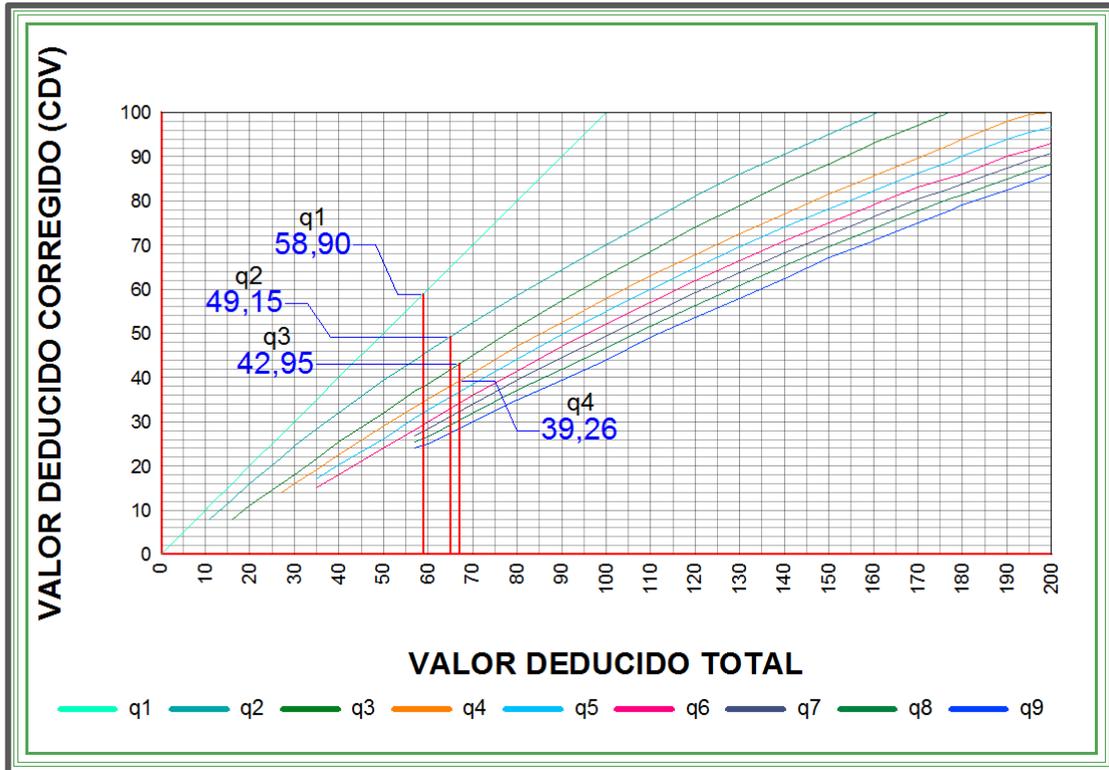


Gráfico 4-29: Abaco para el cálculo de los valores deducidos corregidos UM 04.

E. CALCULO DEL PCI UNIDAD DE MUESTRA N° 05.

Cuadro 4-14: Datos generales y esquema de la UM 05.

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE					
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) CARRETERAS CON SUPERFICIE DE CEMENTO HIDRÁULICO					
NOMBRE DE LA VIA =	JR. ADOLFO MOREY		EVALUADO POR:	Bach: Walter A. Villavicencio Cuenca	
FECHA =	lunes, 16 de octubre de 2017		Abscisa inicial =	0+191.40	TRAMO: 5
			Abscisa final =	0+247.10	N° DE LOSAS: 28
ESQUEMA:					
TRAMO 5 Abscisa Inicial = 0 + 191.40 Abscisa Final = 0 + 247.10					

Fuente: Elaboración Propia. 2017.

Cuadro 4-15: Tipo de fallas, severidad, densidad y valores deducidos de la UM 05

TIPO DE FALLA				N° Falla	Severidad	N° losas	Densidad (%)	Valor Deducido
21	Blowup /Buckling	31	Pulimento de Agregados	25	1	3	10.71	3.54
22	Grieta de Esquina	32	Popouts	26	2	28	100.00	4.00
23	Losa Dividida	33	Bombeo	29	3	5	17.86	26.80
24	Grieta de Durabilidad "D"	34	Punzonamiento	31		16	57.14	7.63
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea	36	3	1	3.57	6.64
26	Sello de Junta	36	Desconchamiento / Mapa de Grietas /	39	1	3	10.71	2.51
27	Desnivel Carril / Berma	37	Grietas de Retracción	39	3	1	3.57	5.00
28	Grietas Lineales	38	Descascaramiento de Esquina					
29	Parcheo grande	39	Descascaramiento de Junta					
30	Parcheo pequeño							
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$				Numero de deducidos > 2(q) =				7.00
				Valor deducido mas alto (HDV _i) =				26.80
				N° admisible de deducidos (m _i) =				7.72

Fuente: Elaboración Propia. 2017.

Cuadro 4-16: Obtención del Máximo Valor Deducido Corregido UM 05.

CALCULO DEL PCI										
N°	VALORES DEDUCIDOS							TOTAL	qi	CDV
1	26.80	7.63	6.64	5.00	4.00	3.54	2.51	56.13	7	23.47
2	26.80	7.63	6.64	5.00	4.00	3.54	2.00	55.61	6	27.37
3	26.80	7.63	6.64	5.00	4.00	2.00	2.00	54.07	5	28.87
4	26.80	7.63	6.64	5.00	2.00	2.00	2.00	52.07	4	30.30
5	26.80	7.63	6.64	2.00	2.00	2.00	2.00	49.07	3	31.39
6	26.80	7.63	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	44.43	2	35.32
7	26.80	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	38.80	1	38.80
									Max CDV=	38.80
PCI =		100 - MAX CDV								
PCI =		61.20								
CLASIFICACIÓN=							BUENO			

Fuente: Elaboración Propia. 2017.

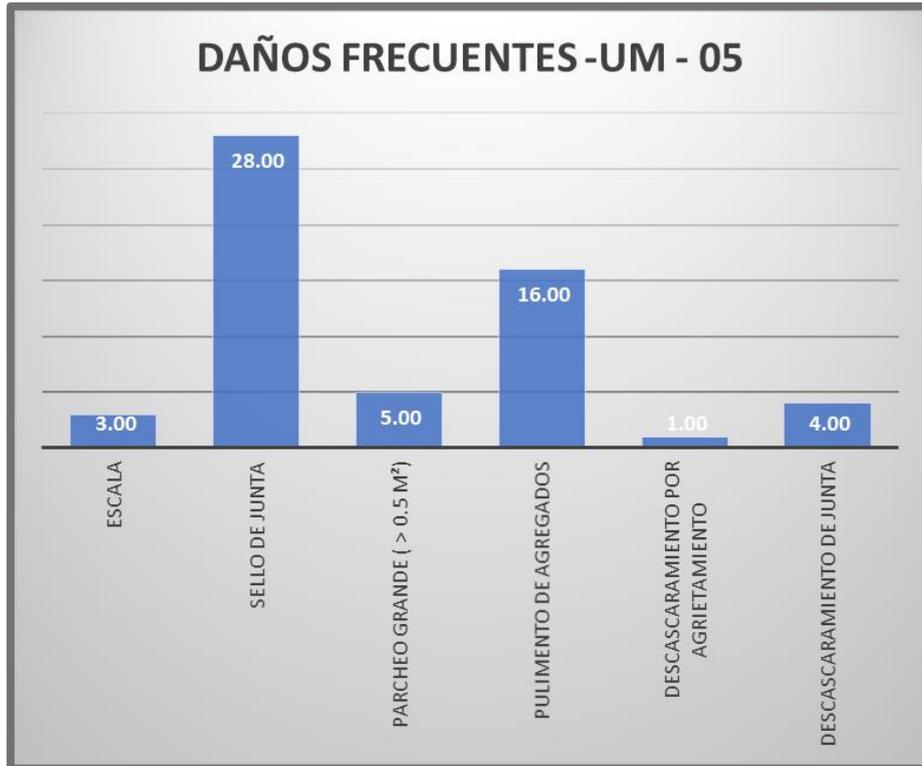


Gráfico 4-30: Daños frecuentes UM 05. **Fuente:** Elaboracion propia. 2017.

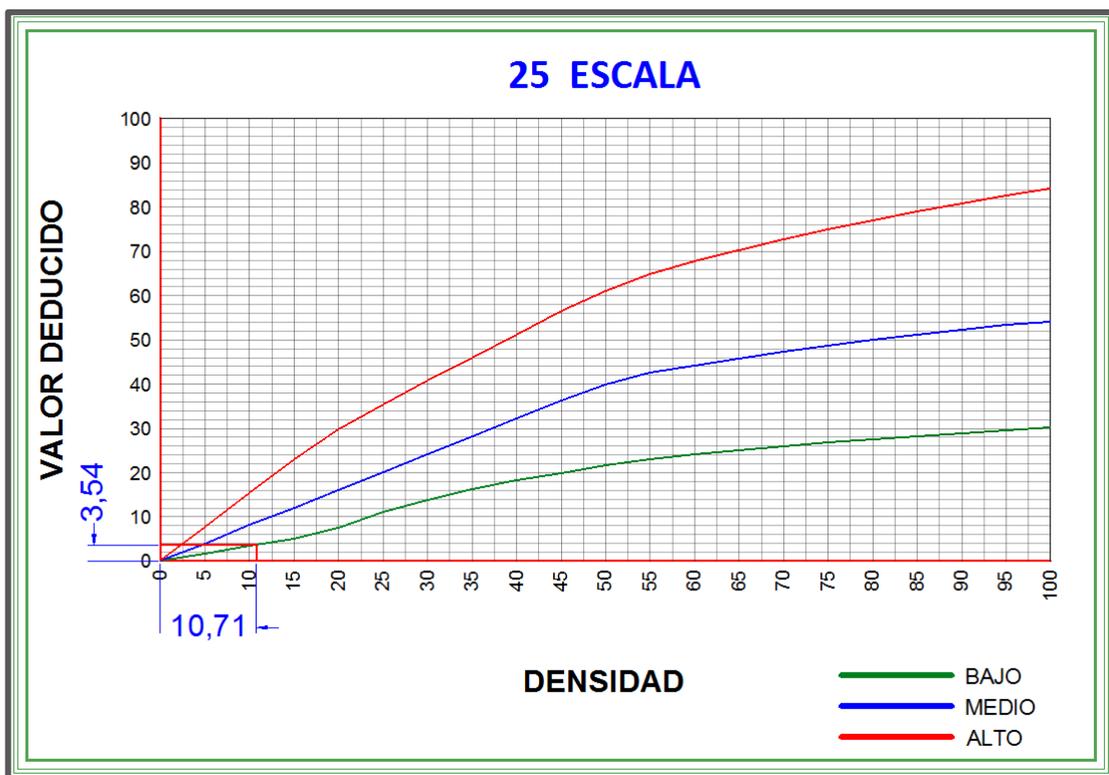


Gráfico 4-31: Abaco para el cálculo del valor deducido falla escala UM 05.

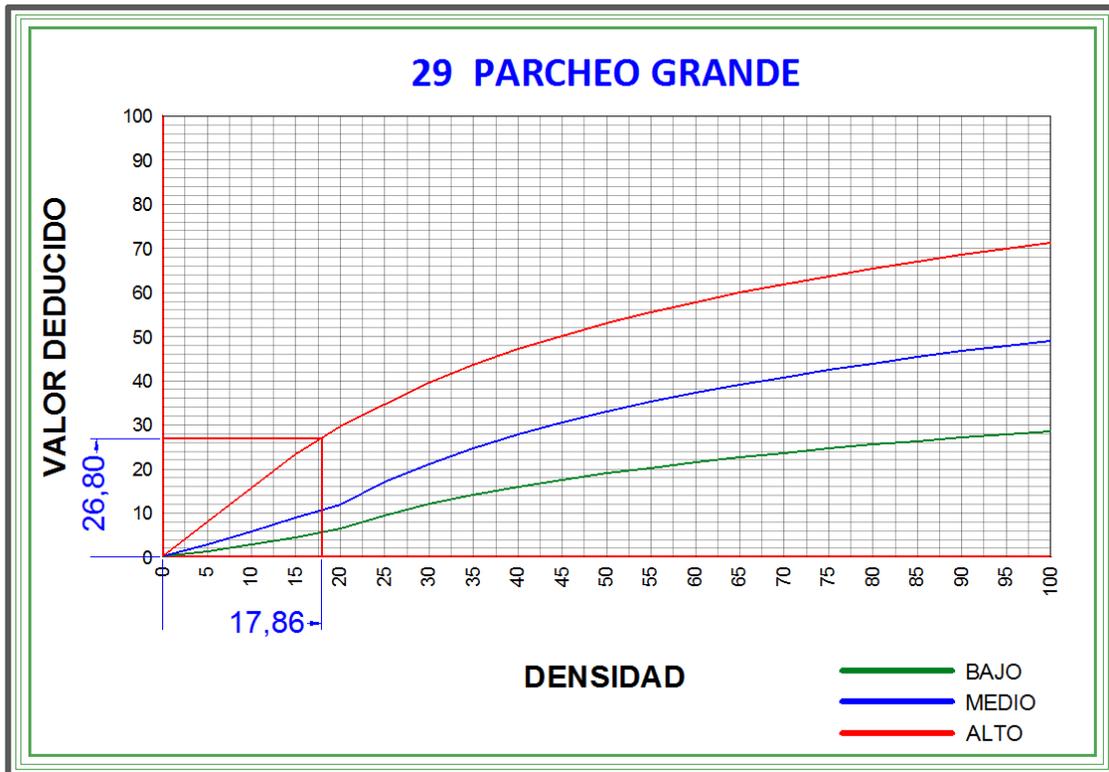


Gráfico 4-32: Abaco para el cálculo del valor deducido falla parche grande UM 05.

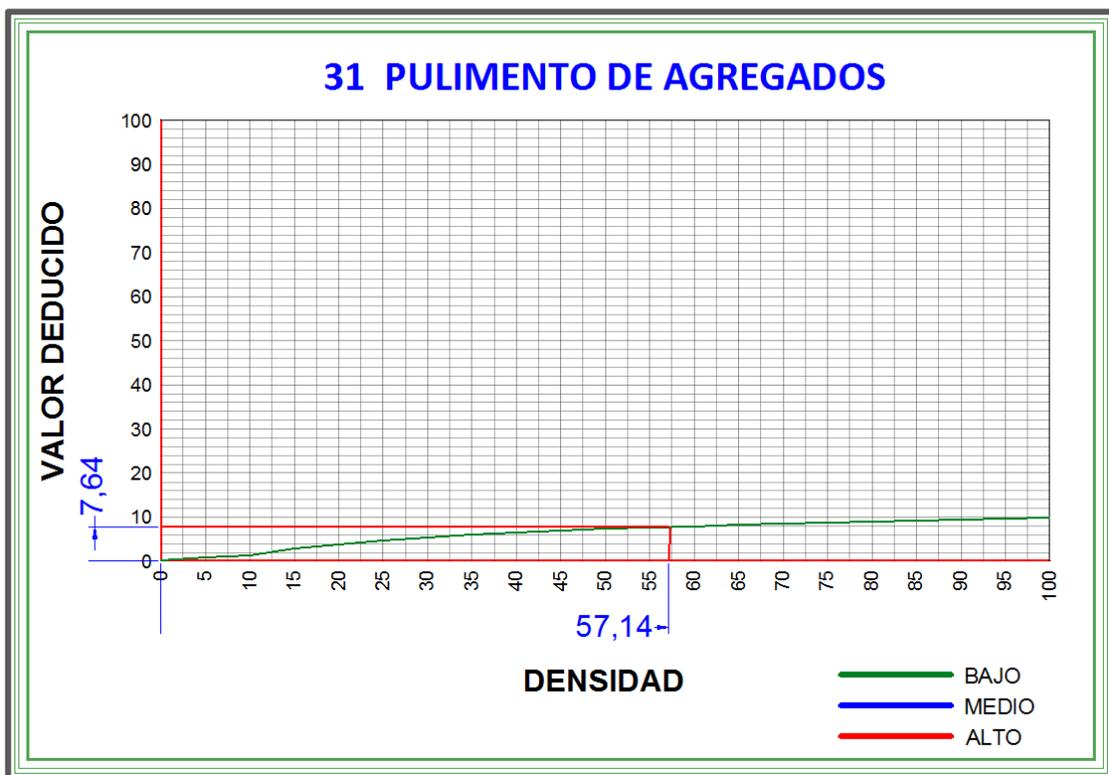


Gráfico 4-33: Abaco para el cálculo del valor deducido falla pulimento de agregados UM 05.

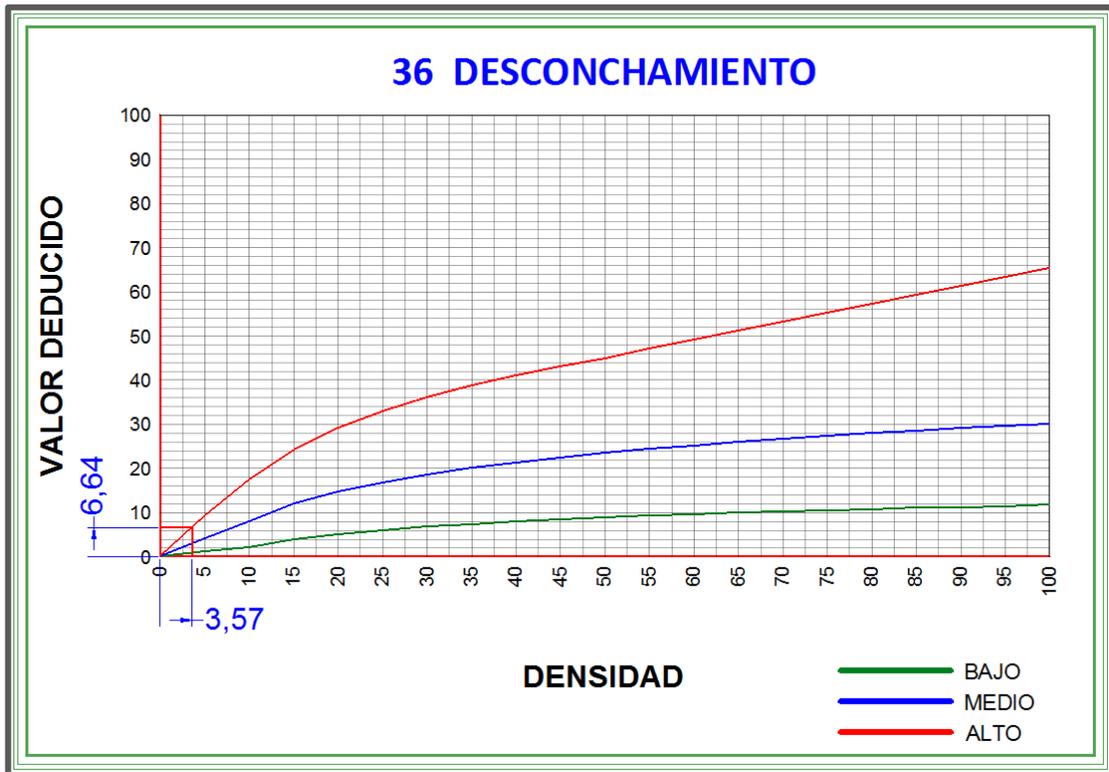


Gráfico 4-34: Abaco para el cálculo del valor deducido falla desconchamiento UM 05.

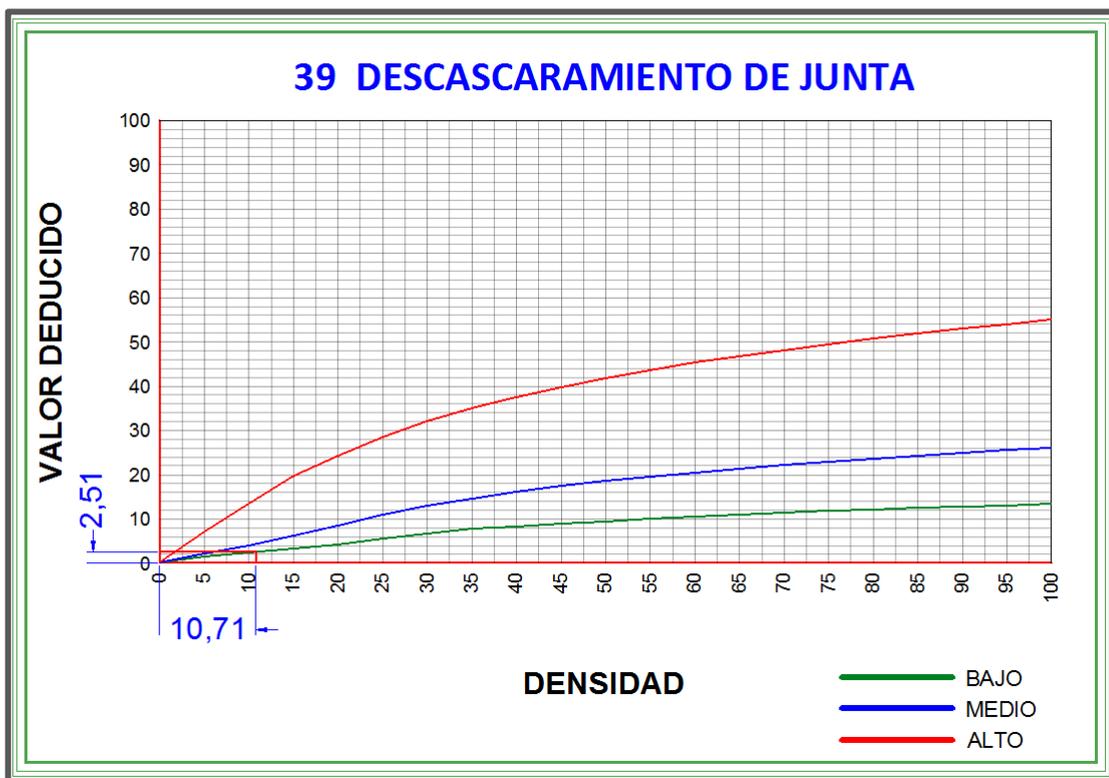


Gráfico 4-35: Abaco para el cálculo del valor deducido falla descascaramiento de junta UM 05.

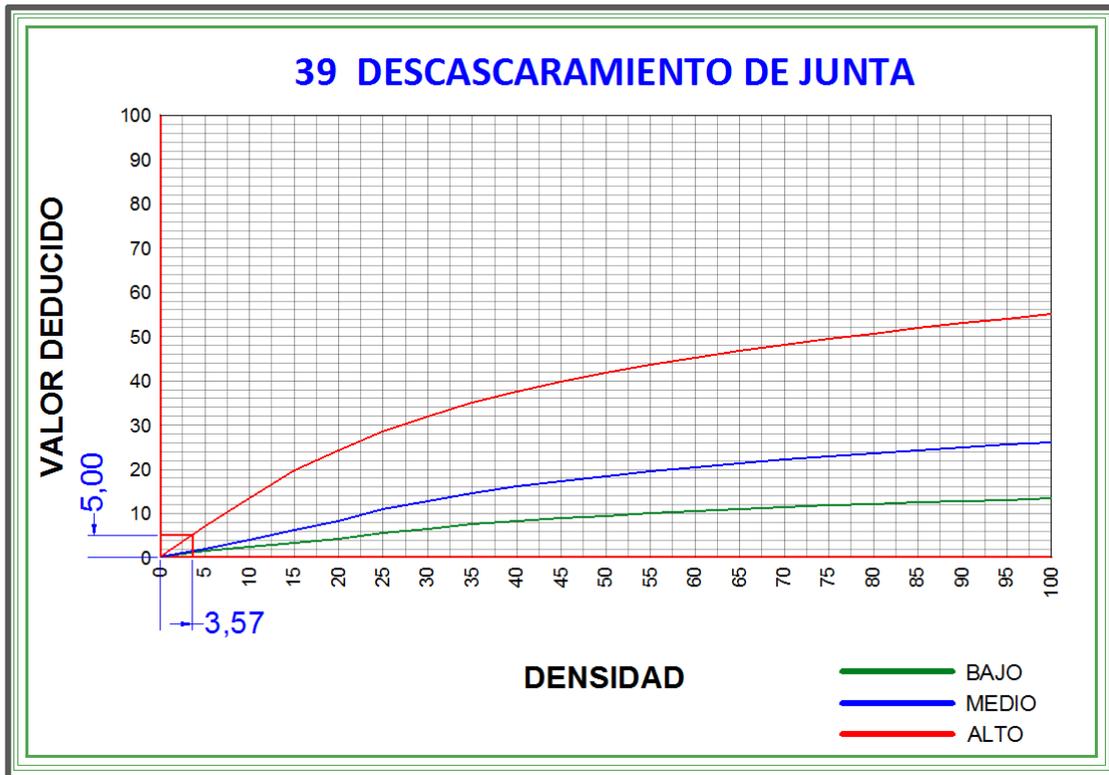


Gráfico 4-36: Abaco para el cálculo del valor deducido falla descascaramiento de junta UM 05.

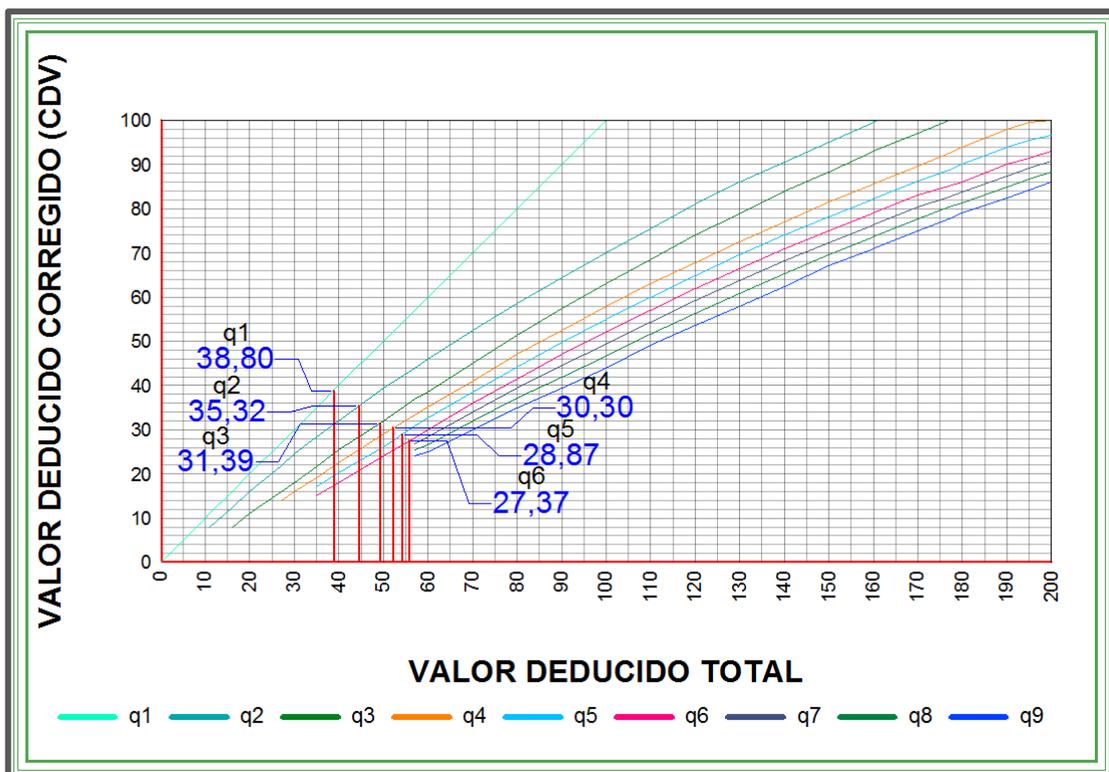


Gráfico 4-37: Abaco para el cálculo de los valores deducidos corregidos UM 05.

F. CALCULO DEL PCI UNIDAD DE MUESTRA N° 06.

Cuadro 4-17: Datos generales y esquema de la UM 06.

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE					
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) CARRETERAS CON SUPERFICIE DE CEMENTO HIDRÁULICO					
NOMBRE DE LA VIA =	JR. ADOLFO MOREY		EVALUADO POR:	Bach: Walter A. Villavicencio Cuenca	
FECHA =	lunes, 16 de octubre de 2017		Abscisa inicial =	0+247.10	TRAMO: 6
			Abscisa final =	0+301.60	N° DE LOSAS: 28
ESQUEMA:					
TRAMO 6 Abscisa Inicial = 0 + 247.10 Abscisa Final = 0 + 301.60					

Fuente: Elaboración propia. 2017.

Cuadro 4-18: Tipo de fallas, severidad, densidad y valores deducidos de la UM 06.

TIPO DE FALLA				N° Falla	Severidad	N° losas	Densidad (%)	Valor Deducido
21	Blowup /Buckling	31	Pulimento de Agregados	25	1	2	7.14	2.27
22	Grieta de Esquina	32	Popouts	26	2	28	100.00	4.00
23	Losa Dividida	33	Bombeo	28	1	1	3.57	2.29
24	Grieta de Durabilidad "D"	34	Punzonamiento	29	3	2	7.14	11.30
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea	31		13	46.43	6.91
26	Sello de Junta	36	Desconchamiento / Mapa de Grietas /	38	1	1	3.57	0.36
27	Desnivel Carril / Berma	37	Grietas de Retracción	39	1	2	7.14	1.83
28	Grietas Lineales	38	Descascaramiento de Esquina	39	2	1	3.57	1.43
29	Parqueo grande	39	Descascaramiento de Junta					
30	Parqueo pequeño							
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$				Numero de deducidos > 2(q) =		8.00		
				Valor deducido mas alto (HDV _i) =		11.30		
				N° admisible de deducidos (m _i) =		9.15		

Fuente: Elaboración propia. 2017.

Cuadro 4-19: Obtención del Máximo Valor Deducido Corregido UM 06.

CALCULO DEL PCI											
N°	VALORES DEDUCIDOS								TOTAL	qi	CDV
1	11.30	6.91	4.00	2.29	2.27	1.83	1.43	0.36	30.39	5	1.33
2	11.30	6.91	4.00	2.29	2.00	1.83	1.43	0.36	30.11	4	16.07
3	11.30	6.91	4.00	2.00	2.00	1.83	1.43	0.36	29.83	3	19.77
4	11.30	6.91	2.00	2.29	2.00	1.83	1.43	0.36	28.11	2	22.86
5	11.30	2.00	2.00	2.00	2.00	1.83	1.43	0.36	22.91	1	22.91
									Max CDV=		22.91
PCI =		100 - MAX CDV									
PCI =		77.09									
								CLASIFICACIÓN=	MUY BUENO		

Fuente: Elaboración propia. 2017.

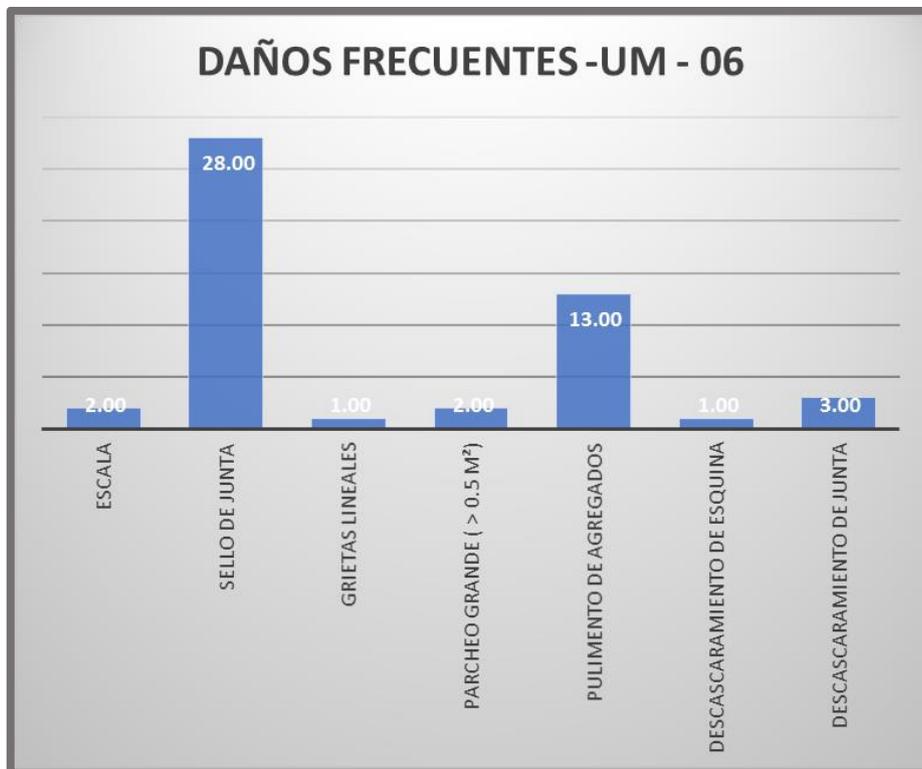


Gráfico 4-38: Daños frecuentes UM 06. **Fuente:** Elaboracion propia. 2017.

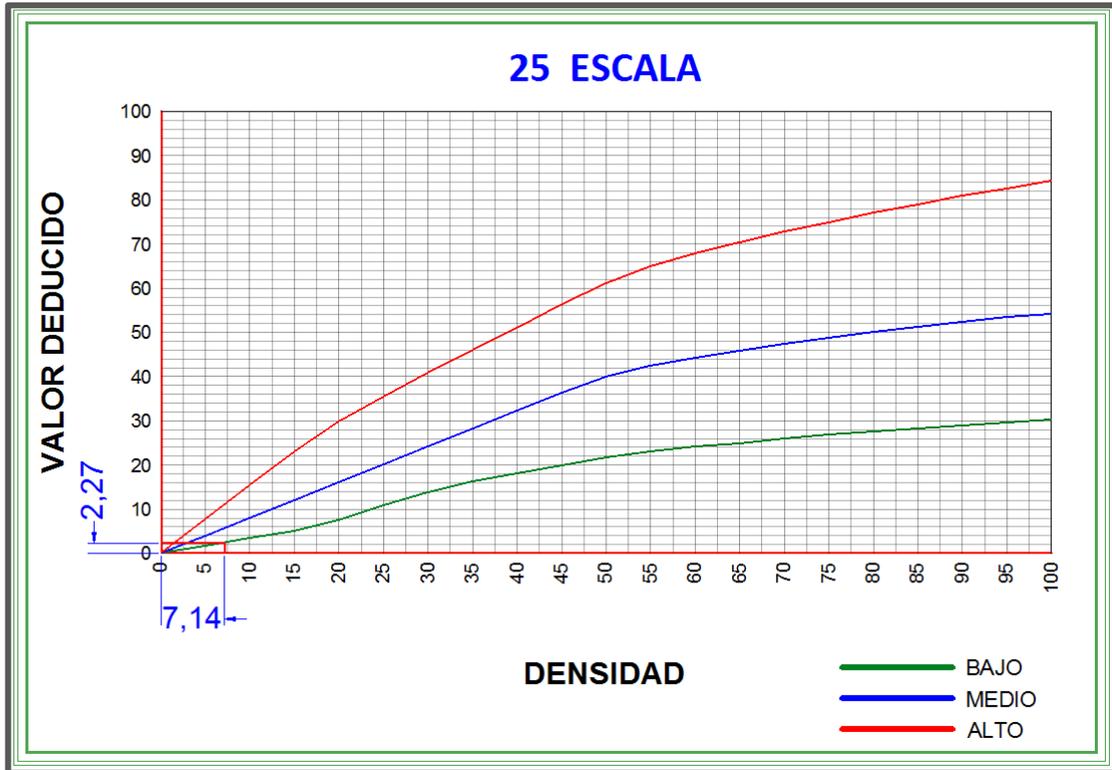


Gráfico 4-39: Abaco para el cálculo del valor deducido falla escala UM 06.

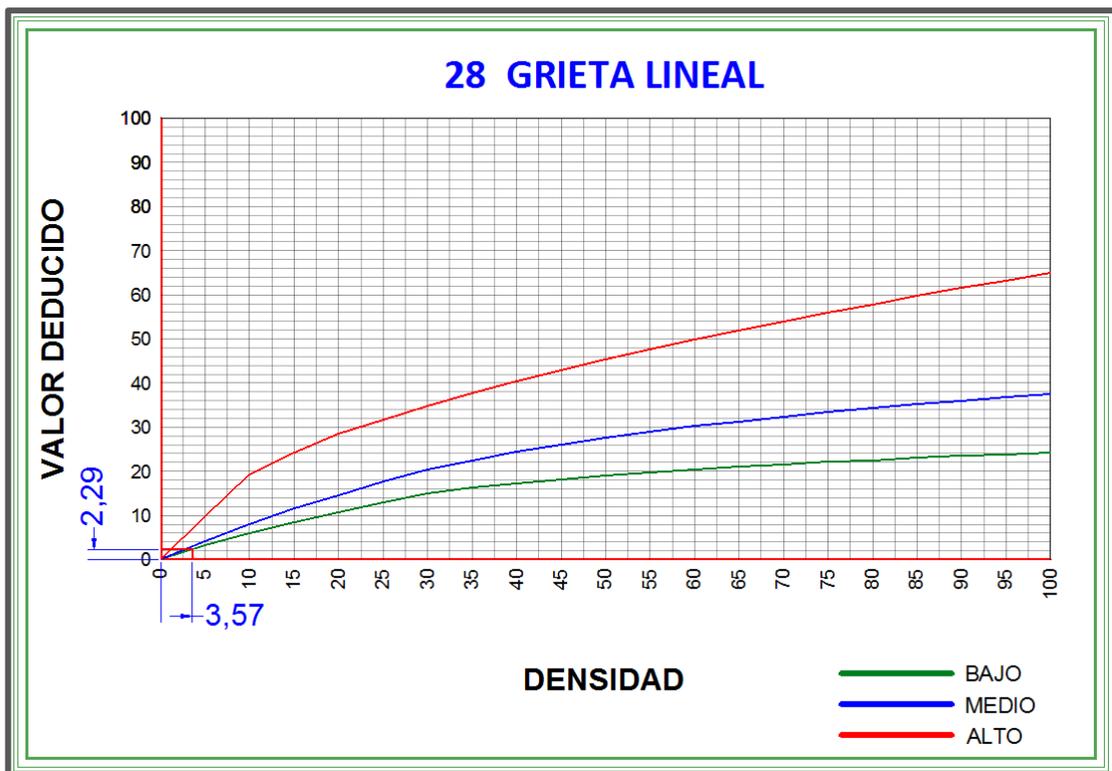


Gráfico 4-40: Abaco para el cálculo del valor deducido falla grieta lineal UM 06.

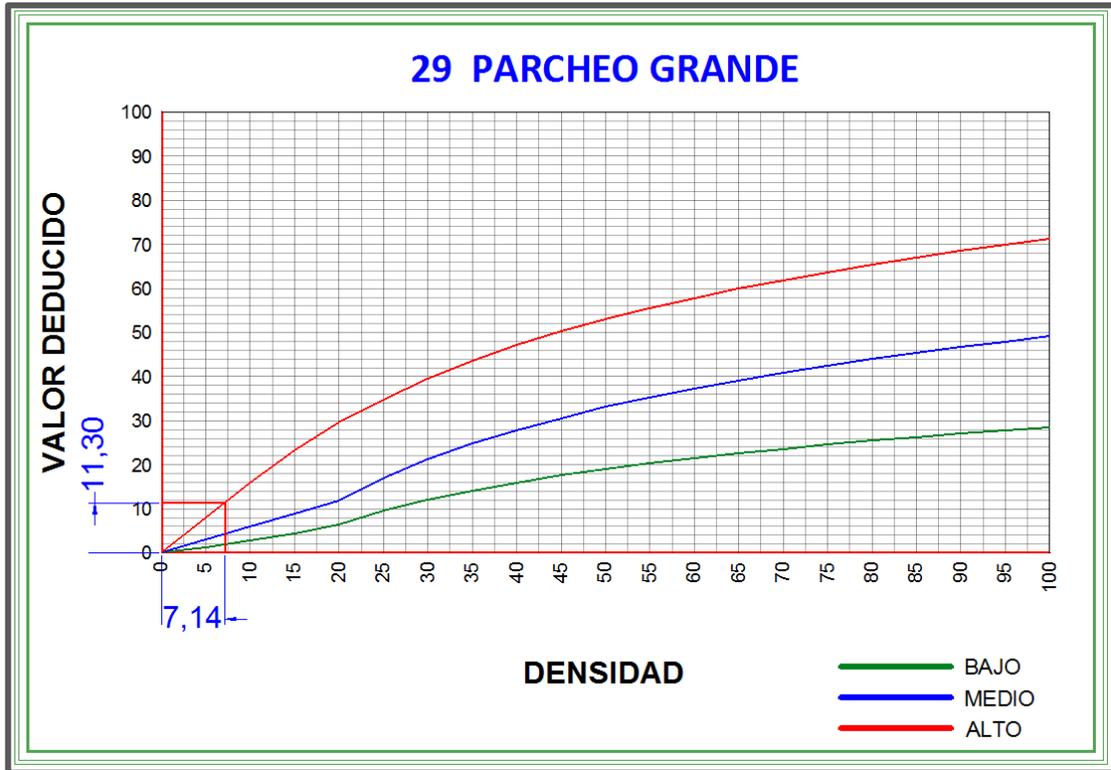


Gráfico 4-41: Abaco para el cálculo del valor deducido falla parcheo grande UM 06.

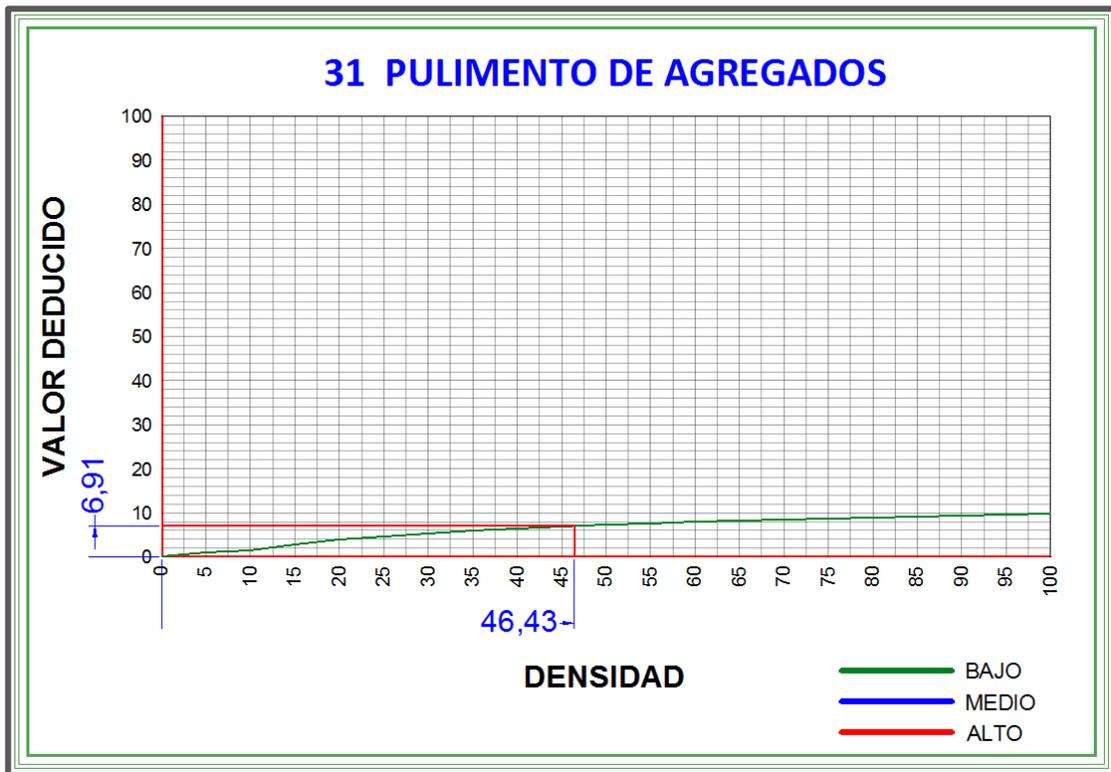


Gráfico 4-42: Abaco para el cálculo del valor deducido falla pulimento de agregados UM 06.

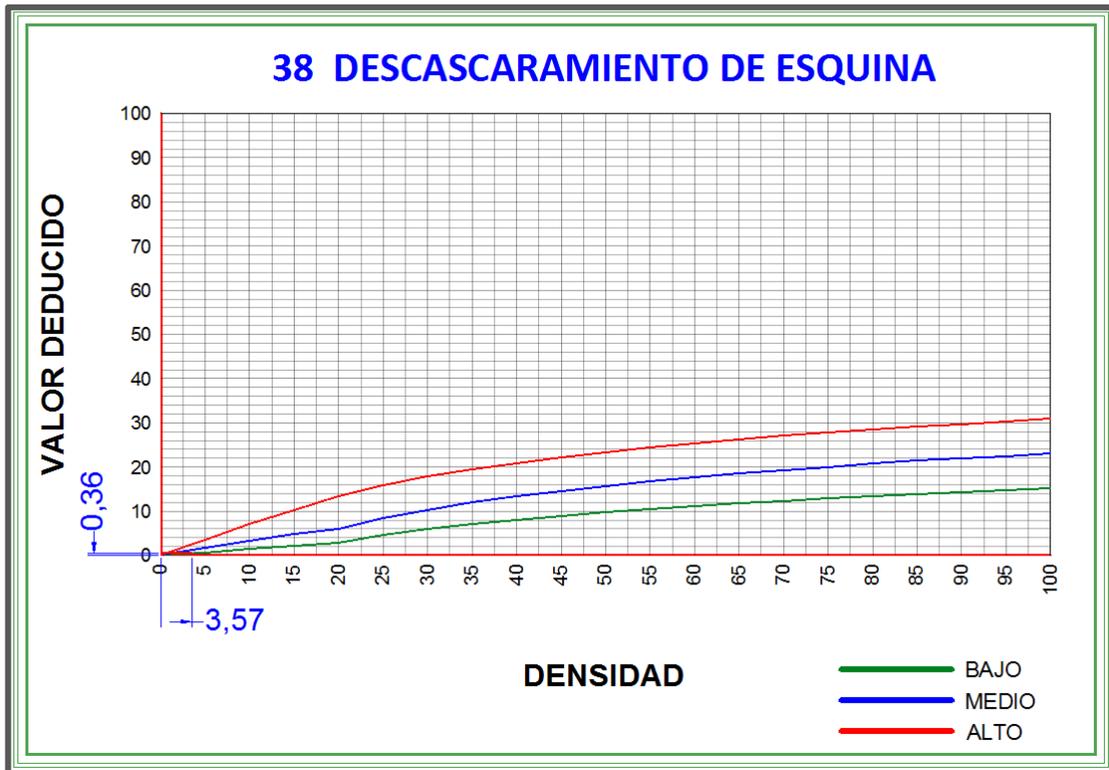


Gráfico 4-43: Abaco para el cálculo del valor deducido falla descascaramiento de esquina UM 06.

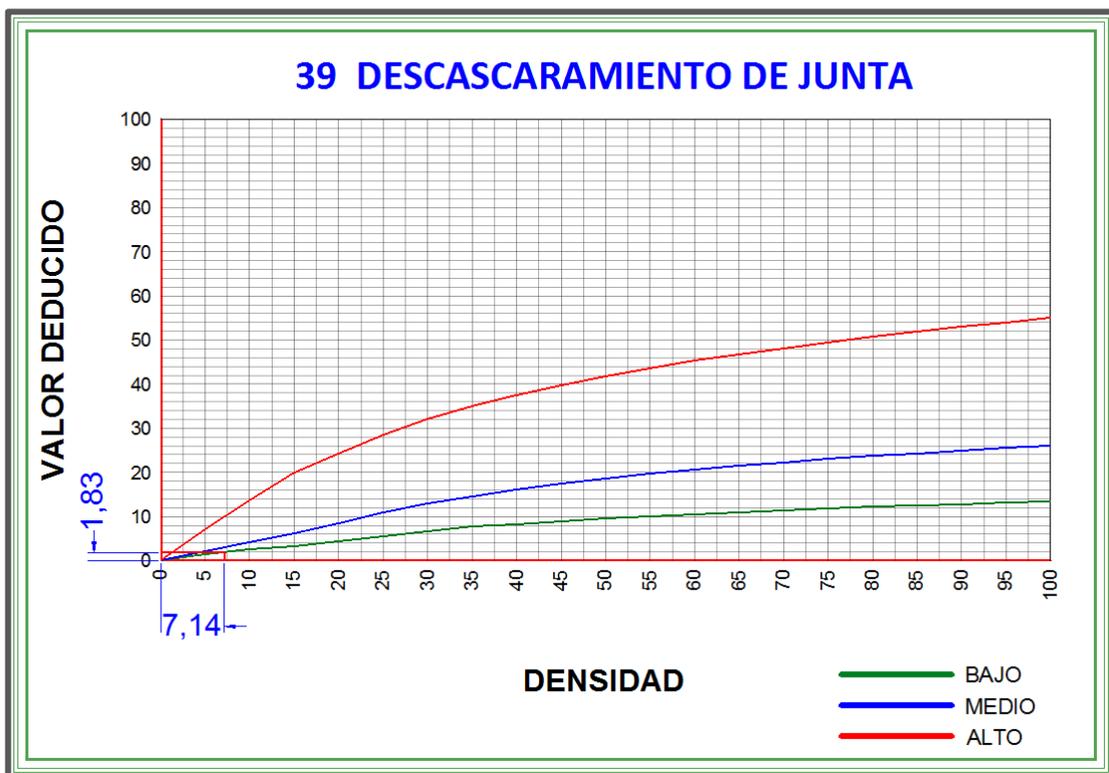


Gráfico 4-44: Abaco para el cálculo del valor deducido falla descascaramiento junta UM 06.

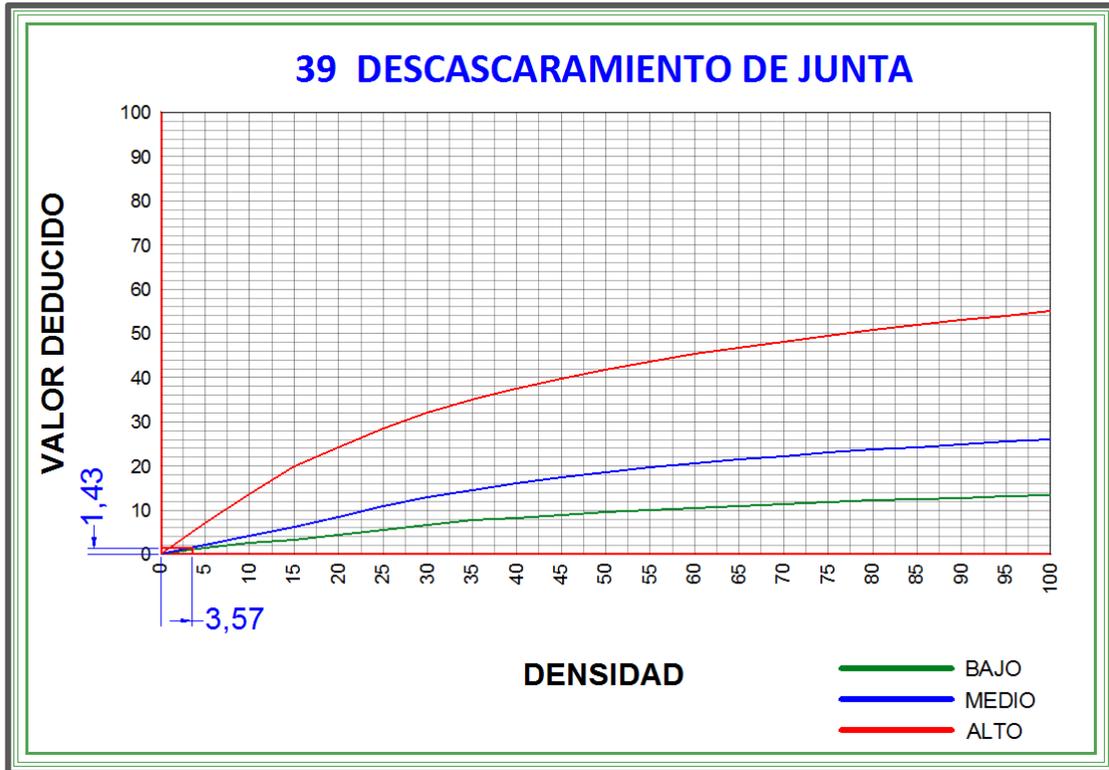


Gráfico 4-45: Abaco para el cálculo del valor deducido falla descascaramiento junta UM 06.

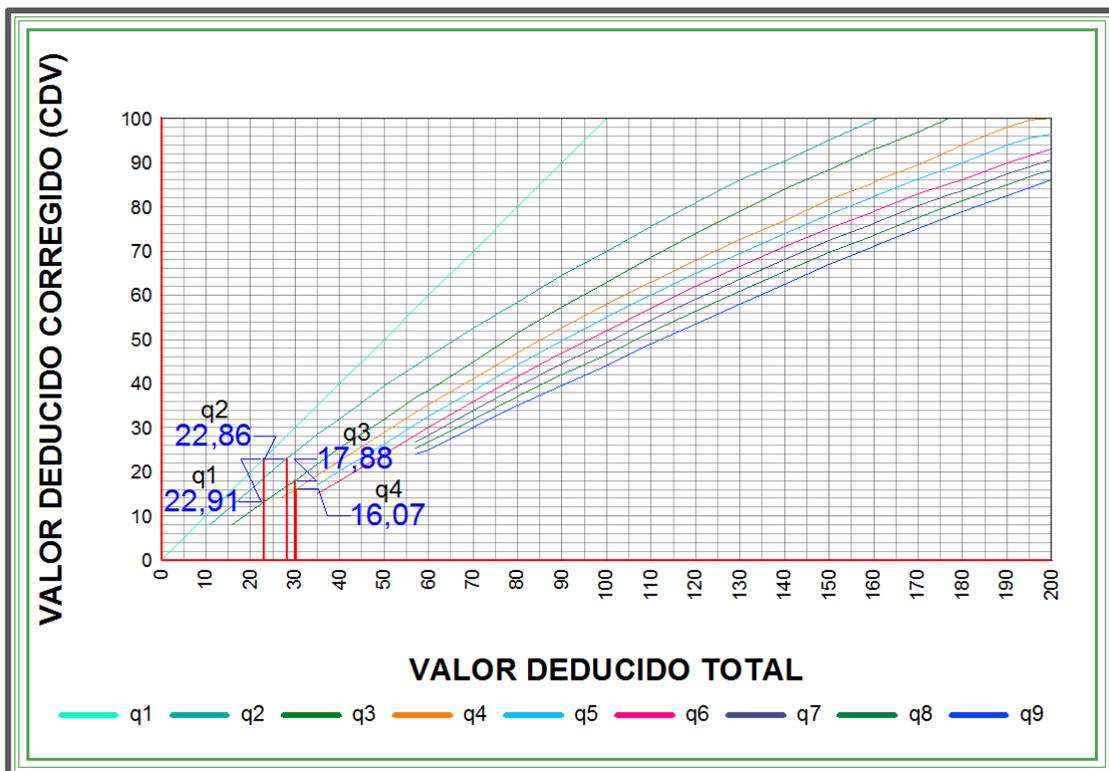


Gráfico 4-46: Abaco para el cálculo de los valores deducidos corregidos UM 06.

G. CALCULO DEL PCI UNIDAD DE MUESTRA N° 07.

Cuadro 4-20: Datos generales y esquema de la UM 07.

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE					
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) CARRETERAS CON SUPERFICIE DE CEMENTO HIDRÁULICO					
NOMBRE DE LA VIA =	JR. ADOLFO MOREY		EVALUADO POR:	Bach: Walter A. Villavicencio Cuenca	
FECHA =			Abscisa inicial =	0+301.60	TRAMO: 7
			Abscisa final =	0+352.80	N° DE LOSAS: 28
ESQUEMA:					
TRAMO 7 Abscisa Inicial = 0 + 301.60 Abscisa Final = 0 + 352.80					

Fuente: Elaboracion propia. 2017.

Cuadro 4-21: Tipo de fallas, severidad, densidad y valores deducidos de la UM 07.

TIPO DE FALLA				N° Falla	Severidad	N° losas	Densidad (%)	Valor Deducido
21	Blowup /Buckling	31	Pulimento de Agregados	25	1	1	3.57	1.07
22	Grieta de Esquina	32	Popouts	26	2	28	100.00	4.00
23	Losa Dividida	33	Bombeo	29	3	2	7.14	11.30
24	Grieta de Durabilidad "D"	34	Punzonamiento	30	3	2	7.14	3.06
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea	31		20	71.43	8.46
26	Sello de Junta	36	Desconchamiento / Mapa de Grietas /	38	1	2	7.14	0.84
27	Desnivel Carril / Berma	37	Grietas de Retracción	38	2	1	3.57	1.14
28	Grietas Lineales	38	Descascaramiento de Esquina	39	2	4	14.29	5.80
29	Parqueo grande	39	Descascaramiento de Junta					
30	Parqueo pequeño							
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$				Numero de deducidos > 2(q) =		8.00		
				Valor deducido mas alto (HDV _i) =		11.30		
				N° admisible de deducidos (m _i) =		9.15		

Fuente: Elaboracion propia. 2017.

Cuadro 4-22: Obtención del Máximo Valor Deducido Corregido UM 07.

CALCULO DEL PCI											
N°	VALORES DEDUCIDOS								TOTAL	qi	CDV
1	11.30	8.46	5.80	4.00	3.06	1.14	1.07	0.84	35.67	5	17.52
2	11.30	8.46	5.80	4.00	2.00	1.14	1.07	0.84	34.61	4	18.95
3	11.30	8.46	5.80	2.00	2.00	1.14	1.07	0.84	32.61	3	19.93
4	11.30	8.46	2.00	2.00	2.00	1.14	1.07	0.84	28.81	2	23.47
5	11.30	2.00	2.00	2.00	2.00	1.14	1.07	0.84	22.36	1	22.36
									Max CDV=		23.47
PCI =		100 - MAX CDV									
PCI =		76.53									
								CLASIFICACIÓN=	MUY BUENO		

Fuente: Elaboracion propia. 2017.

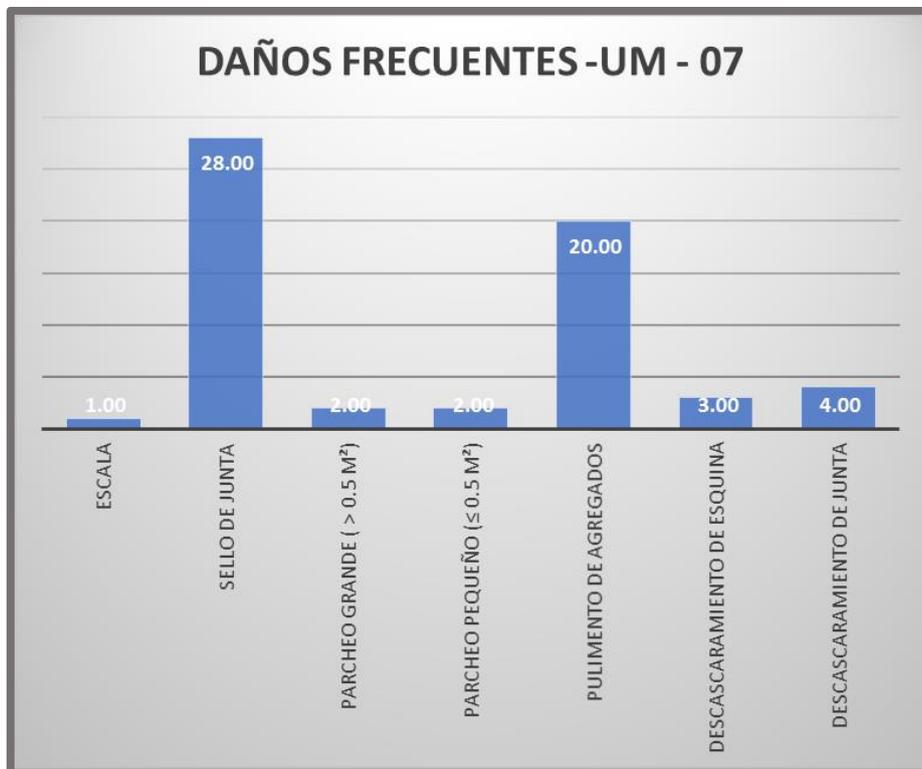


Gráfico 4-47: Daños frecuentes UM 07. **Fuente:** Elaboracion propia. 2017.

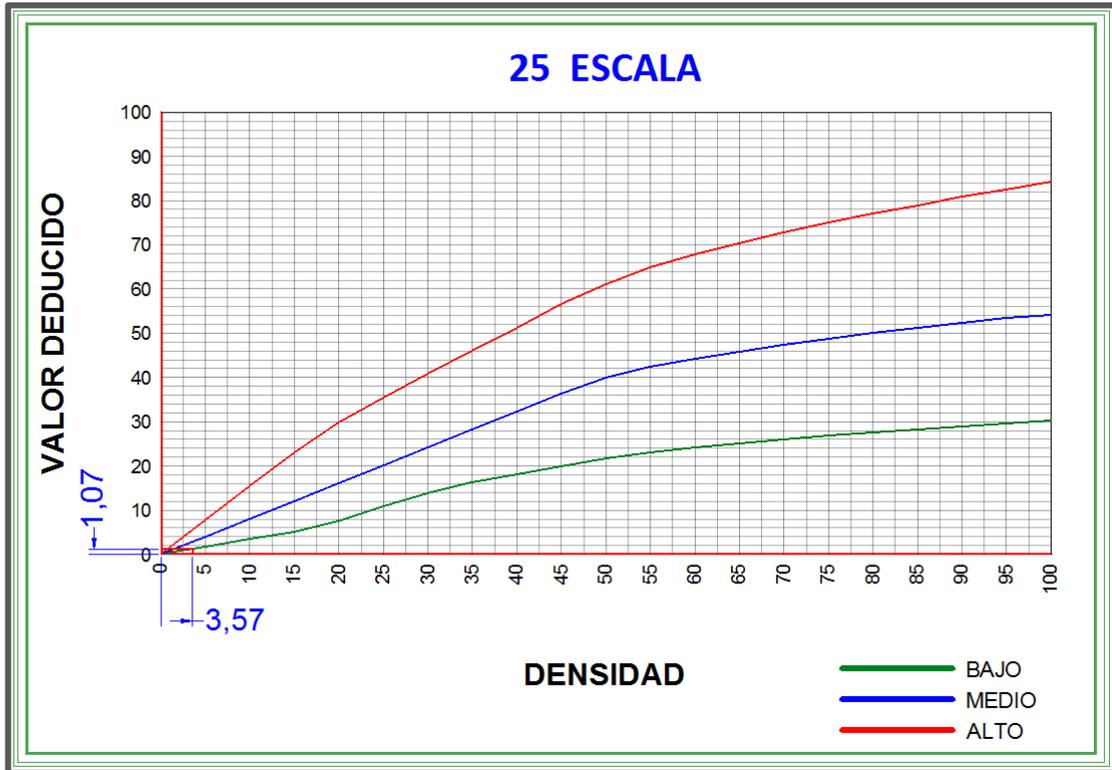


Gráfico 4-48: Abaco para el cálculo del valor deducido falla escala UM 07.

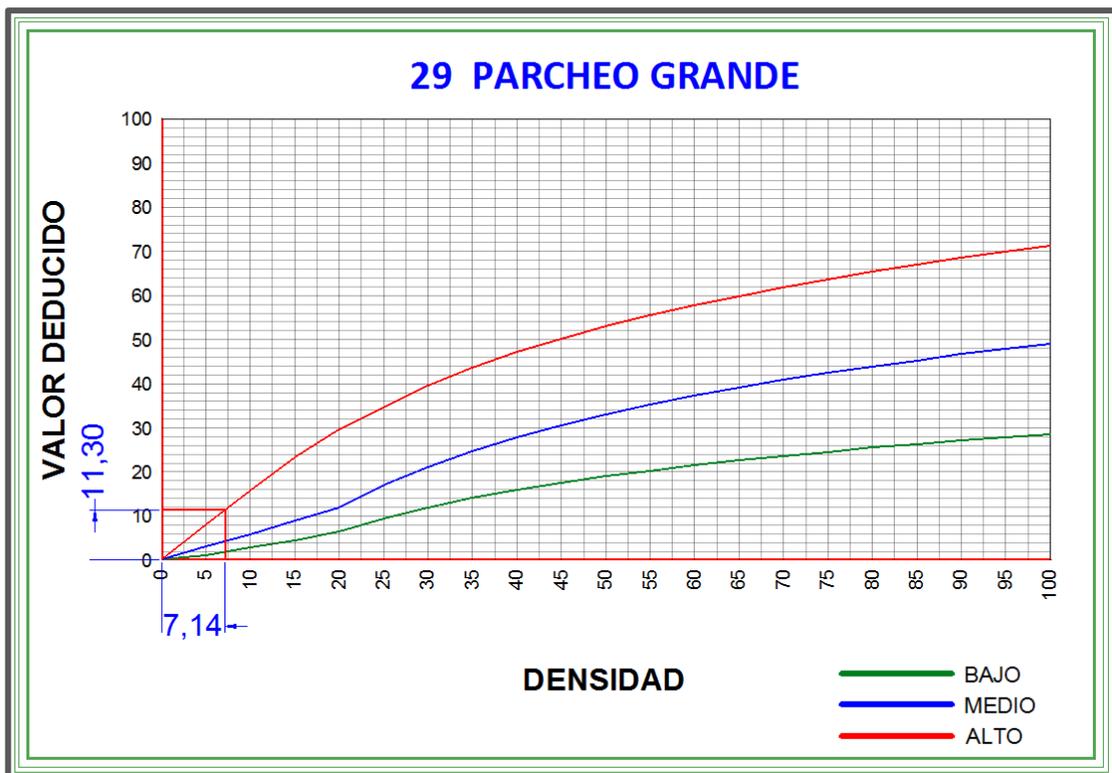


Gráfico 4-49: Abaco para el cálculo del valor deducido falla parcheo grande UM 07.

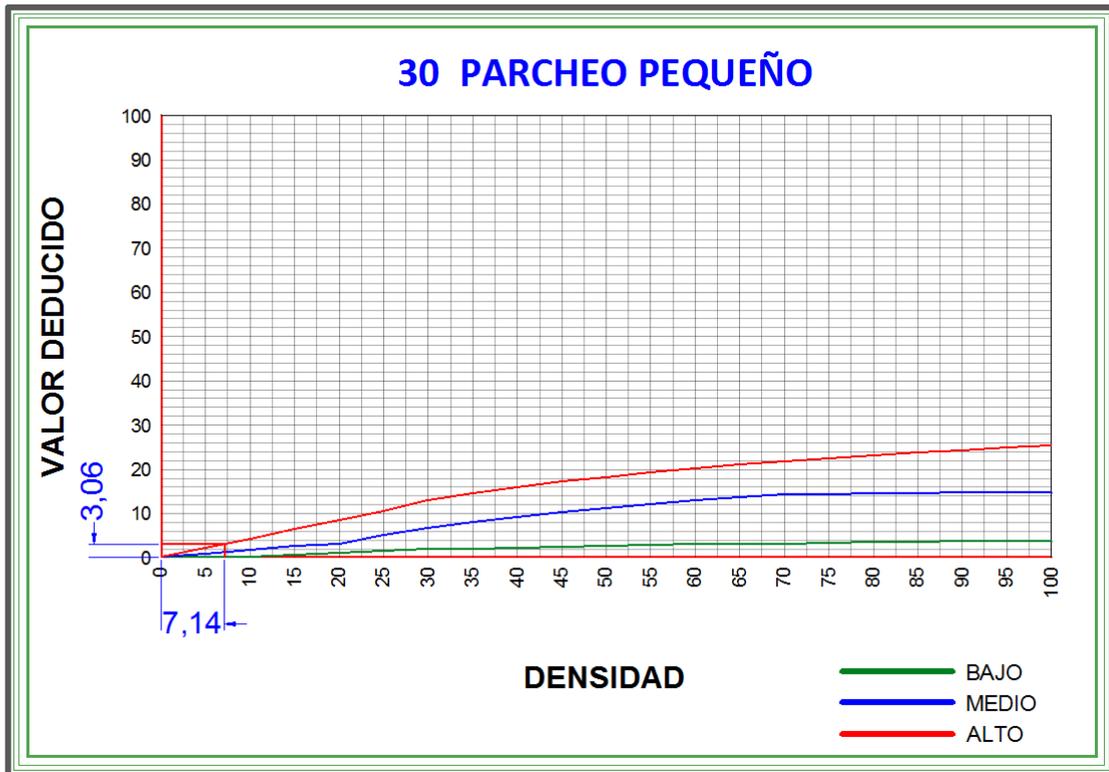


Gráfico 4-50: Abaco para el cálculo del valor deducido falla parcheo pequeño UM 07.

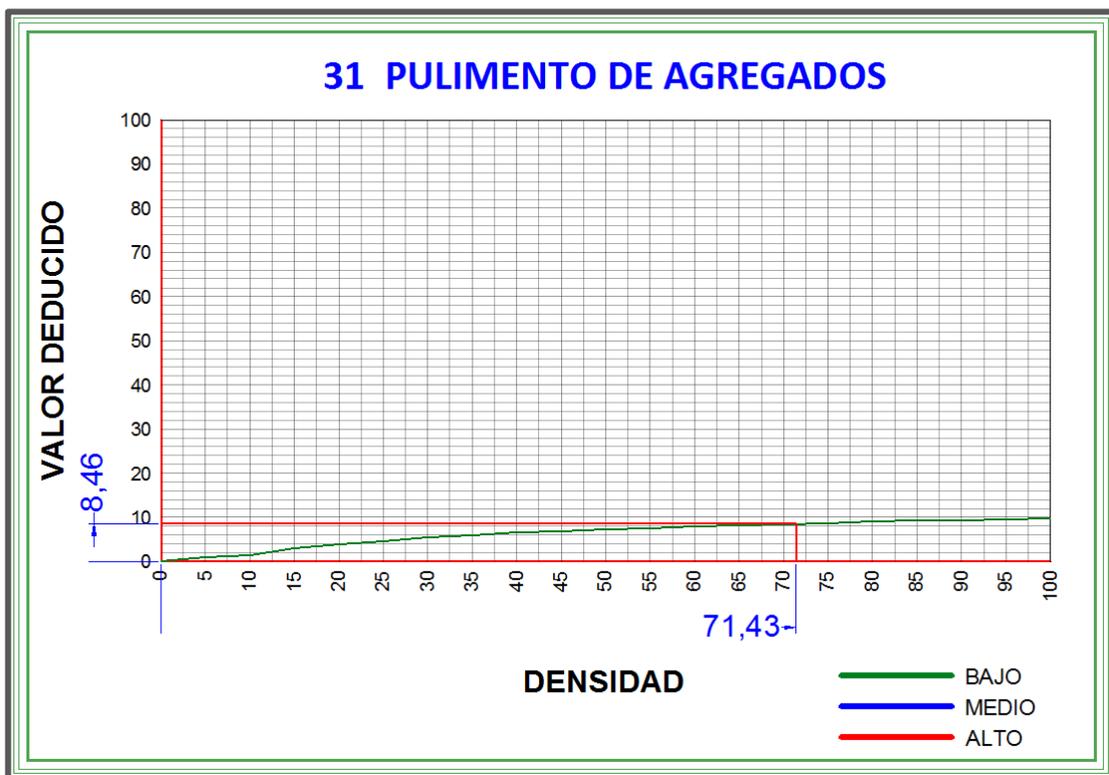


Gráfico 4-51: Abaco para el cálculo del valor deducido falla pulimento de agregados UM 07.

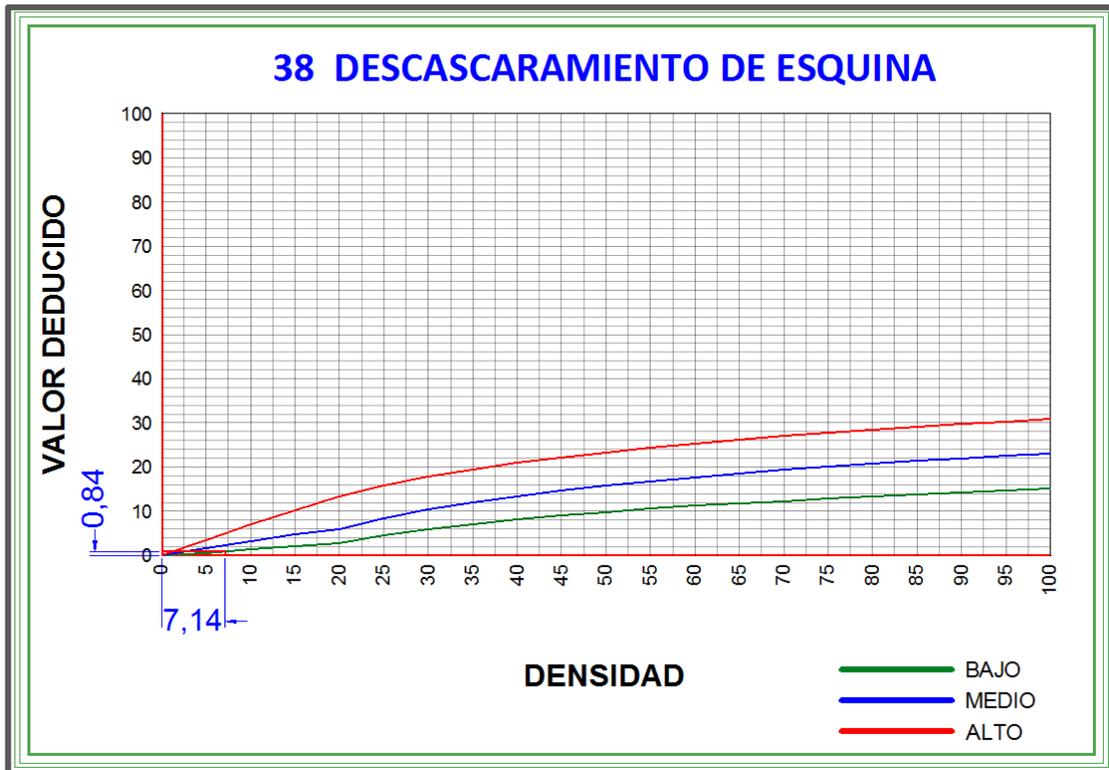


Gráfico 4-52: Abaco para el cálculo del valor deducido falla descascaramiento de esquina UM 07.

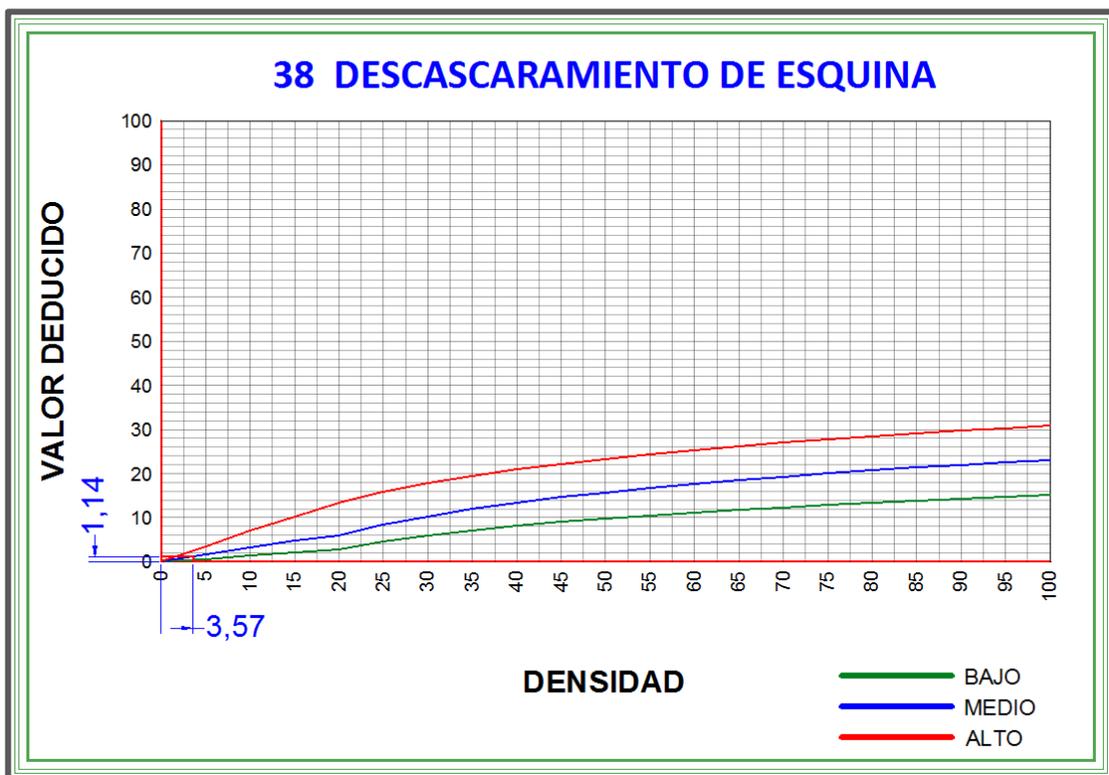


Gráfico 4-53: Abaco para el cálculo del valor deducido falla descascaramiento de esquina UM 07.

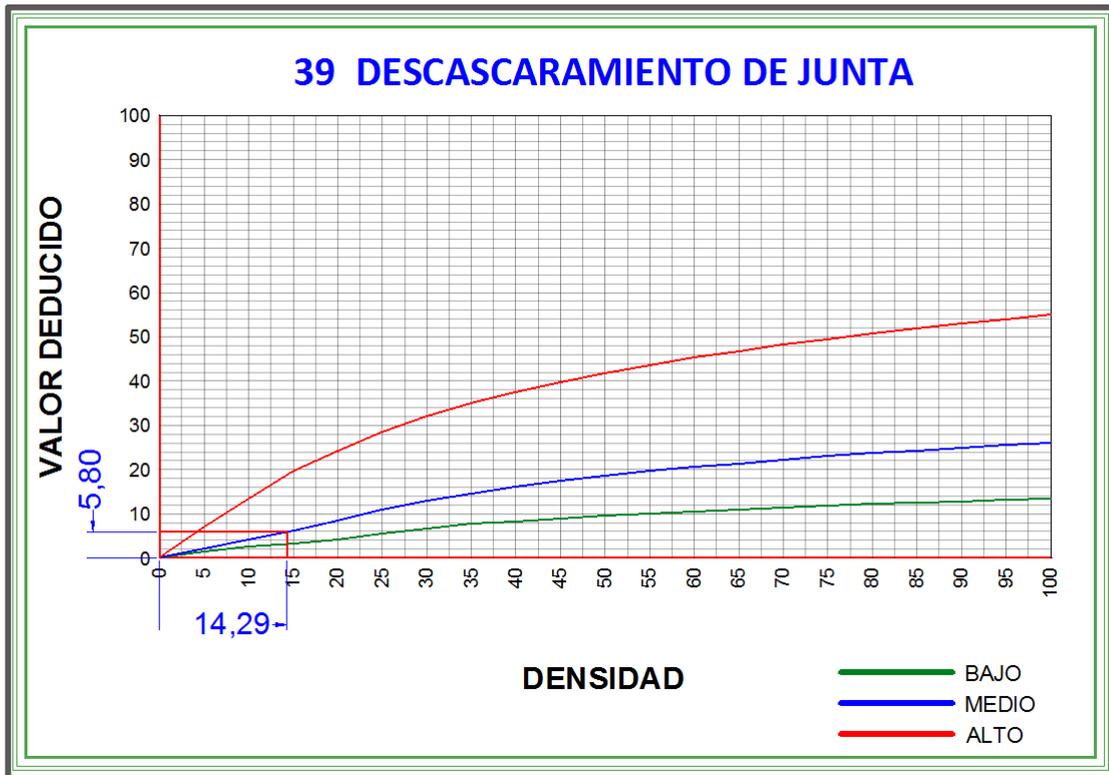


Gráfico 4-54: Abaco para el cálculo del valor deducido falla descascaramiento de junta UM 07.

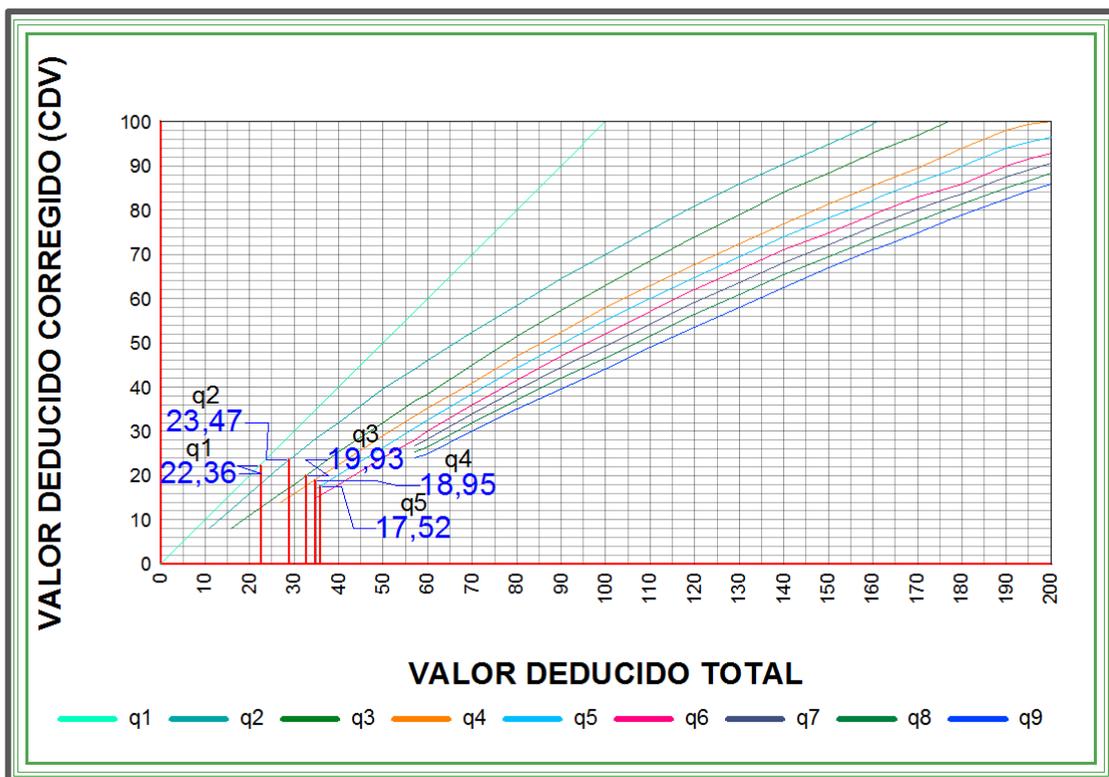


Gráfico 4-55: Abaco para el cálculo de los valores deducidos corregidos UM 07.

H. CALCULO DEL PCI UNIDAD DE MUESTRA N° 08.

Cuadro 4-23: Datos generales y esquema de la UM 08.

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE					
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) CARRETERAS CON SUPERFICIE DE CEMENTO HIDRÁULICO					
NOMBRE DE LA VIA =	JR. ADOLFO MOREY		EVALUADO POR:	Bach: Walter A. Villavicencio Cuenca	
FECHA =			Abscisa inicial =	0+352.80	TRAMO: 8
			Abscisa final =	0+406.70	N° DE LOSAS: 28
ESQUEMA:					
TRAMO 8 Abscisa Inicial = 0 + 352.80 Abscisa Final = 0 + 406.70					

Fuente: Elaboración propia. 2017.

Cuadro 4-24: Tipo de fallas, severidad, densidad y valores deducidos de la UM 08.

TIPO DE FALLA			N° Falla	Severidad	N° losas	Densidad (%)	Valor Deducido	
21	Blowup /Buckling	31	Pulimento de Aregados	25	1	4	14.29	4.76
22	Grieta de Esquina	32	Popouts	26	2	28	100.00	4.00
23	Losa Dividida	33	Bombeo	27	1	5	17.86	1.83
24	Grieta de Durabilidad "D"	34	Punzonamiento	27	2	6	21.43	8.86
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea	28	1	2	7.14	4.36
26	Sello de Junta	36	Desconchamiento / Mapa de Grietas /	29	3	2	7.14	11.30
27	Desnivel Carril / Berma	37	Grietas de Retracción	31		16	57.14	7.63
28	Grietas Lineales	38	Descascaramiento de Esquina	37	1	2	7.14	0.00
29	Parcheo grande	39	Descascaramiento de Junta	38	1	2	7.14	0.84
30	Parcheo pequeño			39	1	3	10.71	2.51
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$				Numero de deducidos > 2(q) =		10.00		
				Valor deducido mas alto (HDV _i) =		11.30		
				N° admisible de deducidos (m _i) =		9.15		

Fuente: Elaboracion propia. 2017.

Cuadro 4-25: Obtención del Máximo Valor Deducido Corregido UM 08.

CALCULO DEL PCI											
N°	VALORES DEDUCIDOS								TOTAL	qi	CDV
1	11.30	8.86	7.63	4.76	4.36	4.00	2.51	1.83	46.09	7	0.00
2	11.30	8.86	7.63	4.76	4.36	4.00	2.00	1.83	45.57	6	21.34
3	11.30	8.86	7.63	4.76	4.36	2.00	2.00	1.83	43.57	5	22.34
4	11.30	8.86	7.63	4.76	2.00	2.00	2.00	1.83	41.21	4	23.29
5	11.30	8.86	7.63	2.00	2.00	2.00	2.00	1.83	38.46	3	24.26
6	11.30	8.86	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.83	32.83	2	26.76
7	11.30	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.83	25.97	1	25.97
									Max CDV=		26.76
PCI =		100 - MAX CDV									
PCI =		73.24									
								CLASIFICACIÓN=	MUY BUENO		

Fuente: Elaboracion propia. 2017.

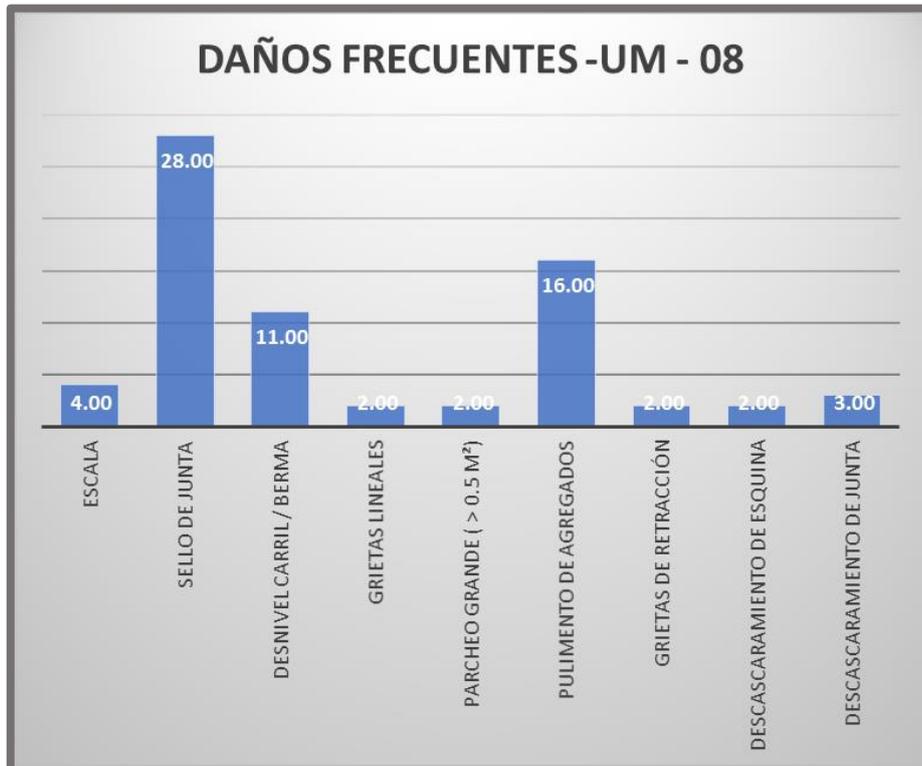


Gráfico 4-56: Daños frecuentes UM 08. Fuente: Elaboracion propia. 2017.

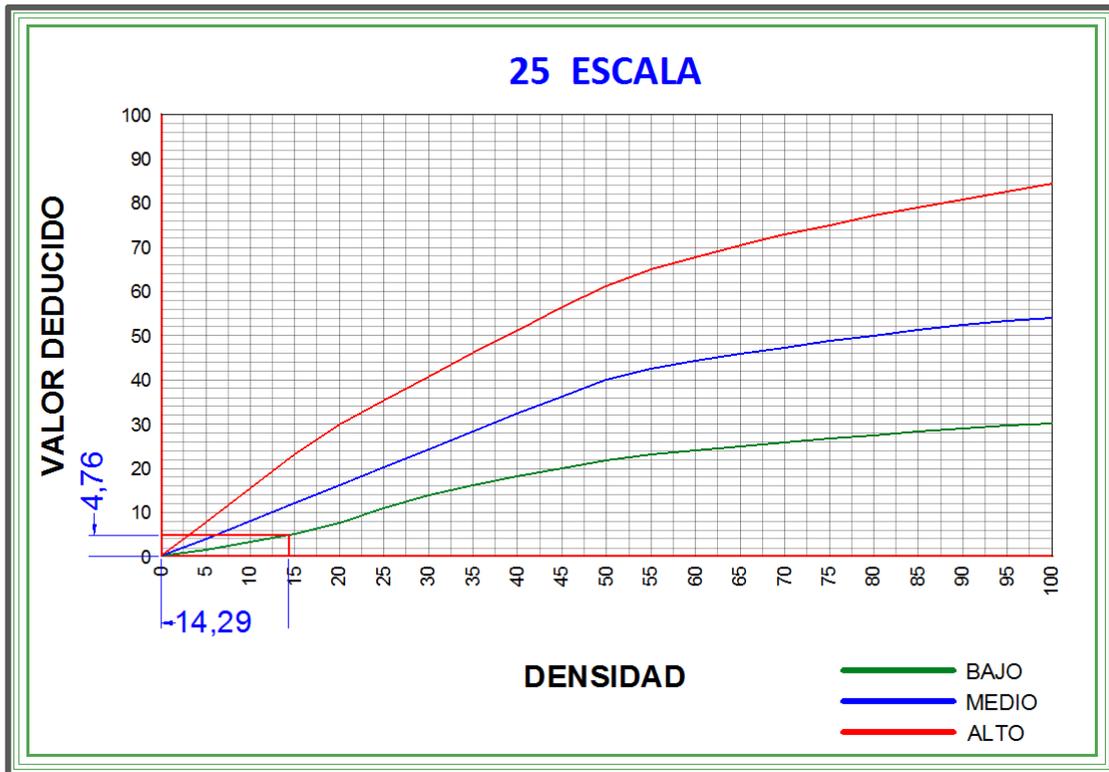


Gráfico 4-57: Abaco para el cálculo del valor deducido falla escala UM 08.

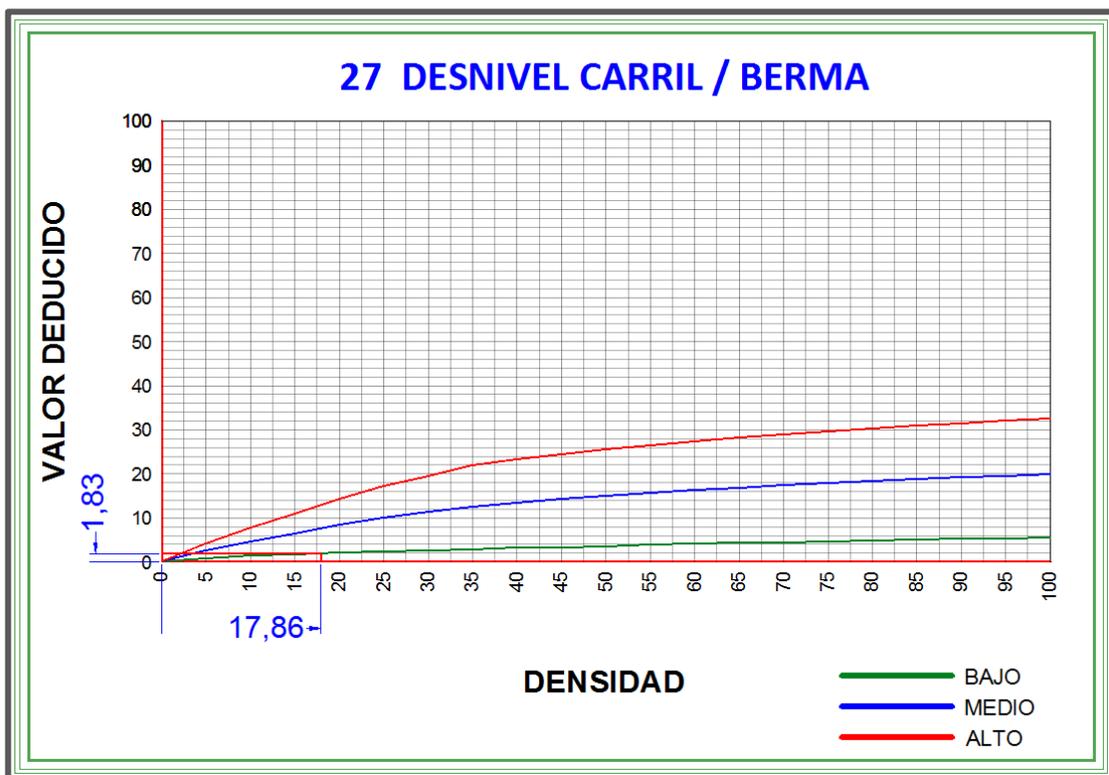


Gráfico 4-58: Abaco para el cálculo del valor deducido falla desnivel carril/berma UM 08.

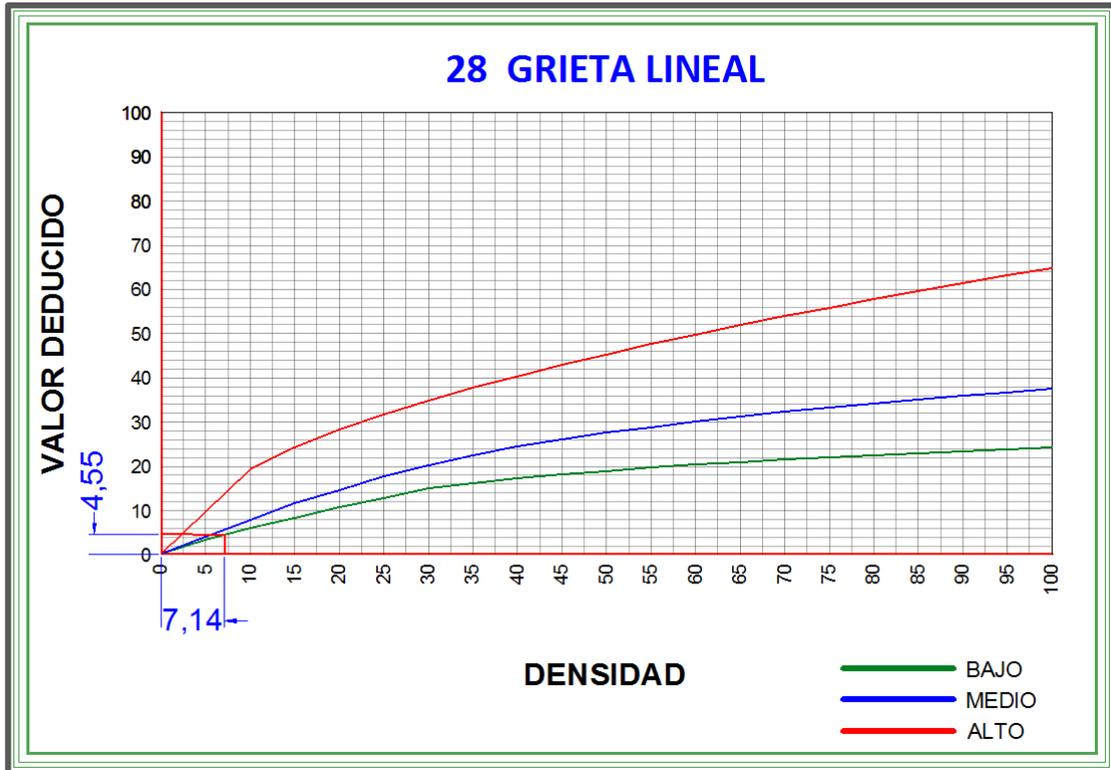


Gráfico 4-59: Abaco para el cálculo del valor deducido falla grieta lineal UM 08.

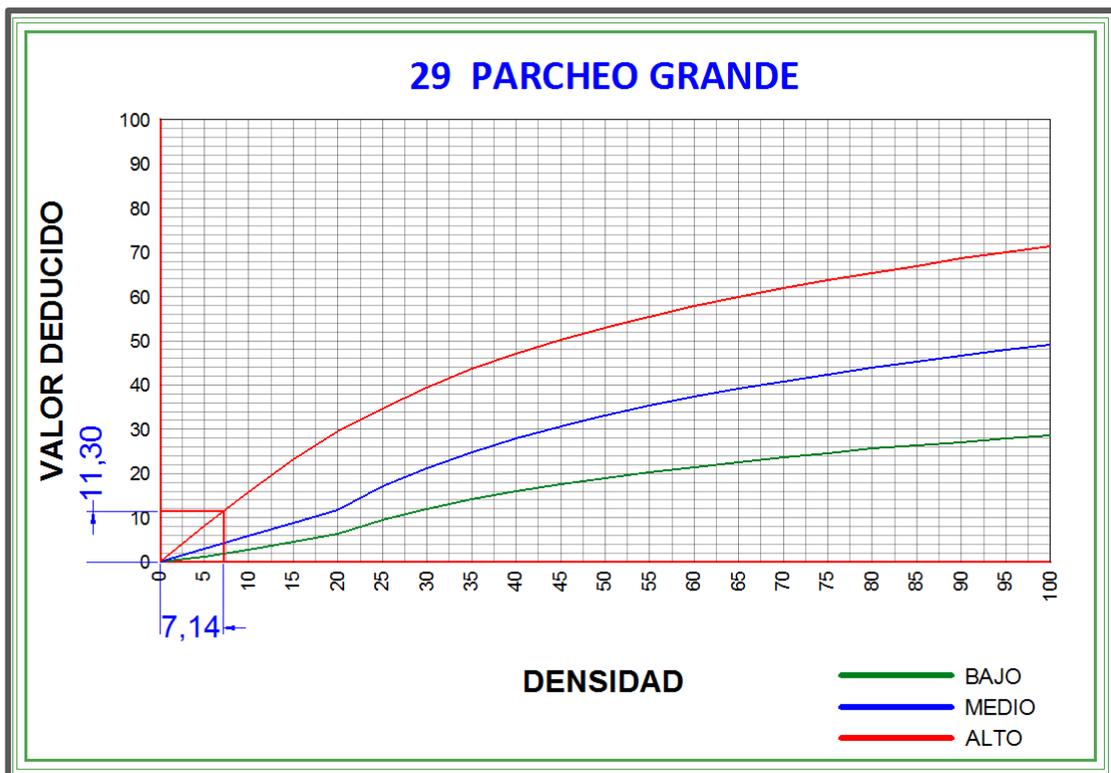


Gráfico 4-60: Abaco para el cálculo del valor deducido falla parcheo grande UM 08.

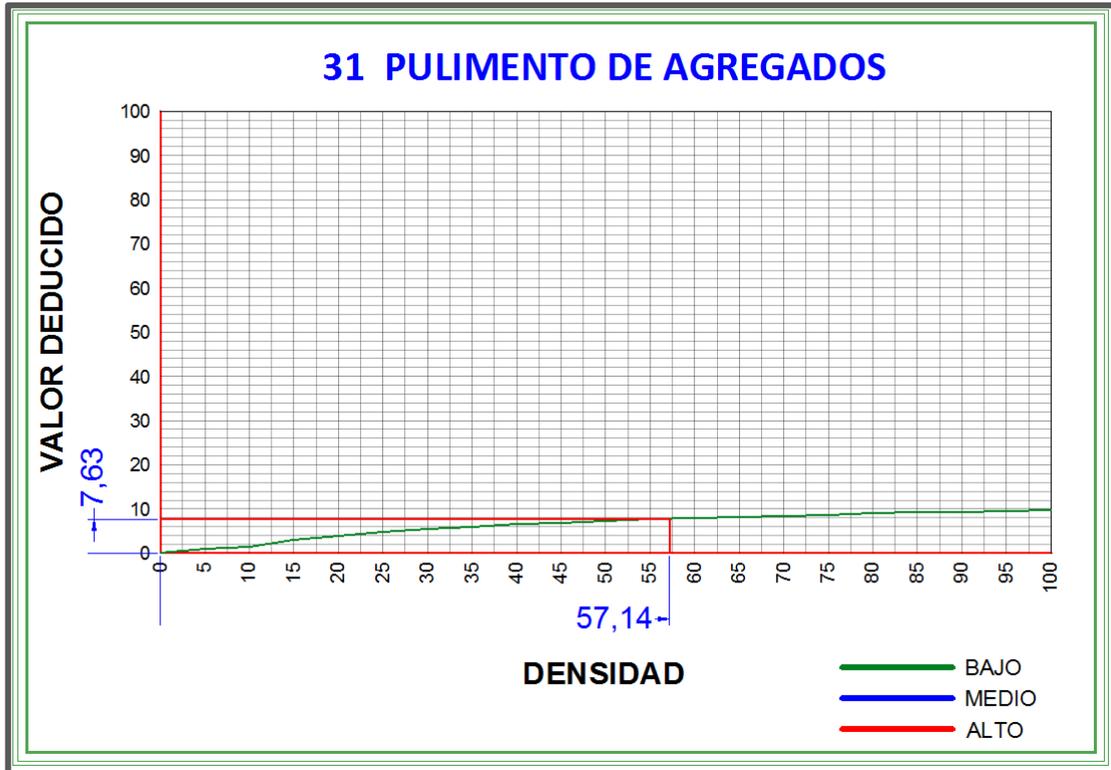


Gráfico 4-61: Abaco para el cálculo del valor deducido falla pulimento de agregados UM 08.

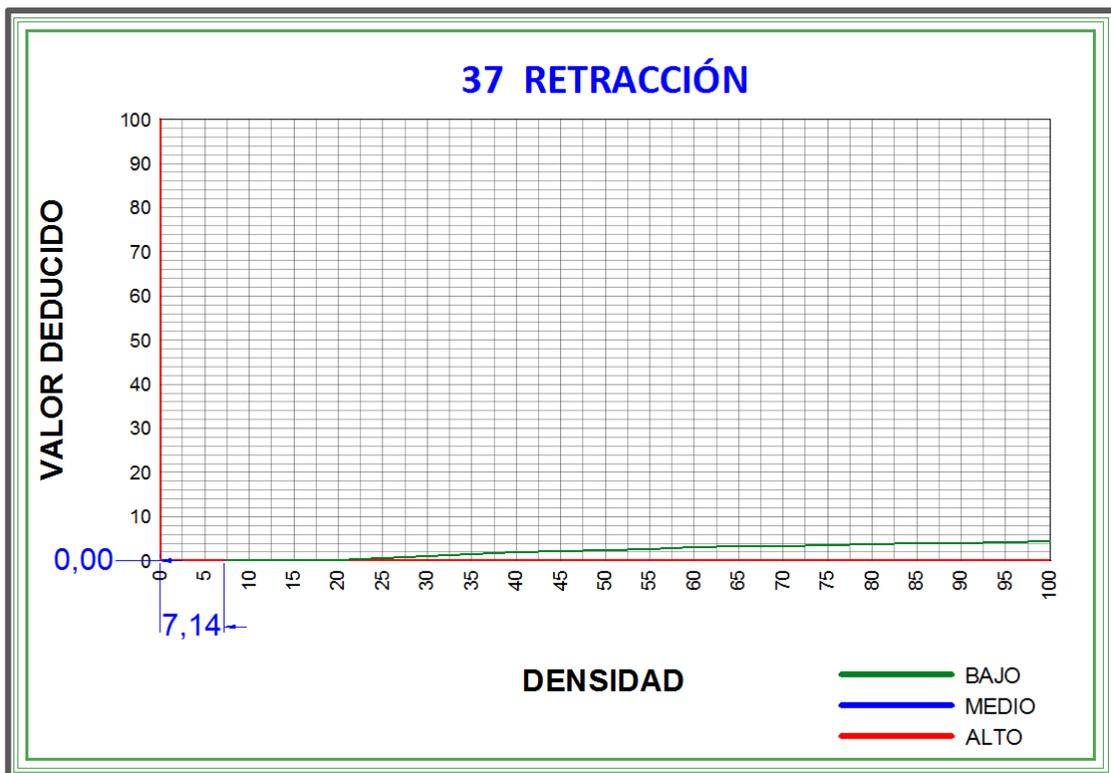


Gráfico 4-62: Abaco para el cálculo del valor deducido falla retracción UM 08.

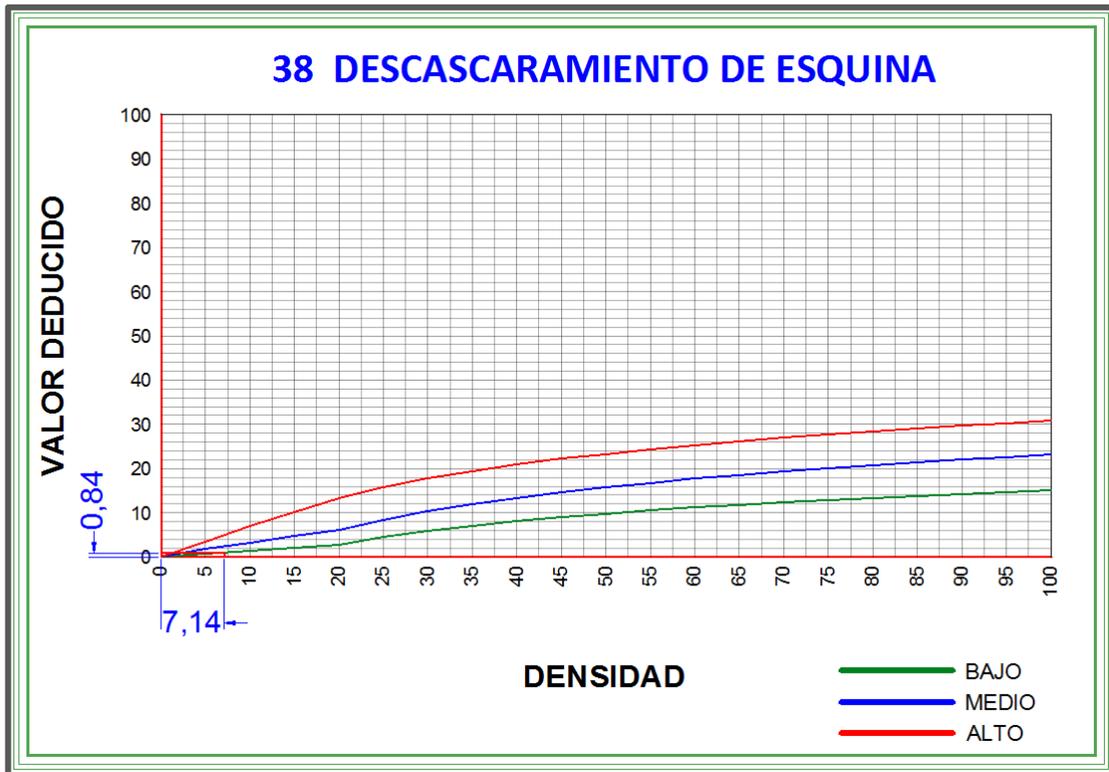


Gráfico 4-63: Abaco para el cálculo del valor deducido falla descascaramiento de esquina UM 08.

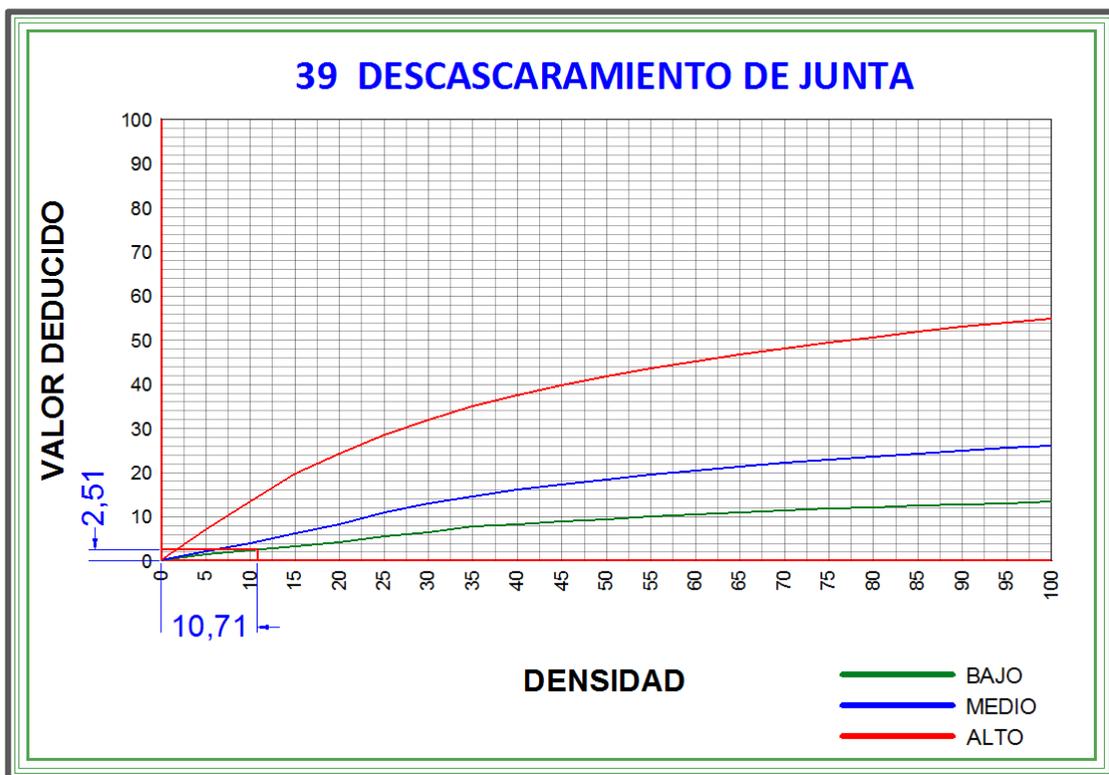


Gráfico 4-64: Abaco para el cálculo del valor deducido falla descascaramiento de junta UM 08.

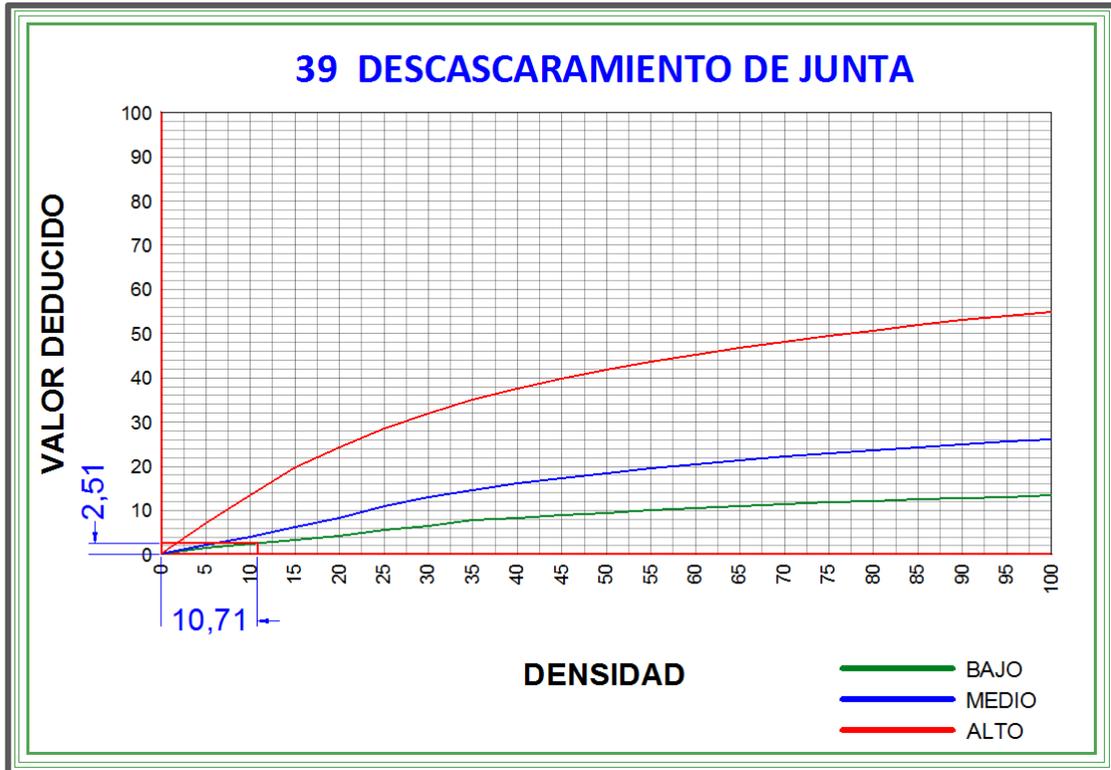


Gráfico 4-65: Abaco para el cálculo del valor deducido falla descascaramiento de junta UM 08.

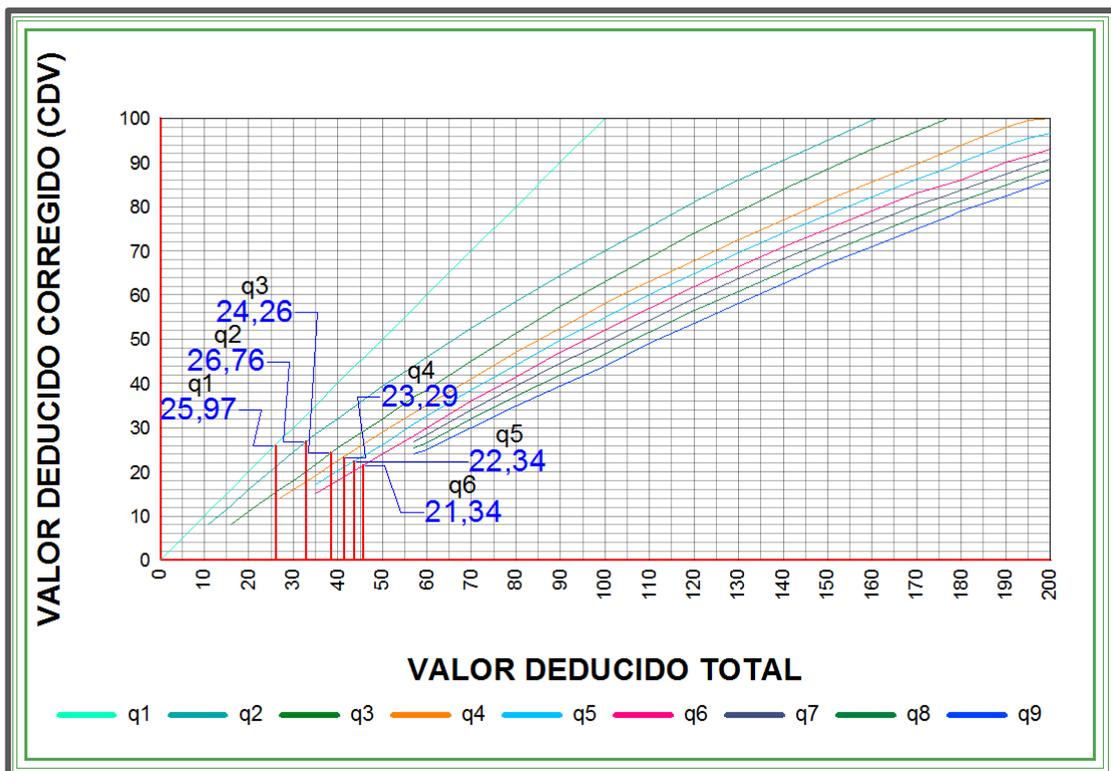


Gráfico 4-66: Abaco para el cálculo de los valores deducidos corregidos UM 08.

I. CALCULO DEL PCI UNIDAD DE MUESTRA N° 09.

Cuadro 4-26: Datos generales y esquema de la UM 09.

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE					
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) CARRETERAS CON SUPERFICIE DE CEMENTO HIDRÁULICO					
NOMBRE DE LA VIA =	JR. ADOLFO MOREY	EVALUADO POR:	Bach: Walter A. Villavicencio Cuenca		
FECHA =		Abscisa inicial =	0+406.70	TRAMO:	9
		Abscisa final =	0+459.10	N° DE LOSAS:	28
ESQUEMA:					
<p style="text-align: center;">TRAMO 9 Abscisa Inicial = 0 + 406.70 Abscisa Final = 0 + 459.10</p>					

Fuente: Elaboracion propia. 2017.

Cuadro 4-27: Tipo de fallas, severidad, densidad y valores deducidos de la UM 09.

TIPO DE FALLA		N° Falla	Severidad	N° losas	Densidad (%)	Valor Deducido		
21	Blowup /Buckling	31	Pulimento de Agregados	25	1	5	17.86	6.43
22	Grieta de Esquina	32	Popouts	26	2	28	100.00	4.00
23	Losa Dividida	33	Bombeo	27	1	4	14.29	1.56
24	Grieta de Durabilidad "D"	34	Punzonamiento	27	2	17	60.71	16.29
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea	28	1	2	7.14	4.36
26	Sello de Junta	36	Desconchamiento / Mapa de Grietas /	29	2	1	3.57	2.07
27	Desnivel Carril / Berma	37	Grietas de Retracción	31		23	82.14	8.99
28	Grietas Lineales	38	Descascaramiento de Esquina	37	1	2	7.14	0.00
29	Parcheo grande	39	Descascaramiento de Junta	38	1	2	7.14	0.84
30	Parcheo pequeño			39	1	1	3.57	1.00
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$				Numero de deducidos > 2(q) =		10.00		
				Valor deducido mas alto (HDV _i) =		16.29		
				N° admisible de deducidos (m _i) =		8.69		

Fuente: Elaboracion propia. 2017.

Cuadro 4-28: Obtención del Máximo Valor Deducido Corregido UM 09.

CALCULO DEL PCI											
N°	VALORES DEDUCIDOS								TOTAL	qi	CDV
1	16.29	8.99	6.43	4.36	4.00	2.07	1.56	1.00	44.69	6	21.32
2	16.29	8.99	6.43	4.36	4.00	2.00	1.56	1.00	44.61	5	23.48
3	16.29	8.99	6.43	4.36	2.00	2.00	1.56	1.00	42.61	4	24.75
4	16.29	8.99	6.43	2.00	2.00	2.00	1.56	1.00	40.26	3	26.13
5	16.29	8.99	2.00	2.00	2.00	2.00	1.56	1.00	35.83	2	29.08
5	16.29	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.56	1.00	28.84	1	28.84
									Max CDV=		29.08

PCI =	100 - MAX CDV
PCI =	70.92

CLASIFICACIÓN=	MUY BUENO
-----------------------	------------------

Fuente: Elaboracion propia. 2017.

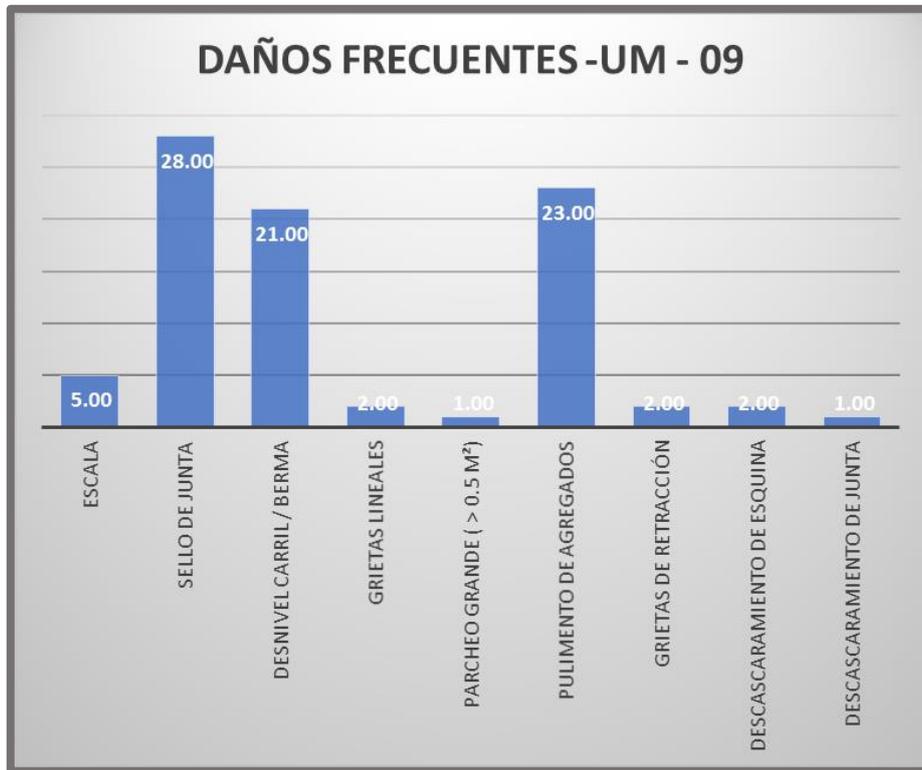


Gráfico 4-67: Daños frecuentes UM 09. **Fuente:** Elaboracion propia.

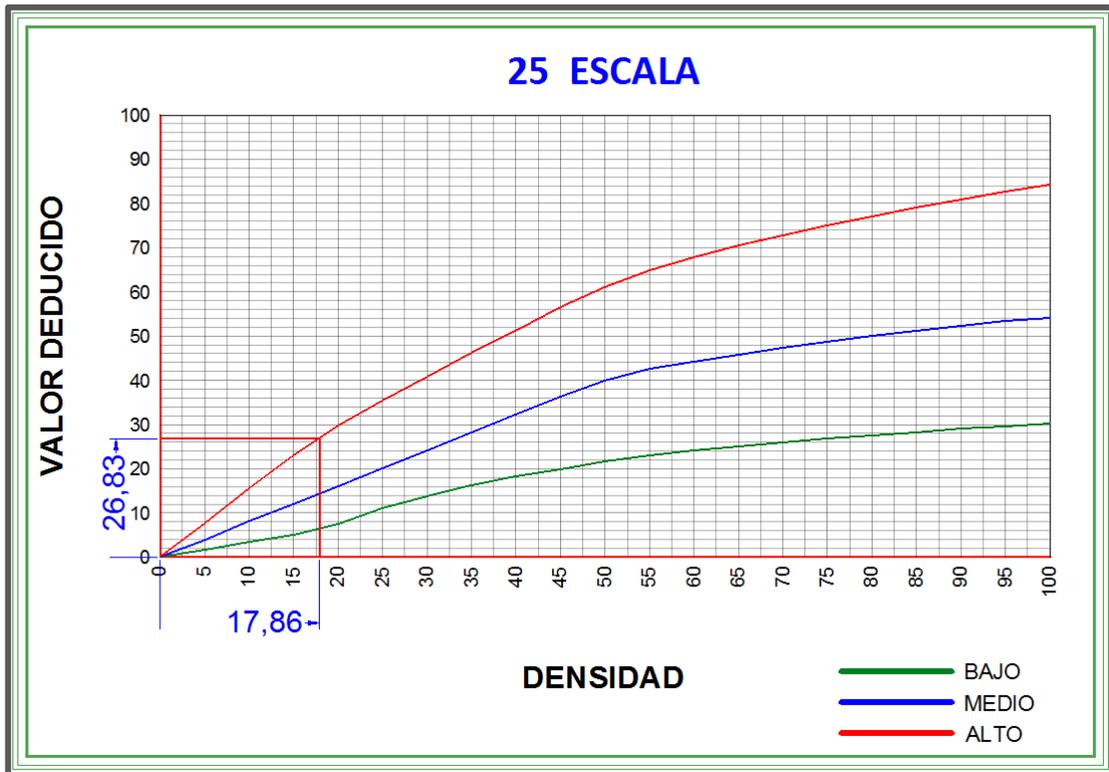


Gráfico 4-68: Abaco para el cálculo del valor deducido falla escala UM 09.

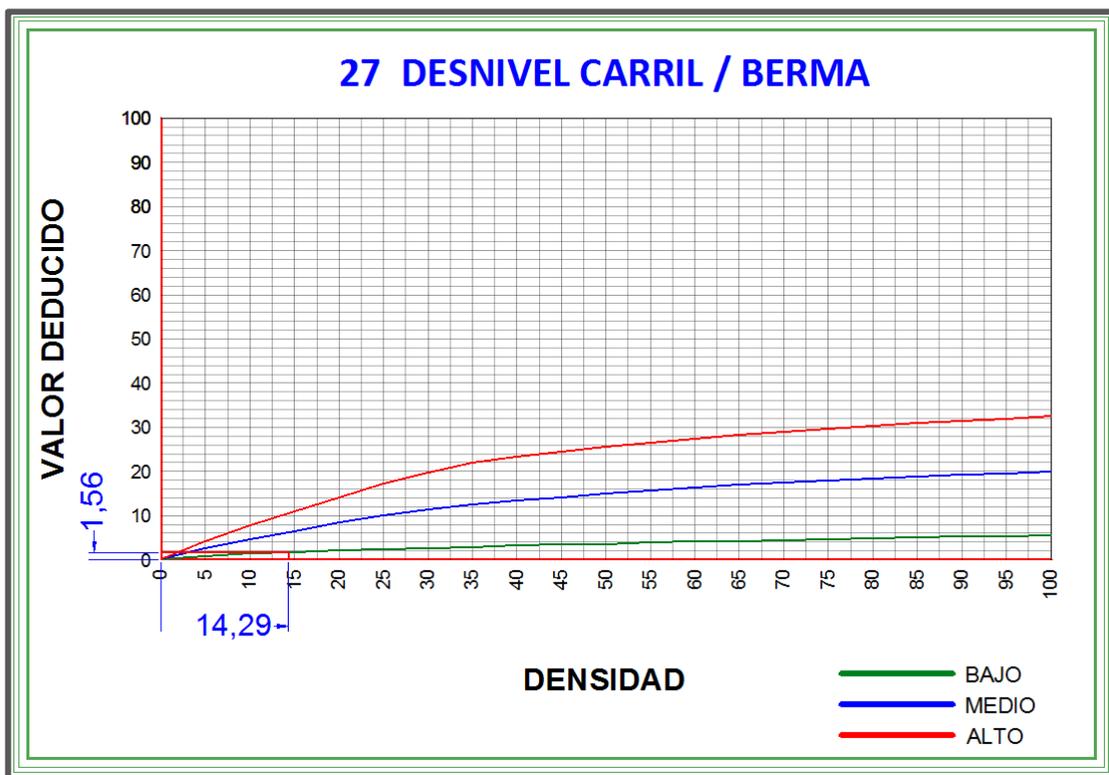


Gráfico 4-69: Abaco para el cálculo del valor deducido falla desnivel carril/berma UM 09.

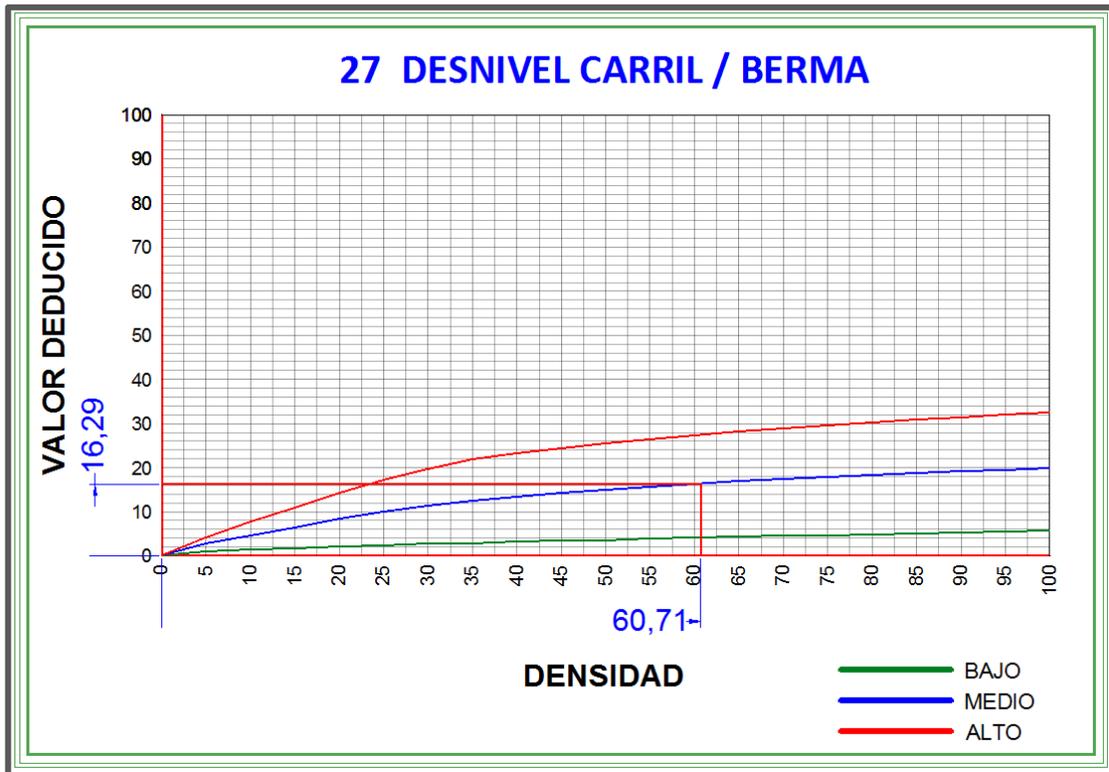


Gráfico 4-70: Abaco para el cálculo del valor deducido falla desnivel carril / berma UM 09.

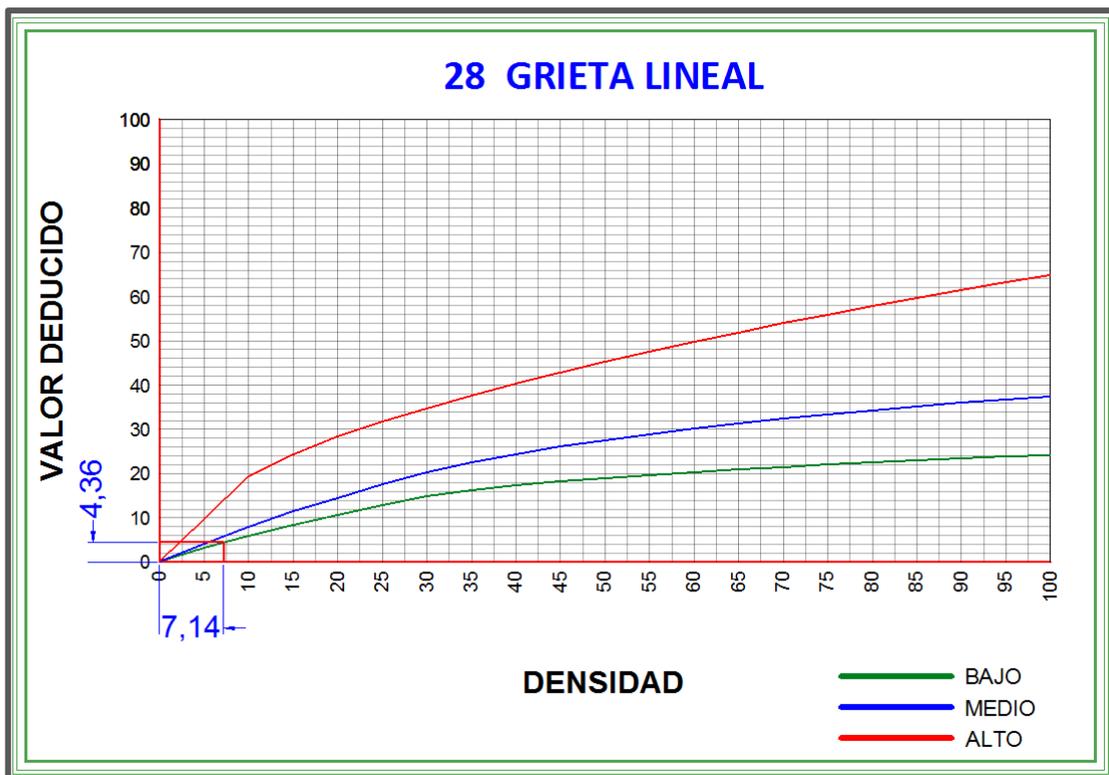


Gráfico 4-71: Abaco para el cálculo del valor deducido falla grieta lineal UM 09.

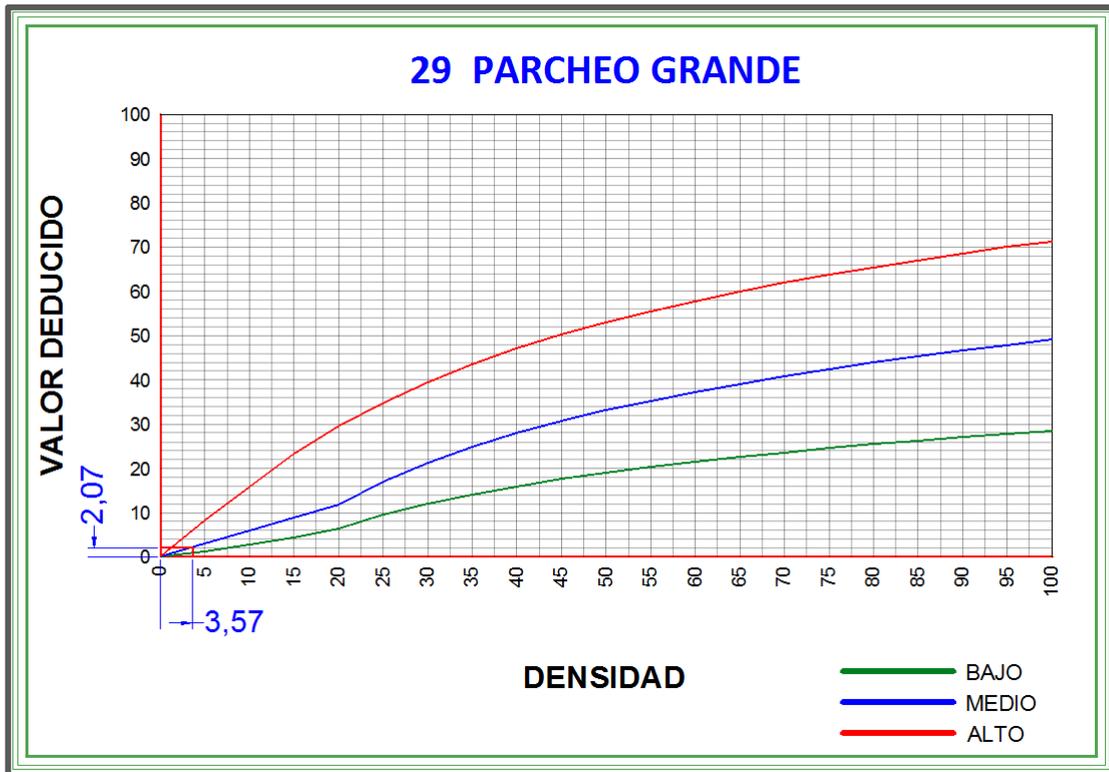


Gráfico 4-72: Abaco para el cálculo del valor deducido falla parcheo grande UM 09.

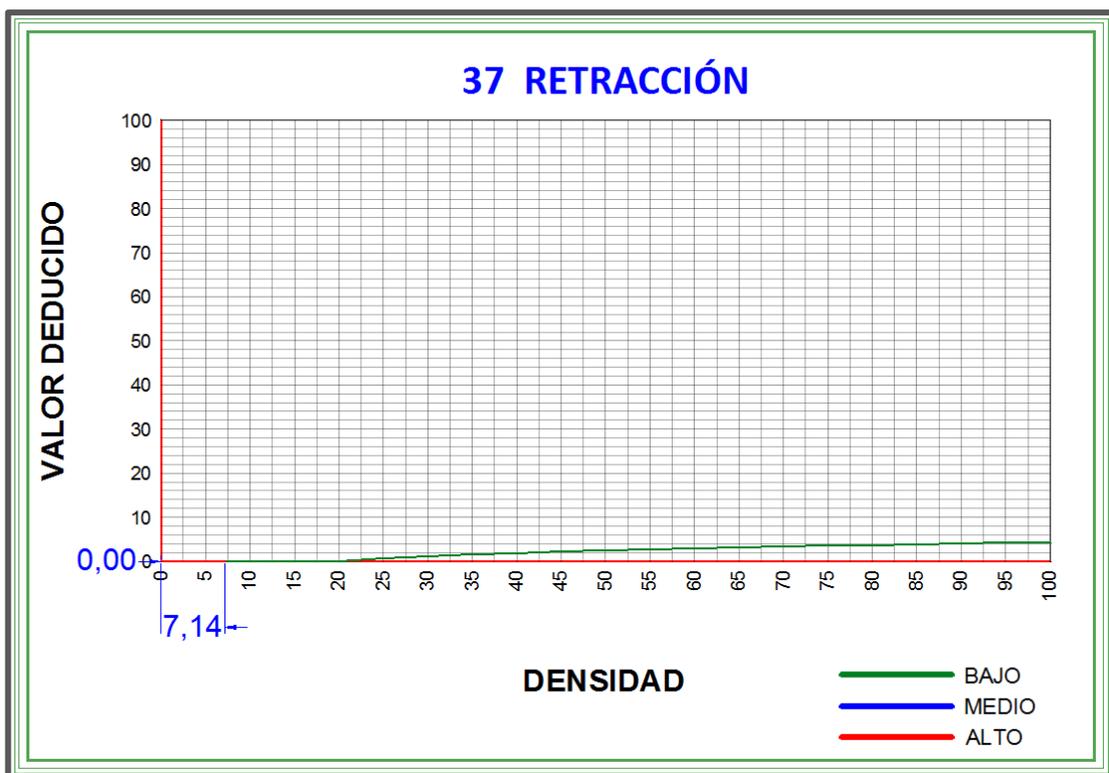


Gráfico 4-73: Abaco para el cálculo del valor deducido falla retracción UM 09.

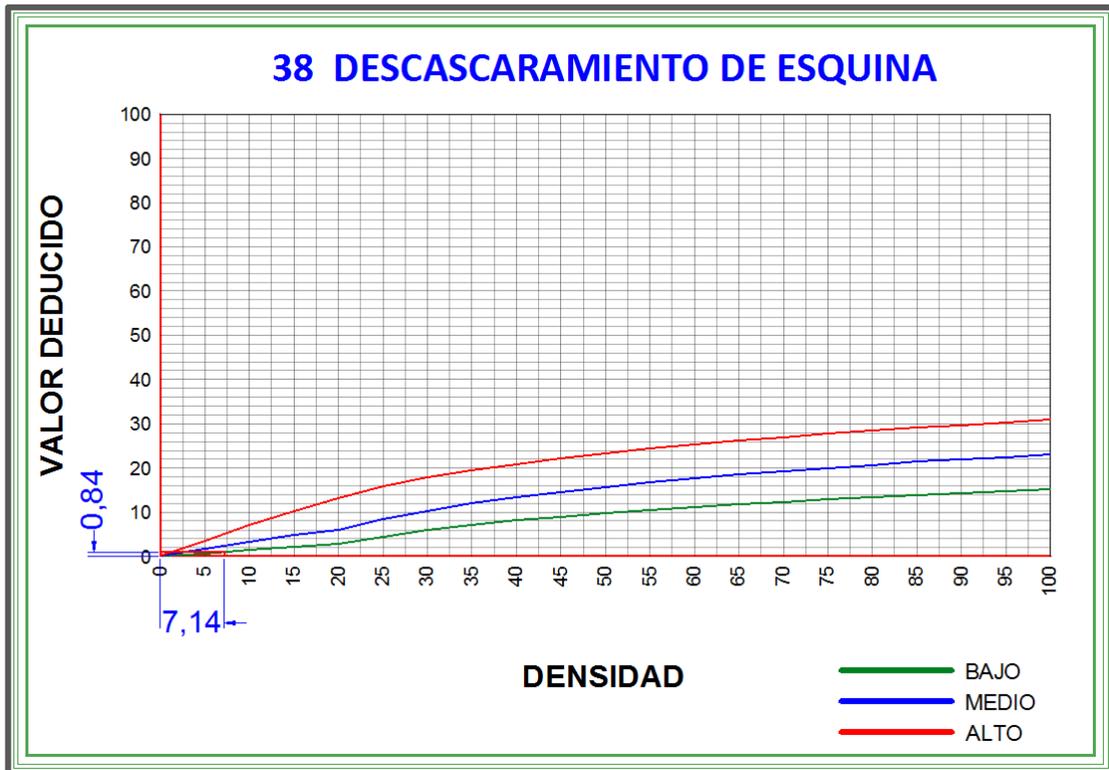


Gráfico 4-74: Abaco para el cálculo del valor deducido falla descascaramiento de esquina UM 09.

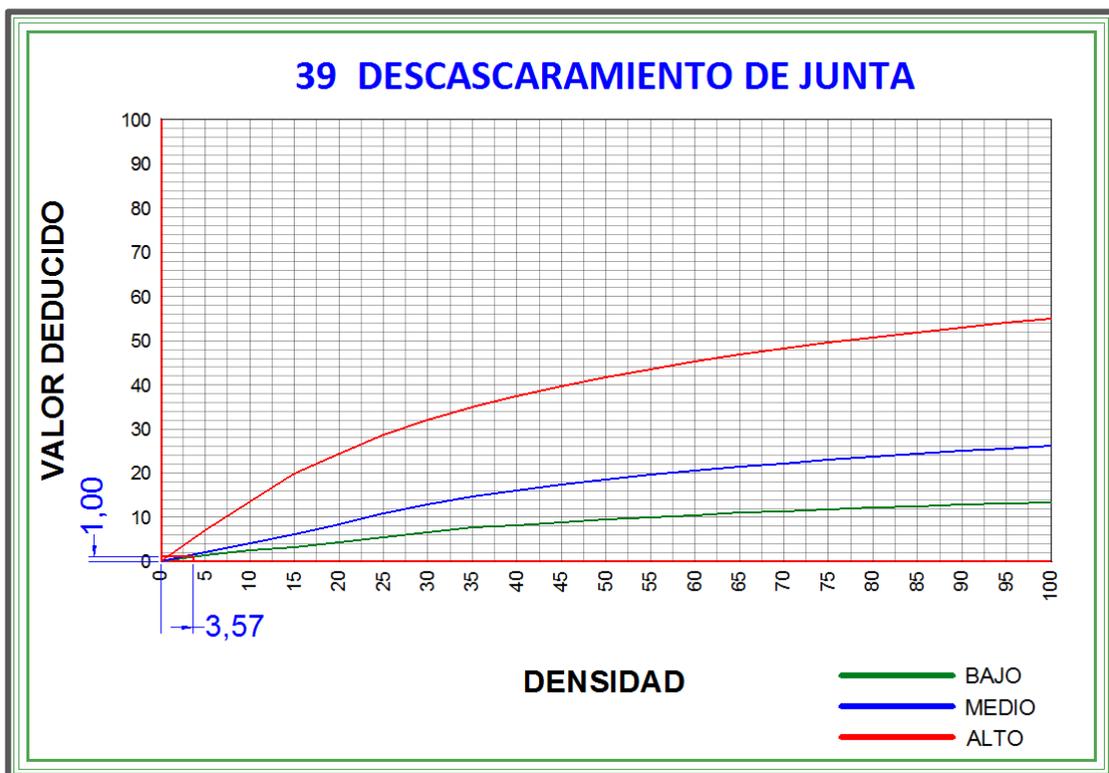


Gráfico 4-75: Abaco para el cálculo del valor deducido falla descascaramiento de junta UM 09.

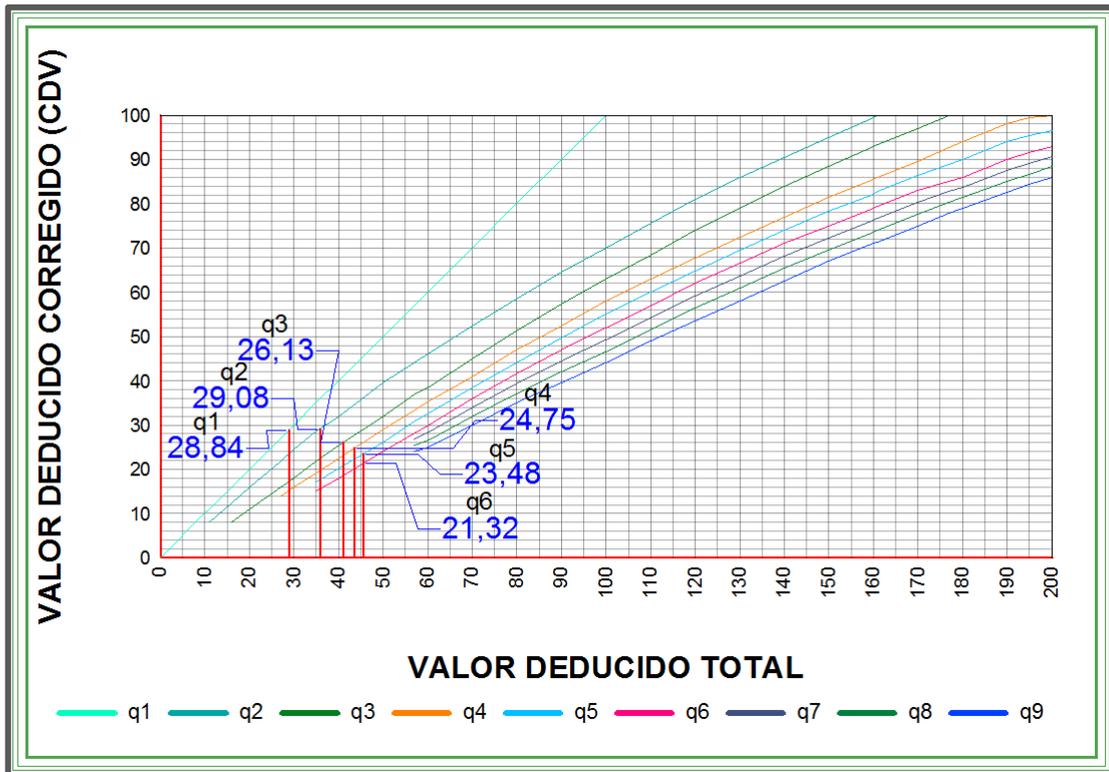


Gráfico 4-76: Abaco para el cálculo de los valores deducidos corregidos UM 09

J. CALCULO DEL PCI UNIDAD DE MUESTRA N° 10.

Cuadro 4-29: Datos generales y esquema de la UM 10.

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE					
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) CARRETERAS CON SUPERFICIE DE CEMENTO HIDRÁULICO					
NOMBRE DE LA VIA =	JR. ADOLFO MOREY		EVALUADO POR:	Bach: Walter A. Villavicencio Cuenca	
FECHA =			Abscisa inicial =	0+459.10	TRAMO: 10
			Abscisa final =	0+512.55	N° DE LOSAS: 28
ESQUEMA:					
TRAMO 10 Abscisa Inicial = 0 + 459.10 Abscisa Final = 0 + 512.55					

Fuente: Elaboracion propia. 2017.

Cuadro 4-30: Tipo de fallas, severidad, densidad y valores deducidos de la UM 10.

TIPO DE FALLA			N° Falla	Severidad	N° losas	Densidad (%)	Valor Deducido	
21	Blowup /Buckling	31	Pulimento de Agregados	25	1	8	28.57	12.90
22	Grieta de Esquina	32	Popouts	26	2	28	100.00	4.00
23	Losa Dividida	33	Bombeo	27	2	4	14.29	6.14
24	Grieta de Durabilidad "D"	34	Punzonamiento	28	1	1	3.57	2.29
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea	31		25	89.29	9.27
26	Sello de Junta	36	Desconchamiento / Mapa de Grietas /	38	1	4	14.29	1.90
27	Desnivel Carril / Berma	37	Grietas de Retracción	39	1	2	7.14	1.83
28	Grietas Lineales	38	Descascaramiento de Esquina					
29	Parqueo grande	39	Descascaramiento de Junta			72		
30	Parqueo pequeño							
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$							Numero de deducidos > 2(q) =	10.00
							Valor deducido mas alto (HDV _i) =	12.90
							N° admisible de deducidos (m _i) =	9.00

Fuente: Elaboracion propia. 2017.

Cuadro 4-31: Obtención del Máximo Valor Deducido Corregido UM 10.

CALCULO DEL PCI											
N°	VALORES DEDUCIDOS								TOTAL	qi	CDV
1	12.90	9.27	6.14	4.00	2.29	1.90	1.83		38.33	5	19.16
2	12.90	9.27	6.14	4.00	2.00	1.90	1.56		37.77	4	21.03
3	12.90	9.27	6.14	2.00	2.00	1.90	1.56		35.77	3	22.27
4	12.90	9.27	2.00	2.00	2.00	1.90	1.56		31.63	2	25.80
5	12.90	2.00	2.00	2.00	2.00	1.90	1.56		24.36	1	24.36
									Max CDV=		25.80
PCI =		100 - MAX CDV									
PCI =		74.20									
CLASIFICACIÓN=					MUY BUENO						

Fuente: Elaboracion propia. 2017.

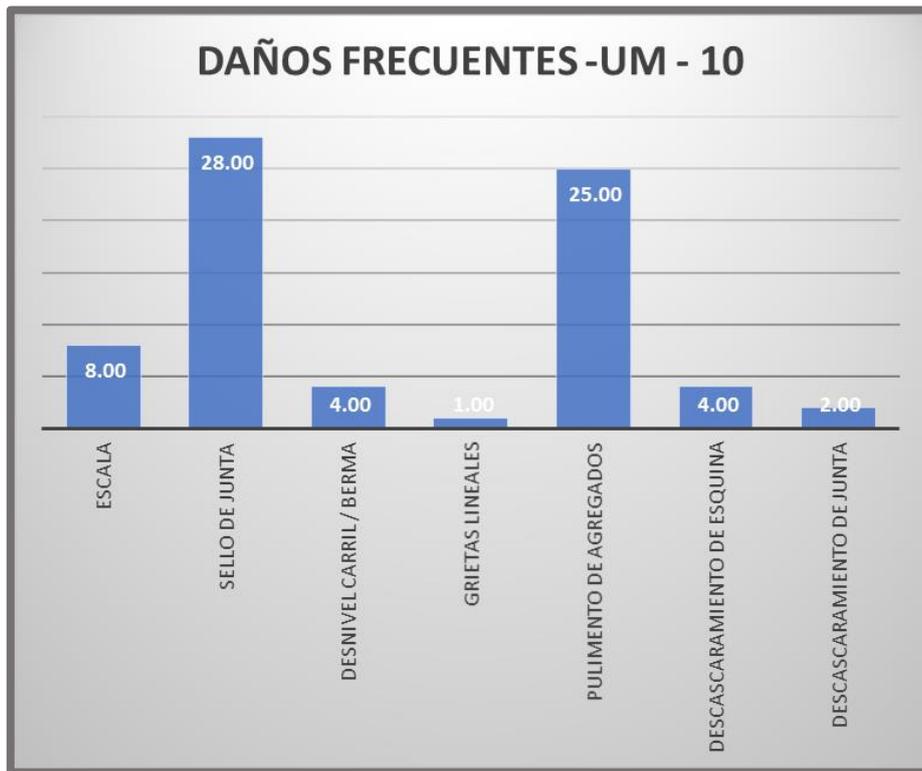


Gráfico 4-77: Daños frecuentes UM 10. **Fuente:** Elaboracion propia. 2017.

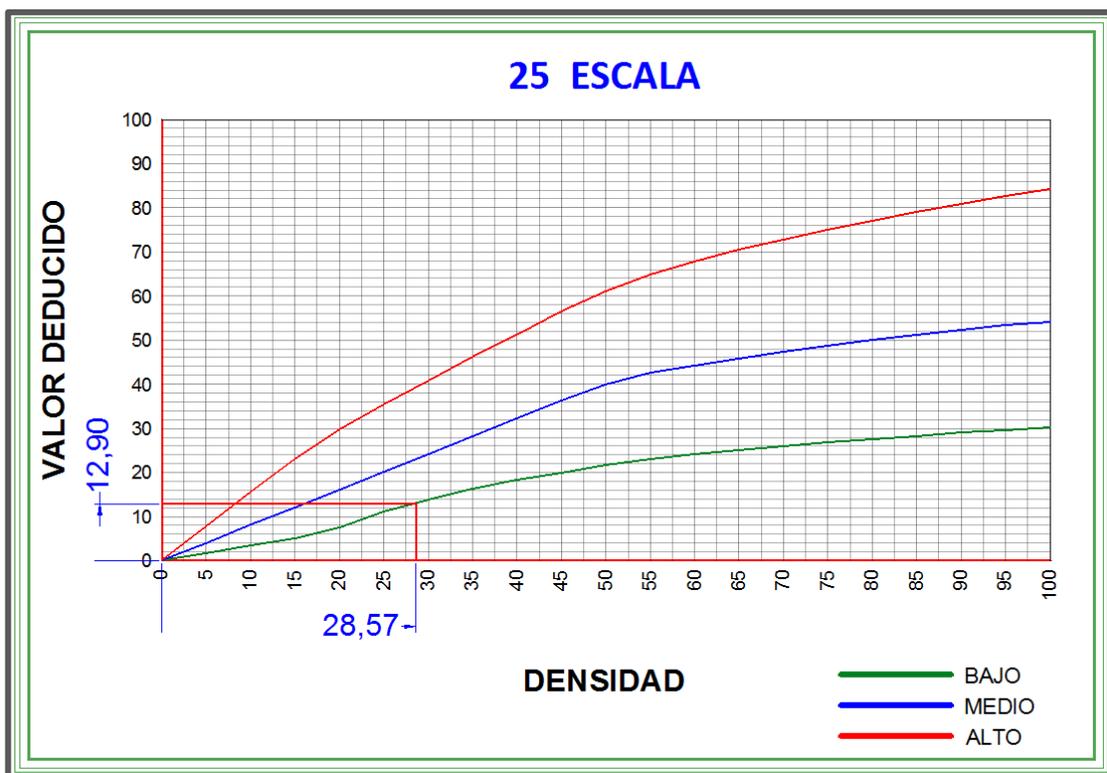


Gráfico 4-78: Abaco para el cálculo del valor deducido falla escala UM 10.

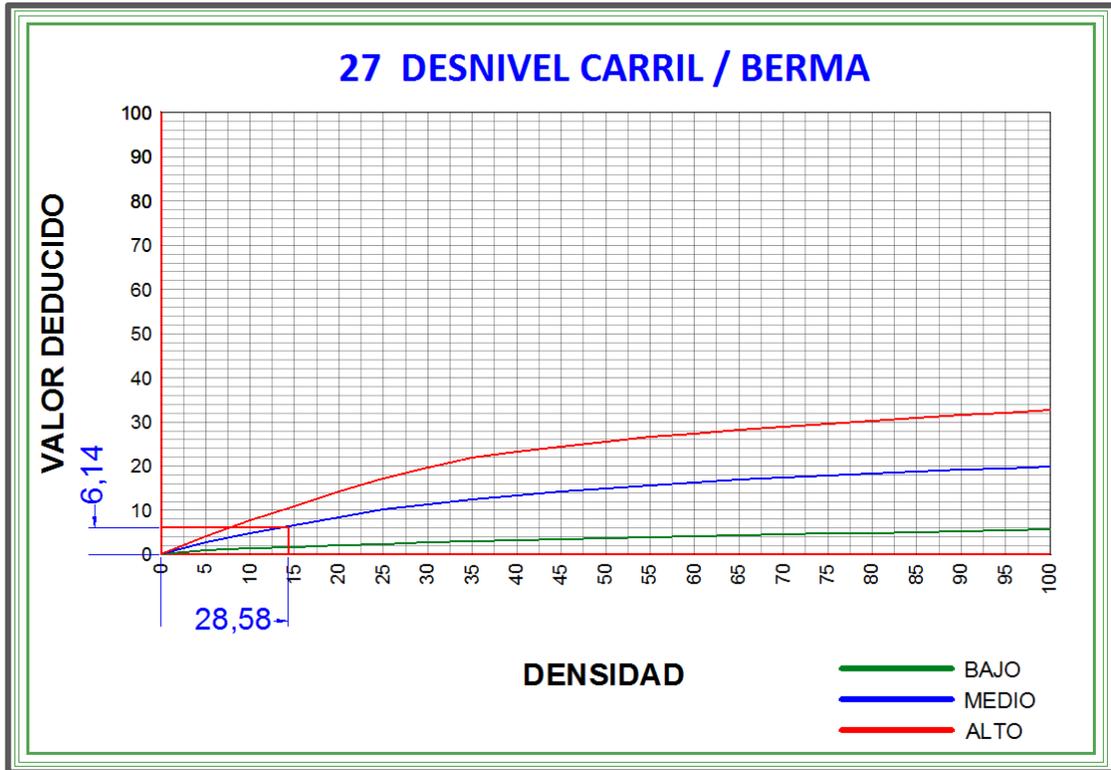


Gráfico 4-79: Abaco para el cálculo del valor deducido falla desnivel carril/berma UM 10.

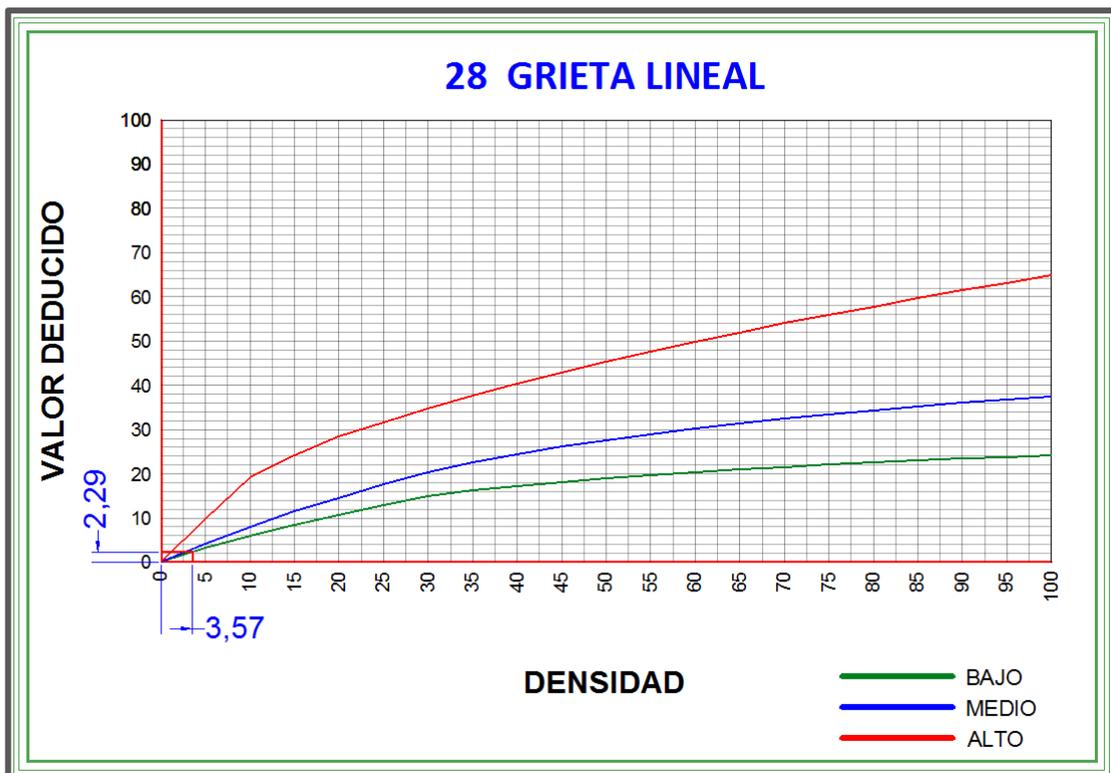


Gráfico 4-80: Abaco para el cálculo del valor deducido falla grieta lineal UM 10.

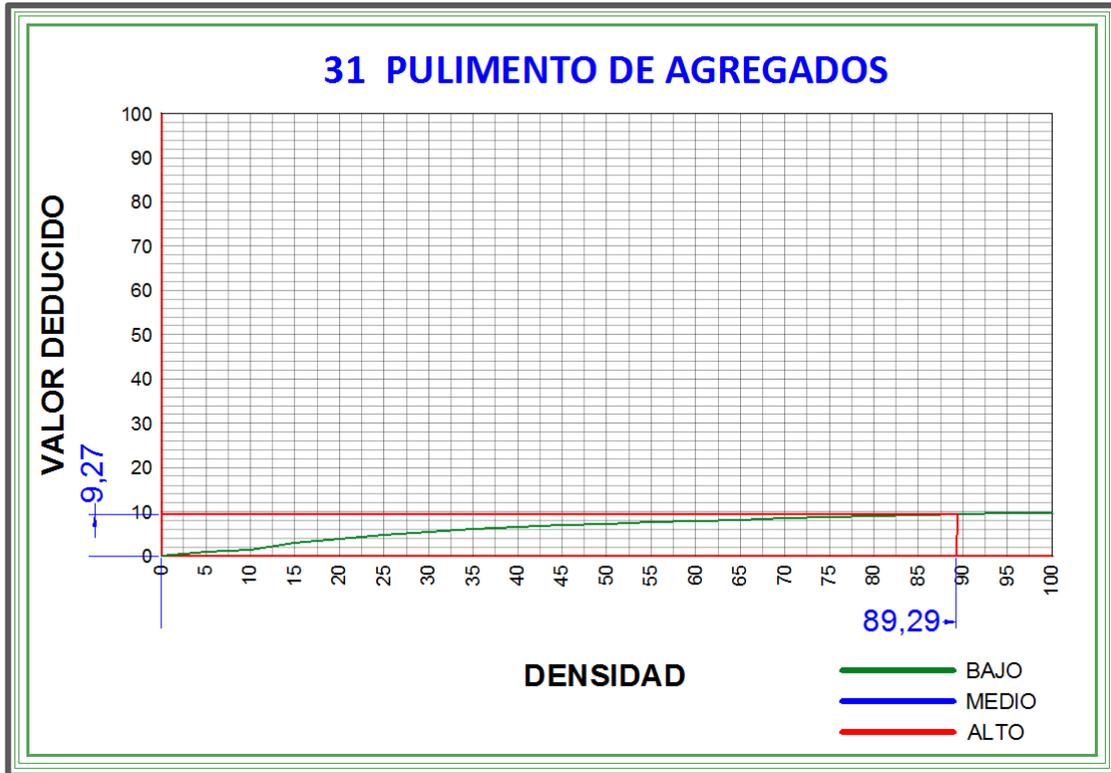


Gráfico 4-81: Abaco para el cálculo del valor deducido falla pulimento de agregados UM 10.

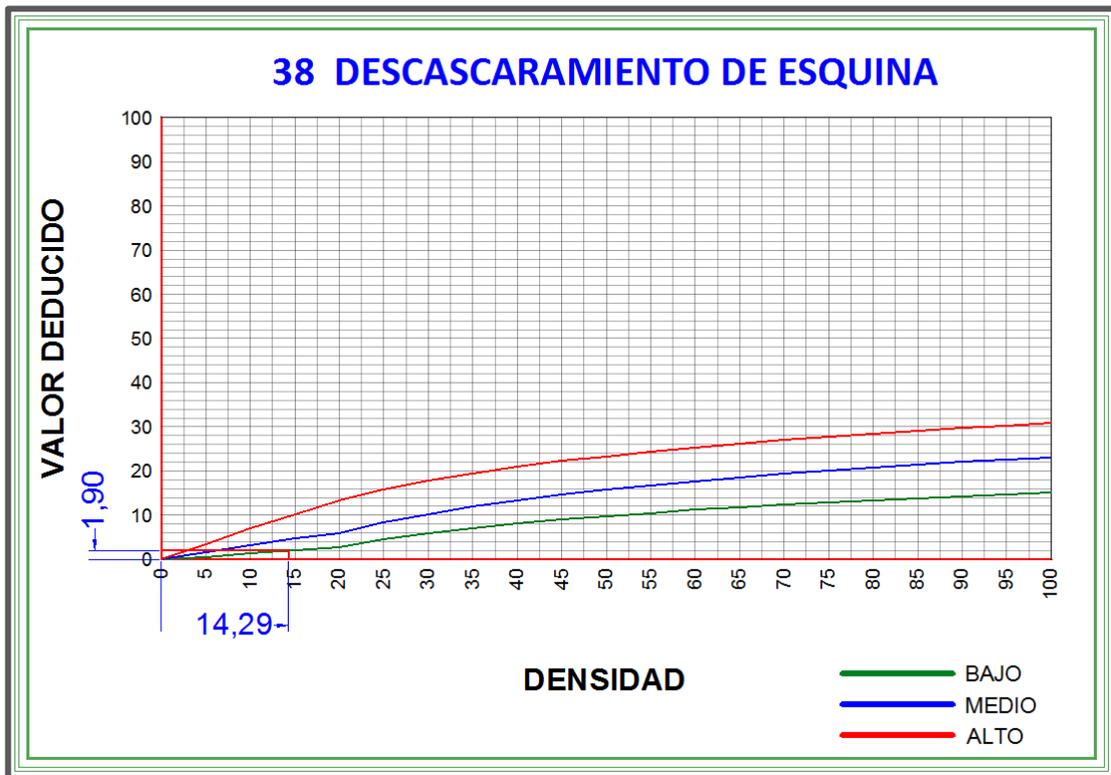


Gráfico 4-82: Abaco para el cálculo del valor deducido falla descascaramiento de esquina UM 10.

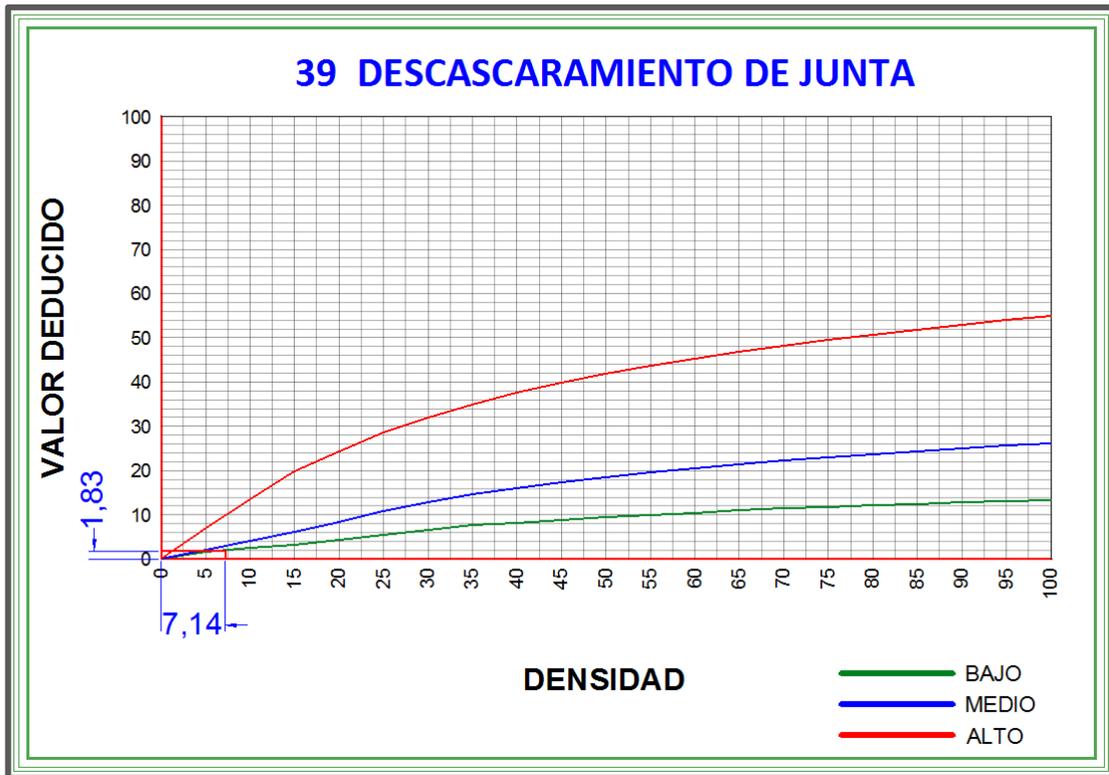


Gráfico 4-83: Abaco para el cálculo del valor deducido falla descascaramiento de junta UM 10.

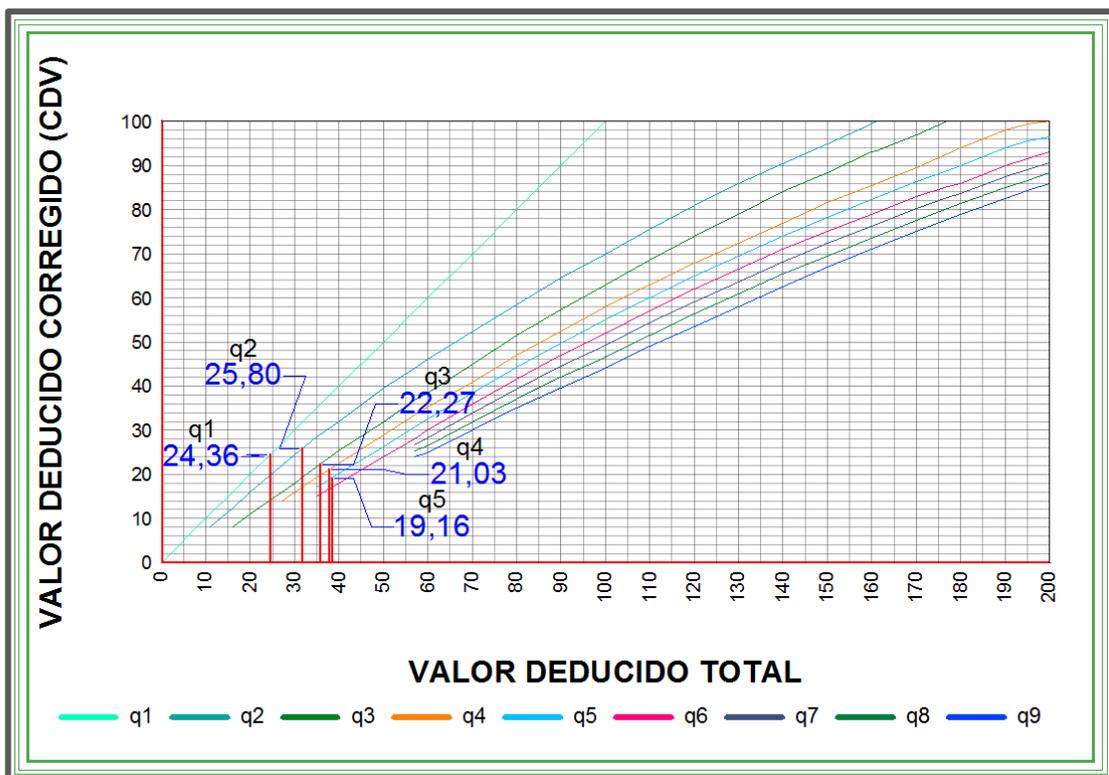


Gráfico 4-84: Abaco para el cálculo de los valores deducidos corregidos UM 10

K. CALCULO DEL PCI UNIDAD DE MUESTRA N° 11.

Cuadro 4-32: Datos generales y esquema de la UM 11.

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE					
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) CARRETERAS CON SUPERFICIE DE CEMENTO HIDRÁULICO					
NOMBRE DE LA VIA =	JR. ADOLFO MOREY		EVALUADO POR:	Bach: Walter A. Villavicencio Cuenca	
FECHA =	lunes, 16 de octubre de 2017		Abscisa inicial =	0+512.55	TRAMO: 11
			Abscisa final =	0+567.50	N° DE LOSAS: 28
ESQUEMA:					

Fuente: Elaboración propia. 2017.

Cuadro 4-33: Tipo de fallas, severidad, densidad y valores deducidos de la UM 11

TIPO DE FALLA				N° Falla	Severidad	N° losas	Densidad (%)	Valor Deducido
21	Blowup /Buckling	31	Pulimento de Agregados	25	1	8	28.57	12.90
22	Grieta de Esquina	32	Popouts	26	2	28	100.00	4.00
23	Losa Dividida	33	Bombeo	27	1	5	17.86	1.83
24	Grieta de Durabilidad "D"	34	Punzonamiento	27	2	1	3.57	1.86
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea	28	1	2	7.14	4.36
26	Sello de Junta	36	Desconchamiento / Mapa de Grietas /	29	2	2	7.14	4.14
27	Desnivel Carril / Berma	37	Grietas de Retracción	31		28	100.00	9.70
28	Grietas Lineales	38	Descascaramiento de Esquina	39	1	3	10.71	2.51
29	Parcheo grande	39	Descascaramiento de Junta	39	2	1	3.57	1.43
30	Parcheo pequeño							
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$				Numero de deducidos > 2(q) =		10.00		
				Valor deducido mas alto (HDV _i) =		12.90		
				N° admisible de deducidos (m _i) =		9.00		

Fuente: Elaboración propia. 2017.

Cuadro 4-34: Obtención del Máximo Valor Deducido Corregido UM 11.

CALCULO DEL PCI											
N°	VALORES DEDUCIDOS								TOTAL	qi	CDV
1	12.90	9.70	4.36	4.14	4.00	2.51	1.86	1.83	42.73	6	19.64
2	12.90	9.70	4.36	4.14	4.00	2.00	1.86	1.83	42.21	5	21.53
3	12.90	9.70	4.36	4.14	2.00	2.00	1.86	1.83	40.21	4	22.64
4	12.90	9.70	4.36	2.00	2.00	2.00	1.86	1.83	38.07	3	23.97
5	12.90	9.70	2.00	2.00	2.00	2.00	1.86	1.83	35.71	2	29.00
6	12.90	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.86	1.83	28.01	1	28.01
									Max CDV=		29.00
PCI =		100 - MAX CDV									
PCI =		71.00									
								CLASIFICACIÓN=	MUY BUENO		

Fuente: Elaboracion propia. 2017.

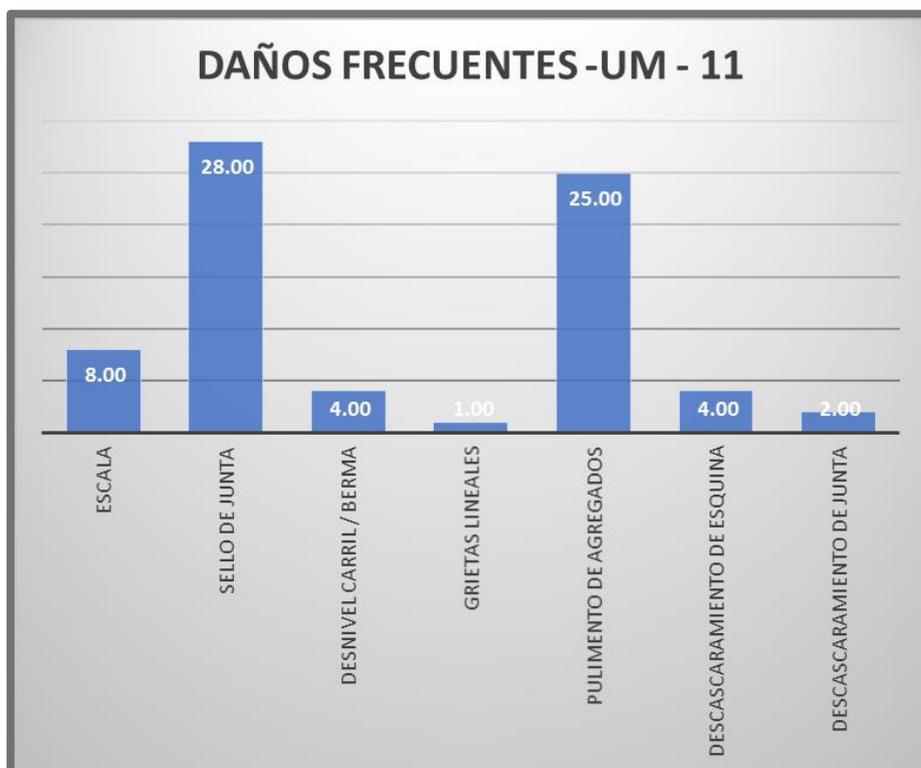


Gráfico 4-85: Daños frecuentes UM 11. Fuente: Elaboración propia. 2017.

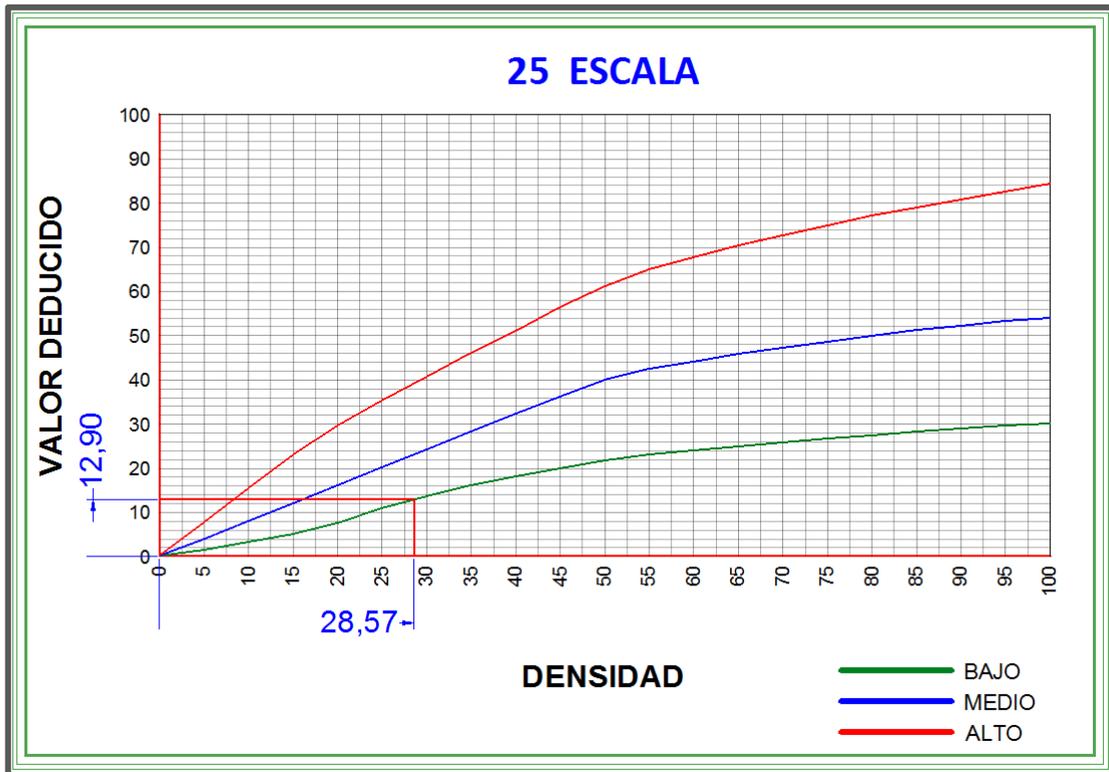


Gráfico 4-86: Abaco para el cálculo del valor deducido falla escala UM 11.

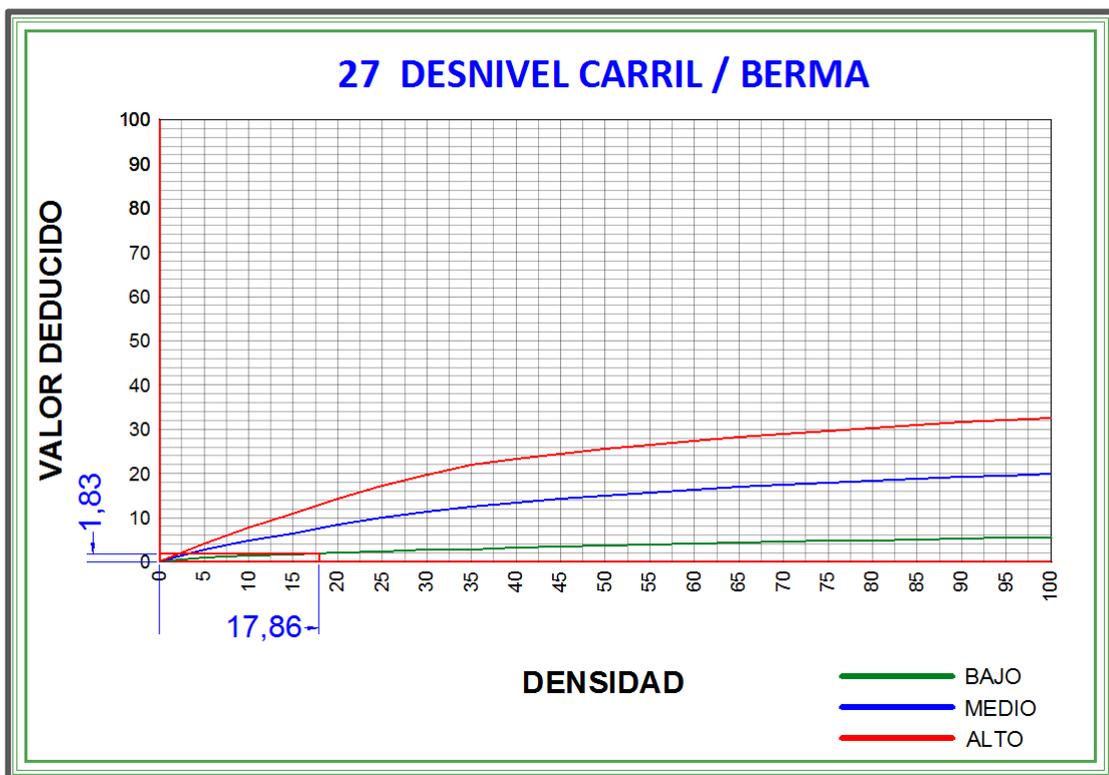


Gráfico 4-87: Abaco para el cálculo del valor deducido falla desnivel carril/berma UM 11.

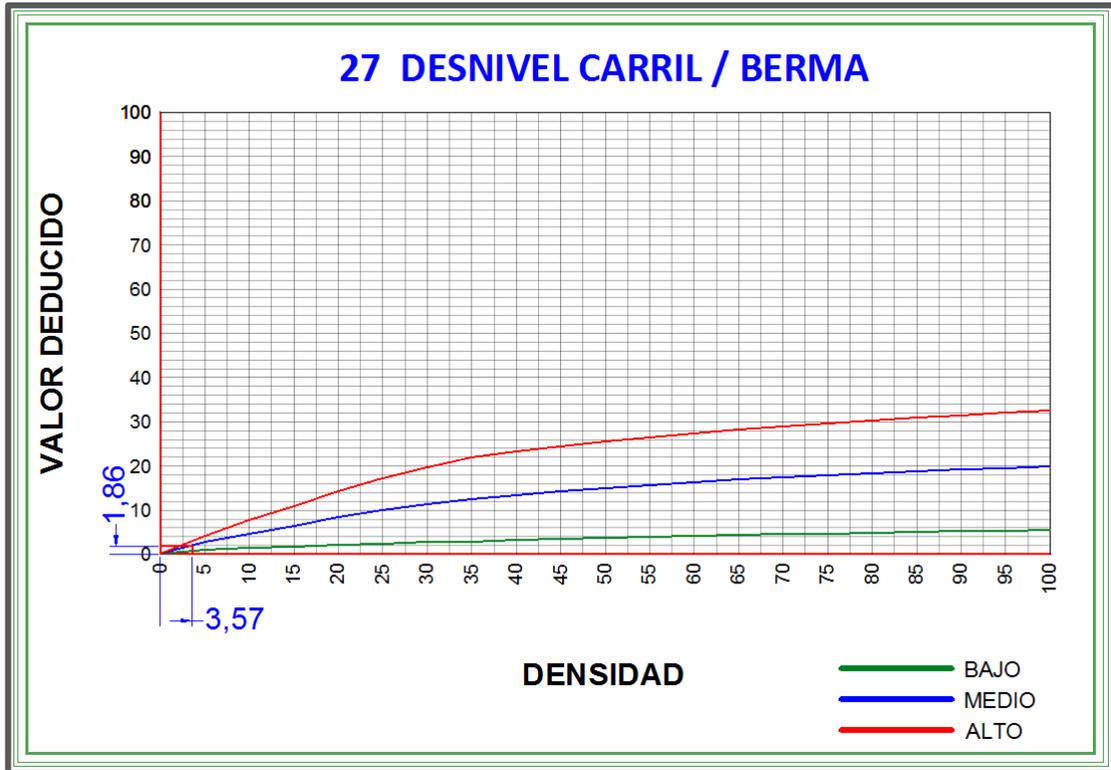


Gráfico 4-88: Abaco para el cálculo del valor deducido falla desnivel carril/berma UM 11.

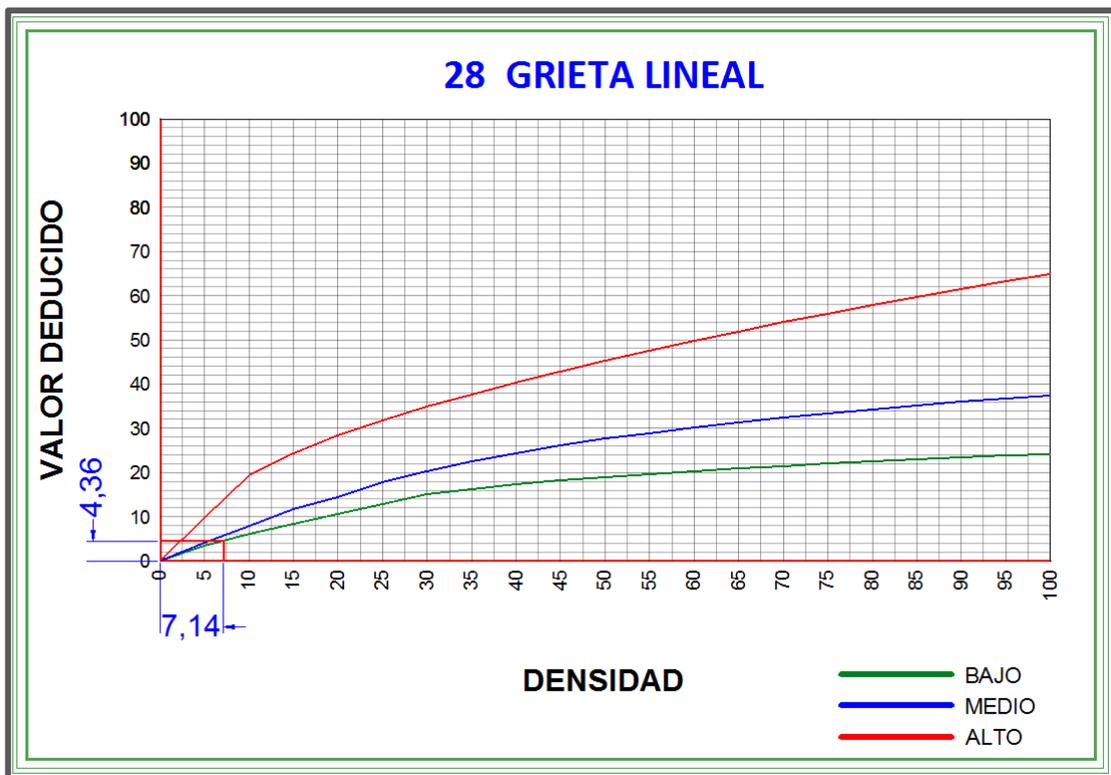


Gráfico 4-89: Abaco para el cálculo del valor deducido falla grieta lineal UM 11.

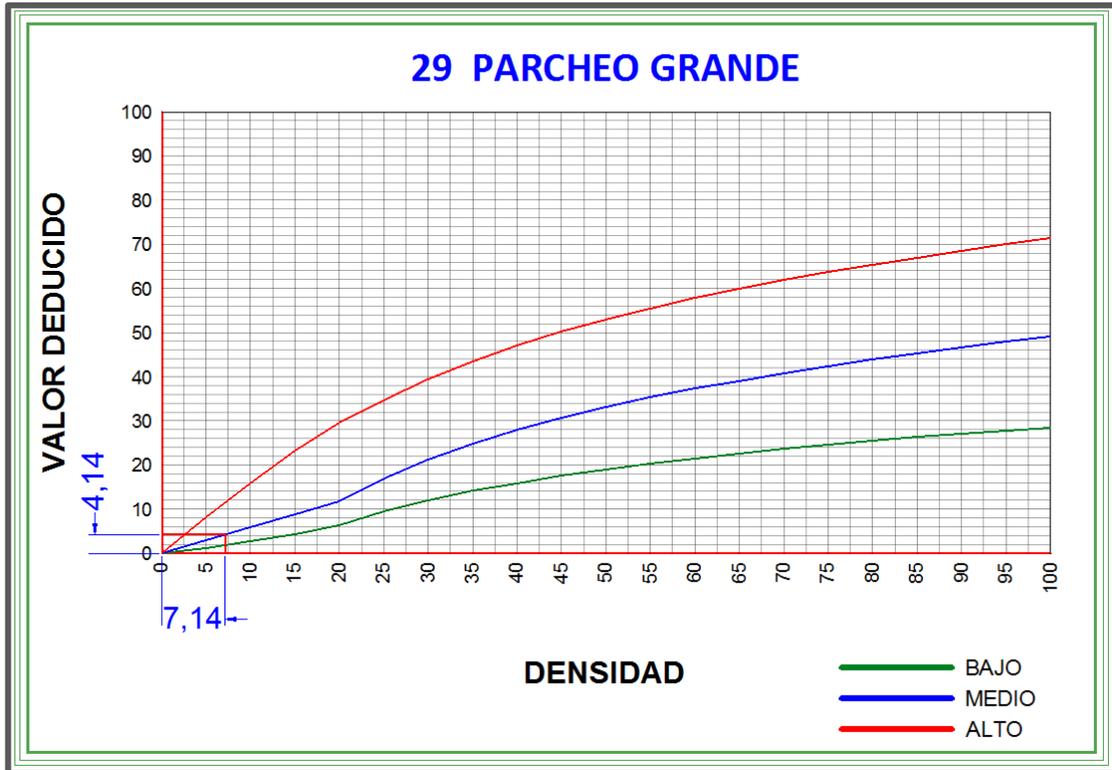


Gráfico 4-90: Abaco para el cálculo del valor deducido falla parcheo grande UM 11.

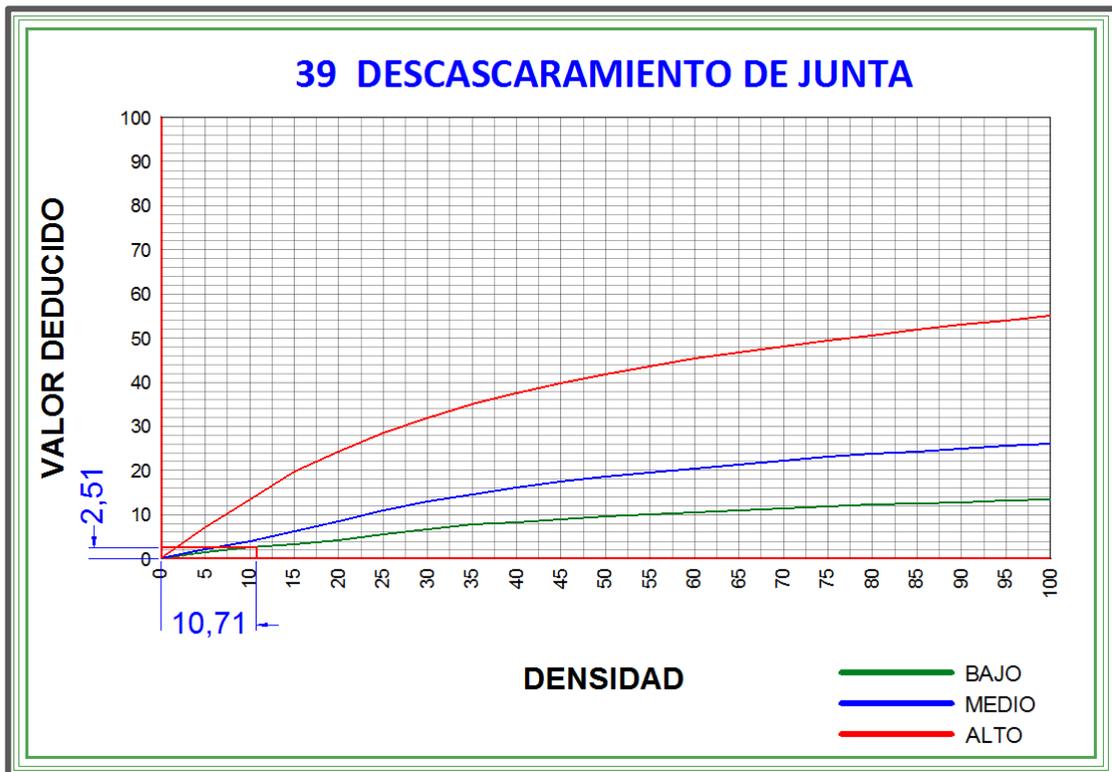


Gráfico 4-91: Abaco para el cálculo del valor deducido falla descascaramiento de junta UM 11.

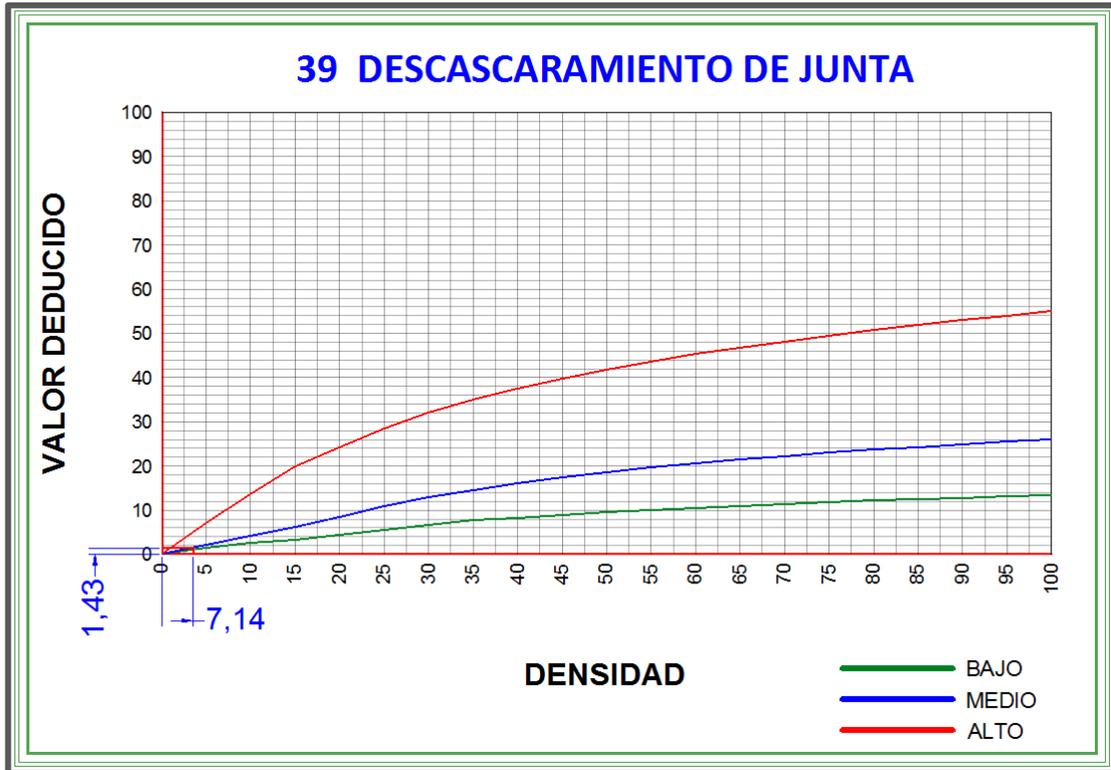


Gráfico 4-92: Abaco para el cálculo del valor deducido falla descascaramiento de junta UM 11.

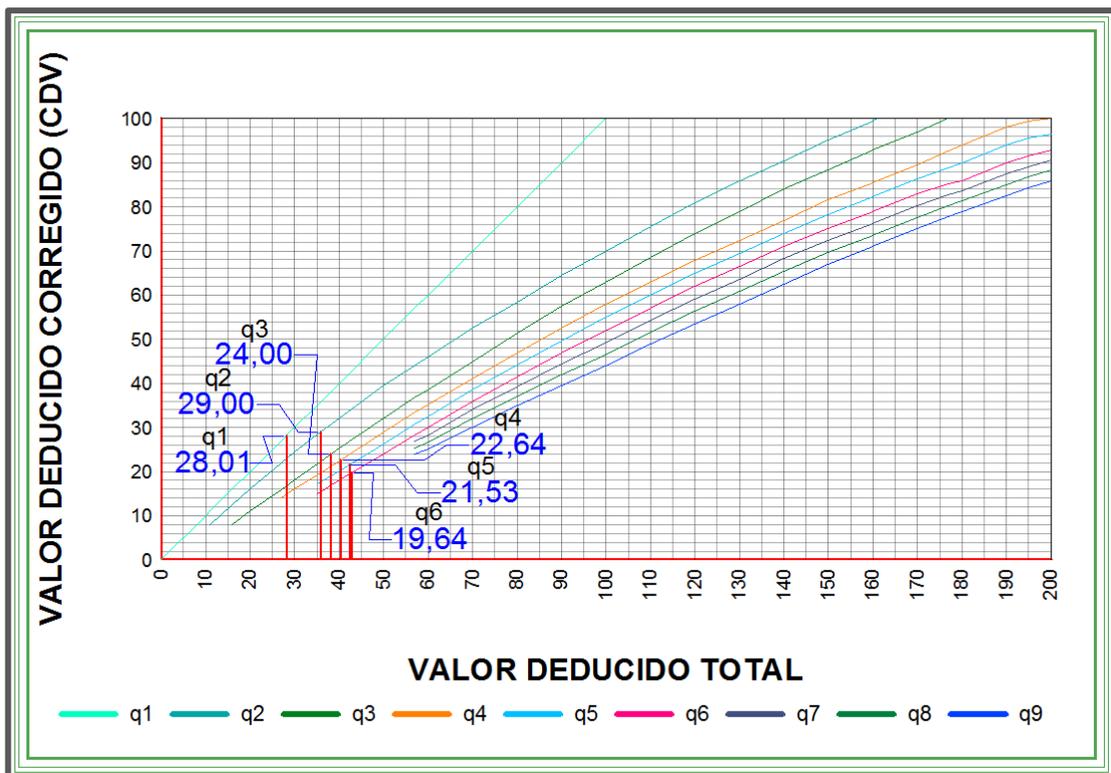


Gráfico 4-93: Abaco para el cálculo de los valores deducidos corregidos UM 11

4.2 ANÁLISIS RESULTADOS.

Cuadro 4-35: Calificaciones y promedio final del PCI.

UNIDAD DE MUESTRA	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	NUMERO DE LOSAS	PCI	CALIFICACIÓN	PROM PCI	PCI PONDERADO
01	0+000.00	0+061.80	26	11.93	MUY MALO	62.09	60.18
02	0+061.80	0+119.80	26	23.33	MUY MALO		
03	0+119.80	0+175.40	28	81.45	MUY BUENO		
05	0+191.40	0+247.10	28	61.20	BUENO		
06	0+247.10	0+301.60	28	77.09	MUY BUENO		
07	0+301.60	0+352.80	28	76.53	MUY BUENO		
08	0+352.80	0+406.70	28	73.24	MUY BUENO		
09	0+406.70	0+459.10	28	70.92	MUY BUENO		
10	0+459.10	0+512.55	28	74.20	MUY BUENO		
11	0+512.55	0+567.50	28	71.00	MUY BUENO		
04	0+175.40	0+191.40	8	41.10	REGULAR		

Fuente: Elaboración propia. 2017.

El *cuadro 4-35* describe resumidamente los valores del cálculo del PCI – Índice de condición del pavimento de todas las unidades de muestra, como se puede notar la unidad de muestra UM 04 consta con un número menor de losas (08 unidades), esto hace que para hallar el valor final del PCI del pavimento se tome en cuenta el cálculo del PCI de la sección del pavimento con un número adicional de muestra tal como se detalla en el *cuadro 4-36*.

Cuadro 4-36: PCI de la sección del pavimento para número adicional de unidad de muestra.

$PCI_S = \frac{[(N - A) * PCI_R] + (A * PCI_A)}{N}$	
<p>PCI_S : PCI de la sección del pavimento PCI_R : PCI prom. de las unidades de muestreo aleatorias o representativas PCI_A : PCI prom. de las unidades de muestreo adicionales N : Número total de unidades de muestreo en la sección. A : Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas</p>	
$PCI_R =$	62.09
$PCI_A =$	41.10
$N =$	11
$A =$	1
$PCIS =$	60.18

Fuente: Norma ASTM D6433-11

De las diez (10) unidades de muestra con condiciones de similitud en cuanto a sus dimensiones el valor del PCI promedio es de 62.09 y de la unidad de muestra adicional que tiene una condición distinta el PCI tiene un valor de 41.10. Finalmente el cálculo se detalla en el *cuadro 4-36* y se define el PCI promedio ponderado de 60.18, este resultado cualitativamente la clasifica como un pavimento de condición BUENA.

También se puede verificar en el *cuadro 4-35* que el valor del índice PCI mas alto corresponde a la unidad de muestra UM 03 con un valor de 81.45 y la clasifica como un pavimento MUY BUENO y el de menor índice PCI pertenece a la unidad de muestra UM 01 con un valor de 11.93 y determina una clasificación MUY MALA.

El *grafico 4-94* muestra los distintos valores del PCI de las once unidades de muestras estudiadas y refleja la tendencia del tránsito en esa vía.

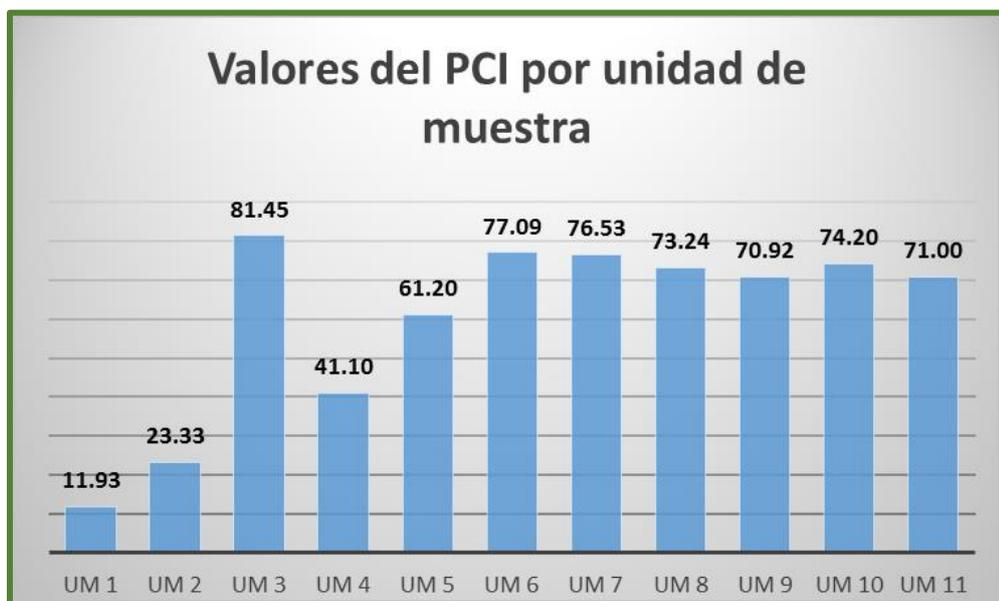


Gráfico 4-94: Valor del PCI por unidad de muestra. **Fuente:** Elaboración Propia. 2017.

El *grafico 4-95* establece también la calificación porcentual del PCI de la clasificación del pavimento donde el 64% representa la calificación MUY BUENA, 09 % es REGULAR, 09% MALO y con un 18% de calificación MUY MALO. Entonces con estas condiciones el pavimento el pavimento finalmente tiene una condición equivalente a la calificación BUENA como muestra el *cuadro 4-35*.

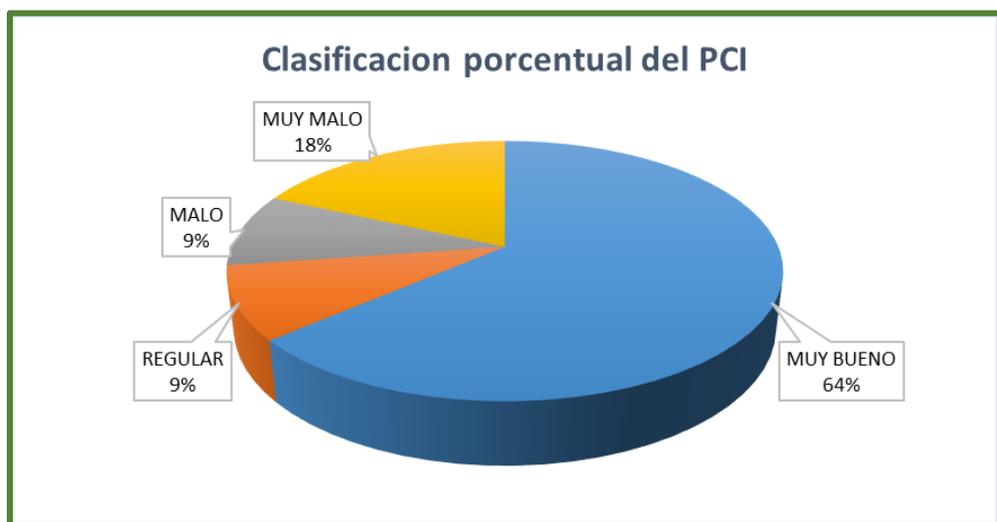


Gráfico 4-95: Calificación porcentual del PCI. **Fuente:** Elaboración propia. 2017.

En el *cuadro 4-37* se resume la cantidad de losas afectadas en relación del nivel de severidad BAJO, MEDIO Y ALTO respectivamente, al procesar la información podemos ver que se hallaron en su totalidad 635.00 fallas donde los daños afectados de severidad baja suma 87 daños (13.70%), 450 de severidad media (70.87%) y 98 de severidad alta (15.43%).

La falla que más frecuencia tiene es el daño de sello de junta con 263 losas afectadas, seguido por el de pulimento de agregados y el daño desnivel carril

berma. Además se puede ver que solo un (01) daño se encontró con la falla de descascaramiento por agrietamiento.

Cuadro 4-37: Números de losas y los daños.

CANTIDAD DE LOSAS AFECTADAS POR SEVERIDAD					FALLAS POR TIPO DE DAÑO
NO.	DAÑO	NRO DE LOSAS			
		B	M	A	
21	ROTURA POR PANDEO (BLOWUP /BUCKLING)	-	-	-	-
22	GRIETA DE ESQUINA	-	-	3.00	3.0
23	LOSA DIVIDIDA	-	-	17.00	17.0
24	GRIETA DE DURABILIDAD ("D")	-	-	-	-
25	ESCALA	31.00	-	-	31.0
26	SELLO DE JUNTA	-	233.00	30.00	263.0
27	DESNIVEL CARRIL / BERMA	9.00	31.00	-	40.0
28	GRIETAS LINEALES	10.00	2.00	13.00	25.0
29	PARCHEO GRANDE (> 0.5 M²)	-	1.00	31.00	32.0
30	PARCHEO PEQUEÑO (≤ 0.5 M²)	-	1.00	2.00	3.0
31	PULIMENTO DE AGREGADOS	-	170.0	-	170.0
32	DESPRENDIMIENTOS (POPOUTS)	-	-	-	-
33	BOMBEO	-	-	-	-
34	PUNZONAMIENTO	-	-	-	-
35	CRUCE DE VÍA FÉRREA	-	-	-	-
36	DESCASCARAMIENTO POR AGRIETAMIENTO	-	-	1.00	1.0
37	GRIETAS DE RETRACCIÓN	5.00	-	-	5.0
38	DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA	19.00	5.00	-	24.0
39	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA	13.00	7.00	1.00	21.0
TOTAL DE FALLAS POR SEVERIDAD		87.00	450.00	98.00	635.00

Fuente: Elaboración propia. 2017.

En el gráfico 4-96 se detalla los daños de severidad baja donde el daño de escala se presenta con mayor frecuencia y afecta a 31 losas seguido por el descascaramiento de esquina con 19 losas y 13 losas con el daño de descascaramiento de junta. *Ver gráfico 4-96.*

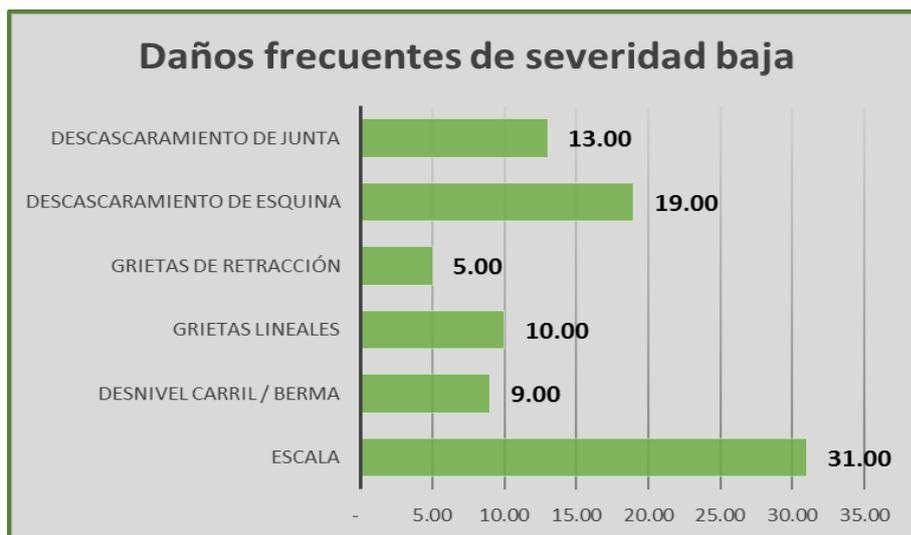


Gráfico 4-96: Frecuencia daños de severidad baja. **Fuente:** Elaboracion propia. 2017.

En cuanto a los daños de severidad media 233 losas son afectados por el daño de sello de junta seguido por el daño de pulimento de agregados con 170 losas, ver *grafico 4-97*.

Entre los daños de severidad alta el daño de parcheo grande es la de mayor incidencia con 31 losas afectadas seguido del daño de sello de junta con 30 losas afectadas.

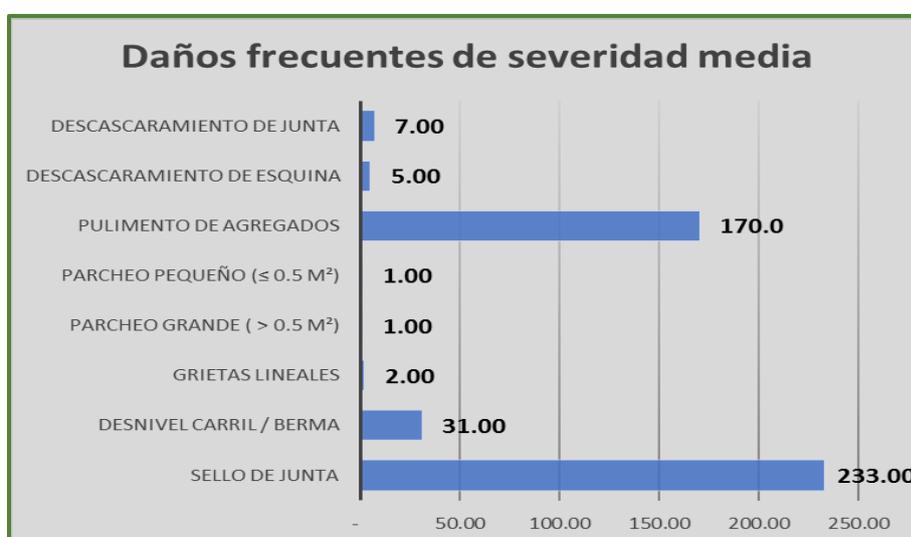


Gráfico 4-97: Daños frecuentes de severidad media. **Fuente:** Elaboración propia. 2017.

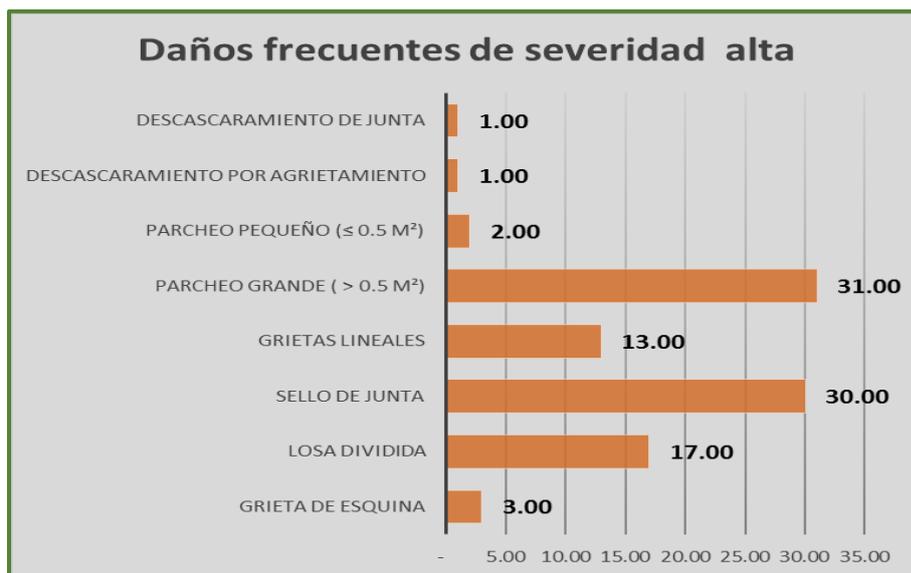


Gráfico 4-98: Daños frecuentes de severidad alta. **Fuente:** elaboración propia. 2017.

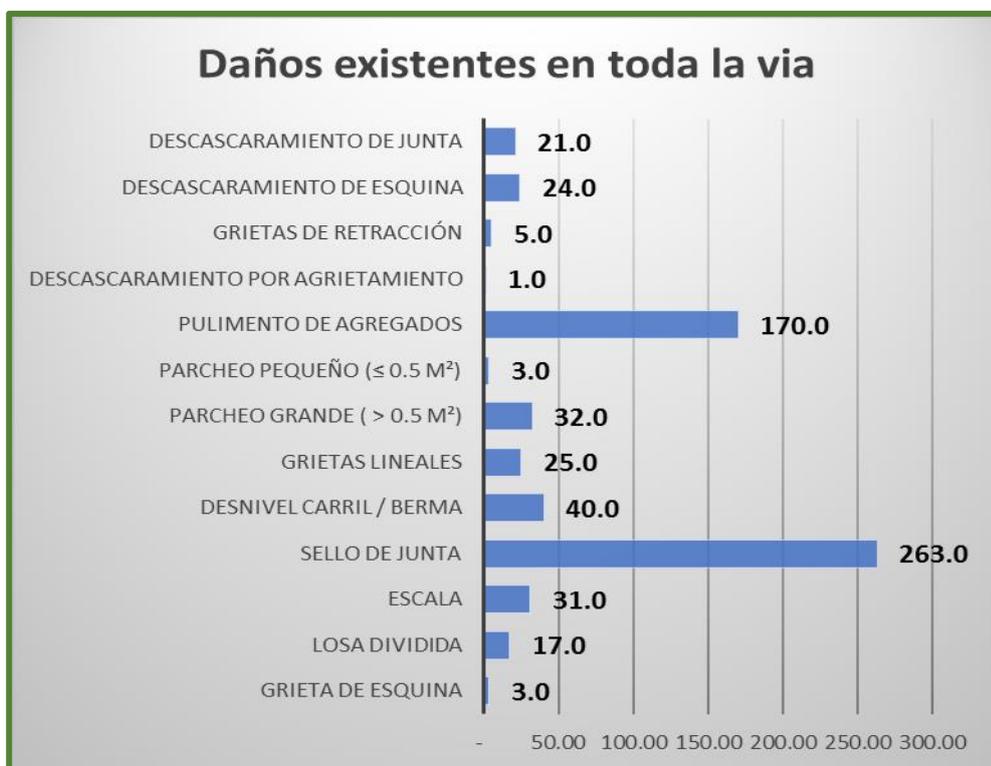


Gráfico 4-99: Daños existentes en toda la vía. **Fuente:** Elaboracion propia. 2017.

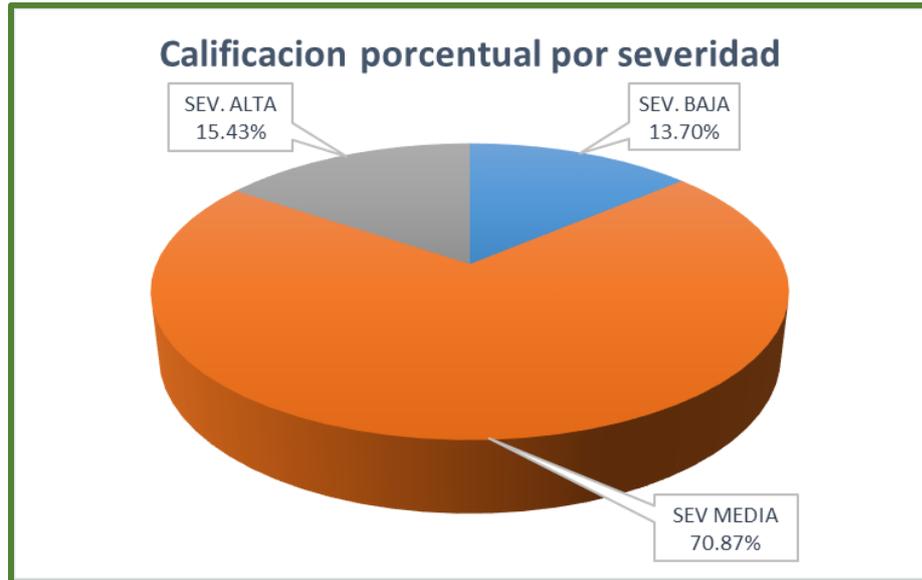


Gráfico 4-101: Calificación porcentual por severidad. **Fuente:** elaboración propia. 2017.

5 CONCLUSIONES.

Después de un análisis exhaustivo y al realizar los cálculos apropiados, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Se obtuvo una calificación porcentual donde el 100% de las losas contienen patologías, además el 64% representa una calificación MUY BUENA, el 09% es una calificación REGULAR, el 09% una calificación MALA y finalmente el 18% representa una calificación MUY MALA. Además se define el porcentaje de daños por severidad donde el 13.70% refleja daños de severidad baja, 70.87% los daños de severidad media y el 15.43% refleja los daños de severidad alta.
- Se determinó además, que del conjunto de fallas solo existen 13 tipos de fallas en el pavimento: Grieta de esquina 0.5%. Losa dividida 2.7%, Escala 4.9%, Sello de junta 41.4%, Desnivel carril/berma 6.3%, Grieta lineal 3.9%, Parcheo grande 5.0%, Parcheo pequeño 0.5%, Pulimento de agregados 26.8%, Descascaramiento por agrietamiento 0.2%, Grietas de retracción 0.8%, Descascaramiento de esquina 3.8% y finalmente, Descascaramiento de junta 3.3%
- Finalmente de la evaluación del índice de condición del pavimento del se obtuvo un PCI con un promedio ponderado de las unidades de muestra definidas con un valor de 60.18 que establece que la calificación del pavimento es BUENA.

ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.

- Para un análisis preciso es recomendable la asistencia de un especialista y que se analice todas las unidades de muestra y así establecer el valor del índice de condición del pavimento con más exactitud.
- La importancia de un análisis periódico en la evaluación de un pavimento ayuda a obtener eficazmente la curva de comportamiento en la vida del pavimento, por ello se recomienda que los estudios se realicen en periodos de 6 meses a 12 meses, preferentemente en meses donde no haya mayores precipitaciones.
- Es importante que estos estudios realizados sirvan como instrumento a las entidades de los gobiernos locales para que se establezcan políticas de mantenimiento vial de este pavimento. Primeramente se recomienda que el mantenimiento de las juntas se hagan en periodos de dos años ya que este daño es que afecta en un 41.4% a lo largo de esta vía, además; otro daño que afecta este pavimento con un 26.8% es el pulimento de agregados (170 losas), para ello es necesario ensayos de resistencia al deslizamiento para determinar la severidad y así el proceso de reparación que puede ser el ranurado o sobrecarpeta.
- En el caso de las unidades de muestra 01 y 02 de calificación MUY MALO los deterioros son irreversibles por lo tanto se requiere acciones de reconstrucción del pavimento.

BIBLIOGRAFÍA

- (1). Higuera Bonilla E. El Estado de las Vías de Pavimento Rígido y su incidencia en la circulación del tráfico pesado de la planta Holcim Latacunga del Cantón Latacunga provincia de Cotopaxi. [Internet]. Ambato; 2015 [citado 2016 Diciembre]. Disponible en: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/10005/1/Tesis%20848%20-%20Higuera%20Bonilla%20Viviana%20Elizabeth.pdf>.
- (2). Godoy Oddone AJ, Ramírez Dittrich RF. Patología de Pavimentos Rígidos de la ciudad de Asunción Paraguay, Junio 2014. [Internet].; 2014 [citado 2016 Diciembre]. Disponible en: <http://www.ing.una.py/pdf/1er-congreso-nacional-ingcivil/01pa-vi01.pdf>.
- (3). Rodríguez Torres MA. Evaluación del Estado físico de la carretera de concreto Hidráulico, Empalme Puerto Sandino-Puente La Gloria, del municipio de Nagarote, departamento de León. [Internet]. Managua: Universidad Centroamericana; 2013 [citado 2017 Enero 29]. Disponible en: <http://repositorio.uca.edu.ni/512/1/UCANI3595.PDF>.
- (4). Gonzales Crisostomo PJ. Evaluación del estado actual del pavimento rígido en el Distrito de Bambamarca, Provincia de Hualgayoc – Región Cajamarca, Abril 2012. [Internet]. Ancash: Universidad Católica los Angeles de Chimbote; 2012 [citado 2017 Enero]. Disponible en: <http://erp.uladech.edu.pe/bibliotecavirtual/?ejemplar=00000025808>.
- (5). Maguiña Bustos MC. Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el pavimento rígido de las calles del mercado del distrito de Pira, provincia de Huaraz, región Ancash, Junio - 2014. [Internet]. Huaraz: Universidad Católica los Angeles de Chimbote; 2014 [citado 2017 Febrero 02]. Disponible en: <http://erp.uladech.edu.pe/bibliotecavirtual/descargar.php?file=a5145576cfe0e6127fa25df2a0ef2ae1067d9156e73d127b13d6395bad9155fd0c4e135>.
- (6). Nuñez Flores JE. Evaluación de los niveles de incidencia de las patologías del concreto del pavimento rígido en las calles: sucre cuerdas 06 a la 10 y Grau cuerdas 07 a la 12 del distrito de Sullana, provincia de Sullana, región Piura – Setiembre 2015. [Internet]. Piura: Universidad Católica los Angeles de Chimbote; 2016 [citado 2017 Febrero]. Disponible en: <http://erp.uladech.edu.pe/bibliotecavirtual/descargar.php?file=a5171526cfe0e6127fa25df2a0ef2ae1067d9156e73d127b13d6395bad9155fd0c4e135>.

- (7). Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Viceministerio de Transportes - Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Manual de Carreteras - Suelos, Geología; Geotecnia y Pavimentos. [Internet].; 2014 [citado 2016 15 Marzo [R.D.N° 10-2014-MTC/14]. Disponible en: http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras.pdf.
- (8). Garcés Cárdenas CM, Garro Cossio OM. Pavimentos Medellín: División de investigación Y Asesorías de Medellín; 1997.
- (9). Instituto del Cemento Portland Argentino - ICPA. Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos de Hormigón. [Internet].; 2014 [citado 2017 Julio]. Disponible en: <http://www.icpa.org.ar/index.php?IDM=8&IDN=302&mpal=no&alias=>.
- (10). Flores Escoto RE. Desarrollo de un Sistema de Gestión de Pavimentos para el Municipio de Santa Lucía. [Internet].; 2008 [citado 2017 Julio]. Disponible en: http://ri.ues.edu.sv/2097/1/Desarrollo_de_un_sistema_de_gestion_de_pavimentos_para_el_municipio_de_santa_lucia.pdf.
- (11). Instituto Colombiano de Productores de Cemento. Manual de diseño de pavimentos de concreto: para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito Cemento ICdPd, editor. Bogotá; 2008.
- (12). DE Solminihaç H. Gestión de Infraestructura Vial. Tercera ed. Colombia: Alfaomega; 2005.
- (13). Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Viceministerio de Transportes - Dirección de Caminos y Ferrocarriles. Manual de Carreteras - Mantenimiento o Conservación Vial. [Internet].; 2014 [citado 2016 Marzo]. Disponible en: http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20de%20Carreteras%20Conservacion%20Vial%20a%20marzo%202014_digit_original_def.pdf.
- (14). Becerra Salas M. Topico de Pavimento de Concreto. [Internet]. Lima: Flujo Libre; 2012. Disponible en: http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/35343095/LIBRO_COMPLETO_CON_INDICE_2012.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1500126273&Signature=Ksl7nDaDXta%2FKLo5av2FRp7nZbY%3D&response-content-disposition=attachment%3B%20filename%3DAutor_Topi.
- (15). Montejo Fonseca A. Ingeniería de pavimentos: Evaluación y nuevas tecnologías. Tercera ed. Bogotá; 2006.

- (16). Medina Palacios A, De La Cruz Puma M. Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distritop de Lince aplicando el método PCI. [Internet].; 2015 [citado 2017 Junio]. Disponible : http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/581505/1/Medina_PA.pdf.
- (17). Thenoux Z. G, Gaete P. R. Evaluación Técnica del pavimento y comparación de métodos de diseño de capas de refuerzo asfáltico. [Internet].; 2012 [citado 2017 Junio]. Disponible en: <http://www.ricuc.cl/index.php/ric/article/viewFile/364/306>.
- (18). Vásquez Varela LR. Pavement condición Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. [Internet]. Manizales; 2002. Disponible en: <http://www.camineros.com/docs/cam036.pdf>.
- (19). UMSS Facultat de Ciencias y Tecnologia. Manual Completo Diseño de Pavimentos. [Internet]. [citado 2016 Abril]. Disponible en: <http://civilgeeks.com/2014/08/31/manual-completo-diseno-de-pavimentos/>.
- (20). Shahin M Y, kohn S D. Pavement Management for Roads an Parquing Lots U. S.: U S Army Construction Engineering Laboratory; 1981.
- (21). ASTM D5340. Standart Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys. [Internet].; 2005 [citado 2016 Abril]. Disponible en: <http://mail.tku.edu.tw/yinghaur/lee/pms/ASTMD5340-98.pdf>.

ANEXOS.

FORMATOS PARA LA EVALUACIÓN DEL PCI PARA CADA UNIDAD DE MUESTRA

	UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE				
	EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) CARRETERAS CON SUPERFICIE DE CEMENTO HIDRÁULICO				
NOMBRE DE LA VIA =		EVALUADO POR:			
FECHA =		Abscisa inicial =		TRAMO:	
		Abscisa final =		N° DE LOSAS:	
ESQUEMA:					

Gráfico 0-1: Formato de evaluación para los datos generales y esquema de las unidades de muestra.

TIPO DE FALLA				N° Falla	Severidad	N° losas	Densidad (%)	Valor Deducido
21	Blowup /Buckling	31	Pulimento de Agregados					
22	Grieta de Esquina	32	Popouts					
23	Losa Dividida	33	Bombeo					
24	Grieta de Durabilidad "D"	34	Punzonamiento					
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea					
26	Sello de Junta	36	Desconchamiento / Mapa de Grietas /					
27	Desnivel Carril / Berma	37	Grietas de Retracción					
28	Grietas Lineales	38	Descascaramiento de Esquina					
29	Parqueo grande	39	Descascaramiento de Junta					
30	Parqueo pequeño							
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$				Numero de deducidos > 2(q) =				
				Valor deducido mas alto (HDV _i) =				
				N° admisible de deducidos (m _i) =				

Gráfico 0-3. Formato para el ingreso de tipo de fallas, severidad, cálculo de la densidad y valores deducidos de las unidades de muestra.

CALCULO DEL PCI															
N°	VALORES DEDUCIDOS							TOTAL	qi	CDV					
<table border="1"> <tr><td>PCI =</td><td>100 - MAX CDV</td></tr> <tr><td>PCI =</td><td> </td></tr> </table>								PCI =	100 - MAX CDV	PCI =		<table border="1"> <tr><td>Max CDV=</td><td>0.00</td></tr> </table>		Max CDV=	0.00
PCI =	100 - MAX CDV														
PCI =															
Max CDV=	0.00														
							<table border="1"> <tr><td>CLASIFICACIÓN=</td><td> </td></tr> </table>		CLASIFICACIÓN=						
CLASIFICACIÓN=															

Gráfico 0-5: Formato para el ingreso de los valores deducidos y la obtención del Máximo Valor Deducido Corregido.

SECCIÓN FOTOGRÁFICA



Fotografía 0-1: Instrumentos básicos para la recolección de datos de campo.



Fotografía 0-2: Mediciones con la ayuda del Odómetro.



Fotografía 0-3: Descascaramiento de esquina y pulimento de agregados. UM-01.



Fotografía 0-4: Parcheo grande de alta severidad. UM-01.



Fotografía 0-5: Parcheo grande de alta severidad. UM-01.



Fotografía 0-6: Grieta lineal de alta severidad. UM-01.



Fotografía 0-7: Parcheo grande de alta severidad. UM-01.



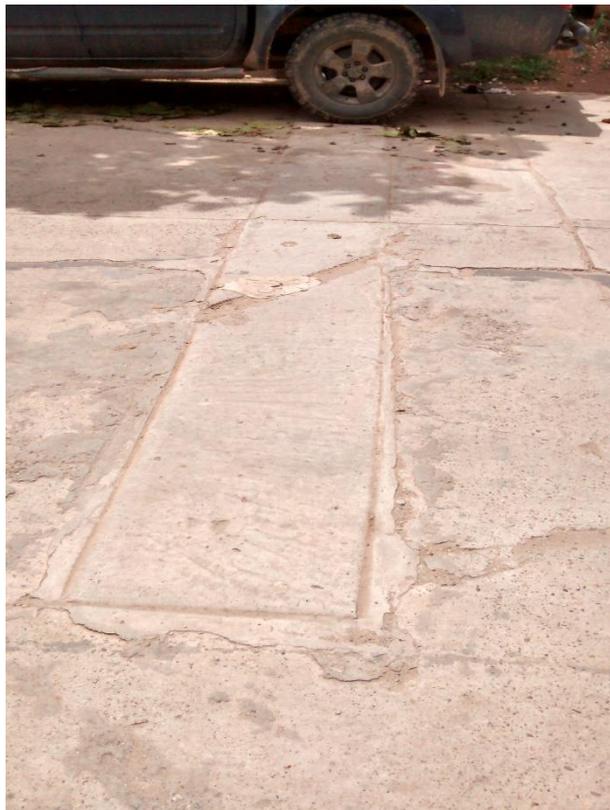
Fotografía 0-8: Parcheo grande de alta severidad. UM-02.



Fotografía 0-9: Losa dividida. UM-01.



Fotografía 0-10: Punzonamiento generado por la losa dividida. UM-02.



Fotografía 0-11: Parcheo grande de alta severidad. UM-02.



Fotografía 0-12: Losa dividida de alta severidad. UM-02.



Fotografía 0-13: Losa dividida de alta severidad. UM-02.



Fotografía 0-14: Detalle de losa dividida a lo largo de las UM-01 y UM-02



Fotografía 0-15: Verificando la severidad de la grietas en UM-02.



Fotografía 0-16: Parcheo grande. UM-04.



Fotografía 0-17: Escala, sello de junta, pulimento de agregados, descascamiento de junta. UM-05



Fotografía 0-18: Grieta lineal, pulimento de agregados. UM-06.



Fotografía 0-19: pulimento de agregados. UM-07.



Fotografía 0-20: Parcheo grande de severidad alta. UM-08.



Fotografía 0-21: Descascaramiento de junta y descascaramiento de esquina. UM-09.



Fotografía 0-22: Parcheo grande de baja severidad. UM-09.



Fotografía 0-23: Sello de junta y descascamiento de junta. UM-10.



Fotografía 0-24: Pulimento de agregados. UM-10.



Fotografía 0-25: Medición de daño de desnivel carril/berma de baja severidad. UM-10.



Fotografía 0-26: Escala de baja severidad y daño de sello de junta. UM-10.



Fotografía 0-27: Grieta lineal de baja severidad. UM-11



Fotografía 0-28: Desnivel carril berma de baja severidad. UM-11



Fotografía 0-29: Daño del sello de junta. UM-11



Fotografía 0-30: Medición de la severidad Desnivel carril berma, daño sello de junta UM-11.

ÁBACOS NUMÉRICOS Y GRÁFICOS PARA EL CÁLCULO DE LOS VALORES DEDUCIDOS Y VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO RÍGIDO

21 BLOW UP / BUCLING

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.00	3.00	15.00
5.00	4.40	9.60	37.30
10.00	8.30	17.50	58.40
15.00	12.00	25.40	65.80
20.00	15.50	32.40	71.60
25.00	19.00	40.60	76.50
30.00	22.40	47.20	80.70
35.00	25.80	52.80	84.40
40.00	29.10	57.60	87.80
45.00	32.40	61.90	90.90
50.00	34.90	65.80	93.80
55.00	36.20	69.20	97.00
60.00	37.30	72.50	100.00
65.00	38.40	74.80	
70.00	39.40	76.30	
75.00	40.30	77.60	
80.00	41.20	79.00	
85.00	42.00	80.10	
90.00	42.70	81.20	
95.00	43.50	82.20	
100.00	44.20	83.20	

22 GRIETAS DE ESQUINA

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	3.50	7.20	12.10
10.00	8.70	14.50	23.40
15.00	12.60	21.70	34.00
20.00	16.40	28.70	41.50
25.00	20.20	34.40	47.30
30.00	23.80	39.20	52.10
35.00	27.40	43.10	56.10
40.00	31.00	46.60	60.00
45.00	34.50	49.60	64.00
50.00	37.50	52.30	67.30
55.00	39.70	53.80	69.30
60.00	41.20	55.30	70.90
65.00	42.60	56.60	72.40
70.00	43.90	57.80	73.80
75.00	45.10	58.90	75.00
80.00	46.20	60.00	76.20
85.00	47.30	61.00	77.30
90.00	48.30	61.90	78.30
95.00	49.20	62.80	79.30
100.00	50.10	63.70	80.30

23 LOSA DIVIDIDA

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	5.10	10.70	17.00
10.00	9.80	21.50	32.00
15.00	14.20	28.20	42.70
20.00	18.60	33.30	50.30
25.00	22.90	37.90	56.20
30.00	27.10	42.20	61.00
35.00	31.00	46.10	65.10
40.00	34.50	49.90	68.60
45.00	36.60	53.40	71.80
50.00	38.50	56.80	74.00
55.00	40.20	59.80	76.30
60.00	41.70	62.00	78.40
65.00	43.10	64.00	80.30
70.00	44.50	65.80	82.10
75.00	45.70	67.50	83.70
80.00	46.80	69.10	85.30
85.00	47.90	70.50	86.80
90.00	48.90	71.90	88.10
95.00	49.90	73.30	89.40
100.00	50.80	74.50	90.70

24 GRIETA DE DUCTILIDAD "D"

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	2.00	5.00	11.70
10.00	3.60	10.00	23.40
15.00	5.20	14.50	32.80
20.00	6.70	19.00	39.40
25.00	8.30	22.40	44.50
30.00	9.90	25.20	48.70
35.00	11.50	27.60	52.30
40.00	13.20	29.60	55.30
45.00	14.70	31.40	58.10
50.00	15.70	33.00	60.40
55.00	16.60	34.50	61.70
60.00	17.50	35.80	62.90
65.00	18.30	37.10	64.00
70.00	19.00	38.20	65.00
75.00	19.70	39.20	65.90
80.00	20.30	40.20	66.80
85.00	20.90	41.20	67.60
90.00	21.40	42.00	68.40
95.00	22.00	42.90	69.20
100.00	22.50	43.70	69.90

25 ESCALA

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	1.50	3.90	7.70
10.00	3.30	8.00	15.40
15.00	5.00	12.00	23.00
20.00	7.50	16.00	29.70
25.00	10.90	20.10	35.30
30.00	13.70	24.10	40.70
35.00	16.10	28.10	46.00
40.00	18.10	32.20	51.00
45.00	19.90	36.20	56.40
50.00	21.60	39.90	61.00
55.00	23.00	42.40	64.90
60.00	24.00	44.10	67.70
65.00	24.90	45.70	70.30
70.00	25.80	47.20	72.70
75.00	26.70	48.60	74.90
80.00	27.40	49.90	77.00
85.00	28.20	51.10	78.90
90.00	28.90	52.20	80.80
95.00	29.50	53.30	82.50
100.00	30.10	54.00	84.20

27 DESNIVEL CARRIL / BERMA

DENSIDA D	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	0.80	2.60	4.10
10.00	1.30	4.60	7.60
15.00	1.60	6.40	10.90
20.00	2.00	8.40	14.10
25.00	2.30	10.00	17.20
30.00	2.60	11.30	19.50
35.00	2.80	12.40	21.80
40.00	3.10	13.30	23.20
45.00	3.30	14.10	24.30
50.00	3.50	14.90	25.40
55.00	3.80	15.60	26.40
60.00	4.00	16.20	27.30
65.00	4.20	16.80	28.10
70.00	4.40	17.30	28.80
75.00	4.60	17.80	29.50
80.00	4.80	18.20	30.20
85.00	5.00	18.70	30.80
90.00	5.20	19.10	31.40
95.00	5.30	19.40	31.90
100.00	5.50	19.80	32.50

26 SELLO DE JUNTA

El sello de junta no está relacionado por la densidad. La severidad del daño es determinada la condición del sellador en general para una unidad de muestra en particular.

Los valores deducidos para los tres niveles de severidad, son

BAJO	2 PUNTOS
MEDIO	4 PUNTOS
ALTO	8 PUNTOS

28 GRIETA LINEAL

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	3.20	4.00	9.60
10.00	5.90	7.80	19.20
15.00	8.30	11.50	24.20
20.00	10.60	14.40	28.30
25.00	12.80	17.60	31.60
30.00	14.90	20.20	34.70
35.00	16.20	22.40	37.60
40.00	17.20	24.30	40.30
45.00	18.10	26.00	42.80
50.00	18.90	27.50	45.20
55.00	19.60	28.80	47.50
60.00	20.30	30.10	49.70
65.00	20.90	31.20	51.80
70.00	21.40	32.30	53.90
75.00	22.00	33.30	55.80
80.00	22.40	34.20	57.70
85.00	22.90	35.10	59.60
90.00	23.30	35.90	61.40
95.00	23.70	36.70	63.10
100.00	24.10	37.40	64.80

29 PARCHEO (GRANDE)

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	1.10	2.90	8.00
10.00	2.70	5.80	15.70
15.00	4.30	8.80	23.20
20.00	6.30	11.70	29.50
25.00	9.40	16.90	34.60
30.00	11.90	21.10	39.40
35.00	14.00	24.70	43.50
40.00	15.80	27.80	47.00
45.00	17.50	30.50	50.10
50.00	18.90	33.00	52.90
55.00	20.20	35.20	55.40
60.00	21.40	37.20	57.70
65.00	22.50	39.00	59.80
70.00	23.50	40.70	61.80
75.00	24.50	42.30	63.60
80.00	25.50	43.80	65.30
85.00	26.20	45.20	66.90
90.00	27.00	46.60	68.50
95.00	27.70	47.80	69.90
100.00	28.40	49.00	71.20

30 PARCHEO (PEQUEÑO)

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	0.00	0.90	2.20
10.00	0.00	1.70	4.20
15.00	0.60	2.60	6.30
20.00	1.10	3.00	8.40
25.00	1.50	5.00	10.50
30.00	1.80	6.60	12.90
35.00	2.00	8.00	14.50
40.00	2.20	9.20	15.90
45.00	2.40	10.20	17.10
50.00	2.60	11.20	18.20
55.00	2.70	12.00	19.20
60.00	2.90	12.90	20.10
65.00	3.00	13.50	21.00
70.00	3.10	14.40	21.70
75.00	3.30	14.40	22.40
80.00	3.40	14.50	23.10
85.00	3.50	14.60	23.70
90.00	3.60	14.70	24.30
95.00	3.60	14.80	24.90
100.00	3.70	14.80	25.40

31 PULIMENTO DE AGREGADOS

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	B M A
0.00	0.00
5.00	0.80
10.00	1.30
15.00	2.80
20.00	3.80
25.00	4.60
30.00	5.30
35.00	5.90
40.00	6.40
45.00	6.80
50.00	7.20
55.00	7.50
60.00	7.80
65.00	8.10
70.00	8.40
75.00	8.60
80.00	8.90
85.00	9.10
90.00	9.30
95.00	9.50
100.00	9.70

32 POPOUTS

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	B M A
0.00	0.00
5.00	0.70
10.00	1.50
15.00	2.30
20.00	3.20
25.00	4.00
30.00	4.80
35.00	5.70
40.00	6.70
45.00	8.00
50.00	9.10
55.00	10.10
60.00	11.10
65.00	11.90
70.00	12.70
75.00	13.40
80.00	13.90
85.00	14.10
90.00	14.30
95.00	14.40
100.00	14.60

33 BOMBEO

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	B M A
0.00	0.00
5.00	3.60
10.00	6.70
15.00	9.50
20.00	12.20
25.00	14.90
30.00	17.40
35.00	19.90
40.00	22.50
45.00	24.30
50.00	26.10
55.00	27.60
60.00	29.40
65.00	30.90
70.00	32.50
75.00	34.00
80.00	34.90
85.00	35.70
90.00	36.50
95.00	37.20
100.00	38.00

34 PUNZONAMIENTO

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	7.30	11.60	15.60
10.00	14.50	22.90	31.80
15.00	21.60	32.30	41.90
20.00	27.36	39.00	49.10
25.00	31.90	44.20	54.60
30.00	35.60	48.40	59.20
35.00	38.80	52.00	63.00
40.00	41.50	55.10	66.30
45.00	43.90	57.80	69.30
50.00	46.10	60.30	71.90
55.00	48.10	62.50	74.30
60.00	49.80	64.50	76.40
65.00	51.50	66.40	78.40
70.00	52.70	68.00	80.30
75.00	53.30	68.90	82.00
80.00	53.60	69.40	83.40
85.00	53.90	69.90	84.30
90.00	54.20	70.30	85.10
95.00	54.40	70.80	86.00
100.00	54.80	71.20	86.80

35 CRUCE DE VIA FERREA

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	4.70	9.10	29.00
10.00	8.60	17.60	54.20
15.00	13.20	24.60	63.50
20.00	16.50	29.50	70.00
25.00	19.00	33.40	75.10
30.00	21.10	36.50	79.30
35.00	22.90	39.20	82.80
40.00	24.40	41.50	85.80
45.00	25.70	43.50	88.50
50.00	26.90	45.40	90.90
55.00	28.00	47.00	93.00
60.00	29.00	48.00	95.00
65.00			
70.00			
75.00			
80.00			
85.00			
90.00			
95.00			
100.00			

36 DESCONCHAMIENTO

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	1.20	4.20	9.30
10.00	2.10	8.00	17.30
15.00	3.80	11.90	24.20
20.00	5.00	14.60	29.10
25.00	5.90	16.70	33.00
30.00	6.70	18.50	36.10
35.00	7.30	20.00	38.70
40.00	7.90	21.20	41.00
45.00	8.30	22.40	43.00
50.00	8.80	23.40	44.80
55.00	9.20	24.30	47.00
60.00	9.50	25.10	49.20
65.00	9.90	25.90	51.20
70.00	10.20	26.60	53.20
75.00	10.50	27.30	55.20
80.00	10.70	27.90	57.30
85.00	11.00	28.50	59.30
90.00	11.20	29.00	61.30
95.00	11.40	29.50	63.30
100.00	11.70	30.00	65.30

37 RETRACCION

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	B M A
0.00	0.00
5.00	0.00
10.00	0.00
15.00	0.00
20.00	0.00
25.00	0.50
30.00	1.00
35.00	1.40
40.00	1.80
45.00	2.10
50.00	2.40
55.00	2.60
60.00	2.90
65.00	3.10
70.00	3.30
75.00	3.50
80.00	3.60
85.00	3.80
90.00	4.00
95.00	4.10
100.00	4.30

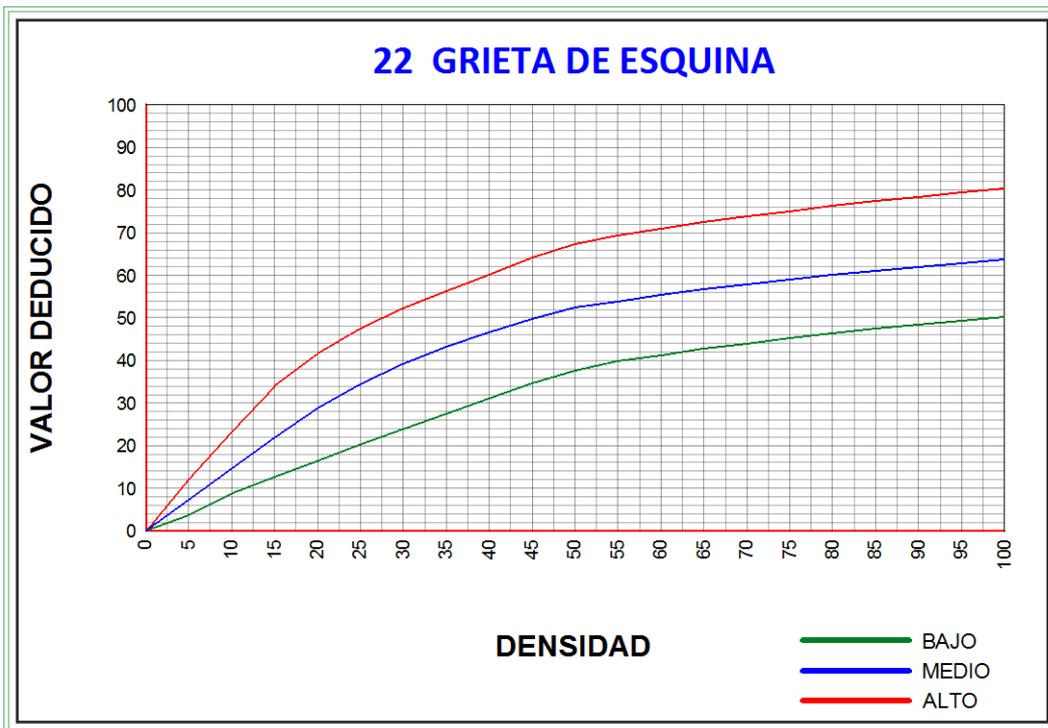
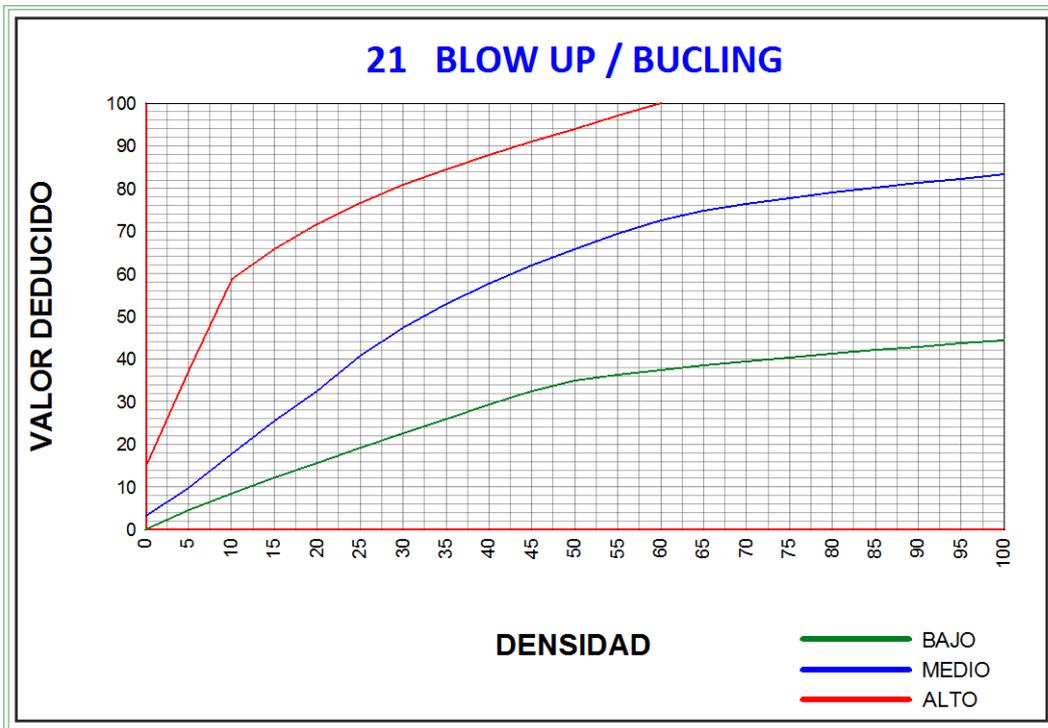
38 DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA

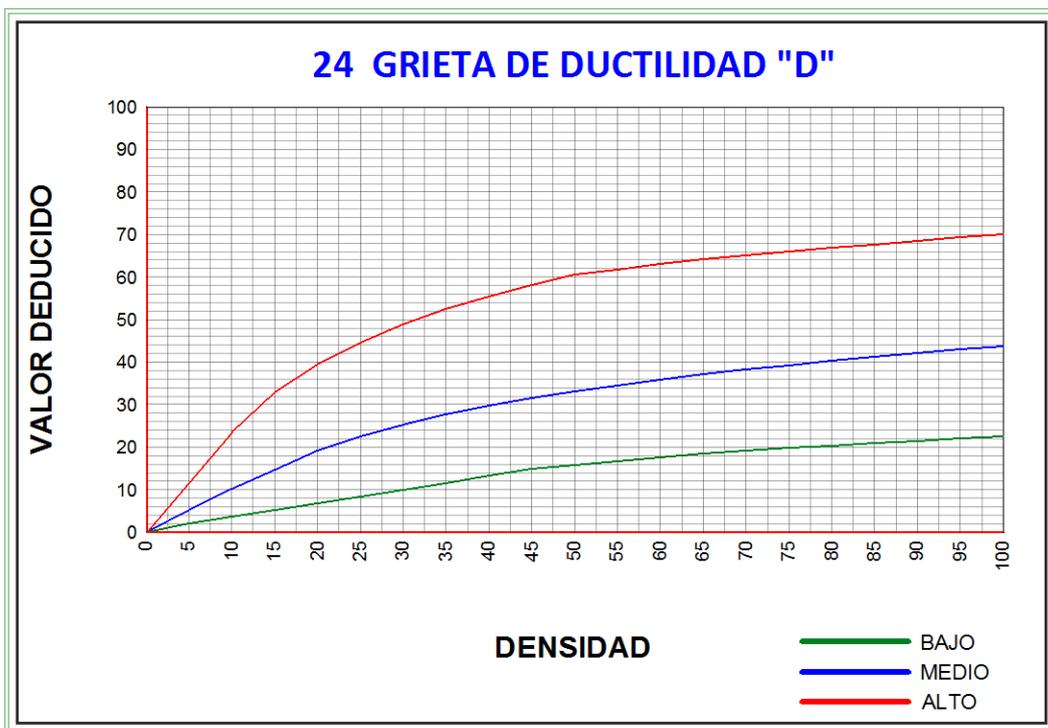
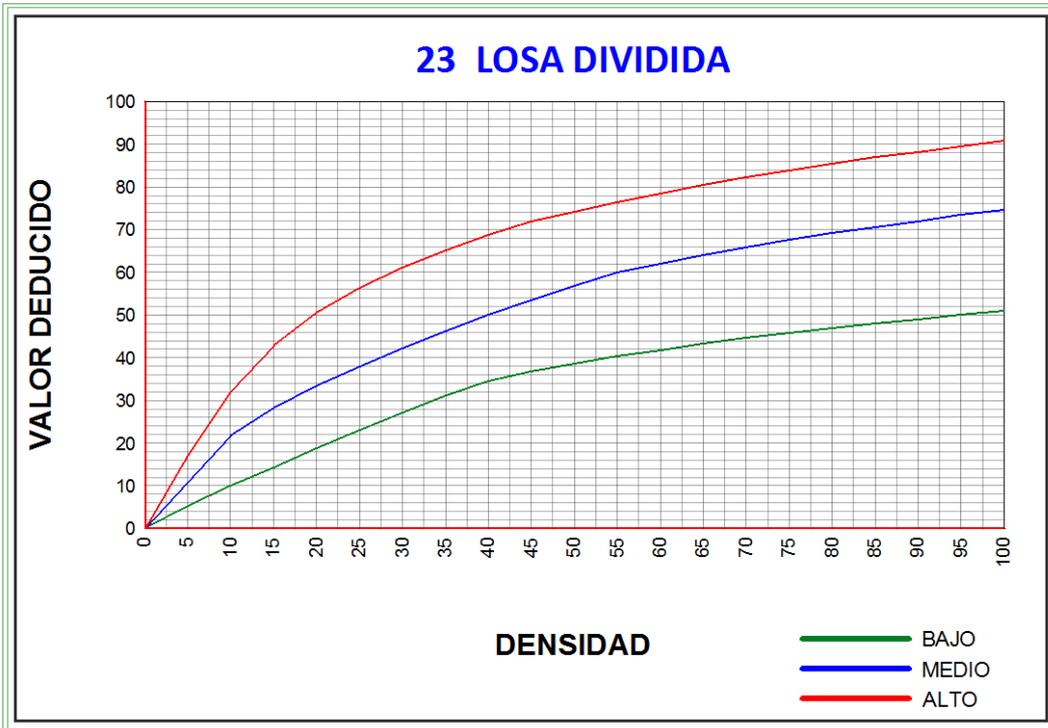
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	0.50	1.60	3.30
10.00	1.30	3.10	7.00
15.00	2.00	4.70	10.10
20.00	2.70	5.90	13.20
25.00	4.40	8.30	15.70
30.00	5.80	10.20	17.70
35.00	6.90	11.90	19.30
40.00	8.00	13.30	20.80
45.00	8.90	14.50	22.10
50.00	9.70	15.60	23.20
55.00	10.40	16.70	24.30
60.00	11.10	17.60	25.20
65.00	11.70	18.40	26.10
70.00	12.20	19.20	26.90
75.00	12.80	19.90	27.60
80.00	13.30	20.60	28.30
85.00	13.70	21.30	29.00
90.00	14.20	21.90	29.60
95.00	14.60	22.40	30.20
100.00	15.00	23.00	30.80

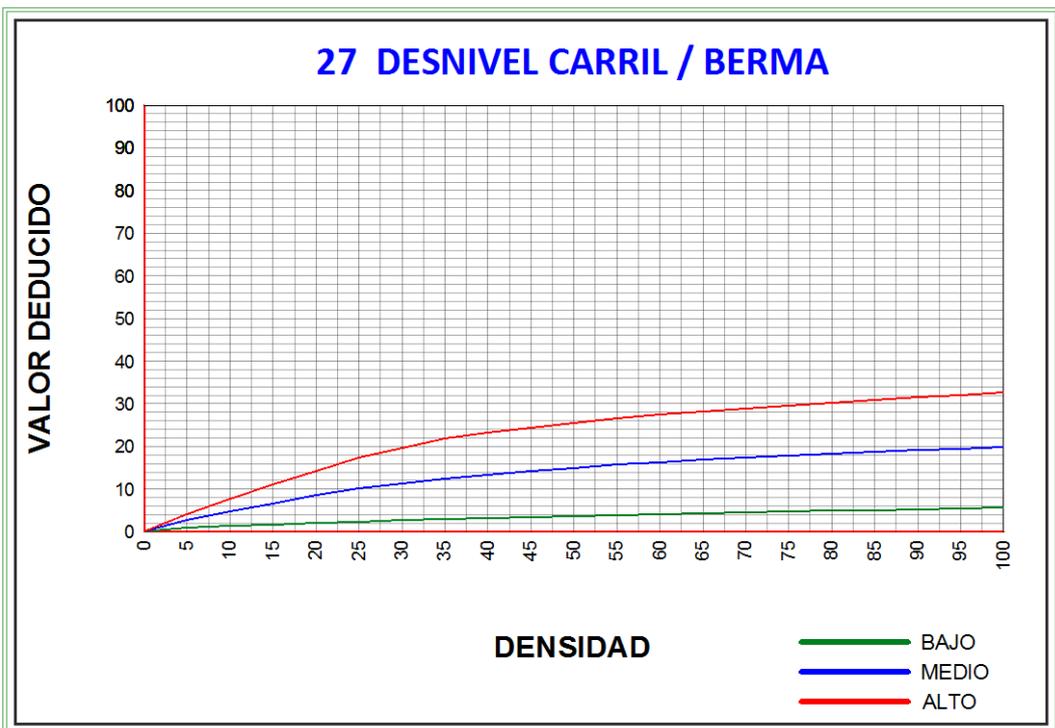
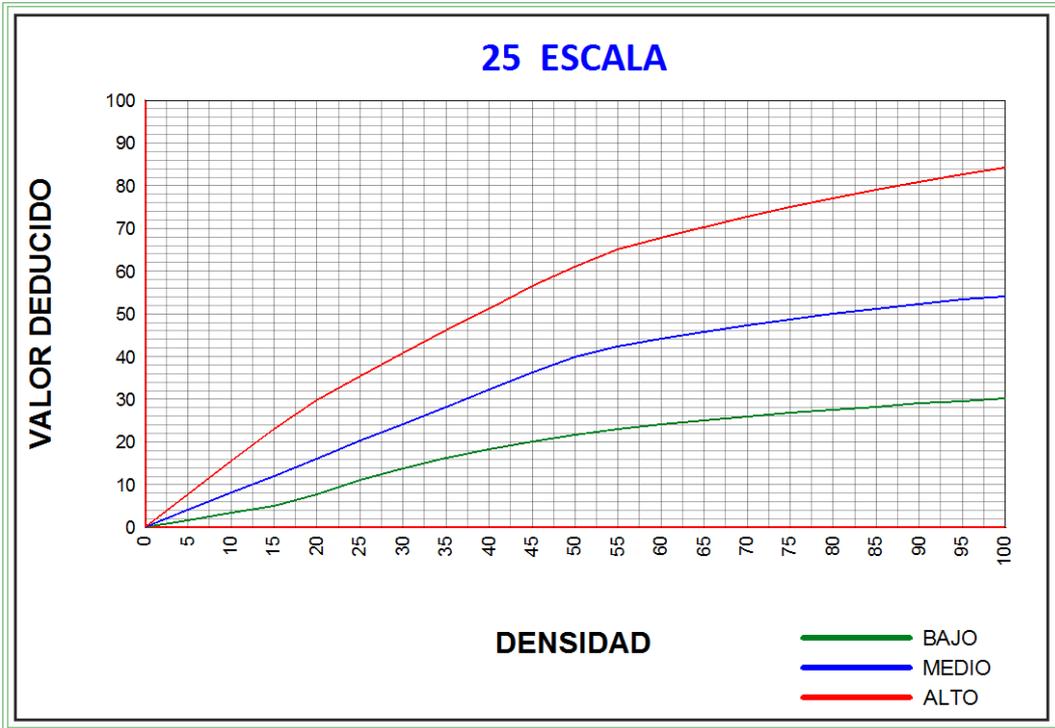
39 DESCASCARAMIENTO DE JUNTA

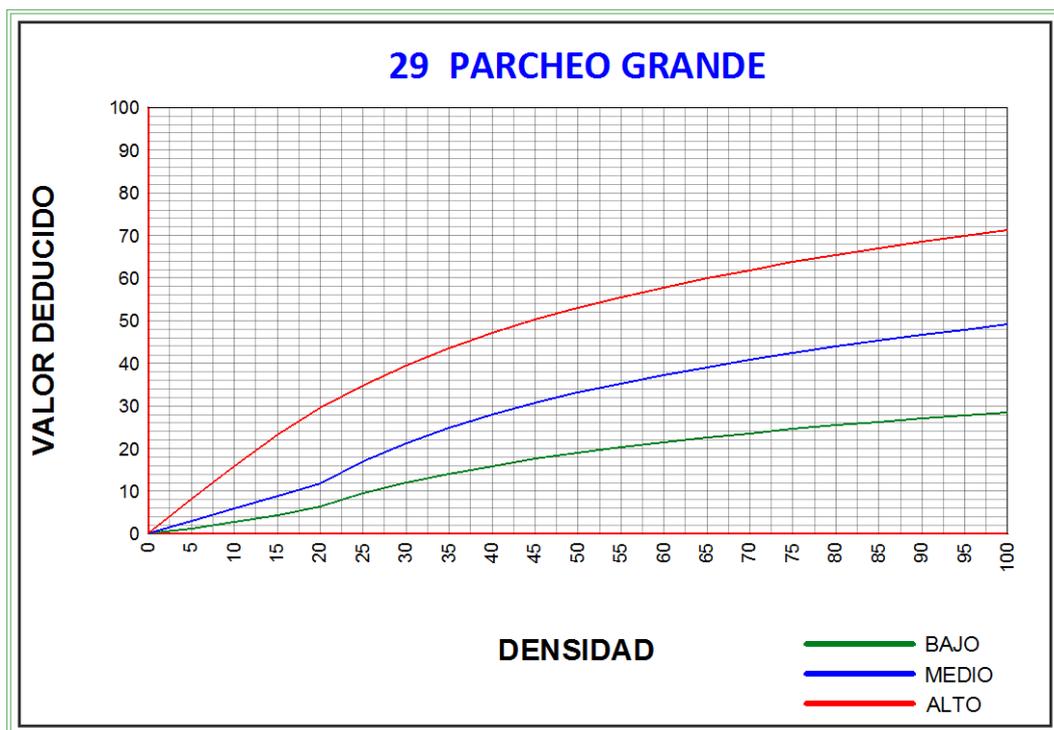
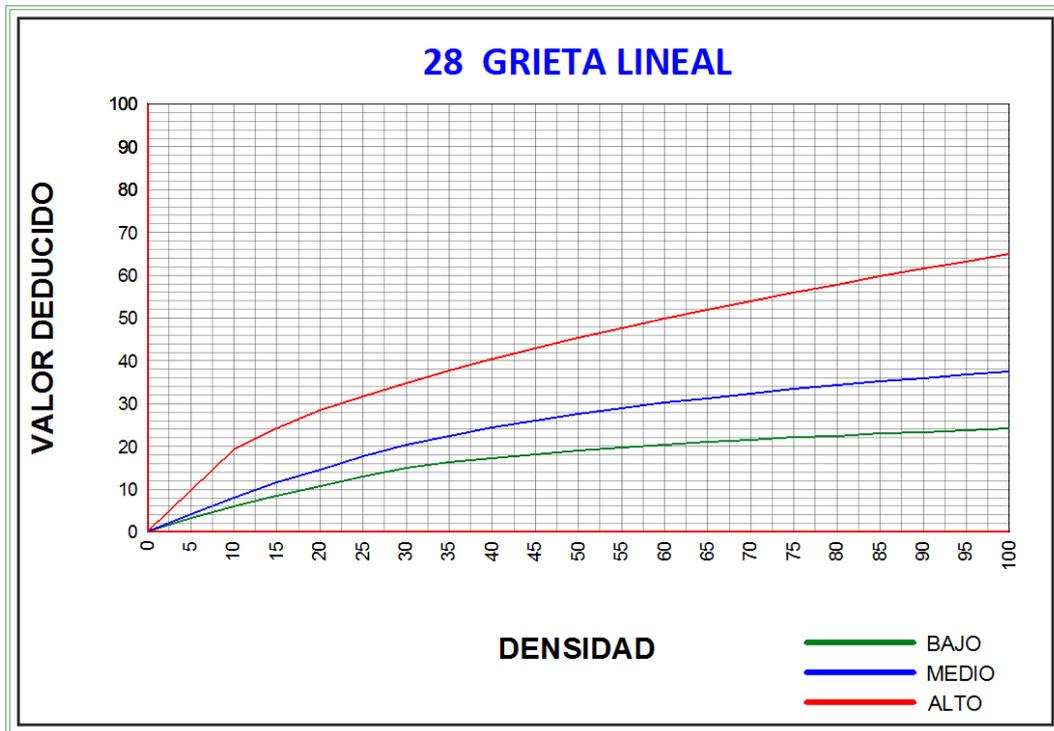
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	1.40	2.00	7.00
10.00	2.40	4.00	13.40
15.00	3.20	6.10	19.70
20.00	4.20	8.30	24.20
25.00	5.40	10.80	28.50
30.00	6.50	12.80	31.90
35.00	7.63	14.50	34.90
40.00	8.10	16.00	37.40
45.00	8.80	17.30	39.70
50.00	9.40	18.40	41.70
55.00	9.90	19.50	43.50
60.00	10.40	20.40	45.20
65.00	10.90	21.30	46.70
70.00	11.30	22.10	48.10
75.00	11.70	22.90	49.40
80.00	12.10	23.60	50.60
85.00	12.40	24.20	51.80
90.00	12.70	24.90	52.90
95.00	13.00	25.50	53.90
100.00	13.30	26.00	54.90

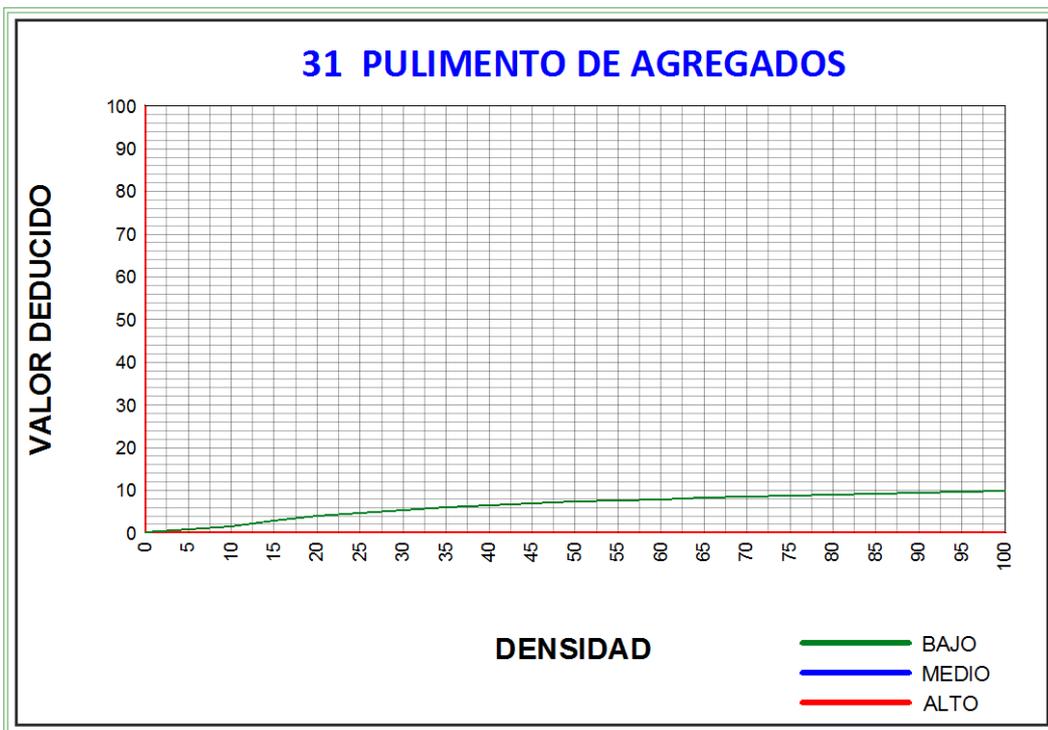
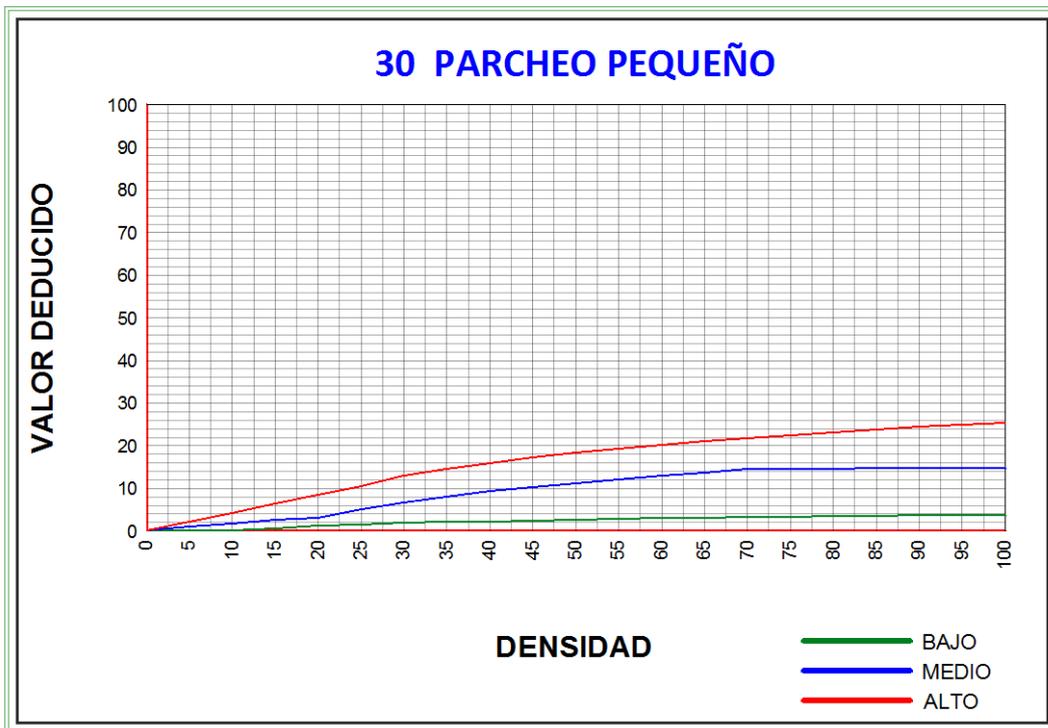
TOTAL DE VALORES DEDUCIDOS	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO								
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7	q8	q9
0.00	0.00								
10.00	10.00								
11.00	11.00	8.00							
16.00	16.00	12.40	8.00						
20.00	20.00	16.00	11.00						
27.00	27.00	21.90	15.90	14.00					
30.00	30.00	24.50	18.00	16.00					
35.00	35.00	28.50	21.70	19.20	17.10	15.00			
40.00	40.00	32.00	25.40	22.50	20.20	18.00			
50.00	50.00	39.50	32.00	29.00	26.20	24.00			
57.00	57.00	44.00	36.90	33.40	30.80	28.20	26.80	25.40	24.00
60.00	60.00	46.00	38.50	35.20	32.60	30.00	28.30	26.60	25.00
70.00	70.00	52.50	45.00	41.00	38.50	36.00	34.00	32.00	30.00
80.00	80.00	58.50	51.40	47.00	44.20	41.50	39.30	37.10	35.00
90.00	90.00	64.50	57.40	52.50	49.70	47.00	44.50	42.00	39.50
100.00	100.00	70.00	63.00	58.00	55.00	52.00	49.30	46.60	44.00
110.00		75.50	68.50	63.00	60.00	57.00	54.30	51.60	49.00
120.00		81.00	74.00	67.80	64.90	62.00	59.20	56.40	53.50
130.00		86.00	78.90	72.50	69.50	66.50	63.70	60.90	58.00
140.00		90.50	84.00	77.00	74.00	71.00	68.20	65.40	62.50
150.00		95.00	88.40	81.50	78.20	75.00	72.30	69.60	67.00
160.00		99.50	93.00	85.50	82.20	79.00	76.30	73.60	71.00
161.00		100.00	93.40	86.00	82.70	79.40	76.70	74.00	71.40
170.00			97.00	89.60	86.30	83.00	80.30	77.60	75.00
177.00			100.00	92.60	88.80	85.10	82.70	80.30	77.80
180.00				94.00	90.00	86.00	83.70	81.40	79.00
190.00				98.00	94.00	90.00	87.50	85.00	82.50
195.00				99.50	95.50	91.50	89.10	86.70	84.30
200.00				100.00	96.50	93.00	90.70	88.40	86.00

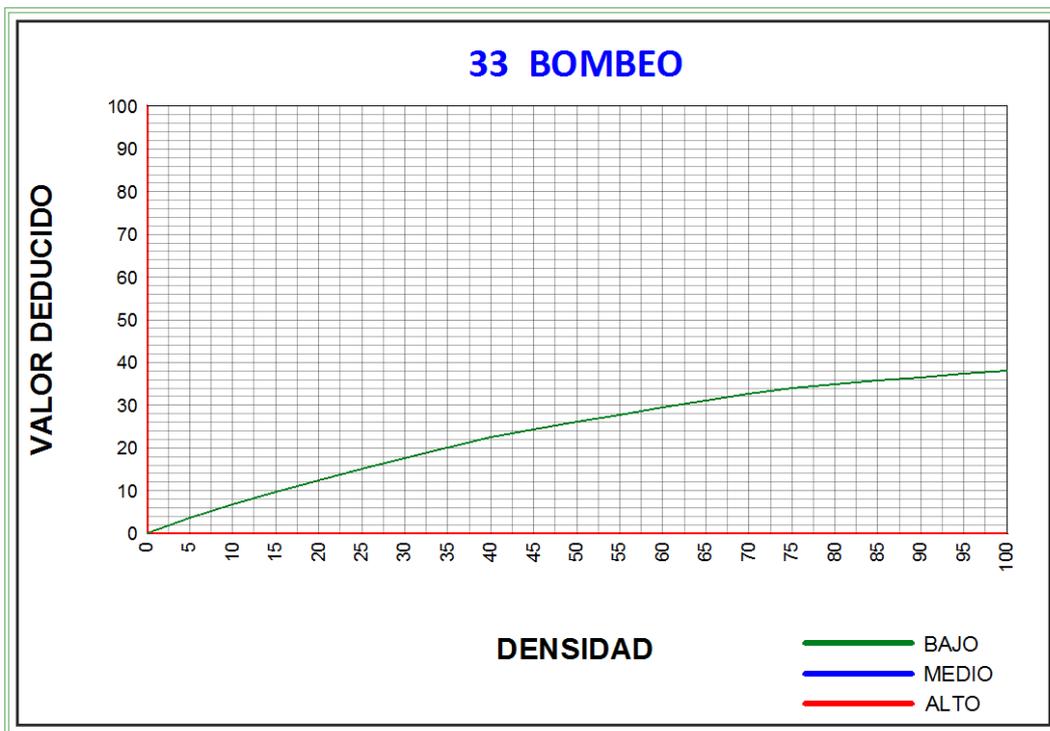
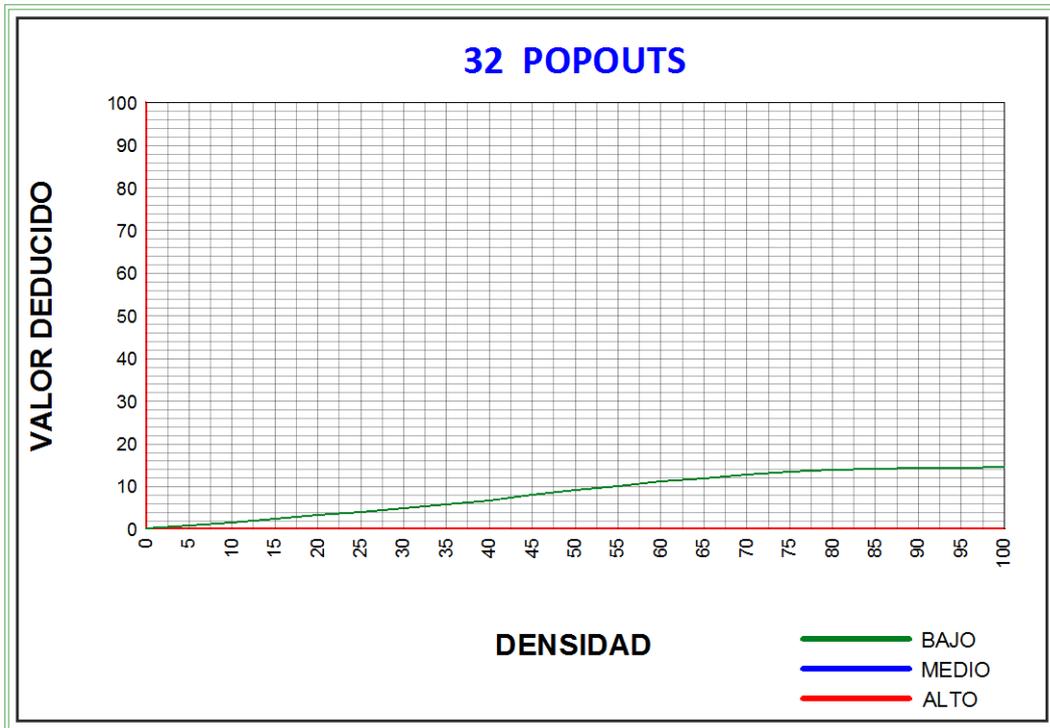


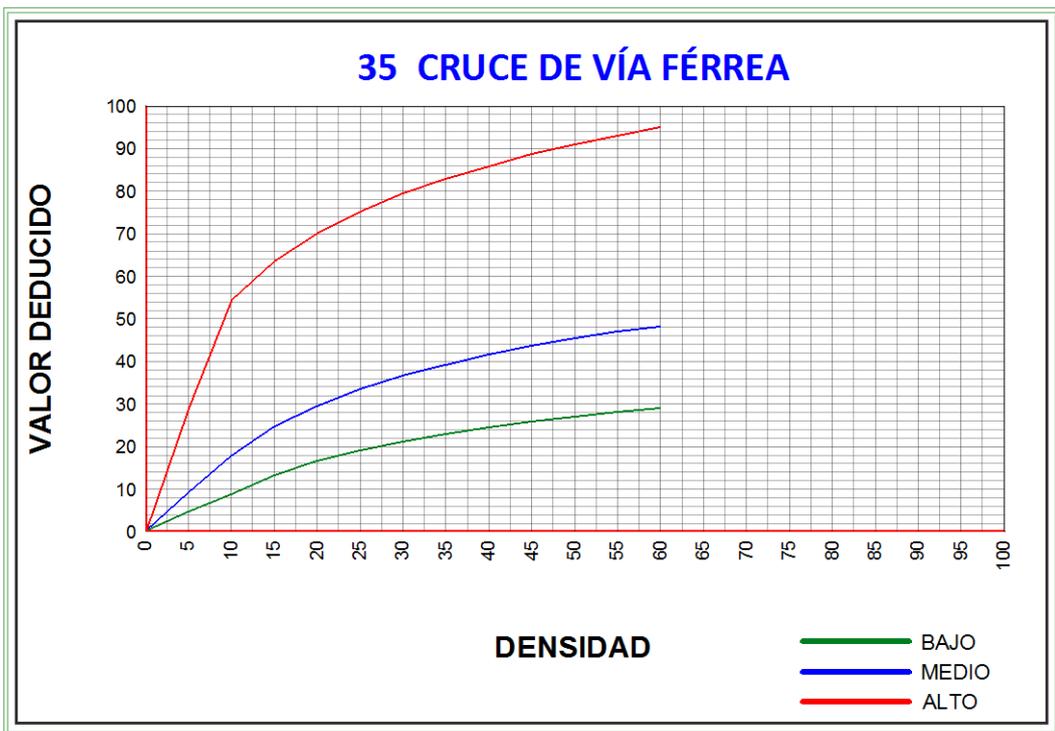
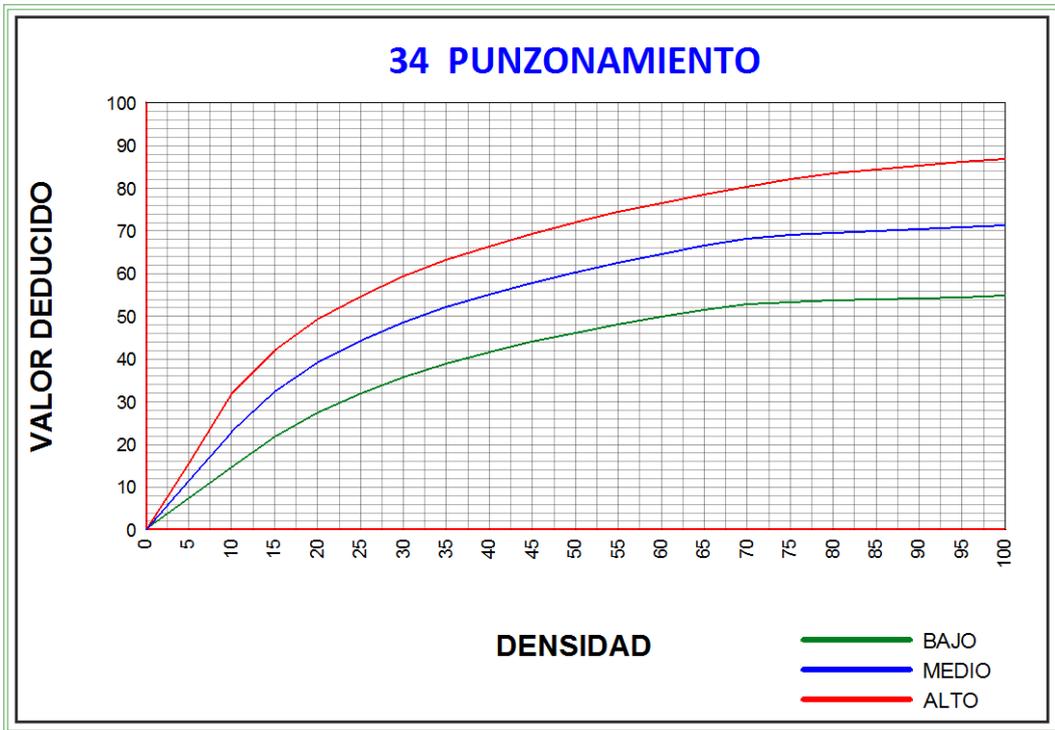


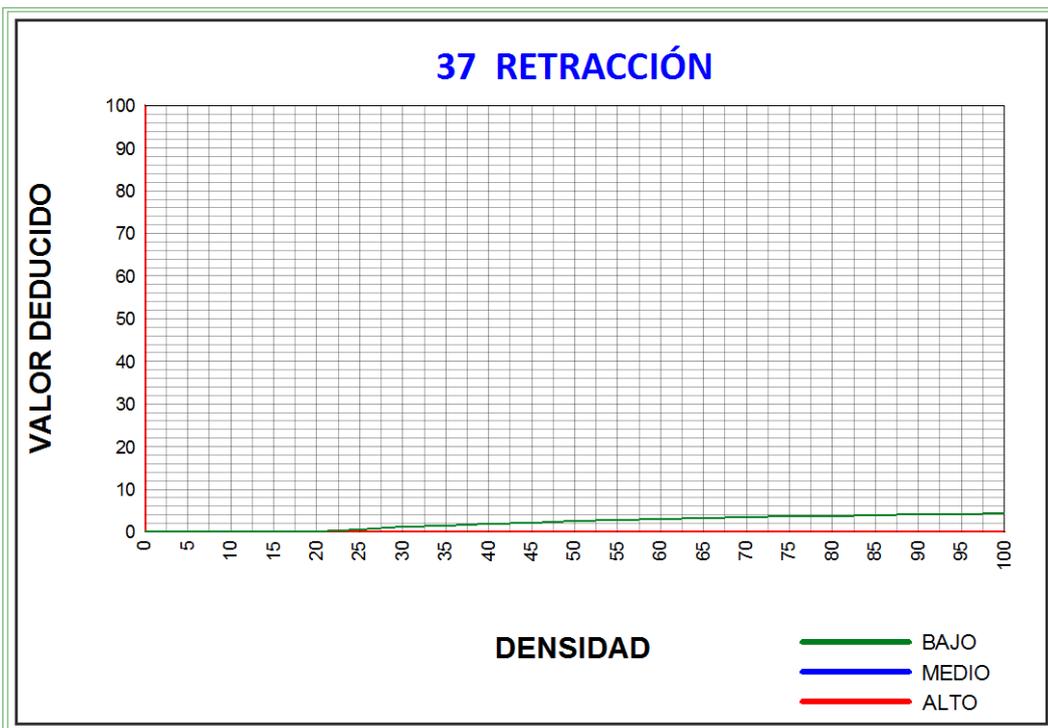
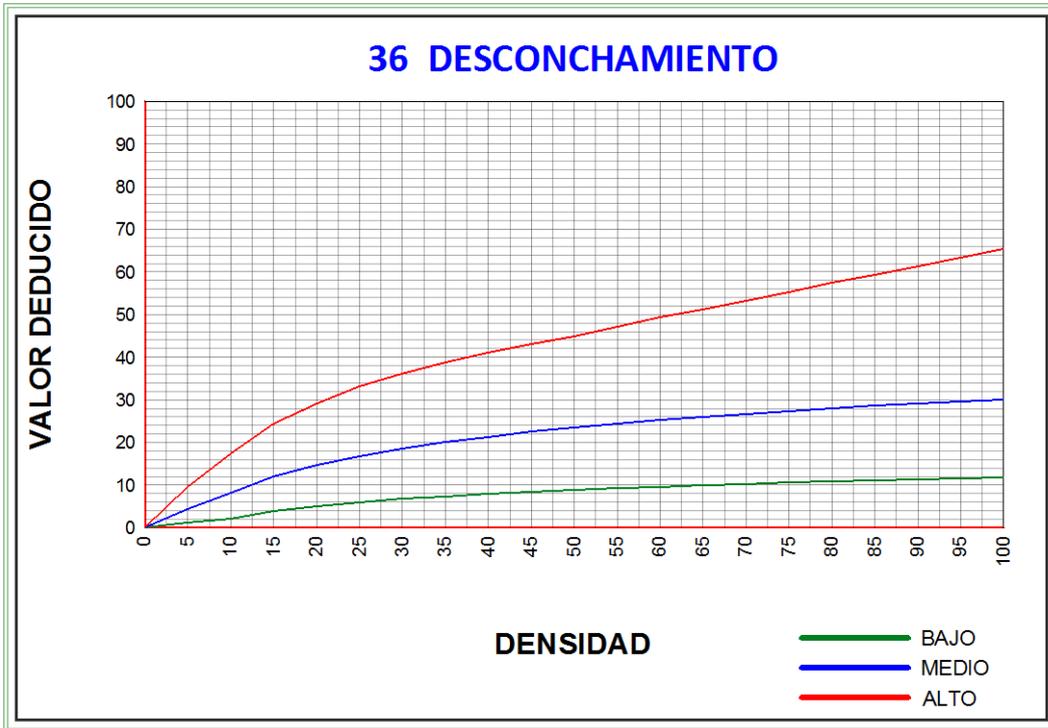


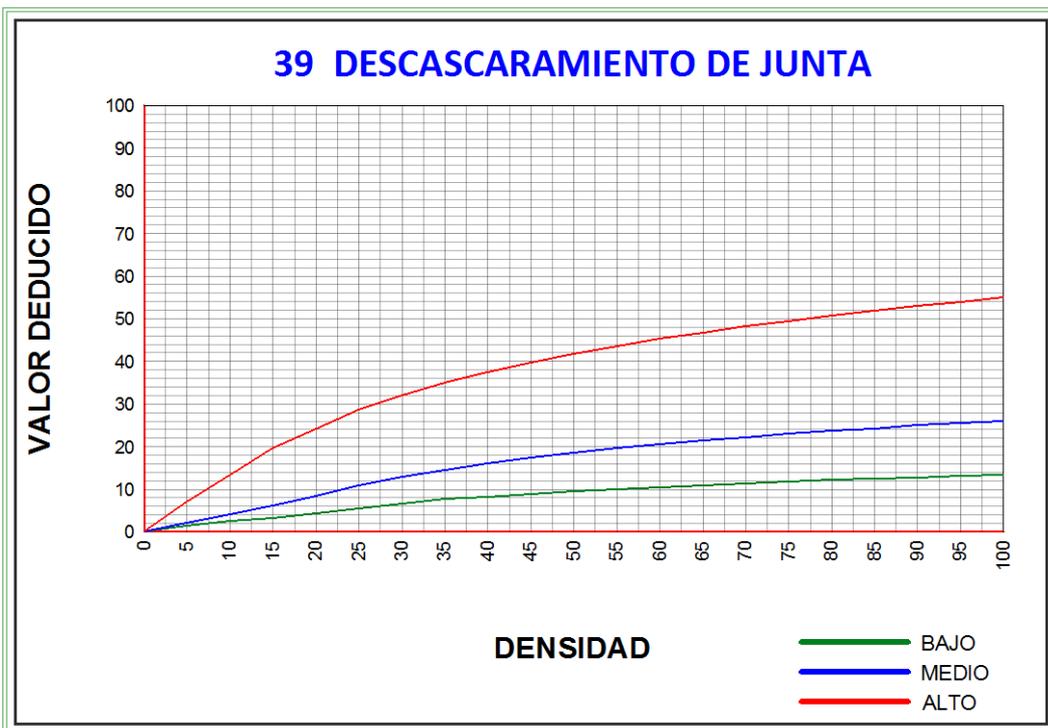
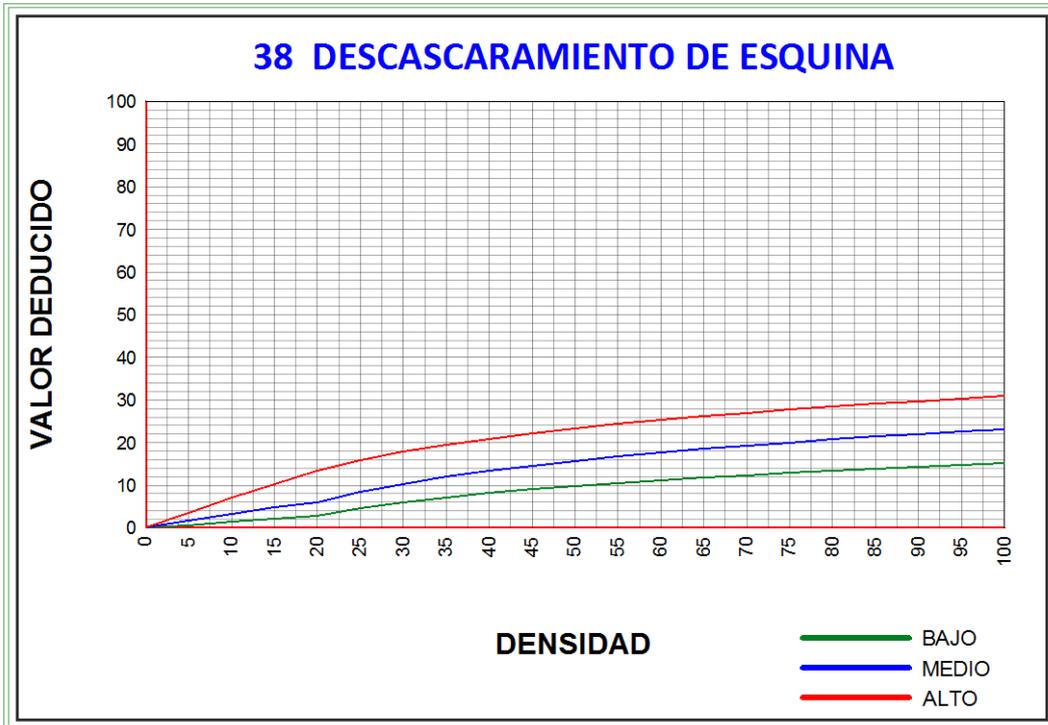


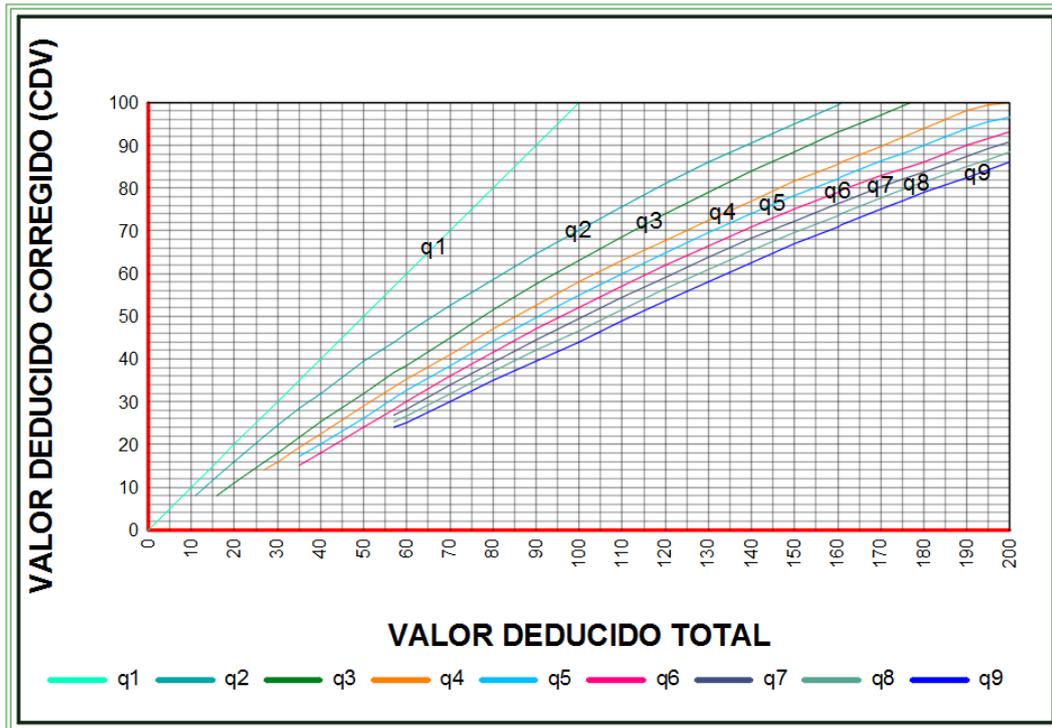












FORMATO DE TOMA DE LA INFORMACIÓN DE CAMPO

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE							
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) CARRETERAS CON SUPERFICIE DE CEMENTO HIDRÁULICO							
NOMBRE DE LA VIA = ADOLFO MOREY		EVALUADO POR: EACH: WAVC		TRAMO: ↓			
FECHA = 28-10-2017		Abscisa Inicial =		Abscisa final =		N° DE LOSAS: 26	
ESQUEMA:							
TIPO DE FALLA			N° Falla	Severidad	N° losas	Densidad (%)	Valor Deducido
21	Bump/Buckling	31	Pulimento de Agregados	22	3	3	/
22	Grietas de Esquejes	32	Popouts	23	3	6	
23	Losas Divididas	33	Bombos	26	2	20	
24	Grietas de Durabilidad "D"	34	Funcionamiento	28	3	10	
25	Exceles	35	Cruce de Vía Férrea	29	3	9	
26	Sello de Junta	36	Desconchamiento / Mapa de Grietas / Craquelado	31		2	
27	Desnivel Carri / Berma	37	Grietas de Retención	38	2	4	
28	Grietas Lineales	38	Descascaramiento de Esquejes				
29	Parcheo grande	39	Descascaramiento de Junta				
30	Parcheo pequeño						
$m_v = 1.00 \pm \frac{0}{98} (100 - HDV_v)$			Numero de deducidos > 2[q] = Valor deducido mas alto (HDV _v) = N° admisible de deducidos (m _v) =				

Figura 0-1: Formato de inspección de campo UM-01

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE							
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) CARRETERAS CON SUPERFICIE DE CEMENTO HIDRÁULICO							
NOMBRE DE LA VIA =		ADOLFO MORET		EVALUADO POR:		BAQUÍ: WAVE	
FECHA =		28-10-2017		Abscisa inicial =		TRAMO:	
				Abscisa final =		N° DE LOSAS: 4	
ESQUEMA:							
TIPO DE FALLA			N° Falla	Severidad	N° losas	Densidad (%)	Valor Deducido
21	Blowup /Buckling	31	Pulimento de Agregados	26	2	4	/
22	Grieta de Esquina	32	Popouts	29	3	4	
23	Loosa Dividida	33	Bombao	30	2	1	
24	Grieta de Durabilidad "D"	34	Punzonamiento	31		5	
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea	37	1	1	
26	Sello de Junta	36	Desconchamiento / Mapa de Grietas / Craquelado				
27	Desnivel Carril / Berma	37	Grietas de Retracción				
28	Grietas Lineales	38	Desasacaramiento de Esquina				
29	Parcheo grande	39	Desasacaramiento de Junta				
30	Parcheo pequeño	39					
$m_i = 1.00 + \frac{0}{98} (100 - HDV_i)$			Numero de deducidos > 2(q) = Valor deducido mas alto (HDV _i) = N° admisible de deducidos (m _i) =				

Figura 0-4: Formato de inspección de campo UM-04.

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE							
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) CARRETERAS CON SUPERFICIE DE CEMENTO HIDRÁULICO							
NOMBRE DE LA VIA =		ADOLFO MORET		EVALUADO POR:			
FECHA =		28-10-2017		Abscisa inicial =		TRAMO: 5	
				Abscisa final =		N° DE LOSAS: 28	
ESQUEMA:							
TIPO DE FALLA			N° Falla	Severidad	N° losas	Densidad (%)	Valor Deducido
21	Blowup /Buckling	31	Pulimento de Agregados	28	1	3	/
22	Grieta de Esquina	32	Popouts	26	2	28	
23	Loosa Dividida	33	Bombao	29	3	5	
24	Grieta de Durabilidad "D"	34	Punzonamiento	31		16	
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea	36	3	1	
26	Sello de Junta	36	Desconchamiento / Mapa de Grietas / Craquelado	39	1	3	
27	Desnivel Carril / Berma	37	Grietas de Retracción	39	3	1	
28	Grietas Lineales	38	Desasacaramiento de Esquina				
29	Parcheo grande	39	Desasacaramiento de Junta				
30	Parcheo pequeño	39					
$m_i = 1.00 + \frac{0}{98} (100 - HDV_i)$			Numero de deducidos > 2(q) = Valor deducido mas alto (HDV _i) = N° admisible de deducidos (m _i) =				

Figura 0-5: Formato de inspección de campo UM-05.

“Año del Buen Servicio al Ciudadano”

Pucallpa 01 de Noviembre del 2017.

Señor:
ING. MILTON FRANCISCO MARIN ALIAGA
Gerente de Infraestructura y Obras de la MDC
De:
VILLAVICENCIO CUENCA WALTER ALBERTO.
Bach. En Ingeniería Civil.

Asunto: SOLICITO PERMISO PARA REALIZAR LA VERIFICACION DE LAS PATOLOGIAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO DEL JIRÓN ADOLFO MOREY DESDE JIRÓN LA INMACULADA HASTA JIRÓN MANCO CAPAC.

Yo **WALTER ALBERTO VILLAVICENCIO CUENCA** Bachiller en **INGENIERÍA CIVIL** de la **UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE**, Identificado con DNI N° 22487482, Es grato dirigirme a usted, para expresarle mis cordiales saludos y a la vez para hacer de su conocimiento que, en mi calidad de bachiller en ingeniería civil, vengo realizando el Curso de Tesis respecto a la: **“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE LAS PISTAS DEL JIRÓN ADOLFO MOREY (ENTRE EL JIRÓN LA INMACULADA Y EL JIRÓN MANCO CÁPAC) DEL DISTRITO DE CALLERIA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGIÓN UCAYALI - 2017”**. Para obtener el Título profesional de Ingeniero Civil.

Por lo tanto acudo a Ud. para ordenar a quien corresponda me conceda el permiso de realizar el análisis visual de las Patologías del Pavimento en mención.

Me despido de usted con la seguridad de que lo solicitado será atendido, sin otro en particular.

Atentamente:


.....
Walter Alberto Villavicencio Cuenca.
Bachiller en Ingeniería civil
DNI N° 22487482



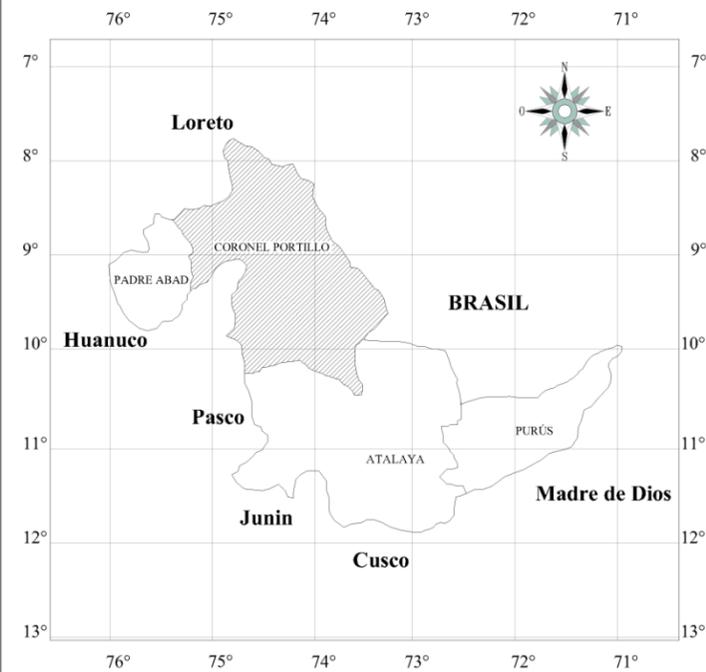
Figura 0-12: Solicitud para realizar inspecciones oculares en la zona de trabajo a la entidad responsable.

PLANOS



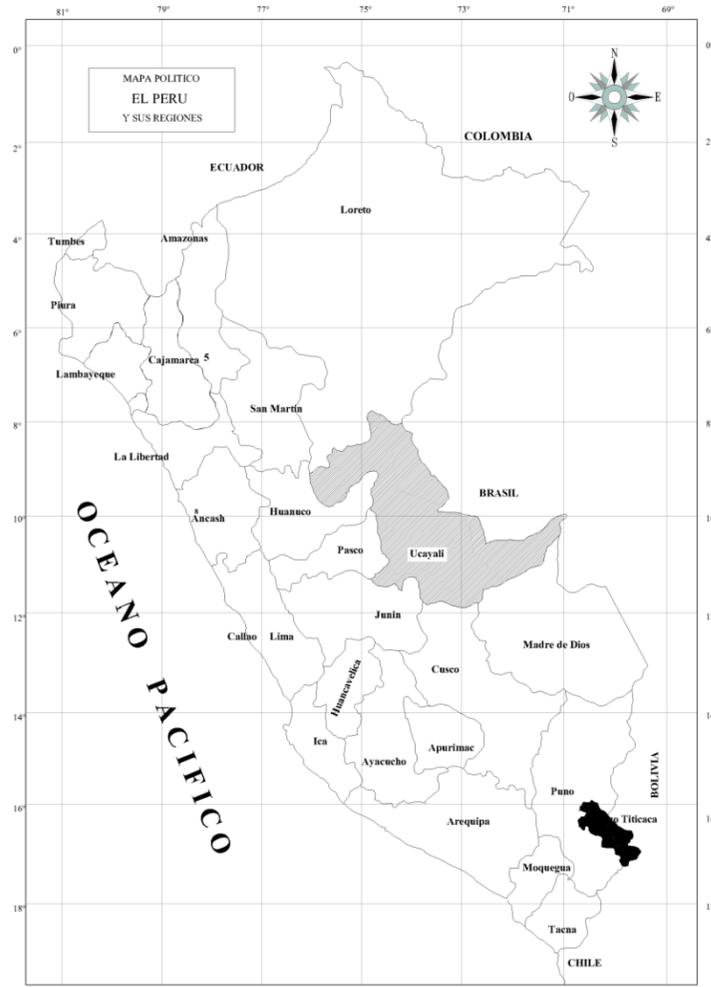
UBICACIÓN PROVINCIAL

ESCALA S/E



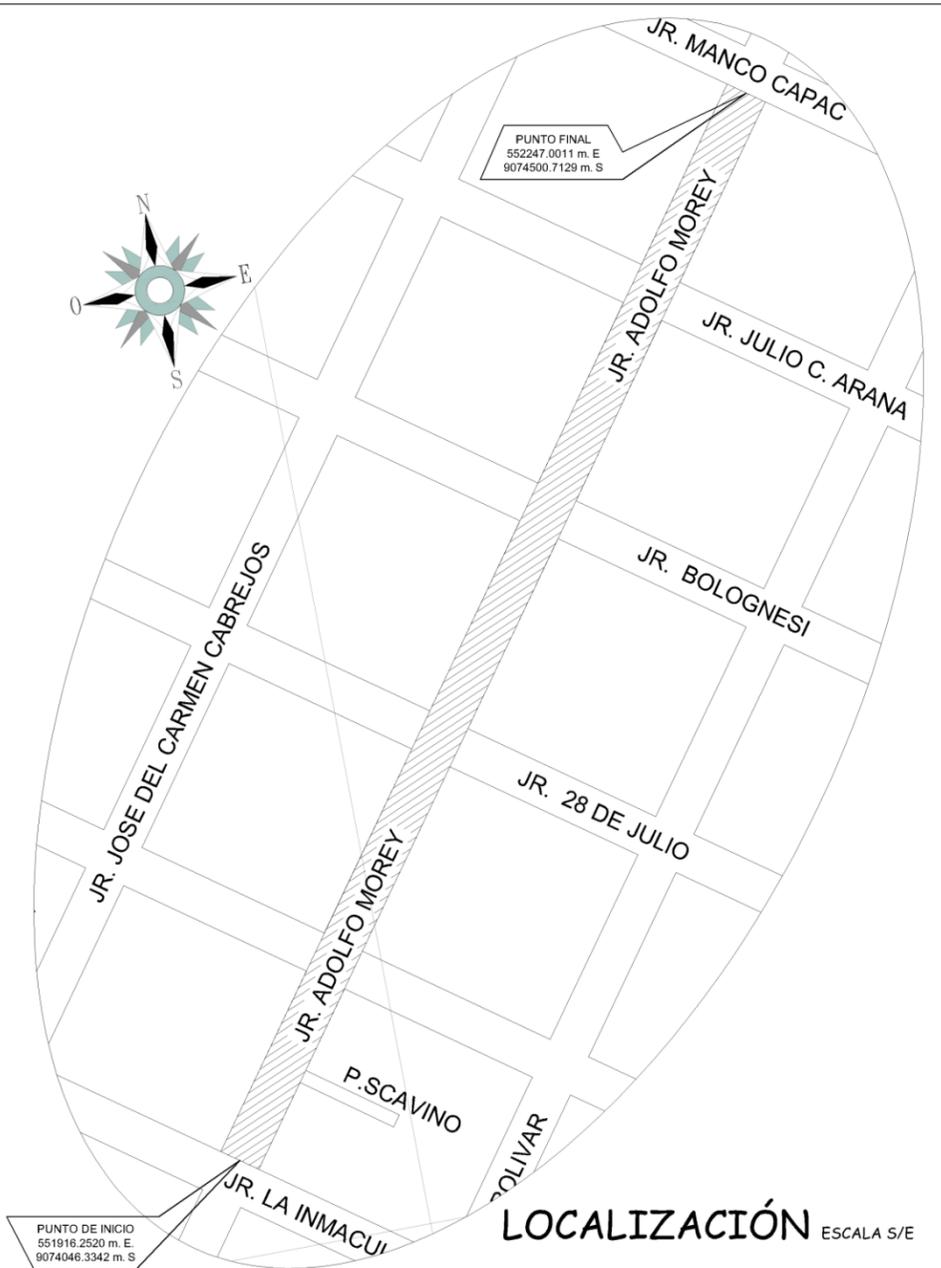
UBICACIÓN REGIONAL

ESCALA S/E



UBICACIÓN NACIONAL

ESCALA S/E



LOCALIZACIÓN ESCALA S/E



TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL:
"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE LAS PISTAS DEL JIRÓN ADOLFO MOREY (ENTRE EL JIRÓN LA INMACULADA Y EL JIRÓN MANCO CÁPAC) DEL DISTRITO DE CALLERIA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGIÓN UCAYALI - 2017"

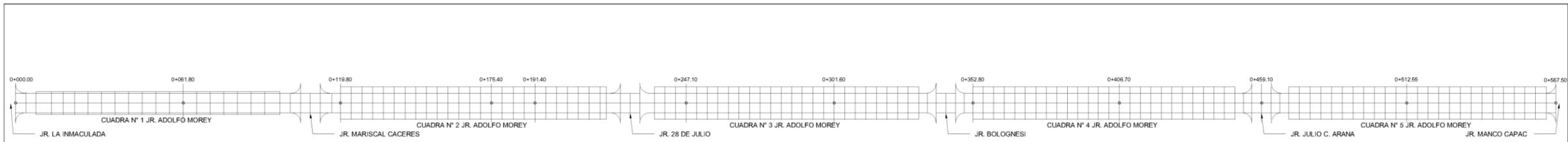
UBICACIÓN:
 DISTRITO :CALLERIA
 PROVINCIA :CORONEL PORTILLO
 REGIÓN :UCAYALI

PLANO: **UBICACION Y LOCALIZACION**

LAM. N°
UL-01

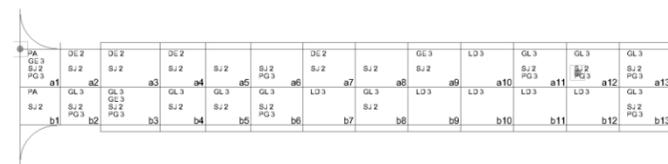
BACHILLER: WALTER ALBERTO VILLAVICENCIO CUENCA

ESCALA: **INDICADA** FECHA: **OCTUBRE 2017**



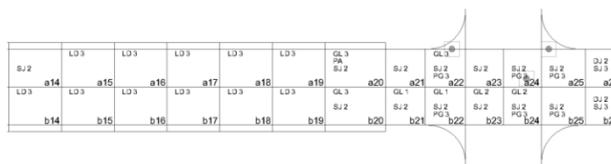
PLANO PLANTA
ESCALA 1:1000

CANTIDAD DE LOSAS 26



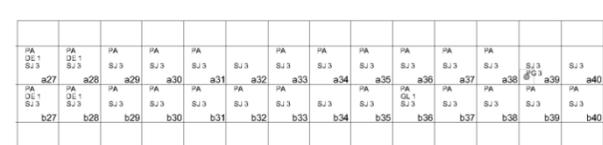
UNIDAD DE MUESTRA 01
ESCALA 1:400

CANTIDAD DE LOSAS 26



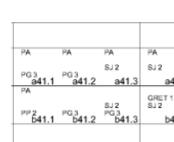
UNIDAD DE MUESTRA 02
ESCALA 1:400

CANTIDAD DE LOSAS 28



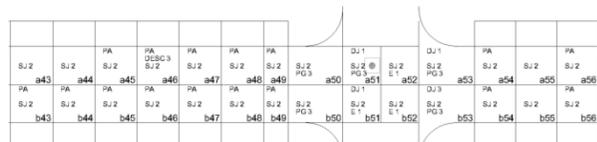
UNIDAD DE MUESTRA 03
ESCALA 1:400

CANTIDAD DE LOSAS 08



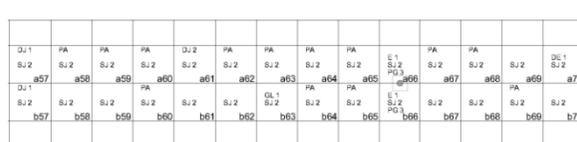
UNIDAD DE MUESTRA 04
ESCALA 1:400

CANTIDAD DE LOSAS 28



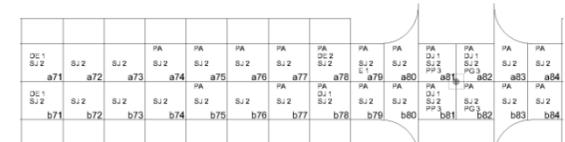
UNIDAD DE MUESTRA 05
ESCALA 1:400

CANTIDAD DE LOSAS 28



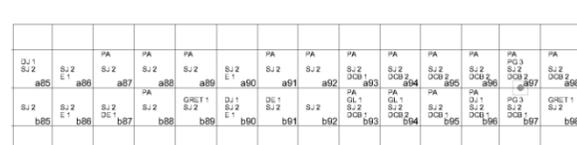
UNIDAD DE MUESTRA 06
ESCALA 1:400

CANTIDAD DE LOSAS 28



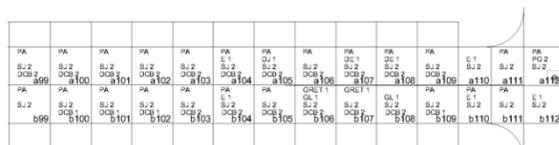
UNIDAD DE MUESTRA 07
ESCALA 1:400

CANTIDAD DE LOSAS 28



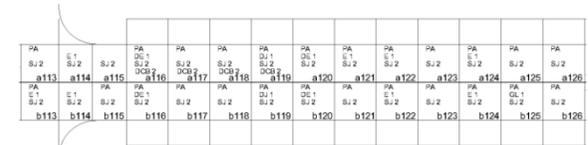
UNIDAD DE MUESTRA 08
ESCALA 1:400

CANTIDAD DE LOSAS 28



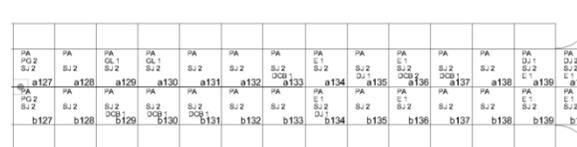
UNIDAD DE MUESTRA 09
ESCALA 1:400

CANTIDAD DE LOSAS 28



UNIDAD DE MUESTRA 10
ESCALA 1:400

CANTIDAD DE LOSAS 28



UNIDAD DE MUESTRA 11
ESCALA 1:400

LEYENDA	
BLOWUP/BUCKLING	BB
GRIETA DE ESQUINA	GE
LOSA DIVIDIDA	LD
GRIETA DE DURABILIDAD D	GD
ESCALA	E
SELLO DE JUNTA	SJ
DESINIBEL CARRIL/JUNTA	DCJ
GRIETA LINEAL	GL
PARCHEO GRANDE	PG
PARCHEO PEQUEÑO	PP
PULIMENTO DE AGREGADOS	PA
POPOUTS	POP
BOMBEO	B
PUNZONAMIENTO	P
CRUCE DE VIA FERREA	CVF
DESCONCHAMIENTO	D
GRIETAS DE RETRACCION	GR
DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA	DE
DESCASCARAMIENTO DE JUNTA	DJ

NIVEL DE SEVERIDAD	
BAJO	1
MEDIO	2
ALTO	3



TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL:
"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE LAS PISTAS DEL JIRÓN ADOLFO MOREY (ENTRE EL JIRÓN LA INMACULADA Y EL JIRÓN MANCO CÁPAC) DEL DISTRITO DE CALLERIA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGIÓN UCAYALI - 2017"

UBICACIÓN:
 DISTRITO :CALLERIA
 PROVINCIA :CORONEL PORTILLO
 REGIÓN :UCAYALI

PLANO: **PLANTA Y UNIDADES MUESTRALES**

LAM. N°
P -UM

BACHILLER: **WALTER ALBERTO VILLAVICENCIO CUENCA**

ESCALA: **INDICADA**
 FECHA: **OCTUBRE 2017**

