



---

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
CIVIL**

“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DEL NIVEL DE  
INCIDENCIA DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN  
PAVIMENTOS RÍGIDOS DEL JIRÓN AGUSTÍN CAUPER  
(DESDE LA CUADRA N° 01 AL 05), DEL DISTRITO DE  
CALLERIA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO,  
DEPARTAMENTO DE UCAYALI, AÑO - 2017”

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO  
CIVIL**

**AUTOR:**

BACH. DEL ÁGUILA SALAS, FREDY AUGUSTO.

**DOCENTE TUTOR:**

ING. RAMÍREZ PALOMINO, LUIS ARTEMIO.

UCAYALI - PERÚ

2017



---

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**CIVIL**

**TESIS:**

“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DEL NIVEL DE  
INCIDENCIA DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN  
PAVIMENTOS RÍGIDOS DEL JIRÓN AGUSTÍN CAUPER  
(DESDE LA CUADRA N° 01 AL 05), DEL DISTRITO DE  
CALLERIA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO,  
DEPARTAMENTO DE UCAYALI, AÑO - 2017”

**JURADO DE TESIS**

~~ING. SOTELO URBANO, JOHANA~~

**PRESIDENTE DEL JURADO**

---

ING. VELIZ RIVERA, JUAN

**MIEMBRO DEL JURADO**

---

ING. OROPEZA ASCARZA, FRANCISCO.

**MIEMBRO DEL JURADO**

---

~~ING. LUIS A. RAMÍREZ PALOMINO.~~

**ASESOR DE TESIS**

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios por hacerme más valioso en la vida y proporcionarme la vida para seguir con mis anhelos y proyectos.*

*A mis maestros que con su amor paciencia y trabajo arduo me apoyaron desde muy pequeño para ser grande y así apoyar a los demás en la formación profesional.*

*A mis amigos compañeros de toda la vida y colegas que de muchas maneras en compartimos gratos momentos*

## **DEDICATORIA**

*Dedico esta tesis a los seres que más amo en el mundo:*

*Mi padre **Augusto** y mi hermosa madre **Luz** por ser la inspiración y darme la motivación para conseguir muchos logros y por apoyarme siempre por superarme cada día más.*

*Dedico también este logro académico a mis hermosas hermanas **Elvira** y **Lieschen** porque siempre nos apoyamos y somos como grandes amigos de toda la vida.*

***Los amo mucho. Gracias***

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación denominado “Determinación y Evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en pavimentos rígidos del jirón Agustín Cauper (desde la cuadra n° 01 al 05), del distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali, año – 2017” realiza el estudio de la condición del pavimento.

Estudiar el estado superficial de esta vía radica en que es una de mucho tránsito vehicular y es la principal vía de comunicación y acceso hacia el hospital Regional de Ucayali.

Para realizar una correcta evaluación funcional y estructural del pavimento se utilizó el método PCI. Donde los datos de origen descriptivo fueron obtenidos mediante ensayos visuales in situ, adicionalmente tomando el cálculo de la información obtenida se establece parámetros que definen propuestas de rehabilitación para mejorar la condición de la vía que es objeto de este estudio además permita mejorar la calidad de servicio de la vía.

Del análisis de los resultados obtenidos y realizar los cálculos por el método PCI podemos establecer que la estructura del pavimento se encuentra en condiciones REGULAR con un valor de PCI de 50.06.

La recomendación para mejorar la calidad del pavimento y ampliar su vida útil es considerar el mantenimiento rutinario, y así brindar la calidad de tránsito.

Palabra clave: Método (PCI) Pavement Condition Index.

## ABSTRACT

The present titration work called "Determination and Evaluation of the level of incidence of concrete pathologies in rigid pavements of the Agustín Cauper shred (from block number 01 to 05), of the district of Calleria, province of Coronel Portillo, department of Ucayali - 2017 "performs the study of the condition of the pavement.

Studying the surface condition of this road is that it is one of a lot of vehicular traffic and is the main communication and access road to the Regional Hospital of Ucayali.

To perform a correct functional and structural evaluation of the pavement, the PCI method was used. Where the data of descriptive origin were obtained through on-site visual tests, additionally taking the calculation of the information obtained, establishing parameters that define rehabilitation proposals to improve the condition of the road that is the object of this study also allows to improve the quality of service of the way.

From the analysis of the results obtained and perform the calculations by the PCI method we can establish that the pavement structure is in REGULAR conditions with a PCI value of 50.06.

The recommendation to improve the quality of the pavement and extend its useful life is to consider routine maintenance, and thus provide the quality of transit.

Keyword: Method (PCI) Pavement Condition Index.

## CONTENIDO

JURADO DE TESIS.....	ii
<i>AGRADECIMIENTO</i> .....	iii
<i>DEDICATORIA</i> .....	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 .....	11
2.2 BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN .....	14
2.2.1 Pavimento. ....	14
2.2.2 Clasificación de pavimentos. ....	16
2.2.3 Tipos de pavimentos Rígidos.....	18
2.2.4 Comportamiento de los pavimentos. ....	20
2.2.5 Curva de comportamiento de los pavimentos.....	21
2.2.6 Objetividad en la evaluación de los pavimentos.....	22
2.2.7 Serviciabilidad de los Pavimentos. ....	23
2.2.8 Tipos de fallas en los pavimentos.....	24
2.2.9 Tipos de Evaluaciones de Pavimentos.....	25
2.2.10 Procedimiento de Evaluación. ....	26
2.2.11 Daños en vías con superficie de concreto hidráulico.....	27
2.2.12 Método PCI. (Pavement Condition Index). ....	28
2.3 HIPÓTESIS.....	36
2.3.1 Hipótesis general. ....	36
2.3.2 Hipótesis específica .....	36
3. METODOLOGÍA.....	37
3.1 TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN .....	37
3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	37
3.3 UNIVERSO Y LA MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.....	38

3.3.1	Universo.....	38
3.3.2	Muestra .....	39
3.4	DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	39
3.4.1	Cuadro de Operacionalización de variables.....	39
3.4.2	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	40
3.5	PLAN DE ANÁLISIS.....	40
3.6	MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	41
3.7	ÉTICA EN LA EVALUACIÓN DE LOS PAVIMENTOS.....	42
4.	RESULTADOS .....	43
4.1	UNIDAD DE MUESTRA – TRAMO 1 .....	43
4.2	UNIDAD DE MUESTRA – TRAMO 2 .....	50
4.3	UNIDAD DE MUESTRA – TRAMO 3 .....	58
4.4	UNIDAD DE MUESTRA – TRAMO 4.....	65
4.5	UNIDAD DE MUESTRA – TRAMO 5 .....	73
4.6	UNIDAD DE MUESTRA – TRAMO 6.....	79
4.7	UNIDAD DE MUESTRA – TRAMO 7 .....	88
4.8	UNIDAD DE MUESTRA – TRAMO 8 .....	95
4.9	UNIDAD DE MUESTRA – TRAMO 9 .....	101
4.10	UNIDAD DE MUESTRA – TRAMO 10.....	109
4.11	RESULTADO FINALES .....	117
5.	BIBLIOGRAFÍA .....	125
6.	ANEXOS.....	130

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1.	Esquema de un pavimento flexible. Fuente: Becerra M, 2012 .....	16
Figura 2-2.	Esquema de un pavimento Rígido. Fuente: Becerra M, 2012.....	17
Figura 2-3.	Pavimento e concreto simple. Fuente: Vásquez L.2017.....	18
Figura 2-4.	Losa de concreto reforzado. Fuente: Vásquez L.2017.....	19
Figura 2-5.	Losa de concreto continuamente reforzado. Fuente: Vásquez L.2017. ...	20

Figura 7-1: Detalle patología grieta de esquina. UM – 01.....	152
Figura 7-2: Detalle de patología grieta lineal UM – 02.....	153
Figura 7-3: Detalle de severidad grieta lineal UM – 04. ....	153
Figura 7-4: detalle de la severidad de la losa dividida UM – 04. ....	154
Figura 7-5: pulimento de agregados UM – 04.....	154
Figura 7-6: Pulimento de agregados y Escala UM – 06. ....	155
Figura 7-7: Daño se sello de junta, Grieta lineal y pulimento de agregados UM – 06. .....	155
Figura 7-8: Instrumentos para la toma de datos.....	156
Figura 7-9: Formato de campo de toma de muestra N°01 .....	157
Figura 7-10: Formato de campo de toma de muestra N°02 .....	158
Figura 7-11: Formato de campo de toma de muestra N°03 .....	159
Figura 7-12: Formato de campo de toma de muestra N°04 .....	160
Figura 7-13: Formato de campo de toma de muestra N°05 .....	161
Figura 7-14: Formato de campo de toma de muestra N°06.....	162
Figura 7-15: Formato de campo de toma de muestra N°07 .....	163
Figura 7-16: Formato de campo de toma de muestra N°08.....	164
Figura 7-17: Formato de campo de toma de muestra N°09 .....	165
Figura 7-18: Formato de campo de toma de muestra N°10.....	166
Figura 7-19: Esquema para la toma de dato de los daños unidad de muestra .....	167
Figura 7-20: Esquema para la toma de dato de los daños unidad de muestra .....	167
Figura 7-21: Esquema para la toma de dato de los daños unidad de muestra .....	168
Figura 7-22: Esquema para la toma de dato de los daños unidad de muestra .....	168
Figura 7-23: Esquema para la toma de dato de los daños unidad de muestra .....	169

Figura 7-24: solicitud de permiso de inspección de trabajo de campo. ....	170
---	-----

### ÍNDICE DE GRÁFICOS.

Gráfico 2-1. Curva de comportamiento de los pavimentos. Fuente <a href="http://www.tresingenieros.com/wp-content/uploads/2015/09/01-deterioro-de-caminos-en-el-transcurso-del-tiempo.bmp">http://www.tresingenieros.com/wp-content/uploads/2015/09/01-deterioro-de-caminos-en-el-transcurso-del-tiempo.bmp</a> .....	22
Gráfico 3-1. Diseño de la Investigación. Fuente propia .....	38
Gráfico 4-1 Valores del PCI por unidad de muestra. Fuente: Elaboración propia ..	119
Gráfico 4-2: Daños frecuentes de severidad baja. Fuente: Elaboración propia .....	119
Gráfico 4-3: Daños frecuentes de severidad media. Fuente: Elaboración propia. ....	120
Gráfico 4-4: Daños frecuentes de severidad alta. Fuente: Elaboración propia.....	120
Gráfico 4-5: Daños existentes en toda la vía. Fuente: Elaboración Propia.....	121
Gráfico 4-6: Grado porcentual de daños en toda la vía. Fuente: Elaboración propia .....	122

### ÍNDICE DE CUADROS.

Cuadro 2-1. Escala de calificación de la serviciabilidad según AASHTO.....	24
Cuadro 2-2. Rango y clasificación sugeridos para la calificación del PCI.....	30
Cuadro 2-3. Rango, clasificación y colores sugeridos para la calificación del PCI ..	30
Cuadro 2-4. Formato Para la Obtención del Máximo Valor Deducido Corregido. ....	35
Cuadro 3-1. Matriz de consistencia. ....	41
Cuadro 4-1: Datos generales. UM – 01. ....	43
Cuadro 4-2: Cálculo del valor deducido corregido (método interpolación). UM – 01. .....	49

Cuadro 4-3: Datos generales UM – 02. ....	50
Cuadro 4-4: Cálculo del valor deducido corregido (método interpolación). UM – 02. .....	57
Cuadro 4-5: Datos generales. UM - 03 .....	58
Cuadro 4-6: Cálculo del valor deducido corregido (método interpolación). UM – 03. .....	64
Cuadro 4-7: Datos generales. UM – 04. ....	65
Cuadro 4-8: Cálculo del valor deducido corregido (método interpolación). UM – 04. .....	72
Cuadro 4-9: Datos generales. UM – 05. ....	73
Cuadro 4-10: Cálculo del valor deducido corregido (método interpolación). UM – 05. .....	78
Cuadro 4-11: Datos generales. UM – 06. ....	79
Cuadro 4-12: Cálculo del valor deducido corregido (método interpolación). UM – 06. .....	87
Cuadro 4-13: Datos generales. UM – 07. ....	88
Cuadro 4-14: Cálculo del valor deducido corregido (método interpolación). UM – 07. .....	94
Cuadro 4-15: Datos generales. UM – 08. ....	95
Cuadro 4-16: Cálculo del valor deducido corregido (método interpolación). UM – 08. .....	101
Cuadro 4-17: Datos generales. UM – 09. ....	102
Cuadro 4-18: Cálculo del valor deducido corregido (método interpolación). UM – 09. .....	109

Cuadro 4-19: Datos generales. UM – 10. ....	110
Cuadro 4-20: Cálculo del valor deducido corregido (método interpolación). UM – 09 .....	116
Cuadro 4-21: Resumen de valores PCI y calificación por cada unidad de muestra. .....	117
Cuadro 4-22: Cantidad de losas afectadas y sus respectivas severidades.....	118

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1: Resumen de número de losas con daño, densidades y cálculo del valor deducido. UM – 01. ....	43
Tabla 4-2: Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI). UM – 01. ....	44
Tabla 4-3: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido losa dividida severidad alta. UM - 01. ....	44
Tabla 4-4: Valores deducidos para daño de sello de junta. UM – 01. ....	45
Tabla 4-5: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido grieta lineal severidad media. UM – 01. ....	45
Tabla 4-6: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido grieta lineal severidad alta. UM – 01. ....	46
Tabla 4-7: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo severidad media. UM – 01. ....	47
Tabla 4-8: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo (pequeño) severidad baja. UM – 01. ....	48
Tabla 4-9: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido pulimento de agregados severidad B M A. UM – 01.....	49

Tabla 4-10: Resumen de número de losas con daño, densidades y cálculo del valor deducido. UM – 02. ....	50
Tabla 4-11: Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI). UM – 02. ....	51
Tabla 4-12: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido losa dividida severidad alta. UM – 02. ....	51
Tabla 4-13: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido escala severidad baja. UM – 02. ....	52
Tabla 4-14: Valores deducidos para daño de sello de junta. UM – 02. ....	52
Tabla 4-15: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido grieta lineal severidad media. UM – 02. ....	53
Tabla 4-16: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo reducido severidad media. UM – 02. ....	54
Tabla 4-17: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo (pequeño) reducido severidad baja. UM – 02. ....	55
Tabla 4-18: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo (pequeño) reducido severidad media. UM – 02. ....	56
Tabla 4-19: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido pulimento de agregados severidad B M A. UM – 02. ....	57
Tabla 4-20: Resumen de número de losas con daño, densidades y cálculo del valor deducido. UM – 03. ....	58
Tabla 4-21: Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI). UM – 03. ....	59
Tabla 4-22: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido losa dividida severidad alta. UM – 03. ....	59
Tabla 4-23: Valores deducidos para daño de sello de junta. UM – 01. ....	60

Tabla 4-24: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido grieta lineal severidad media. UM – 03. ....	60
Tabla 4-25: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido grieta lineal severidad alta. UM – 03. ....	61
Tabla 4-26: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo (grande) severidad alta. UM – 03. ....	62
Tabla 4-27: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo (pequeño) severidad baja. UM – 03. ....	63
Tabla 4-28: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido pulimento de agregados severidad B M A. UM – 03. ....	64
Tabla 4-29: Resumen de número de losas con daño, densidades y cálculo del valor deducido. UM – 04. ....	65
Tabla 4-30: Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI). UM – 04. ....	66
Tabla 4-31: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido losa dividida, severidad media. UM – 04. ....	66
Tabla 4-32: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido losa dividida, severidad alta. UM – 04. ....	67
Tabla 4-33: Valores deducidos para daño de sello de junta. UM – 04. ....	67
Tabla 4-34: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido grieta lineal, severidad alta. UM – 04. ....	68
Tabla 4-35: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo (pequeño), severidad baja. UM – 04. ....	69
Tabla 4-36: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido pulimento de agregados, severidad B M A. UM – 04. ....	70

Tabla 4-37: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido descascaramiento de esquina, severidad baja. UM – 04.....	71
Tabla 4-38: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido descascaramiento de juntas, severidad baja. UM – 04. ....	72
Tabla 4-39: Resumen de número de losas con daño, densidades y cálculo del valor deducido. UM – 05. ....	73
Tabla 4-40: Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI). UM – 05. ....	74
Tabla 4-41: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido grieta de esquina, severidad alta. UM – 05.....	74
Tabla 4-42: Valores deducidos para daño de sello de junta. UM – 05. ....	75
Tabla 4-43: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido grieta lineal, severidad alta. UM – 05. ....	75
Tabla 4-44: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo (grande), severidad media. UM – 05.....	76
Tabla 4-45: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido pulimento de agregados, severidad B M A. UM – 05.....	77
Tabla 4-46: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido descascaramiento de esquina, severidad baja. UM – 05.....	78
Tabla 4-47: Resumen de número de losas con daño, densidades y cálculo del valor deducido. UM – 06. ....	79
Tabla 4-48: Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI). UM – 06. ....	80
Tabla 4-49: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido losa dividida, severidad alta. UM – 06. ....	80

Tabla 4-50: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido escala, severidad baja. UM – 06. ....	81
Tabla 4-51: Valores deducidos para daño de sello de junta. UM – 06. ....	81
Tabla 4-52: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido grieta lineal, severidad media. UM – 06. ....	82
Tabla 4-53: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido grieta lineal, severidad alta. UM – 06. ....	83
Tabla 4-54: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo (grande), severidad media. UM – 06. ....	84
Tabla 4-55: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido pulimento de agregados, severidad B M A – 06. ....	85
Tabla 4-56: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido descascaramiento de esquina, severidad media. UM – 06. ....	86
Tabla 4-57: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido descascaramiento junta, severidad baja. UM – 06. ....	87
Tabla 4-58: Resumen de número de losas con daño, densidades y cálculo del valor deducido. UM – 07. ....	88
Tabla 4-59: Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI). UM – 07. ....	89
Tabla 4-60: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido escala, severidad baja. UM – 07. ....	89
Tabla 4-61: Valores deducidos para daño de sello de junta. UM – 07. ....	90
Tabla 4-62: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido desnivel carril/ berma, severidad baja. UM – 07. ....	90

Tabla 4-63: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo (grande), severidad alta. UM – 07.....	91
Tabla 4-64: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo (pequeño), severidad alta. UM – 07.....	92
Tabla 4-65: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido pulimento de agregados, severidad B M A. UM – 07.....	93
Tabla 4-66: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido descascaramiento de esquina, severidad baja. UM – 07.....	94
Tabla 4-67: Resumen de número de losas con daño, densidades y cálculo del valor deducido – UM 08. ....	95
Tabla 4-68: Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI). UM – 08. ....	96
Tabla 4-69: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido escala, severidad baja. UM – 08. ....	96
Tabla 4-70: Valores deducidos para daño de sello de junta. UM – 08. ....	97
Tabla 4-71: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo (pequeño), severidad baja. UM – 08. ....	97
Tabla 4-72: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido pulimento de agregados, severidad B M A. UM – 08.....	98
Tabla 4-73: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido punzonamiento, severidad media. UM – 08.....	99
Tabla 4-74: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido descascaramiento de esquina, severidad baja. UM – 08.....	100
Tabla 4-75: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido descascaramiento de junta, severidad baja. UM – 08. ....	101

Tabla 4-76: Resumen de número de losas con daño, densidades y cálculo del valor deducido. UM – 09. ....	102
Tabla 4-77: Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI). UM – 09. ....	103
Tabla 4-78: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido escala, severidad alta. UM – 09. ....	103
Tabla 4-79: Valores deducidos para daño de sello de junta. UM – 09. ....	104
Tabla 4-80: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido grieta lineal, severidad baja. UM –09. ....	104
Tabla 4-81: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo (grande), severidad baja. UM – 09. ....	105
Tabla 4-82: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo (grande), severidad media. UM – 09. ....	106
Tabla 4-83: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido pulimento de agregados, severidad B M A. UM – 09. ....	107
Tabla 4-84: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido descascaramiento de esquina, severidad baja. UM – 09. ....	108
Tabla 4-85: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido descascaramiento de junta, severidad baja. UM – 09. ....	109
Tabla 4-86: Resumen de número de losas con daño, densidades y cálculo del valor deducido. UM – 10. ....	110
Tabla 4-87: Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI) UM - 10. ....	111
Tabla 4-88: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido escala, severidad baja. UM – 10. ....	111
Tabla 4-89: Valores deducidos para daño de sello de junta. UM – 10. ....	112

Tabla 4-90: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido grieta lineal, severidad baja. UM – 10. ....	112
Tabla 4-91: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo (grande), severidad media. UM – 10. ....	113
Tabla 4-92: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo (grande), severidad alta. UM – 10. ....	114
Tabla 4-93: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo (pequeño), severidad baja. UM – 10. ....	115
Tabla 4-94: Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido pulimento de agregados, severidad B M A. UM – 10. ....	116

## 1. INTRODUCCIÓN.

Las carreteras y vías urbanas son infraestructuras con un valor muy importante en el desarrollo socio-económico de las regiones y de las grandes ciudades, la calidad de servicio de estos medios de transporte influyen en la economía de las zonas urbanas y rurales, por ello es importante establecer una adecuada planificación y evaluación en los proyectos de obras viales para que puedan garantizar y facilitar el mejoramiento de la calidad de vida de la población. Esta calidad de servicio está en función de la calidad de la estructura del pavimento. Por ello es importante para la población que cuente con una red vial eficiente que les permita interconectarse entre sus diferentes vías de transporte.

Lo ideal es detectar y evaluar los daños de los pavimentos con la suficiente anticipación, de manera que las reparaciones resultantes correspondan a trabajos de conservación o reparación menor, y no de reconstrucción. De esta forma, se ahorra dinero y recursos, ya que el costo por reparar un pavimento es mucho más elevado que el costo por mantenimiento.

**El proyecto contiene siete capítulos**, el *primer capítulo* concreta el título del proyecto donde se resume los objetivos de esta investigación. El *segundo capítulo* nos define la estructura del contenido general. En el *tercero* describe a manera de introducción el resumen el enunciado del problema de la investigación, determina los objetivos, su justificación y en términos generales nos indica la metodología a emplear. El *cuarto capítulo* refiere el Planteamiento de la Investigación, los objetivos y la justificación que propone la factibilidad y la viabilidad para ejecutar el estudio, en el quinto capítulo. El *quinto capítulo* muestra los antecedentes que

filtra desde el punto de vista teórico los componentes del problema y nos proporciona las bases científicas para interpretar los aspectos del estudio.

El *sexto capítulo* señala el tipo, el nivel, el diseño de la investigación, nos especifica el universo o población y muestra, las técnicas e instrumentos a utilizar, el plan de análisis donde nos indica cómo se realiza la investigación, el tipo de base de datos y las consideraciones éticas. El *último capítulo* indica la bibliografía utilizando el método apropiado donde se cita apropiadamente la información de todas las fuentes utilizadas como referencia.

Este proyecto se deriva de la línea de investigación establecida, por ello para su análisis respectivo se debe **establecer la siguiente formulación del problema:** ¿En qué medida la Determinación y Evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en pavimentos rígidos del jirón Agustín Cauper cuadras 1 al 5, del distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali – año 2017 nos permitirá obtener la condición de servicio de dicha infraestructura en funcionamiento?

**El objetivo general** del proyecto es analizar como la calidad de las vía de pavimento rígido del jirón Agustín Cauper incide en la circulación del tráfico, mediante observaciones y proponer medios de solución técnica a las diversas patologías encontradas. **Su justificación principal** es conocer los tipos de daños y los niveles de severidad que se presentan en el pavimento en análisis, **la metodología empleada es el PCI** (Índice de condición del pavimento) donde se detalla el tipo nivel y diseño de la investigación. Finalmente, **su evaluación** será objetiva y con el uso de formatos estándar aplicando los instrumentos de medida necesaria.

## 2. MARCO TEÓRICO.

### 2.1 ANTECEDENTES.

#### 2.1.1 Antecedentes Internacionales.

##### **A. “Estudio de los daños del pavimento rígido en algunas calles de los Barrios laguito, Castillogrande y Bocagrande en zonas con nivel freático alto en la ciudad de Cartagena”.**

(Ramos F. 2015) (1)

El **objetivo general** es elaborar un estudio que brinde la posibilidad de detectar las fallas, perjuicios y daños en pavimento rígido por el aumento de las mareas (nivel freático), que contribuya a la solución de la movilidad vehicular y disminución de los riesgos de accidentalidad en los barrios de Bocagrande, Castillogrande y Laguito en la ciudad de Cartagena. Entre sus **objetivos específicos** se detalla:

- ❖ Analizar las fallas y daños que se producen en las placas de pavimento rígido, producto del aumento de las mareas, en los barrios de Bocagrande, Castillogrande y Laguito en la ciudad de Cartagena.
- ❖ Contribuir al mejoramiento del control de calidad en los procesos de construcción y mantenimiento en proyectos de carretera con pavimento rígido con problemas de fallas debido al aumento de las mareas.
- ❖ Proveer especificaciones técnicas necesarias para el control de calidad de las actividades de construcción y mantenimiento de pavimento rígido con fallas producto del aumento de las mareas.
- ❖ Indicar las soluciones a los daños causados al pavimento rígido debido al aumento de las mareas.
- ❖ Proponer estrategias de solución para mejorar la malla vial y solución de la movilidad de los barrios Bocagrande, Castillogrande y Laguito de la ciudad de Cartagena

Los **resultados** de esta investigación nuestra lo siguiente:

- ❖ Mediante el método utilizado PCI, se logró determinar el índice de condición de pavimento PCI = 50 lo cual nos permite aseverar que tienen un estado REGULAR en un sentido genérico dado que es un promedio, es decir que el 50% de los pavimentos en estudio están en un nivel regular y el 30 % en un nivel de bueno y el otro 10 % bueno, implicando con ello la importancia de resaltar el cambio de las estructuras de pavimento que se debe desarrollar en esta áreas del pavimento, por parte de las autoridades locales, dado que la edad de las plataformas promedia los 6 años aunque el 60 % tiene + de 25 años.
- ❖ Los pavimentos, de los diferentes barrios de la ciudad de Cartagena, tienen mayor incidencia en la patología de huecos o baches, fisuras diagonales, y piel de cocodrilo, podemos observar que solo una de ellas se encuentra en un nivel de 50 equivalente a regular, de tal manera que 8 de las 10 estructuras de muestras en estudio depende también del proceso constructivo que se ha realizado en estas plataformas que como lo dijimos anteriormente depende de un buen mantenimiento preventivo.

Esta investigación ha **concluido** con los objetivos establecidos los cuales son:

- ❖ El nivel de incidencia de las patologías del concreto rígido en los Pavimentos del en algunas calles de los barrios de Laguito, Castillogrande y Bocagrande son Hundimientos, Grietas diagonales, Lineales, Baches, pulimento de agregados, piel de cocodrilo.
- ❖ El índice promedio de condición de pavimento, para los pavimentos en algunas calles de los barrios de Laguito, Castillogrande y Bocagrande es 50 y en concordancia con la escala de evaluación del PCI, se concluye que su estado de conservación es REGULAR.

- ❖ La evaluación de daños propuesta en el estudio es apta para ser aplicada en el levantamiento de daños de cualquier sistema de vías, ya que está basada en normas internacionales de evaluación de daños en la estructuración de pavimentos en vías terrestres con niveles freáticos altos.
- ❖ La necesidad actual que existe de reforzar tanto a técnicos y profesionales relacionados en el área de control de calidad en proyectos de mantenimiento de carreteras, se justifica en la implementación del manual de control de calidad para mantenimientos de carreteras con pavimento rígido con niveles freáticos altos.
- ❖ Al terminar nuestro proceso de construcción de pavimento rígido en los barrios Bocagrande, Castillogrande y Laguito, observamos que al implementar triturado calizo encapsulado en geotextil T 2400, las losas de pavimento reconstruidas han mantenido su estructura, tienen buena apariencia, mantienen su capa de rodadura y permiten la rápida evacuación de las aguas superficiales.
- ❖ Se ha mejorado el entorno y la movilidad vehicular en los sectores intervenidos, evitando trancones y traumas vehiculares.
- ❖ Se ha implementado triturado calizo de  $\frac{3}{4}$ " a  $1 \frac{1}{2}$ " diámetro, encapsulado en geotextil tejido T 2400 o T 3600, para sub-base de pavimento rígido en las zonas y áreas intervenidas debido que ha tenido una connotación importante en los siguientes aspectos:
  - Recorte del tiempo de ejecución de obras.
  - Calidad y limpieza de obra.
  - Control de bombeo, ya que por tratarse suelo grueso los materiales finos no se escapan por las juntas.
  - Control de suelos arenosos y arcillosos.
  - Actúa como sub-drenaje en el pavimento.

Las **Recomendaciones** adoptadas por esta investigación son:

- ❖ Deberá aplicarse un mantenimiento correctivo en las pistas de algunas calles de los barrios Laguito, Castillogrande y Bocagrande en aquellas partes que lo requieren y en aquellas que requiere de una rehabilitación o renovación del pavimento.
- ❖ Se estima conveniente continuar con un mantenimiento rutinario de limpieza y preventivo en las pistas de las avenidas en mención para evitar que bajen de nivel en el que se encuentran.
- ❖ Se recomienda aplicar un mantenimiento rutinario de limpieza y preventivo en estas pistas para alcanzar el nivel de excelente.
- ❖ Debe realizarse un inventario de daños, para destinar la actividad a realizar y determinar en base a esto el tipo de ensayos requeridos.
- ❖ Es necesario la realización de estudios más especializados que ayuden a determinar las condiciones reales de la estructura del pavimento, con el fin de obtener parámetros que contribuyan a mejorar los diseños existentes.
- ❖ Es importante el seguimiento a las actividades diarias del contratistas lo cual influye en gran escala en el Control de Calidad del proyecto, asegurará que cualquier cambio en la fuente de materiales, no tenga impacto negativo en la calidad de las actividades o materiales utilizados.

## **B. “Análisis de los factores que producen el deterioro de los pavimentos rígidos.”**

(Ruiz, C. 2011) (2)

El **objetivo general** de esta investigación es analizar los factores que producen el deterioro de los pavimentos rígidos en las vías Suma-Pedernales y Pedernales-San Vicente, y Chone-Calceta-Junín-Pimpiguasí, mediante la observación y monitoreo in situ y proponer soluciones técnicas a las fallas encontradas. Y entre sus **objetivos específicos** define lo siguiente:

- ❖ Realizar varias visitas a las vías indicadas para obtener información del estado físico en el que se encuentran, para lograr focalizarse en las patologías existentes.
- ❖ Desarrollar un estudio de las estructuras en pavimentos rígidos, para determinar las características óptimas en el uso de materiales, dosificaciones, tipos, etc.
- ❖ Clasificar los tipos de deterioros observados a fin de analizar el comportamiento del pavimento rígido antes, durante y después del tendido.
- ❖ Recomendar los procesos de reparación que más se adecuen a una situación en particular, proponiendo soluciones eficientes para evitar futuras fallas.
- ❖ Comparar los tipos de deterioros de pavimentos rígidos que se generan en diferentes vías.

Las **conclusiones** principales adoptadas por el autor en esta presente tesis son, que es necesario mencionar que la implementación de pavimentos rígidos en el país es una propuesta relativamente nueva, por lo que falta acumular experiencia en la construcción de los mismos, lo que constituye un factor determinante, para que se produzcan deterioros severos en sus estructuras. Por lo tanto es necesario regirse de manera estricta a las normas tanto de diseño como de mantenimiento de los pavimentos rígidos, con el fin de evitar y disminuir procesos de deterioro observados en el análisis del presente documento.

Después de la supervisión, monitoreo y análisis a varios proyectos que se están ejecutando en el país con pavimento rígido, se puede constatar y verificar diferentes tipos de patologías, las que se producen por deficiencias en el diseño, construcción y operación. Además considero

que no se tomaron en cuenta variables topográficas y climáticas, las cuales influyen negativamente en el resultado final del proyecto.

Y las **recomendaciones** sugeridas determinas que Es recomendable evaluar las vías frecuentemente, estableciendo el grado de severidad de los deterioros, con el fin de implementar reparaciones técnicas adecuadas, garantizando así la vida útil de la estructura del pavimento.

Es importante diagnosticar, en base a perforaciones, el tipo de suelo donde se va a ejecutar el proyecto, debido a que las condiciones estratigráficas en el Ecuador son variables, definiendo así, si es necesario utilizar material de mejoramiento, que optimice el diseño del pavimento, aumentando la capacidad portante del mismo.

El parámetro a considerar para asegurar una buena reparación, es la identificación de los deterioros más considerables, estableciendo dimensiones óptimas de las áreas a reparar, utilizando un método de remoción que no afecte la estructura del pavimento, plasmando dicha información en los planos de arreglo de la vía.

**C. “Estudio de las fallas en los pavimentos rígidos para el mantenimiento y rehabilitación de las vías principales del municipio de Tamalameque Cesar”.**

(Sánchez L, Machuca J. 2015) (3)

En este estudio el **objetivo general** exterioriza “elaborar un estudio de fallas de pavimentos rígidos de las vías principales del municipio de Tamalameque cesar mediante un diagnóstico para su mantenimiento y rehabilitación”, y entre sus **objetivos específicos**:

- ❖ Realizar una evaluación para obtener información del estado físico de las vías mediante la inspección visual de los diferentes pavimentos rígidos seleccionados.
- ❖ Hacer planos de localización de las vías en estudio en AUTOCAD para detallar áreas a tratar y direcciones de las mismas.
- ❖ Realizar las mediciones de las fallas para catalogar un criterio general de reparación.
- ❖ Elaborar formatos que permitan recolectar la información de campo donde se describan los tipos de fallas, sus posibles causas y una posible alternativa de solución en los diferentes pavimentos seleccionados.
- ❖ Recomendar un plan para el mantenimiento y rehabilitación de las vías seleccionadas en base a especificaciones existentes y un plan de costos a precios del mercado y tiempo con programación en Gantt.

**Conclusiones:**

- ❖ Mediante la evaluación de los diferentes pavimentos en estudio del municipio de Tamalameque se pudo obtener información del estado físico de estos, la inspección visual fue fundamental para determinar el grado de deterioro de los diferentes pavimentos rígidos seleccionados; lo que arrojaron información que fue empleada para definir tipos de fallas, áreas a tratar, causas y alternativas de solución.
- ❖ Los planos de las vías en estudio en AUTOCAD fueron fundamentales para mostrar tramos a tratar de acuerdo al grado de importancia de los diferentes pavimentos rígidos seleccionados, en ellos se mostró las áreas a intervenir y lo más importante su localización dentro del casco urbano
- ❖ Las mediciones de las fallas catalogan un criterio general de reparación para exponer una alternativa económica de acuerdo a la magnitud y tratamiento de áreas.
- ❖ La elaboración de formatos permiten recolectar información de campo que es valiosa para desarrollar los trabajos y ordenar los datos

que son fundamentales para realizar la descripción necesaria de las diferentes fallas a tratar así como posibles causas y alternativas de solución de los diferentes pavimentos seleccionados en el Municipio de Tamalameque; esta información lleva a otros análisis que son necesarios para lograr el alcance del proyecto.

- ❖ El plan a realizar para el mantenimiento y rehabilitación de las vías seleccionadas en el Municipio de Tamalameque garantiza parámetros para un estudio de consultoría pues este plan se detalla diseños de espesores de las diferentes losas, mediciones, alternativas de solución así como un plan de costos a precios del mercado y tiempo con programación en Gantt.

Las **recomendaciones** que fijan este trabajo de investigación son:

- ❖ Se deben elaborar estudios de caracterización de la subrasante para profundizar un criterio más certero de su granulometría que son fundamentales para elegir la categoría en cuanto al diseño simplificado.
- ❖ El concreto a utilizar para la recuperación de los diferentes pavimentos rígidos seleccionados debe ser de buena calidad con resistencias a la flexión dentro de un rango de 4.1 a 4.4 Mpas esto con el fin de asegurar la calidad de la obras a desarrollar.
- ❖ Los análisis de precios unitarios corresponden a precios actuales y cuyos rendimientos son tomados en cartillas existentes en el mercado actual como la cartilla de CONSTRUPRECIOS, por lo tanto no son rendimientos de la región se debe revisar dichos análisis y ser ajustados a las necesidades del municipio.
- ❖ La programación presentada se presenta en Gantt. se recomienda utilizar una herramienta informática como PROJECT para realizar un seguimiento y control más efectivo así como una mejor planificación.

## 2.1.2 Antecedentes Nacionales.

### **A. “Determinación y Evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional en las urbanizaciones Mariscal Cáceres y cruz de Motupe grupo 2 del distrito de San Juan de Lurigancho provincia de Lima, departamento de Lima Enero - 2014”.**

(Cortez H. 2014) (4)

Este **objetivo** del presente trabajo de investigación tiene como problema central 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 veredas de las urbanizaciones Mariscal Cáceres y Cruz de Motupe Grupo 2 del distrito de San Juan de Lurigancho provincia de Lima, departamento de Lima el cual nos permitirá evaluar el estado actual del pavimento e indicar las medidas correctivas que presenta y la condición en la que se encuentra la integridad estructural del pavimento de las urbanizaciones Mariscal Cáceres y Cruz de Motupe Grupo 2 del distrito de San Juan de Lurigancho provincia de Lima, departamento de Lima.

Para lograr los objetivos de la Tesis, se aplicará el método PCI para determinar el Índice de Condición Estructural del Pavimento en las veredas.

Siguiendo los aspectos formales de la elaboración de tesis de pre grado de la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, se desarrollara lo siguientes capítulos:

**Primero**, la introducción de la tesis. **Segundo**, el marco teórico, donde se documenta el proceso socio histórico del uso y aplicación de las veredas a través de antecedentes internacionales y nacionales; se define el concepto de vereda y pavimento, su clasificación, patologías y un manual de daños que trata de las fallas más comunes que afectan a los pavimentos urbanos rígidos. **Tercero**, se explica el muestreo de unidades, el cálculo del PCI, los criterios de inspección y otros. En la

cuarta parte se presentan los resultados su análisis, para ello se presentan las hojas de registro, con el respectivo cálculo del índice de condición de pavimento, para cada muestra analizada.

La **metodología** de trabajo es del tipo evaluativo visual y a través de una ficha técnica de evaluación. Se realiza un registro estadístico de las patologías y valores de PCI obtenidos. Como parte **final** se presenta las conclusiones de la investigación de la presente Tesis, sobre las patologías del concreto, para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie de las veredas de las urbanizaciones Mariscal Cáceres y Cruz de Motupe Grupo 2 del distrito de San Juan de Lurigancho provincia de Lima, departamento de Lima, que tienen un pavimento en estado REGULAR, con un PCI ponderado igual a 45.72.

**B. “Determinación y Evaluación de las Patologías de Concreto en pavimento rígido en el distrito de Acopampa - Provincia de Carhuaz - región Ancash, Abril 2012”.**

(Chavez J. 2012) (5)

El propósito del presente trabajo es evaluar las diferentes tipos de patologías que se presentan en las vías del distrito de Acopampa. El distrito de Acopampa, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash - Perú; este distrito cuenta con un 75% de sus vías pavimentadas (pavimento rígido); entre sus vías principales son; Av. Santa Teresa, Las calles Oeste, Este y sur de la plaza de Acopampa, Jr. Manuel Torres, Pasaje Nunocoto y Jr. Simón Bolívar. La longitud total de las vías es de 1988.10 m conformado con 1260 losas de concreto hidráulico, de los cuales se ha evaluado el 100%. La evaluación se realizó utilizando fichas del Método PCI y el procesamiento de datos mediante el método estadístico, para determinar el nivel de severidad en cada tipo de daño

Se **concluye** que el tipo de daño que más afecta a las vías son grietas lineales, pulimento de agregados, descascamiento de juntas, descascamiento de esquina. Se ha encontrado 04 patologías con mayor frecuencia de las 19 existentes en el manual del PCI. Las pistas se encuentran en promedio de PCI de 82.70, el mismo que lo clasifica como **Muy Bueno** el estado de las vías.

**C. “Determinación y Evaluación de las patologías del concreto en el pavimento rígido de las calles del distrito de Pariacoto, provincia de Huaraz Región Ancash - Junio 2014”**

(Menacho T. 2014) (6)

El presente estudio consiste en conocer el estado de deterioro de las losas de pavimento rígido en el distrito de Pariacoto, provincia de Huaraz, departamento de Ancash, que consta de 5 calles evaluadas a través del método Índice de Condición de Pavimento (PCI) de la norma ASTM D 5340, el cual es esencial en el sistema de mantenimiento de una vía, y si esta evaluación es continua sirve como base para mejorar el diseño y proceso constructivo de las losas de pavimento rígido.

La presente Investigación inicia con la recopilación de datos empleado las fichas de inspección de campo del método PCI, donde se registraron los datos de inspección visual como: tipos de falla, nivel de severidad y la densidad, adjuntando datos generales de la calle y datos del evaluador, así como nombre, antigüedad y sus dimensiones de las veredas, se procesan los datos, calculado los VR (Valor de Reducción individual) y los VRT (Valor de Reducción Total) empleando ábacos,

y finalmente determinando el PCI de cada una de las calles y su clasificación correspondiente.

Se prosiguió con el cálculo del objetivo principal, que el PCI promedio de las calles del distrito de Pariacoto resultando ser un PCI=60, BUENO, el cual incide que el pavimento rígido debe realizarse mantenimiento preventivo y rutinario para evitar daños posteriores.

Finalmente se efectuó la discusión y posibles causas de las cinco patologías de mayor presencia, en las 5 calles del distrito de Pariacoto como son las grietas lineales con 128 losas de pavimento rígido, que hacen un 29.09%, daño de sello de juntas con 94 losas de pavimento rígido, que hacen un 21.36%, losa dividida con 67 losas de pavimento rígido, que hacen un 15.23%, pulimiento de agregados: con 54 losas de pavimento rígido, que hacen un 12.27%, grieta de esquina: con 46 losas de pavimento rígido, que hacen un 10.45%, obteniendo de esta manera obteniendo así las conclusiones, recomendaciones para su mantenimiento y mejoras en los diseños de futuras construcciones.

## **2.2 BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN.**

### **2.2.1 Pavimento.**

**(UMSS. 2004) (7)**

Un pavimento de una estructura, asentado sobre una fundación apropiada, tiene por finalidad proporcionar una superficie de rodamiento que permita el tráfico seguro y confortable de vehículos, a velocidades operacionales deseadas y bajo cualquier condición climática. Hay una

gran diversidad de tipos de pavimento, dependiendo del tipo de vehículos que transitaran y del volumen de tráfico.

**(Montejo A. 2002) (8)**

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y constituyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura del pavimento. Un pavimento debe cumplir adecuadamente sus funciones deben reunir los siguientes parámetros:

- ❖ Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito.
- ❖ Ser resistente ante los agentes de intemperismo.
- ❖ Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos, por cuanto ella tiene una decisiva influencia en la seguridad vial. Además debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.
- ❖ Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal, que permitan una adecuada comodidad a los usuarios en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación.
- ❖ Debe ser durable.
- ❖ Debe ser económico

- ❖ El ruido de rodadura, en el interior de los vehículos que afectan al usuario, así como en el exterior, que influyen en el entorno, deber ser adecuadamente moderado.
- ❖ Deber poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramiento y ofrecer una adecuada seguridad al tránsito.

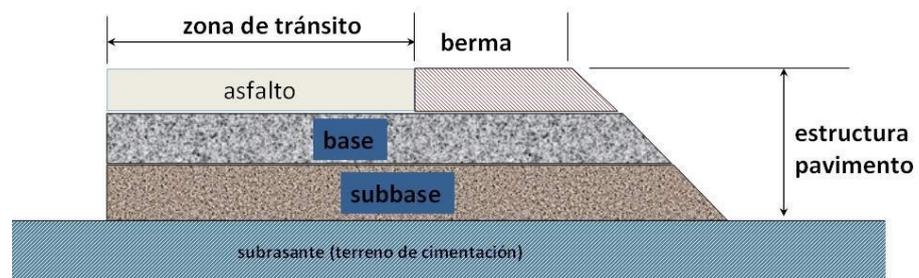
### 2.2.2 Clasificación de pavimentos.

(Monsalve L, Giraldo L, Maya J. 2012) (9)

En nuestro medio los pavimentos se clasifican en: pavimentos flexibles, semirrígido, rígidos y articulados.

#### A. Pavimento flexible.

Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase. No obstante puede prescindirse de cualquiera de estas dependencias de las necesidades particulares de cada obra. *Ver figura 5-1.*



**Figura 2-1.** Esquema de un pavimento flexible. **Fuente:** Becerra M, 2012

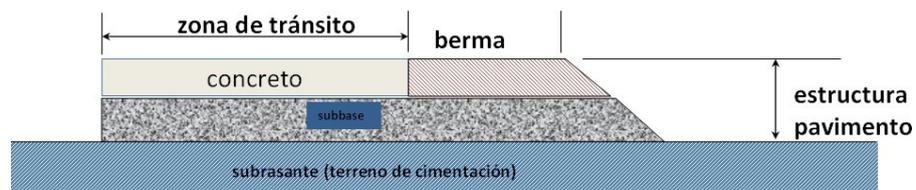
#### B. Pavimento semirrígido.

Aunque este tipo de pavimentos guarda básicamente la misma estructura de un pavimento flexible, una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con un aditivo que puede ser: asfalto,

emulsión, cemento, cal y químicos. El empleo de estos aditivos tiene la finalidad básica de corregir o modificar las propiedades mecánicas de los materiales locales que no son aptos para la construcción de las capas del pavimento, teniendo en cuenta que los adecuados se encuentran a distancias tales que encarecerían notablemente los costos de construcción.

### C. Pavimento Rígido.

Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. Además como el concreto es capaz de resistir, en ciertos grados, esfuerzos a la tensión, el comportamiento de un pavimento rígido es suficientemente satisfactorio aun cuando existan zonas débiles en la subrasante. La capacidad estructural de un pavimento rígido depende de la resistencia de las losas y por lo tanto, el apoyo de las capas subyacentes ejerce poca influencia en el diseño del espesor del pavimento. *Ver figura 5-2.*



**Figura 2-2.** Esquema de un pavimento Rígido. **Fuente:** Becerra M, 2012

## D. Pavimento Articulado.

Los pavimentos articulados están compuestos por una capa de rodadura que está elaborada con bloques de concreto prefabricado, llamados adoquines, de espesor uniforme e iguales entre sí. Esta puede ir sobre una capa delgada de arena la cual, a su vez, se apoya sobre la capa de base granular o directamente sobre la subrasante, dependiendo de la calidad de esta y de la magnitud y frecuencia de las cargas por dicho pavimento.

### 2.2.3 Tipos de pavimentos Rígidos.

(INVIAS. 2006) (10)

#### A. Losas de concreto simple.

Este sistema utiliza placas de concreto sin refuerzo. Las juntas de contracción transversal son en general construidas a intervalos entre 3 y 6 m *Ver figura 5-3* con el objetivo de controlar la figuración de las losas.

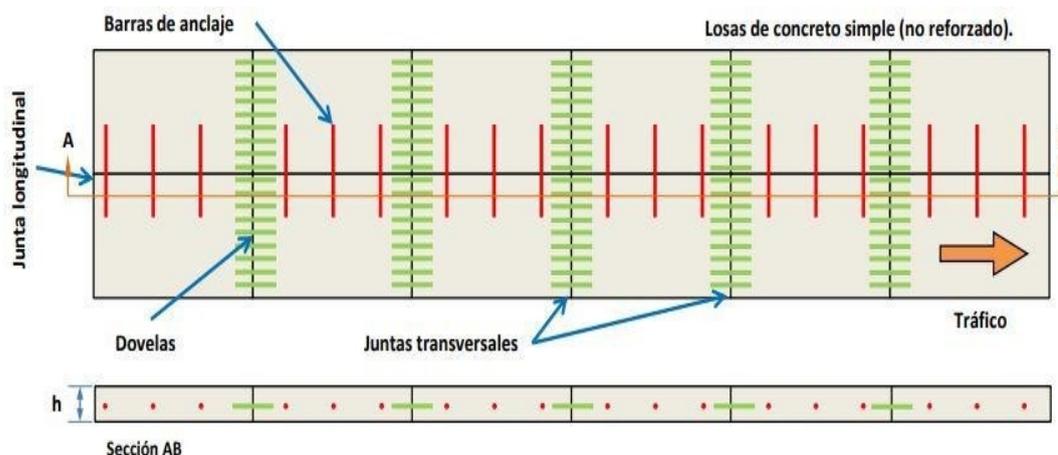
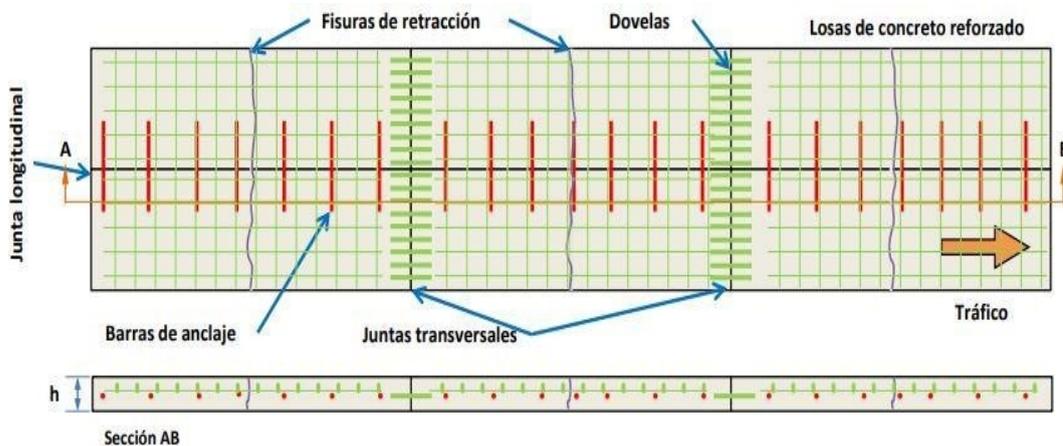


Figura 2-3. Pavimento e concreto simple. Fuente: Vásquez L.2017.

Dependiendo del diseño de las losas estas se pueden unir mediante dovelas o barras de transferencia de carga colocadas en las juntas transversales asegurando la transferencia de cargas entre estas; además de colocar barras de anclaje en las juntas longitudinales, en dirección perpendicular al eje de la vía.

### **B. Losas de concreto reforzado.**

Debido a que el espaciamiento de las juntas transversales es mayor que el de las placas de concreto simple, con rangos típicos entre 7 -15 m. este sistema utiliza juntas de contracción y adicionalmente acero de refuerzo para controlar la figuración de las losas *ver figura 5-4*. Las dovelas son usadas en las juntas transversales para asegurar la transferencia de las cargas entre las losas.

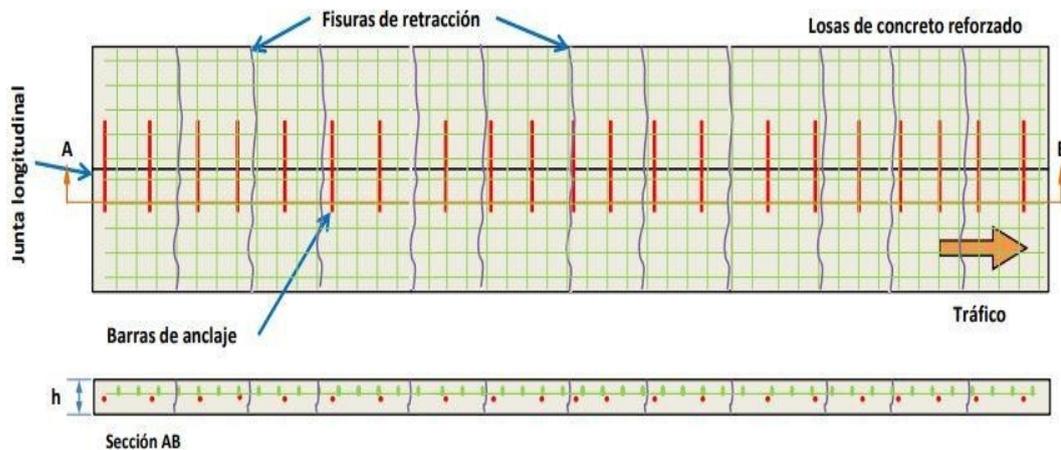


**Figura 2-4.** Losa de concreto reforzado. **Fuente:** Vásquez L.2017.

### **C. Pavimento continuamente reforzado.**

También conocido como PVL, este sistema no requiere juntas de contracción ya que su diseño guarda similitud con una losa de entripiso

ver figura 5-5. En él las fisuras transversales se consideran normales ya que están asociadas al acero de refuerzo de la losa de concreto, la experiencia ha mostrado que la abertura normal para estas fisuras es de aproximadamente 0.5 mm. lo que no resulta crítico en relación con la posibilidad de ingreso de agua. Los intervalos típicos de espaciamiento de estas fisuras están entre 1.10 y 2.40 m. el acero de refuerzo en estos pavimentos se encuentran en la parte superior y/o inferior. Se recomienda trabajar con barras n°5 (5/8”) y n° 6 (3/4”).



**Figura 2-5.** Losa de concreto continuamente reforzada. **Fuente:** Vásquez L.2017.

#### 2.2.4 Comportamiento de los pavimentos.

(Cordo V. 2006) (11)

La “performance” o desempeño de un pavimento puede definirse como la capacidad estructural o funcional medible a lo largo de su período de diseño. El público usuario le asigna valores subjetivos de acuerdo a su calidad de rodadura, seguridad, aspecto y conveniencia. La capacidad funcional comprende:

- ❖ Calidad aceptable de rodadura.
- ❖ Adecuada fricción superficial.
- ❖ Geometría apropiada para la seguridad vial.
- ❖ Apariencia (Estética).

La capacidad estructural del pavimento implica soportar las cargas impuestas por el tránsito y las condiciones ambientales de un pavimento se manifiestan por una disminución de su capacidad funcional ya que hay un incremento en rugosidad, ruido y un riesgo para los vehículos y ocupantes que lo transiten. No obstante hay otros tipos de fallas estructurales que pueden progresar sin que los usuarios lo noten hasta etapas muy avanzadas. También puede haber una pérdida de capacidad funcional sin que esto implique pérdida de capacidad estructural (ej. pérdida de resistencia a la fricción que se traduce en una vía resbaladiza).

### **2.2.5 Curva de comportamiento de los pavimentos.**

**(Cruz A, Palacios R. 2012) (12)**

La curva de comportamiento de los pavimentos es la representación histórica de la calidad del pavimento durante el tiempo, la cual se construye con ayuda del índice de serviciabilidad o el índice de condición de un pavimento versus el tiempo o el número de ejes equivalentes, esta grafica ilustra la degradación de un pavimento, consiguiendo de esta forma visualizar el tiempo en el cual el pavimento necesitara ser repotenciado o rehabilitado. *Ver Gráfico 5-1.*

El pavimento luego de su construcción presenta un muy buen estado y satisface con plenitud a los usuarios. Con el paso del tiempo, y de la acción conjunta del tránsito y el clima, empieza un desgaste, lento y poco

visible pero constante, donde el pavimento va debilitándose. En esta etapa, que se mantiene por varios años, el pavimento presenta un buen estado hasta que aparecen los primeros indicadores de deterioro.



**Gráfico 2-1.** Curva de comportamiento de los pavimentos. **Fuente** <http://www.tresingenieros.com/wp-content/uploads/2015/09/01-deterioro-de-caminos-en-el-transcurso-del-tiempo.bmp>

### 2.2.6 Objetividad en la evaluación de los pavimentos.

(Quispe G. 2013) (13)

“La objetividad en la evaluación de pavimentos juega un papel primordial, pues se necesita personas verdaderamente capacitadas para que realicen las evaluaciones, de no ser así, dichas pruebas pueden perder credibilidad con el tiempo y no podrán ser comparadas, además, es importante que se escoja un modelo de evaluación que se encuentre estandarizado para poder decir que se ha realizado una evaluación verdaderamente objetiva”.

No siempre se pueden obtener mediciones o índices que cumplan con la condición para comparar dos proyectos debido al sesgo intrínseco de la toma de decisiones, produciéndose una desviación entre la realidad y lo expresado por las muestras. La desviación que ocurre puede deberse a dos causas principales:

- ❖ Variabilidad de las unidades, debido a que las unidades son la base para los análisis que se realizarán.
- ❖ Diversidad de la respuesta dentro de cada unidad, esto porque se relaciona a la fiabilidad de la eventual rehabilitación.

#### **2.2.7 Serviciabilidad de los Pavimentos.**

**(Becerra M. 2012) (14).**

Este parámetro sintetiza el criterio de diseño AASHTO: Servicio, o serviciabilidad. AASHTO 93 caracteriza el servicio con dos parámetros: índice de servicio inicial ( $P_i$ ) e índice de servicio final o Terminal ( $P_t$ ). En la ecuación se ingresa la diferencia entre los valores de serviciabilidad inicial y final, determinándose una variación o diferencial entre ambos índices ( $\Delta PSI$ ).

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 5-1* 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 según AASHTO

CALIFIC.	NIVEL DE SERVICIO	CATEGORÍA DE ACCIÓN	DESCRIPCIÓN
5 - 4	Muy bueno	Mantenimiento rutinario	Pavimento de condición muy buena, el nivel de comodidad y seguridad percibido por los usuarios es satisfactorio ocasionalmente, se presentan pequeños daños que no afectan significativamente la circulación y pueden ser evitados o corregidos en el mantenimiento rutinario.
4 - 3	Bueno	Mantenimiento rutinario y recurrente	Pavimento en condición buena, la circulación es cómoda. Se presentan daños localizados en la etapa de iniciación.
3 - 2	Regular	Refuerzo - mantenimiento rutinario	Pavimento en estado regular, donde la circulación deja de ser cómoda, se presentan daños de manera constantemente en etapas avanzadas.
2 - 1	Malo	Rehabilitación	Pavimento en condición mala, la circulación es muy incómoda, se presentan daños en etapas muy desarrolladas.
1 - 0	Muy Malo	Reconstrucción	Pavimento en condición muy mala, la vía se vuelve intransitable, los deterioros están muy desarrollados y son irreversibles, el pavimento está totalmente degradado.

**Fuente:** AASHTO, 1962.

### 2.2.8 Tipos de fallas en los pavimentos.

**(Montejo F. 2006) (15)**

Las fallas en los pavimentos tanto flexibles como rígidos pueden ser divididas en dos grandes grupos que son:

#### ❖ **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.

❖ **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.

### **2.2.9 Tipos de Evaluaciones de Pavimentos.**

**(INVIAS. 1997) (16)**

Existen diversos métodos de evaluación de pavimentos, que son aplicables a calles y carreteras, entre los aplicables al presente estudio son:

#### **A. VIZIR**

Es un índice que representa la degradación superficial de un pavimento, representando una condición global que permitirá tomar algunas medidas de mantenimiento y rehabilitación.

Este índice ha sido desarrollado por el Laboratoire Central des Ponts et Chaussées – France o por sus siglas en inglés LCPC.

El sistema VIZIR, es un sistema de simple comprensión y aplicación que establece una distinción clara entre las fallas estructurales y las fallas funcionales y que ha sido adoptado en países en vía de desarrollo y en especial en zonas tropicales.

#### **B. FHWA / OH99 / 004**

Este índice presenta una alta claridad conceptual y es de sencilla aplicación, pondera los factores dando mayor énfasis a ciertos deterioros que son muy abundantes o importantes en regiones donde hay estaciones muy marcadas pero no en áreas tropicales.

#### **C. ASTM D 6433-99**

También conocido como Present Condition Index, o por sus siglas PCI. Este índice sirve para representar las degradaciones superficiales que se presentan en los pavimentos flexibles y de hormigón. Este método ha sido aplicado en la presente investigación, debido a que se la adoptado mundialmente por algunas entidades encargadas de realizar la cuantificación de los deterioros en la superficie de pavimentos.

En la “Guía Metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras” (INVÍAS), indica que este método presenta un grado de complejidad en la determinación del índice, por involucrar una corrección en el valor de la densidad de un deterioro.

#### **2.2.10 Procedimiento de Evaluación.**

(Vásquez V. 2002) (17).

El procedimiento para la evaluación de un pavimento comprende una etapa de trabajo de campo y otra etapa de cálculos aplicando la

metodología respectiva; y es el siguiente: Primero se inspecciona individualmente cada unidad de muestra seleccionada, luego, se registra el tramo y número de sección así como el número y tipo de unidad de muestra. Los daños o fallas se identificaran, teniendo en cuenta su clase, severidad y extensión de los mismos:

**A. La clase**, está relacionada con el tipo de degradación que se presenta en la superficie de un pavimento como ejemplo las grietas de esquina, losa dividida, etc. cada uno de ellos se describe en el manual de daños de la evaluación de la condición de pavimentos.

**B. El grado de severidad** de la calidad de tránsito se determina por:

❖ **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.

❖ **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.

❖ **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.

**C. La extensión**, que se refiere al área o longitud que se encuentra afectada por cada tipo de deterioro, en el caso de la evaluación de pavimentos de hormigón, la calificación de la extensión estará representada por el número de veces que se repita dicha falla en una losa o varias losas.

### **2.2.11 Daños en vías con superficie de concreto hidráulico.**

A continuación se muestra los tipos de daños que se involucran en la degradación de los pavimentos rígidos:

1. BLOWUP /BUCKLING.
2. GRIETA DE ESQUINA.
3. LOSA DIVIDIDA.
4. GRIETA DE DURABILIDAD “D”.
5. ESCALA.
6. SELLO DE JUNTA.
7. DESNIVEL CARRIL / BERMA
8. GRIETAS LINEALES.
9. PARCHEO GRANDE
10. PARCHEO PEQUEÑO.
11. PULIMENTO DE AGREGADOS.
12. POPOUTS.
13. BOMBEO
14. PUNZONAMIENTO.
15. CRUCE DE VÍA FÉRREA
16. DESCONCHAMIENTO / MAPA DE GRIETAS.
17. GRIETAS DE RETRACCIÓN.
18. DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA.
19. DESCASCARAMIENTO DE JUNTA.

#### **2.2.12 Método PCI. (Pavement Condition Index).**

##### **A. Introducción al Método PCI.**

**(UMSS. 2016) (18).**

En un Sistema de Administración de Pavimentos, lo primero que se debe definir es la red de Pavimento que se desea evaluar. Una vez que la red o redes estén identificadas se deben definir los “Tramos y Secciones”. Un Tramo está dividido en una o más secciones uniformes para ejecutar las funciones de administración. Las Secciones se clasifican de acuerdo a su localización geográfica dentro de la red o de acuerdo a cualquier otro factor que se considere pertinente.

##### **B. Índice de condición del pavimento (PCI).**

**(Peña S. 2013) (19)**

El índice de condición del pavimento (PCI) es un índice numérico que fluctúa entre cero (0), y cien (100), utilizado para indicar la condición de un camino, donde cero (0), indica un pavimento fallado y cien (100),

indica un pavimento en excelente estado, este método es extensamente usado en la ingeniería de transporte.

El índice de condición del pavimento (PCI) fue desarrollado por el cuerpo de ingenieros de las fuerzas armadas de los Estados Unidos, basado en la inspección visual del pavimento, identificando las fallas que se presentan y su severidad. El PCI no puede medir la resistencia al deslizamiento, rugosidad o capacidad estructural del pavimento, solo proporciona un conocimiento acerca de la condición real del camino. Muchas veces se monitorea continuamente el PCI para establecer la tasa de deterioro del pavimento y así tomar las medidas correctivas necesarias.

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.

**El grado de la condición del pavimento.** Es una descripción cualitativa de la condición del pavimento, como una función del valor de PCI que varía entre “fallado” hasta “excelente”, *ver Cuadro 5-2.*

**Cuadro 2-2.** Rango y clasificación sugeridos para la calificación del PCI.

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

Fuente: Vásquez V. 2002

### C. División del pavimento en unidades de prueba.

Una unidad de prueba es convenientemente definida como una porción de una sección de pavimento designada solo con los propósitos de la inspección del pavimento. Para caminos sin pavimento y para caminos recubiertos de asfalto (incluido asfalto sobre concreto), una unidad de prueba está definida como un área de  $232 \pm 93$  m<sup>2</sup>). En la Cuadro 5-4 se presentan algunas relaciones longitud - ancho de calzada pavimentada.

**Cuadro 2-3.** Rango, clasificación y colores sugeridos para la calificación del PCI.

Ancho de calzada (m)	Long. 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 V. 2002

Para 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  $20 \pm 8$  losas.

#### **D. 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  $\pm 5$  del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

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

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

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar ( $s$ ) 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. 2016) (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*:

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

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
- $\rho$ : Desviación estándar.

### **E. Selección de las Unidades de Muestreo para la Inspección**

**(Shahin M. 1981) (20)**

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:

- El intervalo de muestreo ( $i$ ) se expresa mediante la *Ecuación N° 3*:

$$i = \frac{N}{n} \quad (3)$$

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

## **F. 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.

**Fase 1.** Determinación de los valores deducidos (VD):

- A. 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.2
- B. 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.
- C. 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 B.

### **Fase 2.** Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores

Deducidos (m).

- A. 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 fase 4. De lo contrario, deben seguirse los pasos B. y C. siguientes.
- B. Liste los valores deducidos individuales de mayor a menor.
- C. Determine el “**Número Máximo Admisible de Valores Deducidos**” (m), utilizando *la Ecuación N°4*:

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

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

### **Fase 3.** Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.

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

- A. Determine el número de valores deducidos ( $q$ ), mayores que 2.
- B. Determine el “Valor Deducido Total” sumando todos los valores deducidos individuales
- C. Determine el CDV con  $q$  y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.
- D. Reduzca a 2 el menor de los valores deducidos individuales que sea mayor que 2 y repita las etapas 3a. a 3c. hasta que  $q$  sea igual a 1.
- E. El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

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

*En el Cuadro 5-4 se presenta un formato para el desarrollo del proceso iterativo de obtención del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.*

**Cuadro 2-4.** Formato Para la Obtención del Máximo Valor Deducido Corregido.

No.	Valores Deducidos										Total	q	CDV
1													
2													
3													
4													

**Fuente:** Elaboración Propia

## G. 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:

$$PCI_s = \frac{[(N - A) * PCI_R] + (A * PCI_A)}{N} \quad (5)$$

Donde:

- *PCIS*: PCI de la sección del pavimento.
- *PCIR*: *PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas.*
- *PCIA*: *PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.*
- *N*: *Número total de unidades de muestreo en la sección.*
- *A*: *Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas.*

## 2.3 HIPÓTESIS.

### 2.3.1 Hipótesis general.

Analizando la calidad de las vía de pavimento rígido conoceremos la incidencia en la circulación del tráfico y se proyectará medios de solución técnica a las diversas patologías encontradas.

### 2.3.2 Hipótesis específica.

- a. Al establecer que tipos de patologías que se hallan en el pavimento rígido se determinará el grado de deterioro de la vía.

- b. Si conocemos el índice de condición del pavimento fijaremos si con un mantenimiento intenso se podrá optimizar el estado del pavimento.

### 3. METODOLOGÍA.

#### 3.1 TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.

- ❖ Es **analítica** por que estudia al detalle cada patología y sus posibles causas.
- ❖ Es **descriptiva** porque se selecciona las variables para su análisis de forma autónoma y describe la realidad sin alterarla.
- ❖ Es **no experimental** porque se analiza el problema sin la asistencia de trabajos de laboratorio.
- ❖ Es de **corte transversal** porque se analiza el estudio en un periodo definido con futuras proyecciones proponiendo soluciones sistemáticas.

#### 3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

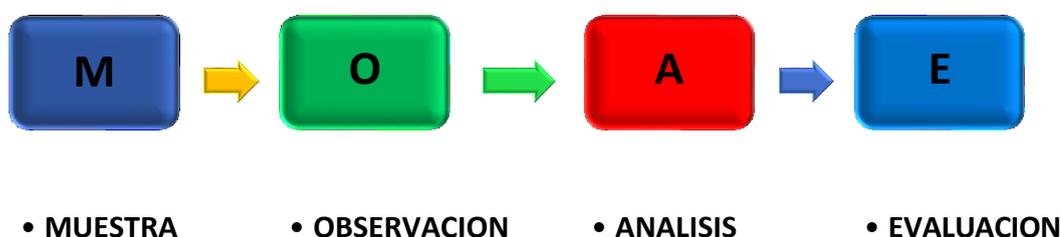
El diseño de esta investigación se efectuara siguiendo los siguientes procedimientos:

- ❖ El método a emplear es el PCI (Índice de Condición de Pavimentos).
- ❖ La evaluación será personalizada y de enfoque visual. El procesamiento de datos de la información adoptada será manual y se requerirá la asistencia de algún software (Excel).
- ❖ Para el desarrollo adecuado de esta investigación y con el compromiso de cumplir los objetivos planteados se compilara lo siguiente:
  - Los **antecedentes preliminares**: en esta etapa se realiza la búsqueda, el ordenamiento, el análisis y la validación de datos ya

existentes, y de toda información necesaria que favorezca a cumplir con los objetivos asignados.

- Desarrollo y aplicación del esquema PCI para el diagnóstico y seguimiento de antecedentes relativos a pavimentos enfocados en este método.
- Las muestras se tomadas serán todo el pavimento del jirón Agustín Cauper (desde la Cuadra n° 01 hasta la cuadra n° 05), distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali.

En el *Grafico 6-1* se presenta el diseño de esta Investigación.



**Gráfico 3-1.** Diseño de la Investigación. Fuente propia

Dónde:

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

### **3.3 UNIVERSO Y LA MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.**

#### **3.3.1 Universo.**

Para la presente investigación el universo está dada por la delimitación geográfica de las calles circundantes del Jr. Carmen Cabrejos, del distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali.

### 3.3.2 Muestra.

Se optaran todas las unidades de muestra de la sección del pavimento para su registro la que deben poseer un mismo historial en el uso, construcción, mismo volumen e intensidad de tráfico.

## 3.4 DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

### 3.4.1 Cuadro de Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
Patologías en vías con superficie de concreto hidráulico.	Determinación y evaluación del tipo de daños, sus dimensiones y extensiones que se encuentran en el pavimento rígido del jirón Agustín Cauper (desde la Cuadra n° 01 al 05), del distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali - junio 2017.	Tipos de Patologías que se presentan en el pavimento de concreto como: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Blowup/Buckling.</li> <li>○ Grieta nde esquina.</li> <li>○ Losa dividida.</li> <li>○ Escala, etc.</li> </ul>	Variabilidad en Dimensiones y tipo de afectación de las calles principales	Tipos y forma de las lesiones: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Vertical.</li> <li>○ Horizontal.</li> <li>○ Desnivel, etc.</li> </ul> Clase de falla de severidad. Extensión de la falla.
Permitirá conocer el grado de deterioro físico y su estado actual de las mismas para luego indicar las recomendaciones requeridas y evitar la presencia de daños en el pavimento.	Es un conjunto de debilidades que ocasiona cada tipo de patología en el pavimento.	El nivel y clase de deterioro ocasionado por cada patología en los pavimentos de las calles.	La influencia de los deterioros en las avenidas será medida por el tipo de pavimento, clase de daño y su extensión.	Los niveles se medirán en grados de severidad: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Low (bajo).</li> <li>○ Medium (medio).</li> <li>○ High (alto).</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia

### 3.4.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

La técnica de recolección de datos que sirve como base para el desarrollo del plan de análisis para luego contrastemos con la formulación de nuestra hipótesis.

El proceso de estudio patológico, consiste en observaciones visuales in situ, se puede obtener bastantes datos, los cuales se complementarán y ampliarán con posteriores análisis, este proceso de análisis consistirá principalmente en, detectar la lesión, Identificar la lesión y aislar las lesiones.

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

### 3.5 PLAN DE ANÁLISIS.

Los resultados a este plan de análisis se definen a continuación:

- ❖ *Ubicación del área de estudio.* En esta etapa se establece dónde está localizado la ubicación de cada muestra a estudiar.
- ❖ *Los tipos de patologías existentes.* Se determina la clasificación de las lesiones halladas en por cada muestra.
- ❖ *Nivel de índice de condición de pavimento.* Se calificará la severidad de cada lesión.
- ❖ *Cuadros del ámbito de la investigación.* Se sustentan con valores objetivos sustentados en porcentajes los resúmenes obtenidos.
- ❖ *Cuadros estadísticos de las patologías existentes.* Se fijara resúmenes con la ayuda de gráficos comparativos entre cada muestra analizada o la incidencia de lesión respecto a las otras.

### 3.6 MATRIZ DE CONSISTENCIA.

**Cuadro 3-1.** Matriz de consistencia.

<p align="center"><b>“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DEL NIVEL DE INCIDENCIA DE LAS PATOLOGÍA DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS DEL JIRÓN AGUSTÍN CAUPER (DESDE LA CUADRA N° 01 AL 05), DEL DISTRITO DE CALLERIA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO DE UCAYALI – AÑO 2017”</b></p>				
<p><b>Caracterización del Problema</b> El jirón Agustín Cauper se encuentra ubicado en el distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali, y se localiza a 450 m. de distancia de la plaza de armas de Pucallpa, las coordenadas del punto de inicio es 551822.0696 E. y 9074114.0491 S. y las coordenadas del punto final son 552152.8187 E. y 9074568.4278 S. la longitud definida del trayecto es de 562.00 m. de longitud aproximadamente. La vía contiene un paquete estructural de pavimento rígido con juntas transversales y longitudinales. El pavimento de esta calle se encuentra con un deterioro superficial y estructural debido que desde su inicio ha estado sometido a sollicitaciones de tránsito vehicular pesado y liviano, a los cambios de temperatura ambiental que a veces llegan hasta 40°C y decrecen hasta 21°C, con una Humedad relativa que llega del 80% - 85% a los fenómenos naturales como las precipitaciones pluviales, y la falta de mantenimiento periódico por parte de la Municipalidad Distrital de este distrito. Por esta razón fundamental es necesaria una evaluación exhaustiva del estado del pavimento ya que en ella se presentan diversos daños tanto superficiales como estructurales. Este pavimento presenta un conjunto de patologías cuya prevención debe de ser abordada para prevenir en el futuro por operaciones de mantenimiento.</p> <p><b>Enunciado del Problema:</b> ¿En qué medida la Determinación y Evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en pavimentos rígidos del jirón Agustín Cauper (cuadras n° 01 al 05), del distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali - junio 2017 nos permitirá obtener la condición de servicio de dicha infraestructura en funcionamiento?</p>	<p><b>Objetivo general.</b> A. Analizar como la calidad de las vía de pavimento rígido del jirón Agustín Cauper Cabrejos (desde la cuadra n° 01 al 05), del distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali incide en la circulación del tráfico, mediante observaciones y proponer medios de solución técnica a las diversas patologías encontradas.</p> <p><b>Objetivos específicos.</b> A. Establecer que tipos de patologías que se hallan en el pavimento rígido del jirón Agustín Cauper (desde la cuadra n° 01 al 05), del distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali B. Determinar el estado de las vías de pavimento rígido del jirón Agustín Cauper (desde la cuadra n°01 al 05), del distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali. C. Medir el Índice de Condición del Pavimento rígido de la vía del jirón Agustín Cauper (desde la cuadra n° 01 al 05), del distrito de Calleria, provincia de coronel portillo, departamento de Ucayali. D. Fijar si con un mantenimiento intenso se podrá optimizar el estado del pavimento de la vía del jirón Agustín Cauper (desde la cuadra n° 01 al 05), del distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali.</p>	<p><b>Marco teórico. Antecedentes.</b> Se realizó diversas consultas sobre los antecedentes en diferentes tesis internacionales como nacionales así también se consultó en las tesis que existen en diferentes bibliotecas en el entorno.</p> <p><b>Bases Teóricas. Definición de la investigación.</b> A. Pavimento. B. Clasificación de pavimentos. C. Tipos de pavimentos rígidos. D. Comportamiento de los pavimentos. E. Curva de comportamiento o de los pavimentos. F. Serviciabilidad de los pavimentos. G. Tipo de falla en los pavimentos. H. Procedimiento de evaluación. I. Daños en las vías de concreto hidráulico. J. Método PCI K. Etc.</p>	<p><b>Metodología. Tipo y nivel de la investigación.</b> Generalmente este estudio es de tipo descriptivo, es analítico no es experimental y de corte transversal porque el momento que se toman las muestras se ejecutan en un momento en el tiempo. A. Es <b>descriptivo</b> porque se toma los datos sin alterar la muestra y solo describe la realidad. B. Es <b>no experimental</b> porque se analiza el problema sin recurrir al laboratorio. C. Es de <b>corte transversal</b> porque el análisis se realiza en un periodo de tiempo.</p> <p><b>Diseño de la Investigación.</b> <b>El universo y Muestra</b> <b>Definición y Operacionalización de las Variables</b> <b>Plan de análisis.</b> <b>Matriz de Consistencia.</b> <b>Principio ético.</b></p>	<p><b>Bibliografía.</b> (1) Ramos Núñez FA. Estudio de los daños del Pavimento Rígido en algunas calles de los Barrios Laguito, Castillogrande y Bocagrande en zonas con nivel freático alto en la ciudad de Cartagena. (2) Ruiz Brito CA. Análisis de los factores que producen el deterioro en los pavimentos rígidos (3) Sánchez Díaz LE, Machuca Oliveros J. Estudio de las fallas en los pavimentos rígidos para el mantenimiento y rehabilitación de las vías principales del municipio de Tamalameque Cesar.</p> <p><b>Entre Otras.</b></p>

**Fuente:** Elaboración Propia

### **3.7 ÉTICA EN LA EVALUACIÓN DE LOS PAVIMENTOS.**

El ingeniero civil participa en la sociedad, creando espacios y servicios para mejorar su comodidad y calidad de vida, facilitándole sus funciones particulares en la salud creando obras que protegen la salud del hombre o construcciones que permitan a otras disciplinas trabajar la salud humana.

De lo mencionado anteriormente podemos decidir ciertos parámetros éticos en relación a la evaluación de los pavimentos:

- Realizar la toma de datos reales sin alterarlos o modificarlos, deben ser auténticos.
- Ingresar los datos al software talos como fueron recogidos en campo.
- Los datos obtenidos deben ser claros, precisos y entendibles para obtener mejores resultados.
- Explorar acerca de los estudios previos acerca de la tesis, haciendo las referencias o citas bibliográficas, así se logrará presentar un trabajo elaborado con mucha veracidad.
- Durante la evaluación de los datos, no deben cometerse alteraciones, se debe evaluar tal y como se obtuvieron en campo.

## 4. RESULTADOS.

### 4.1 UNIDAD DE MUESTRA – TRAMO 01.

**Cuadro 4-1:** Datos generales. UM – 01.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433-11)															
PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO HIDRÁULICO															
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL POR UNIDADES DE MUESTREO															
TRAMO:		1		INSPECCIONADO POR:										BACH. FREDY DEL AGUILA SALAS	
SEGMENTO:		1		ABSCISA INICIAL:				0+000							
FECHA DE INSPECCIÓN:		oct-17		ABSCISA FINAL:				0+060.0				NÚMERO DE LOSAS=		26	
ESQUEMA															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1															1
2		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	2
3		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	3
4															4

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 4-1:** Resumen de número de losas con daño, densidades y cálculo del valor deducido. UM – 01.

NO.	DAÑO	NRO DE LOSAS			DENSIDAD			VALOR DEDUCIDO		
		B	M	A	B	M	A	B	M	A
21	ROTURA POR PANDEO (BLOWUP /BUCKLING)				-	-	-			
22	GRIETA DE ESQUINA				-	-	-			
23	LOSA DIVIDIDA			13	-	-	50.00			74.00
24	GRIETA DE DURABILIDAD ("D")				-	-	-			
25	ESCALA				-	-	-			
26	SELLO DE JUNTA	5	8		19.23	30.77	-	2.00	4.00	
27	DESNIVEL CARRIL / BERMA				-	-	-			
28	GRIETAS LINEALES		1	7	-	3.85	26.92		3.08	32.79
29	PARCHEO GRANDE (> 0.5 M²)		1		-	3.85	-		2.23	
30	PARCHEO PEQUEÑO (≤ 0.5 M²)	2			7.69	-	-	-		
31	PULIMENTO DE AGREGADOS		13		-	50.00	-		7.20	
32	DESPRENDIMIENTOS (POPOUTS)				-	-	-			
33	BOMBEO				-	-	-			
34	PUNZONAMIENTO				-	-	-			
35	CRUCE DE VÍA FÉRREA				-	-	-			
36	DESCASCARAMIENTO POR AGRIETAMIENTO				-	-	-			
37	GRIETAS DE RETRACCIÓN				-	-	-			
38	DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA				-	-	-			
39	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA				-	-	-			

Fuente: Elaboración Propia.

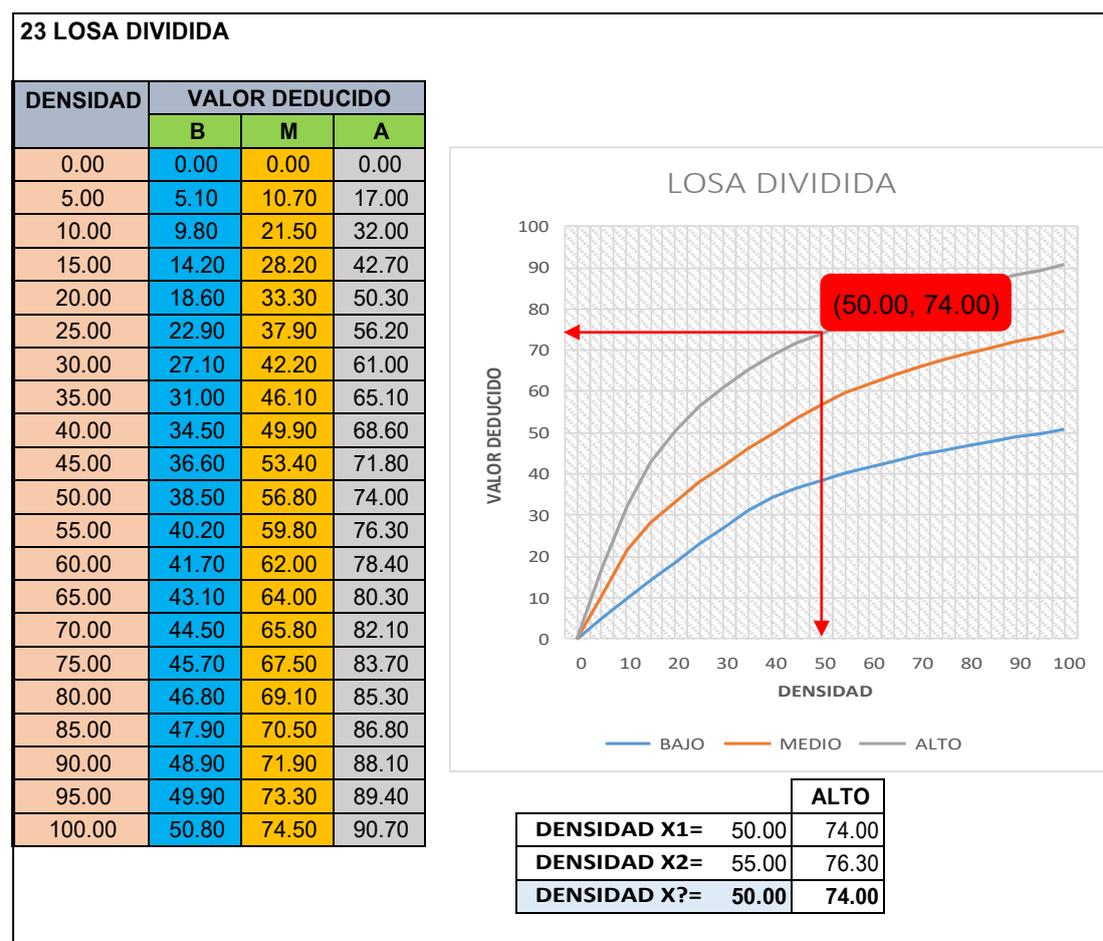
**Tabla 4-2:** Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI). UM – 01.

CALCULO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO(PCI)																
N°	VALORES DEDUCIDOS											TOTAL	qi	CDV		
1	74.00	32.79	7.20	1.55									115.54	3	71.55	
2	74.00	32.79	2.00	1.55									110.34	2	75.69	
3	74.00	2.00	2.00	1.55									79.55	1	79.55	
													Max CDV=		79.55	
PCI =		100 - MAX CDV												CLASIFICACION		MUY MALO
PCI =		20.45														

NUMERO DE DEDUCIDOS > 2(q) =	7.00
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO =	74.00
NUMERO ADMISIBLE DE DED. =	3.39

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 4-3:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido losa dividida severidad alta. UM - 01.



Fuente: Norma ASTM D6433-11

**Tabla 4-4:** Valores deducidos para daño de sello de junta. UM – 01.

<b>26 SELLO DE JUNTA</b>		
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	BAJO	2 PUNTOS
	MEDIO	4 PUNTOS
	ALTO	8 PUNTOS

**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-5:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido grieta lineal severidad media. UM – 01.

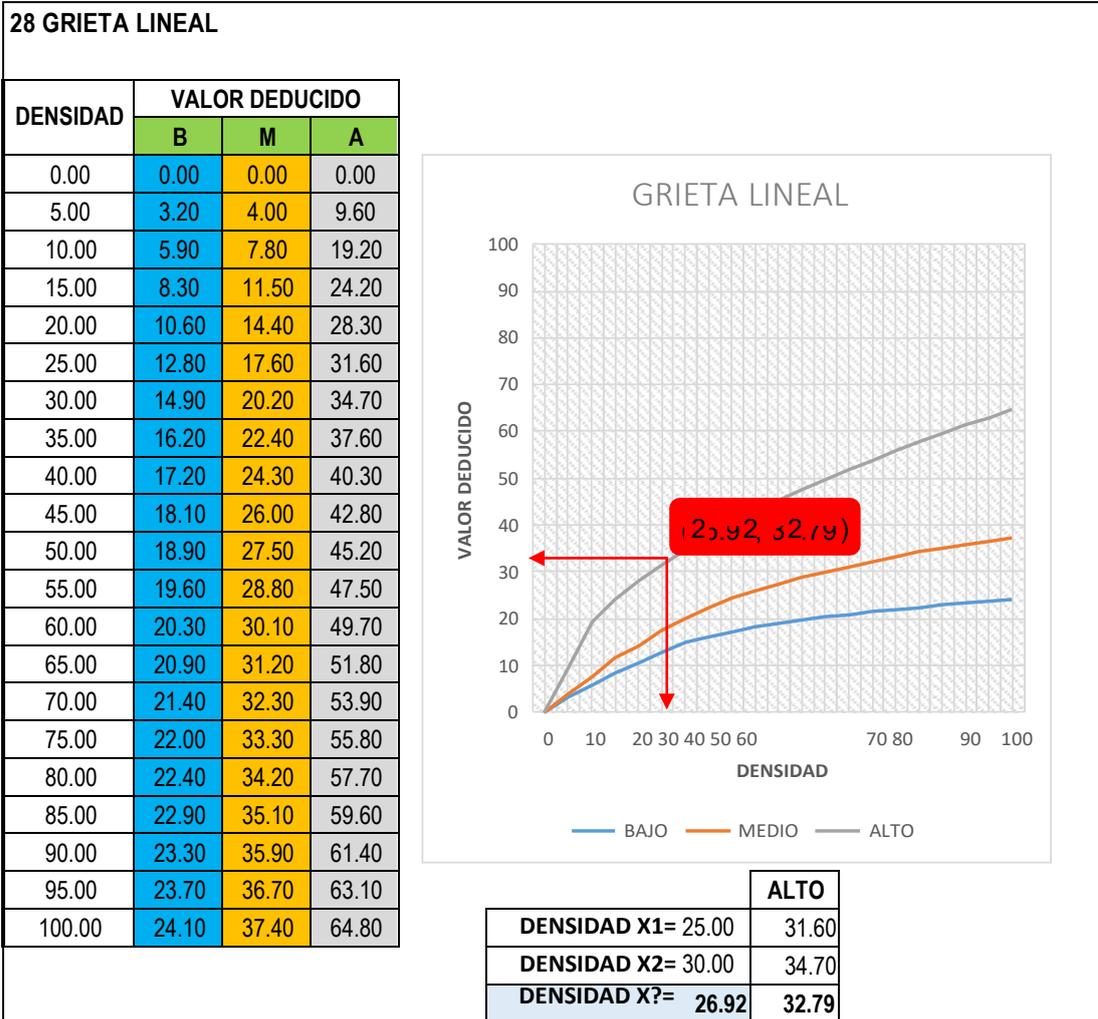
<b>28 GRIETA LINEAL</b>			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	3.20	4.00	9.60
10.00	5.90	7.80	19.20
15.00	8.30	11.50	24.20
20.00	10.60	14.40	28.30
25.00	12.80	17.60	31.60
30.00	14.90	20.20	34.70
35.00	16.20	22.40	37.60
40.00	17.20	24.30	40.30
45.00	18.10	26.00	42.80
50.00	18.90	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

DENSIDAD X1=	0.00	0.00
DENSIDAD X2=	5.00	4.00
DENSIDAD X?=	3.85	3.08

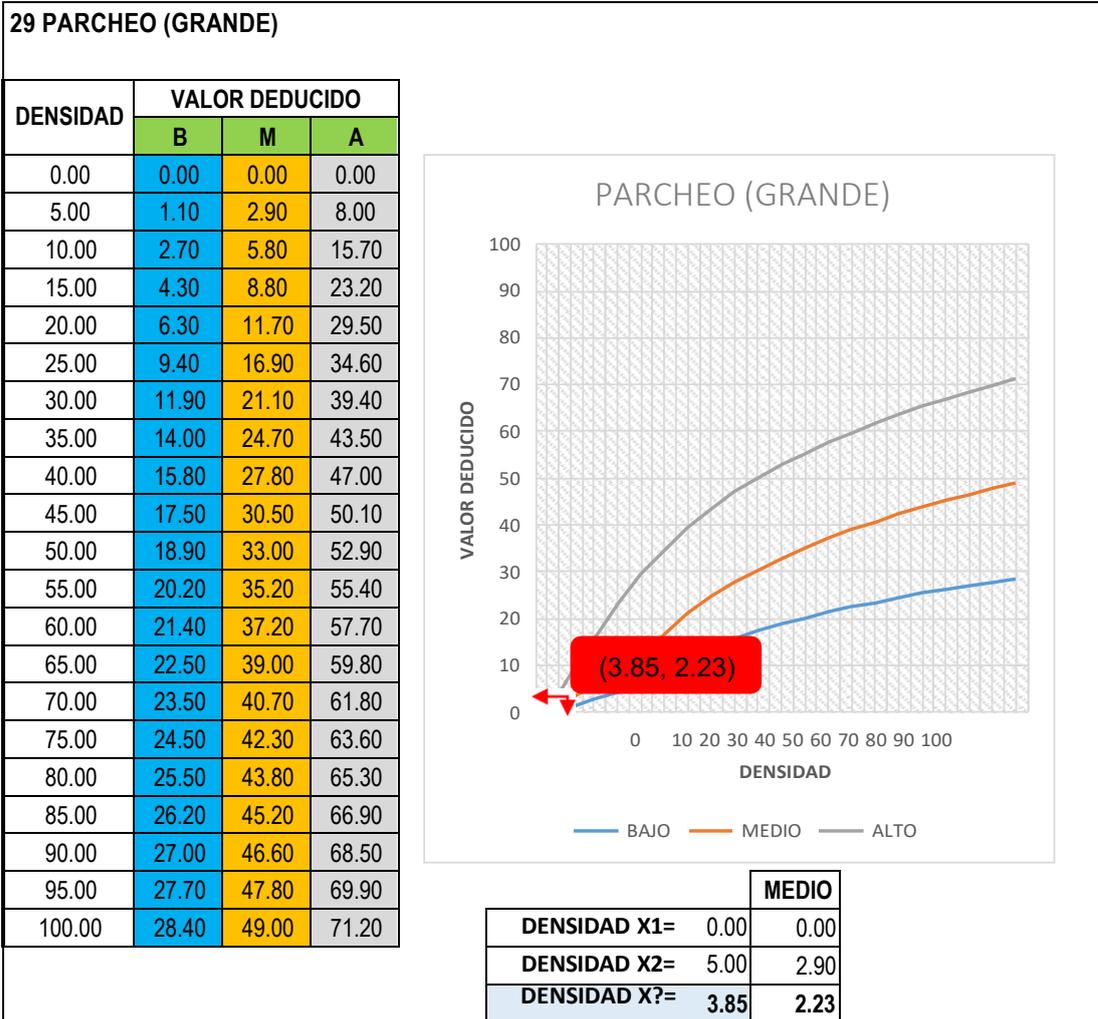
**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-6:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido grieta lineal severidad alta. UM – 01.



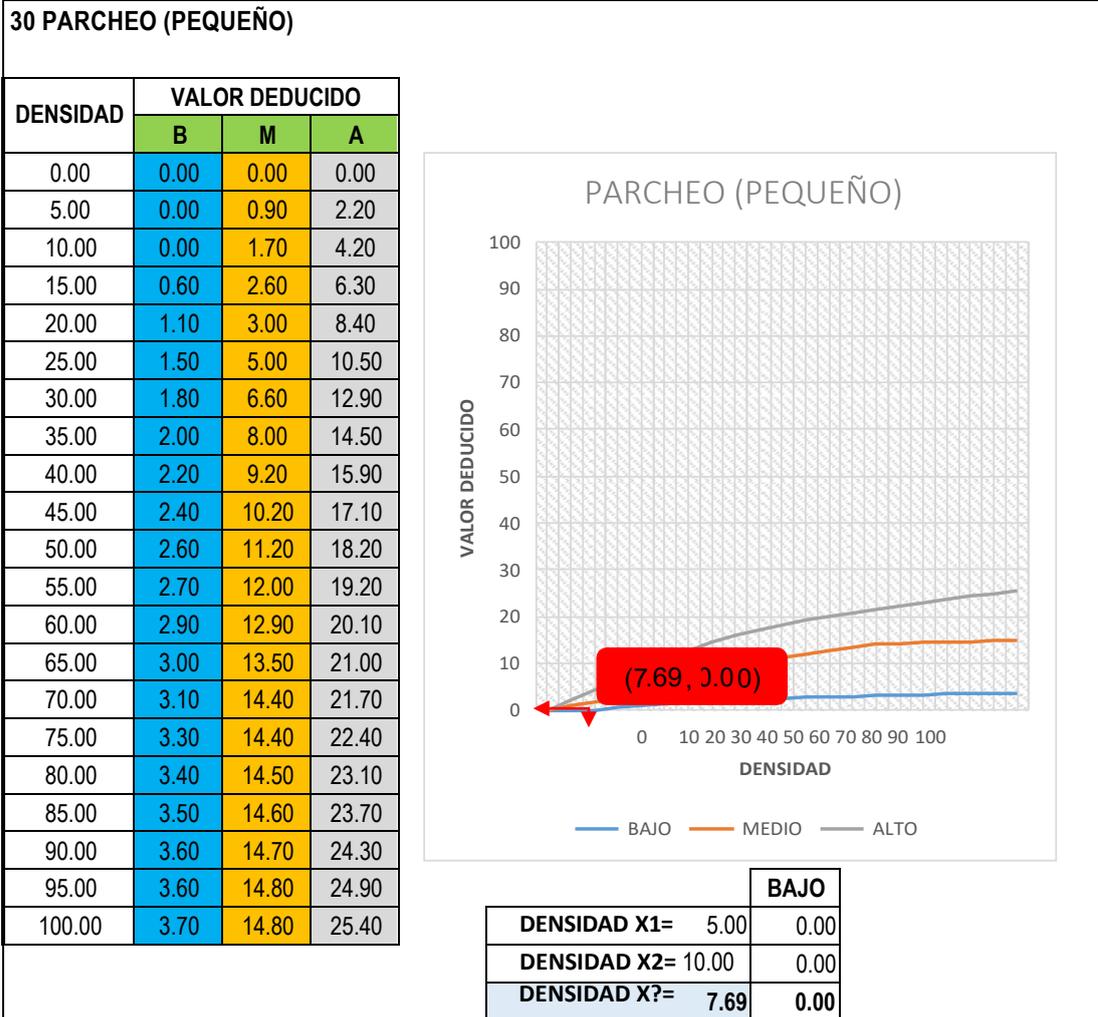
Fuente: Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-7:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo severidad media. UM – 01.



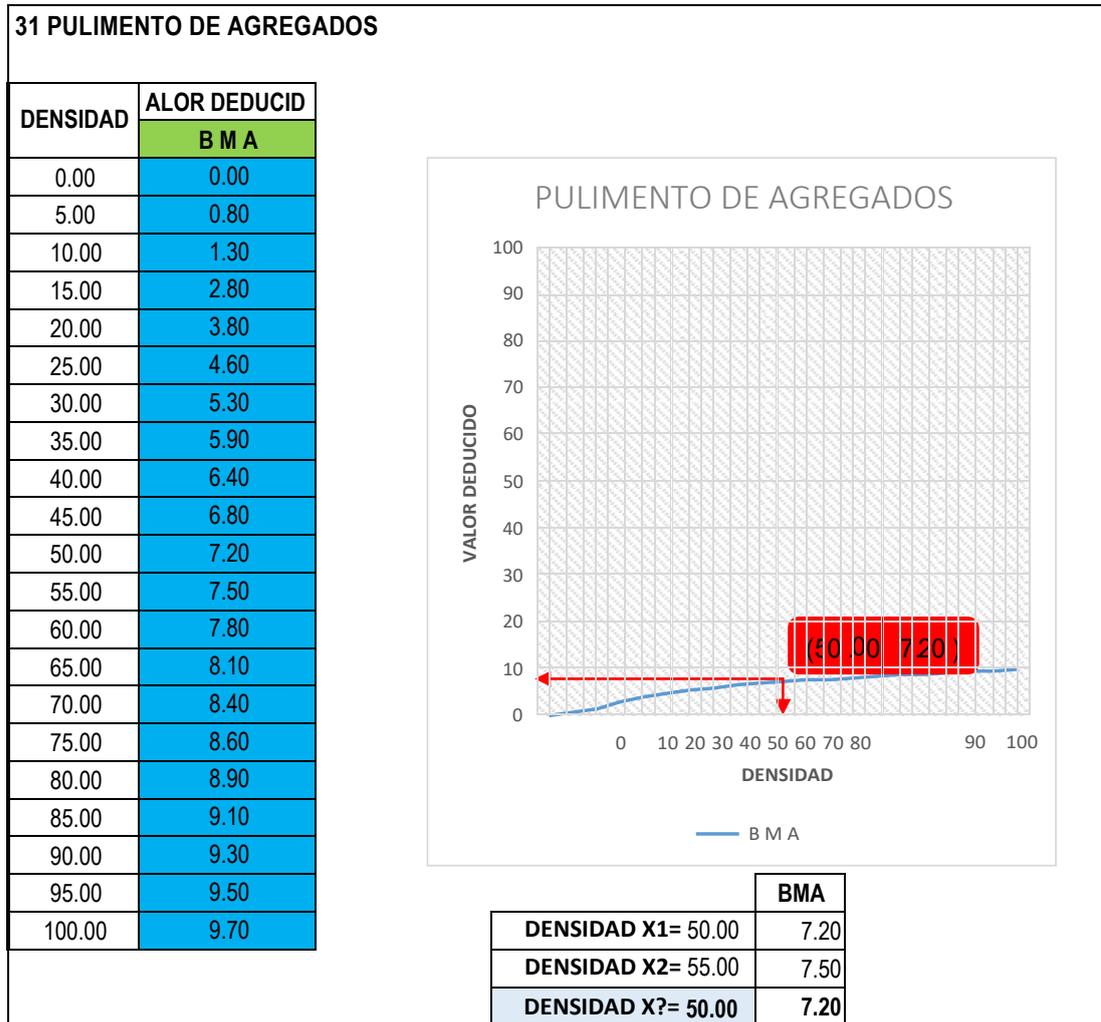
**Fuente:** Norma ASTM D6433-11

**Tabla 4-8:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo (pequeño) severidad baja. UM – 01.



Fuente: Norma ASTM D6433-11

**Tabla 4-9:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido pulimento de agregados severidad B M A. UM – 01.



**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Cuadro 4-2:** Cálculo del valor deducido corregido (método interpolación). UM – 01.

	Xi	X(i+1)	Yi	Y(i+1)	V D T	V D C
q3	110.00	120.00	68.50	74.00	115.54	<b>71.55</b>
q2	110.00	120.00	75.50	81.00	110.34	<b>75.69</b>
q1	70.00	80.00	70.00	80.00	79.55	<b>79.55</b>

$$Y = Y_i + \left[ \left( \frac{X - X_i}{X_{(i+1)} - X_i} \right) (Y_{(i+1)} - Y_i) \right]$$

**DONDE:**  
X=VDT VALOR DEDUCIDO TOTAL  
Y=VDC VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

**Fuente:** Elaboración Propia.

## 4.2 UNIDAD DE MUESTRA – TRAMO 02.

**Cuadro 4-3:** Datos generales UM – 02.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433-11)														
PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO HIDRÁULICO														
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL POR UNIDADES DE MUESTREO														
TRAMO:	2		INSPECCIONADO POR: BACH. FREDY DEL AGUILA SALAS											
SEGMETO:	1		ABSCISA INICIAL:		0+060.0									
FECHA DE INSPECCIÓN:	oct-17		ABSCISA FINAL:		0+122.0		NÚMERO DE LOSAS=		26					
ESQUEMA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1														1
2	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	2
3	B14	B15	B16	B17	B18	B19	B20	B21	B22	B23	B24	B25	B26	3
4														4

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 4-10:** Resumen de número de losas con daño, densidades y cálculo del valor deducido. UM – 02.

NO.	DAÑO	NRO DE LOSAS			DENSIDAD			VALOR DEDUCIDO		
		B	M	A	B	M	A	B	M	A
21	ROTURA POR PANDEO (BLOWUP /BUCKLING)				-	-	-			
22	GRIETA DE ESQUINA				-	-	-			
23	LOSA DIVIDIDA			2	-	-	7.69			25.08
24	GRIETA DE DURABILIDAD ("D")				-	-	-			
25	ESCALA	2			7.69	-	-	2.47		
26	SELLO DE JUNTA		24		-	92.31	-		4	
27	DESNIVEL CARRIL / BERMA				-	-	-			
28	GRIETAS LINEALES		6		-	23.08	-		16.37	
29	PARCHEO GRANDE (> 0.5 M²)		4		-	15.38	-		9.02	
30	PARCHEO PEQUEÑO (≤ 0.5 M²)	1	1		3.85	3.85	-	0.00	0.69	
31	PULIMENTO DE AGREGADOS		24		-	92.31	-		9.39	
32	DESPRENDIMIENTOS (POPOUTS)				-	-	-			
33	BOMBEO				-	-	-			
34	PUNZONAMIENTO				-	-	-			
35	CRUCE DE VÍA FÉRREA				-	-	-			
36	DESCASCARAMIENTO POR AGRIETAMIENTO				-	-	-			
37	GRIETAS DE RETRACCIÓN				-	-	-			
38	DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA				-	-	-			
39	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA				-	-	-			

Fuente: Elaboración Propia.

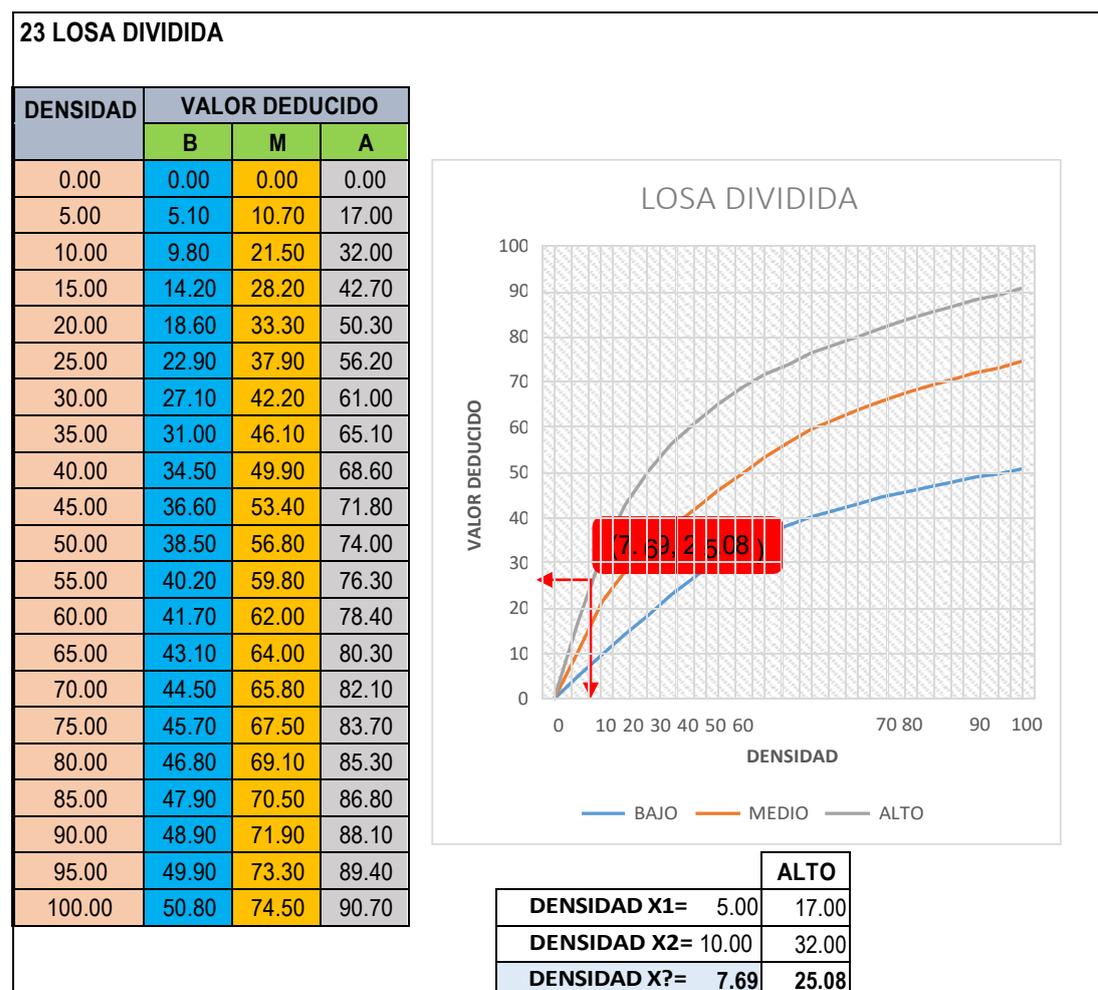
**Tabla 4-11:** Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI). UM – 02.

CALCULO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO(PCI)														
N°	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	qi	CDV	
1	25.08	16.37	9.39	9.02	4.00	2.47	0.69					67.02	6	34.21
2	25.08	16.37	9.39	9.02	4.00	2.00	0.69					66.55	5	36.46
3	25.08	16.37	9.39	9.02	2.00	2.00	0.69					64.55	4	37.84
4	25.08	16.37	9.39	2.00	2.00	2.00	0.69					57.53	3	37.18
5	25.08	16.37	2.00	2.00	2.00	2.00	0.69					50.14	2	39.59
6	25.08	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.69					35.77	1	35.77
												Max CDV=		39.59
PCI =		100 - MAX CDV												
PCI =		60.41			CLASIFICACION		BUENO							

NUMERO DE DEDUCIDOS > 2(q) =	8.00
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO =	25.08
NUMERO ADMISIBLE DE DED. =	7.88

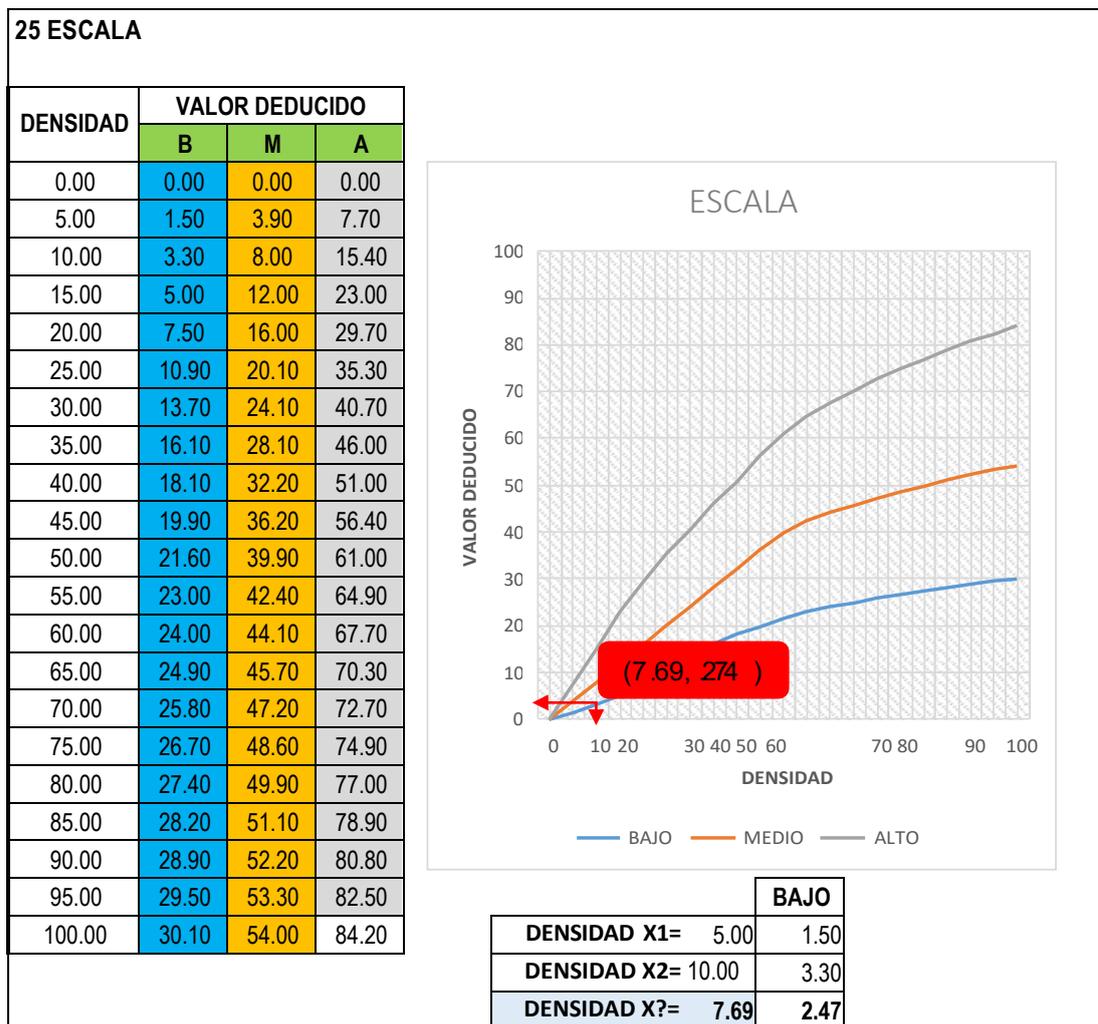
**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 4-12:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido losa dividida severidad alta. UM – 02.



**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-13:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido escala severidad baja. UM – 02.



**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-14:** Valores deducidos para daño de sello de junta. UM – 02.

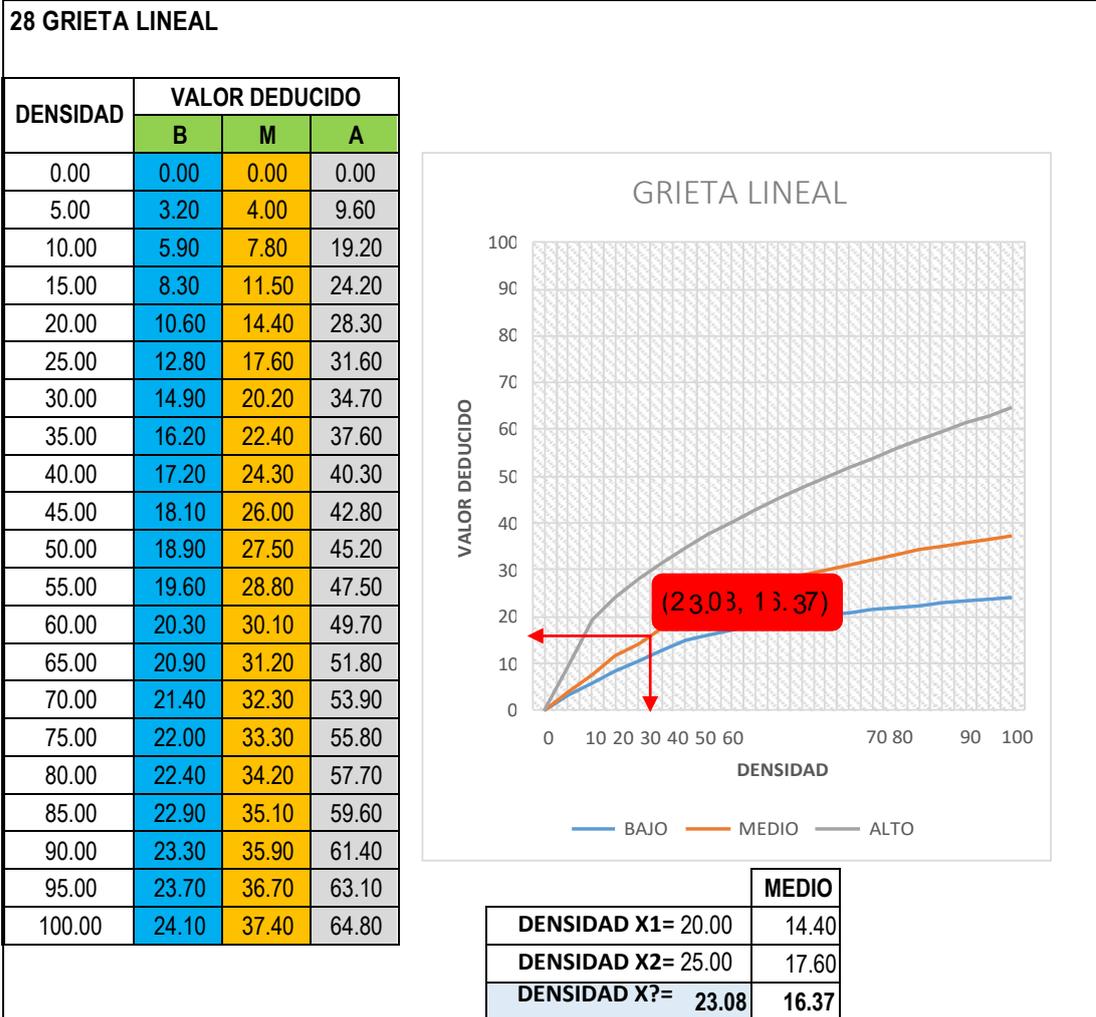
**26 SELLO DE JUNTA**

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

BAJO	2 PUNTOS
MEDIO	4 PUNTOS
ALTO	8 PUNTOS

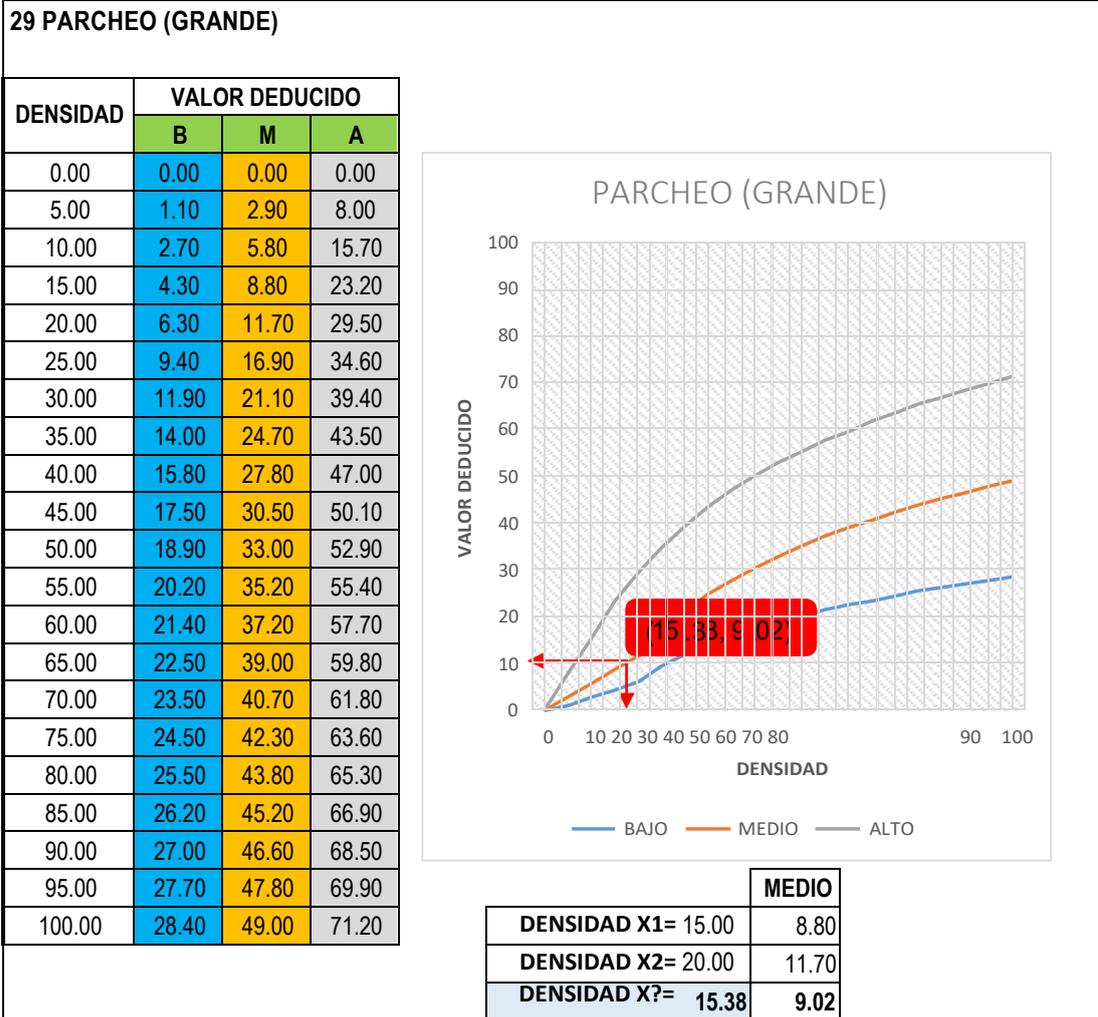
**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-15:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido grieta lineal severidad media. UM – 02.



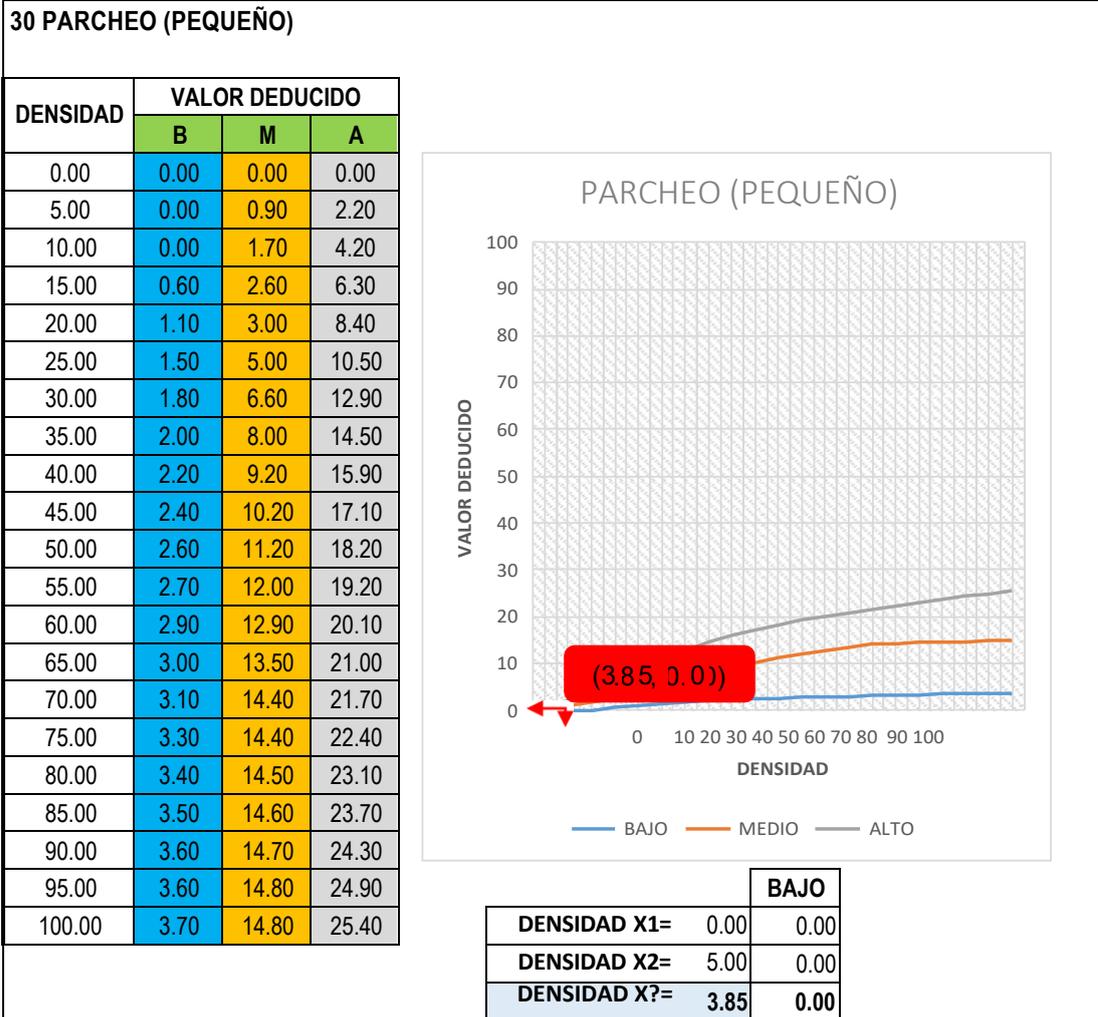
**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-16:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo reducido severidad media. UM – 02.



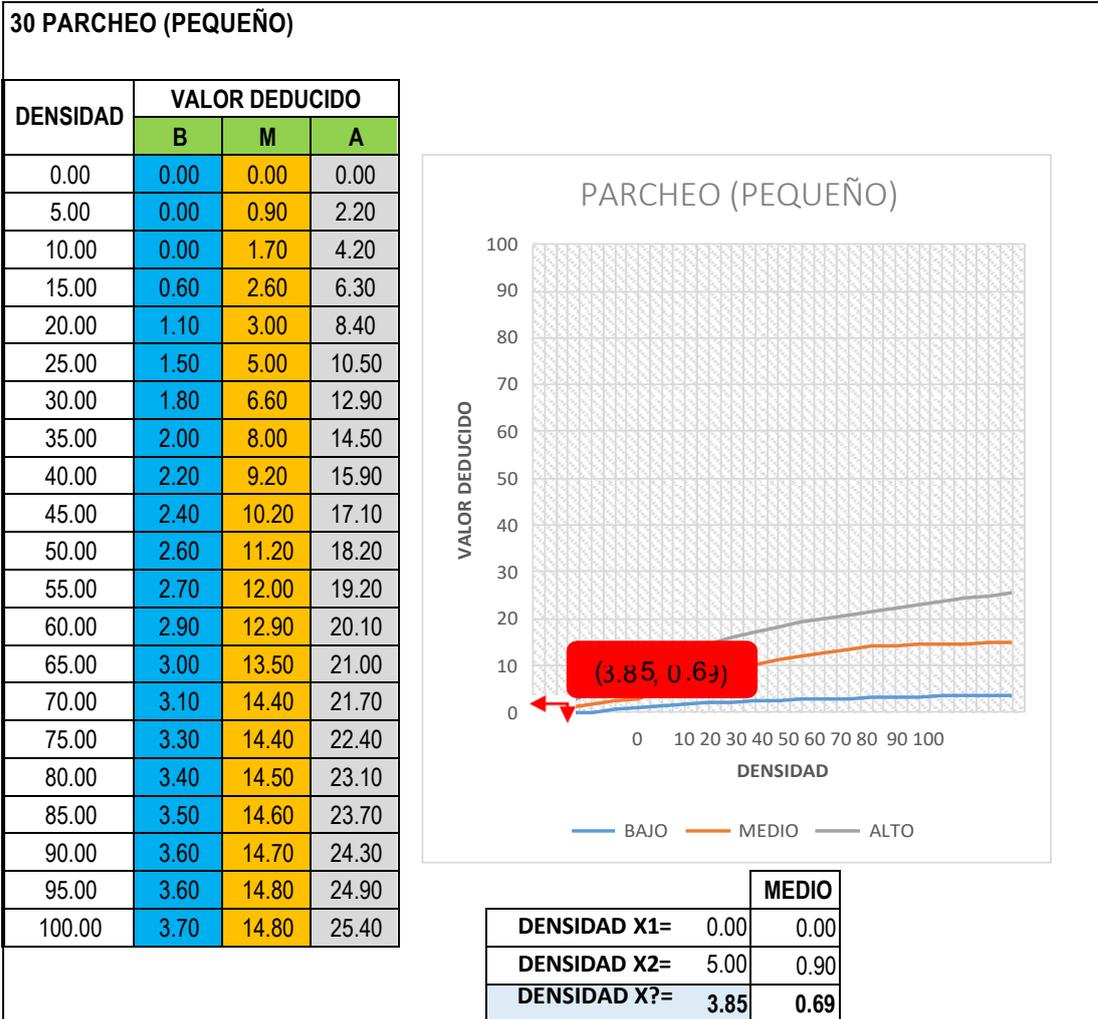
**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-17:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo (pequeño) reducido severidad baja. UM – 02.



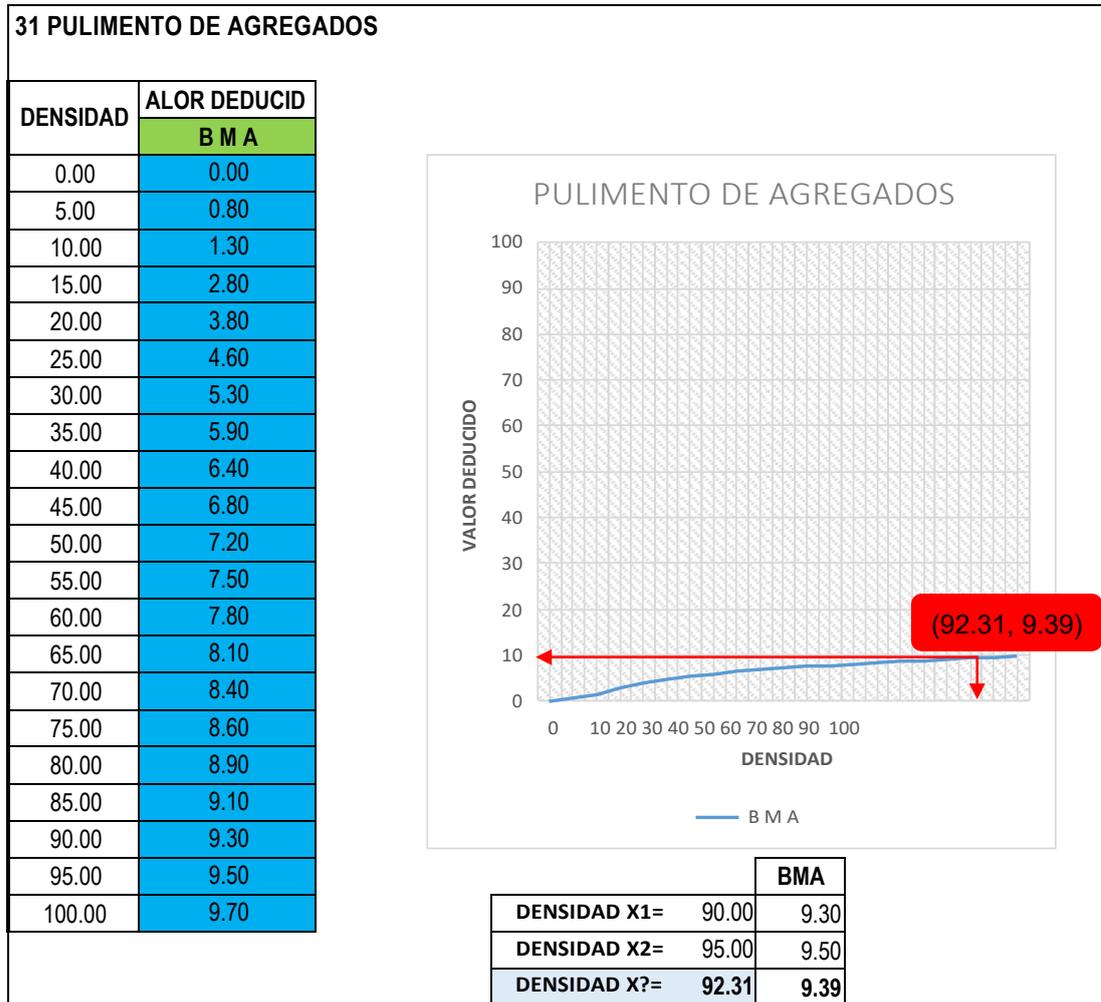
**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-18:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo (pequeño) reducido severidad media. UM – 02.



Fuente: Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-19:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido pulimento de agregados severidad B M A. UM – 02.



**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Cuadro 4-4:** Cálculo del valor deducido corregido (método interpolación). UM – 02.

	Xi	X(i+1)	Yi	Y(i+1)	VDT	VDC
q6	60.00	70.00	30.00	36.00	67.02	<b>34.21</b>
q5	60.00	70.00	32.60	38.50	66.55	<b>36.47</b>
q4	60.00	70.00	35.20	41.00	64.55	<b>37.84</b>
q3	57.00	60.00	36.90	38.50	57.53	<b>37.18</b>
q2	50.00	57.00	39.50	44.00	50.14	<b>39.59</b>
q1	35.00	40.00	35.00	40.00	35.77	<b>35.77</b>

$$Y = Y_i + \left[ \left( \frac{X - X_i}{X_{(i+1)} - X_i} \right) (Y_{(i+1)} - Y_i) \right]$$

**DONDE:**  
X=VDT VALOR DEDUCIDO TOTAL  
Y=VDC VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

**Fuente:** Elaboración Propia.

### 4.3 UNIDAD DE MUESTRA – TRAMO 03.

**Cuadro 4-5:** Datos generales. UM - 03

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433-11)															
PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO HIDRÁULICO															
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL POR UNIDADES DE MUESTREO															
TRAMO:		3		INSPECCIONADO POR:		BACH. FREDY DEL AGUILA SALAS									
SEGMENTO:		1		ABSCISA INICIAL:		0+122.0									
FECHA DE INSPECCIÓN:		oct-17		ABSCISA FINAL:		0+191.7		NÚMERO DE LOSAS=		28					
ESQUEMA															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1															1
2	A27	A28	A29	A30	A31	A32	A33	A34	A35	A36	A37	A38	A39	A40	2
3	B27	B28	B29	B30	B31	B32	B33	B34	B35	B36	B37	B38	B39	B40	3
4															4

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4-20:** Resumen de número de losas con daño, densidades y cálculo del valor deducido. UM – 03.

NO.	DAÑO	NRO DE LOSAS			DENSIDAD			VALOR DEDUCIDO		
		B	M	A	B	M	A	B	M	A
21	ROTURA POR PANDEO (BLOWUP /BUCKLING)				-	-	-			
22	GRIETA DE ESQUINA				-	-	-			
23	LOSA DIVIDIDA			2	-	-	7.14			23.43
24	GRIETA DE DURABILIDAD ("D")				-	-	-			
25	ESCALA				-	-	-			
26	SELLO DE JUNTA	26			92.86	-	-	2		
27	DESNIVEL CARRIL / BERMA				-	-	-			
28	GRIETAS LINEALES		3	23	-	10.71	82.14		8.33	58.51
29	PARCHEO GRANDE (> 0.5 M²)			2	-	-	7.14			11.30
30	PARCHEO PEQUEÑO (≤ 0.5 M²)	1			3.57	-	-	0.00		
31	PULIMENTO DE AGREGADOS		26		-	92.86	-		9.41	
32	DESPRENDIMIENTOS (POPOUTS)				-	-	-			
33	BOMBEO				-	-	-			
34	PUNZONAMIENTO				-	-	-			
35	CRUCE DE VÍA FÉRREA				-	-	-			
36	DESCASCARAMIENTO POR AGRIETAMIENTO				-	-	-			
37	GRIETAS DE RETRACCIÓN				-	-	-			
38	DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA				-	-	-			
39	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA				-	-	-			

Fuente: Elaboración propia.

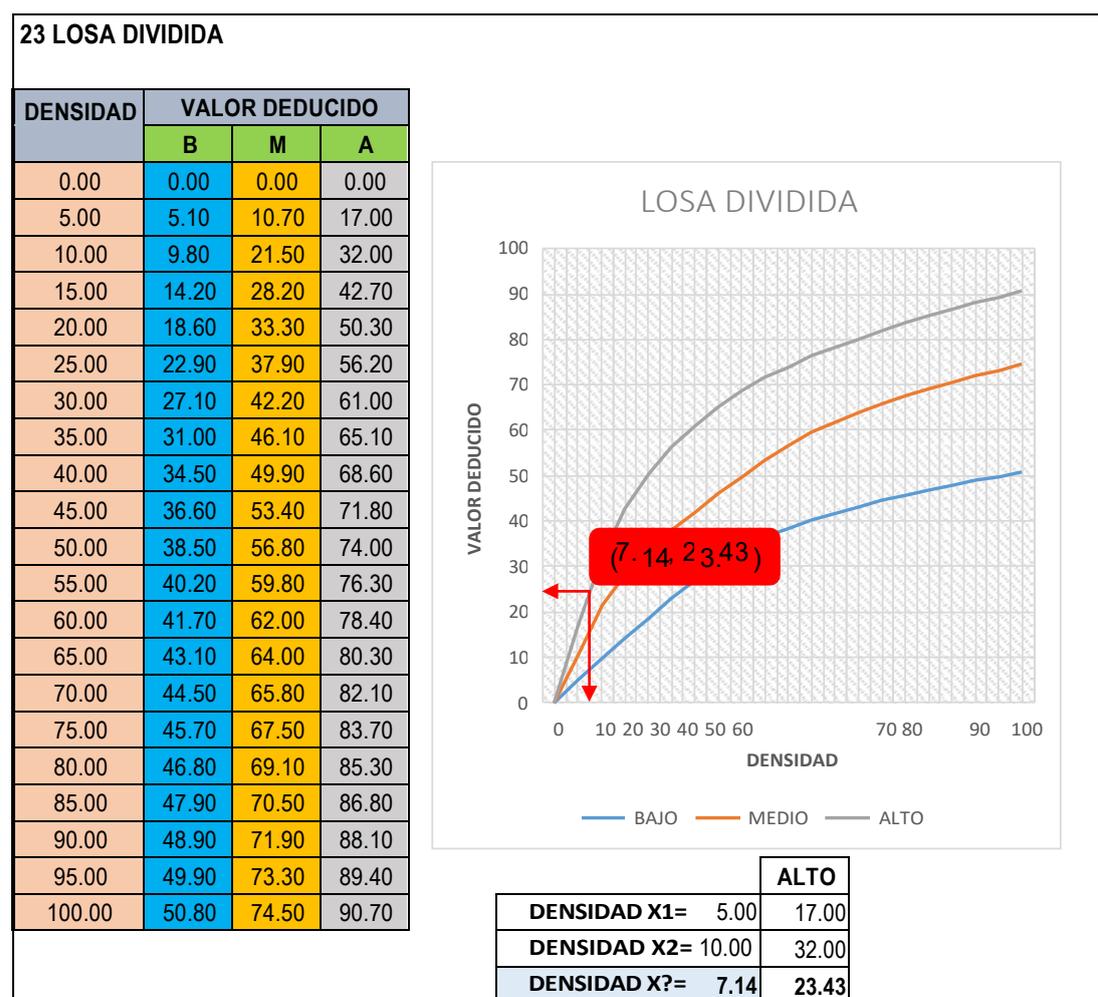
**Tabla 4-21:** Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI). UM – 03.

CALCULO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO(PCI)																	
N°	VALORES DEDUCIDOS											TOTAL	qi	CDV			
1	58.51	23.43	11.30	9.41	6.75								109.40	9	59.70		
2	58.51	23.43	11.30	9.41	2.00								104.66	4	60.33		
3	58.51	23.43	11.30	2.00	2.00								97.24	3	61.46		
4	58.51	23.43	2.00	2.00	2.00								87.94	2	63.27		
5	58.51	2.00	2.00	2.00	2.00								66.51	1	66.51		
													Max CDV=		66.51		
PCI =		100 - MAX CDV													CLASIFICACION		MALO
PCI =		33.49															

NUMERO DE DEDUCIDOS > 2(q) =	11.00
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO =	58.51
NUMERO ADMISIBLE DE DED. =	4.81

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4-22:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido losa dividida severidad alta. UM – 03.



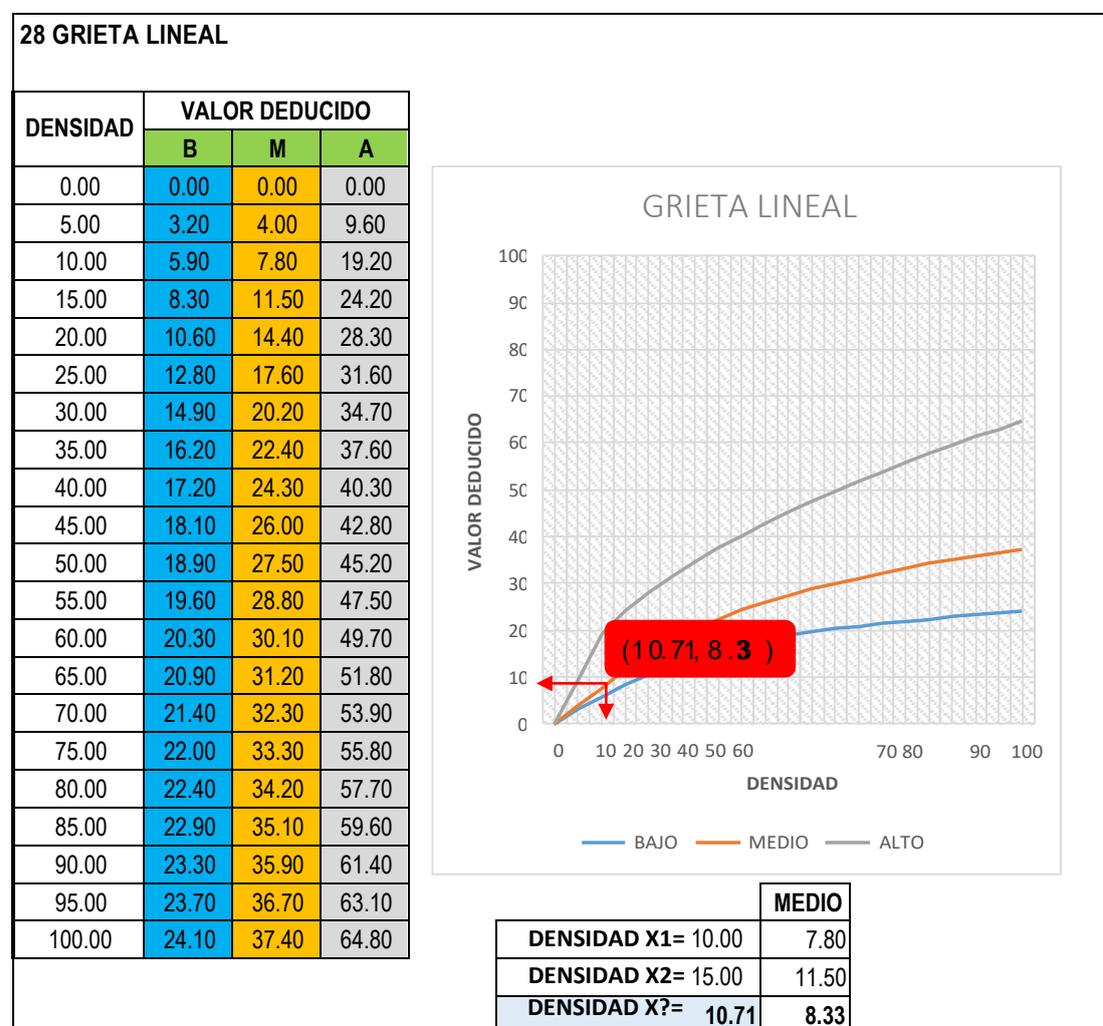
Fuente: Norma ASTM D6433-11

**Tabla 4-23:** Valores deducidos para daño de sello de junta. UM – 01.

<b>26 SELLO DE JUNTA</b>		
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	BAJO	2 PUNTOS
	MEDIO	4 PUNTOS
	ALTO	8 PUNTOS

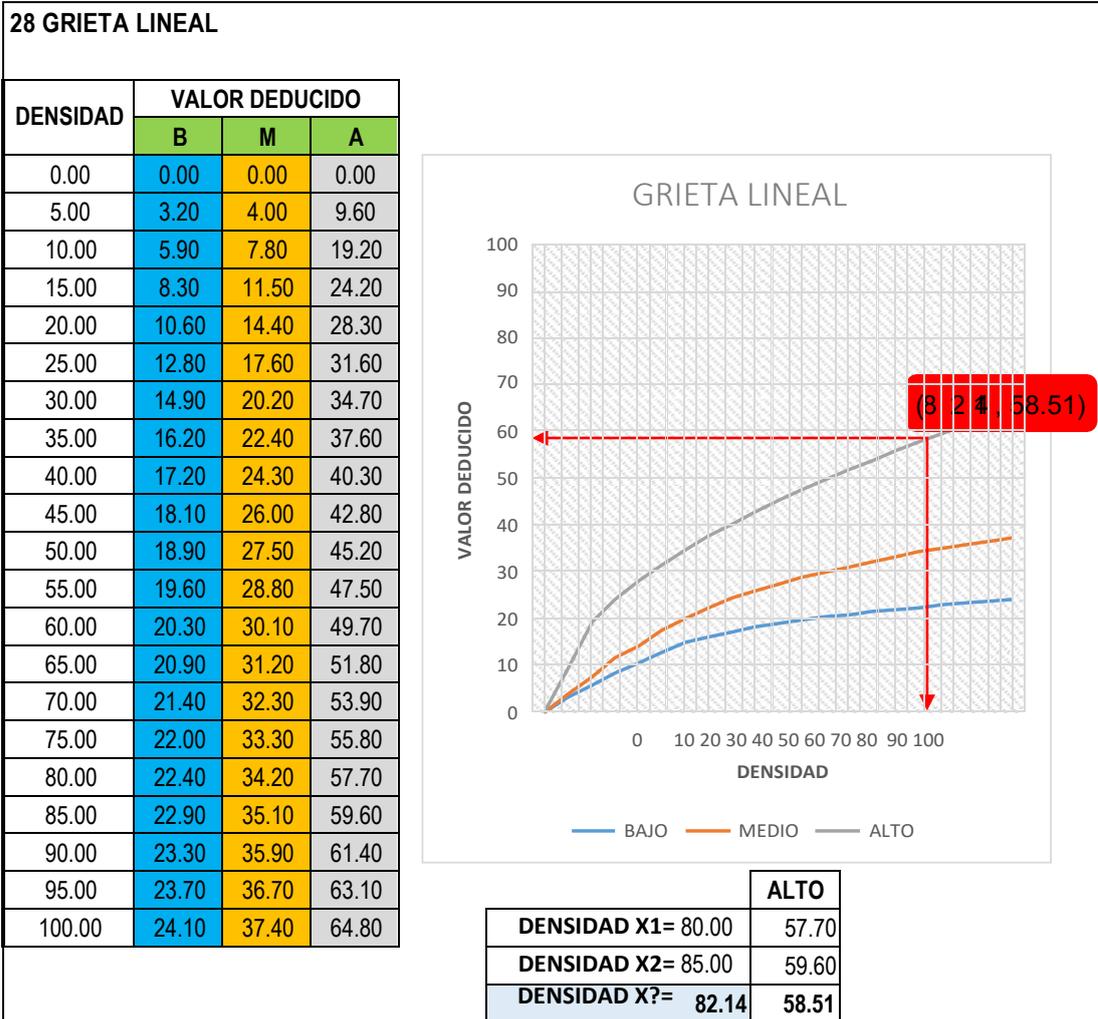
**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-24:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido grieta lineal severidad media. UM – 03.



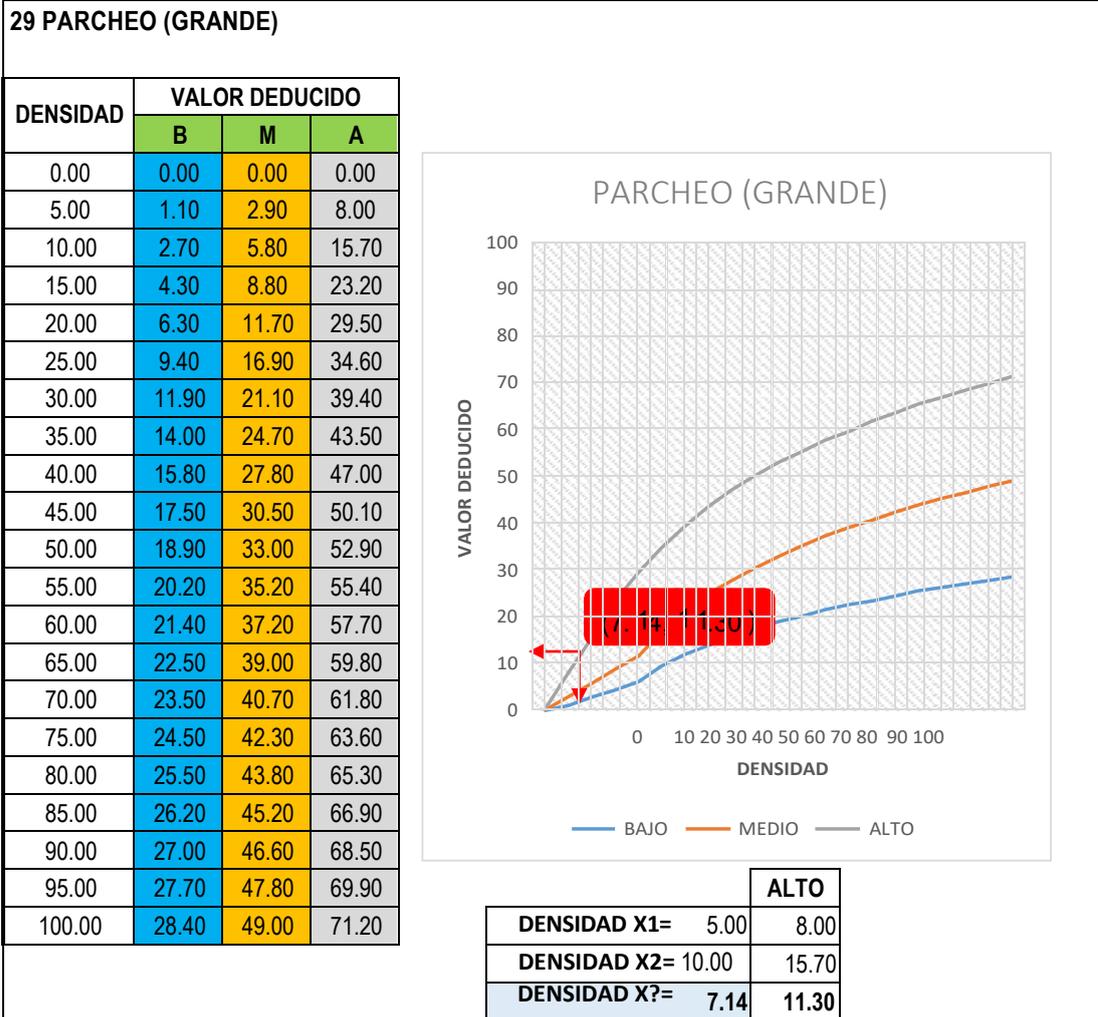
**Fuente:** Norma ASTM D6433-11

**Tabla 4-25:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido grieta lineal severidad alta. UM – 03.



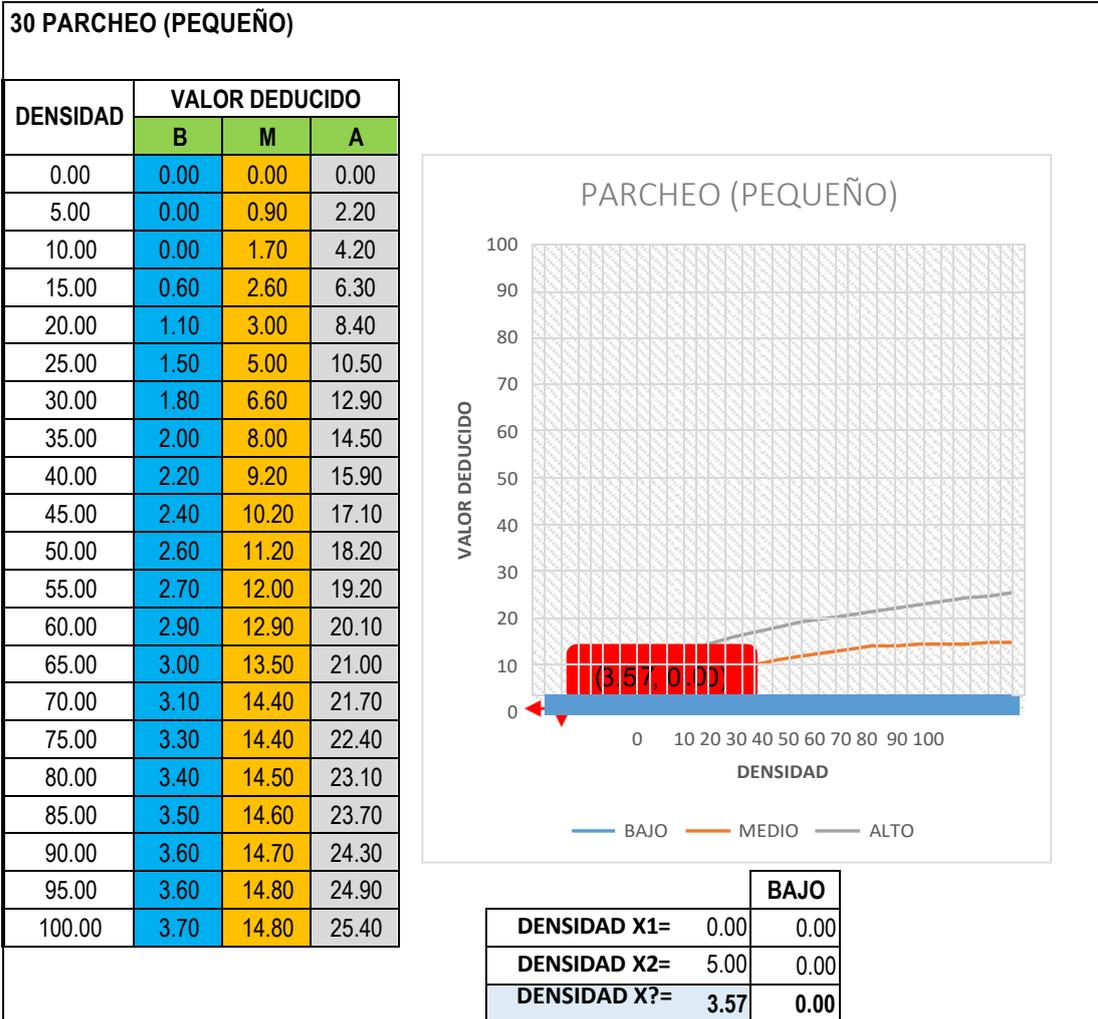
**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-26:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo (grande) severidad alta. UM – 03.



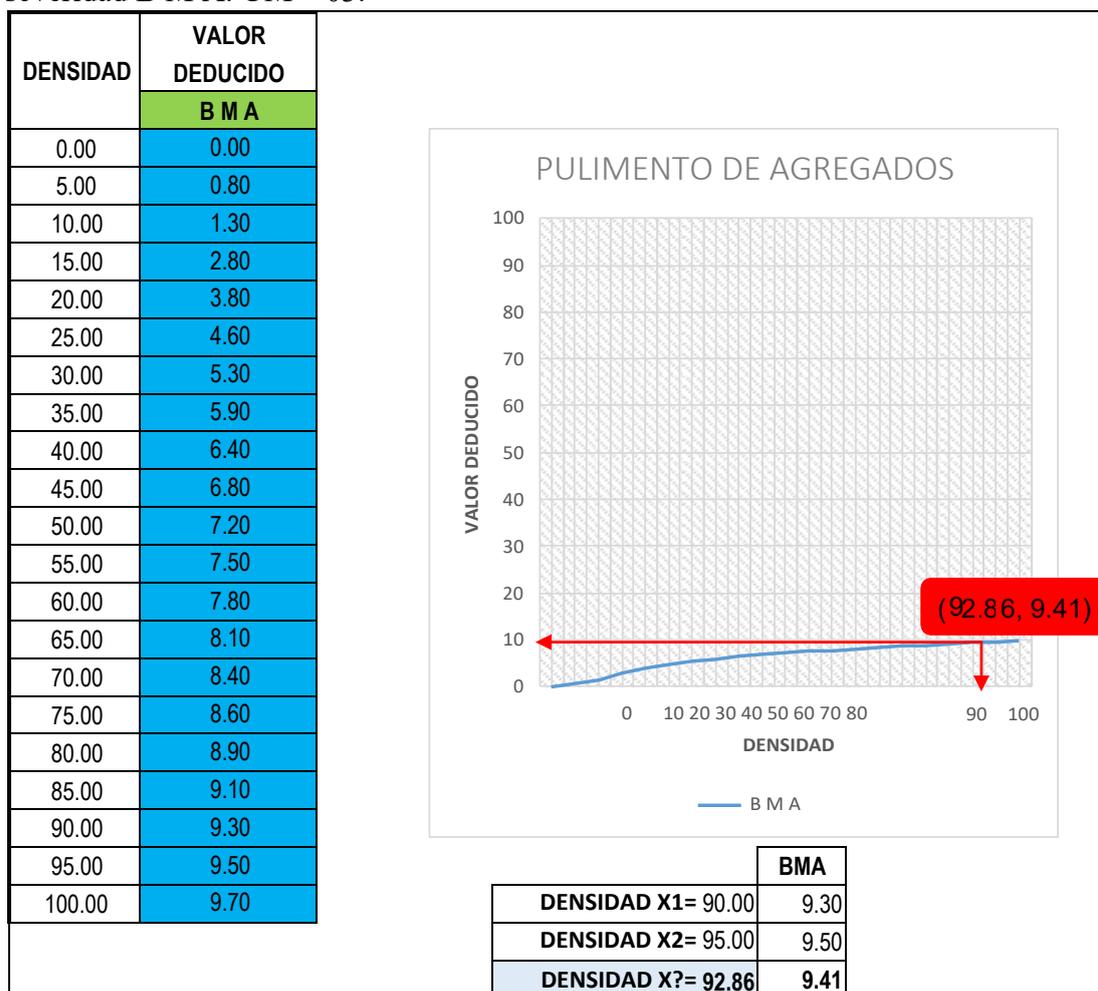
Fuente: Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-27:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo (pequeño) severidad baja. UM – 03.



Fuente: Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-28:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido pulimento de agregados severidad B M A. UM – 03.



Fuente: Norma ASTM D6433-11.

**Cuadro 4-6:** Cálculo del valor deducido corregido (método interpolación). UM – 03.

	Xi	X(i+1)	Yi	Y(i+1)	V D T	V D C
q5	100.00	110.00	55.00	60.00	109.40	59.70
q4	100.00	110.00	58.00	63.00	104.66	60.33
q3	90.00	100.00	57.40	63.00	97.24	61.46
q2	80.00	90.00	58.50	64.50	87.94	63.27
q1	60.00	70.00	60.00	70.00	66.51	66.51

$$Y = Y_i + \left[ \left( \frac{X - X_i}{X_{(i+1)} - X_i} \right) (Y_{(i+1)} - Y_i) \right]$$

**DONDE:**  
X=VDT VALOR DEDUCIDO TOTAL  
Y=VDC VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.4 UNIDAD DE MUESTRA – TRAMO 04.

**Cuadro 4-7:** Datos generales. UM – 04.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433-11)														
PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO HIDRÁULICO														
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL POR UNIDADES DE MUESTREO														
TRAMO: 4		INSPECCIONADO POR: BACH. FREDY DEL AGUILA SALAS												
SEGMENTO: 1		ABSCISA INICIAL: 0+191.7												
FECHA DE INSPECCIÓN: oct-17		ABSCISA FINAL: 0+244.4										NÚMERO DE LOSAS= 26		
ESQUEMA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1														1
2	A41	A42	A43	A44	A45	A46	A47	A48	A49	A50	A51	A52	A53	2
3	B41	B42	B43	B44	B45	B46	B47	B48	B49	B50	B51	B52	B53	3
4														4

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4-29:** Resumen de número de losas con daño, densidades y cálculo del valor deducido. UM – 04.

NO.	DAÑO	NRO DE LOSAS			DENSIDAD			VALOR DEDUCIDO		
		B	M	A	B	M	A	B	M	A
21	ROTURA POR PANDEO (BLOWUP /BUCKLING)				-	-	-			
22	GRIETA DE ESQUINA				-	-	-			
23	LOSA DIVIDIDA		1	5	-	3.85	19.23		8.23	49.13
24	GRIETA DE DURABILIDAD ("D")				-	-	-			
25	ESCALA				-	-	-			
26	SELLO DE JUNTA	26			100.00	-	-		2	
27	DESNIVEL CARRIL / BERMA				-	-	-			
28	GRIETAS LINEALES			14	-	-	53.85			46.97
29	PARCHEO GRANDE (> 0.5 M²)				-	-	-			
30	PARCHEO PEQUEÑO (≤ 0.5 M²)	1			3.85	-	-		0.00	
31	PULIMENTO DE AGREGADOS		20		-	76.92	-		8.72	
32	DESPRENDIMIENTOS (POPOUTS)				-	-	-			
33	BOMBEO				-	-	-			
34	PUNZONAMIENTO				-	-	-			
35	CRUCE DE VÍA FÉRREA				-	-	-			
36	DESCASCARAMIENTO POR AGRIETAMIENTO				-	-	-			
37	GRIETAS DE RETRACCIÓN				-	-	-			
38	DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA	2			7.69	-	-		0.93	
39	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA	1			3.85	-	-		1.08	

Fuente: Elaboración propia.

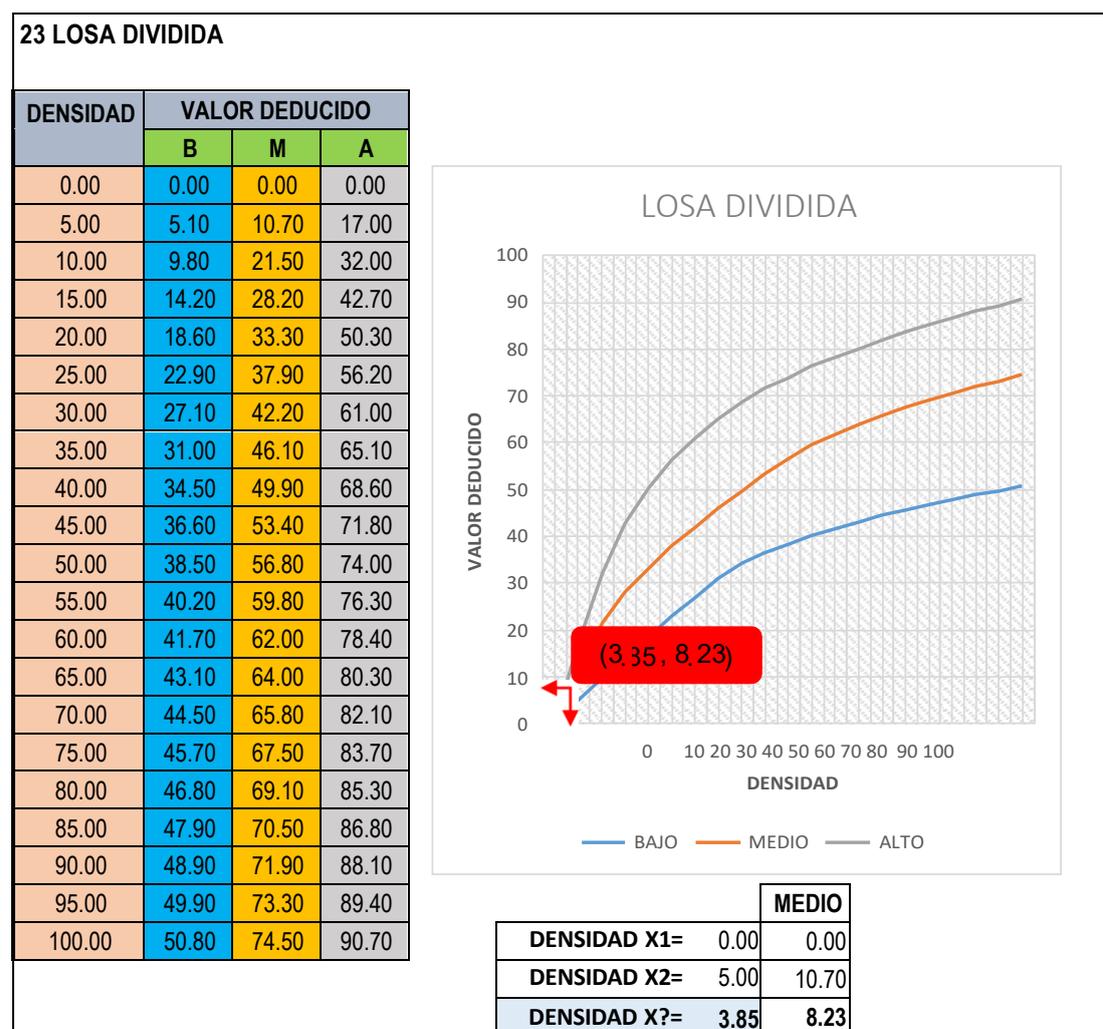
**Tabla 4-30:** Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI). UM – 04.

CALCULO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO(PCI)																	
N°	VALORES DEDUCIDOS											TOTAL	qi	CDV			
1	49.13	46.97	8.72	8.23	2.00	0.72							115.77	4	65.77		
2	49.13	46.97	8.72	2.00	2.00	0.72							109.54	3	68.25		
3	49.13	46.97	2.00	2.00	2.00	0.72							102.82	2	71.51		
4	49.13	2.00	2.00	2.00	2.00	0.72							57.85	1	57.85		
													Max CDV=		71.51		
PCI =		100 - MAX CDV													CLASIFICACION		MALO
PCI =		28.49															

NUMERO DE DEDUCIDOS > 2(q) =	11.00
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO =	49.13
NUMERO ADMISIBLE DE DED. =	5.67

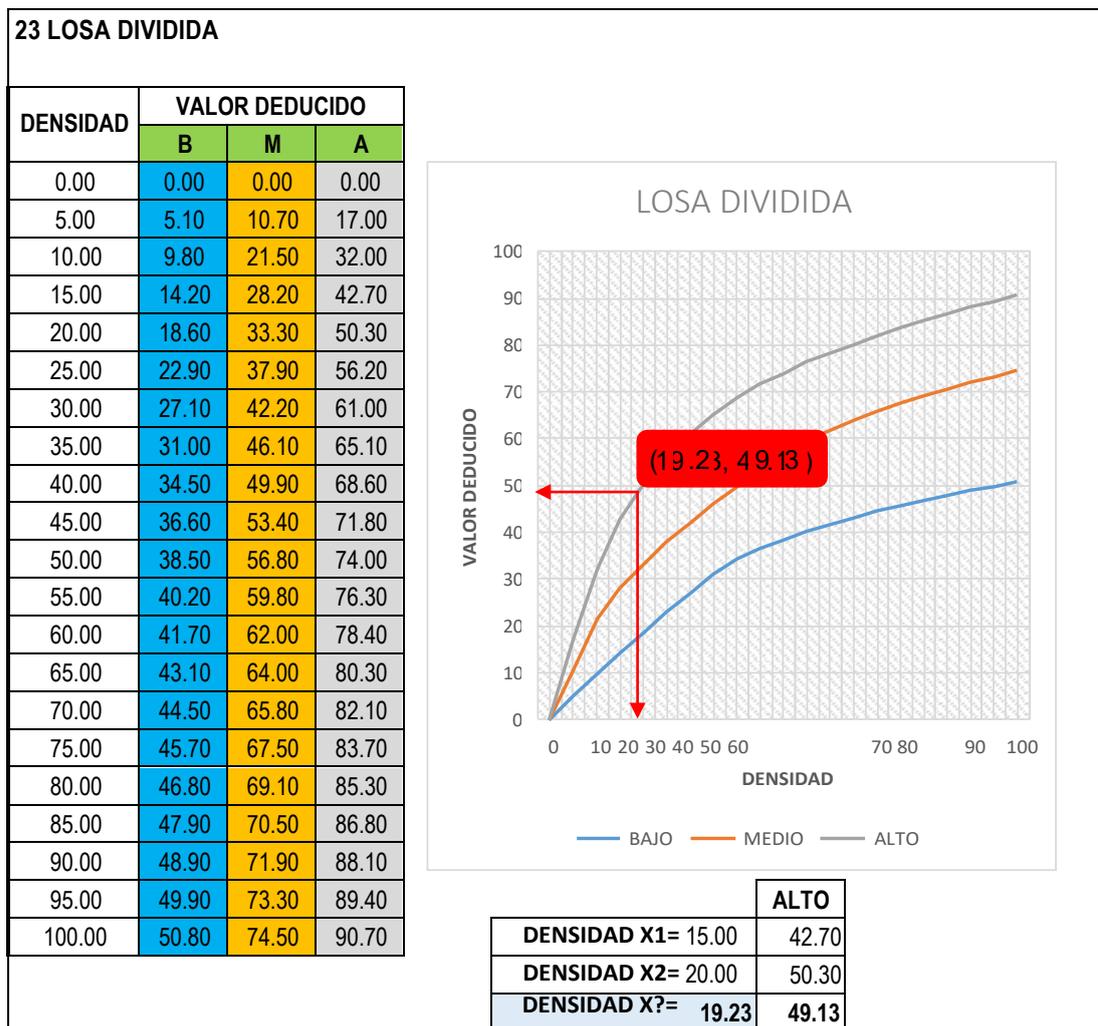
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4-31:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido losa dividida, severidad media. UM – 04.



Fuente: Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-32:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido losa dividida, severidad alta. UM – 04.



**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-33:** Valores deducidos para daño de sello de junta. UM – 04.

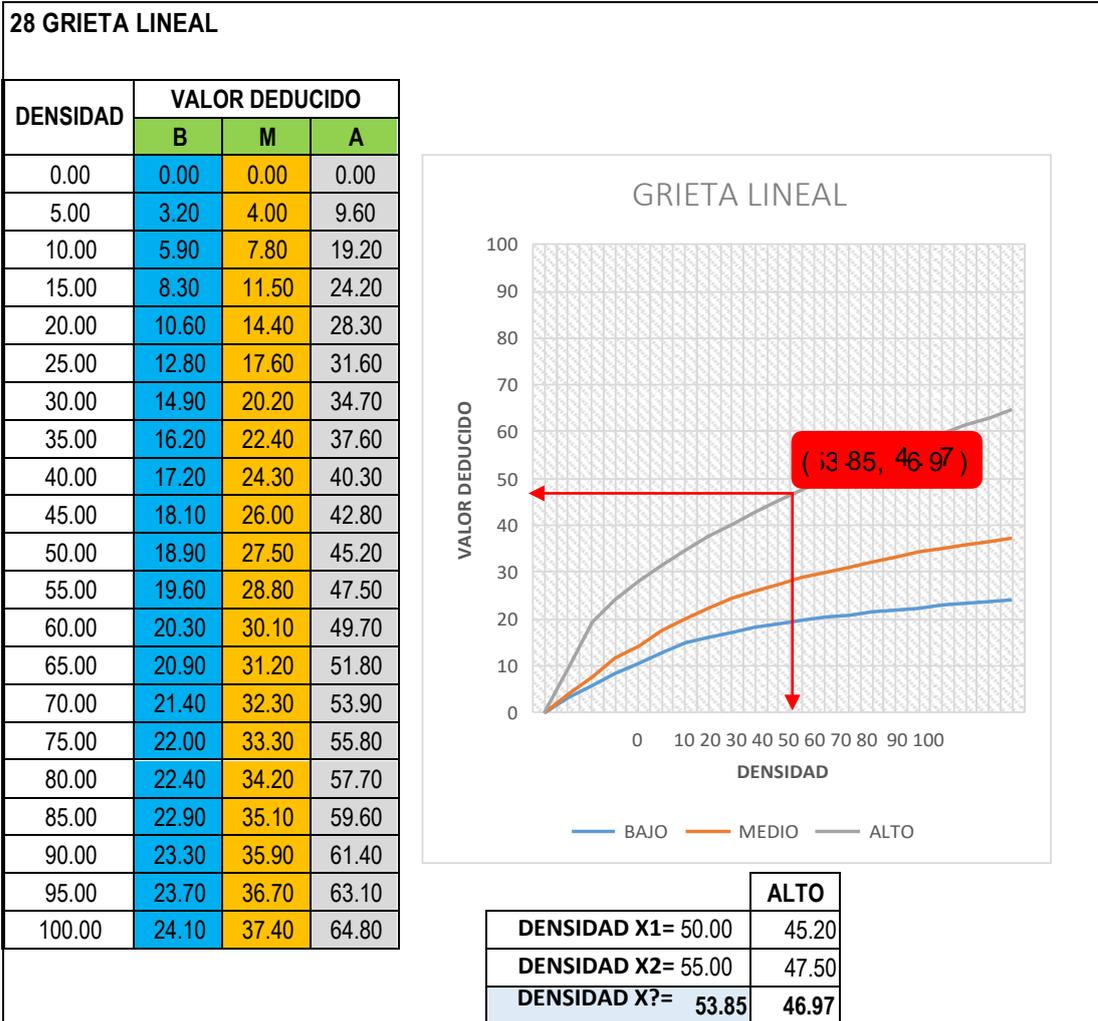
**26 SELLO DE JUNTA**

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

BAJO	2 PUNTOS
MEDIO	4 PUNTOS
ALTO	8 PUNTOS

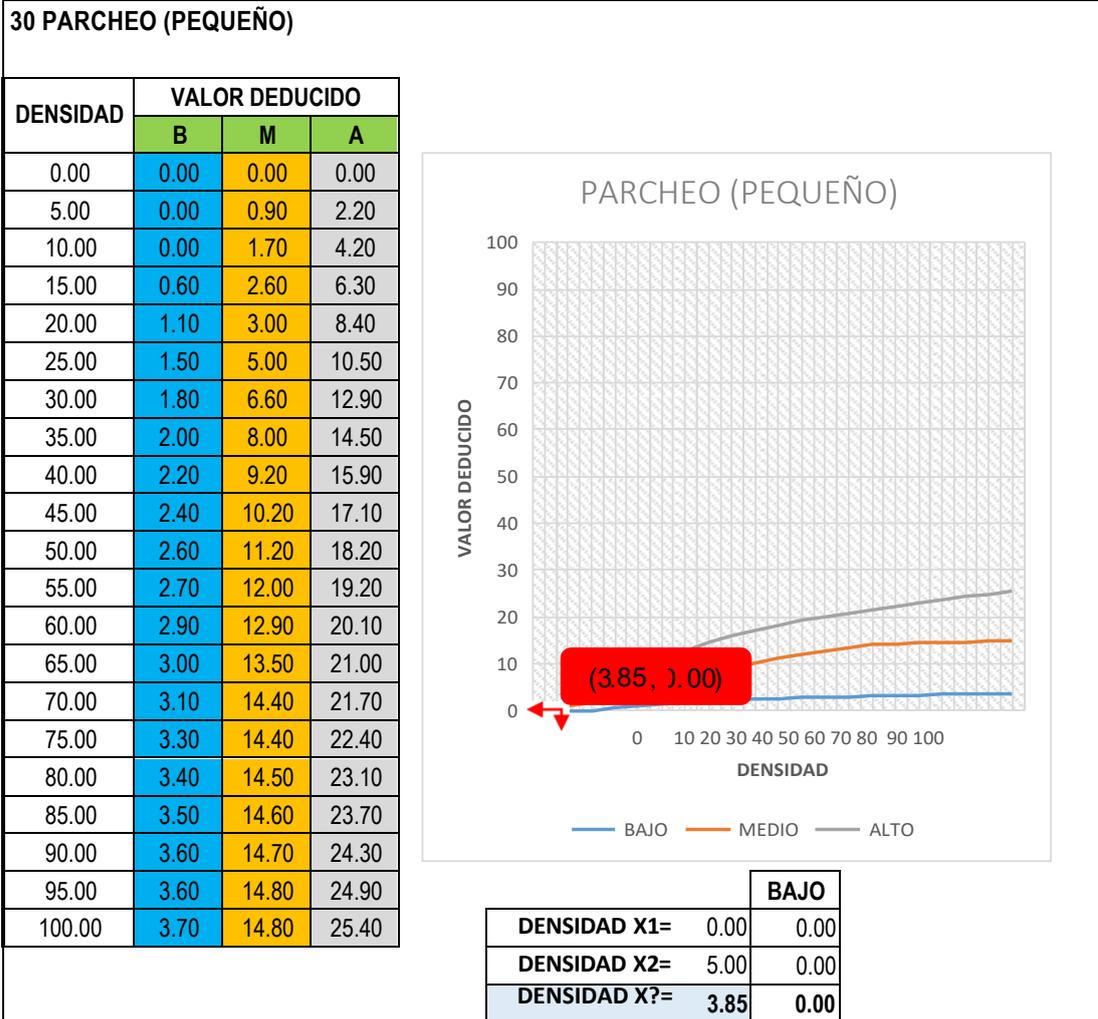
**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-34:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido grieta lineal, severidad alta. UM – 04.



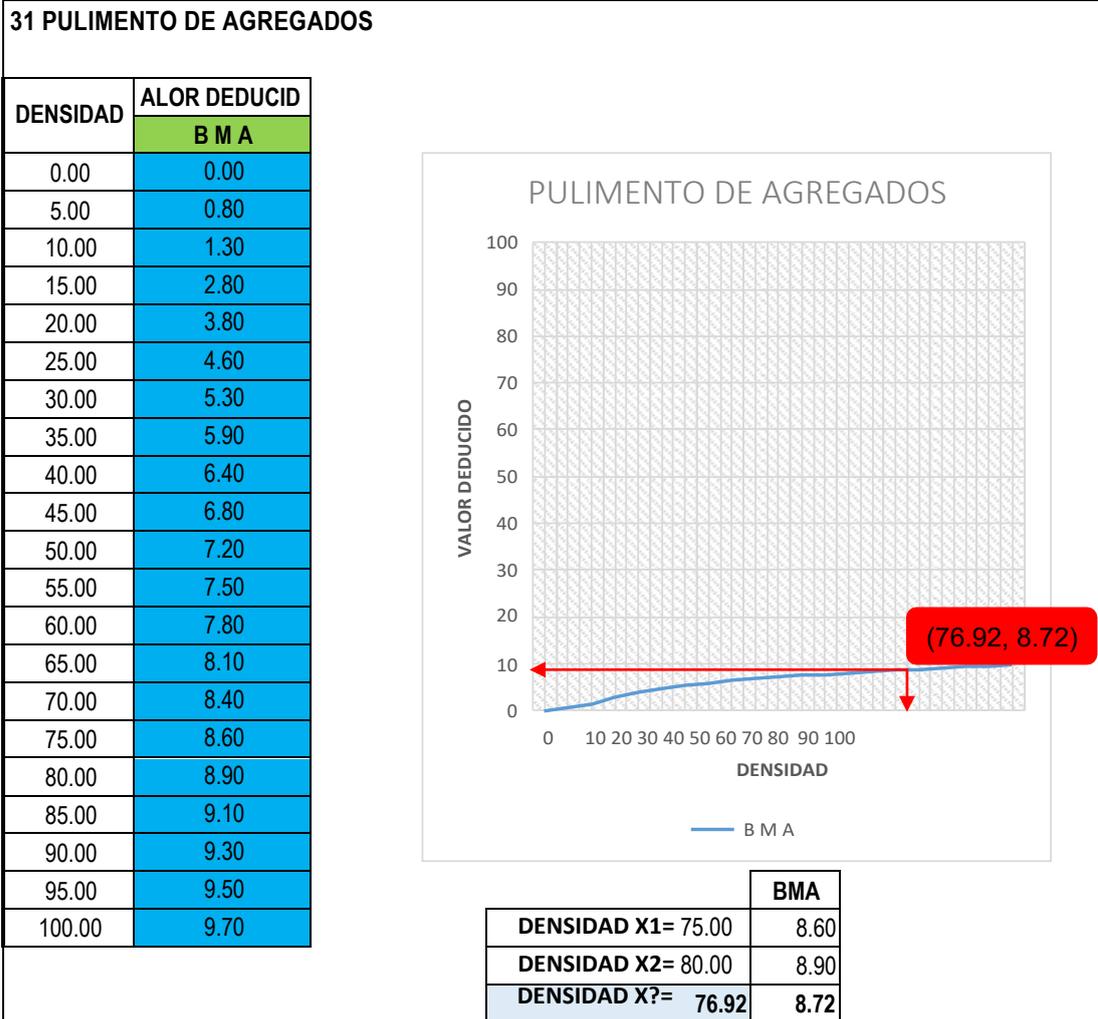
Fuente: Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-35:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo (pequeño), severidad baja. UM – 04.



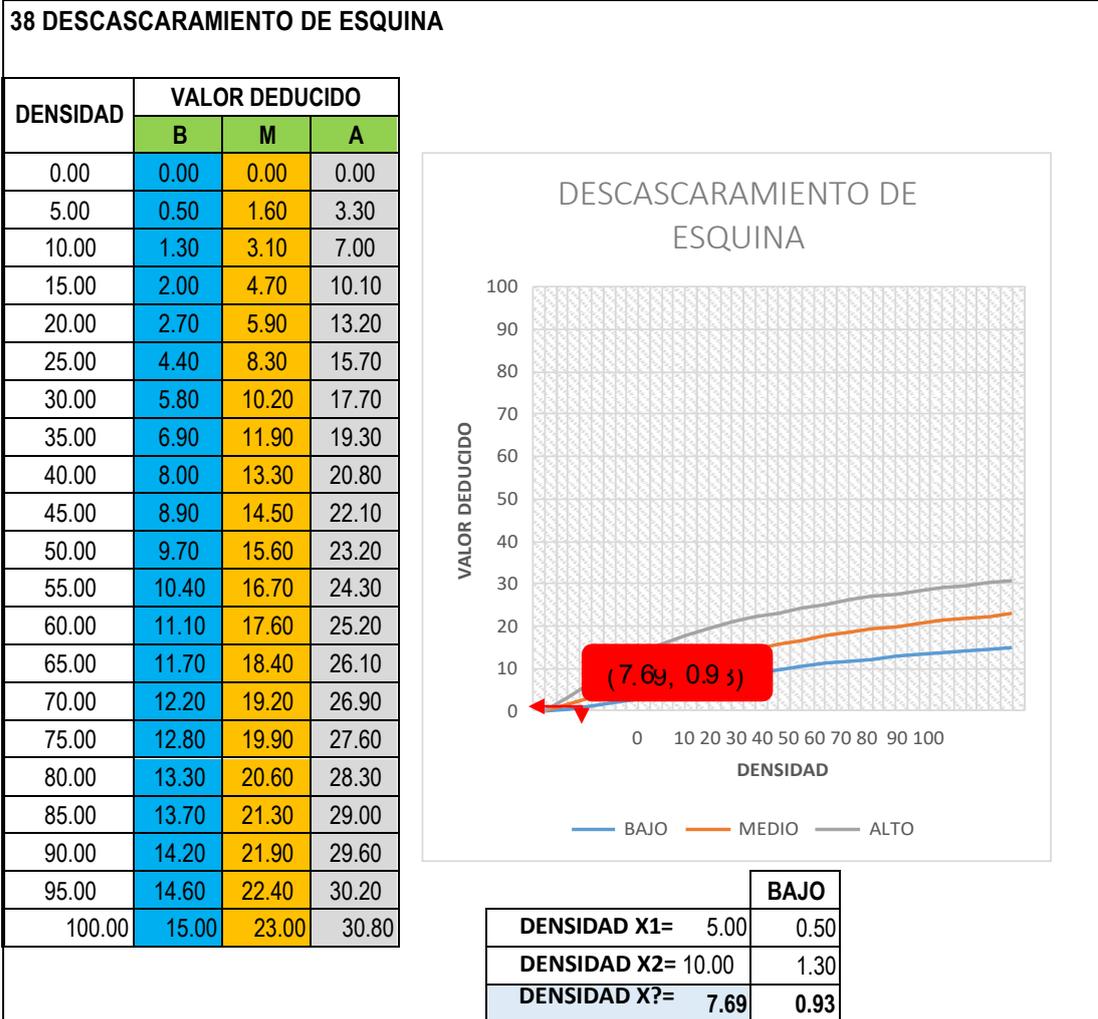
Fuente: Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-36:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido pulimento de agregados, severidad B M A. UM – 04.



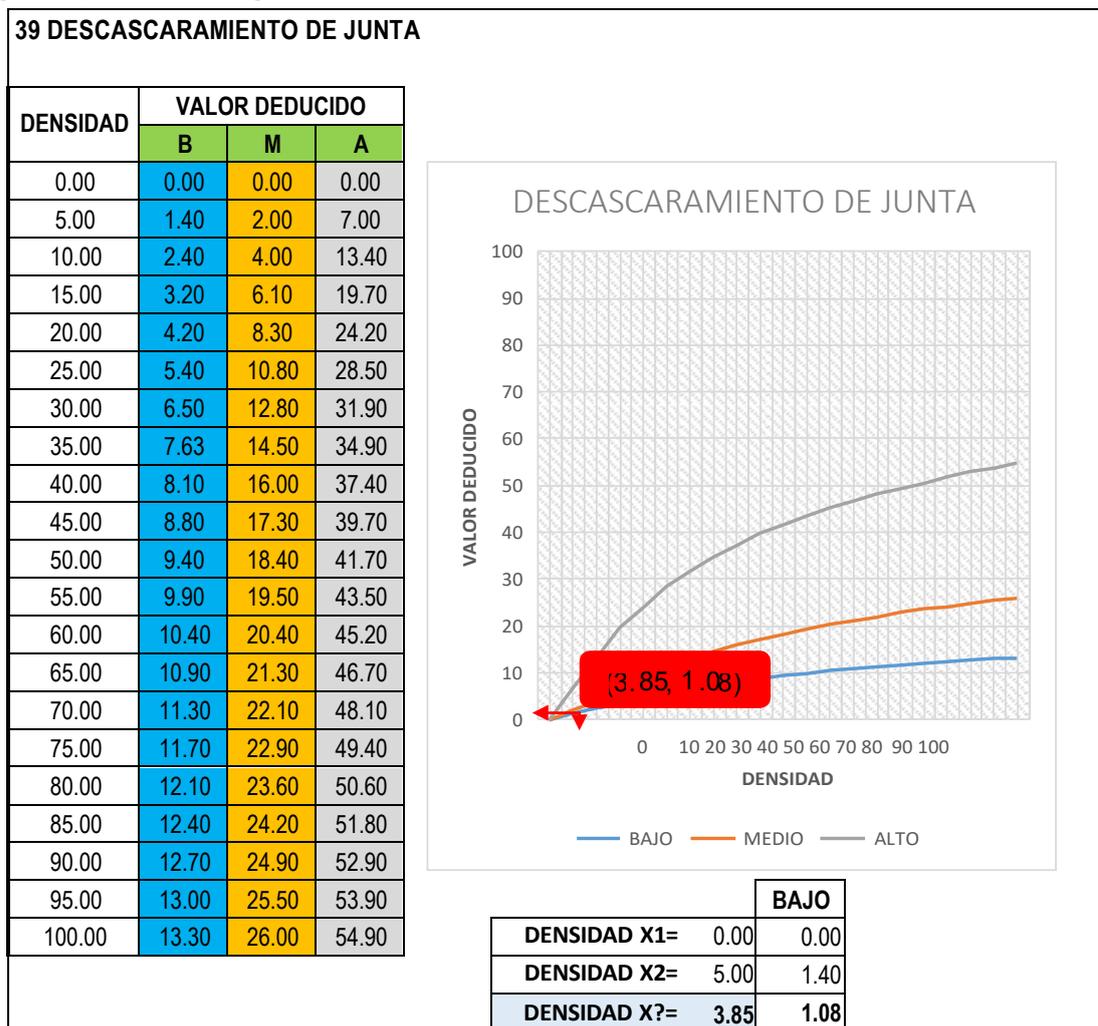
**Fuente:** Norma ASTM D6433-11

**Tabla 4-37:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido descascaramiento de esquina, severidad baja. UM – 04.



Fuente: Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-38:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido descascaramiento de juntas, severidad baja. UM – 04.



Fuente: Norma ASTM D6433-11.

**Cuadro 4-8:** Cálculo del valor deducido corregido (método interpolación). UM – 04.

	$X_i$	$X_{(i+1)}$	$Y_i$	$Y_{(i+1)}$	VDT	VDC
q4	110.00	120.00	63.00	67.80	115.77	65.77
q3	100.00	110.00	63.00	68.50	109.54	68.25
q2	100.00	110.00	70.00	75.50	102.82	71.55
q1	57.00	60.00	57.00	60.00	57.85	57.85

$$Y = Y_i + \left[ \left( \frac{X - X_i}{X_{(i+1)} - X_i} \right) (Y_{(i+1)} - Y_i) \right]$$

**DONDE:**  
 X=VDT VALOR DEDUCIDO TOTAL  
 Y=VDC VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.5 UNIDAD DE MUESTRA – TRAMO 05.

**Cuadro 4-9:** Datos generales. UM – 05.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433-11)														
PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO HIDRÁULICO														
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL POR UNIDADES DE MUESTREO														
TRAMO: 5		INSPECCIONADO POR: BACH. FREDY DEL AGUILA SALAS												
SEGMENTO: 1		ABSCISA INICIAL: 0+244.4												
FECHA DE INSPECCIÓN: oct-17		ABSCISA FINAL: 0+308.1		NÚMERO DE LOSAS=								26		
ESQUEMA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1														1
2	A54	A55	A56	A57	A58	A59	A60	A61	A62	A63	A64	A65	A66	2
3	B54	B55	B56	B57	B58	B59	B60	B61	B62	B63	B64	B65	B66	3
4														4

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4-39:** Resumen de número de losas con daño, densidades y cálculo del valor deducido. UM – 05.

NO.	DAÑO	NRO DE LOSAS			DENSIDAD			VALOR DEDUCIDO		
		B	M	A	B	M	A	B	M	A
21	ROTURA POR PANDEO (BLOWUP /BUCKLING)				-	-	-			
22	GRIETA DE ESQUINA			2	-	-	7.69			18.18
23	LOSA DIVIDIDA				-	-	-			
24	GRIETA DE DURABILIDAD ("D")				-	-	-			
25	ESCALA				-	-	-			
26	SELLO DE JUNTA	26			100.0	-	-	2		
27	DESNIVEL CARRIL / BERMA				-	-	-			
28	GRIETAS LINEALES			22	-	-	84.62			59.45
29	PARCHEO GRANDE (> 0.5 M²)	1			-	3.85	-		2.23	
30	PARCHEO PEQUEÑO (≤ 0.5 M²)				-	-	-			
31	PULIMENTO DE AGREGADOS		26		-	100.0	-		9.70	
32	DESPRENDIMIENTOS (POPOUTS)				-	-	-			
33	BOMBEO				-	-	-			
34	PUNZONAMIENTO				-	-	-			
35	CRUCE DE VÍA FÉRREA				-	-	-			
36	DESCASCARAMIENTO POR AGRIETAMIENTO				-	-	-			
37	GRIETAS DE RETRACCIÓN				-	-	-			
38	DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA	3			11.54	-	-	1.52		
39	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA				-	-	-			

Fuente: Elaboración propia.

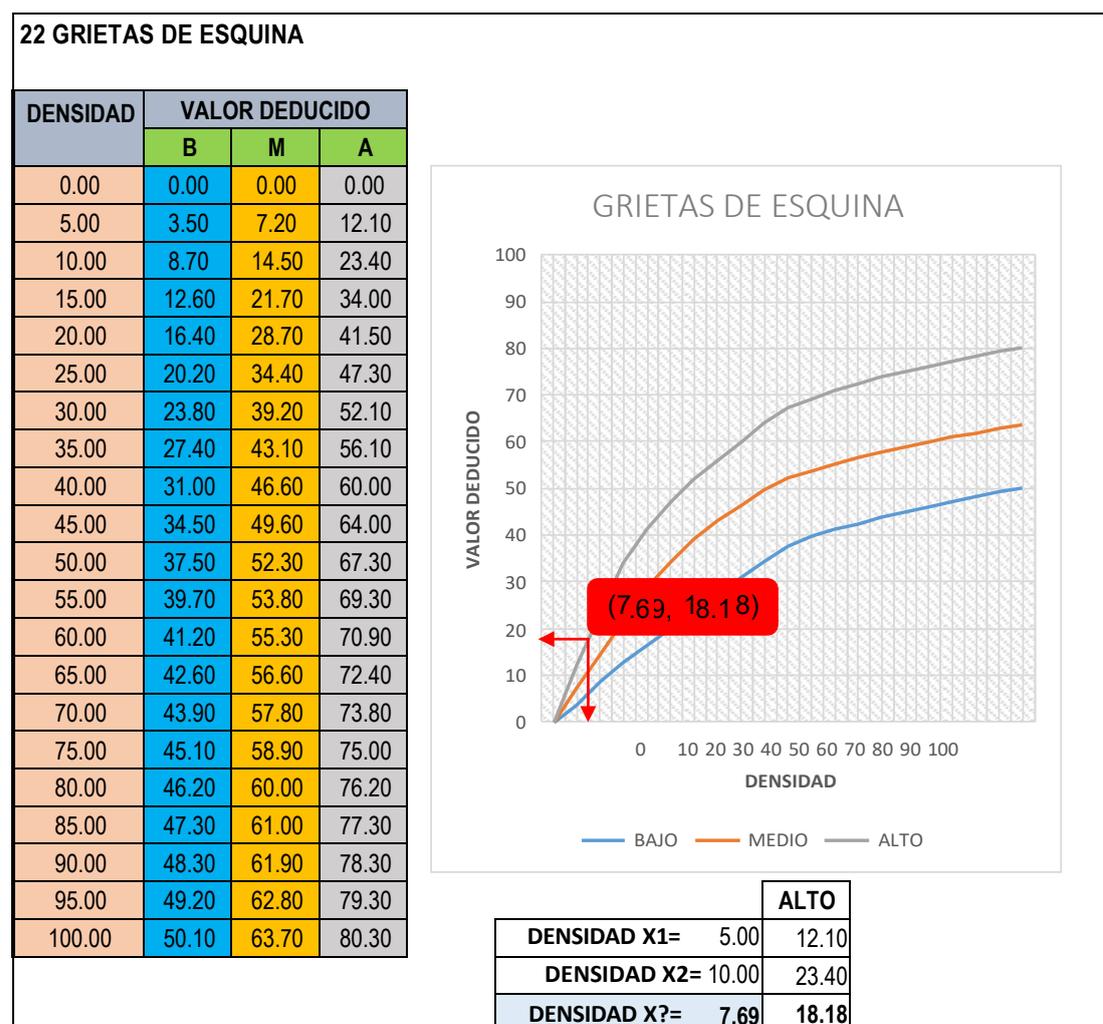
**Tabla 4-40:** Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI). UM – 05.

CALCULO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO(PCI)																	
N°	VALORES DEDUCIDOS											TOTAL	qi	CDV			
1	59.45	18.18	9.70	2.23	1.45								91.02	4	53.06		
2	59.45	18.18	9.70	2.00	1.45								90.79	3	57.84		
3	59.45	18.18	2.00	2.00	1.45								83.09	2	60.35		
4	59.45	2.00	2.00	2.00	1.45								66.90	1	66.90		
													Max CDV=		66.90		
PCI =		100 - MAX CDV													CLASIFICACION		MALO
PCI =		33.10															

NUMERO DE DEDUCIDOS > 2(q) =	6.00
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO =	59.45
NUMERO ADMISIBLE DE DED. =	4.72

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4-41:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido grieta de esquina, severidad alta. UM – 05.



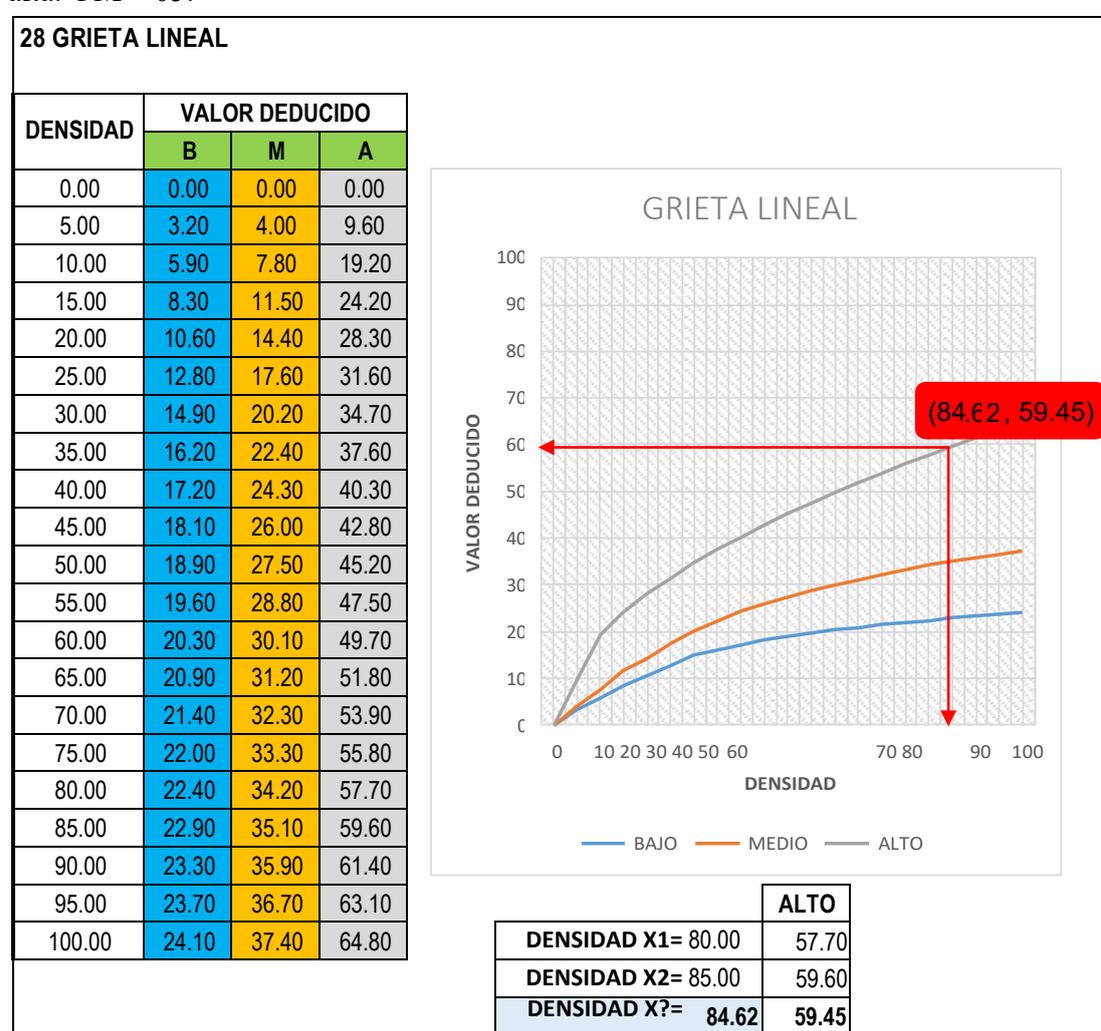
Fuente: Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-42:** Valores deducidos para daño de sello de junta. UM – 05.

<b>26 SELLO DE JUNTA</b>							
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	<table border="1"> <tr> <td>BAJO</td> <td>2 PUNTOS</td> </tr> <tr> <td>MEDIO</td> <td>4 PUNTOS</td> </tr> <tr> <td>ALTO</td> <td>8 PUNTOS</td> </tr> </table>	BAJO	2 PUNTOS	MEDIO	4 PUNTOS	ALTO	8 PUNTOS
BAJO	2 PUNTOS						
MEDIO	4 PUNTOS						
ALTO	8 PUNTOS						

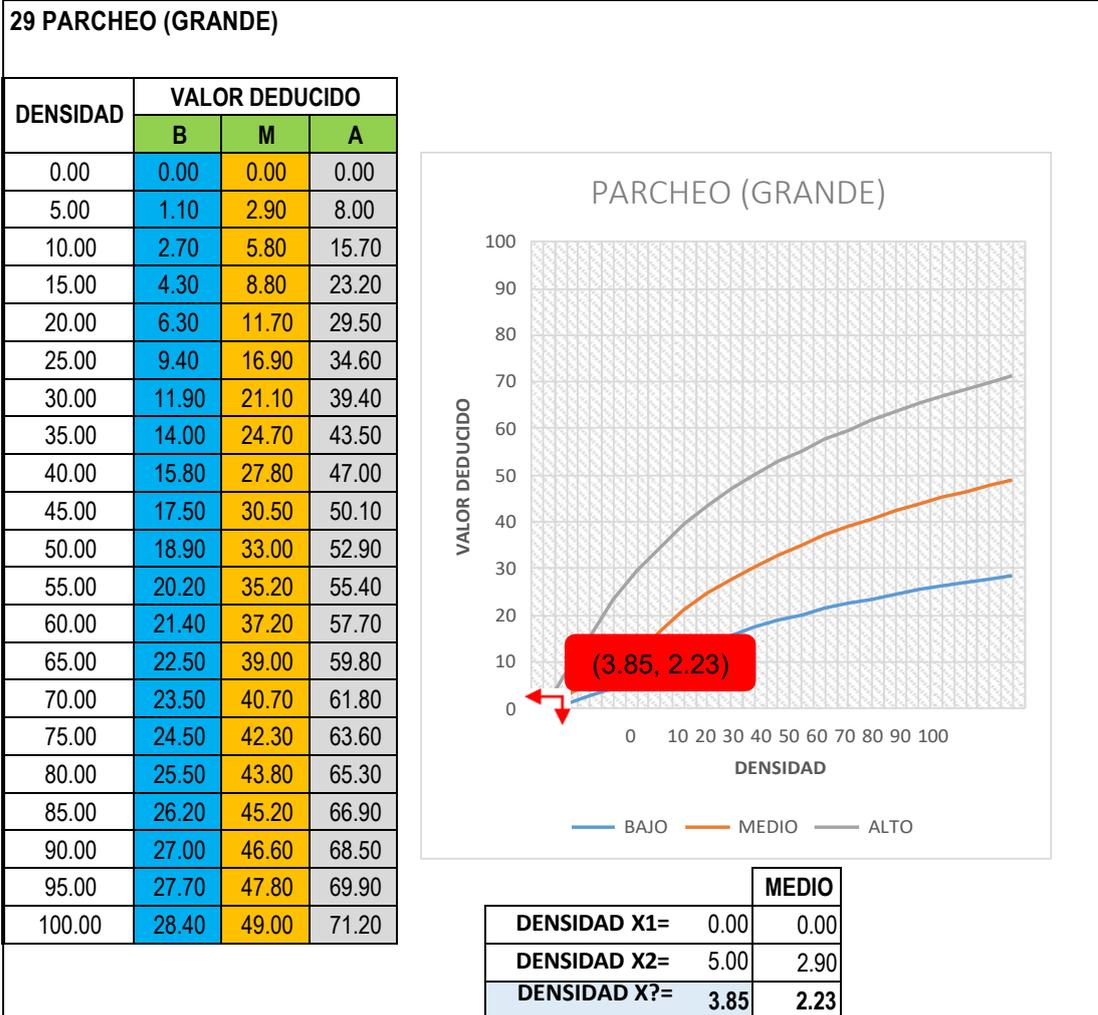
**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-43:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido grieta lineal, severidad alta. UM – 05.



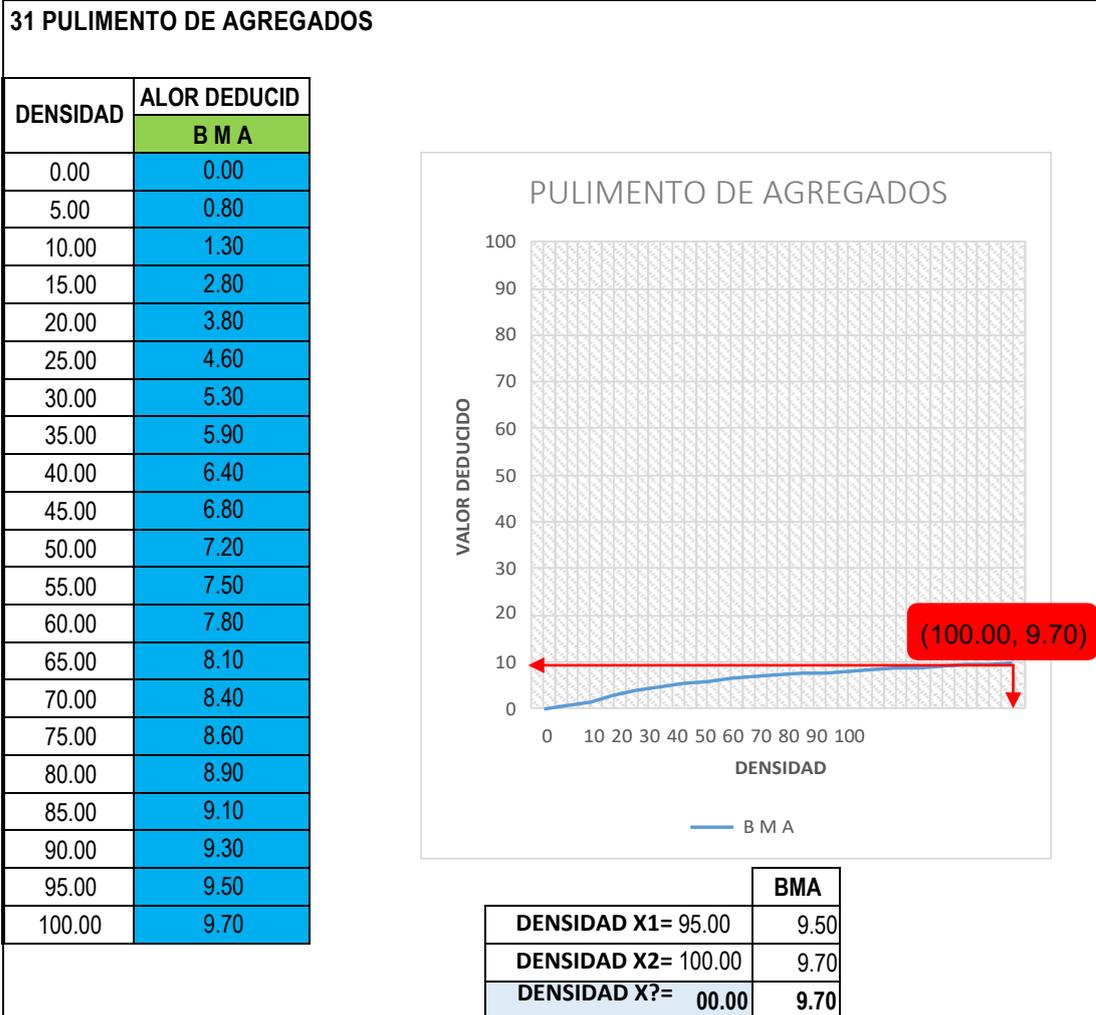
**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-44:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo (grande), severidad media. UM – 05.



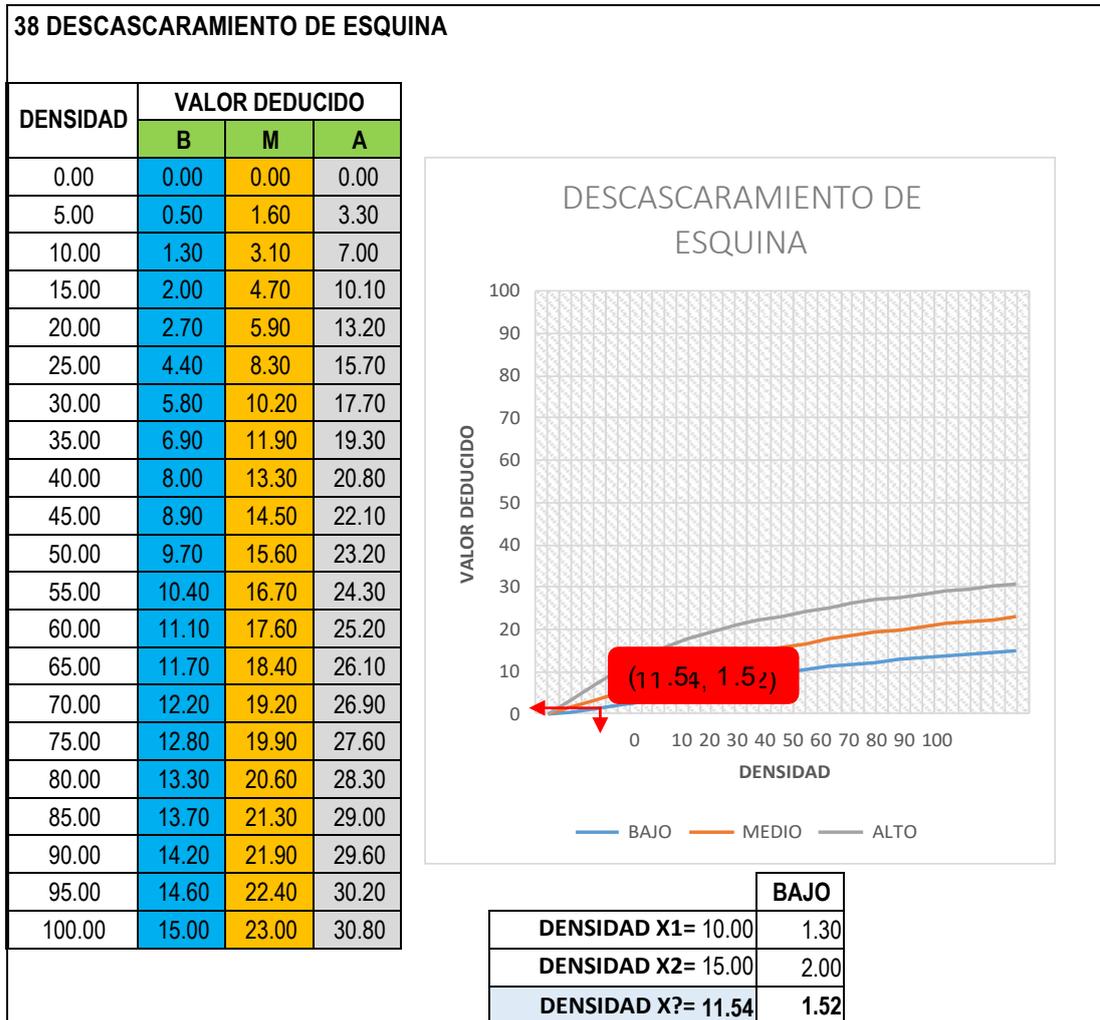
Fuente: Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-45:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido pulimento de agregados, severidad B M A. UM – 05.



**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-46:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido descascaramiento de esquina, severidad baja. UM – 05.



**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Cuadro 4-10:** Cálculo del valor deducido corregido (método interpolación). UM – 05.

	X <sub>i</sub>	X <sub>(i+1)</sub>	Y <sub>i</sub>	Y <sub>(i+1)</sub>	VDT	VDC
q4	90.00	100.00	52.50	58.00	91.02	53.06
q3	90.00	100.00	57.40	63.00	90.79	57.84
q2	80.00	90.00	58.50	64.50	83.09	60.35
q1	60.00	70.00	60.00	70.00	66.90	66.90

$$Y = Y_i + \left[ \left( \frac{X - X_i}{X_{(i+1)} - X_i} \right) (Y_{(i+1)} - Y_i) \right]$$

**DONDE:**  
X=VDT VALOR DEDUCIDO TOTAL  
Y=VDC VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

**Fuente:** Elaboración Propia.

#### 4.6 UNIDAD DE MUESTRA – TRAMO 06.

**Cuadro 4-11:** Datos generales. UM – 06.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433-11)															
PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO HIDRÁULICO															
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL POR UNIDADES DE MUESTREO															
TRAMO: 6		INSPECCIONADO POR: BACH. FREDY DEL AGUILA SALAS													
SEGMENTO: 1		ABSCISA INICIAL: 0+308.1													
FECHA DE INSPECCIÓN: oct-17		ABSCISA FINAL: 0+363.8		NÚMERO DE LOSAS=								28			
ESQUEMA															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1															1
2	A67	A68	A69	A70	A71	A72	A73	A74	A75	A76	A77	A78	A79	A80	2
3	A67	B68	A67	B69	A67	B70	A67	B71	A67	B72	A67	B73	A67	B74	3
4															4

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4-47:** Resumen de número de losas con daño, densidades y cálculo del valor deducido. UM – 06.

NO.	DAÑO	NRO DE LOSAS			DENSIDAD			VALOR DEDUCIDO		
		B	M	A	B	M	A	B	M	A
21	ROTURA POR PANDEO (BLOWUP /BUCKLING)				-	-	-			
22	GRIETA DE ESQUINA				-	-	-			
23	LOSA DIVIDIDA			4	-	-	14.29			41.17
24	GRIETA DE DURABILIDAD ("D")				-	-	-			
25	ESCALA	1			3.57	-	-	1.07		
26	SELLO DE JUNTA	24			85.71	-	-	2		
27	DESNIVEL CARRIL / BERMA				-	-	-			
28	GRIETAS LINEALES		1	13	-	3.57	46.43		2.86	43.49
29	PARCHEO GRANDE (> 0.5 M²)		2		-	7.14	-		4.14	
30	PARCHEO PEQUEÑO (≤ 0.5 M²)				-	-	-			
31	PULIMENTO DE AGREGADOS		24		-	85.71	-		9.13	
32	DESPRENDIMIENTOS (POPOUTS)				-	-	-			
33	BOMBEO				-	-	-			
34	PUNZONAMIENTO				-	-	-			
35	CRUCE DE VÍA FÉRREA				-	-	-			
36	DESCASCARAMIENTO POR AGRIETAMIENTO				-	-	-			
37	GRIETAS DE RETRACCIÓN				-	-	-			
38	DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA	5			17.86	-	-	2.40		
39	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA	1			3.57	-	-	1.00		

Fuente: Elaboración propia.

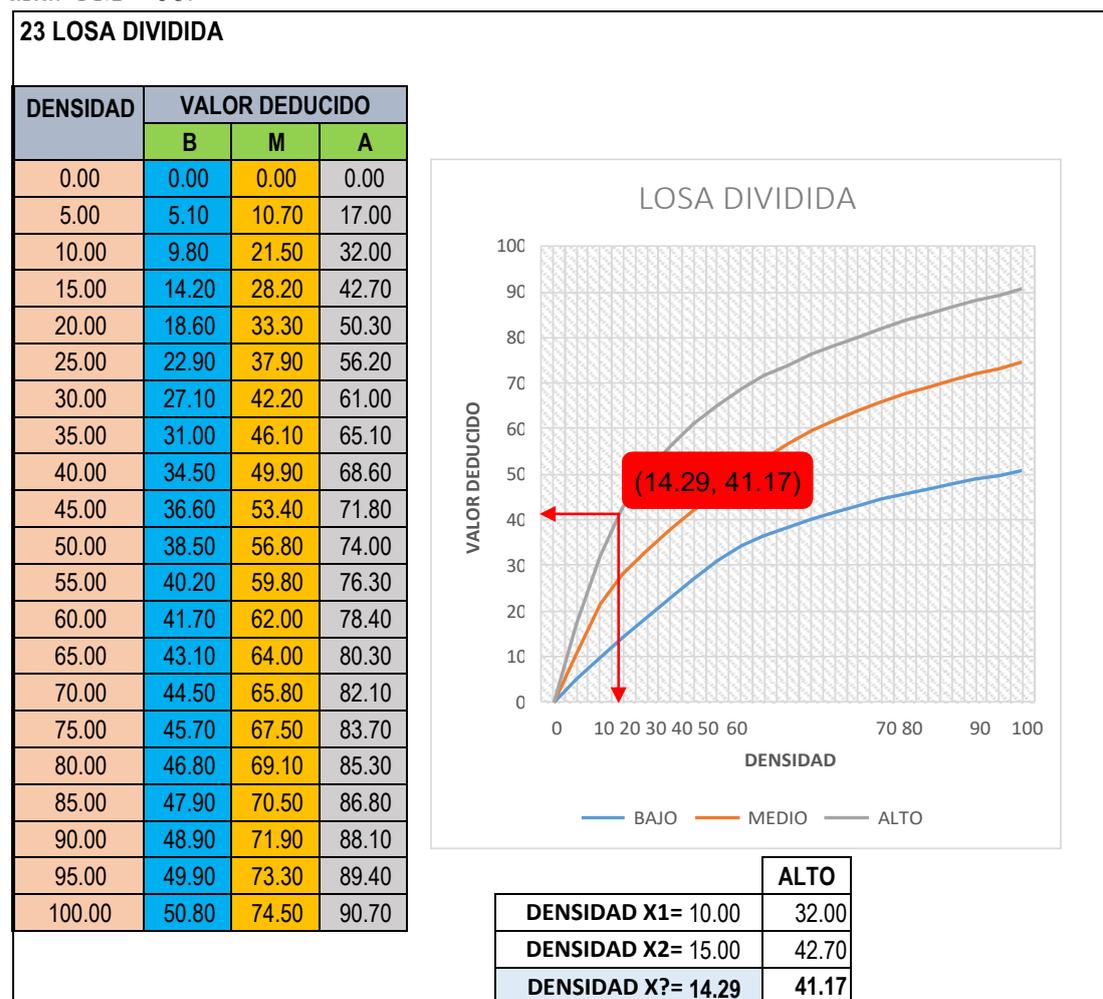
**Tabla 4-48:** Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI). UM – 06.

CALCULO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO(PCI)														
N°	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	qi	CDV	
1	43.49	41.17	9.13	4.14	2.86	2.40	0.38					103.57	6	53.78
2	43.49	41.17	9.13	4.14	2.86	2.00	0.38					103.17	5	56.58
3	43.49	41.17	9.13	4.14	2.00	2.00	0.38					102.31	4	59.15
4	43.49	41.17	9.13	2.00	2.00	2.00	0.38					100.17	3	63.09
5	43.49	41.17	2.00	2.00	2.00	2.00	0.38					93.04	2	66.17
6	43.49	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.38					53.87	1	53.87
												Max CDV=	66.17	
PCI =		100 - MAX CDV												
PCI =		33.83			CLASIFICACION		MALO							

NUMERO DE DEDUCIDOS > 2(q) =	11.00
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO =	43.49
NUMERO ADMISIBLE DE DED. =	6.19

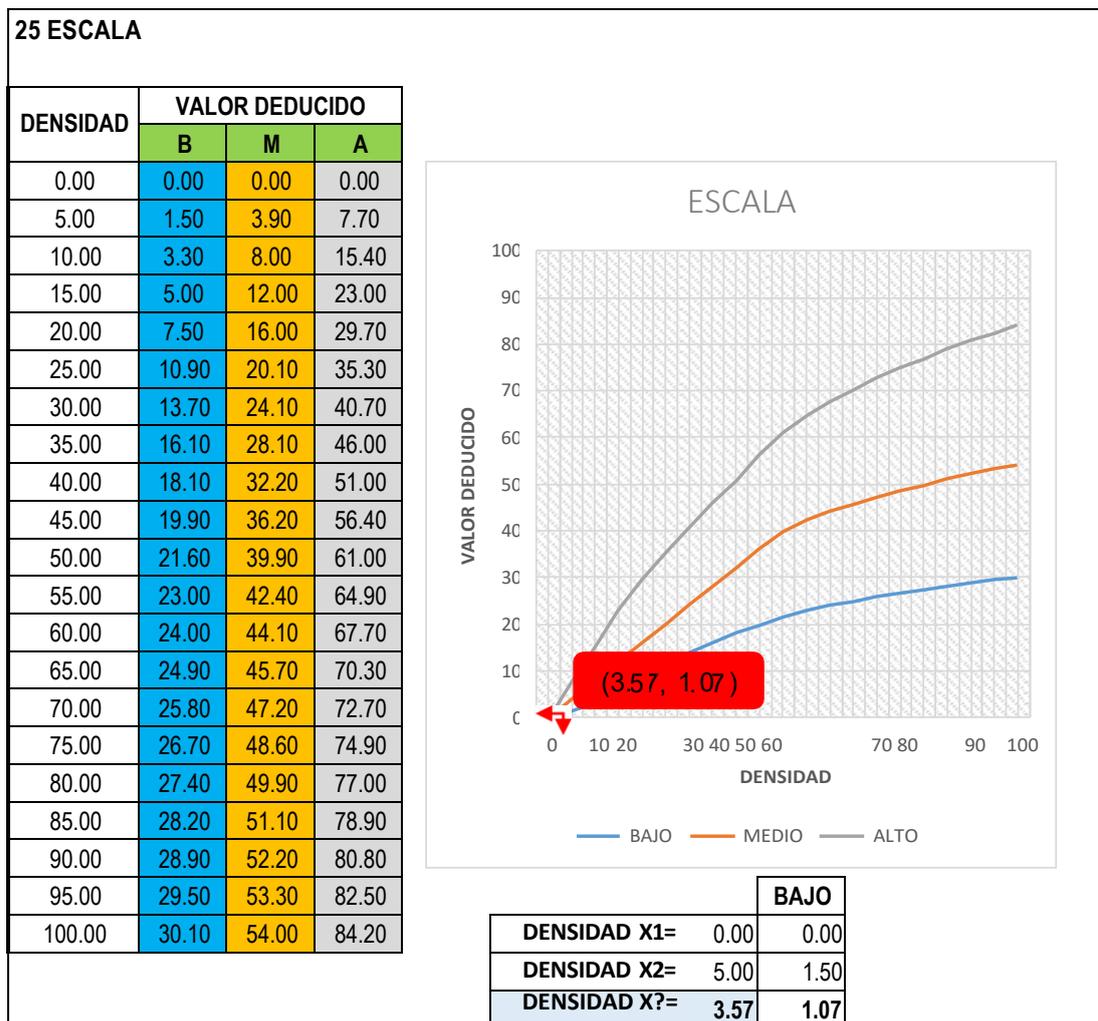
**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 4-49:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido losa dividida, severidad alta. UM – 06.



**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-50:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido escala, severidad baja. UM – 06.



**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-51:** Valores deducidos para daño de sello de junta. UM – 06.

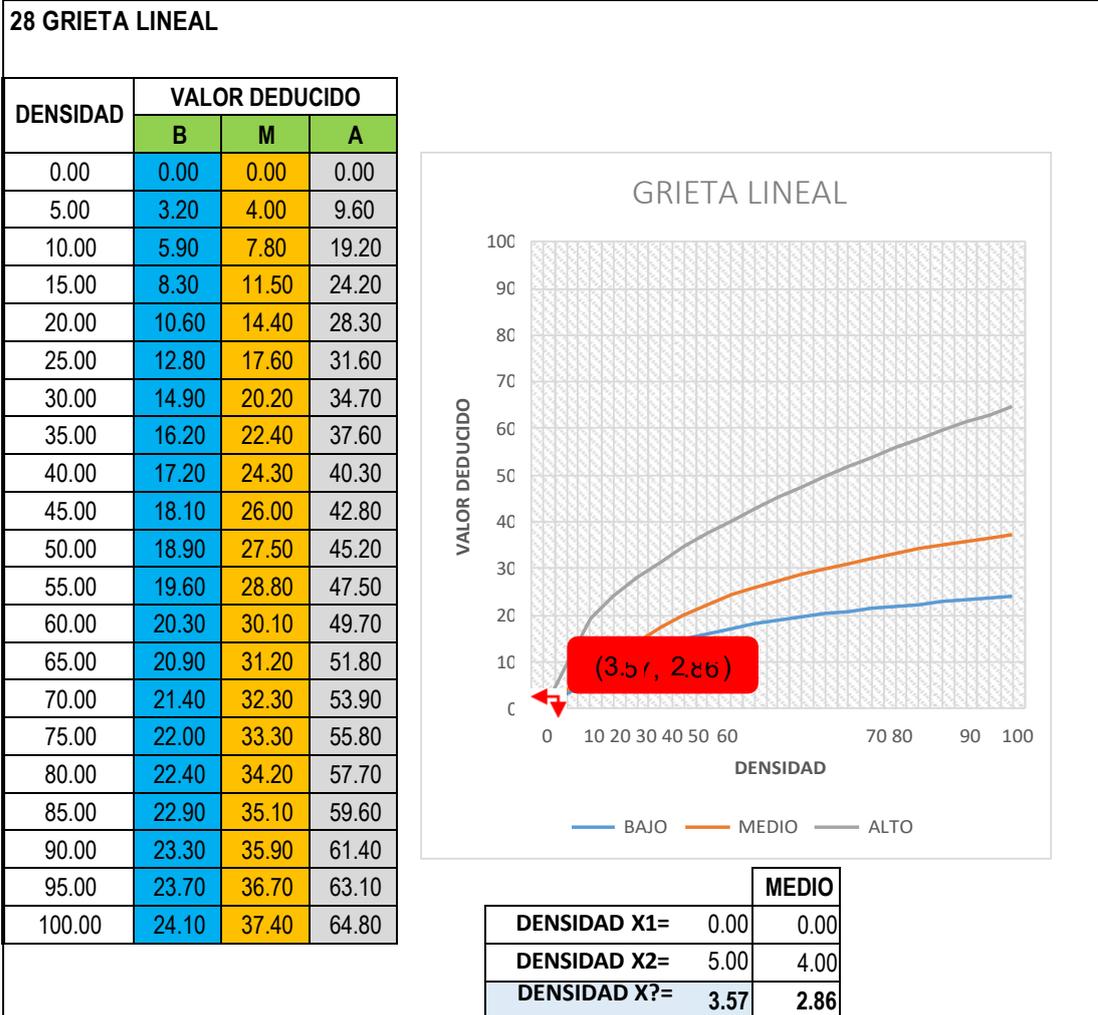
**26 SELLO DE JUNTA**

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

BAJO	2 PUNTOS
MEDIO	4 PUNTOS
ALTO	8 PUNTOS

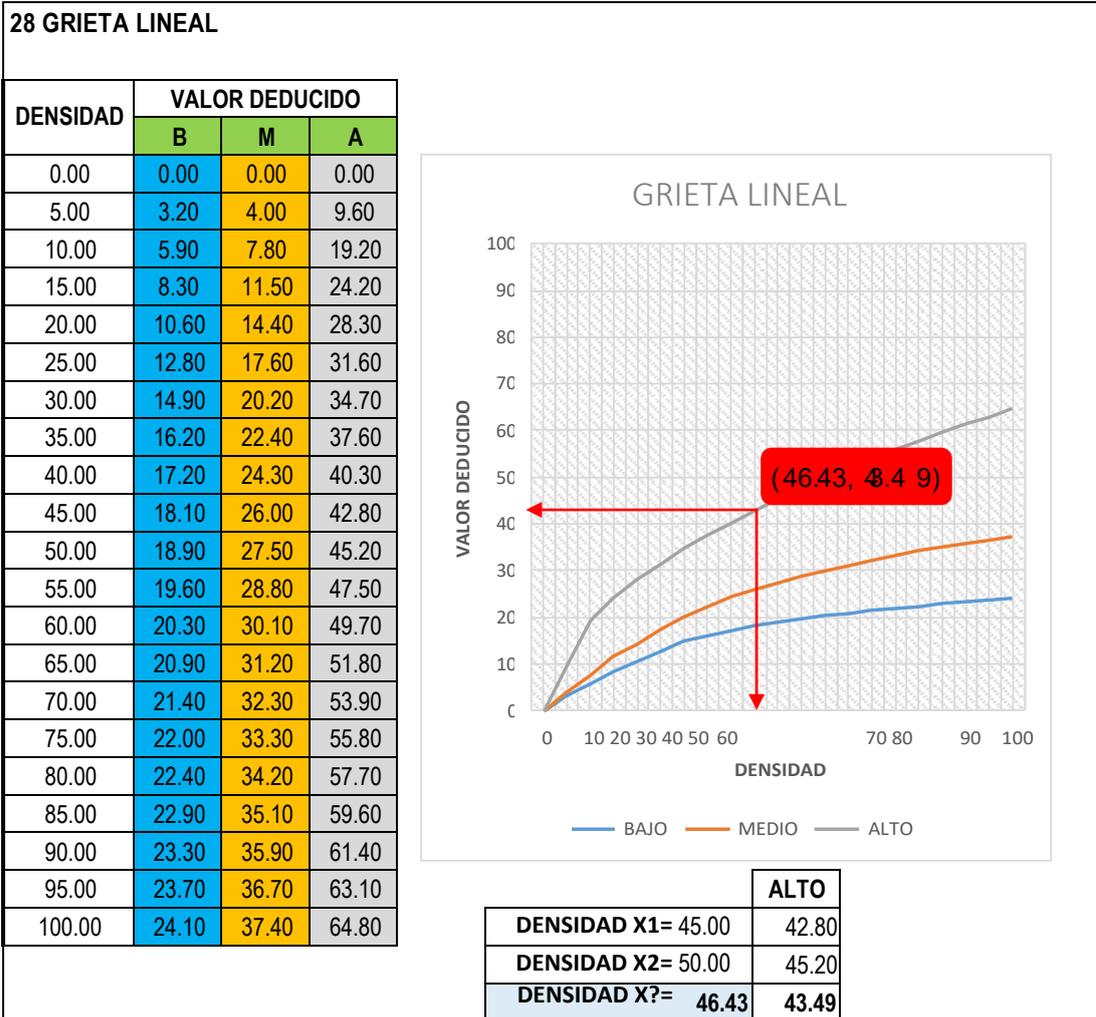
**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-52:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido grieta lineal, severidad media. UM – 06.



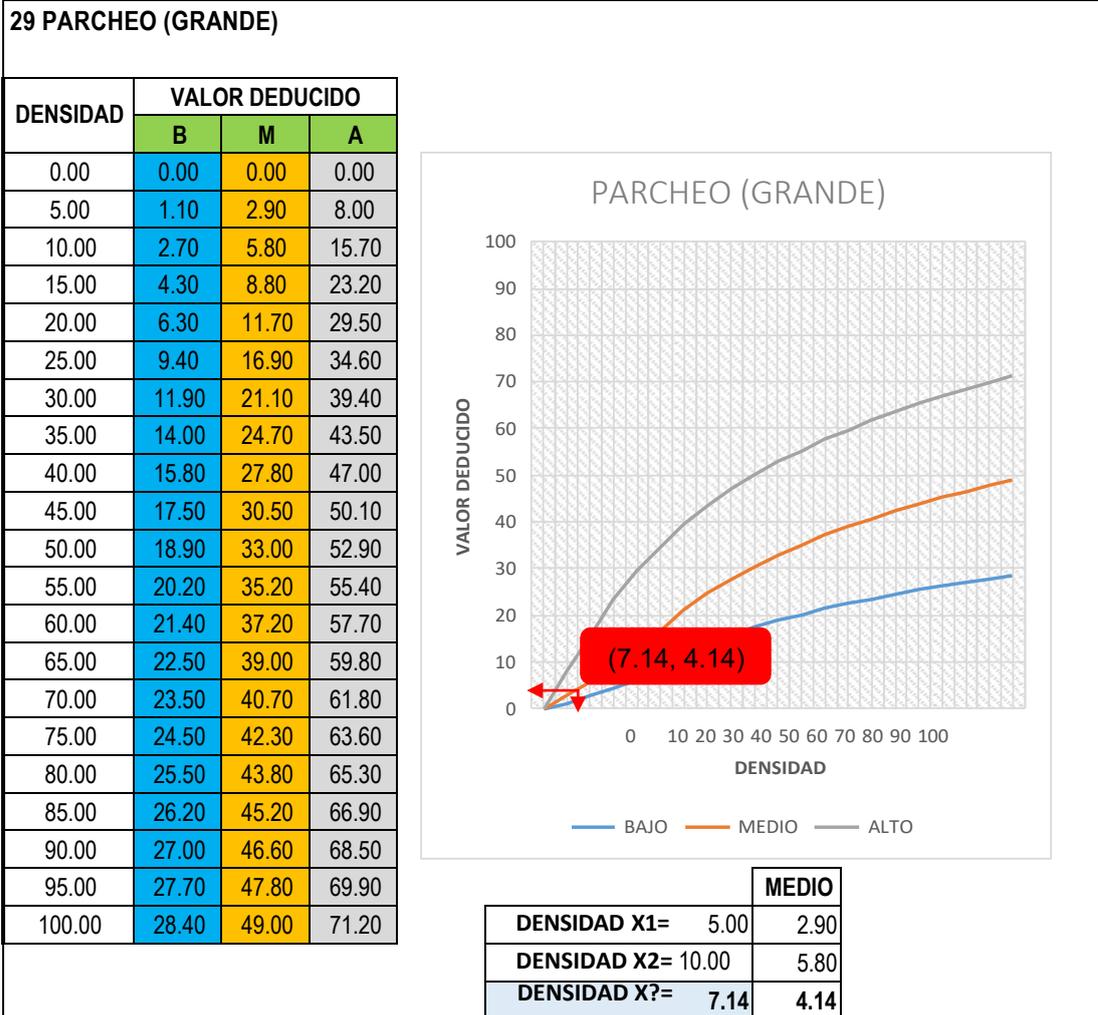
Fuente: Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-53:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido grieta lineal, severidad alta. UM – 06.



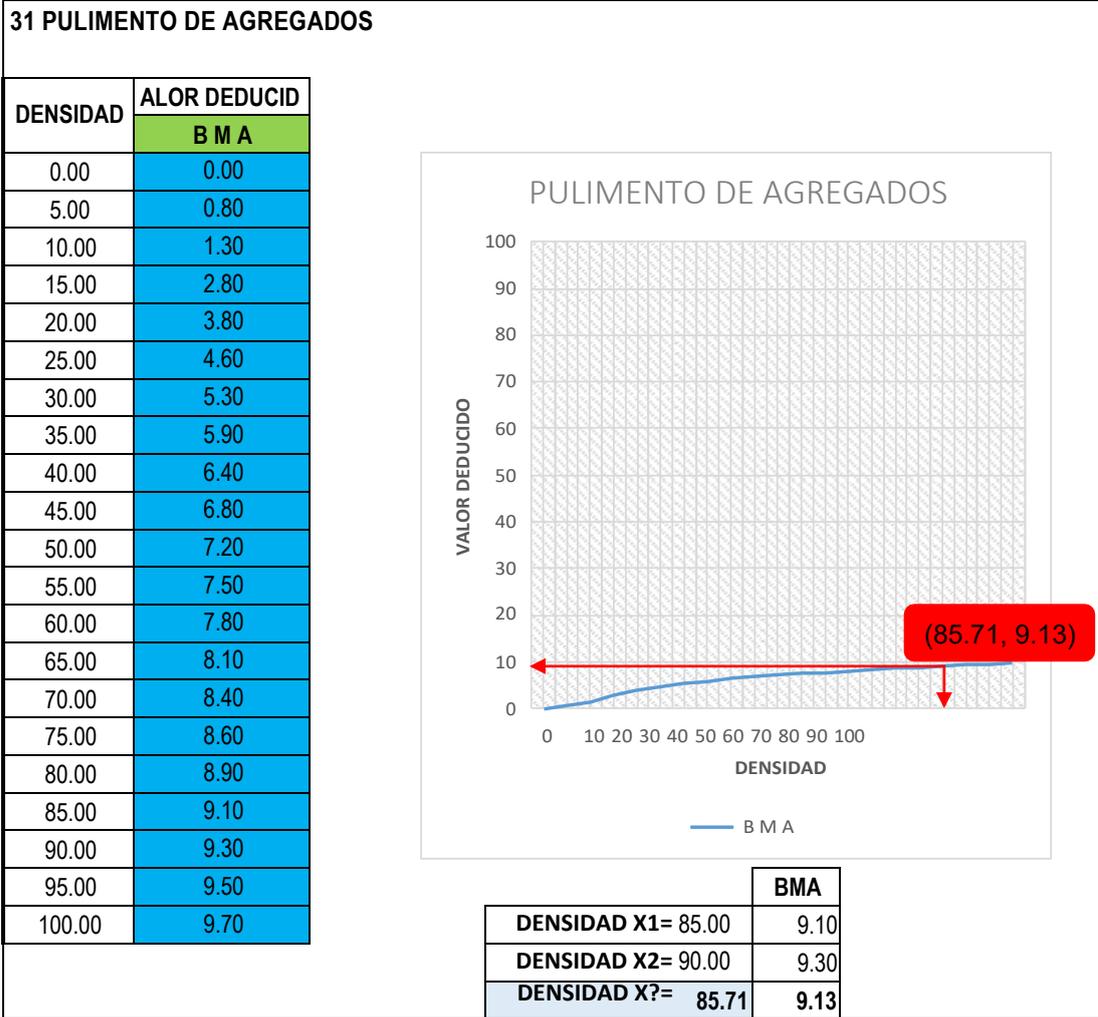
Fuente: Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-54:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo (grande), severidad media. UM – 06.



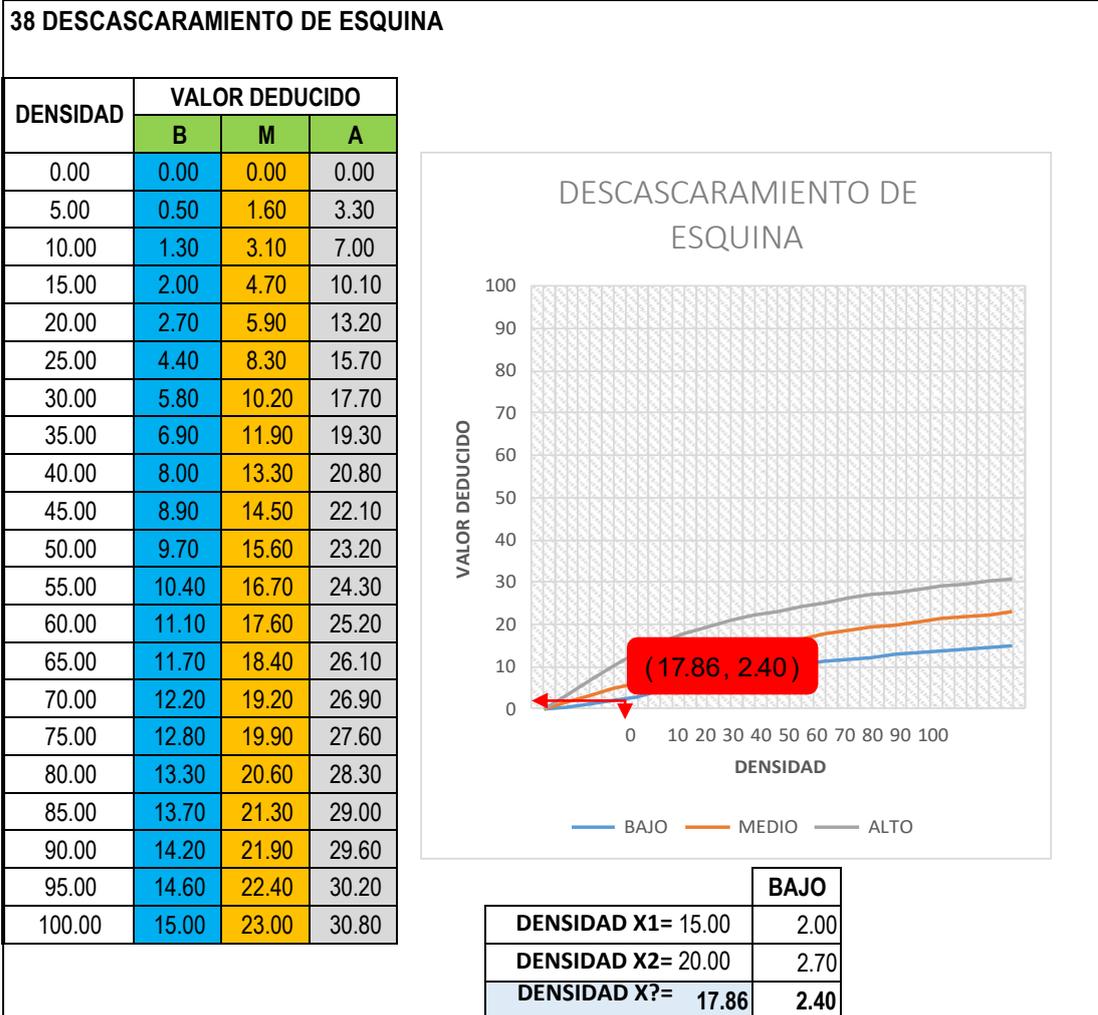
Fuente: Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-55:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido pulimento de agregados, severidad B M A – 06.



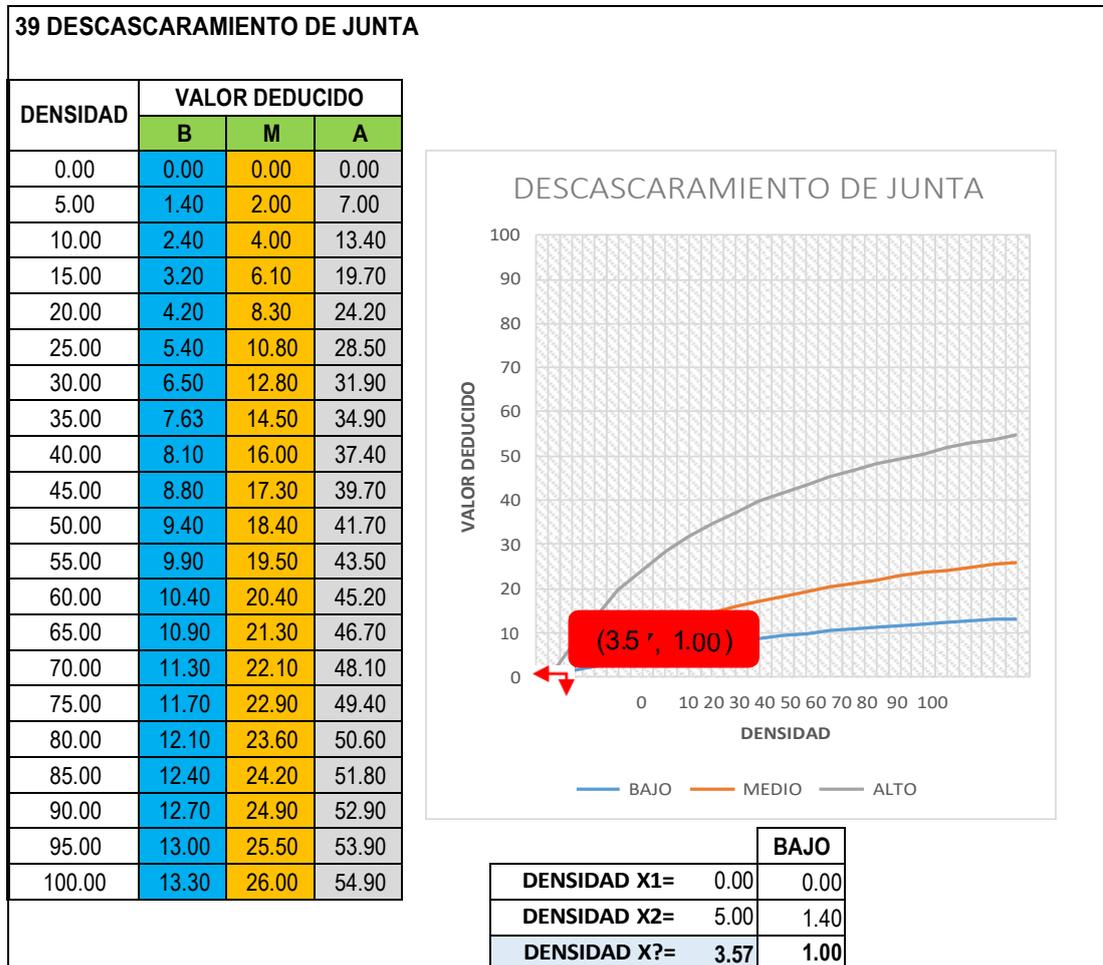
**Fuente:** Norma ASTM D6433-11

**Tabla 4-56:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido descascaramiento de esquina, severidad media. UM – 06.



**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-57:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido descascaramiento junta, severidad baja. UM – 06.



**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Cuadro 4-12:** Cálculo del valor deducido corregido (método interpolación). UM – 06.

	$X_i$	$X_{(i+1)}$	$Y_i$	$Y_{(i+1)}$	VDT	VDC
q6	100.00	110.00	52.00	57.00	103.57	53.78
q5	100.00	110.00	55.00	60.00	103.17	56.58
q4	100.00	110.00	58.00	63.00	102.31	59.15
q3	100.00	110.00	63.00	68.50	100.17	63.09
q2	90.00	100.00	64.50	70.00	93.04	66.17
q1	50.00	57.00	50.00	57.00	53.87	53.87

$$Y = Y_i + \left[ \left( \frac{X - X_i}{X_{(i+1)} - X_i} \right) (Y_{(i+1)} - Y_i) \right]$$

**DONDE:**  
 $X = VDT$  VALOR DEDUCIDO TOTAL  
 $Y = VDC$  VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

**Fuente:** Elaboración Propia.

#### 4.7 UNIDAD DE MUESTRA – TRAMO 07.

**Cuadro 4-13:** Datos generales. UM – 07.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433-11)															
PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO HIDRÁULICO															
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL POR UNIDADES DE MUESTREO															
TRAMO:		7		INSPECCIONADO POR:		BACH. FREDY DEL AGUILA SALAS									
SEGMENTO:		1		ABSCISA INICIAL:		0+363.8									
FECHA DE INSPECCIÓN:		oct-17		ABSCISA FINAL:		0+418.9		NÚMERO DE LOSAS=		28					
ESQUEMA															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1															1
2	A75	A76	A77	A78	A79	A80	A81	A82	A83	A84	A85	A86	A87	A88	2
3	B75	B76	B77	B78	B79	B80	B81	B82	B83	B84	B85	B86	B87	B88	3
4															4

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4-58:** Resumen de número de losas con daño, densidades y cálculo del valor deducido. UM – 07.

NO.	DAÑO	NRO DE LOSAS			DENSIDAD			VALOR DEDUCIDO		
		B	M	A	B	M	A	B	M	A
21	ROTURA POR PANDEO (BLOWUP /BUCKLING)				-	-	-			
22	GRIETA DE ESQUINA				-	-	-			
23	LOSA DIVIDIDA				-	-	-			
24	GRIETA DE DURABILIDAD ("D")				-	-	-			
25	ESCALA	12			42.86	-	-	19.13		
26	SELLO DE JUNTA	28			100.0	-	-	2		
27	DESNIVEL CARRIL / BERMA	1			3.57	-	-	2.84		
28	GRIETAS LINEALES				-	-	-			
29	PARCHEO GRANDE (> 0.5 M²)			3	-	-	10.71			16.77
30	PARCHEO PEQUEÑO (≤ 0.5 M²)	2			7.14	-	-	0.00		
31	PULIMENTO DE AGREGADOS	10			35.71	-	-	5.97		
32	DESPRENDIMIENTOS (POPOUTS)				-	-	-			
33	BOMBEO				-	-	-			
34	PUNZONAMIENTO				-	-	-			
35	CRUCE DE VÍA FÉRREA				-	-	-			
36	DESCASCARAMIENTO POR AGRIETAMIENTO				-	-	-			
37	GRIETAS DE RETRACCIÓN				-	-	-			
38	DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA	10			35.71	-	-	7.06		
39	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA				-	-	-			

Fuente: Elaboración propia.

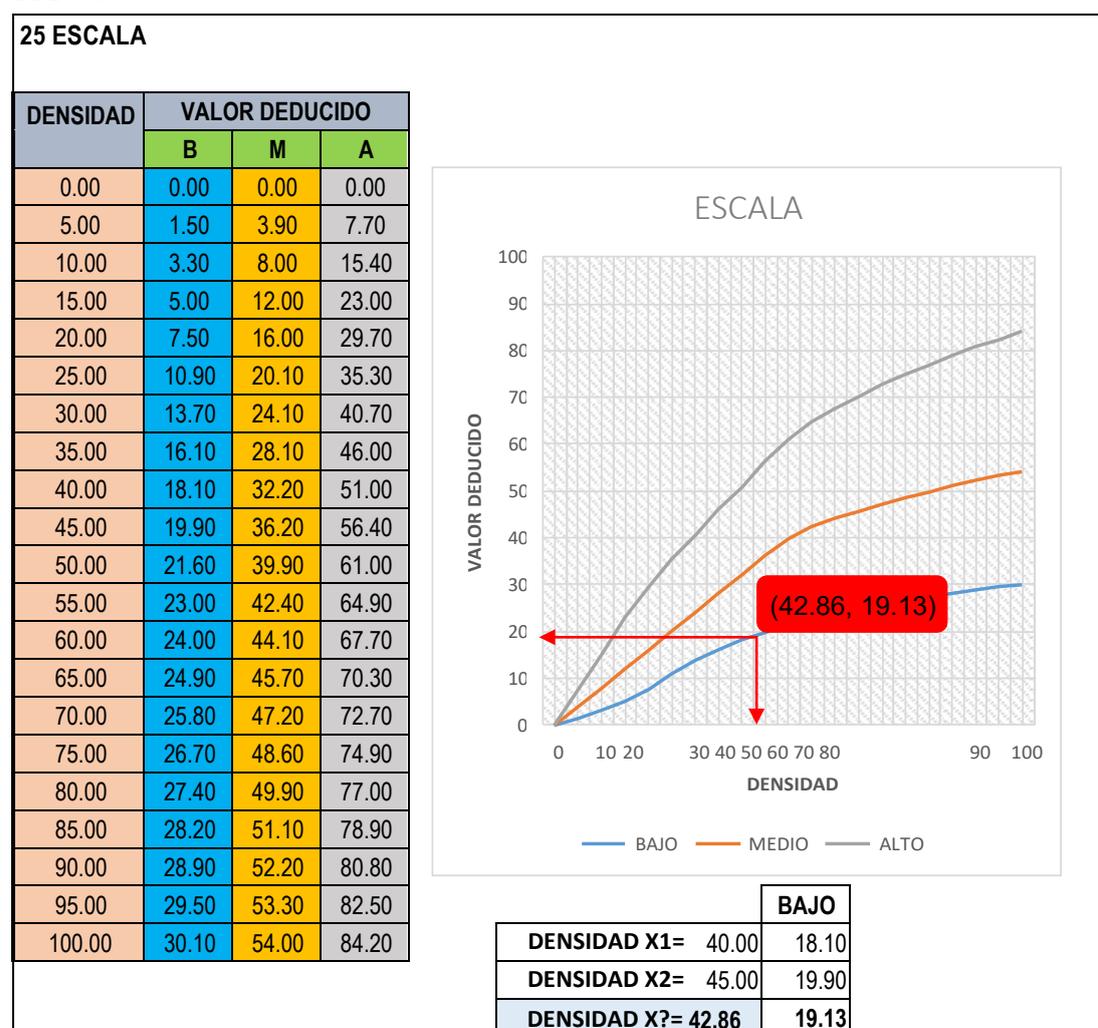
**Tabla 4-59:** Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI). UM – 07.

CALCULO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO(PCI)																	
N°	VALORES DEDUCIDOS											TOTAL	qi	CDV			
1	19.13	16.77	7.06	5.97	2.84	2.00							53.77	5	28.68		
2	19.13	16.77	7.06	5.97	2.00	2.00							52.93	4	30.84		
3	19.13	16.77	7.06	2.00	2.00	2.00							48.96	3	31.31		
4	19.13	16.77	2.00	2.00	2.00	2.00							43.90	2	34.93		
5	19.13	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00							29.13	1	29.13		
													Max CDV=		34.93		
PCI =		100 - MAX CDV													CLASIFICACION		BUENO
PCI =		65.07															

NUMERO DE DEDUCIDOS > 2(q) =	7.00
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO =	19.13
NUMERO ADMISIBLE DE DED. =	8.43

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 4-60:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido escala, severidad baja. UM – 07.



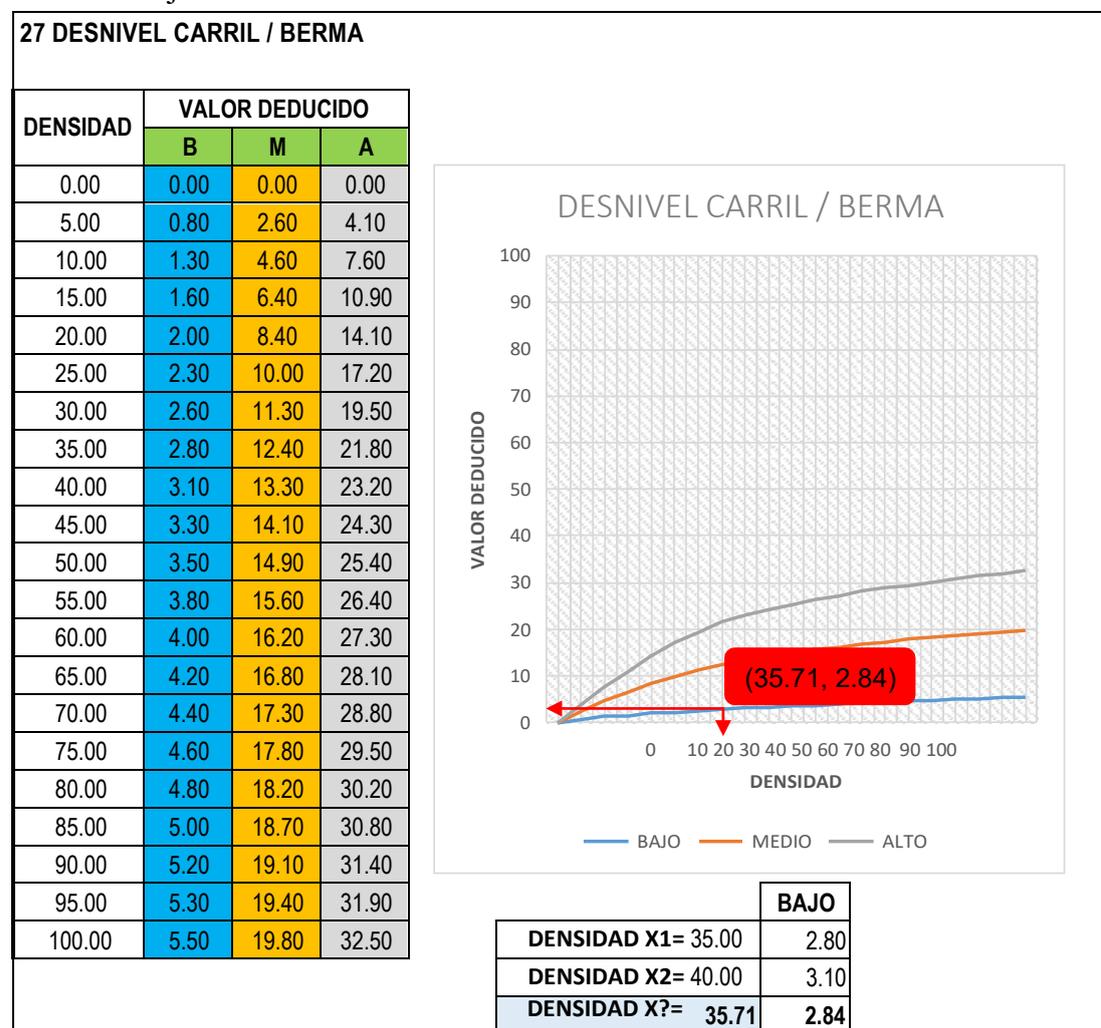
**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-61:** Valores deducidos para daño de sello de junta. UM – 07.

<b>26 SELLO DE JUNTA</b>		
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	BAJO	2 PUNTOS
	MEDIO	4 PUNTOS
	ALTO	8 PUNTOS

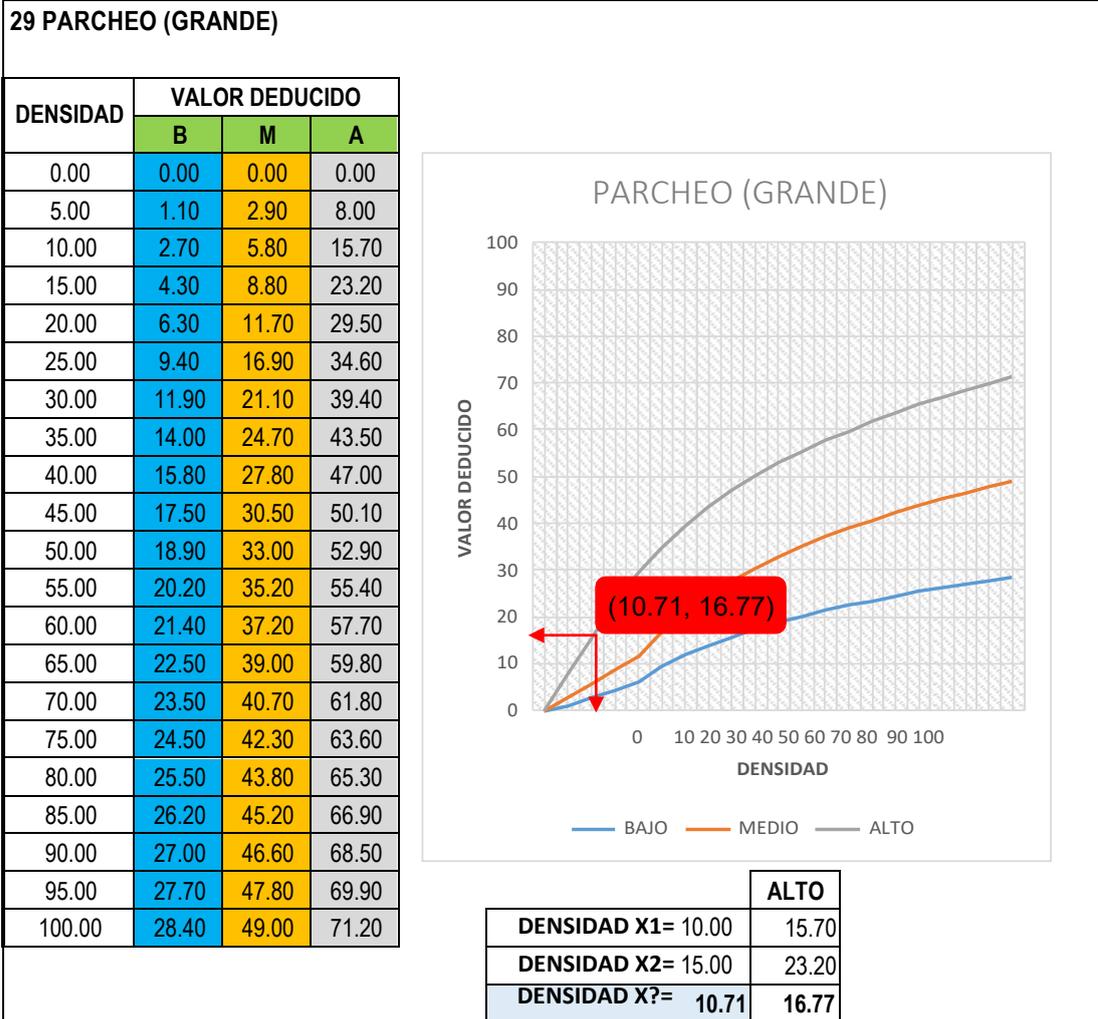
**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-62:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido desnivel carril/berma, severidad baja. UM – 07.



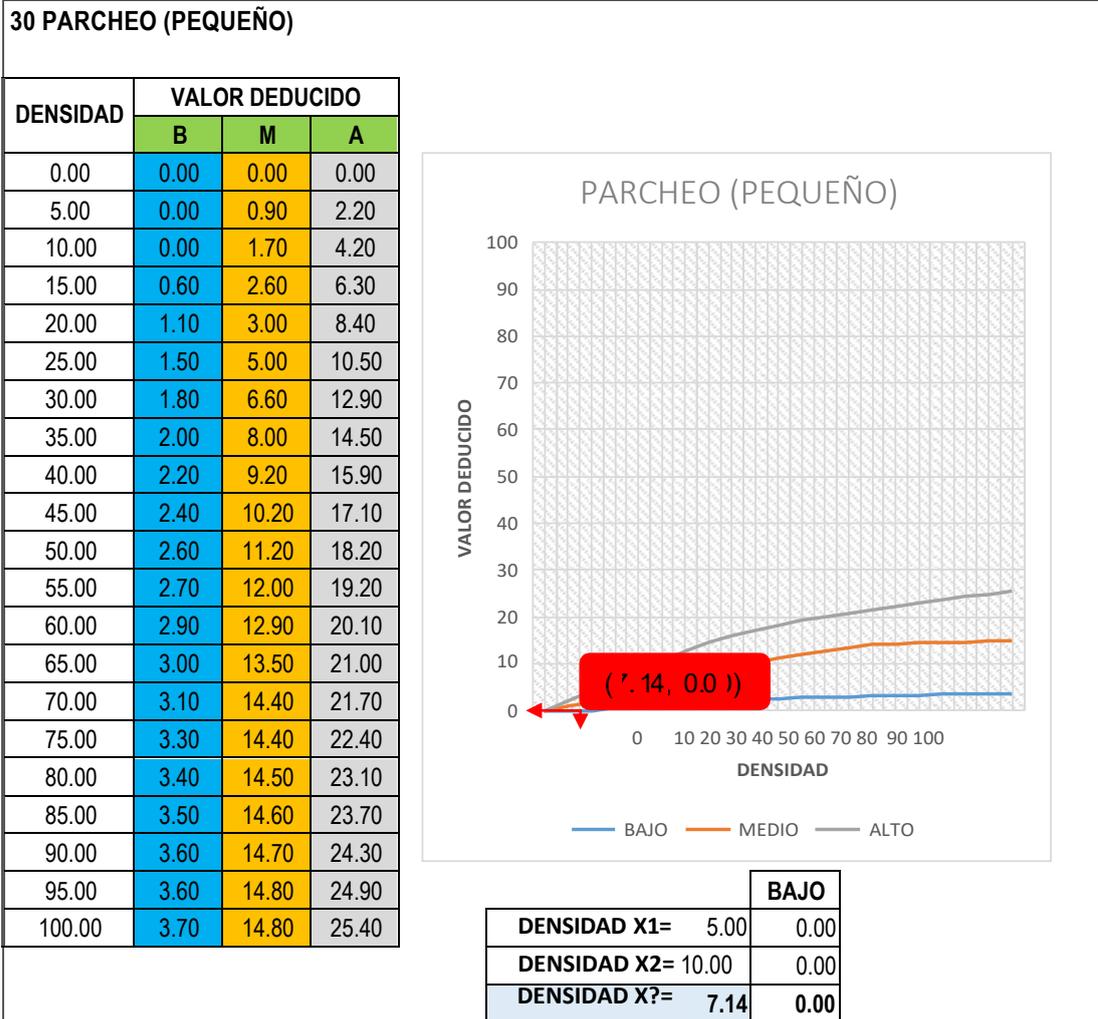
**Fuente:** Norma ASTM D6433-11

**Tabla 4-63:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo (grande), severidad alta. UM – 07.



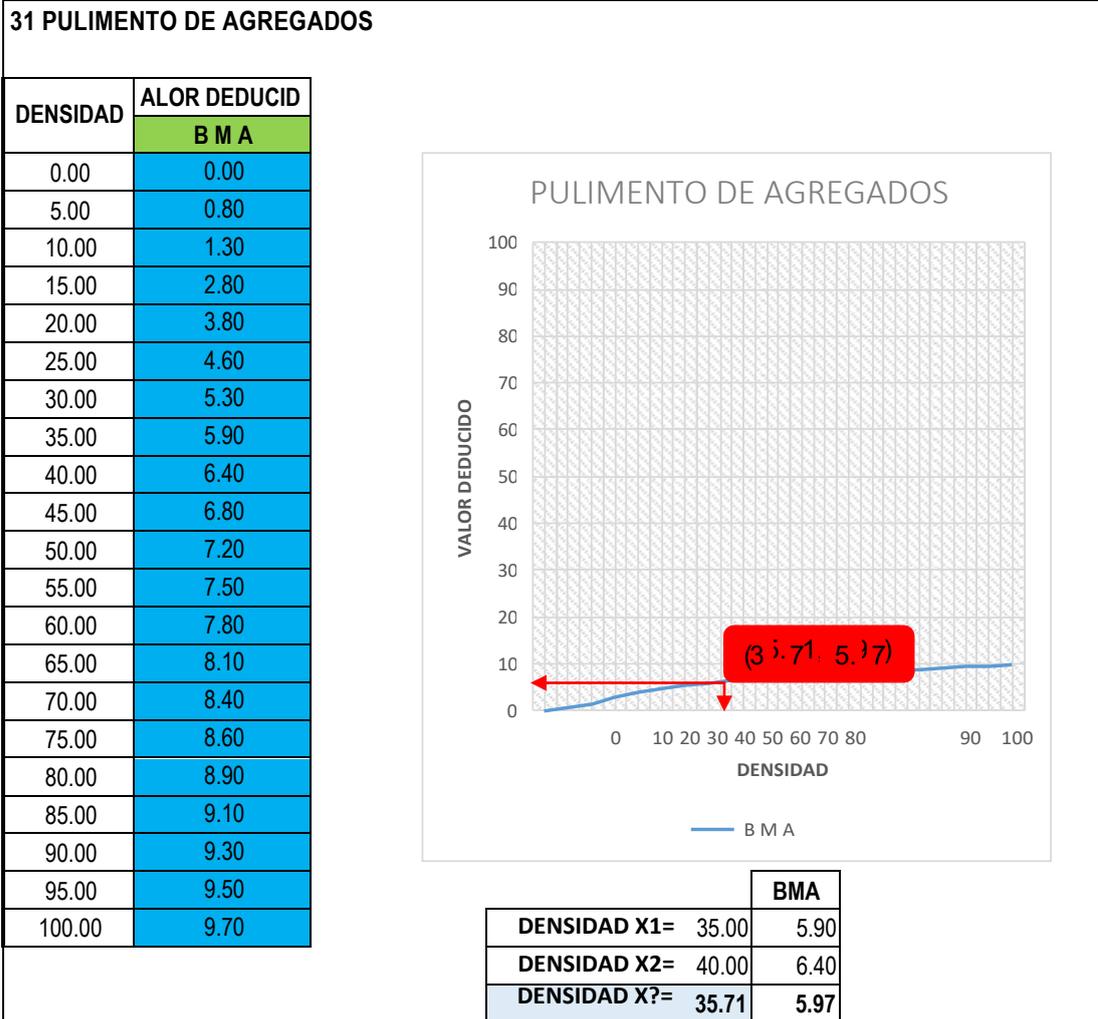
Fuente: Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-64:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo (pequeño), severidad baja. UM – 07.



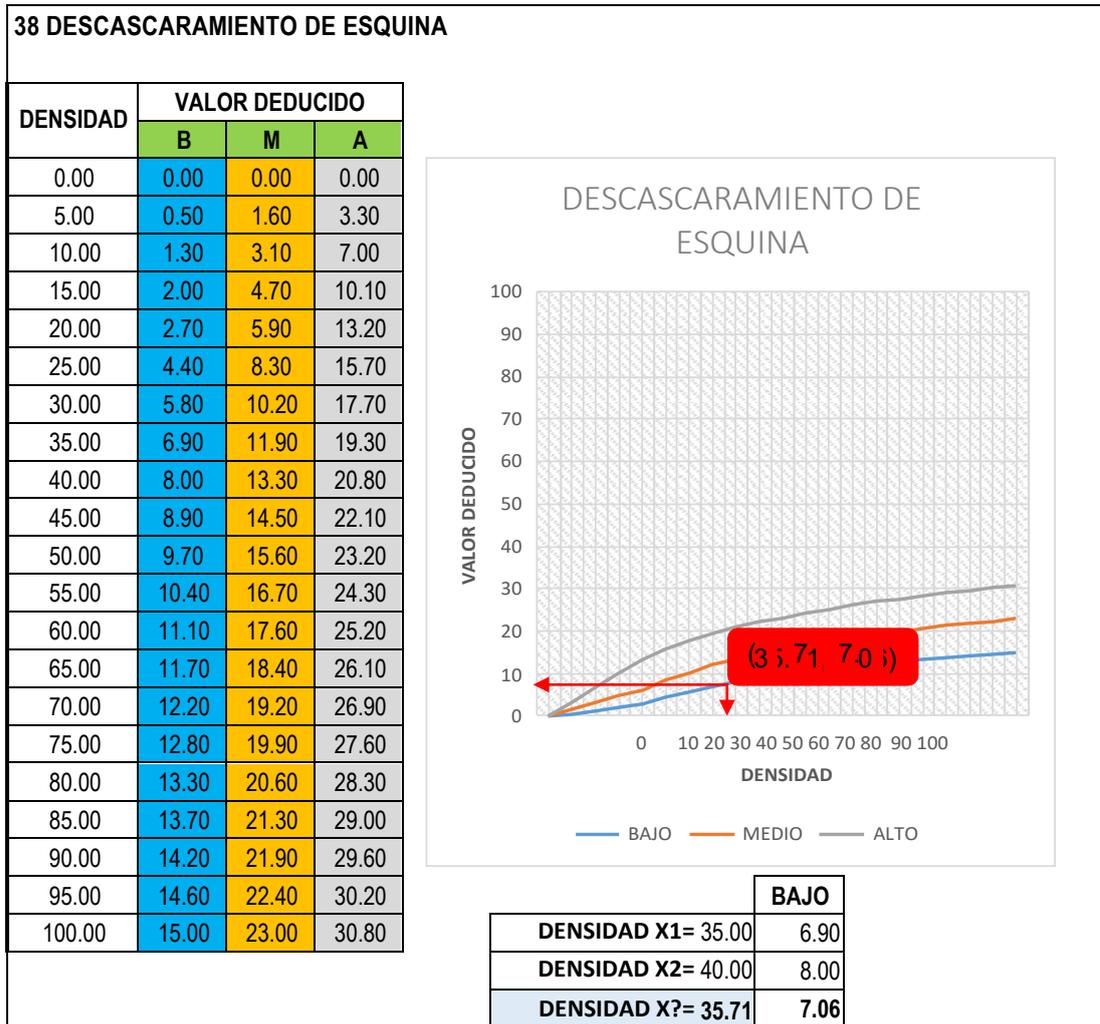
Fuente: Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-65:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido pulimento de agregados, severidad B M A. UM – 07.



**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-66:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido descascaramiento de esquina, severidad baja. UM – 07.



Fuente: Norma ASTM D6433-11.

**Cuadro 4-14:** Cálculo del valor deducido corregido (método interpolación). UM – 07.

	Xi	X(i+1)	Yi	Y(i+1)	VDT	VDC
q5	50.00	57.00	26.20	30.80	53.77	<b>28.68</b>
q4	50.00	57.00	29.00	33.40	52.93	<b>30.84</b>
q3	40.00	50.00	25.40	32.00	48.96	<b>31.31</b>
q2	40.00	50.00	32.00	39.50	43.90	<b>34.93</b>
q1	27.00	30.00	27.00	30.00	29.13	<b>29.13</b>

$$Y = Y_i + \left[ \left( \frac{X - X_i}{X_{(i+1)} - X_i} \right) (Y_{(i+1)} - Y_i) \right]$$

**DONDE:**  
X=VDT VALOR DEDUCIDO TOTAL  
Y=VDC VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.8 UNIDAD DE MUESTRA – TRAMO 08.

**Cuadro 4-15:** Datos generales. UM – 08.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433-11)															
PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO HIDRÁULICO															
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL POR UNIDADES DE MUESTREO															
TRAMO:		8		INSPECCIONADO POR:		BACH. FREDY DEL AGUILA SALAS									
SEGMENTO:		1		ABSCISA INICIAL:		0+418.9									
FECHA DE INSPECCIÓN:		oct-17		ABSCISA FINAL:		0+470.95		NÚMERO DE LOSAS=		28					
ESQUEMA															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1															1
2	A89	A90	A91	A92	A93	A94	A95	A96	A97	A98	A99	A100	A101	A102	2
3	B89	B90	B91	B92	B93	B94	B95	B96	B97	B98	B99	B100	B101	B102	3
4															4

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4-67:** Resumen de número de losas con daño, densidades y cálculo del valor deducido – UM 08.

NO.	DAÑO	NRO DE LOSAS			DENSIDAD			VALOR DEDUCIDO		
		B	M	A	B	M	A	B	M	A
21	ROTURA POR PANDEO (BLOWUP /BUCKLING)				-	-	-			
22	GRIETA DE ESQUINA				-	-	-			
23	LOSA DIVIDIDA				-	-	-			
24	GRIETA DE DURABILIDAD ("D")				-	-	-			
25	ESCALA	12			42.86	-	-	19.13		
26	SELLO DE JUNTA	28			100.0	-	-	2		
27	DESNIVEL CARRIL / BERMA				-	-	-			
28	GRIETAS LINEALES				-	-	-			
29	PARCHEO GRANDE (> 0.5 M²)				-	-	-			
30	PARCHEO PEQUEÑO (≤ 0.5 M²)	2			7.14	-	-	0.00		
31	PULIMENTO DE AGREGADOS	17			60.71	-	-	7.84		
32	DESPRENDIMIENTOS (POPOUTS)				-	-	-			
33	BOMBEO				-	-	-			
34	PUNZONAMIENTO		1		-	3.57	-	8.29		
35	CRUCE DE VÍA FÉRREA				-	-	-			
36	DESCASCARAMIENTO POR AGRIETAMIENTO				-	-	-			
37	GRIETAS DE RETRACCIÓN				-	-	-			
38	DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA	2			7.14	-	-	0.84		
39	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA	3			10.71	-	-	2.51		

Fuente: Elaboración propia.

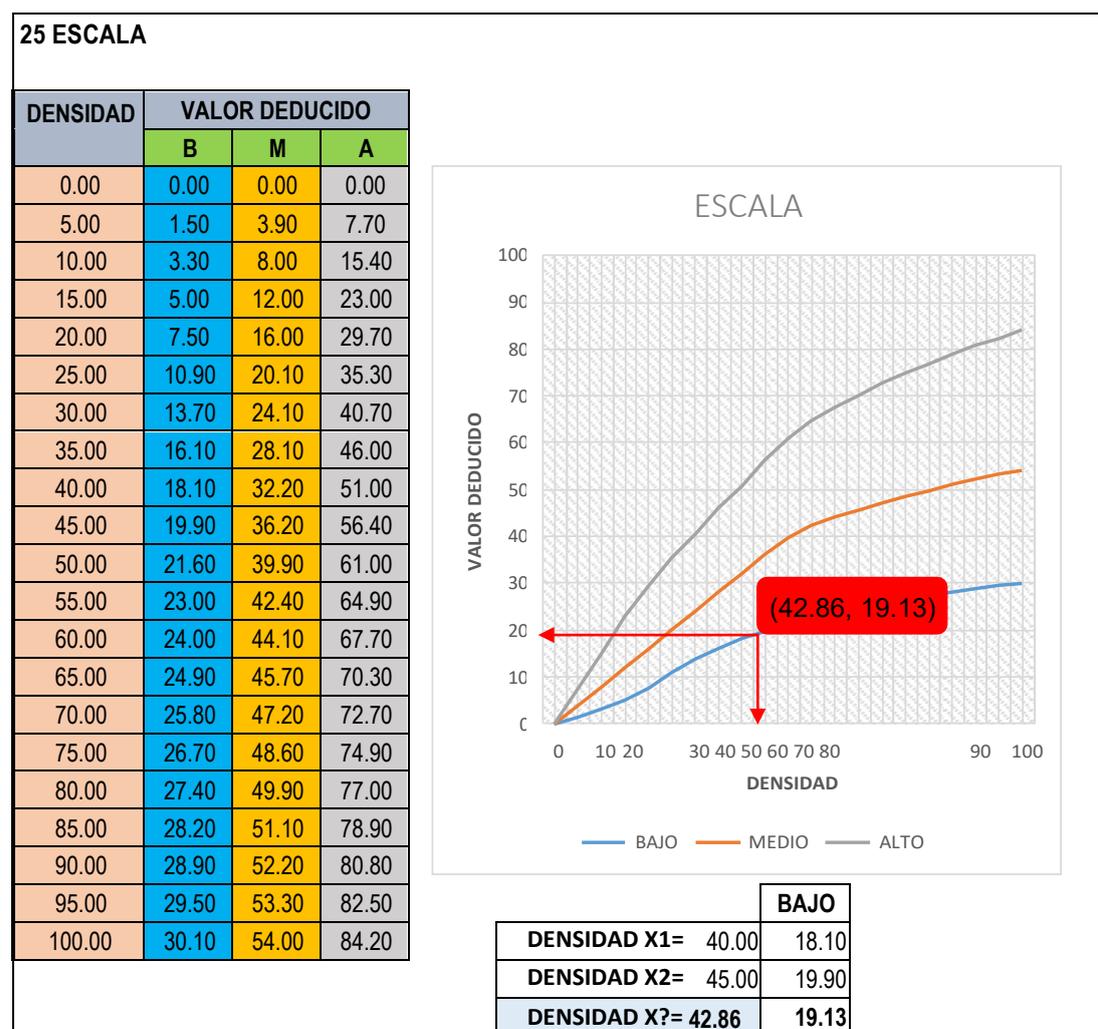
**Tabla 4-68:** Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI). UM – 08.

CALCULO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO(PCI)																	
N°	VALORES DEDUCIDOS											TOTAL	qi	CDV			
1	19.13	8.29	7.84	2.51	2.00	0.84							40.62	4	22.90		
2	19.13	8.29	7.84	2.00	2.00	0.84							40.10	3	25.47		
3	19.13	8.29	2.00	2.00	2.00	0.84							34.26	2	27.91		
4	19.13	2.00	2.00	2.00	2.00	0.84							27.97	1	27.97		
													Max CDV=		27.97		
PCI =		100 - MAX CDV													CLASIFICACION		MUY BUENO
PCI =		72.03															

NUMERO DE DEDUCIDOS > 2(q) =	7.00
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO =	19.13
NUMERO ADMISIBLE DE DED. =	8.43

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4-69:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido escala, severidad baja. UM – 08.



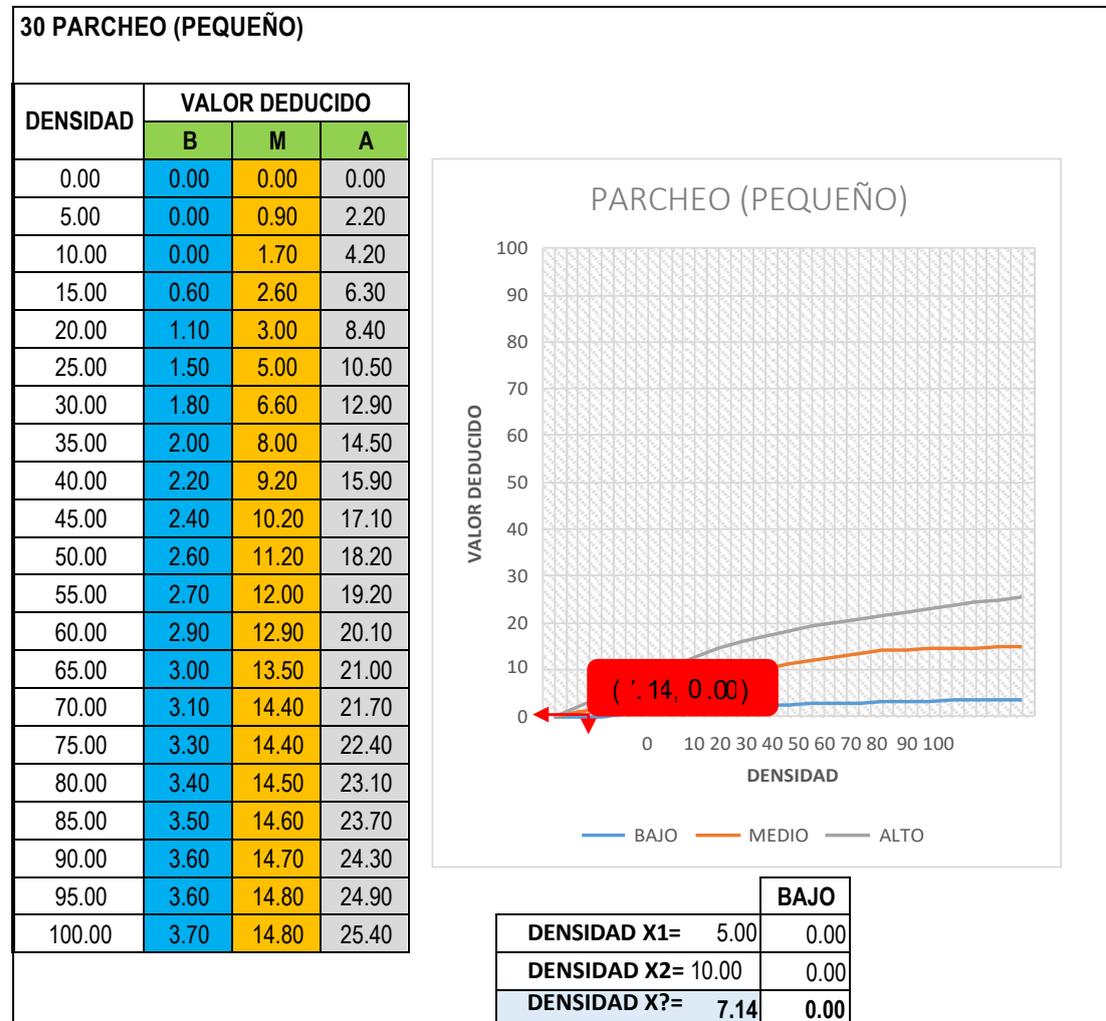
Fuente: Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-70:** Valores deducidos para daño de sello de junta. UM – 08.

<b>26 SELLO DE JUNTA</b>	
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	BAJO 2 PUNTOS
	MEDIO 4 PUNTOS
	ALTO 8 PUNTOS

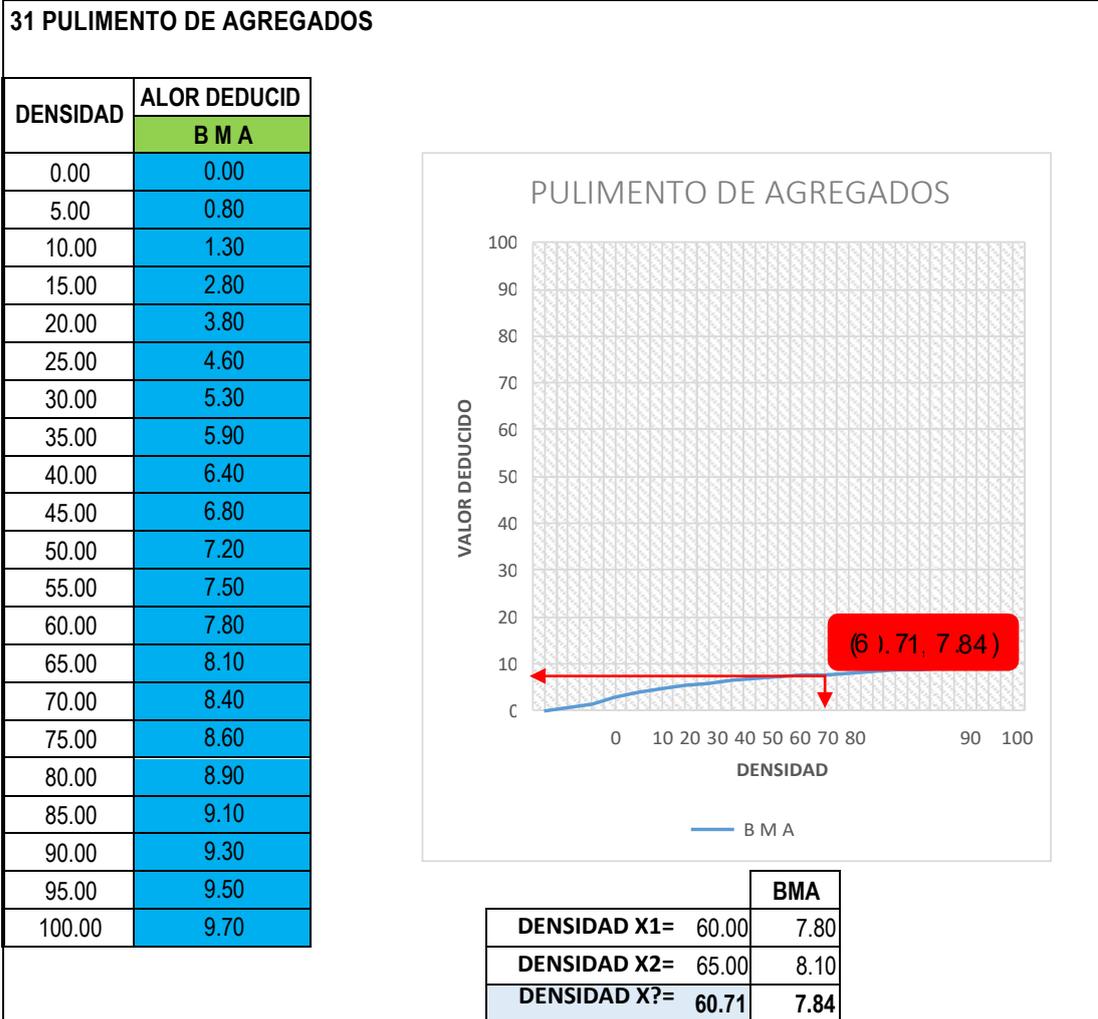
**Fuente:** Norma ASTM D6433-11

**Tabla 4-71:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo (pequeño), severidad baja. UM – 08.



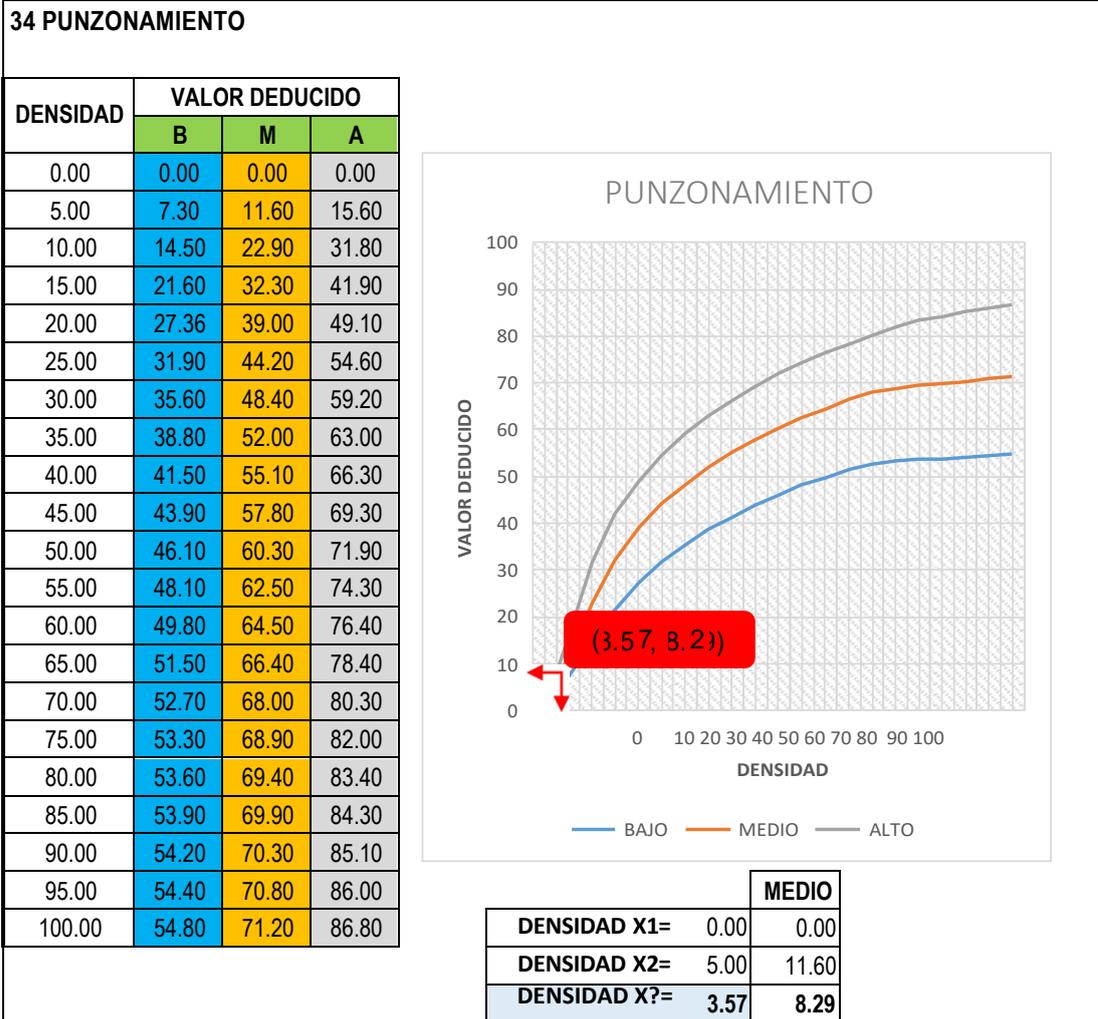
**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-72:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido pulimento de agregados, severidad B M A. UM – 08.



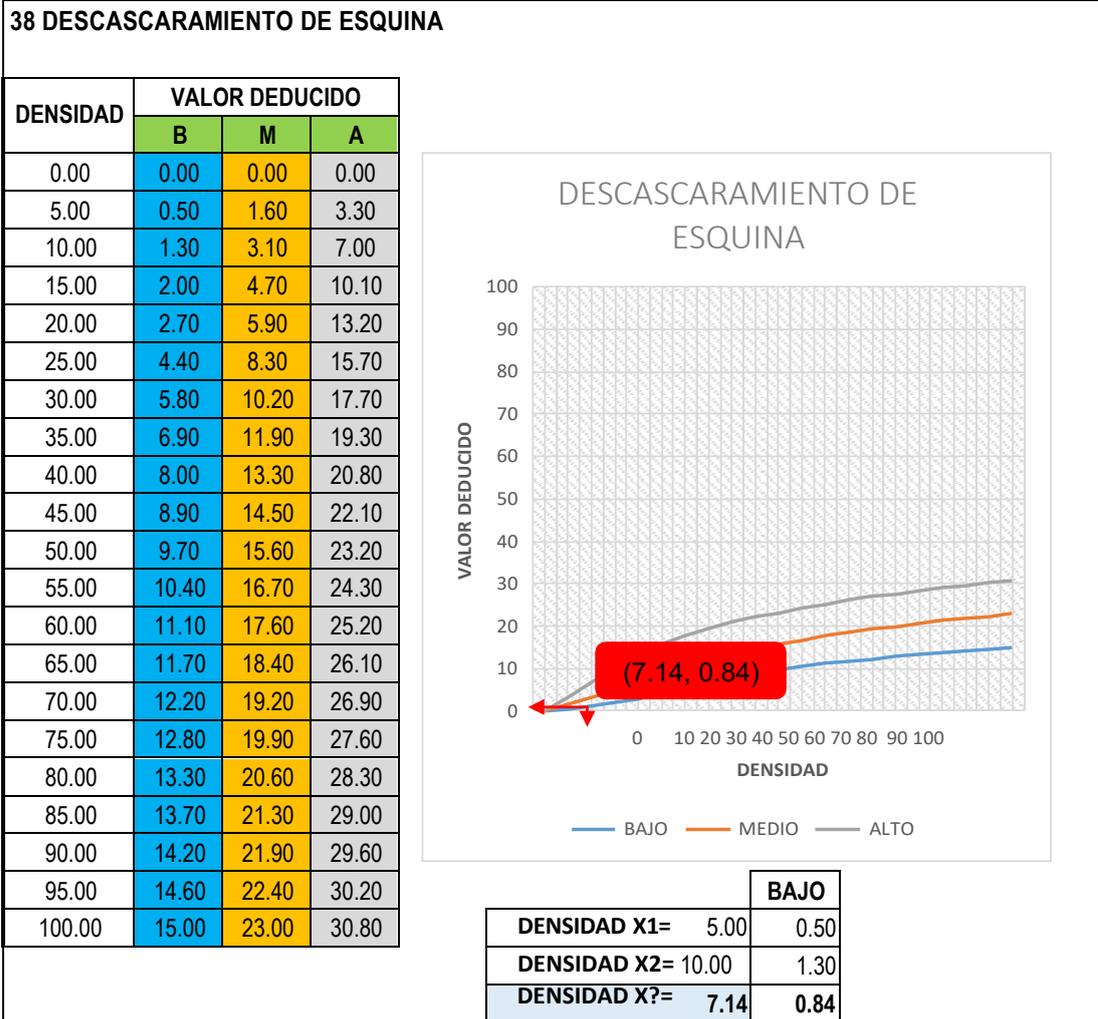
**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-73:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido punzonamiento, severidad media. UM – 08.



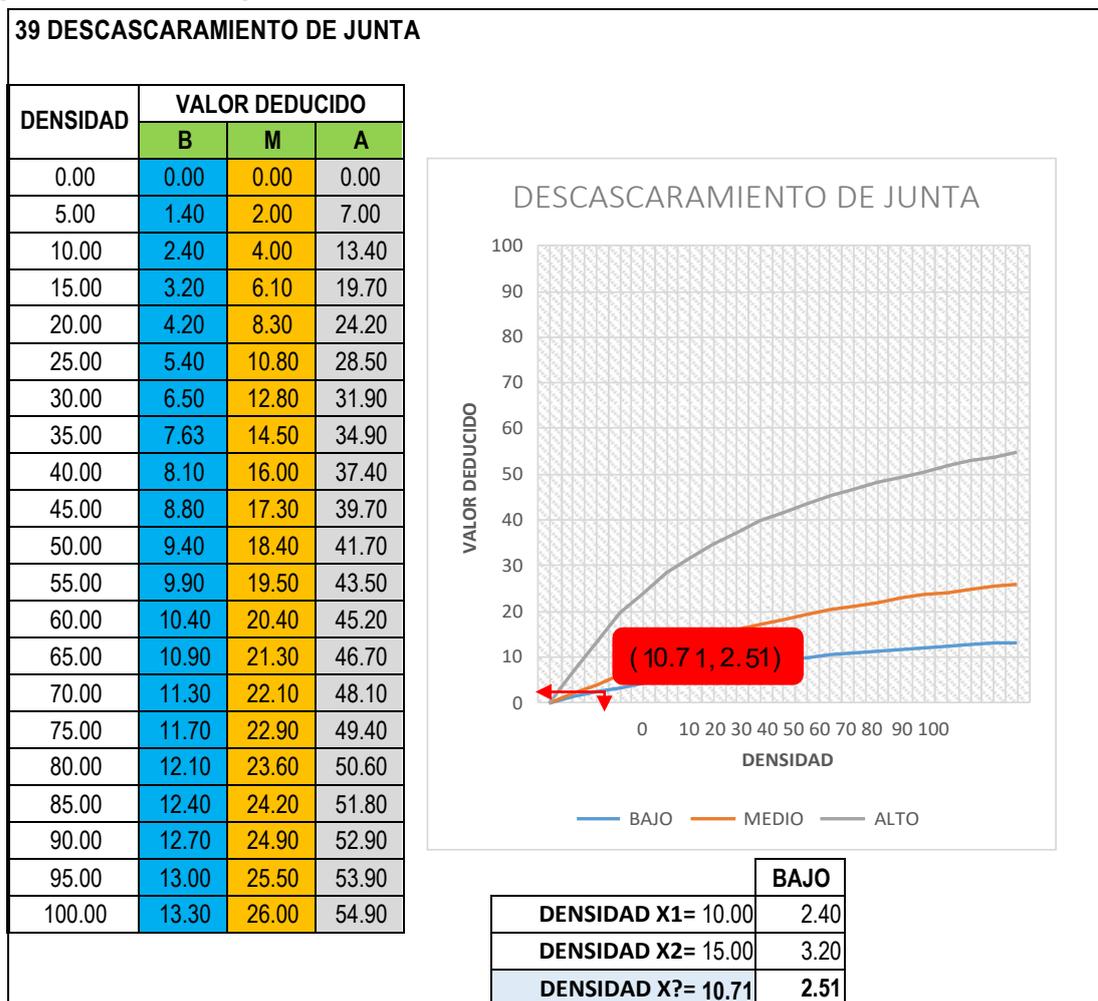
Fuente: Norma ASTM D6433-11

**Tabla 4-74:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido descascaramiento de esquina, severidad baja. UM – 08.



Fuente: Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-75:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido descascaramiento de junta, severidad baja. UM – 08.



Fuente: Norma ASTM D6433-11.

**Cuadro 4-16:** Cálculo del valor deducido corregido (método interpolación). UM – 08.

	Xi	X(i+1)	Yi	Y(i+1)	VDT	VDC
q4	40.00	50.00	22.50	29.00	40.62	22.90
q3	40.00	50.00	25.40	32.00	40.10	25.47
q2	30.00	35.00	24.50	28.50	34.26	27.91
q1	27.00	30.00	27.00	30.00	27.97	27.97

$$Y = Y_i + \left[ \left( \frac{X - X_i}{X_{(i+1)} - X_i} \right) (Y_{(i+1)} - Y_i) \right]$$

**DONDE:**  
X=VDT VALOR DEDUCIDO TOTAL  
Y=VDC VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.9 UNIDAD DE MUESTRA – TRAMO 09.

**Cuadro 4-17:** Datos generales. UM – 09.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433-11)													
PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO HIDRÁULICO													
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL POR UNIDADES DE MUESTREO													
TRAMO:		9		INSPECCIONADO POR:		BACH. FREDY DEL AGUILA SALAS							
SEGMENTO:		1		ABSCISA INICIAL:		0+470.95							
FECHA DE INSPECCIÓN:		oct-17		ABSCISA FINAL:		0+515.8		NÚMERO DE LOSAS= 24					
ESQUEMA													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1													1
2	A103	A104	A105	A106	A107	A108	A109	A110	A111	A112	A113	A114	2
3	B103	B104	B105	B106	B107	B108	B109	B110	B111	B112	B113	B114	3
4													4

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4-76:** Resumen de número de losas con daño, densidades y cálculo del valor deducido. UM – 09.

NO.	DAÑO	NRO DE LOSAS			DENSIDAD			VALOR DEDUCIDO		
		B	M	A	B	M	A	B	M	A
21	ROTURA POR PANDEO (BLOWUP /BUCKLING)				-	-	-			
22	GRIETA DE ESQUINA				-	-	-			
23	LOSA DIVIDIDA				-	-	-			
24	GRIETA DE DURABILIDAD ("D")				-	-	-			
25	ESCALA			5	20.83	-	-	8.07		
26	SELLO DE JUNTA			24	100.0	-	-	2		
27	DESNIVEL CARRIL / BERMA				-	-	-			
28	GRIETAS LINEALES			1	4.17	-	-	2.67		
29	PARCHEO GRANDE (> 0.5 M²)		1	1	4.17	4.17	-	0.92	2.42	
30	PARCHEO PEQUEÑO (≤ 0.5 M²)				-	-	-			
31	PULIMENTO DE AGREGADOS			18	75.00	-	-	8.60		
32	DESPRENDIMIENTOS (POPOUTS)				-	-	-			
33	BOMBEO				-	-	-			
34	PUNZONAMIENTO				-	-	-			
35	CRUCE DE VÍA FÉRREA				-	-	-			
36	DESCASCARAMIENTO POR AGRIETAMIENTO				-	-	-			
37	GRIETAS DE RETRACCIÓN				-	-	-			
38	DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA			1	4.17	-	-	0.42		
39	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA			2	8.33	-	-	2.07		

Fuente: Elaboración propia.

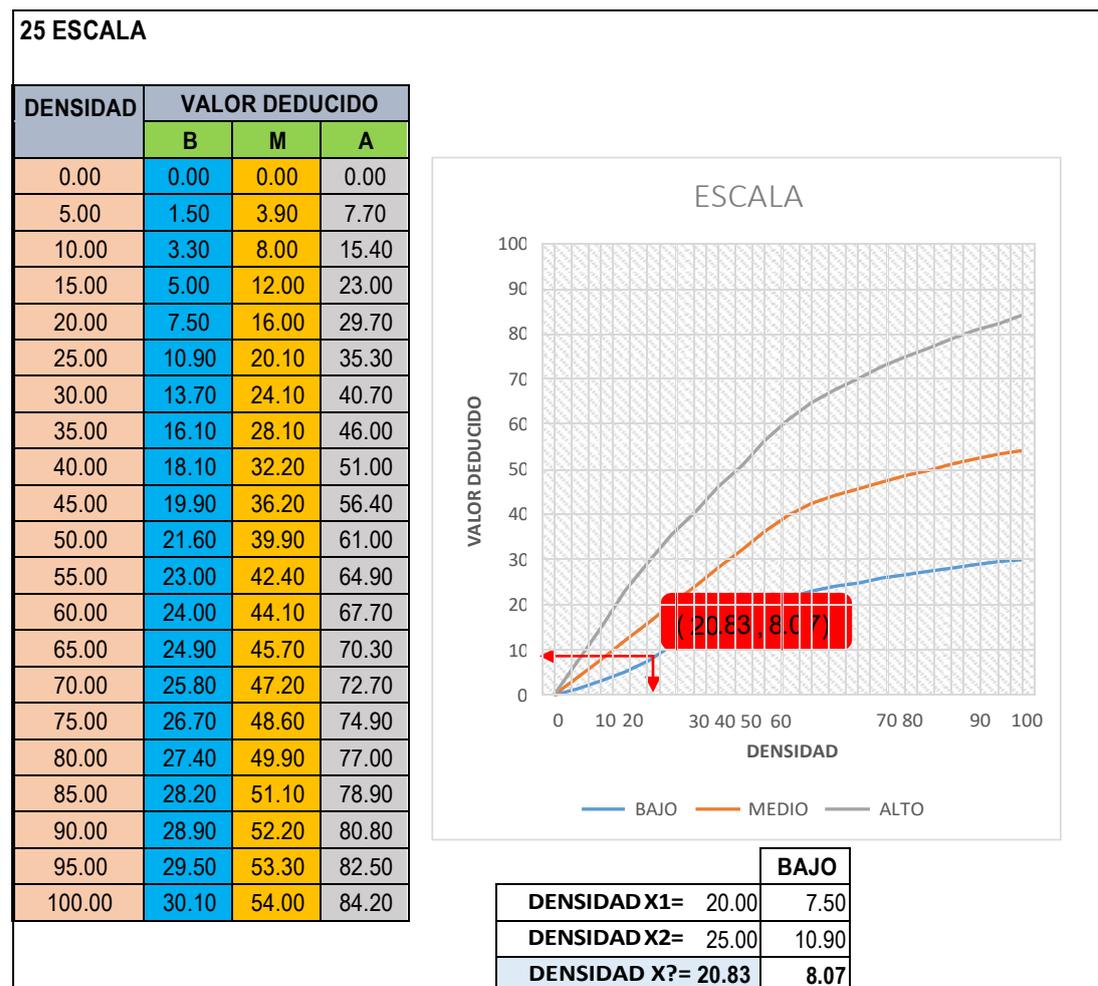
**Tabla 4-77:** Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI). UM – 09.

CALCULO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO(PCI)																
N°	VALORES DEDUCIDOS												TOTAL	qi	CDV	
1	8.60	8.07	2.67	2.42	2.07	2.00	0.92	0.42						27.15	5	0.00
2	8.60	8.07	2.67	2.42	2.00	2.00	0.92	0.42						27.08	4	14.05
3	8.60	8.07	2.67	2.00	2.00	2.00	0.92	0.42						26.67	3	15.67
4	8.60	8.07	2.00	2.00	2.00	2.00	0.92	0.42						26.00	2	21.06
5	8.60	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.92	0.42						19.93	1	19.93
														Max CDV=		21.06
PCI =		100 - MAX CDV														
PCI =		78.94														
CLASIFICACION												MUY BUENO				

NUMERO DE DEDUCIDOS > 2(q) =	11.00
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO =	8.60
NUMERO ADMISIBLE DE DED. =	9.39

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4-78:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido escala, severidad alta. UM – 09.



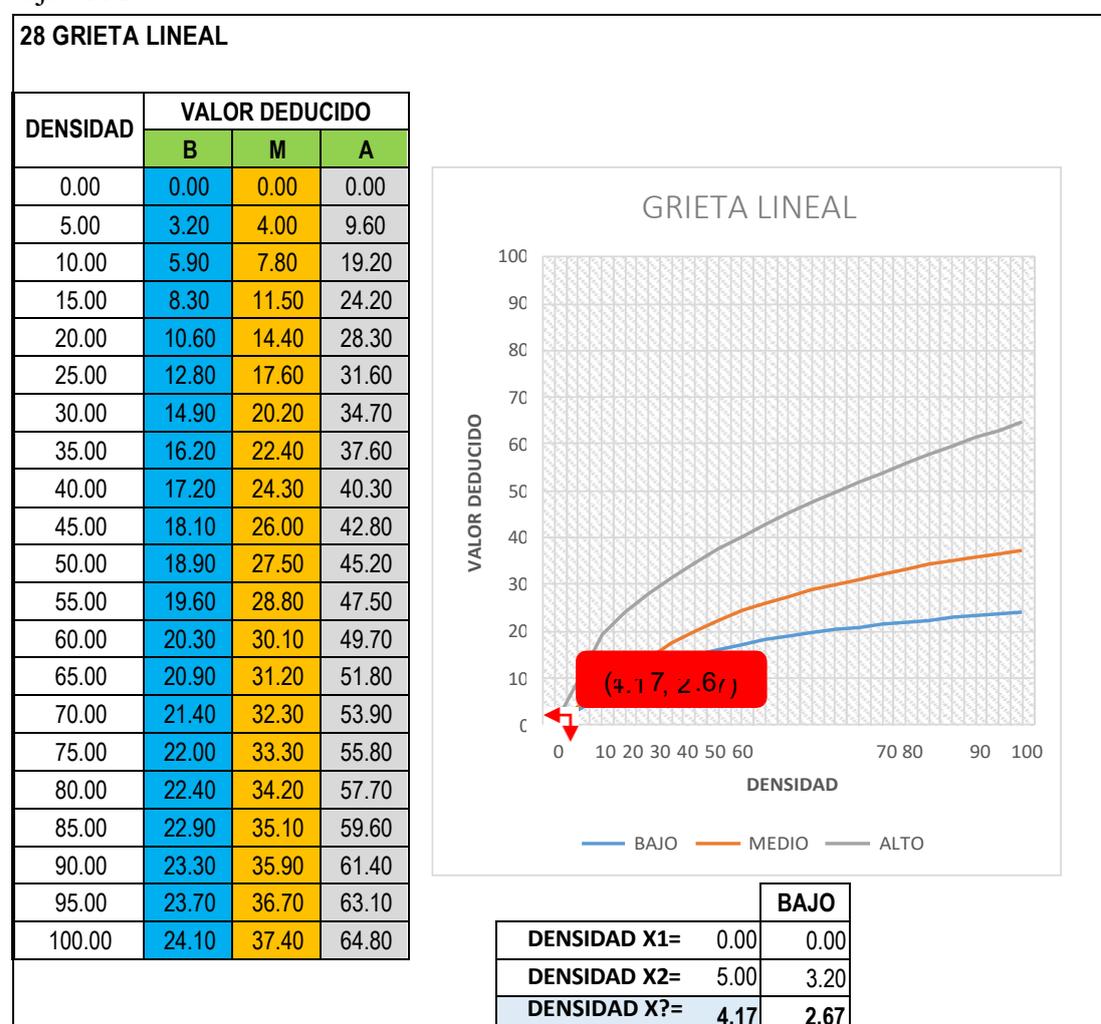
Fuente: Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-79:** Valores deducidos para daño de sello de junta. UM – 09.

<b>26 SELLO DE JUNTA</b>	
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	BAJO 2 PUNTOS
	MEDIO 4 PUNTOS
	ALTO 8 PUNTOS

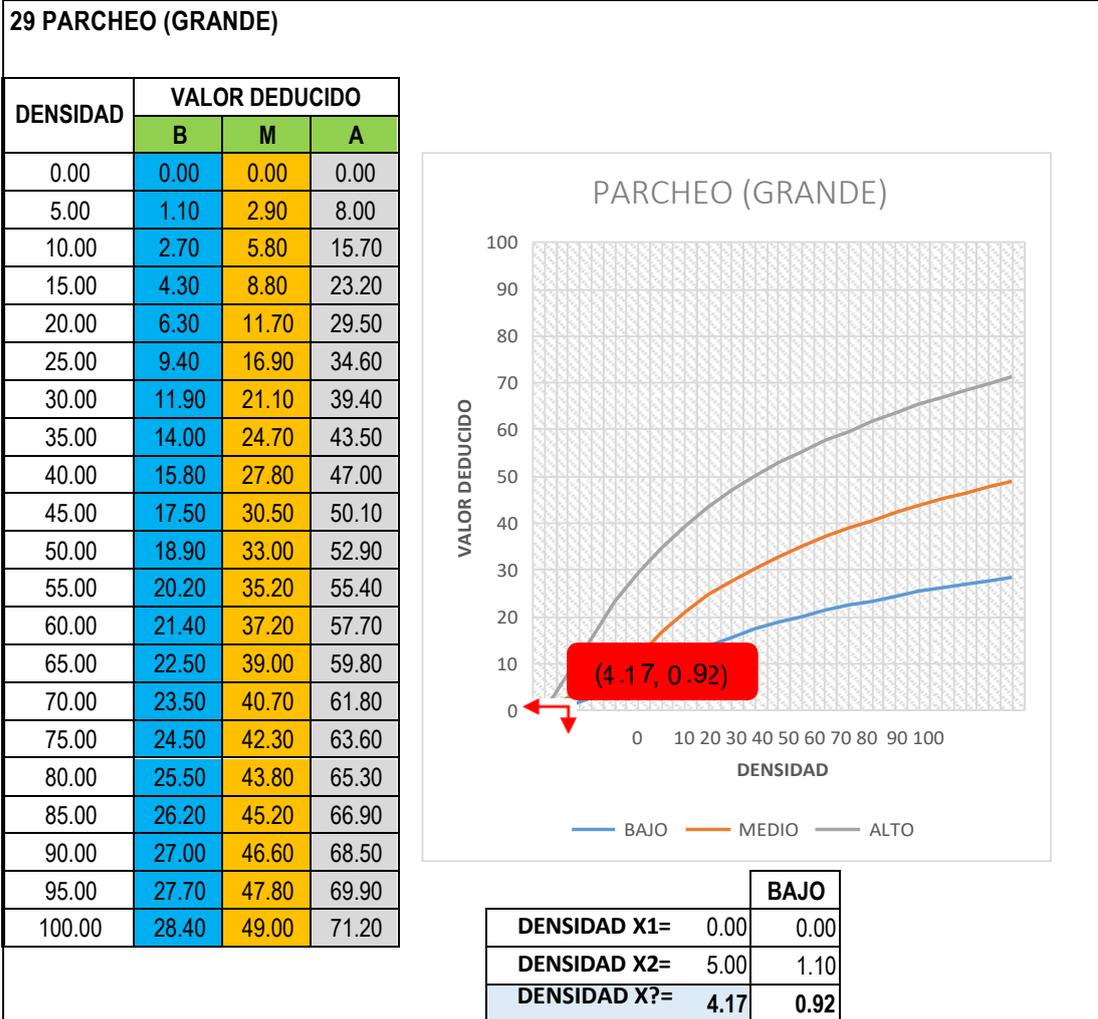
**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-80:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido grieta lineal, severidad baja. UM –09.



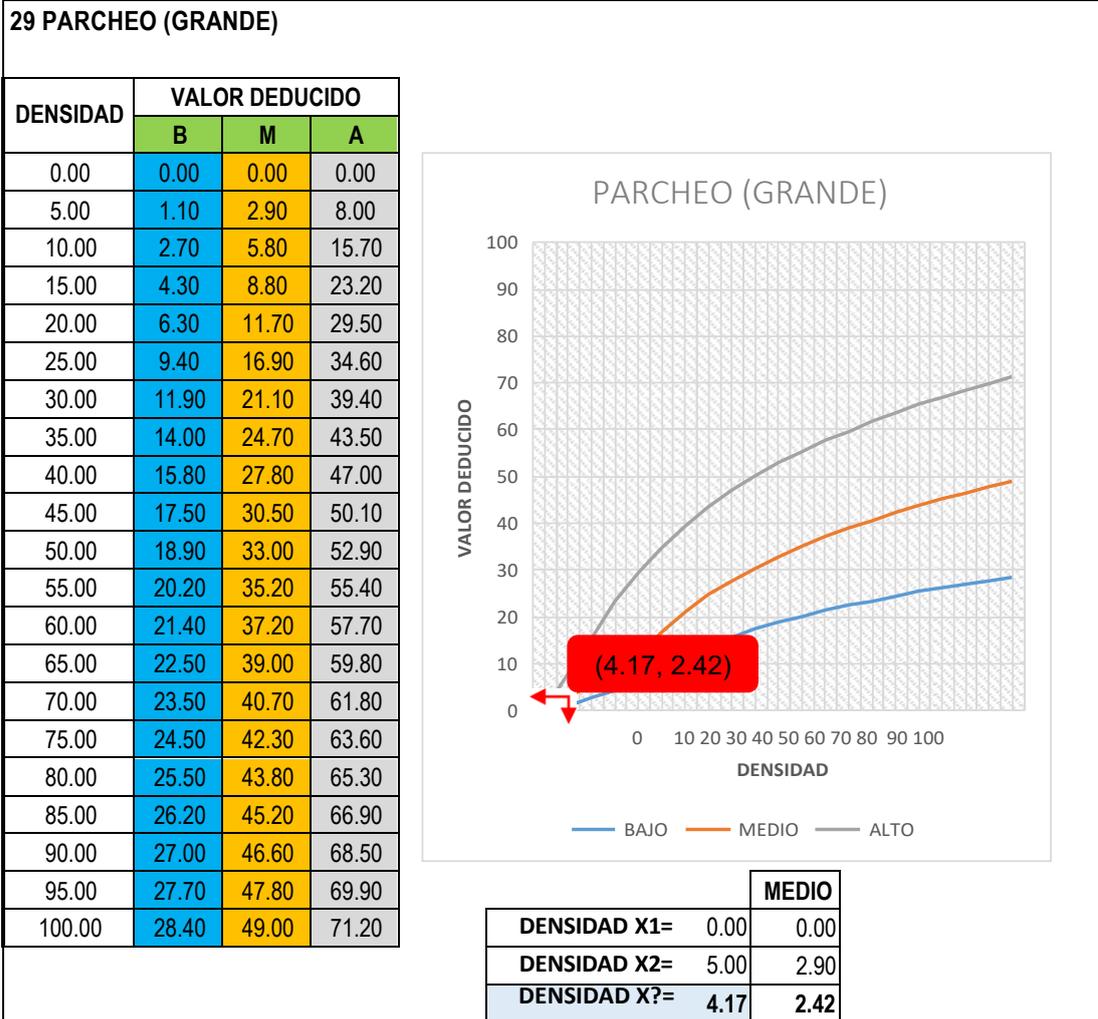
**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-81:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo (grande), severidad baja. UM – 09.



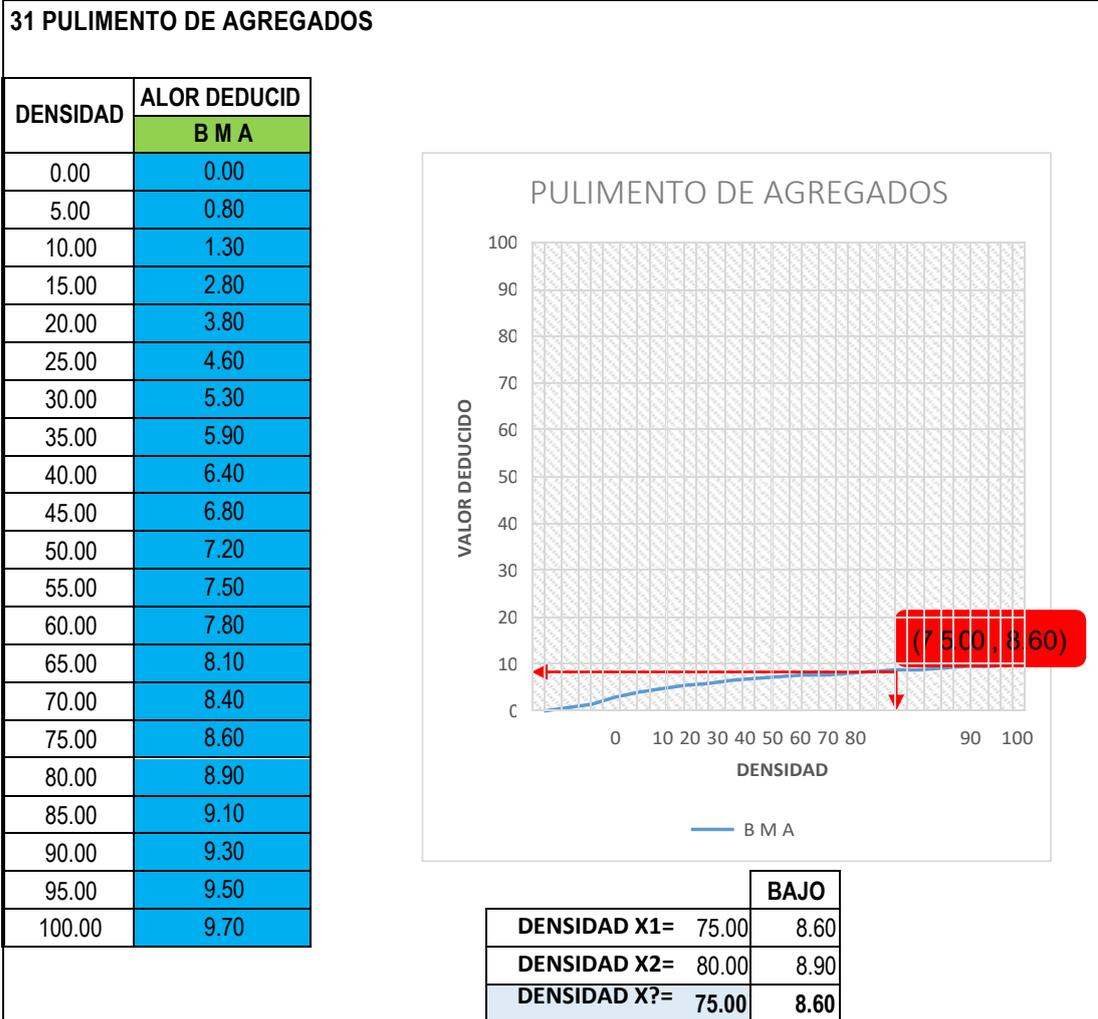
Fuente: Norma ASTM D6433-11

**Tabla 4-82:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo (grande), severidad media. UM – 09.



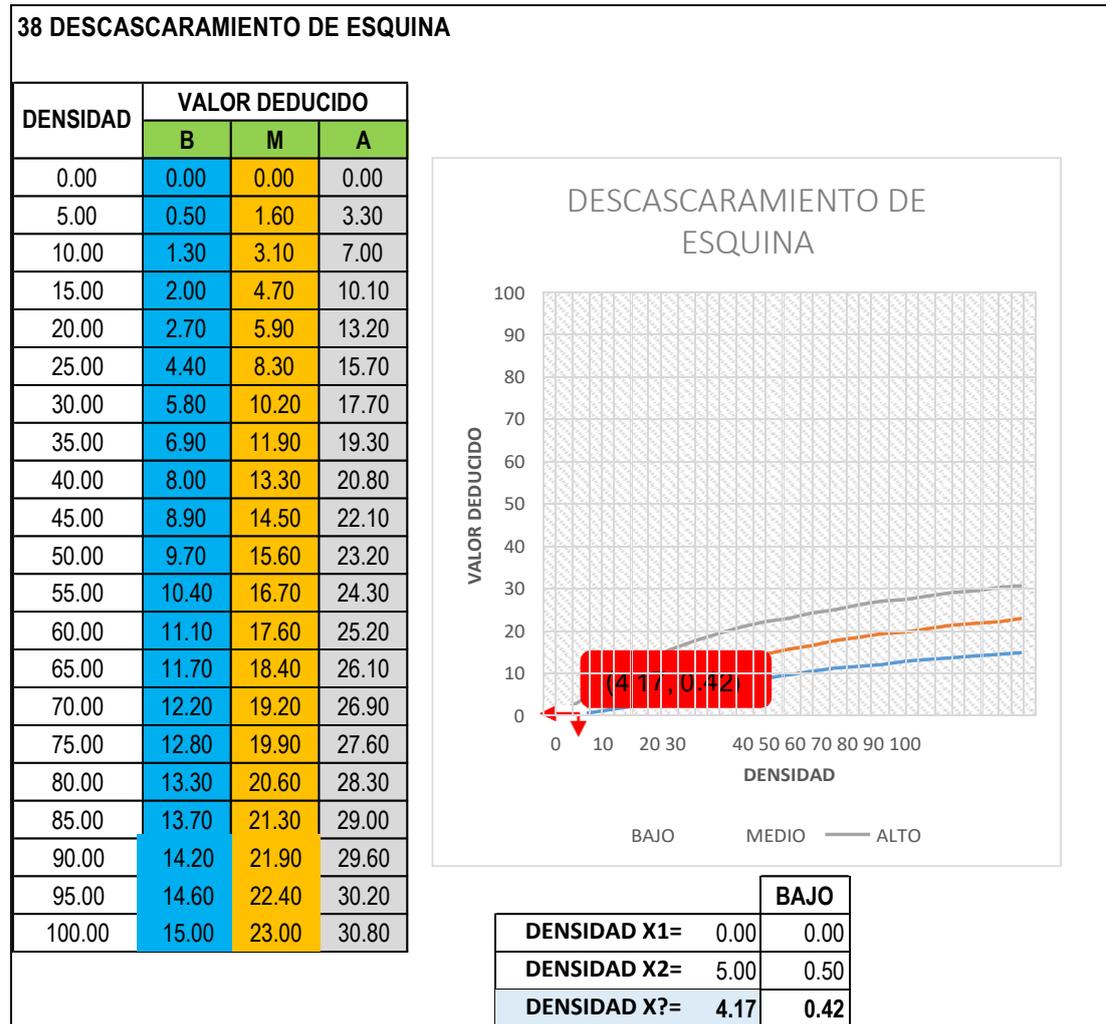
Fuente: Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-83:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido pulimento de agregados, severidad B M A. UM – 09.



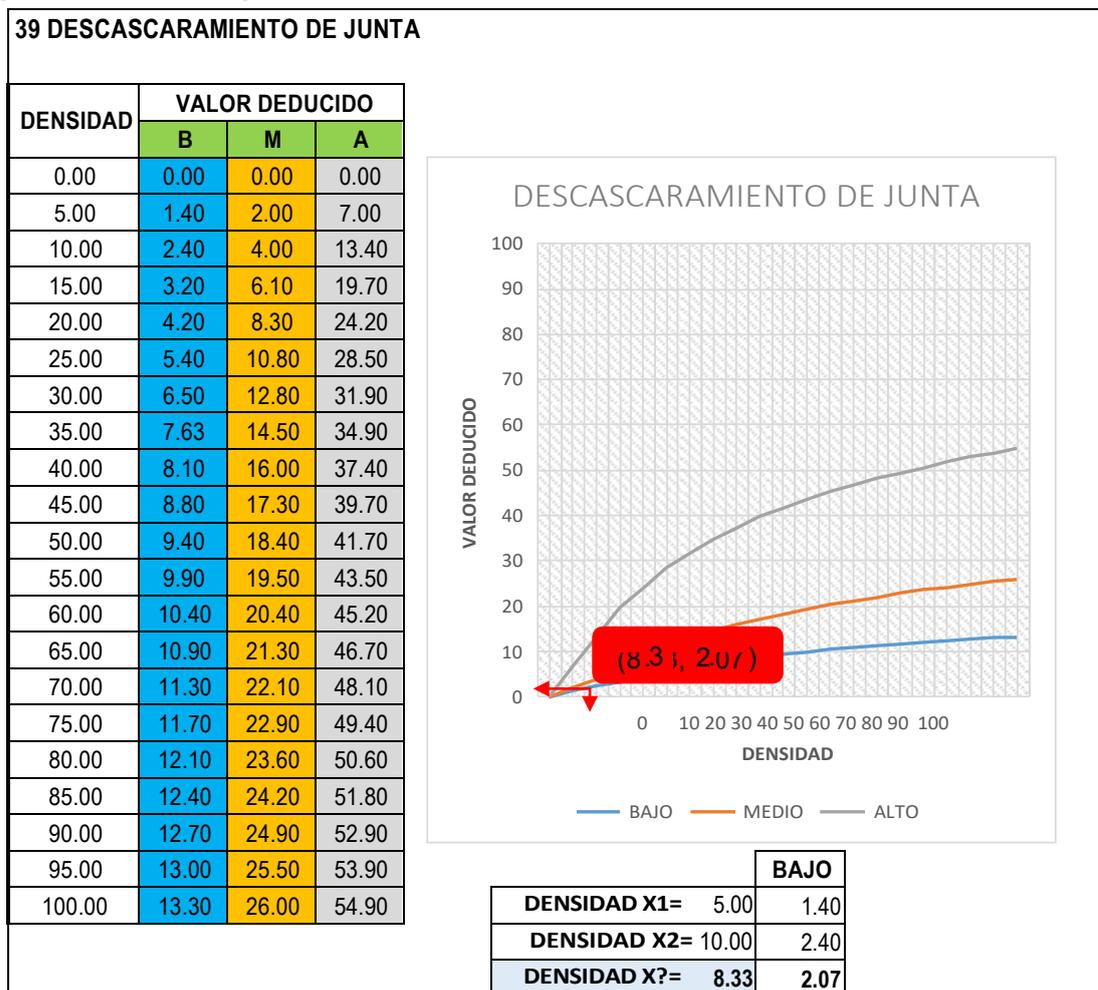
**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-84:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido descascaramiento de esquina, severidad baja. UM – 09.



Fuente: Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-85:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido descascaramiento de junta, severidad baja. UM – 09.



Fuente: Norma ASTM D6433-11.

**Cuadro 4-18:** Cálculo del valor deducido corregido (método interpolación). UM – 09.

	X <sub>i</sub>	X <sub>(i+1)</sub>	Y <sub>i</sub>	Y <sub>(i+1)</sub>	VDT	VDC
q5	27.00	30.00	0.00	0.00	27.15	0.00
q4	27.00	30.00	14.00	16.00	27.08	14.06
q3	20.00	27.00	11.00	15.90	26.67	15.67
q2	20.00	27.00	16.00	21.90	26.00	21.06
q1	16.00	20.00	16.00	20.00	19.93	19.93

$$Y = Y_i + \left[ \left( \frac{X - X_i}{X_{(i+1)} - X_i} \right) (Y_{(i+1)} - Y_i) \right]$$

**DONDE:**  
X=VDT VALOR DEDUCIDO TOTAL  
Y=VDC VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.10 UNIDAD DE MUESTRA – TRAMO 10

**Cuadro 4-19:** Datos generales. UM – 10.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433-11)													
PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO HIDRÁULICO													
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL POR UNIDADES DE MUESTREO													
TRAMO: 10		INSPECCIONADO POR: BACH. FREDY DEL AGUILA SALAS											
SEGMENTO: 1		ABSCISA INICIAL: 0+515.8											
FECHA DE INSPECCIÓN: oct-17		ABSCISA FINAL: 0+562.7										NÚMERO DE LOSAS= 24	
ESQUEMA													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1													1
2	A115	A116	A117	A118	A119	A120	A121	A122	A123	A124	A125	A126	2
3	B115	B116	B117	B118	B119	B120	B121	B122	B123	B124	B125	B126	3
4													4

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4-86:** Resumen de número de losas con daño, densidades y cálculo del valor deducido. UM – 10.

NO.	DAÑO	NRO DE LOSAS			DENSIDAD			VALOR DEDUCIDO		
		B	M	A	B	M	A	B	M	A
21	ROTURA POR PANDEO (BLOWUP /BUCKLING)				-	-	-			
22	GRIETA DE ESQUINA				-	-	-			
23	LOSA DIVIDIDA				-	-	-			
24	GRIETA DE DURABILIDAD ("D")				-	-	-			
25	ESCALA	5			20.83	-	-	8.07		
26	SELLO DE JUNTA	24			100.0	-	-	2		
27	DESNIVEL CARRIL / BERMA				-	-	-			
28	GRIETAS LINEALES	4			16.67	-	-	9.07		
29	PARCHEO GRANDE (> 0.5 M²)		4	2	-	16.67	8.33		9.77	13.13
30	PARCHEO PEQUEÑO (≤ 0.5 M²)	1			4.17	-	-	0.00		
31	PULIMENTO DE AGREGADOS	7			29.17	-	-	5.18		
32	DESPRENDIMIENTOS (POPOUTS)				-	-	-			
33	BOMBEO				-	-	-			
34	PUNZONAMIENTO				-	-	-			
35	CRUCE DE VÍA FÉRREA				-	-	-			
36	DESCASCARAMIENTO POR AGRIETAMIENTO				-	-	-			
37	GRIETAS DE RETRACCIÓN				-	-	-			
38	DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA				-	-	-			
39	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA				-	-	-			

Fuente: Elaboración propia.

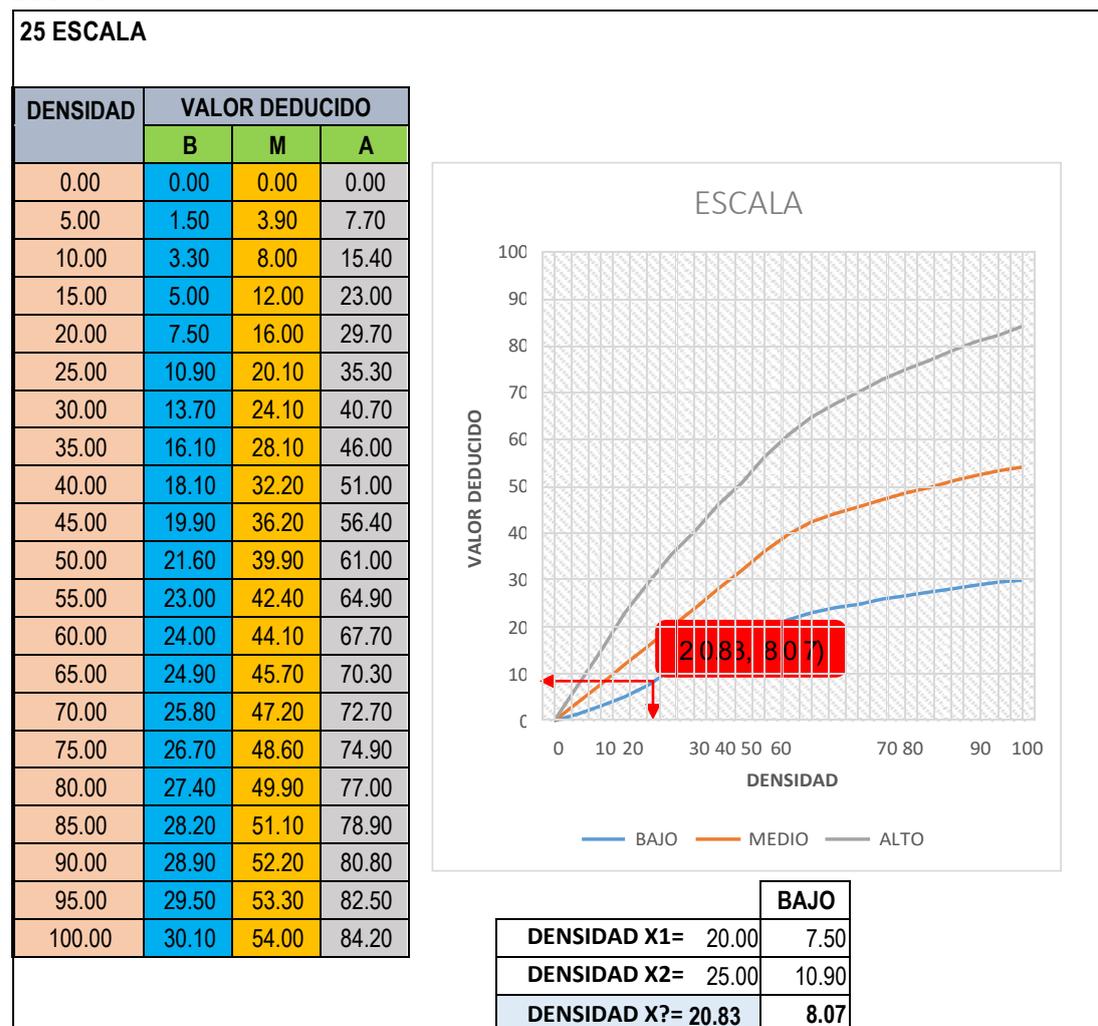
**Tabla 4-87:** Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI) UM - 10

CALCULO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO(PCI)																	
N°	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	qi	CDV				
1	13.13	9.77	9.07	8.07	5.18	2.00						47.22	5	24.53			
2	13.13	9.77	9.07	8.07	2.00	2.00						44.03	4	25.12			
3	13.13	9.77	9.07	2.00	2.00	2.00						37.97	3	23.90			
4	13.13	9.77	2.00	2.00	2.00	2.00						30.90	2	25.22			
5	13.13	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00						23.13	1	23.13			
												Max CDV=		25.22			
PCI =		100 - MAX CDV													CLASIFICACION		MUY BUENO
PCI =		74.78															

NUMERO DE DEDUCIDOS > 2(q) =	7.00
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO =	13.13
NUMERO ADMISIBLE DE DED. =	8.98

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4-88:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido escala, severidad baja. UM – 10.



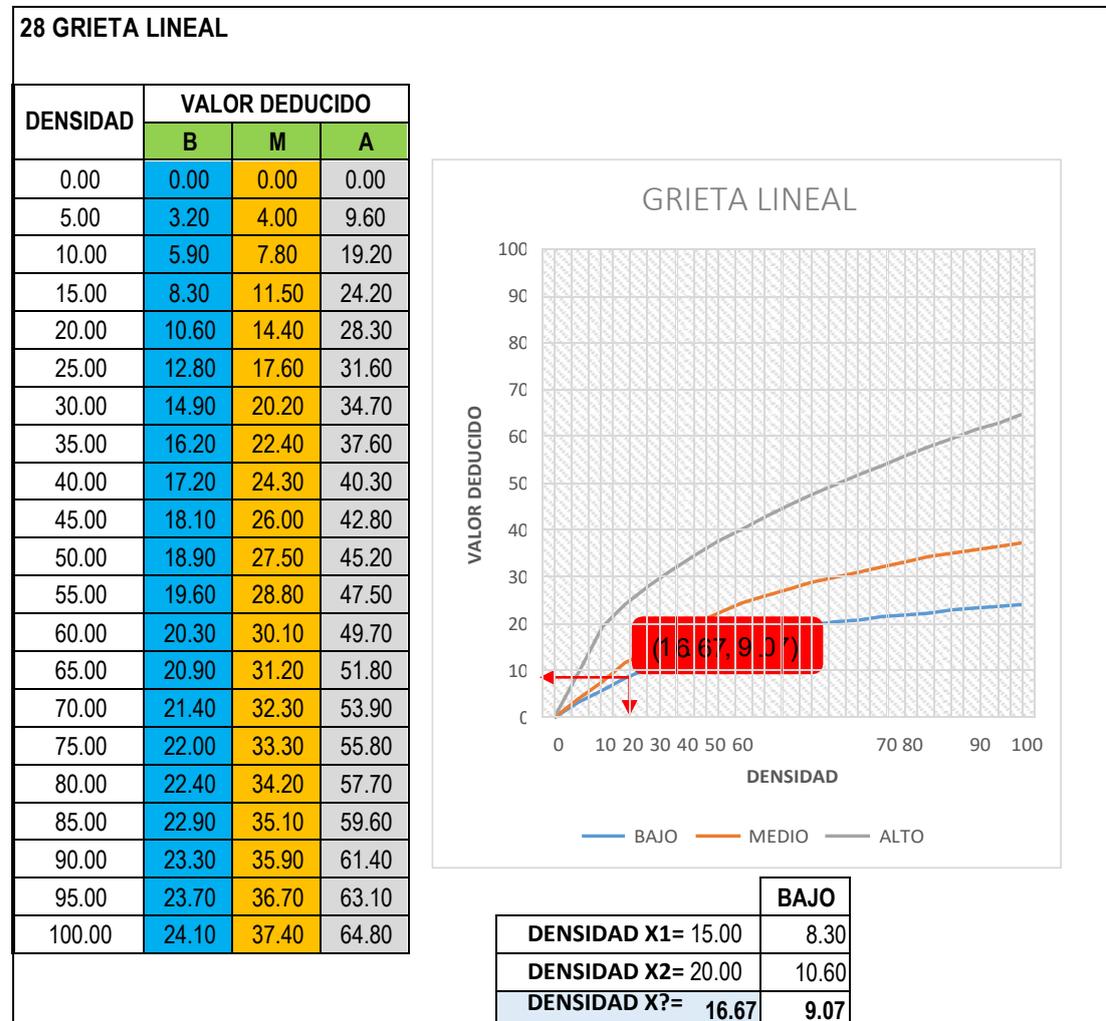
Fuente: Norma ASTM D6433-11

**Tabla 4-89:** Valores deducidos para daño de sello de junta. UM – 10.

<b>26 SELLO DE JUNTA</b>		
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	BAJO	2 PUNTOS
	MEDIO	4 PUNTOS
	ALTO	8 PUNTOS

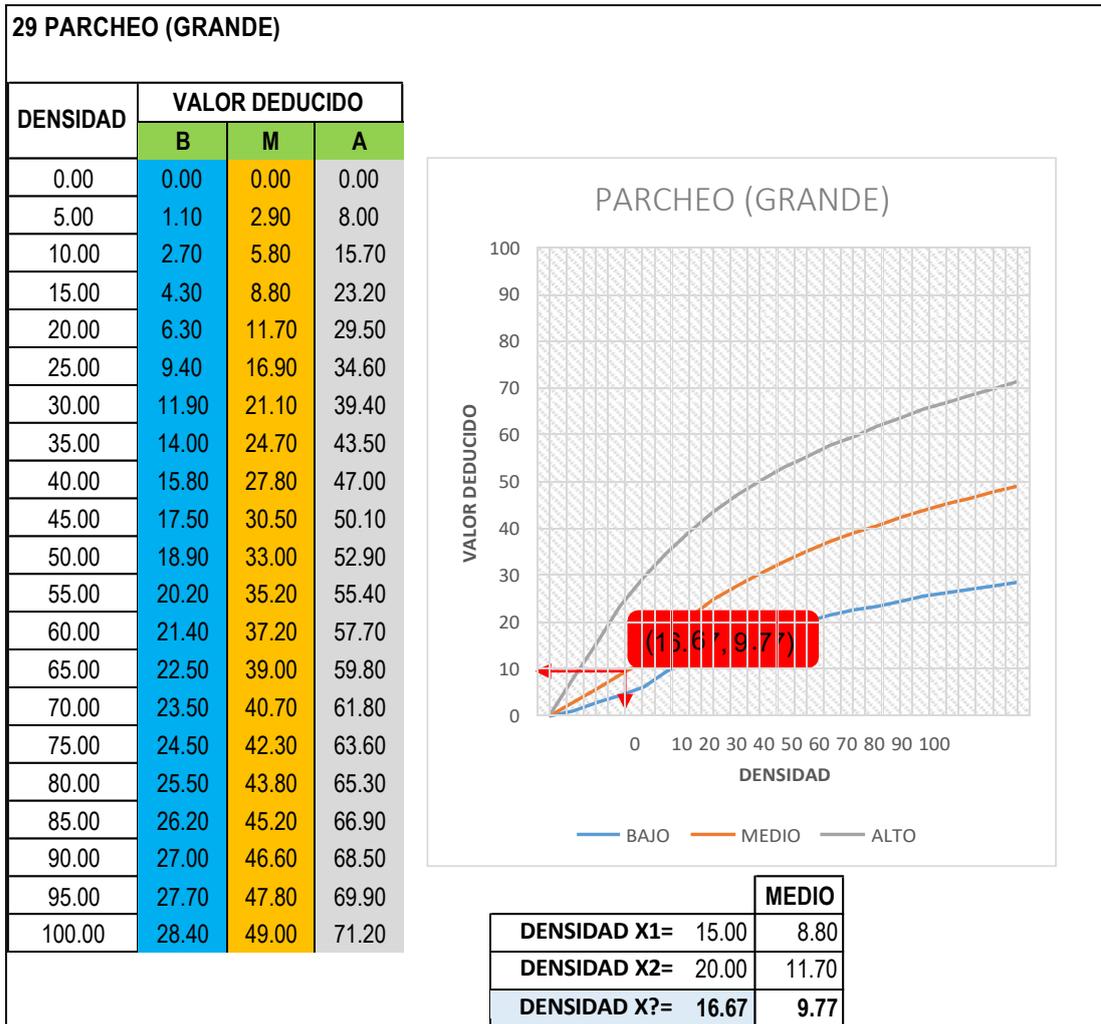
**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-90:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido grieta lineal, severidad baja. UM – 10.



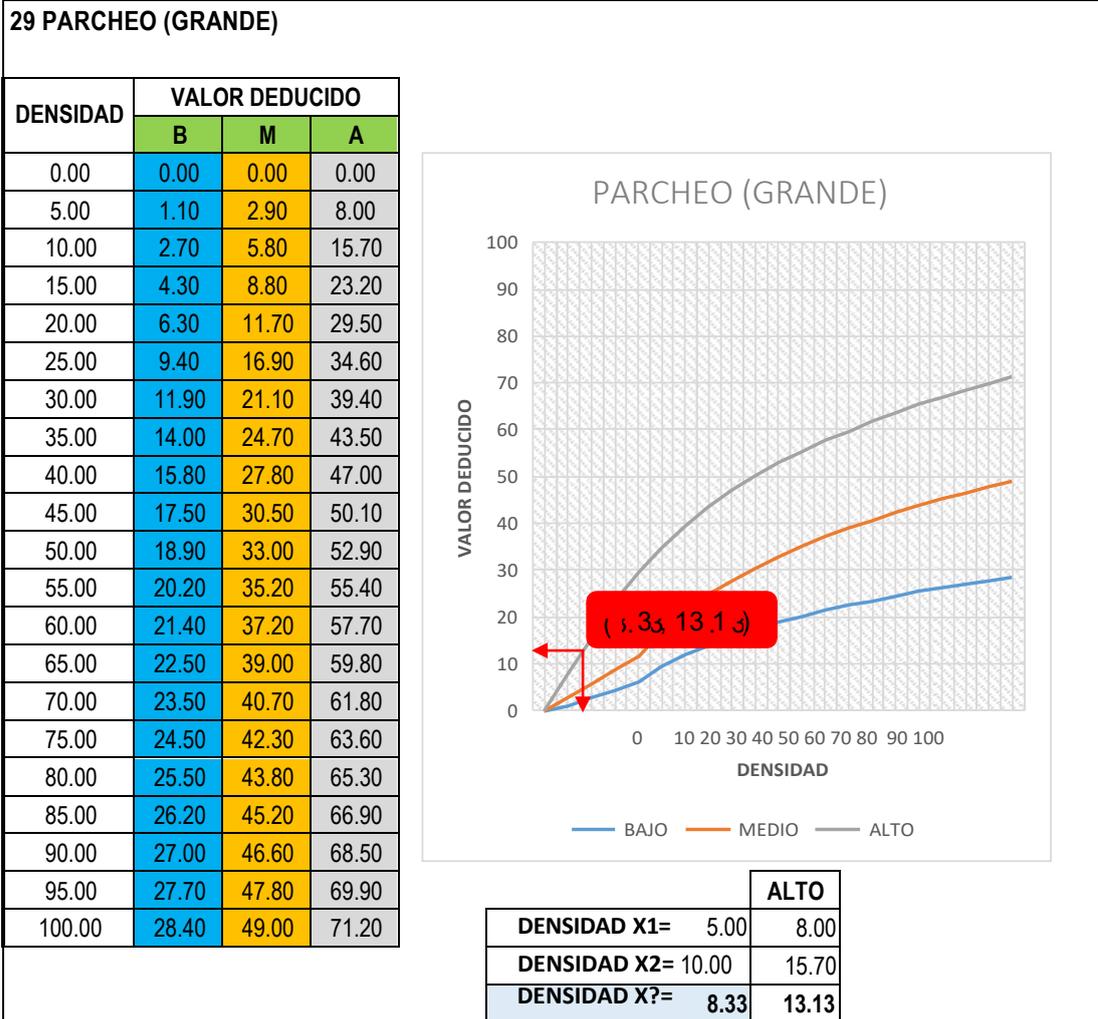
**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-91:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo (grande), severidad media. UM – 10.



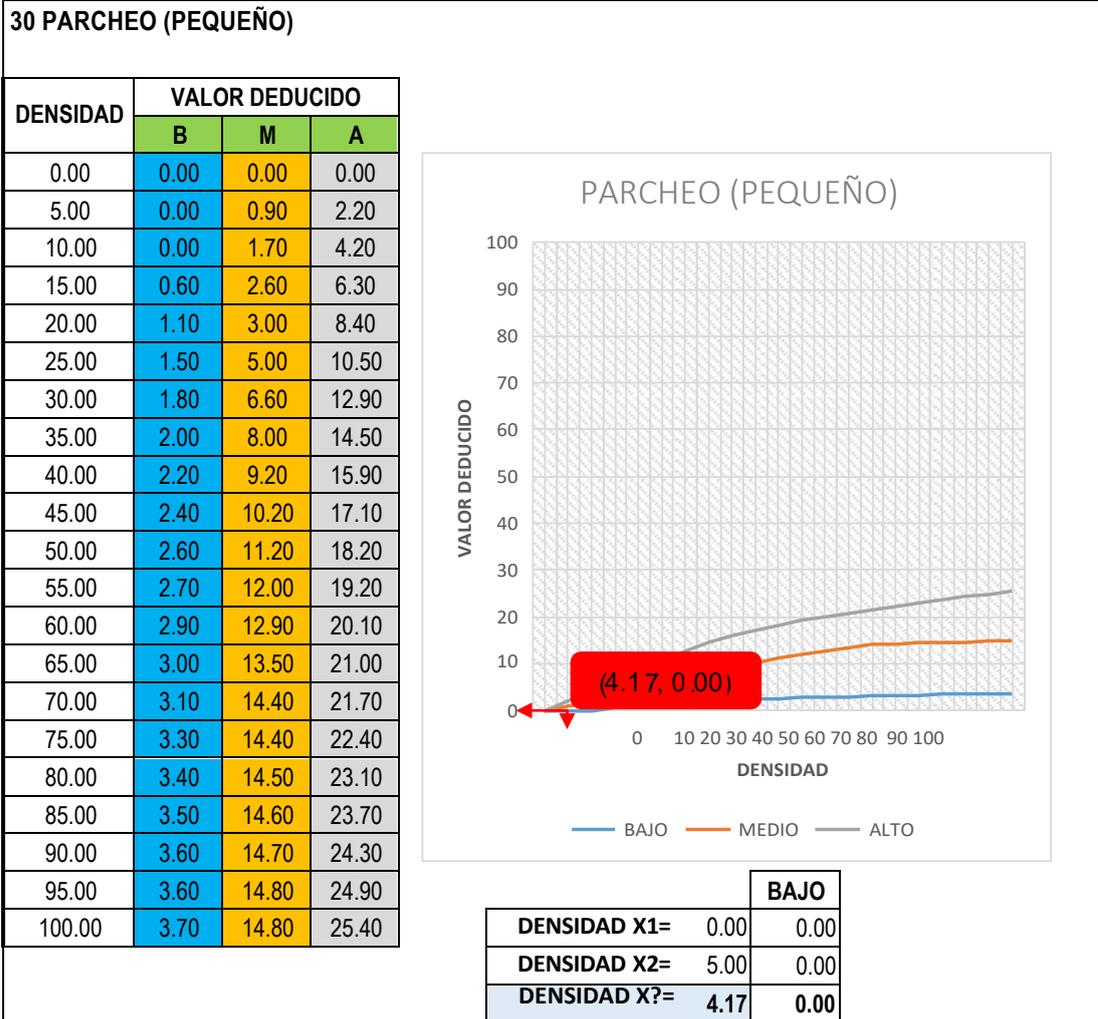
Fuente: Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-92:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo (grande), severidad alta. UM – 10.



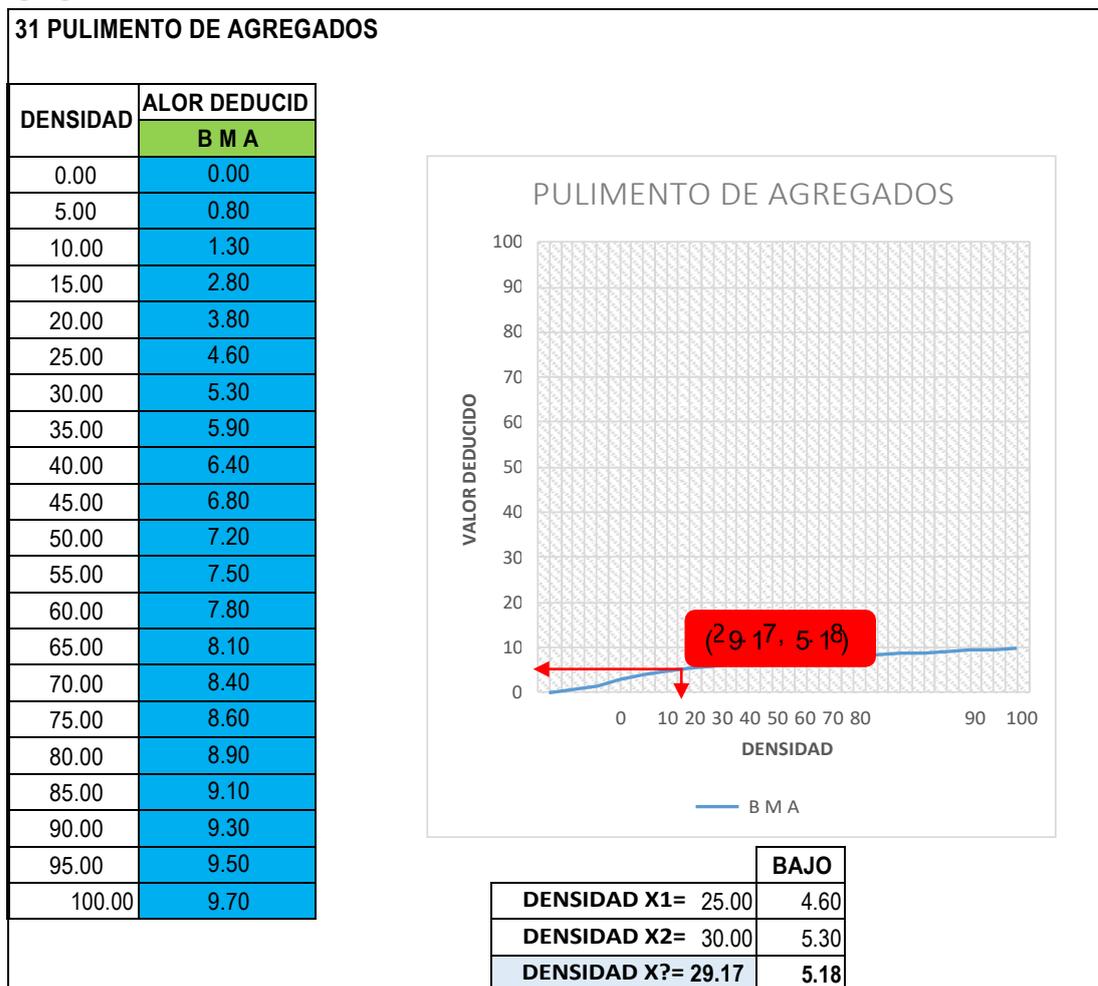
Fuente: Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-93:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido parcheo (pequeño), severidad baja. UM – 10.



Fuente: Norma ASTM D6433-11.

**Tabla 4-94:** Abaco y grafico para el cálculo de valor deducido pulimento de agregados, severidad B M A. UM – 10.



**Fuente:** Norma ASTM D6433-11.

**Cuadro 4-20:** Cálculo del valor deducido corregido (método interpolación). UM – 09

	X <sub>i</sub>	X <sub>(i+1)</sub>	Y <sub>i</sub>	Y <sub>(i+1)</sub>	V D T	V D C
q5	40.00	50.00	20.20	26.20	47.22	<b>24.53</b>
q4	40.00	50.00	22.50	29.00	44.03	<b>25.12</b>
q3	35.00	40.00	21.70	25.40	37.97	<b>23.90</b>
q2	30.00	35.00	24.50	28.50	30.90	<b>25.22</b>
q1	20.00	27.00	20.00	27.00	23.13	<b>23.13</b>

$$Y = Y_i + \left[ \left( \frac{X - X_i}{X_{(i+1)} - X_i} \right) (Y_{(i+1)} - Y_i) \right]$$

**DONDE:**  
 X=VDT VALOR DEDUCIDO TOTAL  
 Y=VDC VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

**Fuente:** Elaboración Propia.

#### 4.11 RESULTADO FINALES.

Del análisis previo se puede obtener los siguientes resultados:

Se inspecciono un total de 10 unidades de muestra donde la cantidad de losas inspeccionadas por cada unidad de muestra oscila entre 24, 26 y 28, la cantidad de losas por cada unidad de muestra se verifica en el *cuadro 4-11*.

**Cuadro 4-21:** Resumen de valores PCI y calificación por cada unidad de muestra.

RESUMEN DE VALORES PCI Y CALIFICACION POR CADA UNIDAD DE MUESTRA.						
UM	ABSCISA INICIAL:	ABSCISA FINAL:	CANT. DE LOSAS	PCI	CALIFICACION	RANGO PCI FINAL
01	0+000.00	0+060.00	26	20.45	MUY MALO	50.06
02	0+060.00	0+122.00	26	60.41	BUENO	
03	0+122.00	0+191.70	28	33.49	MALO	
04	0+191.70	0+244.40	26	28.49	MALO	
05	0+244.40	0+308.10	26	33.10	MALO	
06	0+308.10	0+363.80	28	33.83	MALO	
07	0+363.80	0+418.90	28	65.07	BUENO	
08	0+418.90	0+470.95	28	72.03	MUY MALO	
09	0+470.95	0+515.80	24	78.94	MUY MALO	
10	0+515.80	0+562.70	24	74.78	MUY MALO	
					CALIFICACION	REGULAR

**Fuente:** Elaboración propia.

Además se puede ver en el *cuadro 4-11* que de las (10) diez unidades de muestra (03) tres unidades de muestra presentan una calificación MUY BUENO y representa el 30%, (02) dos con una calificación BUENO, (04) cuatro de calificación MALO y solo (01) una unidad de muestra presenta una calificación MUY MALO. El promedio ponderado encontrado del PCI del

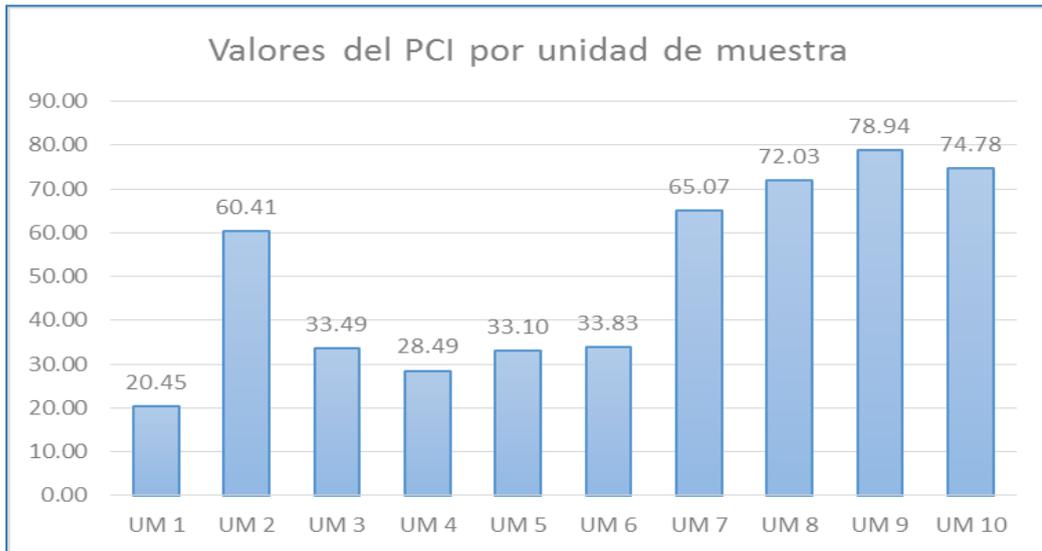
pavimento en estudio es de 50.06 lo que determina una calificación de un pavimento REGULAR.

En el *cuadro 4-12* se verifica que se hallaron 347.00 daños de severidad BAJA, 192.00 de severidad MEDIA y 114 daños de severidad ALTA, también se puede apreciar que no se encontraron daños como el blowup /buckling, grieta de durabilidad “d”, desprendimientos (popouts), bombeo, cruce de vía férrea, descascaramiento por agrietamiento y grietas de retracción.

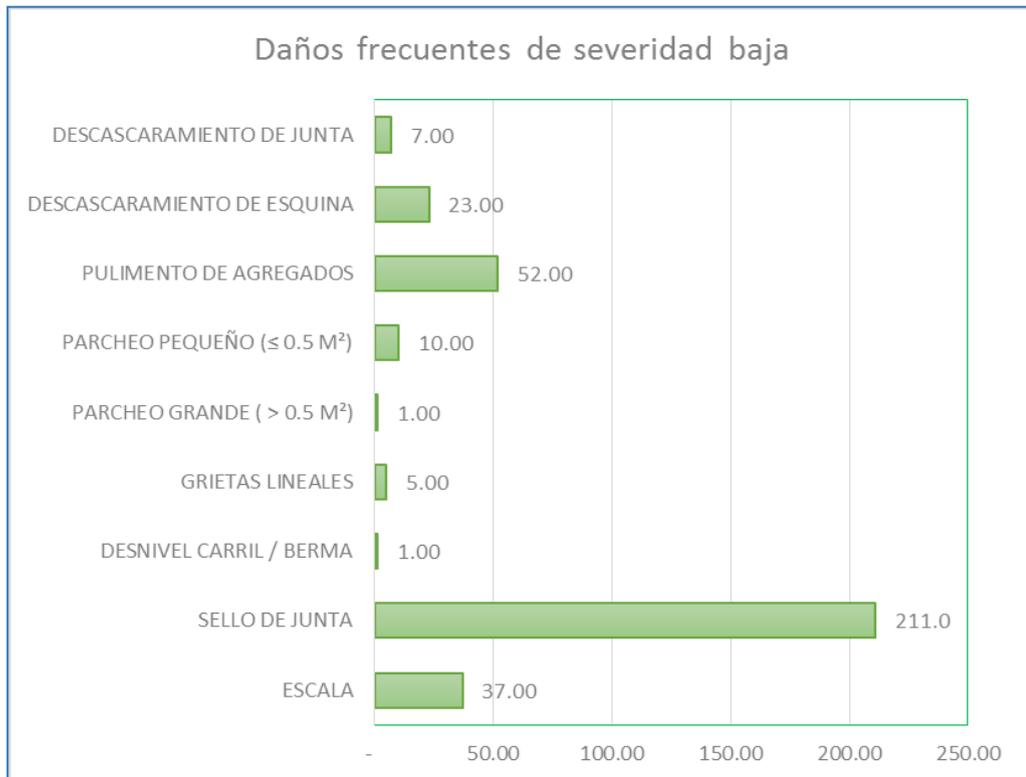
**Cuadro 4-22:** Cantidad de losas afectadas y sus respectivas severidades.

CANTIDAD DE LOSAS AFECTADAS Y SEVERIDAD BAJA - MEDIA - ALTA				
NO.	DAÑO	NRO DE LOSAS		
		B	M	A
21	ROTURA POR PANDEO (BLOWUP /BUCKLIN	-	-	-
22	GRIETA DE ESQUINA	-	-	2.00
23	LOSA DIVIDIDA	-	1.00	26.00
24	GRIETA DE DURABILIDAD ("D")	-	-	-
25	ESCALA	37.00	-	-
26	SELLO DE JUNTA	211.0	32.00	-
27	DESNIVEL CARRIL / BERMA	1.00	-	-
28	GRIETAS LINEALES	5.00	11.00	79.00
29	PARCHEO GRANDE ( > 0.5 M <sup>2</sup> )	1.00	13.00	7.00
30	PARCHEO PEQUEÑO ( ≤ 0.5 M <sup>2</sup> )	10.00	1.00	-
31	PULIMENTO DE AGREGADOS	52.00	133.0	-
32	DESPRENDIMIENTOS (POPOUTS)	-	-	-
33	BOMBEO	-	-	-
34	PUNZONAMIENTO	-	1.00	-
35	CRUCE DE VÍA FÉRREA	-	-	-
36	DESCASCARAMIENTO PORAGRIETAMIENTOC	-	-	-
37	GRIETAS DE RETRACCIÓN	-	-	-
38	DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA	23.00	-	-
39	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA	7.00	-	-
TOTAL		347.0	192.0	114.0

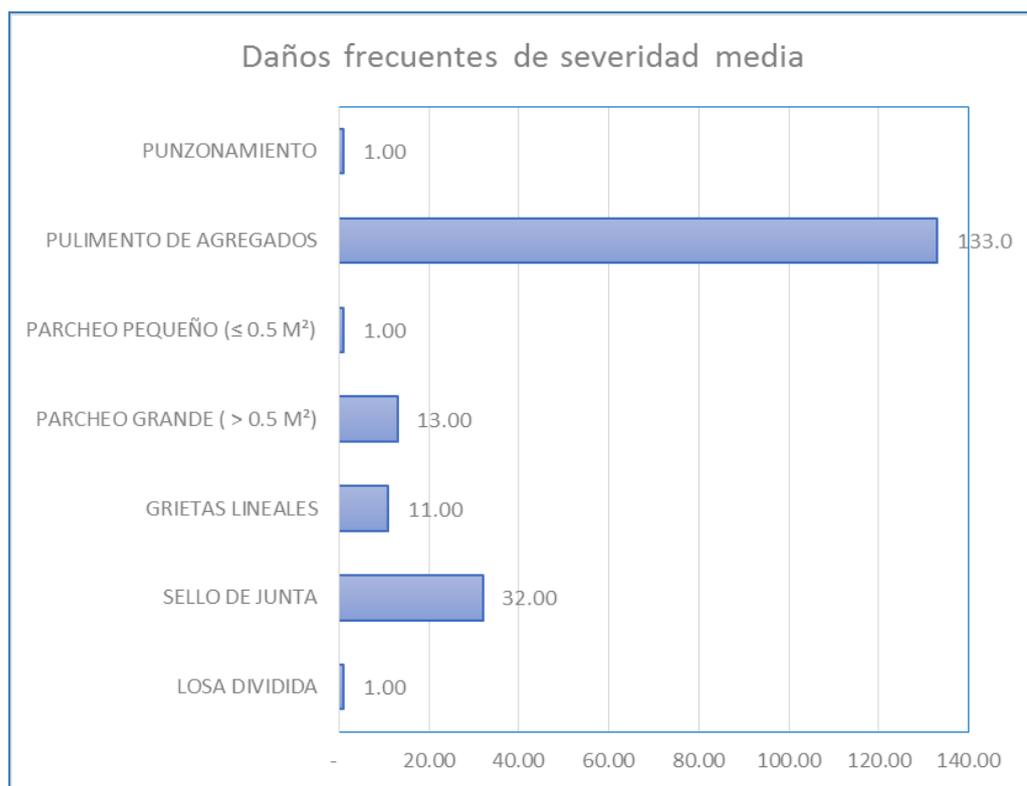
**Fuente:** Elaboración propia.



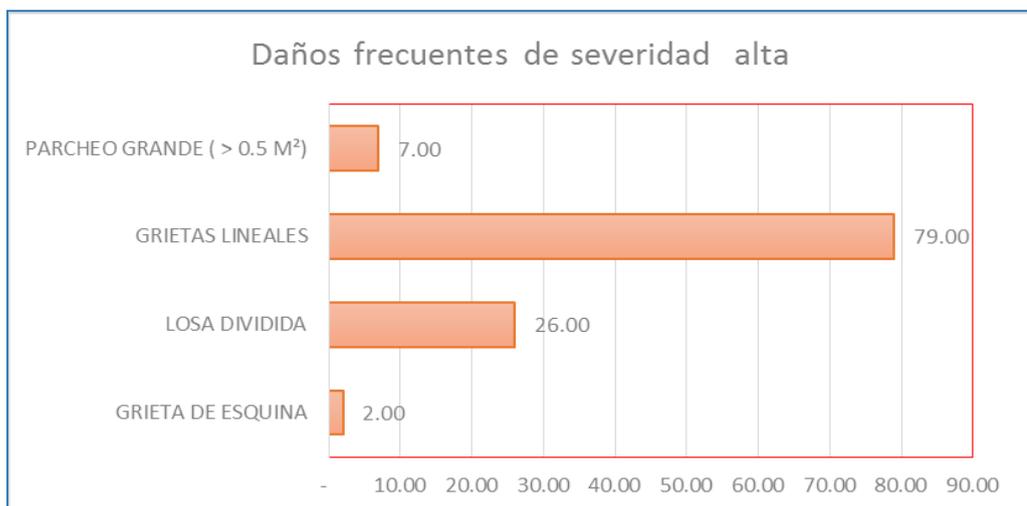
**Gráfico 4-1** Valores del PCI por unidad de muestra. **Fuente:** Elaboración propia.



**Gráfico 4-2:** Daños frecuentes de severidad baja. **Fuente:** Elaboración propia



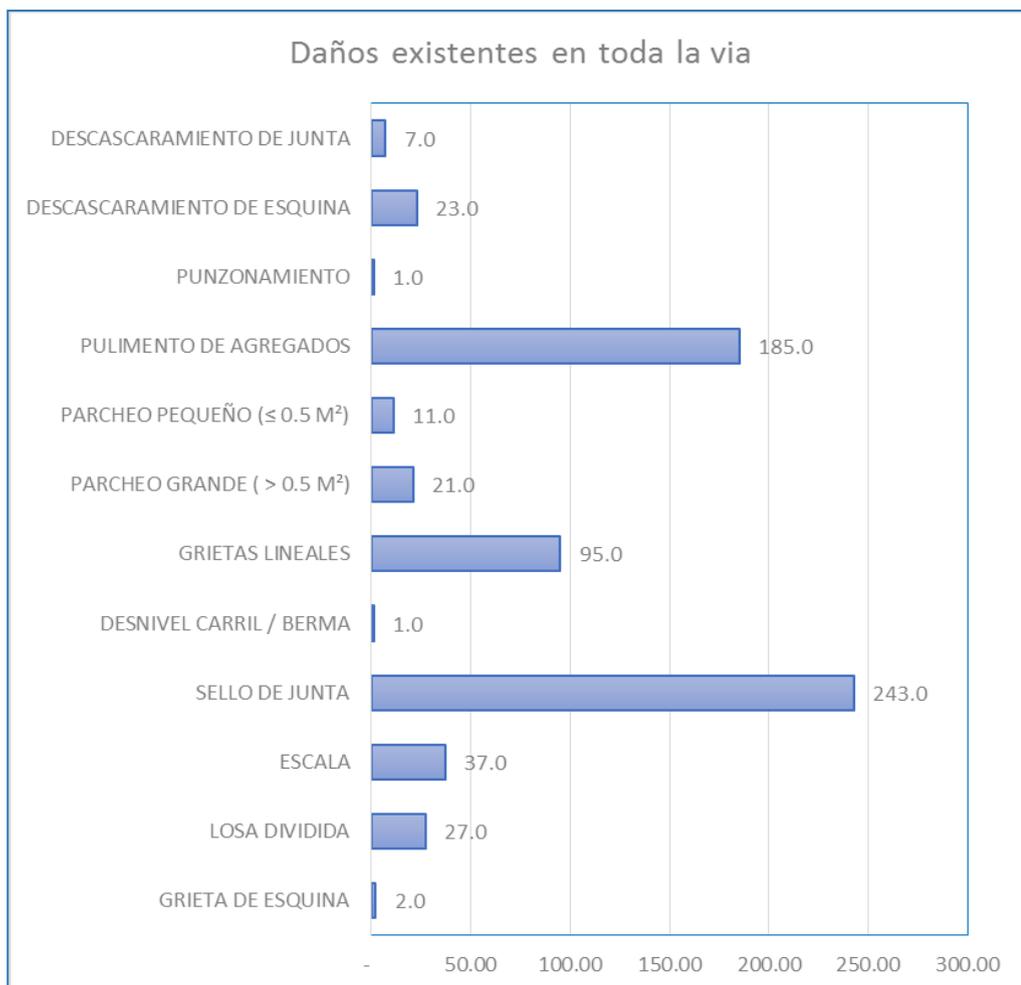
**Gráfico 4-3:** Daños frecuentes de severidad media. **Fuente:** Elaboración propia.



**Gráfico 4-4:** Daños frecuentes de severidad alta. **Fuente:** Elaboración propia

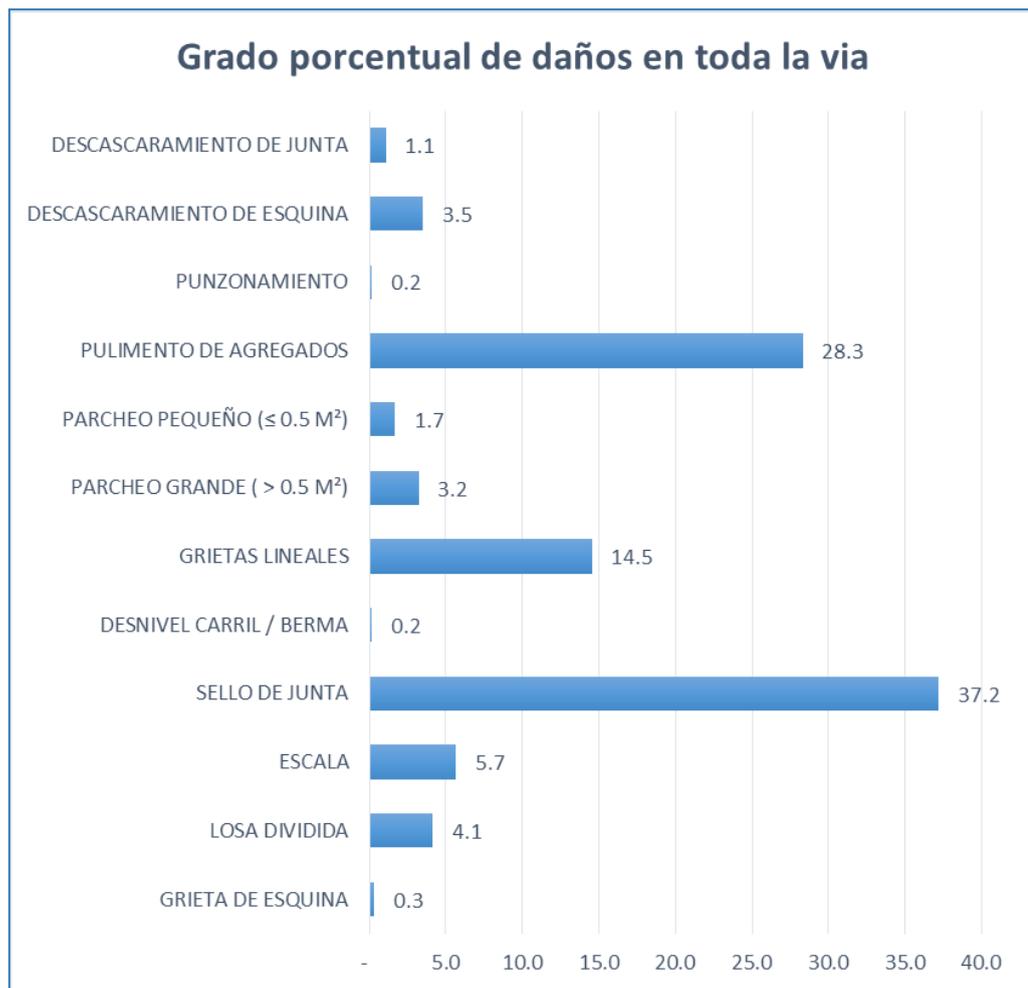
En el *gráfico 4-2*, *grafico 4-3* y *grafico 4-4*, se puede ver las fallas que frecuentes que de severidad baja, media y alta respectivamente. En el de

severidad baja solo se encuentran solo (09) nueve fallas encontradas en la de severidad media (07) siete fallas y finalmente en la de severidad alta so se encontraron (04) cuatro fallas



**Gráfico 4-5:** Daños existentes en toda la vía. **Fuente:** Elaboración Propia.

El *grafico 4-5* describe los daños existentes en toda la vía y resalta la cantidad de fallas encontradas a lo largo del pavimento. La falla de sello de junta es la que más predomina con un total de 243 losas afectadas.



**Gráfico 4-6:** Grado porcentual de daños en toda la vía. **Fuente:** Elaboración propia

El *gráfico 4-6* relaciona la cantidad de daños existentes con el porcentaje de afectación y como podemos ver el daño de sello de junta es el que más afecta al pavimento seguido por el pulimento de agregados.

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **5.1 CONCLUSIONES.**

- El estudio de este pavimento radica en la importancia que tiene un volumen de tránsito que tiene esta vía y esto se debe a que esta vía es el acceso principal al Hospital Regional de Pucallpa.
- Para el análisis del estado de esta vía se estudió 264 paños con una subdivisión de 10 unidades de muestra, y todas fueron evaluadas. El 30 % representa una clasificación de MUY BUENA, el 20% de una clasificación BUENA, 40% de una clasificación MALA y 10% de una clasificación MUY MALA. Esto se debe a las diferentes condiciones del en las que fueron construidas, estas condiciones son el tiempo de vida en la que fueron construidas. Finalmente es notorio establecer que en su conjunto la vía tiene un PCI de clasificación REGULAR.
- Las patologías que alcanzan mayores daños a excepción del daño de sello de junta y pulimento de agregados son las grietas lineales y el de escala.
- Los daños que no se encontraron son: el blowup /buckling, grieta de durabilidad “d”, desprendimientos (popouts), bombeo, cruce de vía férrea, descascaramiento por agrietamiento y grietas de retracción.
- El daño de sello de junta es el que tiene mayor incidencia y afecta a 243 losas y el que menor afectación es el de punzonamiento con (01) una losa con el grado de severidad media.

## 5.2 RECOMENDACIONES.

- Esta evaluación desarrollada determina el grado y la condición del pavimento, por ello se hace necesario tomar medidas para que se efectúen medidas de mantenimiento y reparación para cada patología establecida en este informe.
- Además, es necesario realizar diversos análisis periódicos del Índice de Comportamiento de esta vía para así establecer la curva de comportamiento del pavimento.
- Se debe establecer medidas correctivas distintas por cada unidad de muestra encontrados ya que el valor del PCI es variable en cada tramo.
- En cuanto al sello de junta se debe ejecutar el remplazo cada dos (02) años ya que la severidad promedio de este daño es de calificación media.
- Otra patología existente que requiere mayor interés en sus opciones de reparación es las grietas lineales y las que presenta el nivel de severidad alto requieren sellar las juntas periódicamente para evitar la filtración del agua en época de precipitaciones que por cierto en esta región es bastante frecuente.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

Ramos Nuñez FA. Estudio de los daños del Pavimento Rígido en algunas calles de de los Barrios Laguito, Castillogrande y Bocagrande en zonas con nivel freático alto en la ciudad de Cartagena. [Online]. Ambato; 2015 [cited 2017 Junio. Available from: <http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/1546/1/informe%20final%20de%20federico%20%20RAMOS%201.2.pdf>.

Ruiz Brito CA. Análisis de los factores que producen el deterioro en los pavimentos rígidos. [Online].; 2011 [cited 2017 Junio. Available from: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3033/1/T-ESPE-030924.pdf>.

Sanchez Diaz LE, Machuca Oliveros J. Estudio de las fallas en los pavimentos rígidos para el mantenimiento y rehabilitación de las vías principales del municipio de Tamalameque Cesar. [Online].; 2015 [cited 2017 Junio. Available from: <http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/782/1/27914.pdf>.

Cortez Llontop HC. Determinación y Evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional en las urbanizaciones Mariscal Cáceres y cruz de Motupe grupo 2 del distrito de San Juan de Lurigancho provinc. [Online].; 2014 [cited 2017

Junio. Available from:  
<http://erp.uladech.edu.pe/bibliotecavirtual/?ejemplar=00000034262>.

Chavez Graza JV. Determinacion y Evaluacion de las Patologias de Concreto en pavimento rígido en el distrito de Acopampa-Provincia de Carhuaz-region Ancash, Abril 2012. [Online].; 2012 [cited 2017 Junio. Available from:  
<http://erp.uladech.edu.pe/bibliotecavirtual/?ejemplar=00000025753>.

Menacho Tamara TM. Determinación y Evaluación de las patologías del concreto en el pavimento rígido de las calles del distrito de Pariacoto, provincia de Huaraz Región Ancash – Junio 2014. [Online].; 2014 [cited 2017 Junio. Available from:  
<http://erp.uladech.edu.pe/bibliotecavirtual/?ejemplar=00000036043>.

Universidad Mayor de San Simón - Facultad de Ciencias y Tecnologia. Pavimentos. [Online].; 2004 [cited 2017 Junio 13. Available from:  
[http://www.mediafire.com/download/31114pjmh3syibn/Libro\\_de\\_Pavimentos.pdf](http://www.mediafire.com/download/31114pjmh3syibn/Libro_de_Pavimentos.pdf).

Montejo Fonseca A. Ingenieria de Pavimentos Para Carreteras. [Online]. Bogota D. C.: Agora Editores; 2002. Available from:  
<https://s3.amazonaws.com/ppt-download/alfonsomontejofonseca-ingenieriadepavimentos-131113111320-phpapp01.pdf?response-content-disposition=attachment&Signature=SDPOOr9kS9KlekrV%2FwdWt86NUU>

[Y%3D&Expires=1486914764&AWSAccessKeyId=AKIAJ6D6SEMXSASX  
HDAQ.](#)

Monsalve Escobar LM, Giraldo Vasquez LC, Maya Gaviria J. Diseño de Paviimento Flexible y Rígido. [Online].; 2012 [cited 2017 Junio. Available from: <https://es.slideshare.net/rosabeatrizvillaloboshuaman/diseo-de-pavimento-flexible-y-rgido>.

INVIAS. Manual de Inspección visual para Pavimentos Rígidos. [Online].; 2006 [cited 2017 Junio. Available from: <https://www.invias.gov.co/index.php/servicios-al-ciudadano/normatividad/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-obras/664-manual-para-la-inspeccion-visual-de-pavimentos-rigidos/file>.

Cordo OV. Manual de Diseño de Pavimentos en Base al Método AASHTO - 93. [Online]. La Paz: Escuela de caminos de Montana; 2006 [cited 2017 Febrero. Available from: <https://s3.amazonaws.com/ppt-download/124980351-diseno-de-pavimento-metodo-aashto-93-espanol-150821153900-lva1-app6891.pdf?response-content-disposition=attachment&Signature=r8zXyAUQcOrlyeXGu%2FezjHFLhQk%3D&Expires=1486908007&AWSAccessKeyId=AKIAJ6D6SEMXSAS>.

Cruz Arias CM, Palacios Ramirez EE. Implementacion de un modelo de gestion Vial en algunos tramos de vía para el mantenimiento y recuperación de la malla vial en casco Urbano del Municipio de la Estrella. [Online].; 2012 [cited 2016 Diciembre 15. Available from:

<http://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/270/Implementaci%C3%B3n%20de%20un%20modelo%20de%20gesti%C3%B3n%20vial%20en%20algunos%20tramos%20de%20v%C3%ADa%20para%20el%20mantenimiento%20y%20recuperaci%C3%B3n%20de%20la%20malla%20vial%20en%20Ocasco%20>.

Quispe Galindo G. Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie de los pavimentos rígidos del centro urbano de Kimbiri, prov. de La Convención, Dpto de Cuzco. [Online].; 2013 [cited 2017 Junio. Available from: <http://erp.uladech.edu.pe/bibliotecavirtual/?ejemplar=00000035977>.

Becerra Salas M. Tópicos de Pavimentos de Concreto. [Online]. Lima: Flujo Libre; 2012. Available from: <http://s3.amazonaws.com/document.issuu.com/140121225039-fb8b9f2d699d477294ac47d45dc5ab4e/original.file?AWSAccessKeyId=AKIAJY7E3JMLFKPAGP7A&Expires=1498000743&Signature=WW6MadaK1GyUpSJn1zMu%2FaOVXX0%3D>.

Montejo Fonseca A. Ingeniería de pavimentos: Evaluación y nuevas tecnologías. Tercera ed. Bogotá; 2006.

INVIAS. Manual para Diseño de Pavimentos asfálticos en vías con medios y altos volúmenes de tránsito Colombia; 1997.

Vásquez Varela LR. Pavement condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. [Online]. Manizales; 2002. Available from: <http://www.camineros.com/docs/cam036.pdf>.

UMSS Facultat de Ciències y Tecnologia. Manual Completo Diseño de Pavimentos. [Online]. [cited 2016 Abril. Available from: <http://civilgeeks.com/2014/08/31/manual-completo-diseno-de-pavimentos/>.

Peña Romayna SE. Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie de los pavimentos rígidos de la pista de acceso al terminal del grupo aéreo n° 42. [Online].; 2013 [cited 2017 Junio. Available from: <http://erp.uladech.edu.pe/bibliotecavirtual/?ejemplar=00000035900>.

Shahin M Y, Kohn S D. Pavement Management for Roads and Parking Lots U. S.: U S Army Construction Engineering Laboratory; 1981.

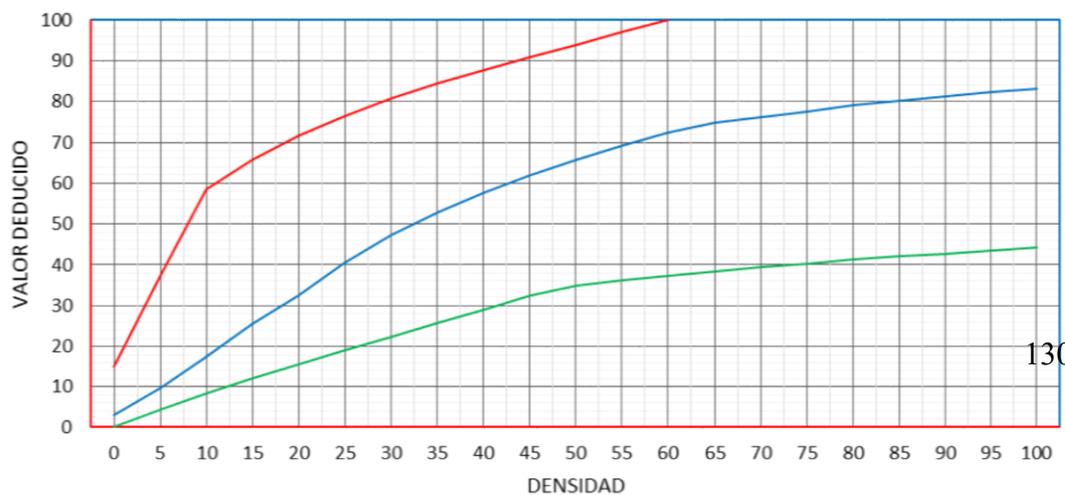
ASTM D5340. Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys. [Online]. [cited 2016 Abril. Available from: <http://mail.tku.edu.tw/yinghaur/lee/pms/ASTMD5340-98.pdf>.

## 7. ANEXOS.

### ÁBACOS PARA EL CÁLCULO DE LOS VALORES DEDUCIDOS Y EL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO.

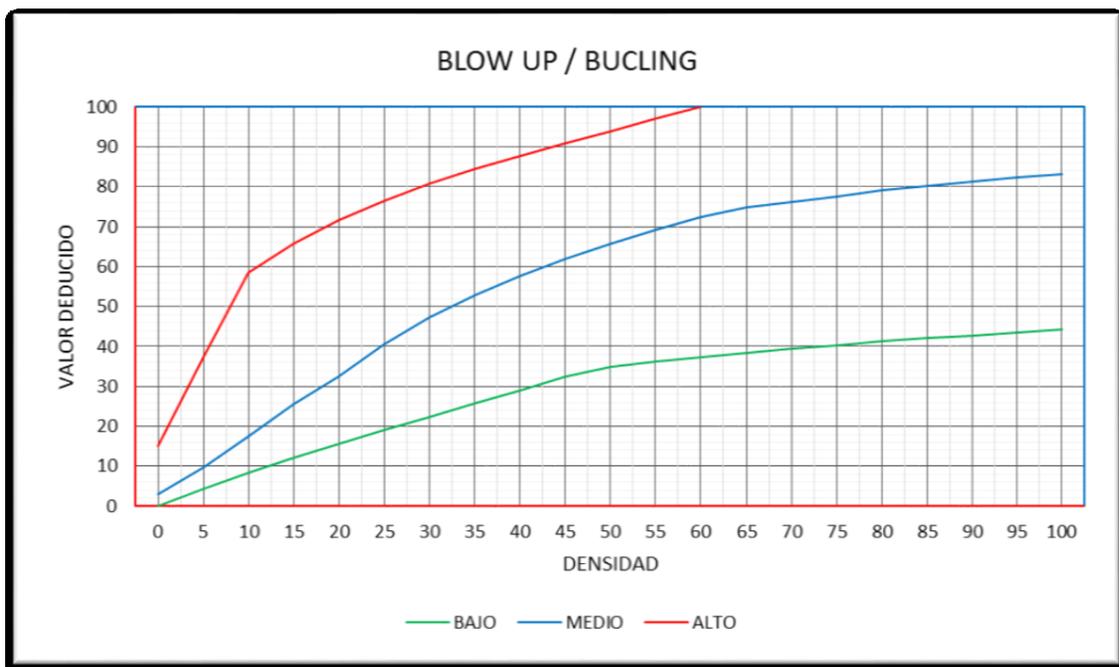
21 BLOW UP / BUCLING			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.00	3.00	15.00
5.00	4.40	9.60	37.30
10.00	8.30	17.50	58.40
15.00	12.00	25.40	65.80
20.00	15.50	32.40	71.60
25.00	19.00	40.60	76.50
30.00	22.40	47.20	80.70
35.00	25.80	52.80	84.40
40.00	29.10	57.60	87.80
45.00	32.40	61.90	90.90
50.00	34.90	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	

BLOW UP / BUCLING



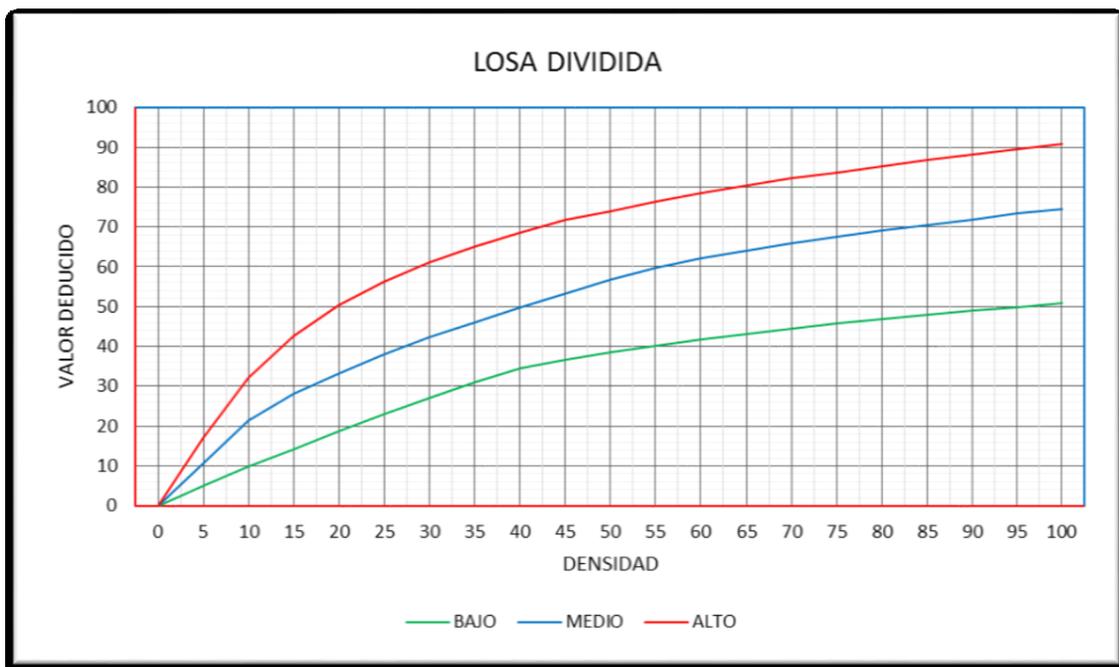
## 22 GRIETAS DE ESQUINA

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



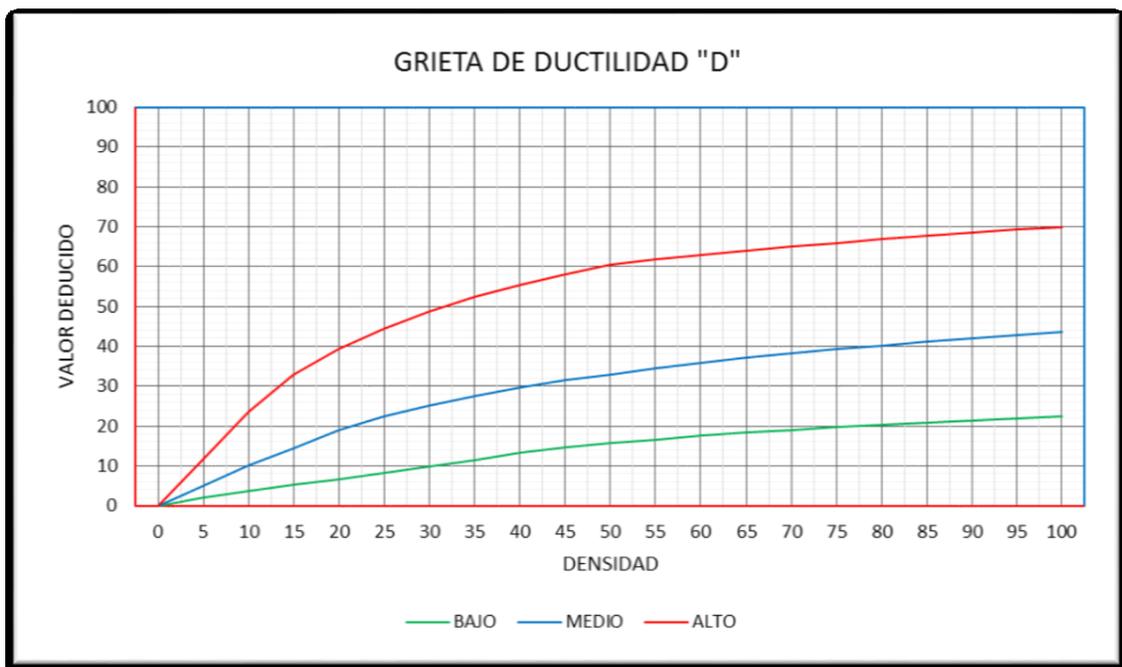
### 23 LOSA DIVIDIDA

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"

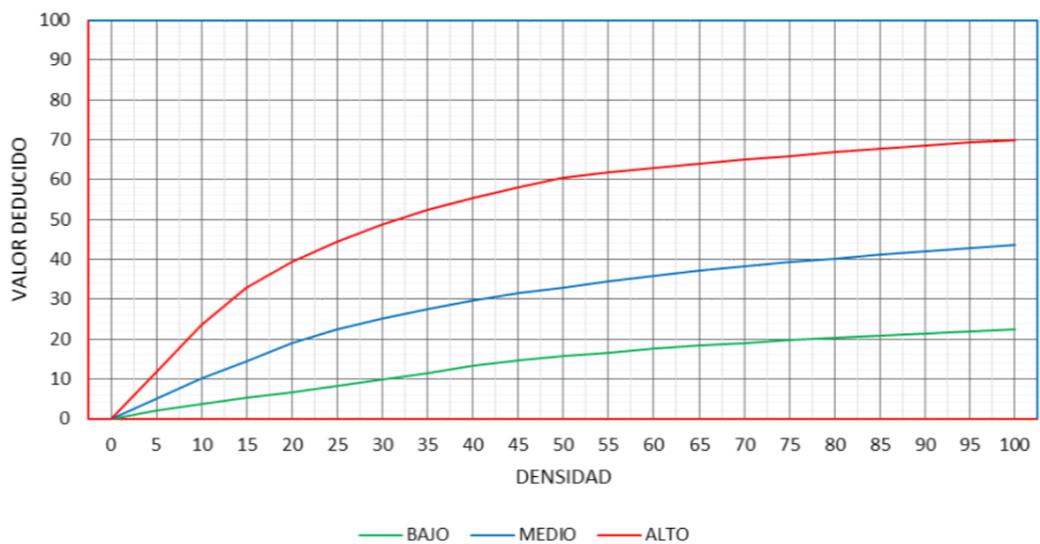
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	2.00	5.00	11.70
10.00	3.60	10.00	23.40
15.00	5.20	14.50	32.80
20.00	6.70	19.00	39.40
25.00	8.30	22.40	44.50
30.00	9.90	25.20	48.70
35.00	11.50	27.60	52.30
40.00	13.20	29.60	55.30
45.00	14.70	31.40	58.10
50.00	15.70	33.00	60.40
55.00	16.60	34.50	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

### GRIETA DE DUCTILIDAD "D"

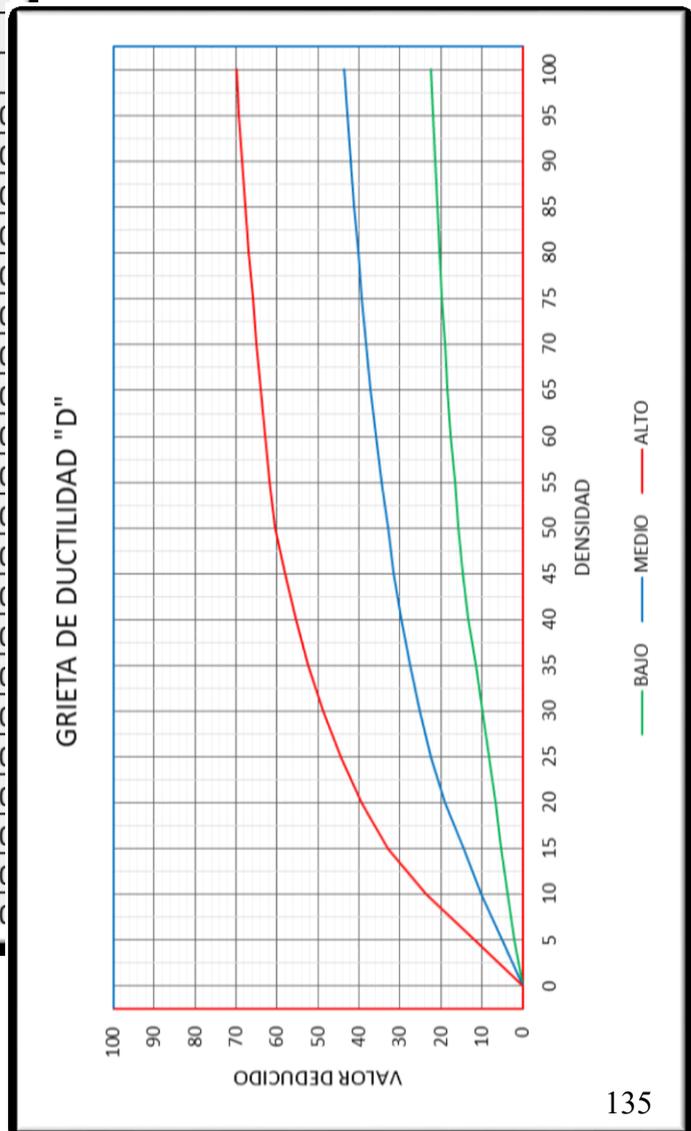


## 26 SELLO DE JUNTA

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

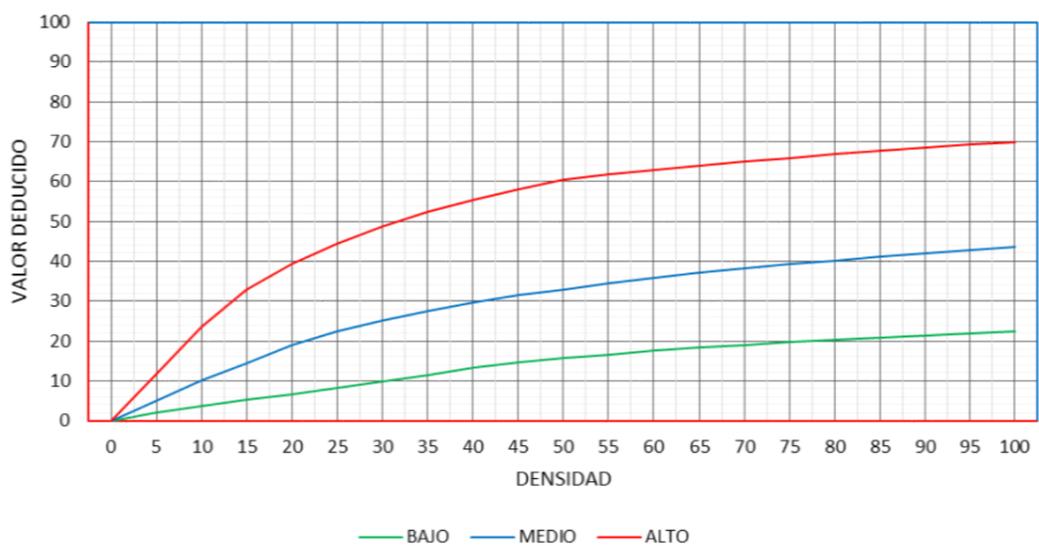
27 DESNIVEL CARRIL / BERMA			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	0.80	2.60	4.10
10.00	1.30	4.60	7.60
15.00	1.60	6.40	10.90
20.00	2.00	8.40	14.10
25.00	2.30	10.00	17.20
30.00	2.60	11.30	19.50
35.00	2.80	12.40	21.80
40.00	3.10	13.30	23.20
45.00	3.30	14.10	24.30
50.00	3.50	14.90	25.40
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



## 28 GRIETA LINEAL

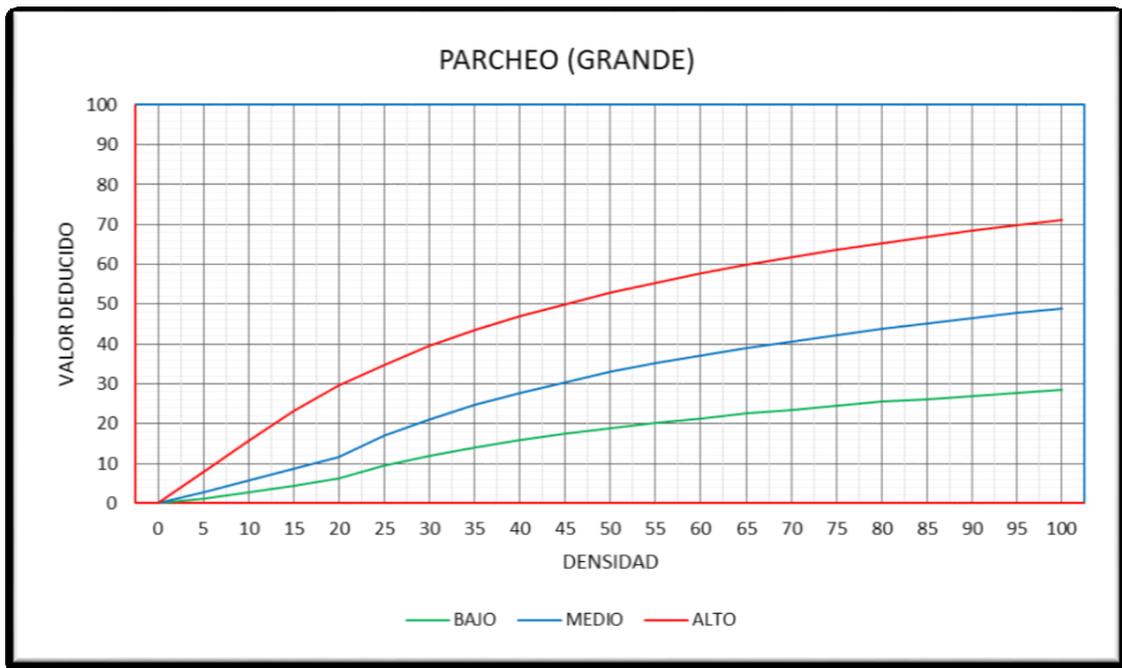
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	3.20	4.00	9.60
10.00	5.90	7.80	19.20
15.00	8.30	11.50	24.20
20.00	10.60	14.40	28.30
25.00	12.80	17.60	31.60
30.00	14.90	20.20	34.70
35.00	16.20	22.40	37.60
40.00	17.20	24.30	40.30
45.00	18.10	26.00	42.80
50.00	18.90	27.50	45.20
55.00	19.60	28.80	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

### GRIETA DE DUCTILIDAD "D"



### 29 PARCHEO (GRANDE)

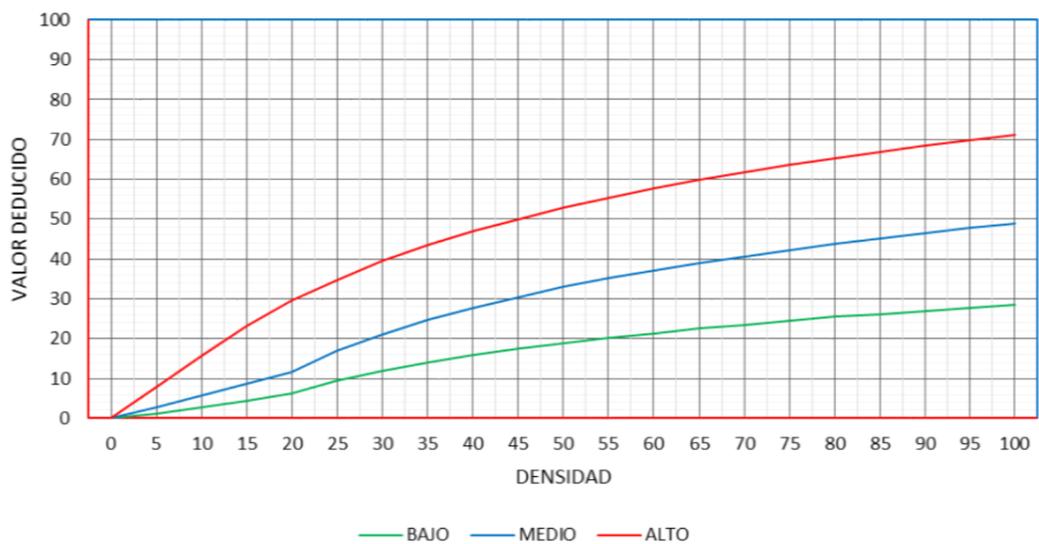
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	1.10	2.90	8.00
10.00	2.70	5.80	15.70
15.00	4.30	8.80	23.20
20.00	6.30	11.70	29.50
25.00	9.40	16.90	34.60
30.00	11.90	21.10	39.40
35.00	14.00	24.70	43.50
40.00	15.80	27.80	47.00
45.00	17.50	30.50	50.10
50.00	18.90	33.00	52.90
55.00	20.20	35.20	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

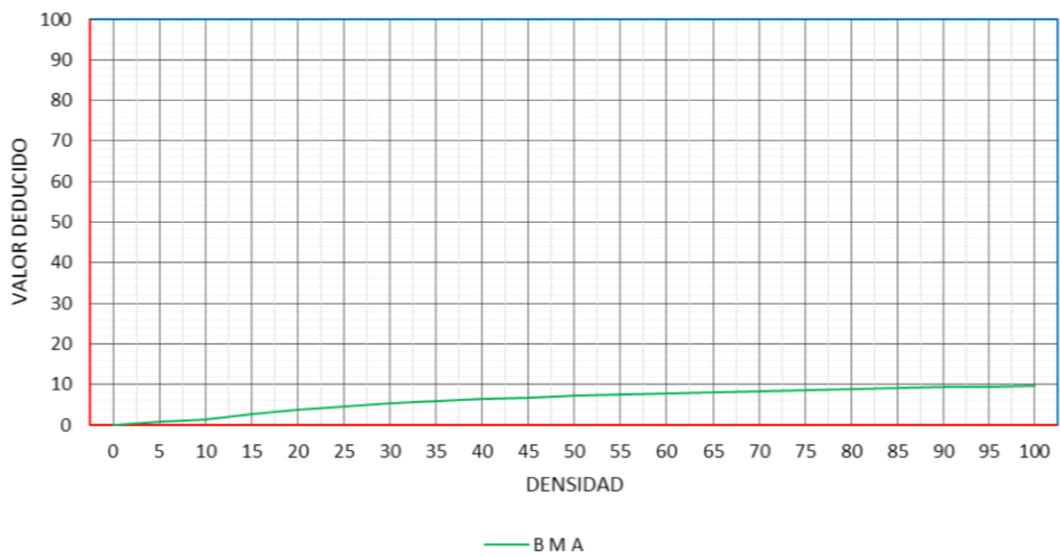
### PARCHEO (GRANDE)



### 31 PULIMENTO DE AGREGADOS

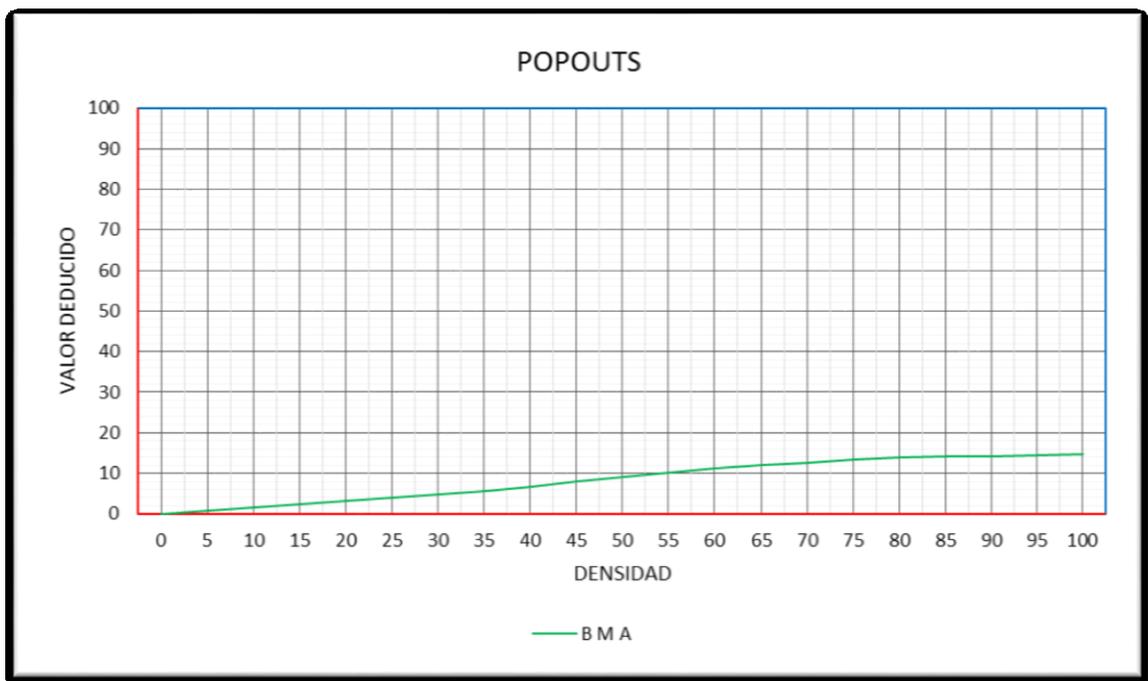
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	B M A
0.00	0.00
5.00	0.80
10.00	1.30
15.00	2.80
20.00	3.80
25.00	4.60
30.00	5.30
35.00	5.90
40.00	6.40
45.00	6.80
50.00	7.20
55.00	7.50
60.00	7.80
65.00	8.10
70.00	8.40
75.00	8.60
80.00	8.90
85.00	9.10
90.00	9.30
95.00	9.50
100.00	9.70

### PULIMENTO DE AGREGADOS



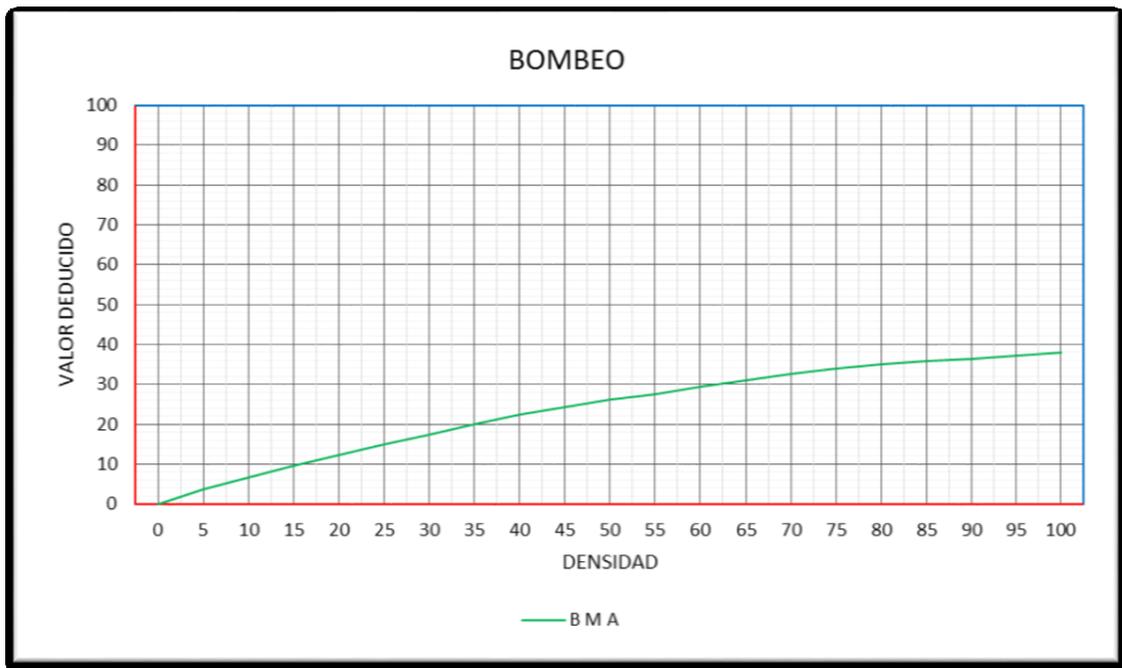
### 32 POPOUTS

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



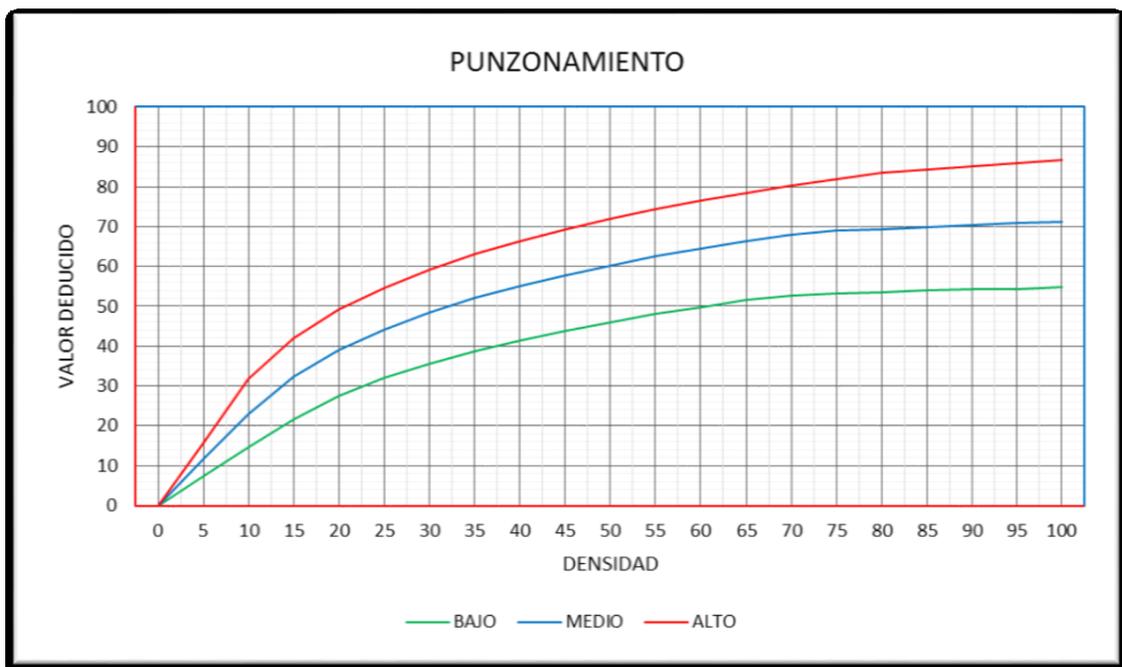
### 33 BOMBEO

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



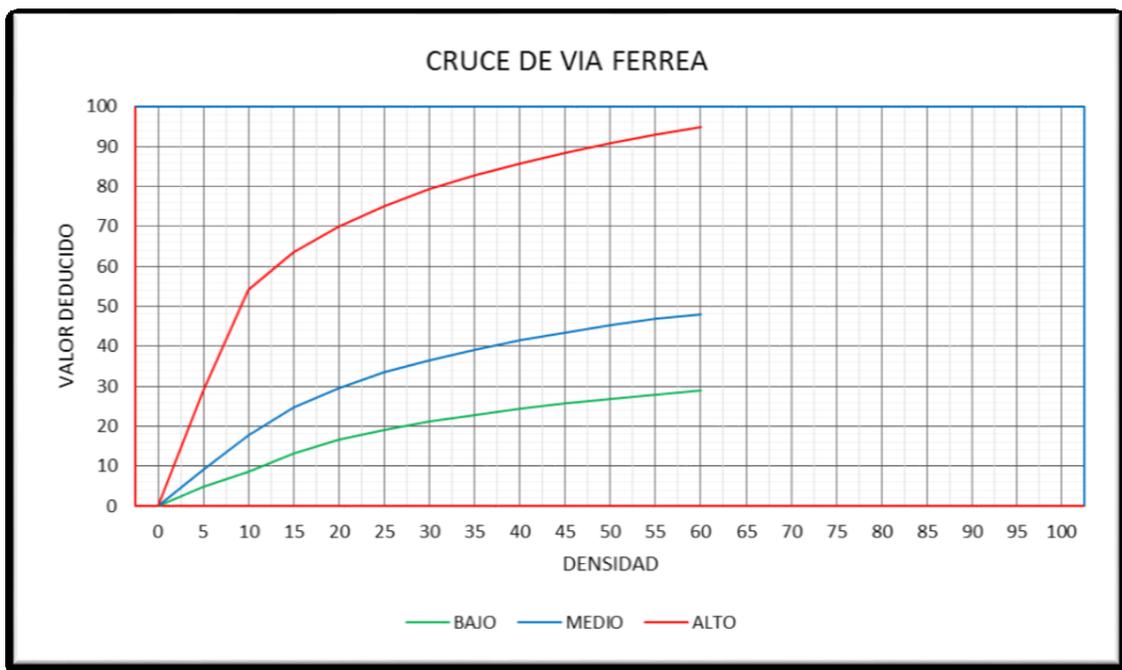
### 34 PUNZONAMIENTO

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



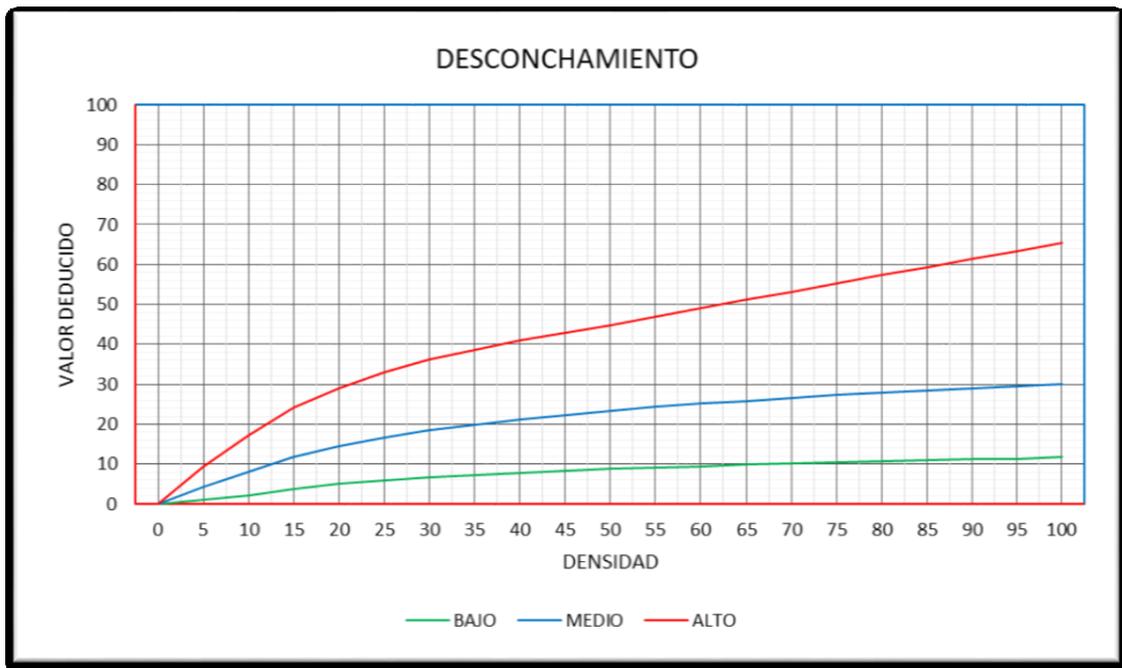
### 35 CRUCE DE VIA FERREA

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			



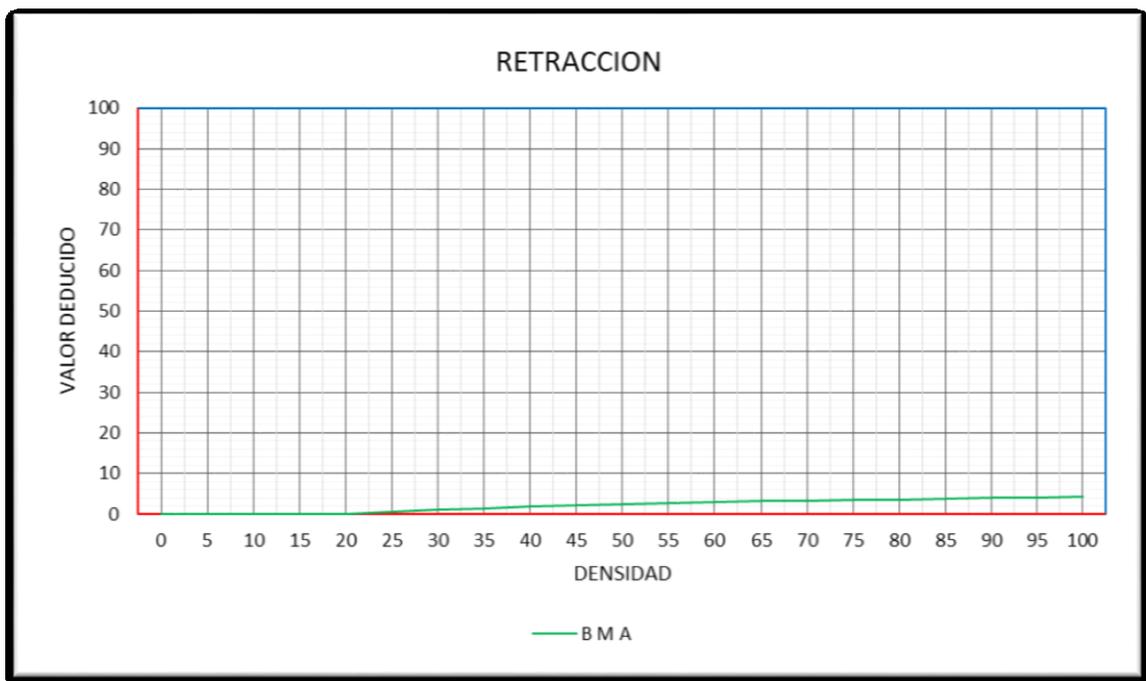
### 36 DESCONCHAMIENTO

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



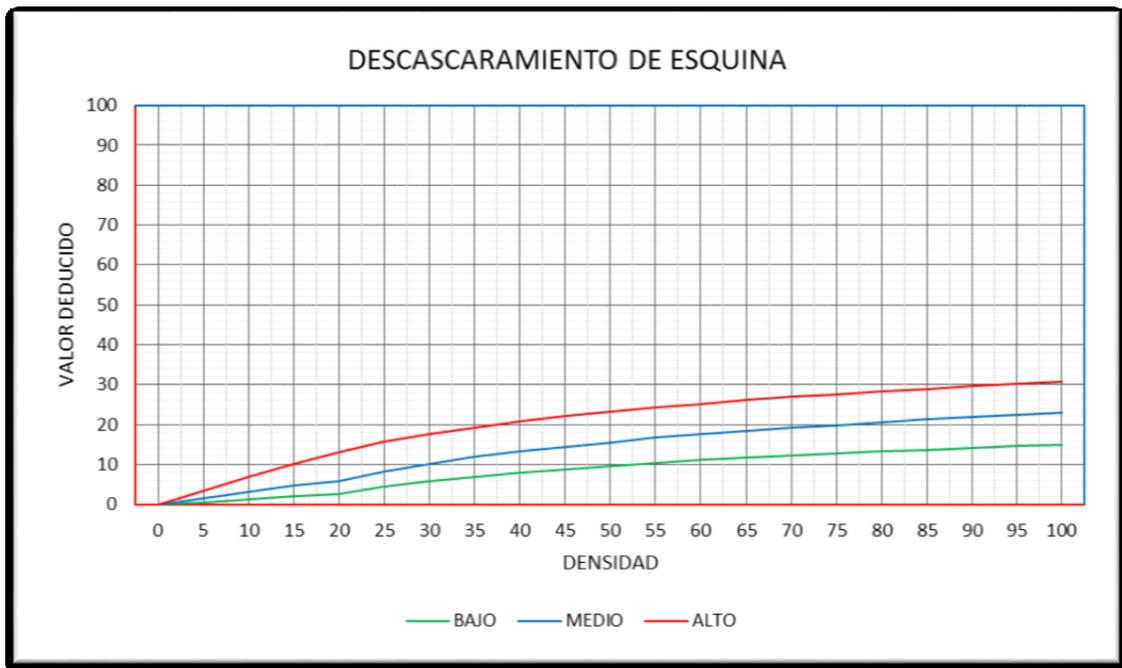
### 37 RETRACCION

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



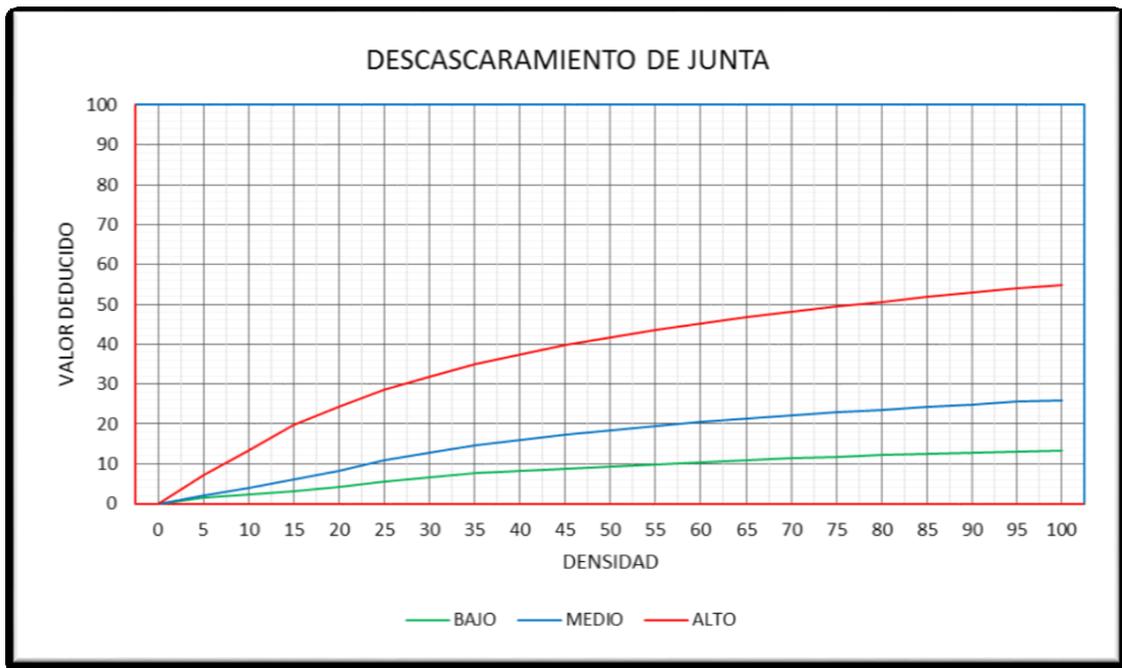
### 38 DESCASCARAMIENTO DE ESQ

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



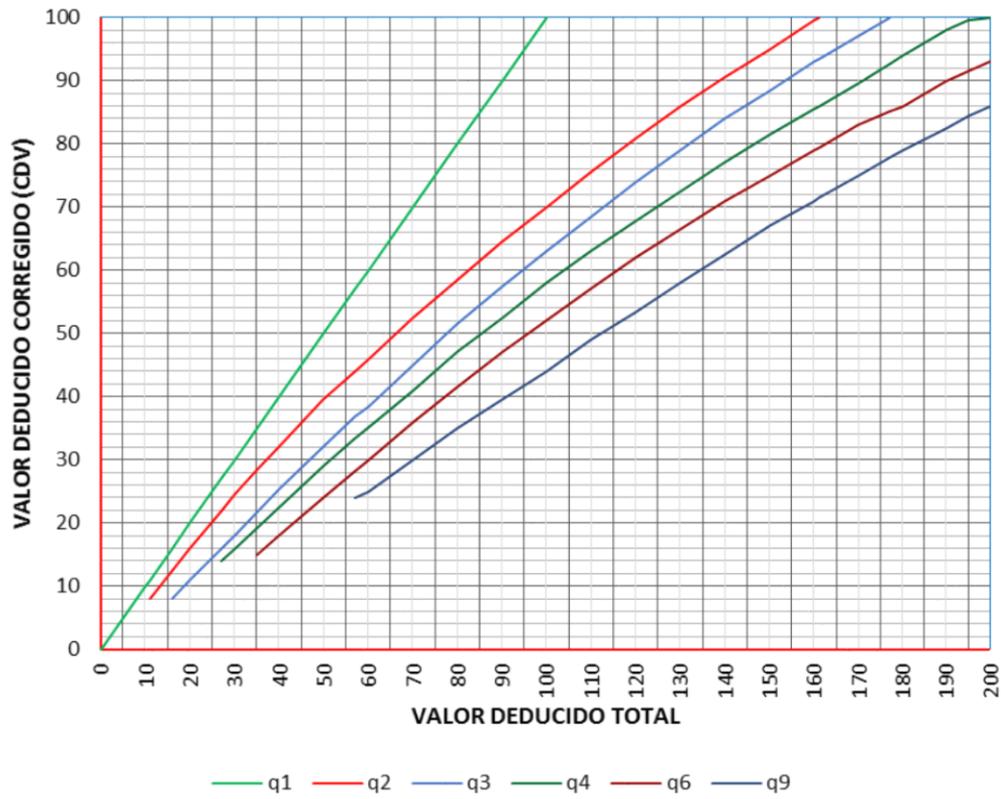
### 39 DESCASCARAMIENTO DE JUN

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



VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS						
TOTAL DE VALORES DEDUCIDOS	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO					
	q1	q2	q3	q4	q6	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	15.00	
40.00	40.00	32.00	25.40	22.50	18.00	
50.00	50.00	39.50	32.00	29.00	24.00	
57.00	57.00	44.00	36.90	33.40	28.20	24.00
60.00	60.00	46.00	38.50	35.20	30.00	25.00
70.00	70.00	52.50	45.00	41.00	36.00	30.00
80.00	80.00	58.50	51.40	47.00	41.50	35.00
90.00	90.00	64.50	57.40	52.50	47.00	39.50
100.00	100.00	70.00	63.00	58.00	52.00	44.00
110.00		75.50	68.50	63.00	57.00	49.00
120.00		81.00	74.00	67.80	62.00	53.50
130.00		86.00	78.90	72.50	66.50	58.00
140.00		90.50	84.00	77.00	71.00	62.50
150.00		95.00	88.40	81.50	75.00	67.00
160.00		99.50	93.00	85.50	79.00	71.00
161.00		100.00	93.40	86.00	79.40	71.40
170.00			97.00	89.60	83.00	75.00
177.00			100.00	92.60	85.10	77.80
180.00				94.00	86.00	79.00
190.00				98.00	90.00	82.50
195.00				99.50	91.50	84.30
200.00				100.00	93.00	86.00

### VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS







CALCULO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO(PCI)																				
N°	VALORES DEDUCIDOS											TOTAL	qi	CDV						
1																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
<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>CLASIFICACION</td><td></td></tr> </table>		CLASIFICACION			
PCI =	100 - MAX CDV																			
PCI =																				
CLASIFICACION																				

NUMERO DE DEDUCIDOS > 2(q) =	
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO =	
NUMERO ADMISIBLE DE DED. =	

**ANEXO 3:** Formato para el cálculo de los valores deducidos corregidos y valor PCI.

### PANEL FOTOGRÁFICO



**Figura 7-1:** Detalle patología grieta de esquina. UM – 01.



**Figura 7-2:** Detalle de patología grieta lineal UM – 02.



**Figura 7-3:** Detalle de severidad grieta lineal UM – 04.



**Figura 7-4:** detalle de la severidad de la losa dividida UM – 04.



**Figura 7-5:** pulimento de agregados UM – 04



**Figura 7-6:** Pulimento de agregados y Escala UM – 06.



**Figura 7-7:** Daño se sello de junta, Grieta lineal y pulimento de agregados UM – 06.



**Figura 7-8:** Instrumentos para la toma de datos













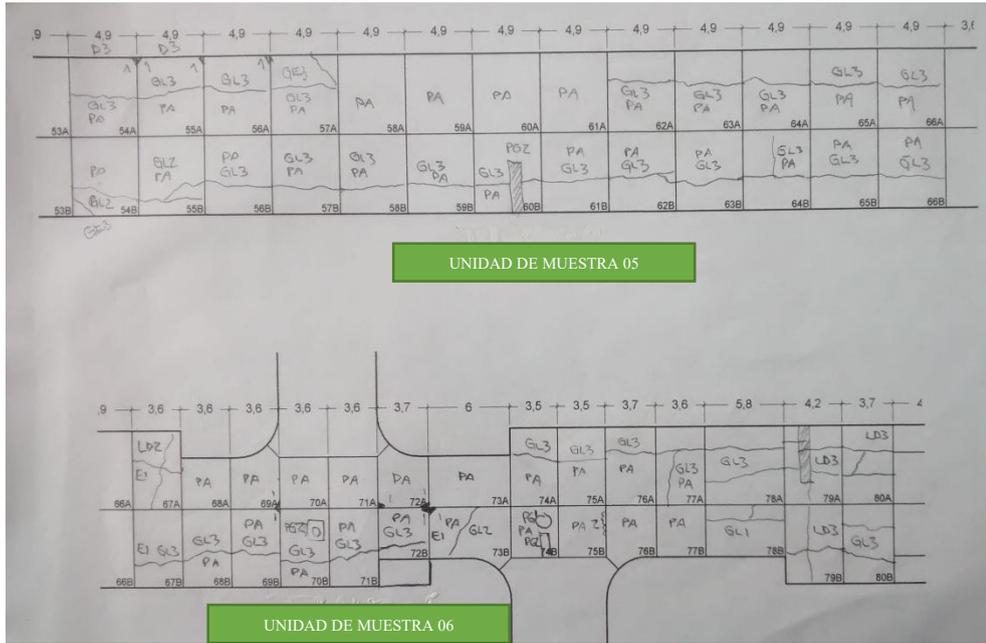




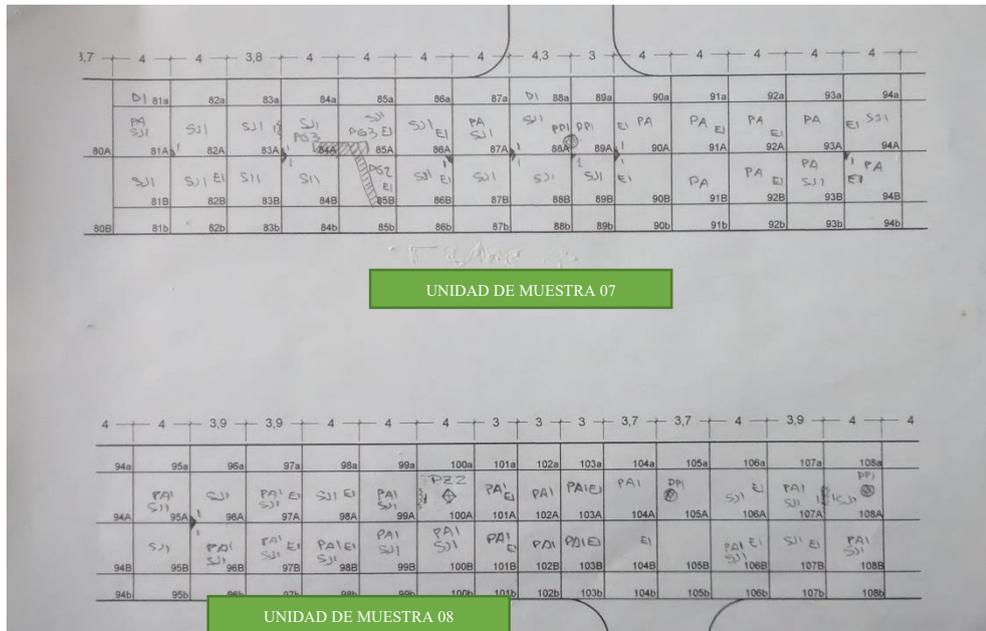




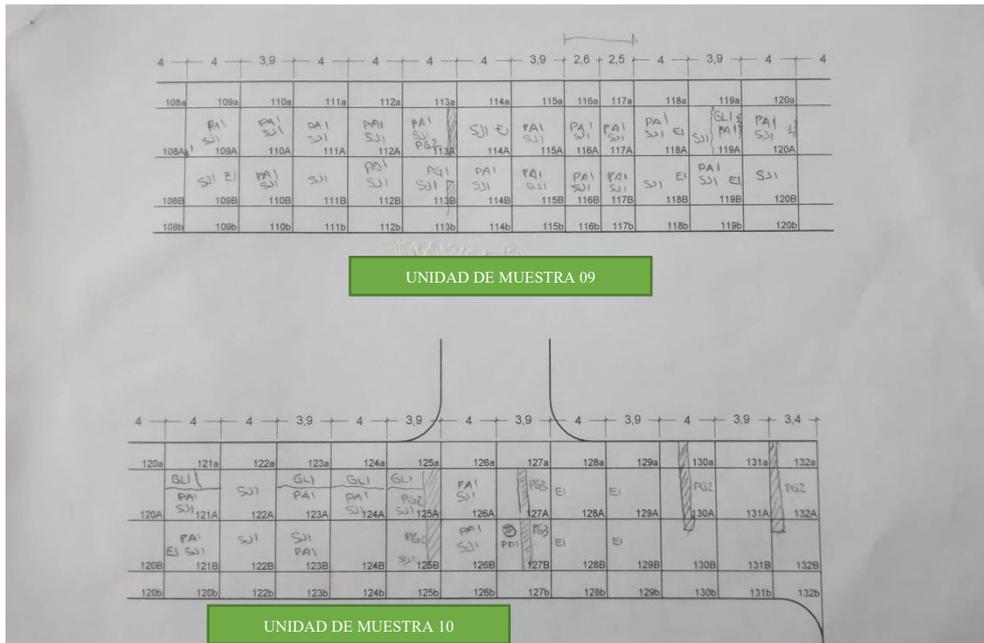




**Figura 7-21:** Esquema para la toma de dato de los daños unidad de muestra N° 05y N°06.



**Figura 7-22:** Esquema para la toma de dato de los daños unidad de muestra N° 07y N°08.



**Figura 7-23:** Esquema para la toma de dato de los daños unidad de muestra N° 09y N°10.

**"Año del Buen Servicio al Ciudadano"**

Pucallpa 01 de Noviembre del 2017.

Señor:  
**ING. MILTON FRANCISCO MARÍN ALIAGA**  
Gerente de Infraestructura y Obras de la MDC

De:  
**DEL ÁGUILA SALAS, FREDY AUGUSTO.**  
Bach. En Ingeniería Civil.

Asunto: **SOLICITO PERMISO PARA REALIZAR LA VERIFICACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO DEL JIRÓN AGUSTÍN CAUPER DESDE LA CUADRA N° 01 HASTA LA CUADRA N° 05.**

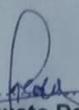


Yo **FREDY AUGUSTO DEL ÁGUILA SALAS** Bachiller en **INGENIERÍA CIVIL** de la **UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE**, Identificado con DNI N° 43566201, Es grato dirigirme a usted, para expresarle mis cordiales saludos y a la vez para hacer de su conocimiento que, en mi calidad de bachiller en ingeniería civil, vengo realizando el Curso de Tesis respecto a la: **"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DEL NIVEL DE INCIDENCIA DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS DEL JIRÓN AGUSTÍN CAUPER (DESDE LA CUADRA N° 01 AL 05), DEL DISTRITO DE CALLERIA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO DE 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 Rígido del jirón Ipariá desde la cuadra n° 01 hasta la cuadra n°05.

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

Atentamente:

  
**Fredy Augusto Del Águila Salas.**  
Bachiller en Ingeniería civil  
DNI N° 43566201

**Figura 7-24:** solicitud de permiso de inspección de trabajo de campo.