



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE

FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA

PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROTOTIPO PROYECTO DE INVESTIGACION

“ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y MEJORAR EL ÍNDICE OPERACIONAL DE LA CALLE BUENOS AIRES CUADRAS 1, 2, 3, 4 Y 5, DEL AA. HH 28 DE JULIO, DISTRITO DE PUNCHANA, PROVINCIA DE MAYNAS – DEPARTAMENTO DE LORETO, MAYO - 2017”

PROYECTO PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

AUTOR

BACH. JESSICA PAOLA HERNÁNDEZ PINEDO

ASESOR:

ING. LUIS ARTEMIO RAMÍREZ PALOMINO

CHIMBOTE- PERÚ

2017

Hoja de firma del jurado

Mgr. Johana del Carmen Sotelo Urbano

Presidente

Ing. Juan Alberto Veliz Rivera

Miembro

Ing. Milton Cesar Monsalve Ochoa

Miembro

Hoja de agradecimiento y / o dedicatoria

Agradecimiento

A la Universidad, por darme la oportunidad y brindarme la enseñanza primordial como persona y como futuro profesional de la carrera de Ingeniería Civil, a través de sus docentes de calidad, asimismo a todas las personas que nos apoyaron en llegar a nuestros objetivos trazados.

A Dios por darme la vida, la inteligencia y las fuerzas para no darme por vencida en las pruebas que nos pone la vida, a hacerme mejor persona apoyando a nuestro prójimo y aquellos que lo necesitan.

Dedicatoria

A mis Adorados padres **Gabriel Hernández y María pinedo**, que con su ejemplo, dedicación y lucha me brindaron apoyo incondicional en mis decisiones, me enseñaron a valorar y respetar todo aquello que con sacrificio se obtiene.

A mi gran amigo **Gonzalo Marina** por apoyarme y aconsejarme en el desarrollo de toda mi tesis ¡gracias!

A mi Novio, por entenderme aconsejarme y brindarme su apoyo incondicional para seguir adelante.

Resumen y Abstract

Resumen

En esta tesis **se planteó el siguiente problema:** ¿La utilización de los métodos de análisis y evaluación de la patología del pavimento rígido de la calle Buenos Aires, del AA. HH 28 de julio, distrito de Punchana, provincia de Maynas, departamento de Loreto, en qué medida permitirá dar recuperación del índice de integridad del pavimento de las condiciones de operatividad de la superficie?

La metodología aplicada es de orden visual y con visión de ingeniería, es descriptivo no experimental y de corte transversal, a través de una ficha técnica de evaluación. Por ello se utilizó la metodología del PCI.

Los resultados, están dados en 5 unidades de muestreo los cuales tienen mayor incidencia en las patologías de Grieta Lineal, Grieta de Esquina, Losa Dividida, Escala Descascaramiento y Desconchamiento y en menor grado un Parcheo Menor, de tal manera que el PCI obtenido en la inspección: 1 ERA cuadra (U – 01) el valor de **PCI = 10.14**; por tanto se puede clasificar que tiene un nivel de **Falla**; en la 2 DA cuadra (U – 02) el valor de **PCI = 20.21**, por tanto se puede clasificar que tiene un nivel **Muy Malo**; en la 3 ERA cuadra (U – 03) el valor de **PCI = 16.11**, por tanto se puede clasificar que tiene un nivel **Muy Malo**; en la 4 TA cuadra (U – 04) el valor de **PCI = 12.25**, por tanto, se puede clasificar que tiene un nivel **Muy Malo**, y en la 5 TA cuadra (U – 05) el valor de **PCI = 46.64**, por tanto se puede clasificar que tiene un nivel **Regular**.

Se determinó que el promedio del PCI total es de 21.07 y le corresponde una condición

de **Muy Malo**

Se concluye que el grado de severidad de casi la mayoría de las muestras le corresponde un nivel de Severidad Alto, solo la muestra C-05 presenta un nivel de Severidad Medio; El nivel de Severidad Total es **Alto**.

Palabras clave: Patologías, tipos de patologías y patologías en pavimentaciones

Abstract

In this thesis the following problem was posed: ¿The use of the methods of analysis and evaluation of the pathology of the rigid pavement of the Buenos Aires street, of the AA. HH 28 of July, district of Punchana, province of Maynas, department of Loreto , to what extent will it allow to recover the pavement integrity index from the operating conditions of the surface?

The applied methodology is of visual order and with an engineering vision, it is descriptive, non-experimental and of a transversal nature, through a technical assessment sheet. Therefore, the PCI methodology was used.

The results are given in 5 sampling units which have a greater incidence in the pathologies of Linear Crack, Corner Crack, Divided Slab, Scale Chipping and Discard and to a lesser extent a Minor Patch, in such a way that the PCI obtained in the inspection: 1 ERA block (U - 01) the value of PCI = 10.14; therefore, it can be classified as having a Failure level; in the 2 DA blocks (U - 02) the value of PCI = 20.21, therefore it can be classified as having a Very Bad level; in the 3 ERA block (U - 03) the value of PCI = 16.11, therefore it can be classified as having a Very Bad level; in the 4 TA block (U - 04) the value of PCI = 12.25, therefore, it can be classified as having a **Very Bad** level, and in the 5 TA block (U - 05) the value of PCI = 46.64, therefore it can be classified as having a **Regular** level.

It was determined that the average total PCI is 21.07 and corresponds to a **Very Bad** condition

It is concluded that the degree of severity of almost the majority of the samples corresponds to a level of **High Severity**, only the sample C-05 presents a level of Medium Severity; The level of Total Severity is **High**.

Contenido

1.	Título.....	i
2.	Hoja de firma del jurado.....	ii
3.	Hoja de agradecimiento y / o dedicatoria	
3.1	Agradecimiento.....	iii
3.2	Dedicatoria.....	iv
4.	Resumen y Abstract	
4.1	Resumen.....	v
4.2	Abstract.....	vii
5.	Contenido.....	ix
6.	Índice de figuras y tablas.....	xii
6.1	Índice de figuras.....	xii
6.2	Índice de tablas.....	xx
I.	Introducción.....	1
II.	Revisión de literatura.....	3
2.1	Antecedentes.....	3
2.1.1.	Antecedentes Internacionales.....	3
2.1.2.	Antecedentes Nacionales.....	12
2.2	Bases Teóricas de la Investigación.....	21
2.2.1.	Pavimento.....	21
2.2.2.	Clasificación de los pavimentos.....	22
2.2.3.	Juntas de construcción	31
2.2.4.	Juntas de expansión o aislación.....	32

2.2.5.	Sellos.....	32
2.2.6.	Sellos Liquidos.....	34
2.2.7.	Sellos Elastimericos preformados.....	34
2.2.8.	Diseño de estructura de pavimento.....	35
2.2.9.	Concreto.....	37
2.2.10.	Servicialidad del Pavimento.....	48
2.2.11.	Propiedades de los Materiales.....	52
2.2.12.	Índice de condición de pavimento (PCI)	67
2.2.13.	Unidad de Muestreo.....	71
2.2.14.	Determinacion de las unidades de muestreo para evaluación	72
2.2.15.	Selección de las unidades de muestreo para inspección.....	73
2.2.16.	Selección de unidades de Muestreo Adicionales.....	74
2.2.17.	Evaluación de la condición.....	74
2.2.18.	Calculo del PCI de las unidades de Muestreo.....	75
2.2.19.	Cálculo del PCI para pavimentos con capa de rodadura en concreto de cemento Pórtland Aplicación de la norma ASTM D5340	78
2.2.20.	Cálculo del PCI para pavimentos con capa de rodadura en concreto de cemento portland aplicación de la norma astm D5340...	79
2.2.21.	Calculo de PCI.....	80
2.2.22.	Calculo del pci de una sección de pavimento.....	81

2.3	Manual de Daños.....	82
2.3.1	Descripción de daños.....	84
III.	Metodología.....	112
3.1	El tipo de investigación.....	112
3.2	Nivel de la investigación.....	112
3.3	Diseño de la investigación.....	113
3.4	El universo y población.....	114
3.5	Definición y Operacionalización de variables	115
3.6	Técnicas e Instrumentos	115
3.7	Plan de análisis.....	116
3.8	Matriz de consistencia.....	117
3.9	Principios éticos.....	118
IV.	Resultados.....	120
4.1	Resultados.....	120
V.	Conclusiones y Recomendaciones.....	121
5.1	Conclusiones.....	121
5.2	Recomendaciones.....	124
	Referencias bibliográficas.....	126
	Anexos.....	155

Índice de figuras y tablas

6.1. Índice de figuras

Figura 1: Imagen del pavimento en Colombia, pavimento rígido.....	11
Figura 2: Imagen del pavimento en Colombia, pavimento rígido.....	11
Figura 3: De pavimento Flexible sección transversal.....	22
Figura 4: Esquema del comtamiento de pavimento.....	24
Figura 5: Esquema de los elementos que integran un Pavimento Rígido....	26
Figura 6: Pavimentos de concreto simple sin pasadores.....	27
Figura 7: Pavimentos de concreto simple con pasadores.....	30
Figura 8: Pavimentos de concreto reforzado.....	30
Figura 9: Pavimento con refuerzo continuo.....	31
Figura 10: Tipos de juntas de construcción.....	32
Figura 11: Tipos de juntas de expansión.....	33
Figura 12: Tipos de selladores.....	35
Figura 13: Ilustración de los conceptos de probabilidad de Falla.....	46
Figura 14: Nivel Optimo de confiabilidad.....	49
Figura 15: Formato de Inspeccion del PCI.....	73
Figura 16: Glosario de tipos traducidos al español.....	39
Figura 17: Nivel de severidad para losa.....	89
Figura 18: Falla, Grieta de durabilidad “D” de baja severidad.....	91
Figura 19: Distress.....	91

Figura 20: Nivel de Severidad para escala.....	92
Figura 21: Grietas Longitudinales.....	98
Figura 22: Parcheo Pequeño.....	100
Figura 23: Pulimento de Agregados	101
Figura 24: Bombeo.....	103
Figura 25: Nivel de severidad para punzamiento.....	104
Figura 26: Grieta de retracción.....	106
Figura 27: Nivel de severidad para descascaramiento de esquina.....	108
Figura 28: descascaramiento de esquina	109
Figura 29: Niveles de Severidad para Descascaramiento de Juntas.....	110
Figura 30: Patología de grieta lineal de severidad media, de la Unidad de Muestra U-01.....	129
Figura 31: Patología de grieta lineal de severidad alta, de la Unidad de Muestra U-01.....	130
Figura 32: Patología de grieta de esquina de severidad baja, de la Unidad de Muestra U-01.....	131
Figura 33: Patología de losa dividida de severidad media, de la Unidad de Muestra U-01.....	132
Figura 34: Patología de losa dividida de severidad alta, de la Unidad de Muestra - 01.....	133
Figura 35: Ábaco para hallar los Valores Deducidos Corregidos de la U-1.....	135
Figura 36: Interpolacion de muestra $q=5$ U - 1.....	135
Figura 37: Interpolacion de muestra $q=4$ U - 1.....	135
Figura 38: Interpolacion de muestra $q=3$ U - 1.....	135
Figura 39: Interpolacion de muestra $q=2$ U - 1.....	136

Figura 40: Interpolacion de muestra $q=1$ U - 1.....	136
Figura 41: Clasificación U - 1.....	137
Figura 42: Gráfico de la clasificación del PCI Muestra U-01.....	137
Figura 43: Índice de Patologías Registradas en el Pavimento Rígido de la Unidad de Muestra U - 01.....	138
Figura 44: Porcentaje Real de Falla de la Unidad de Muestra U - 01 de la primera cuadra de la Avenida Buenos Aires.....	140
Figura 45: Patología de Escala de severidad media, de la Unidad de Muestra U -02.....	141
Figura 46: Patología Losa Dividida de severidad Alta, de la Unidad de Muestra U 02.....	142
Figura 47: Patología Grieta Linal de severidad Media, de la Unidad de Muestra U 02.....	143
Figura 48: Patología de Descascaramiento de junta de severidad Baja, de la Unidad de Muestra 02.....	144
Figura 49. Ábaco para hallar los Valores Deducidos Corregidos de la Unidad de Muestra 02.....	146
Figura 50: Interpolacion de muestra $q=5$ U - 1.....	146
Figura 51: Interpolacion de muestra $q=4$ U - 1.....	146
Figura 52: Interpolacion de muestra $q=3$ U - 1.....	147
Figura 53: Interpolacion de muestra $q=2$ U - 1.....	147
Figura 54: Interpolacion de muestra $q=1$ U - 1.....	147
Figura 55: Gráfico de la clasificación del PCI de la Unidad de Muestra U – 02.....	148
Figura 56: Índice de Patologías Registradas en el Pavimento Rígido de la Unidad de Muestra U - 02.....	149
Figura 57: Patología de Escala de severidad Media, de la Unidad de Muestra U 03.....	151

Figura 58 Patología de grieta Lineal de severidad Bajo, de la Unidad de Muestra U 03.....	152
Figura 59 Patología de grieta Lineal de severidad Medio, de la Unidad de U 03.....	153
Figura 60. Patología de Descascaramiento de esquina de severidad Medio, de la Unidad de U 03.....	154
Figura 61. Patología de Losa Dividida de severidad Alto, de la Unidad de U 03.....	155
Figura N° 62. Ábaco para hallar los Valores Deducidos Corregidos de la Unidad de U 03.....	157
Figura N° 63. Interpolacion de muestra $q= 5 U - 3$	157
Figura N° 64. Interpolacion de muestra $q= 4U - 3$	157
Figura N° 65. Interpolacion de muestra $q= 3U - 3$	158
Figura N° 66. Interpolacion de muestra $q= 2U - 3$	158
Figura N° 67. Interpolacion de muestra $q= 1U - 3$	158
Figura 68: Gráfico de la clasificación del PCI de la Unidad de Muestra U – 03 de la tercera cuadra de la Avenida Buenos Aires.....	159
Figura 69: Gráfico de Índice de Patologías Registradas en el Pavimento Rígido de la Unidad de Muestra U - 03.....	159
Figura 70: Patología de grieta Lineal de severidad Medio, de la Unidad de U4.....	162
Figura 71. Patología de parcheo pequeño de severidad bajo, de la Unidad U4.....	163
Figura 72. Patología de grieta lineal de severidad medio, de la Unidad U5.....	164
Figura 73. Patología de escala de severidad medio, de la Unidad U4.....	165
Figura 74. Patología de losa dividida de severidad alto, de la Unidad 04.....	166

Figura 75 Ábaco para hallar los Valores Deducidos Corregidos de la Unidad Muestra 04.....	168
Figura 76 Interpolacion de muestra $q= 5 U - 4$	168
Figura 77 Interpolacion de muestra $q= 4 U - 4$	168
Figura 78 Interpolacion de muestra $q= 3 U - 4$	169
Figura 79 Interpolacion de muestra $q= 2 U - 4$	169
Fig. N° 80 Interpolacion de muestra $q= 2 U - 4$	169
Fig. N° 81 Gráfico de la clasificación del PCI de la Unidad de Muestra U- 04.....	170
Fig. N° 82 Gráfico de la clasificación del PCI de la Unidad de Muestra U- 04.....	171
Fig. N° 83 Patología de descascaramiento de esquina de severidad alto, U-5.....	173
Figura 84. Patología de Escala de severidad medio, de la Unidad de Muestra U- 4.....	174
Figura 85. Patología de grieta lineal de severidad medio, de la Unidad de Muestra 5.....	175
Figura 86. Patología del descascaramiento de esquina de severidad alto, de la Unidad de Muestra 05.....	176
Figura 87. Patología de grieta de esquina de severidad media, de la Unidad de Muestra 05.....	177
Figura 88. Ábaco para hallar los Valores Deducidos Corregidos de la Unidad de Muestra 05.....	179
Figura. N° 89 Interpolacion de muestra $q= 5 U - 5$	179
Figura. N° 90 Interpolacion de muestra $q= 4 U - 5$	179
Figura. N° 91 Interpolacion de muestra $q= 3 U - 5$	180
Figura. N° 92 Interpolacion de muestra $q= 2 U - 5$	180
Figura. N° 93 Interpolacion de muestra $q= 2 U - 5$	180

Figura 94 Gráfico de la clasificación del PCI de la Unidad de Muestra U – 05...	181
Figura 95 Ficha de campo de la U – 01.....	189
Figura 96 Ficha de campo de la U – 02.....	190
Figura 97 Ficha de campo de la U – 03.....	191
Figura 98 Ficha de campo de la U – 04.....	192
Figura 99 Ficha de campo de la U – 05.....	193
Figura 100 Valores deducidos para pavimentos de concreto (Grieta de esquina).....	195
Figura 101 Valores deducidos para pavimentos de concreto (Grieta Lineal).....	196
Figura 102 Valores deducidos para pavimentos de concreto (Losa dividida).....	197
Figura 103 Valores deducidos para pavimentos de concreto (Escala....	198
Figura 104 Valores deducidos para pavimentos de concreto (descascaramiento de junta).....	199
Figura 105 Valores deducidos para pavimentos de concreto (desconchamiento).....	200
Figura 106 Valores deducidos para pavimentos de concreto (descascaramiento de esquina).....	201
Figura 107 Valores deducidos para pavimentos de concreto (parcheo pequeño).....	202
Figura 108 Lapto para elaborar la estructura de la tesis.....	204
Figura 109 Wincha métrica para la medición de las fallas.....	204
Figura 110 Regla para establecer las profundidades ahuellamientos.....	205
Figura 111 Regla para establecer las profundidades ahuellamientos.....	205
Figura 112. Vista panorámica de la Calle buenos Aires cuadra 1.....	208

Figura 113. Calle buenos Aires entre (Ca. 03 de junio y Ca. Conquistadores) cuadra 1. Se observa el daño de la grieta lineal de severidad media.....	208
Figura 114. Calle buenos Aires entre (Ca. 03 de junio y Ca. Conquistadores) cuadra 1. Se observa el daño de la grieta lineal de severidad Alta.....	209
Figura 115. Calle buenos Aires entre (Ca. 03 de junio y Ca. Conquistadores) cuadra 1. Se observa el daño de la grieta de esquina de severidad Baja.....	209
Figura 116 Calle buenos Aires entre (Ca. 03 de junio y Ca. Conquistadores) cuadra 1. Se observa el daño de la Losa Dividida de severidad Media.....	210
Figura 118. Calle buenos Aires entre (Ca. Conquistadores con Ca. Rosa Merino) cuadra 2. Se observa el daño de Escala de severidad Medio de 12 mm.....	212
Figura 119 Calle buenos Aires entre (Ca. Conquistadores con Ca. Rosa Merino) cuadra 2. Se observa el daño de Losa Dividida de severidad Alto.....	212
Figura 120 Calle buenos Aires entre (Ca. Conquistadores con Ca. Rosa Merino) cuadra 2. Se observa el daño de Grieta Lineal de severidad Medio.....	213
Figura 121 Calle buenos Aires entre (Ca. Conquistadores con Ca. Rosa Merino) cuadra 2. Se observa el daño de descascaramiento de junta de severidad Bajo.....	213
Figura 122 Calle buenos Aires entre (Ca. Conquistadores con Ca. Rosa Merino) cuadra 2. Se observa el daño de Desconchamiento de severidad Bajo.....	214
Figura 123 Calle buenos Aires entre (Ca. Rosa Merino con Ca. Pantoja) cuadra 3. Se observa el daño de Escala de severidad Medio de 15 mm.....	216
Figura 124 Calle buenos Aires entre (Ca. Rosa Merino con Ca. Pantoja) cuadra 3. Se observa el daño de Grieta Lineal de severidad Bajo.....	216

Figura 125 Calle buenos Aires entre (Ca. Rosa Merino con Ca. Pantoja) cuadra 3. Se observa el daño de Grieta Lineal de severidad Medio.....	217
Figura 127 Calle buenos Aires entre (Ca. Conquistadores con Ca. Rosa Merino) cuadra 2. Se observa el daño de Loza Divida de severidad Alto.....	218
Figura 128 Calle buenos Aires entre (Ca. Conquistadores con Ca. Chuquipiondo) cuadra 4. Se observa el daño de Grieta Lineal de severidad Medio.....	220
Figura 129 Calle buenos Aires entre (Ca. Conquistadores con Ca. Chuquipiondo) cuadra 4. Se observa el daño de Parcheo de severidad Bajo.....	220
Figura 130 Calle buenos Aires entre (Ca. Conquistadores con Ca. Chuquipiondo) cuadra 4. Se observa el daño de Grieta Lineal de severidad Medio.....	221
Figura 131 Calle buenos Aires entre (Ca. Rosa Merino con Ca. Chuquipiondo) cuadra 4. Se observa el daño de Escala de severidad Medio de 10 mm.....	221
Figura 132 Calle buenos Aires entre (Ca. Rosa Merino con Ca. Chuquipiondo) cuadra 4. Se observa el daño de losa Dividida de severidad Alto.....	222
Figura 133 Calle buenos Aires entre (Ca. Chuquipiondo con Av. 28 de Julio) cuadra 5. Se observa el daño de descascaramiento de junta de severidad Alto.....	224
Figura 134 Calle buenos Aires entre (Ca. Chuquipiondo con Av. 28 de julio) cuadra 5. Se observa el daño de Escala de severidad Medio de 12 mm.....	224
Figura 135 Calle buenos Aires entre (Ca. Chuquipiondo con Av. 28 de julio) cuadra 5. Se observa el daño de Grieta Lineal de severidad Medio Bajo.....	225
Figura 136 Calle buenos Aires entre (Ca. Chuquipiondo con Av. 28 de julio) cuadra 5. Se observa el daño de descascaramiento de esquina de severidad Medio.....	225

Figura 137 Calle buenos Aires entre (Ca. Chuquipiondo con Av. 28 de julio) cuadra 5. Se observa el daño de Grieta de Esquina de severidad Medio.....	226
Figura 138 Foto panorámica de la Calle buenos Aires cuadra 5.....	226
Figura 139 Plano de ubicación y localización 01.....	227
Figura 140 Plano de ubicación 02.....	228

Índice de tablas

Tabla 1. Tipos de fallas en pavimento flexible.....	12
Tabla 2. Especificaciones técnicas de tipos de pavimentos.....	37
Tabla 3. Especificaciones técnicas para el concreto en pavimento rigido.....	40
Tabla 4. Periodos de Análisis.....	43
Tabla 5. Valores para la desviación estándar.....	47
Tabla 6. Niveles de confiabilidad	48
Tabla 7. Escala de calificación de la serviciabilidad del pavimento.....	50
Tabla 8. Índice de serviciabilidad final.....	52
Tabla 9. Especificaciones – Materiales-Sustancias perjudiciales en el Agua.....	55
Tabla 10. Especificaciones – Materiales-Granulometría de la Grava el Agua	56
Tabla 11. Sustancias.....	56
Tabla 12. Secuencia granulométricas.....	57
Tabla 13. Tabla granulométrica.....	58
Tabla 14. Especificaciones sustancias perjudiciales en la arena.....	59
Tabla 15. Selección de barras pasajuntas.....	66
Tabla 16. Rangos de calificación para la evaluación de Pavimentos en Concreto Rígido.....	70
Tabla 17. Formato de inspección del PCI.....	72
Tabla 18. Longitud de unidades de muestreo asfáltico.....	72

Tabla 19. Valores de daño para combinación	79
Tabla 20. Evaluacion de unidad de muestra U – 01.....	128
Tabla 21. Calculo de valores deducidos corregidos de la unidad de muestra U – 1.....	134
Tabla 22. Para hallar los Valores Deducidos Corregidos (VDC), de la U-1	134
Tabla 23. : Índice de Patologías Registradas en el Pavimento Rígido de la Unidad de Muestra U – 01.....	138
Tabla 24. Evaluacion de unidad de muestra U – 02.....	139
Tabla 25. Calculo de valores deducidos corregidos de la unidad de muestra U – 2.....	145
Tabla 26. Grafico para hallar los Valores Deducidos Corregidos (VDC), de la	145
Tabla 27. Clasificación de la U - 02	148
Tabla 28. Evaluacion de unidad de muestra U – 03.....	150
Tabla 29: Cálculo de valores deducidos corregidos de la unidad de muestra U – 3.....	156
Tabla 30. Grafico para hallar los Valores Deducidos Corregidos (VDC), de la Unidad de Muestra U 03.....	156
Tabla 31. Clasificación de la U - 03	161
Tabla 32.Evaluación de unidad de muestra U – 04.....	161
Tabla 33. Cálculo de valores deducidos corregidos de la unidad de muestra U – 4.....	167
Tabla 34. Grafico para hallar los Valores Deducidos Corregidos (VDC), de la Unidad de U4.....	167
Tabla 35. Clasificación de la U - 04	170

Tabla 36. Grafico para hallar los Valores Deducidos Corregidos (VDC), de la Unidad de U4.....	171
Tabla 37.Evaluación de unidad de muestra U – 05.....	172
Tabla 38. Cálculo de valores deducidos corregidos de la unidad de muestra U – 5.....	178
Tabla 39. Grafico para hallar los Valores Deducidos Corregidos (VDC), de la Unidad de U-5.....	168
Tabla 40. Clasificación de la U - 05.....	170
Tabla 41. Grafico para hallar los Valores Deducidos Corregidos (VDC), de la Unidad de U-5.....	182
Tabla 42 Tipo de patología en pav. Cudra 1 Aires cuadra.....	183
Tabla 43 Tipo de patología en pav. Cudra 2 Aires cuadra.....	183
Tabla 44 Tipo de patología en pav. Cudra 3 Aires cuadra.....	183
Tabla 45 Tipo de patología en pav. Cudra 4 Aires cuadra.....	183
Tabla 46 Tipo de patología en pav. Cudra 4 Aires cuadra.....	184
Tabla 47: Índice de Condición general de la investigación.....	184
Tabla 48: Nivel de Severidad total de la investigación.....	185

I. Introducción

El estado de operatividad de la vías urbanas y rurales de las principales ciudades del departamento de Loreto, es un de los problemas más serios, debido a que estos se encuentran deteriorados en sus diversos grados de severidad. Cualquiera que sea el tipo de pavimento, ya sea flexible, rígido e híbrido, es frecuente encontrar en ellos fisuras, depresiones y baches que dificultan el tránsito normal de los vehículos que circulan en nuestra ciudad. No se puede hablar de una causa única del deterioro de las pistas. Las fallas que afectan al pavimento se producen por múltiples factores: podría ser el resultado de un mal diseño del paquete estructural, de la mala calidad de los materiales, de errores constructivos, de un deficiente sistema de drenaje en caso de precipitaciones, del efecto de solitaciones externas como carga vehicular y agentes climáticos, entre otros; Para desarrollar la presente tesis se planteó el siguiente problema: ¿La utilización de los métodos de análisis y evaluación de la patología del pavimento rígido de la calle Buenos Aires, del AA.HH 28 de julio, distrito de Punchana, provincia de Maynas, departamento de Loreto, en qué medida permitirá dar recuperación del índice de integridad del pavimento de las condiciones de operatividad de la superficie?. Para dar respuestas al problema, se planteó el siguiente objetivo general: “Identificación y evaluación de la incidencia de las patologías del Concreto en pavimentos rígidos de la ca. Buenos Aires del AA. HH 28 de julio, distrito de Punchana, provincia de Maynas, departamento de Loreto-2017”, a partir de la determinación y evaluación de las patologías del mortero identificadas en dicho pavimento; Para poder conseguir el objetivo general, nos hemos planteado los siguientes objetivos específicos: Determinar el tipo de patologías del concreto que existen en las pistas de la ca. Buenos Aires del AA. HH 28 de julio, distrito de

Punchana, provincia de Maynas, departamento de Loreto; y Determinar el Índice de Condición de Pavimento para las pistas de la ca. Buenos Aires del AA. HH 28 de julio, distrito de Punchana, provincia de Maynas, departamento de Loreto; La presente investigación se justifica por la necesidad de conocer el nivel de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie de las pistas en la calle Buenos Aires, Distrito de Punchana, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto, – 2017. Con esta información, podrá definirse el estado real del pavimento. Así mismo se pudo determinar el tipo de patologías del mortero que existen en las diferentes cuadras de las pistas de la calle Buenos Aires, Distrito de Punchana, Provincia Maynas, Departamento de Loreto, – 2017. A través del grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento rígido, permitirá la toma de decisiones en su rehabilitación o reconstrucción por parte de la Municipalidad Distrital de Punchana, asimismo embellecer el ornato de la calle y mejorar el tránsito vehicular que beneficiará a la comunidad, por ende será de mucha utilidad la que será registrada en el Repositorio de la Universidad **ULADECH** como antecedente local; La metodología de trabajo es descriptivo no experimental y de corte transversal, y a través de una ficha técnica de evaluación; Los resultados, Los resultados, están dados en 5 unidades de muestreo los cuales tienen mayor incidencia en las patologías de Grieta Lineal, Grieta de Esquina, Losa Dividida, Escala Descascaramiento y Desconchamiento y en menor grado un Parcheo Menor, de tal manera que el PCI obtenido en la inspección: 1 ERA cuadra (U – 01) el valor de PCI = 10.14; por tanto se puede clasificar que tiene un nivel de Falla; en la 2 DA cuadra (U – 02) el valor de PCI = 20.21, por tanto se puede clasificar que tiene un nivel Muy Malo; en la 3 ERA cuadra (U – 03) el valor de PCI = 16.11, por

tanto se puede clasificar que tiene un nivel Muy Malo; en la 4 TA cuadra (U – 04) el valor de PCI = 12.25, por tanto, se puede clasificar que tiene un nivel Muy Malo, y en la 5 TA cuadra (U – 05) el valor de PCI = 46.64, por tanto se puede clasificar que tiene un nivel Regular.

Se determinó que el promedio del PCI total es de 21.07 y le corresponde una condición de Muy Malo

Se concluye que el grado de severidad de casi la mayoría de las muestras le corresponde un nivel de Severidad Alto, solo la muestra C-05 presenta un nivel de Severidad Medio; El nivel de Severidad Total es Alto.

II. REVISION DE LA LITERATURA

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes Internacionales

a) Alteraciones Patógenas del pavimento rígido de la ciudad de asunción.

De la evaluación hecha por **Godoy O., Ramírez D-2006**⁽¹⁾, en la comuna de Asunción, se tuvo como objetivo general, realizar trabajos para evaluar diversos pavimentos rígidos construidos en calles y avenidas, con el fin de determinar el estado en que se encuentran, así como recomendar las propuestas de solución a sus patologías, si las hubiere. Resultados: La serviciabilidad actual de la calle Cassanello se califica como Regular. El estado del pavimento hace que el costo de un mantenimiento mayor no sea económicamente conveniente. Por otro lado, el costo de una remoción del pavimento existente y la reconstrucción con pavimento flexible o rígido

tampoco está al alcance del presupuesto municipal. La solución que resta es ejecutar lo que sí está al alcance y nunca está demás: la limpieza y resellado de juntas y grietas, al igual que la estabilización de losas con inyección de lechada de cemento. Conclusiones; El estudio del aporte estructural del pavimento empedrado, realizado en otros trabajos de investigación, ha demostrado que el empedrado posee un coeficiente de Balasto (k) variando de 19 a 180 kg/cm³. Aun asumiendo el valor menor, para cálculos de dimensionamiento de pavimento rígido, sigue siendo un valor considerablemente alto, pero los resultados arrojan también la falta de uniformidad de dicho coeficiente para 4 distintos sectores evaluados, siendo su uniformidad y no la alternancia de valores elevados la situación ideal para el soporte de un pavimento rígido. Así también, las bases de elevada rigidez (como es el caso del empedrado) no acompañan las deformaciones de las losas de hormigón hidráulico y son causantes de mayores esfuerzos en las mismas. Por último, otra condición que se debe cumplir para el buen desempeño del pavimento rígido es la regularidad de la base, situación que los empedrados en la mayoría de los casos no presentan. En lo referente a dimensionamiento, los espesores de las losas de los pavimentos rígidos sobre empedrado de la ciudad oscilan entre los muy delgados (menos de 100 mm), pasando por los delgados (entre 100 mm y 150 mm) y alcanzando los de mediano espesor (entre 150 mm y 200 mm). La mayor parte presenta entre losa y losa, o en una misma losa, variaciones de espesor que llegan hasta al 20% (20 mm en pavimentos de 100 mm de espesor). Dicha variación de espesor es debida a lo que

mencionamos previamente, la irregularidad del empedrado. Una variación tan considerable representa, según los métodos de diseño, reducciones de la resistencia de diseño a flexotracción (aproximadamente 15,6 kg/cm² a compresión). Los sitios donde están las piedras del empedrado tienden además a ser, por la forma y disposición de las mismas, zonas de concentración de tensiones. Como causas principales de los deterioros de los pavimentos rígidos se consignan las siguientes: Espesor deficiente de las losas en relación a la repetición de cargas; Hormigón de resistencia inferior a la residenciales (tránsito compuesto casi en su totalidad por vehículos livianos), no así en calles con tránsito mayor. En este último caso son necesarios espesores de por lo menos 14cm (aproximadamente 12,5 cm en las zonas de menor espesor). En el caso de las intersecciones de calles, con encuentros entre pavimento flexible y rígido, se constató en algunas la ausencia de juntas de expansión entre el pavimento rígido y el pavimento flexible. La consecuencia son levantamientos localizados, deterioros de los más visibles y que más afectan la comodidad de rodado. En 2003 se construyó frente al Edificio de la Municipalidad de Asunción, sobre la Avenida Mariscal López una dársena con pavimento rígido. Aunque se observa un cierto pulido desgastado, escalonamiento de juntas y algunas grietas de esquina y longitudinales, está sirviendo perfectamente al intenso tránsito de ómnibus de dicha arteria, demostrando una serviciabilidad superior al pavimento de concreto asfáltico de otra dársena construida casi simultáneamente sobre la misma avenida, frente a la Plaza San8 Ya sea directamente sobre el empedrado o sobre una capa

asfáltica que a la vez está sobre el empedrado. Roque González. El pavimento flexible de esta última dársena presenta Ahuellamiento que afectan la calidad de rodado, además de favorecer la acumulación de agua sobre el pavimento. La ejecución del hormigonado con frecuencia se realiza durante las horas de mayor temperatura ambiente, como ser al mediodía o a la siesta. No son escasos los casos en que se refiere un aserrado tardío de las juntas y un curado de menor duración que la necesaria. El 100% de 7 las juntas de los pavimentos rígidos de Asunción nunca fue objeto de mantenimiento. El sellado de las juntas es una operación de suma relevancia. La correcta formación de la caja que aloja al sellante, así como la disposición de la tira de respaldo y la colocación del sellante favorecen el desempeño óptimo del pavimento de hormigón con juntas. Su reposición periódica conserva alejadas de las juntas el agua y los materiales con posibilidad de alojarse en ellas (provocando luego saltaduras, degradación de la caja del sellante, disminución de la capacidad de transferencia de carga por trabazón de agregados e incremento de tensiones). No puede dejar de recalarse la importancia que tiene la correcta conservación de las juntas en el desempeño del pavimento rígido.

b) Evaluación de patologías en pavimentos de hormigón en la Plata Argentina.

En concordancia con **Prunell, S-2011⁽²⁾**, el objetivo de este estudio fue de Contribuir desde lo científico y tecnológico, al mejoramiento y desarrollo de la industria de la construcción vial y su efecto en el transporte y medio ambiente.; Constituir una entidad que pueda brindar al medio regional y

nacional servicios y asesoramiento en materias de tecnología vial y de la construcción.; Formar recursos humanos en investigación, desarrollo tecnológico, transferencia de tecnologías y docencia.; Constituir un medio de formación y consulta para Docentes y Alumnos de la Facultad Regional La Plata de la U.T.N. y otras instituciones de nivel terciario y universitario de la región, 8 nacionales y del exterior. Resultados: Este documento incluye que la mayoría de los deterioros hallados, estudio estadístico realizado, los defectos con mayor frecuencia de aparición en las superficies de concreto son: fallas de borde 22,3 %, fallas de juntas 19,4 %, fisuras transversales 13,8 %, fisura longitudinales 10,3 %) dislocamiento 9,1 10 %, hundimiento de vías 6,1 %.Nidos de abeja 19 %.pueden producirse por causa de uno o varios factores simultáneos. Debe considerarse el mantenimiento de los pavimentos como un punto importante para evitar deterioros de severidad alta, ya que en todos los casos. Conclusiones: La mayoría de los deterioros hallados, pueden producirse por causa de uno o varios factores simultáneos. Es conveniente seguir un catálogo de deterioros de pavimentos rígidos para la identificación y calificación de fallas, para realizar un diagnóstico certero en cada caso. Debe considerarse el mantenimiento de los pavimentos como un punto importante para evitar deterioros de severidad alta, ya que en todos los casos, implican la reparación total del pavimento, incidiendo en un costo de reparación más elevado en comparación con uno de severidad baja o media. Estudiar los distintos tipos de deterioro y sus orígenes, ayuda a prevenirlos, para evitar la inseguridad e incomodidad del tránsito y aplicar las técnicas de

reparación adecuadas.

c) Análisis de los factores que producen el deterioro de los Pavimentos rígidos. Sangolquí Ecuador, abril de 2011.

Este estudio realizado por **Ruiz C,-2011** ⁽³⁾, tiene como objetivo general, 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.; así mismo los Objetivos específicos son: 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. Escuela Politécnica del Ejército Ingeniería Civil César A. Ruiz B. 3 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. Este documento hace mención que 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 las cuales son: fisuras transversales 18.63%, fisuras

longitudinales 9.84%, fisuras de esquinas 6.71%, losas 10 subdivididas 7%, fisuras en bloque 5.81%, fisuras inducidas 16.19%, levantamiento de losas 2.38%, dislocamiento de losas 1.64%, hundimiento de vías 8.20%, descascaramientos 4.32%, pulimientos 7.15%, pelamientos 7%, en baches 5.22%. Conclusiones. Primeramente, 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. Escuela Politécnica del Ejército Ingeniería Civil César A. Ruiz B. 211 En las visitas a ciertos proyectos de pavimento rígido, se observa— que no existe un correcto y adecuado control de calidad en su construcción, debido a que se deja de lado ciertos parámetros necesarios para que un pavimento rígido, cumpla eficientemente con su vida útil. Entre los procesos inobservados por las constructoras y fiscalizadoras, 11 que más afectaron a la estructura

del pavimento rígido se puede citar a los siguientes:

- 1) Deficiente control de materiales.
- 2) Temperaturas inadecuadas.
- 3) Procesos de curado deficientes.
- 4) Cortes de juntas en tiempos no idóneos.
- 5) Utilización de maquinaria inapropiada.
- 6) Modulación de losas fuera de los rangos de esbeltez sin cumplir lo estipulado en normas. Detectadas las fallas del pavimento rígido, la reparación es un factor que no ha sido operado técnicamente, que revelen las verdaderas causas por las que se originó el deterioro. Debo puntualizar que los “arreglos realizados”, afectan directamente a la resistencia y transferencia de carga de las losas adyacentes. Por último, se observa la falta de seguridad industrial para sus trabajadores y deficiente control de tránsito que debe ofrecer la Escuela Politécnica del Ejército Ingeniería Civil César A. Ruiz B. 212 compañía constructora, durante las reparaciones para precautelar la integridad de los usuarios. Referente al análisis de la rehabilitación de la carretera Chone –Canuto Calceta – Junín – Pimpiguasí, tramo “Junín – Pimpiguasí” abscisa 34+000 – 56+000, motivo central de la presente tesis, y de conformidad a los ensayos y estudios realizados, se concluye que este proyecto fue contratado considerando únicamente un perfil técnico, sin que se haya realizado estudios de suelos, cimentación y hormigones para la capa de rodadura de la estructura del pavimento, es decir no se evaluó con rigurosidad la

capacidad portante del suelo, y sin considerar que en esta zona existen arcillas expansivas. Finalmente sobre los resultados de los ensayos de los materiales, se concluye que los agregados de la cantera 12 de Picoaza que estaba designada como fuente de provisión de estos materiales, no son aptos para ser utilizados en hormigones de alta resistencia, ya que exhiben características flojas que obligan a elevar el contenido de cemento en la mezcla, aparte de los problemas de adherencia a la pasta de cemento debido a la presencia de sustancias arcillosas y aceitosas.

En general, en la mayoría de los países, le dan la debida importancia a sus pistas, tanto en su diseño, como en su conservación y en su uso, para su durabilidad y belleza. La importancia que se da a las pistas y veredas en Colombia Santa Cruz de Mompos de la calle Real, es digna de imitar ya que se hacen con un acondicionamiento que permite la libre circulación por las mismas a pesar de haber un tramo exclusivo para unidades móviles pequeñas (bicicletas).



Fig. N° 01



Fig. N° 02

Las adecuadas condiciones de evacuación de aguas pluviales que permite la durabilidad de la estructura además de dar la estética y mayor

transitabilidad en épocas de lluvia.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

La decisión política del estado peruano, de promover el desarrollo de la red vial en todo litoral peruano ya que en la actualidad se cuenta con una longitud de 78,200km de los cuales 68,790 son caminos no pavimentados, camino que históricamente se mantienen a través de la ejecución de carpetas de rodadura granulada (nivel de afirmado)

Carreteras	Km
A nivel de afirmado	12,690
Sin afirmar	56,10
Total km de superficie descubierta	68,790

d) Evaluación del estado situacional de la vía: Av. Argentina – Av. 24 de junio por el método: índice de condición de pavimentos 2012, en la ciudad de Chupaca.

Para esta evaluación, **Camposano O., García,C-2012** ⁽⁴⁾, se plantea como Objetivo General, Identificar en qué estado situacional se encuentra la vía de Ingreso a la Ciudad de Chupaca Av. Argentina – Av. 24 de Junio por el método PCI (índice de condición de pavimentos) haciendo un diagnóstico definitivo. Así mismo se propone los **Objetivos Específicos:**

Verificar la calidad de desempeño de la vía Ingreso a la Ciudad de Chupaca Av. Argentina-Av. 24 de Junio. - Determinar el deterioro físico (fallas de los pavimentos: grietas, deformación, envejecimiento,

etc.), de la vía Ingreso a la Ciudad de Chupaca Av. Argentina – Av. 24 de Junio. - Identificar las alternativas de solución del estado situacional de la vía Ingreso a la Ciudad de Chupaca Av. Argentina – Av. 24 de Junio. 12 - Determinar el nivel de servicio del estado situacional de la vía Ingreso a la Ciudad de Chupaca Av. Argentina – Av. 24 de Junio. - Determinar si el mantenimiento intensivo mejorara la condición del pavimento de la vía Ingreso a la Ciudad de Chupaca Av. Argentina – Av. 24 de Junio Resultados obtenidos por número de fallas según tipo:
 Tabla 1: Tipos de fallas en pavimentos flexibles:

Tabla 1: Tipos de fallas en pavimentos flexibles.

N° DE FALLAS SEGÚN SU TIPO		
FALLA	TIPO DE FALLA EN PAVIMENTO FLEXIBLE	N° DE FALLAS
1	PIEL DE COCODRILO	116
2	EXUDACION	0
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	121
4	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO	97
5	CORRUGACION	40
6	DEPRESION	0
7	GRIETA DE BORDE	4
8	GRIETA DE RELEXION DE JUNTA	0
9	DESNIVEL CARRIL/VERMA	0
10	GRIETA LONG. Y TRANSVERSAL	657
11	PARCHEO	198
12	PULIMIENTO DE AGREGADO	13
13	HUECOS	403
14	CRUCE DE VIA FERREA	0
15	AHUELLAMIENTO	12
16	DESPLAZAMIENTO	0
17	GRIETA PARABOLICA(SLIPPAGE)	0
18	HINCHAMIENTO	0
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	2
TOTAL		1663

Tabla. N° 01

Conclusiones.

Las fallas localizadas en el diagnóstico de la vía fueron: Piel de Cocodrilo, Agrietamiento en bloque, Abultamiento y hundimiento, corrugación, grieta de borde, grieta longitudinal y transversal, parcheo, pulimiento de agregado, huecos, Ahuellamiento, y desprendimientos de agregados. Las

causas principales de las fallas localizadas en el diagnóstico de la vía son principalmente: la condición climática de la zona, las cargas de tránsito, materiales de baja calidad y una base inestable. Se puede concluir que el día Sábado corresponde al día donde se evidencia más flujo vehicular y que estos se registran entre 8 y 3pm. Presentando vehículos de alto tonelaje en un 2% que exceden en la carga máxima permisible generando una de las fallas más frecuentes que son los huecos. En cuanto a las fallas longitudinales y transversales son producidas por proceso constructivo incorrecto y alto tránsito; las grietas longitudinales han sido originadas por contracción de la mezcla asfáltica por endurecimiento del bitumen y por acción de tránsito seccionada, las grietas transversales han sido originadas por insuficiente espesor de pavimento, falta de sobre ancho de las capas inferiores de los bordes, pérdida de flexibilidad debido al exceso de filler y envejecimiento del asfalto. En la inspección visual y diagnóstico vial realizado al tramo en estudio, mediante el procedimiento PCI (Índice de condición del Pavimento), se concluyó que el estado actual del pavimento en la Entrada a la Ciudad de Chupaca, Av. Argentina, Av.24 de Junio, se encuentra en un estado regular debido a un valor de PCI de 51, según 107 los rangos de clasificación anteriormente enunciados y confirmados al realizar un recorrido por la vía. Debido al resultado de PCI de la vía y con su Diagnóstico Regular, podemos indicar que el pavimento se encuentra en condiciones de circulación normal, pero que perjudican el tránsito de los vehículos, y no brinda un adecuado confort a los mismos y a los conductores y pasajeros. Según la categoría de mantenimiento sugerido

según condición actual de las vías, para un índice de condición de pavimentos regular, se debe de realizar un mantenimiento intensivo.

El método PCI, se realiza para poder determinar las vías que requieren—mantenimiento, rehabilitación, o cambio total de la vía, y así poder plantear los estudios siguientes con un buen análisis de costos y tiempo.

e) Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en los pavimentos rígidos de la provincia de Huancabamba departamento de Piura.

Espinoza T-2010⁽⁵⁾, sostiene que el índice promedio de condición del pavimento, de la provincia de Huancabamba es de 50% correspondiendo a un nivel de regular o estado regular. Se concluye que los pavimentos sufren grandes desperfectos por la mala ejecución y la calidad de los agregados de la zona y la inclemencia del tiempo y que el suelo tiene bastante responsabilidad en dichas grietas. Se concluye que el nivel de incidencia de las patologías de los pavimentos hidráulicos del cercado de la provincia de Huancabamba es: grietas lineales 40.65%, pulimento de agregados, 29.00%, grietas de esquina 22.77%, escala 7.11%

f) Determinación y evaluación de las patologías del pavimento de concreto rígido en el barrio de Villon alto – distrito de Huaraz provincia de Huaraz – región Ancash octubre - 2013.

Los ingenieros, **Córdova E., Guerrero M., y Mautino A-2013⁽⁶⁾**, determinan las fallas del pavimento de concreto rígido del barrio de Villón

Alto y evalúan el tipo de deterioro encontrados, para determinar las alternativas de solución del mismo. La recolección de datos fue del tipo visual con toma de muestras, en el lugar de los hechos para luego procesarlo en gabinete. Se concluye que el nivel de incidencia de las patologías de los pavimentos rígido del barrio Villon Alto del distrito de Huaraz.

g) Elaboración del estudio para el Mejoramiento de la Transitabilidad de la Carretera Ica –Palpa- Nazca. MTC. ProVías Nacional. 2008

Amaro López, J.-2008 ⁽⁷⁾, plantea como objetivo la de determinar el estado en que se encuentra el pavimento de los Tramos Km. 290+887 - Km. 326+000, Km. 336+000 - Km. 342+000 y Km. 345+000 - Km. 388+290 de la Carretera Ica-Palpa-Nazca, para definir las alternativas de intervención que requiere el pavimento a la fecha de la evaluación, las soluciones se dan mediante métodos convencionales que permiten optimizar la estructura del pavimento para el tiempo de vida proyectado.

La actividad de Campo para la medición directa del deterioro de las pistas se realizó mediante la obtención del valor de la Condición del Pavimento (PCI), para lo cual previamente se determinaron las muestras de los tramos y su número de lotes para su análisis. La Evaluación de la Condición Superficial se realizó entre los Km. 290+867 - Km. 326+000, Km. 336+000 - Km. 342+000 y Km. 345+000 - Km. 388+290 de la Carretera Ica - Palpa - Nazca. Para mejor entendimiento Ver el Cuadro N° 01 en la que indica la Situación Actual de la Vía y en el Anexo 1 la descripción de los tramos.

Los trabajos de Gabinete se realizaron en base a la interpretación de los datos obtenidos en campo y al análisis estadístico, resultando los tramos homogéneos, es decir; homogenización de subtramos de acuerdo a los lotes determinados previamente y a la identificación del deterioro y su magnitud.

h) Estudio Definitivo para el Mantenimiento periódico de la Carretera Panamericana Sur tramo: Puente Santa Rosa- Puente Montalvo.

De acuerdo al **Consortio Montalvo-2003⁽⁸⁾**, la filosofía del mantenimiento está orientada a no dejar que ningún tramo vuelva a ser rehabilitado. Se trata de aprovechar la capacidad remanente del soporte estructural del pavimento, y sobre esta estructura existente, recapear o reforzar o aplicar cualquier otro tratamiento que sea el más rentable en el tiempo. En cuanto a los otros elementos de la infraestructura vial, el mantenimiento se orienta a aplicar el tratamiento más adecuado para devolver o mejorar su condición estructural y funcional. La experiencia en estudios de mantenimiento periódico anteriores, nos exige que se elabore una priorización escalonada de la inversión año por año, sustentada en una programación que nos permita decidir qué sectores del tramo tienen que intervenir de inmediato, y que sectores pueden ejecutarse en los años subsiguientes.

El Consorcio seleccionará los tipos de tratamiento a aplicar de acuerdo al estado del pavimento, evaluando su rentabilidad, así como los costos de su aplicación, definiendo el diseño definitivo óptimo del mantenimiento periódico. Para el caso específico del pavimento, los

tratamientos producto de estos estudios, están orientados a controlar la fisuración y rugosidad, y en los casos que lo requieran, devolverle la capacidad de soporte estructural para igual periodo de diseño de su última rehabilitación (1994) efectuada hace de diez años. Surge entonces la necesidad de plantear la mejor alternativa para prolongar la vida del pavimento existente, sea mediante el uso de su valor residual, o mediante la reparación integral de la vía en función del juicio estructural ya determinado. Es por ello que las condiciones actuales de la carretera requerirán soluciones de mayor costo que el promedio de los tramos contiguos.

El objetivo del estudio es definir los trabajos de Mantenimiento Periódico que requiere la infraestructura vial en cada sector del tramo, especificando el tipo de tratamiento a aplicar, la oportunidad de su aplicación y el presupuesto requerido, seleccionando a la vez la alternativa óptima que maximice la rentabilidad de los recursos financieros empleados.

El tramo en estudio se inicia en el Km. 1041+600, señal informativa PUENTE STA. ROSA, CAR. MAX. 50 TN. (Empalme con el Km. 1041+610.20 del tramo Av. Mollendo – Puente Santa Rosa), ubicado en el distrito de Punta de Bombón, provincia Islay, departamento de Arequipa, aproximadamente a 93 m.s.n.m. y finaliza pasando el Puente Montalvo en la señal informativa ubicada al lado izquierdo de la vía en el Km. 1139+795, en el distrito de Moquegua, provincia Mariscal Nieto, departamento de Moquegua, aproximadamente a 1400 m.s.n.m.;

con una longitud total de 98.195 Km.

Según este método, se permite la determinación de la condición del pavimento a través de una evaluación visual, usando el índice de condición del pavimento (PCI) que es un índice numérico de la condición del pavimento cuyos rangos varían desde 0 hasta 100 siendo esta última la mejor condición posible.

La metodología PCI está descrita en la norma ASTM 5340-98, la cual nos da los lineamientos para determinar el índice de condición del pavimento, que ayuda a calcular un índice de deterioración y se utiliza a menudo para proyectar la condición futura.

A continuación pasamos a detallar el método empleado, de acuerdo con la norma ASTM 5340 –98.

El pavimento es dividido en tramos, los cuales son divididos a su vez en secciones. Cada sección es nuevamente dividida en unidades de muestreo. El tipo y la severidad de la condición del pavimento es calculada por la inspección visual de las unidades de muestreo del pavimento. La cantidad de daño se mide mediante la metodología dada en la norma ASTM. Los datos del daño para calcular el índice de la condición del pavimento en cada unidad de muestreo. El índice de cada sección es determinado en base a los índices de cada unidad de muestreo dentro de la sección. El cálculo de cada una de las fallas reconocidas, se encuentran en la Norma ASTM. La evaluación de la condición del pavimento se basa en el índice de la condición del

pavimento (PCI) que es una escala a partir de 0 a 100 que mide tanto la integridad estructural como la condición superficial. La sección del pavimento se debe primero dividir en muestras. Todas las muestras pueden ser examinadas, o un número más pequeño de muestras escogidas al azar se puede elegir para representar la sección entera. Los métodos estadísticos se utilizan para determinar el número de las muestras requeridas. Una hoja de datos se requiere por cada unidad de muestra. El inspector llena el formulario de datos caminando por cada unidad de muestra y registrando los deterioros medidos. Un bosquejo de la unidad de muestra se hace usando los puntos impresos que representan intersecciones comunes. El número apropiado para cada deterioro encontrado en el pavimento se incorpora en el cuadrado que representa la sección del pavimento. El deterioro también se observa como gravedad baja, media o alta. Una porción de la hoja de la inspección se utiliza para resumir los niveles de deterioro encontrados en cada unidad de muestra. Se calcula el PCI usando los pasos siguientes:

1. Los valores deducidos se determinan para cada tipo de deterioro y gravedad utilizando las curvas de la válvula de deducción. Los valores deducidos para todos los deterioros se determinan usando las curvas apropiadas
2. El total valor reducido (TDV) es computado sumando individuales valores del deducir.

3. Una vez que se compute el TDV. Se debe determinar un valor corregido del deducir (CDV) usando curvas de corrección

2.2 BASES TEORICAS DE LA INVESTIGACION

2.2.1 Pavimentos

De acuerdo a **Montejo A.-2014⁽⁹⁾**, Un pavimento es una estructura diseñada con la capacidad de absorber las fuerzas causadas por acción de CARGAS de tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodadura lo cual debe de funcionar eficientemente.

Las condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento son las siguientes: anchura, trazo horizontal y vertical resistencia adecuada a las cargas para evitar las fallas y los agrietamientos, además de una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento aun en condiciones húmedas. La circulación de vehículos, o cualquier otra carga móvil, durante el periodo de tiempo para el cual ha sido diseñado.

Existen dos tipos de pavimentos: los flexibles (de asfalto) y los rígidos (de concreto hidráulico). La diferencia entre estos tipos de pavimentos es la resistencia que presentan a la flexión.

Características que deben reunir:

- ✓ Ofrecerán una superficie plana, sobre la que pueda caminar sin dificultad.
- ✓ Serán resistentes al uso, a fin de prolongar su duración, teniendo en cuenta que habrán de soportar no solamente pesos de importancia, sino también

cambios bruscos de temperatura y choques con algún cuerpo proyectado con violencia.

- ✓ Deberán ser económicos .

2.2.2 Clasificación de los pavimentos

Según **Osuna R.-2002⁽¹⁰⁾**, existen básicamente dos tipos de **pavimentos: rígidos y flexibles.**

- **El pavimento flexible**, resulta más económico en su construcción inicial, tiene un periodo de vida de entre 10 y 15 años, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento constante para cumplir con su vida útil. Este tipo de pavimento está compuesto principalmente de una carpeta asfáltica, de la base y de la sub-base.

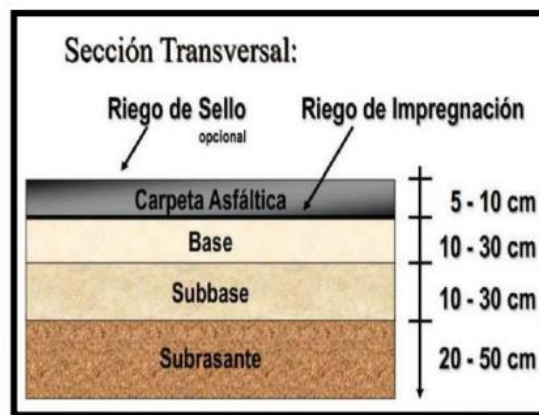


Fig. N° 03

- **Pavimento Rígido:**

Se compone de losas de concreto hidráulico que en algunas ocasiones presenta un armado de acero, tiene un costo inicial más elevado que el flexible, su periodo de vida varía entre 20 y 40 años; el mantenimiento que requiere es mínimo y solo se efectúa (comúnmente) en las juntas de las

losas.

Un pavimento de concreto o pavimento rígido consiste básicamente en una losa de concreto simple o armado, apoyada directamente sobre una base o sub base. La losa, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas de rueda, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante. Todo lo contrario sucede en los pavimentos flexibles, que al tener menor rigidez, transmiten los esfuerzos hacia las capas inferiores lo cual trae como consecuencias mayores tensiones en la subrasante, como se puede apreciar en la fig. 03.

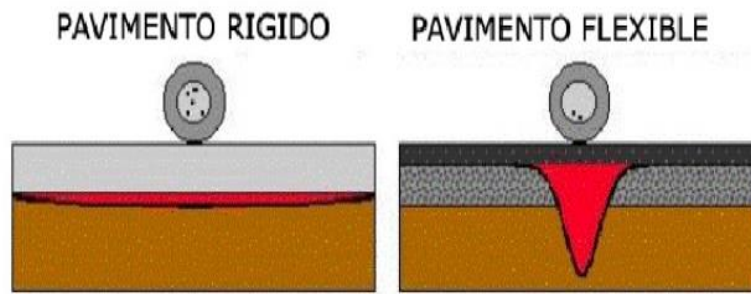


Fig. 04.

Los elementos que conforman un pavimento rígido son: **subrasante, subbase y la losa de concreto (ACPA-2014)** ⁽¹¹⁾.

A continuación, se hará una breve descripción de cada uno de los elementos que conforman el pavimento rígido.

a) Subrasante

La subrasante, es el soporte natural, preparado y compactado, en la cual se puede construir un pavimento. La función de la subrasante, es dar un apoyo razonablemente uniforme, sin cambios bruscos en el valor soporte, es decir, mucho más importante es que la subrasante brinde un apoyo estable a que tenga una alta capacidad de soporte. Por lo tanto, se debe tener mucho cuidado con la expansión de suelos.

Esta capa de terreno de una carretera soporta la estructura de pavimento que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa puede estar formada en corte o relleno y una vez compactada debe tener las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos finales de diseño. El espesor de pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la subrasante, por lo que ésta debe cumplir con los requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción

por efectos de la humedad, por consiguiente, el diseño de un pavimento es esencialmente el ajuste de la carga de diseño por rueda a la capacidad de la subrasante.

b) Subbase

La capa de subbase es la porción de la estructura del pavimento rígido, que se encuentra entre la subrasante y la losa rígida. Consiste de una o más capas compactas de material granular o estabilizado; la función principal de la subbase es prevenir el bombeo de los suelos de granos finos. La subbase es obligatoria cuando la combinación de suelos, agua, y tráfico pueden generar el bombeo. Tales condiciones se presentan con frecuencia en el diseño de pavimentos para vías principales y de tránsito pesado. Se utiliza además como capa de drenaje y contralor de ascensión capilar de agua, protegiendo así a la estructura de pavimento, por lo que generalmente se usan materiales granulares. Al haber capilaridad en época de heladas, se produce un hinchamiento del agua, causado por el congelamiento, lo que produce fallas en el pavimento, si éste no dispone de una subrasante o subbase adecuada. Esta capa de material se coloca entre la subrasante y la capa de base, sirviendo como material de transición, en los pavimentos flexibles.

Entre otras funciones la subbase debe cumplir con:

- Proporcionar uniformidad, estabilidad y soporte uniforme.
- Incrementar el módulo (K) de reacción de la subrasante.
- Minimizar los efectos dañinos de la acción de las heladas.
- Proveer drenaje cuando sea necesario.

- Proporcionar una plataforma de trabajo para los equipos de construcción.

c) **Losa o Superficie de rodadura**

Es la capa superior de la estructura de pavimento, construida con concreto, por lo que debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, basan su capacidad portante en la losa, más que en la capacidad de la subrasante, dado que no usan capa de base. En general, se puede indicar que el concreto distribuye mejor las cargas hacia la estructura de pavimento. El factor mínimo de cemento debe determinarse en base a ensayos de laboratorio y por experiencia previas de resistencia y durabilidad. Se deberá usar concreto con aire incorporado donde sea necesario proporcionar resistencia al deterioro superficial debido al hielo-deshielo, a las sales o para mejorar la trabajabilidad de la mezcla.

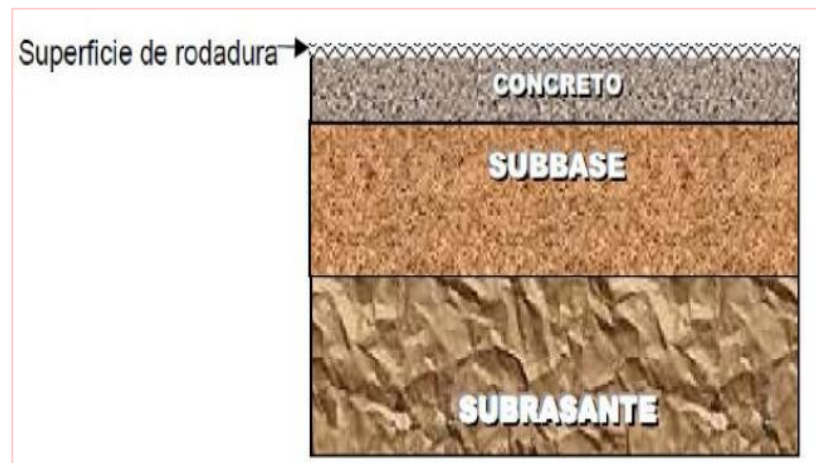


Fig. N° 05

- **Aplicaciones del Pavimento Rígido**

Rosa Beatriz Villalobos-2014 ⁽¹²⁾, sostiene que el pavimento rígido tiene las siguientes aplicaciones:

- A. Aeropistas**

En los aeropuertos, donde se demanda un mínimo de prórroga para la utilización del pavimento terminado, se ha empleado un sistema de apertura rápida; éste consiste en el colado secuencial del pavimento en la reconstrucción de pistas aéreas y plataformas.

- B. Vialidades urbanas**

La reconstrucción de vialidades urbanas se ha convertido en uno de los principales problemas, pues además del tiempo y costo, afectan al tránsito vehicular. Sin embargo, con los pavimentos de concreto de apertura rápida, estos problemas se minimizan ostensiblemente.

- C. Zonas residenciales**

El uso de pavimentos de concreto en zonas residenciales aumenta día con día, debido a la reducción del tiempo de curado en la mezcla. Se ha demostrado que lo más eficiente para disminuir el cierre de accesos, es la construcción con base en cimbra deslizante a todo lo ancho de la calle. En los estacionamientos de las casas particulares, por ejemplo, se ha logrado limitar a sólo 24 horas el impedimento para que los residentes metan sus automóviles.

▪ Tipos de Pavimento Rígido

Según **Pedro Figueroa-2015⁽¹³⁾**, los diversos tipos de pavimentos de concreto pueden ser clasificados, en orden de menor a mayor costo inicial, de la siguiente manera:

- Pavimentos de concreto simple.
 - Sin pasadores.
 - Con pasadores.
- Pavimentos de concreto reforzado con juntas
- Pavimentos de concreto con refuerzo continuo.

a) Pavimentos de concreto simple

No contiene armadura en la losa y el espaciamiento entre juntas es pequeño (entre 2.50 a 4.50 metros ó 8 a 15 pies). Las juntas pueden o no tener dispositivos de transferencia de cargas (dovelas).

a.1. Sin pasadores (fig. 05)

Los pavimentos Sin Pasadores, son los que no presentan refuerzo de acero ni elementos para transferencia de cargas, ésta se logra a través de la trabazón (interlock) de los agregados entre las caras agrietadas debajo de las juntas aserradas o formadas. Para que esta transferencia sea efectiva, es necesario que se use un espaciamiento corto entre juntas. Están constituidos por losas de dimensiones relativamente pequeñas, en general menores de 6 m de largo y 3.5 m de ancho. Los espesores varían de acuerdo al uso previsto. Por ejemplo para calles de urbanizaciones residenciales, éstos varían entre 10 y 15 cm, en las

denominadas colectoras entre 15 y 17 cm. En carreteras se obtienen espesores de 16 cm. En aeropistas y autopistas 20 cm o más. Este tipo de pavimento es aplicable en caso de tráfico ligero y clima templado y generalmente se apoyan directamente sobre la subrasante.

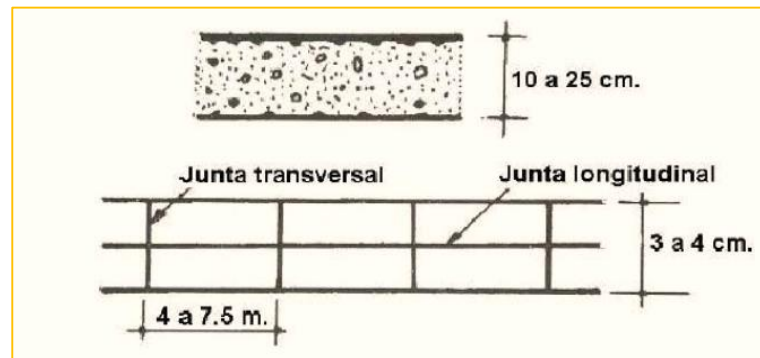


Fig. N° 06

a.2. Con pasadores (fig.06)

Estos pasadores (dowels) son pequeñas barras de acero liso, que se colocan en la sección transversal del pavimento, en las juntas de contracción. Su función estructural es transmitir las cargas de una losa a la losa contigua, mejorando así las condiciones de deformación en las juntas. De esta manera, se evitan los desplazamientos verticales diferenciales (escalonamientos). Según la Asociación de Cemento Portland (PCA, por sus siglas en inglés), este tipo de pavimento es recomendable para tráfico diario que exceda los 500ESALs (ejes simples equivalentes), con espesores de 15 cm o más.

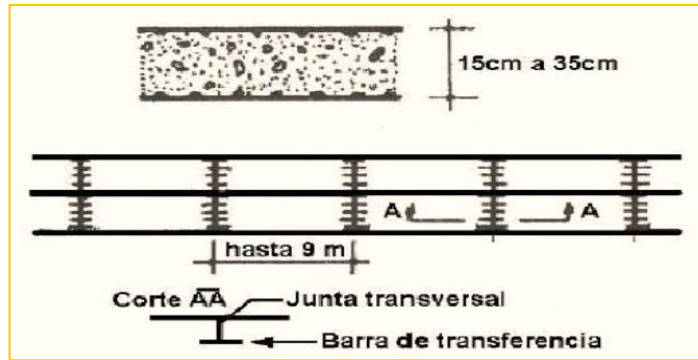


Fig. N° 06

b) Pavimentos de concreto reforzado con juntas (fig.07)

Estos pavimentos tienen espaciamientos mayores entre juntas (entre 6.10 y 36.60 metros ó 20 a120 pies) y llevan armadura distribuida en la losa a efecto de controlar y mantener cerradas las fisuras de contracción. Este refuerzo puede ser en forma de mallas de barras de acero o acero electro soldado. El objetivo de la armadura es mantener las grietas que pueden llegar a formarse bien unidas, con el fin de permitir una buena Transferencia de cargas y de esta manera conseguir que el pavimento se comporte como una unidad estructural.

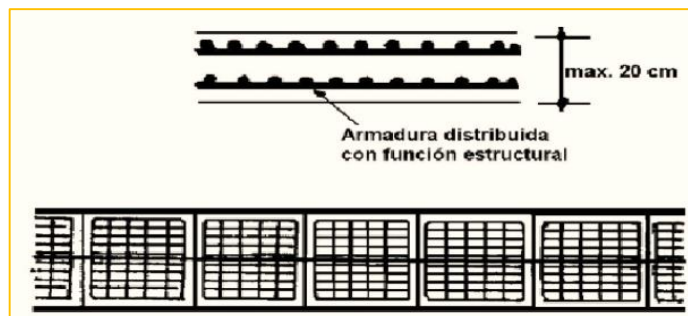


Fig. N° 8

c) Pavimentos de concreto con refuerzo continuo (fig.08)

Los pavimentos de concreto con refuerzo continuo, a diferencia de los pavimentos de concreto reforzado con juntas, se construyen sin juntas

de contracción, debido a que el refuerzo asume todas las deformaciones, específicamente las de temperatura. El refuerzo principal es el acero longitudinal, el cual se coloca a lo largo de toda la longitud del pavimento. El refuerzo transversal puede no ser requerido para este tipo de pavimentos. Tiene armadura continua longitudinal y no tiene juntas transversales, excepto juntas de construcción. La armadura transversal es opcional en este caso. Estos pavimentos tienen más armadura que las juntas armadas y el objetivo de esta armadura es mantener un espaciamiento adecuado entre fisuras y que éstas permanezcan cerradas.

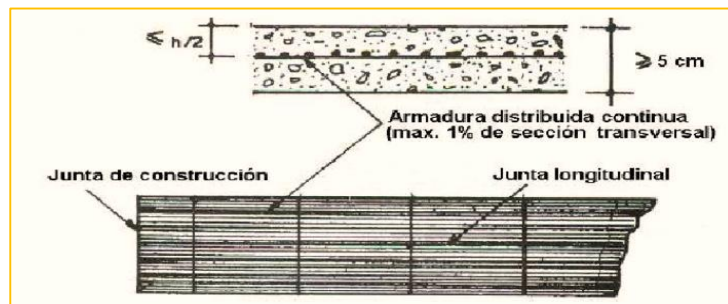


Fig. N° 08

Tomado del (boletín técnico N° 81, publicado por la ASOCEM-2016)⁽¹⁴⁾.

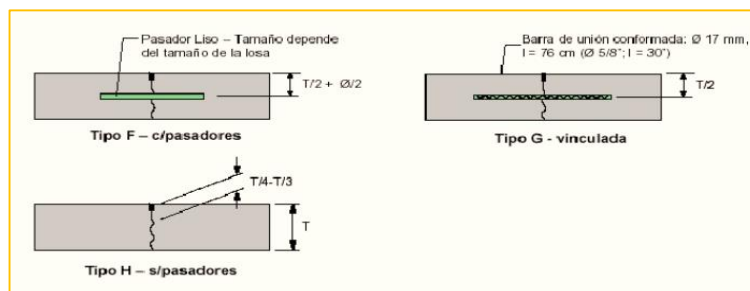


Fig. N° 09

2.2.3 JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN

Se utilizan, las juntas de construcción, para separar construcciones contiguas colocadas en diferentes momentos, tales como la colocación al final del día o entre fajas de pavimentación. La transferencia de cargas se logra mediante el empleo de pasadores. Pueden ser transversales o longitudinales. En la fig. 10. se observan los diferentes tipos de juntas de construcción.

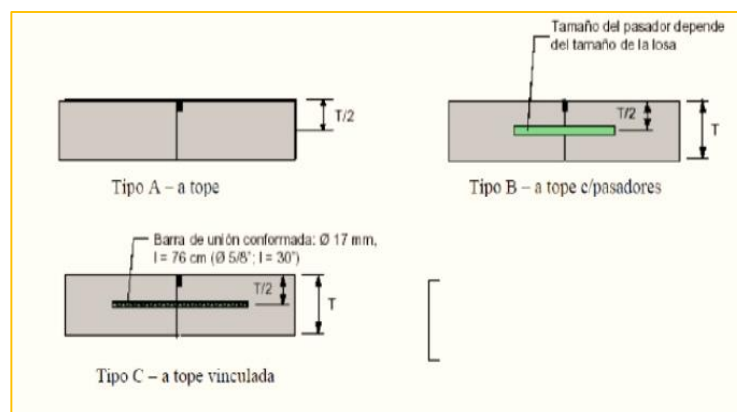


Fig. N° 10

2.2.4 JUNTAS DE EXPANSIÓN O AISLACIÓN

Las Juntas de Aislación, se usan para aislar pavimentos que se interceptan con la finalidad de disminuir los esfuerzos de compresión en éstos, cuando se expanden por el aumento de temperatura. También se utilizan para aislar estructuras existentes. En la fig.11. Se muestran los diferentes tipos de juntas de expansión.

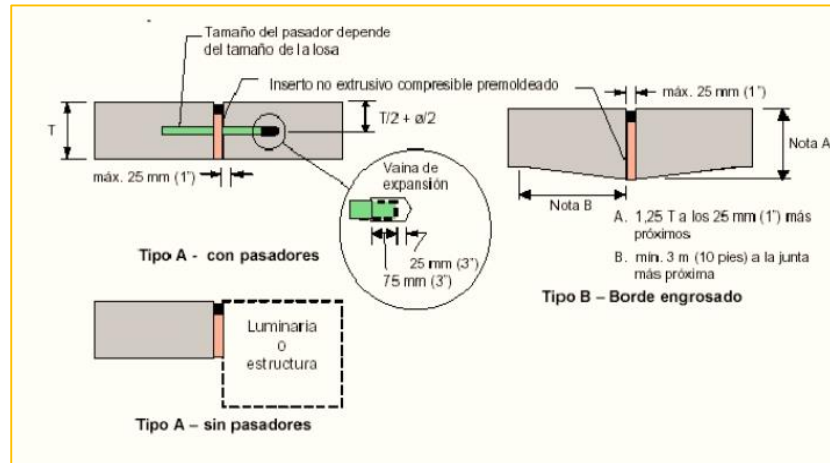


Fig. N° 11

2.2.5 SELLOS

La función principal de un sellador de juntas es minimizar la infiltración de agua a la estructura del pavimento y evitar la intrusión de materiales incompresibles dentro de las juntas que pueden causar la rotura de éstas (descascamientos). En la selección del sello se debe considerar su vida útil esperada, el tipo de sello, tipo de junta, datos climáticos y el costo de control de tránsito en cada aplicación del sello, en todo el período económico de análisis. El tipo de junta es muy influyente en la selección del material de sello. Las juntas longitudinales entre pistas o en la unión berma-losa no generan las mismas tensiones sobre el sello que ejercen las juntas transversales, debido a que sus movimientos son considerablemente menores. Se podría optimizar normemente el costo del proyecto considerando esto en la selección del sello. Todo material de sellos de juntas de pavimentos de concreto, deben cumplir con las siguientes características:

- Impermeabilidad
- Deformabilidad
- Resiliencia
- Adherencia

- Resistencia
- Estable
- Durable

Finalmente, el sellado se hará antes de la entrega al tránsito y previa limpieza de la junta, con la finalidad de asegurar un servicio a largo plazo del sellador. Los siguientes puntos son esenciales para las tareas de sellado:

- Inmediatamente antes de sellar, se deben limpiar las juntas en forma integral, Para librarlas de todo resto de lechada de cemento, compuesto de curado y demás materiales extraños.
- Parta limpiar la junta, se puede usar arenado, cepillo de alambre, chorro de agua o alguna combinación de estas herramientas. Las caras de la junta se pueden imprimir inmediatamente después de la limpieza.
- Es necesario usar el soplado con aire como paso final de la limpieza.
- Cabe mencionar que la limpieza solo se hará sobre la cara donde se adherirá el sellador.

2.2.6 SELLOS LÍQUIDOS

La performance a largo plazo de este tipo de sello, depende de su capacidad de adhesión con la cara de la junta. Los sellos líquidos pueden ser de asfalto, caucho colocado en caliente, compuesto elastoméricos, siliconas y polímeros. Los materiales son colocados en las juntas en forma líquida, permitiéndoseles fraguar. Cuando se instalan los sellos líquidos es necesario el uso de un cordón o varilla de respaldo, la cual no debe adherirse ni al concreto ni al sellador ya que si esto sucede se induce tensión en el mismo. También ayuda a definir el factor deforma y a optimizar la cantidad de sello a usar. El diámetro del cordón debe ser 25 % más grande que el ancho del reservorio para asegurar un ajuste

hermético. El factor de forma (relación ancho/profundidad) del sellador es una consideración muy importante a tener en cuenta, ya que si éste no es el adecuado, se pueden generar esfuerzos excesivos dentro del sello que acorta la vida útil de éste. Un sellador con un factor de forma inferior a uno desarrolla menos esfuerzos que un sellador con un factor de forma mayor a uno.

2.2.7 SELLOS ELASTOMÉRICOS PREFORMADOS

La performance a largo plazo de este tipo de sello, depende de su capacidad de recuperación a la compresión. Son sellos de neopreno extruido que tienen redes internas que ejercen una fuerza hacia fuera contra las caras de la junta. A diferencia de los sellos líquidos que experimentan esfuerzos de compresión y tensión, los sellos preformados solo se diseñan para esfuerzos de tensión. El ancho y la profundidad del reservorio dependen de la cantidad de movimiento esperado en la junta. Como regla general, la profundidad del reservorio debe exceder la profundidad del sello preformado. Los reservorios de sellador por compresión están conformados para proporcionar un promedio de compresión del sellador de un 25% en todo momento. En la fig.12. Se observan los diferentes tipos de selladores.

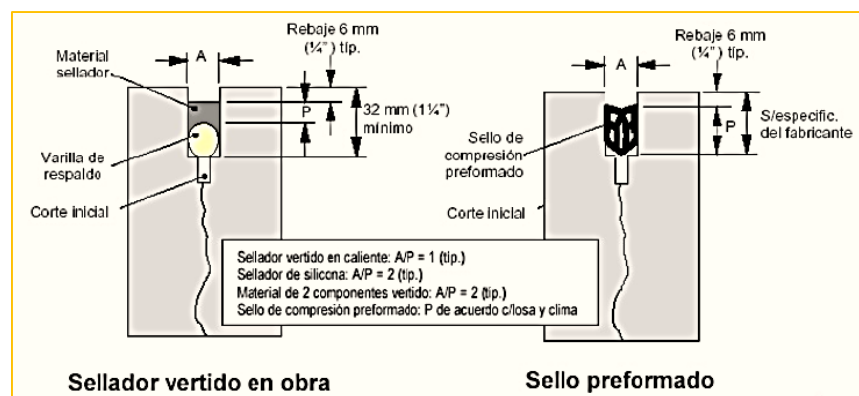


Fig. N° 12

De la **Guía AASHTO-2016** ⁽¹⁵⁾, se define lo siguiente:

2.2.8 DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO:

Método de Diseño:

Se podrá utilizar cualquier método de diseño estructural sustentado en teorías y experiencias a largo plazo, tales como las metodologías del Instituto del Asfalto, de la AASHTO-93 y de la PCA, comúnmente empleadas en el Perú, siempre que se utilice la última versión vigente en su país de origen y que al criterio del PR, sea aplicable a la realidad nacional. El uso de cualquier otra metodología de diseño obliga a incluirla como anexo a la Memoria Descriptiva. Alternativamente se podrán emplear las metodologías sugeridas en los Anexos B, D y F de esta Norma.

Diseño Estructural:

En cualquier caso, se efectuará el diseño estructural considerando los siguientes factores:

- a) Calidad y valor portante del suelo de fundación y de la sub-rasante.
- b) Características y volumen del tránsito durante el período de diseño.
- c) Vida útil del pavimento.
- d) Condiciones climáticas y de drenaje.
- e) Características geométricas de la vía.
- f) Tipo de pavimento a usarse.

Especificaciones Técnicas Constructivas ⁽¹⁶⁾

El proyectista deberá elaborar las especificaciones técnicas que tomen en cuenta las condiciones particulares de su proyecto los requisitos mínimos para los diferentes tipos de pavimentos, son los indicados en la tabla N° 01

Elemento		Tipo de Pavimento		
		Flexible	Rigido	Adoquines
Sub-rasante		95 % de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar		
		Espesor compactado: ≥ 250 mm – Vías locales y colectoras ≥ 300 mm – Vías arteriales y expresas		
Sub-base		CBR ≥ 40 % 100% Compactación Proctor Modificado	CBR ≥ 30 % 100% compactación Proctor Modificado	
Base		CBR ≥ 80 % 100% Compactación Proctor Modificado	N.A.*	CBR ≥ 80% 100% compactación Proctor Modificado
Imprimación/capa de apoyo		Penetración de la Imprimación ≥ 5 mm	N.A.*	Cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm.
Espesor de la capa de rodadura	Vías locales	≥ 50 mm	≥ 150 mm	≥ 60 mm
	Vías colectoras	≥ 60 mm		≥ 80 mm
	Vías arteriales	≥ 70 mm		NR**
	Vías expresas	≥ 80 mm	≥ 200 mm	NR**

Tabla N° 02

Notas:

* N.A. No Aplicable

** N.R. No Recomendable

- ✓ El concreto asfáltico debe ser hecho preferentemente con mezcla en caliente. Donde el Proyecto considere mezclas en frío, estas deben ser hechas con asfalto emulsificador.
- ✓ En ningún caso la capa de rodadura será la base granular o el afirmado, a menos que sea tratada bajo la responsabilidad de la entidad encargada de otorgar la ejecución de las obras y del proyectista, se podrá considerar otras soluciones tales como: Bases tratadas con cemento, con asfalto o cualquier producto químico.
- ✓ En el caso de los pavimentos flexibles y bajo responsabilidad de la entidad encargada de otorgar la ejecución de las obras, se podrá considerar otras

soluciones tales como: micro pavimentos, lechadas bituminosas (slurryseal), tratamientos asfálticos superficiales, etc.

- ✓ En el caso de los pavimentos rígidos y bajo responsabilidad de la entidad encargada de otorgar la ejecución de las obras, se podrá considerar otras soluciones tales como: concreto con refuerzo secundario, concreto con refuerzo principal, concreto con fibras, concreto compactado con rodillo, etc.

2.2.9 **CONCRETO:**

Se define al concreto, como la mezcla del cemento, agregados (arena y grava) y agua, la cual se endurece después de cierto tiempo formando una piedra artificial.

Los elementos activos del concreto son el agua y el cemento de los cuales ocurre una reacción química que después de fraguar alcanza un estado de gran solidez, y los elementos inertes, que son la arena y la grava cuya función es formar el esqueleto de la mezcla, ocupando un gran porcentaje del volumen final del producto, abaratándolo y disminuyendo los efectos de la reacción química de la “lechada”

Concreto para pavimentos

El Concreto para pavimentos, es un material premezclado de resistencia controlada y está compuesta por cemento Portland, grava, arena, agua, aditivos y fibras. Generalmente se diseña como un material de resistencia a la flexión a 28 días y de peso volumétrico normal, que por su calidad cumple con normas y estándares globales. Siendo más precisos, algunas de sus aplicaciones son: Carreteras, vialidades urbanas, estacionamientos, pistas de aeropuertos, losas sobre terreno, patios de maniobras, entre otros. Es elaborado en planta, diseñado

especialmente para soportar las cargas a la flexión que soporta un pavimento.

Usos:

Se especifica para cualquier tipo de pavimentación con diferentes solicitudes de tráfico y cargas. Especialmente recomendado en vías de tráfico pesado, terrenos declinados y obras de mayor vida útil.

Tabla N° 03 Especificaciones técnicas para el concreto en pavimentos rígidos:

TIPO DE CONCRETO	PARA PAVIMENTOS	UNIDAD
Código	F	
Resistencias de especificación	30 a 55	Kg/cm ²
Edades de verificación de resistencia f'c	28	Días
Tamaño máximo de agregado	Huso 467 ASTM = 1 ½ Huso 57 ASTM = 1	Pulgadas
Tiempo de manejabilidad desde la llegada a la obra	1.0	Horas
Asentamiento de diseño	2.5 ± 1	Pulgadas
Tiempos de fraguado inicial desde la salida de la planta	2.5	Horas
Densidad	2,200 a 2,400	Kg/m ³
Contenido de aire	Máximo 3	%

Según **Manuel Villalobos en Prezi-2009**⁽¹⁷⁾, indica algunos factores de diseño del pavimento rígido:

Factores de diseño

El diseño del pavimento rígido involucra el análisis de diversos factores: tráfico, drenaje, clima, características de los suelos, capacidad de transferencia de carga, nivel de serviciabilidad deseado, y el grado de confiabilidad al que se desea efectuar el diseño acorde con el grado de importancia de la carretera. Todos estos factores son necesarios para predecir un comportamiento confiable de la estructura del pavimento y evitar que el daño del pavimento alcance el nivel de colapso durante su vida en servicio. La ecuación fundamental AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos

- **Variables de diseño**, Esta categoría se refiere al grupo de criterios que debe ser considerado para el procedimiento de diseño.
- **Criterio de comportamiento**, representa el grupo de condiciones de fronteras especificado por el usuario, dentro del que una alternativa de diseño deberá comportarse.
- **Propiedades de los materiales para el diseño estructural**
Esta categoría cubre todas las propiedades de los materiales del pavimento y del suelo de fundación, requeridas para el diseño estructural.
- **Características estructurales**
Se refiere a ciertas características físicas de la estructura del pavimento, que tienen efecto sobre su comportamiento.

Variables de tiempo

Se consideran dos variables: período de análisis y vida útil del pavimento. La vida útil se refiere al tiempo transcurrido entre la puesta en operación del camino y el momento en el que el pavimento requiera rehabilitarse, es decir, cuando éste alcanza un grado de Serviciabilidad mínimo. El período de análisis se refiere al período de tiempo para el cual va a ser conducido el análisis, es decir, el tiempo que puede ser cubierto por cualquier estrategia de diseño. Para el caso en el que no se considere rehabilitaciones, el período de análisis es igual al período de vida útil; pero si se considera una planificación por etapas, es decir, una estructura de pavimento seguida por una o más operaciones de rehabilitación, el período de análisis comprende varios períodos de vida útil, el del pavimento y el de los distintos refuerzos. Para efectos de diseño se considera el período de vida útil, mientras que el período de análisis se utiliza para la comparación de alternativas

de diseño, es decir, para el análisis económico del proyecto. Los períodos de análisis recomendados son mostrados en la Tabla N° 02:

Tabla N° 04

CLASIFICACIÓN DE LA VÍA	PERÍODO DE ANÁLISIS (AÑOS)
Urbana de alto volumen de tráfico	30 – 50
Rural de alto volumen de tráfico	20 – 50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15 - 25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10 – 20

Tránsito

En el método AASHTO los pavimentos se proyectan para que éstos resistan determinado número de cargas durante su vida útil. El tránsito está compuesto por vehículos de diferente peso y número de ejes que producen diferentes tensiones y deformaciones en el pavimento, lo cual origina distintas fallas en éste. Para tener en cuenta esta diferencia, el tránsito se transforma a un número de cargas por eje simple equivalente de 18 kips (80kN) ó ESAL (Equivalent Single Axle Load), de tal manera que el efecto dañino de cualquier eje pueda ser representado por un número de cargas por eje simple. La información de tráfico requerida por la ecuación de diseño utilizado en este método son: cargas por eje, configuración de ejes y número de aplicaciones. Para la estimación de los ejes simples equivalentes (ESALs), se debe tener en cuenta los siguientes conceptos:

a. Factor equivalente de carga (LEF, por sus siglas en ingles)

La conversión se hace a través de los factores equivalentes de carga (Fec), que

es el número de aplicaciones ESALs aportadas por un eje determinado. Así, el Fce es un valor numérico que expresa la relación entre la pérdida de serviciabilidad causada por la carga de un eje estándar de 18 Kips y la carga producida por otro tipo de eje.

$$LEF = \frac{\text{N}^\circ \text{ de ESALs de 80 kN que produce una pérdida de serviciabilidad}}{\text{N}^\circ \text{ de ejes } \times \text{ kN que producen una pérdida de serviciabilidad}}$$

Por ejemplo, la aplicación de un eje simple de 12 kips causa un daño aproximadamente igual a 0.23 aplicaciones de una carga por eje simple de 18kips, por lo tanto se necesitan cuatro aplicaciones de un eje simple de 12 kips para provocar el mismo daño (o reducción de la serviciabilidad), que el de una aplicación de un eje simple de 18 kips.

b. Factor camión (TF, por sus siglas en ingles)

c. El factor camión (FC) da una manera de expresar los niveles equivalentes de daño entre ejes, pero para el cálculo de ESALs es conveniente expresar el daño en términos del deterioro producido por un vehículo en particular, es decir los daños producidos por cada eje de un vehículo son sumados para dar el daño producido por ese vehículo. Así nace el concepto de factor camión que es definido como el número de ESALs por vehículo. El factor camión, puede ser computado para cada clasificación general de camiones o para todos los vehículos comerciales como un promedio para una configuración dada de tránsito, pero es más exacto considerar factores camión para cada clasificación general de camiones.

d. Confiabilidad.

La confiabilidad es la probabilidad de que el pavimento se comporte satisfactoriamente durante su vida útil o período de diseño, resistiendo las condiciones de tráfico y medioambiente dentro de dicho período. Cabe resaltar, que cuando hablamos del comportamiento del pavimento nos referimos a la capacidad estructural y funcional de éste, es decir, a la capacidad de soportar las cargas impuestas por el tránsito, y asimismo de brindar seguridad y confortar usuario durante el período para el cual fue diseñado. Por lo tanto, la confiabilidad está asociada a la aparición de fallas en el pavimento. La confiabilidad (R) de un pavimento puede definirse en términos de ESALs como:

$$R (\%) = 100 P(Nt > NT)$$

Dónde:

Nt Número de ESALs de 80 kN que llevan al pavimento a su serviciabilidad final.

NT Número de ESALs de 80 kN previstos que actuarán sobre el pavimento en su período de diseño (vida útil).

Como Nt y NT tienen una distribución normal, la diferencia entre ambas, también tendrá una distribución normal, como se puede apreciar en la fig.

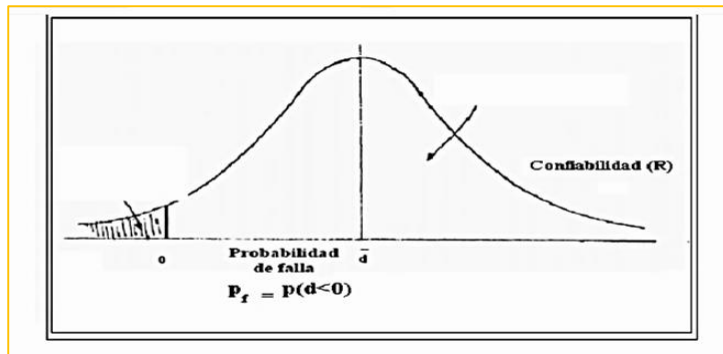


Fig. N° 13

Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”

Por lo tanto, la probabilidad de falla es:

Es fácil deducir que si el número de ESALs previstos es menor que el número de ESALs reales, la vida útil del pavimento se acortará. Por lo tanto, la variabilidad en el diseño, en la construcción afecta en gran medida la bondad de un diseño, por ejemplo:

- La variación en las propiedades de los materiales a lo largo del pavimento, produce como resultado una variación en el desarrollo de fallas y rugosidades en ese pavimento. Las fallas localizadas en zonas débiles, dan como resultado una disminución en la vida útil del pavimento.
- La variación de la ubicación de los pasadores en las juntas y profundidad de colocación de la armadura da como resultado una variación en el desarrollo de fallas y rugosidades.
- La variación entre los datos de diseño del pavimento

Y los reales pueden significar un aumento o disminución de la vida útil del mismo. Es por esto que se necesario una variable (S_0 –Desviación Estándar)

que acote la variabilidad de todos éstos factores dentro de unos límites permisibles, con el fin de asegurar que la estructura del pavimento se comporte adecuadamente durante su período de diseño. La desviación estándar es la desviación de la población de valores obtenidos por AASHTO que involucra la variabilidad inherente a los materiales y a su proceso constructivo. En la tabla N° 04.se muestran valores para la desviación estándar.

CONDICIONES DE DISEÑO	DESVIACION ESTANDAR (S_0)	
	Pav. Rígido	Pav. Flexible
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito.	0.34	0.44
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito.	0.39	.49

Tabla. N° 05

Grado de importancia de la carretera

Tiene que ver con el uso esperado de la carretera. Así, para carreteras principales el nivel de confiabilidad es alto, ya que un subdimensionamiento del espesor del pavimento traerá como consecuencia que éste alcance los niveles mínimos de serviciabilidad antes de lo previsto, debido al rápido deterioro que experimentará la estructura. En la tabla N°04 se dan niveles de confiabilidad aconsejados por la AASHTO.

Tipo de camino	Zona urbana	Zona rural
Rutas interestatales y autopistas	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 99
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Tabla N° 06

a) Optimizar el espesor de pavimento

Se debe determinar el nivel de confiabilidad óptimo que me asegure el costo total más bajo, es decir, que balancee apropiadamente el costo inicial y los costos de mantenimiento como se muestra en la fig. N° 14 Si el espesor es mayor de lo necesario, el pavimento prestará un buen servicio, con bajos costos de mantenimiento, pero el costo de inversión inicial será alto. Todo lo contrario sucede cuando el espesor es menor de lo necesario.

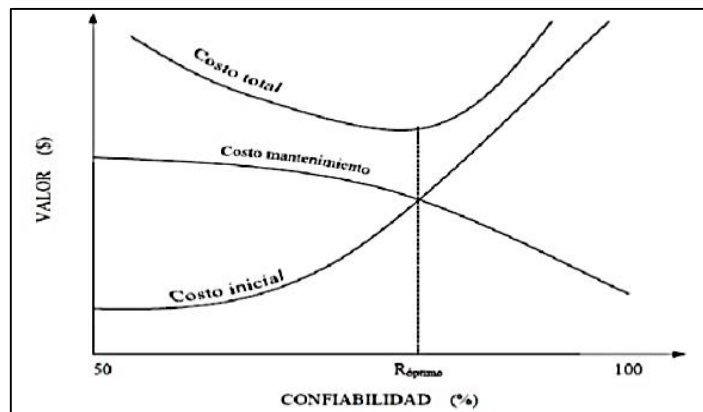


Fig. N° 14

2.2.10 Servicialidad del pavimento

Respecto a la servicialidad de pavimentos, Rivera E. -2010⁽¹⁸⁾, lo define como la percepción que tienen los usuarios del nivel de servicio del pavimento. Es por ello que la opinión de ellos es la que debe ser medida para calificar la servicialidad.

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

La serviciabilidad de los pavimentos ha sido representada en un índice, derivado de los resultados de la prueba AASHTO, en la cual se realiza la evaluación mediante una escala que varía de 0 a 5, siendo 5 el valor para pavimentos con una superficie perfecta y 0 para un pavimento con una superficie en malas condiciones. En la siguiente tabla se presenta la escala de calificación de de la serviciabilidad según la norma AASHTO:

Tabla 7: Escala de calificación de la serviciabilidad del pavimento.

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

Fuente: norma AASHTO (2002)

Criterios de comportamiento serviciabilidad

La serviciabilidad se usa como una medida del comportamiento del pavimento,

la misma que se relaciona con la seguridad y comodidad que puede brindar al usuario (comportamiento funcional), cuando éste circula por la vialidad. También se relaciona con las características físicas que puede presentar el pavimento como grietas, fallas, peladuras, etc, que podrían afectar la capacidad de soporte de la estructura (comportamiento estructural).El concepto de serviciabilidad está basado en cinco aspectos fundamentales resumidos como sigue:

1. Las carreteras están hechas para el confort y conveniencia del público usuario.
2. El confort, o calidad de la transitabilidad, es materia de una respuesta subjetiva de la opinión del usuario.
3. La serviciabilidad puede ser expresada por medio de la calificación hecha por los usuarios de la carretera y se denomina la calificación de la serviciabilidad.
4. Existen características físicas de un pavimento que pueden ser medidas objetivamente y que pueden relacionarse a las evaluaciones subjetivas. Este procedimiento produce un índice de serviciabilidad objetivo.
5. El comportamiento puede representarse por la historia de la serviciabilidad del pavimento.

Cuando el conductor circula por primera vez o en repetidas ocasiones sobre una vialidad, experimenta la sensación de seguridad o inseguridad dependiendo de

lo que ve y del grado de dificultad para controlar el vehículo. El principal factor asociado a la seguridad y comodidad del usuario es la calidad de rodamiento que depende de la regularidad o rugosidad superficial del pavimento. La valoración de este parámetro define el concepto de Índice de Serviciabilidad Presente (PSI, por sus siglas en inglés).

El PSI califica a la superficie del pavimento de acuerdo a una escala de valores de 0 a 5. Claro está, que si el usuario observa agrietamientos o deterioros sobre la superficie del camino aún sin apreciar deformaciones, la clasificación decrece. El diseño estructural basado en la serviciabilidad, considera necesario determinar el índice de serviciabilidad inicial (P_o) y el índice de serviciabilidad final (P_t), para la vida útil o de diseño del pavimento.

a. Índice de serviciabilidad inicial (P_o)

El índice de serviciabilidad inicial (P_o) se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación. AASHTO estableció para pavimentos rígidos un valor inicial deseable de 4.5, si es que no se tiene información disponible para el diseño

b. Índice de serviciabilidad final (P_t)

El índice de serviciabilidad final (P_t) ocurre cuando la superficie del pavimento ya no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario. Dependiendo de la importancia de la vialidad, pueden considerarse los valores P_t indicados en la tabla N°05

Tabla N° 08 Índice de serviciabilidad final

Pt	Clasificación
3.00	Autopistas
2.50	Colectores
2.25	Calles comerciales e industriales
2.00	Calles residenciales y estacionamientos

La pérdida de serviciabilidad se define como la diferencia entre el índice de servicio inicial y terminal.

$$\Delta PSI = P_0 - P_t$$

Los factores que influyen mayormente en la pérdida de serviciabilidad de un pavimento son: tráfico, medio ambiente y edad del pavimento. Los efectos que causan éstos factores en el comportamiento del pavimento han sido considerados en este método. El factor edad (tiempo) no está claramente definido. Sin embargo, en la mayoría de los casos es un factor negativo neto que contribuye a la reducción de la serviciabilidad. El efecto del medio ambiente considera situaciones donde se encuentran arcillas expansivas o levantamientos por helada. Así, el cambio total en el PSI en cualquier momento puede ser obtenido sumando los efectos dañinos del tráfico, arcillas expansivas y/o levantamientos por helada.

(ASOCEM-2017)⁽¹⁹⁾

2.2.11 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Materiales necesarios para la elaboración de una estructura de pavimento de concreto.

a) Cemento

El cemento a utilizar para la elaboración del concreto será preferentemente Portland, de marca aprobada oficialmente, el cual deberá cumplir lo especificado en las normas NMX - C-414 - 1999 - ONNCCE. Si los documentos del proyecto o una especificación particular no señalan algo diferente, se emplearán los denominados CPO (Cemento Portland Ordinario) y CPP (Cemento Portland Puzolánico) dependiendo del caso y con sub -clasificaciones 30R, 40 y 40R. Estos cementos corresponden principalmente a los que anteriormente se denominaban como Tipo I y Tipo IP. Es importante que se cumplan respectivamente con los requisitos físicos y químicos que se señalan en las cláusulas 4.01.02.004-B y 4.01.02.004-C de las Normas de Calidad de los Materiales de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. El cemento en sacos se deberá almacenar en sitios secos y aislados del suelo, en acopios de no más de siete metros (7 m) de altura. Si el cemento se suministra a granel, se deberá almacenar en sitios aislados de la humedad. La capacidad mínima de almacenamiento deberá ser la suficiente para el consumo de un día o una jornada de producción normal. Todo cemento que tenga más de dos (2) meses de almacenamiento en sacos o tres (3) en silos, deberá ser examinado por el Supervisor del proyecto, para verificar si aún es susceptible de utilización.

b) Agua.

El agua que se emplee en la fabricación del concreto deberá cumplir con la norma NMX-C-122, debe ser potable, y por lo tanto, estar libre de materiales perjudiciales tales como aceites, grasas, materia orgánica, etc. En general,

se considera adecuada el agua que sea apta para el consumo humano. Así mismo, no deberá contener cantidades mayores de las sustancias químicas que las que se indican en la siguiente tabla N° 06, en partes por millón.

Sustancias Perjudiciales	Ppm Máximo
Sulfatos (convertidos a Na ₂ SO ₄)	1,000
Cloruros (convertidos a NaCl)	1,000
Materia orgánica (óxido consumido en medio ácido)	50
Turbiedad y/o lignito	1,500

Tabla N° 09

El contenido de sulfatos, expresado como SO₄⁼, no podrá ser mayor de un gramo por litro (1g/l). Su determinación se hará de acuerdo con la norma ASTM D-516. Su contenido de ión cloro, determinado según norma ASTM D-512, no podrá exceder de seis gramos por litro (6 g/l).

c) Materiales pétreos

Estos materiales se sujetarán al tratamiento o tratamientos necesarios para cumplir con los requisitos de calidad que se indican en cada caso, debiendo el contratista prever las características en el almacén y los tratamientos necesarios para su ulterior utilización. El manejo y/o almacenamiento subsecuente de los agregados, deberá hacerse de tal manera que se eviten segregaciones o contaminaciones con sustancias u otros materiales perjudiciales y de que se mantenga una condición de humedad uniforme, antes de ser utilizados en la mezcla.

d) Grava

El agregado grueso será grava triturada totalmente con tamaño

máximo de treinta y ocho (38) milímetros, resistencia superior a la resistencia del concreto señalada en el proyecto, y con la secuencia granulométrica que se indica a continuación:

Malla		% Que Pasa
2"	50.00 mm	100
1 ½"	37.50 mm	95 - 100
¾"	19.00 mm	35 - 70
3/8"	9.50 mm	10 - 30
Numero 4	4.75 mm	0 - 5

Tabla N° 10

El contenido de sustancias perjudiciales en el agregado grueso no deberá exceder los porcentajes máximos que se indican en la siguiente tabla.

Sustancias perjudiciales	%
Partículas deleznales	0.25
Partículas suaves	5.00
Pedernal como impureza	1.00
Carbón mineral y/o lignito	100

Tabla N° 11

El agregado grueso además, deberá cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

- Desgaste "Los Ángeles" 40% máximo.
- Intemperismo Acelerado 12% máximo (utilizando sulfato de sodio).

Cuando la muestra esté constituida por material heterogéneo y se tengan dudas de su calidad, el Especificador podrá ordenar se efectúen pruebas de desgaste de los Ángeles, separando el material sano del material alterado o de diferente origen, así como pruebas en la muestra constituida

por ambos materiales, en la que estén representados en la misma proporción en que se encuentren en los almacenamientos de agregados ya tratados o en donde vayan a ser utilizados. En ninguno de los casos mencionados se deberán obtener desgastes mayores que cuarenta por ciento (40%). En el caso de que se tengan dudas acerca de la calidad del agregado grueso, a juicio del Supervisor se llevará a cabo la determinación de la pérdida por intemperismo acelerado, la cual no deberá ser mayor de doce por ciento (12%), en el entendido que el cumplimiento de esta característica no excluye las mencionadas anteriormente

e) **Arena.**

El agregado fino o arena deberá tener un tamaño máximo de nueve puntos cincuenta y un milímetro (9.51 mm) con la secuencia granulométrica que se indica a continuación:

MALLA	% QUE PASA	
3/8"	9.50 mm	100
Número 4	4.75 mm	95 - 100
Número 8	2.36 mm	80 - 100
Número 16	1.18 mm	50 - 85
Número 30	600 μ m	25 - 60
Número 50	300 μ m	10 - 30
Número 100	150 μ m	2 - 10
Número 200	75 μ m	4 máximo

Tabla N° 12

Especificaciones

- Materiales
- Granulometría de la Arena

La arena deberá estar dentro de la zona que establece esta tabla excepto

en los siguientes casos:

Cuando se tengan antecedentes de comportamientos aceptables, en el concreto elaborado con ellos, o bien, que los resultados de las pruebas realizados a estos concretos sean satisfactorios; en este caso, los agregados se pueden usar siempre que se haga el ajuste apropiado al proporcionamiento del concreto, para compensar las deficiencias en la granulometría. El porcentaje de material que pasa la malla #200 esta modificado según los límites de consistencia lo cual se indica en la siguiente tabla:

Limite líquido	Índice Plástico	Material máximo permisible en masa que pasa por la criba 0.075 (# 200), en porcentaje
Hasta 25	Hasta 5	18.0
Hasta 25	5 – 10	16.0
Hasta 25	10 – 15	6.0
Hasta 25	15 – 20	4.0
Hasta 25	20 – 25	1.0
25 – 35	Hasta 5	16.0
25 – 35	5 – 10	14.0
25 – 35	10 – 15	11.0
25 – 35	15 – 20	8.0
25 – 35	20 – 25	1.0
35 – 45	Hasta 5	15.0
35 – 45	5 – 10	9.0
35 – 45	10 – 15	6.0
35 – 45	15 – 20	2.0
35 – 45	20 – 25	1.0
45 – 55	Hasta 5	9.0
45 – 55	5 – 10	8.0
45 – 55	10 – 15	5.0
45 – 55	15 – 20	4.0
45 – 55	20 – 25	1.0

Tabla N° 13

La arena no deberá tener un retenido mayor de cuarenta y cinco por ciento (45%), entre dos (2) mallas consecutivas; además, deberá cumplir con los siguientes requisitos de calidad:· Equivalente de arena** 80% máximo· Módulo de finura 2.30 mínimo y 3.10 máximo Intemperismo Acelerado 10% máximo (Empleando sulf. sodio)** Al ser modificado el porcentaje de material que pasa la malla #200 según los límites de consistencia el

equivalente de arena también debe de ser modificado. El contenido de sustancias perjudiciales en la arena, no deberá exceder los porcentajes máximos siguientes:

Sustancias perjudiciales	% Máximo
Partículas deleznable	1.00
Carbón mineral y/o lignito	1.00

Tabla N° 14

En el caso de que se tengan dudas acerca de la calidad del agregado fino, a juicio de la Secretaría se llevará a cabo la determinación de la pérdida por intemperismo acelerado, la cual no deberá ser mayor de 10%, en el entendido de que esta condición no excluye las mencionadas anteriormente.

f) Reactividad.

Deberá verificarse mediante análisis petrográficos y/o la prueba química rápida que los agregados (grueso y fino) para la elaboración de la mezcla de concreto no sean potencialmente reactivos.

g) Aditivos.

Deberán emplearse aditivos del tipo “D” reductores de agua y retardantes con la dosificación requerida para que la manejabilidad de la mezcla permanezca durante dos (2) horas a partir de la finalización del mezclado a la temperatura estándar de veintitrés grados centígrados (23° C) y no se produzca el fraguado después de cuatro (4) horas a partir de la finalización del mezclado. Los aditivos deberán ser certificados por la

casa productora. Para asegurar la trabajabilidad de la mezcla, también se utilizara un agente inclusor de aire, con los requisitos que señala la norma ASTM C 260. Estos aditivos se transportaran desde la fábrica hasta la planta de concreto en camiones cisternas y se depositaran en tanques especialmente diseñados para su almacenamiento y dosificación.

h) Concreto

El diseño de la mezcla, utilizando los agregados provenientes de los bancos ya tratados, será responsabilidad del productor de concreto quien tiene la obligación de obtener la resistencia y todas las demás características para el concreto fresco y endurecido, así como las características adecuadas para lograr los acabados del pavimento. Durante la construcción, la dosificación de la mezcla de concreto hidráulico se hará en peso y su control durante la elaboración se hará bajo la responsabilidad exclusiva del Proveedor, es conveniente que el suministro se realice por proveedores profesionales de concreto.

i) Resistencia

La resistencia de diseño especificada a la tensión por flexión ($S'c$) o Módulo De Ruptura (M_R) a los 28 días, se verificará en especímenes moldeados durante el colado del concreto, correspondientes a vigas estándar de quince por quince por cincuenta (15 x 15 x 50) centímetros, compactando el concreto por vibro compresión y una vez curados adecuadamente, se ensayarán a los 3, 7 y 28 días aplicando las cargas en los tercios del claro. (ASTM C 78).

j) Especímenes de prueba

Se deberán tomar muestras de concreto para hacer especímenes de prueba para determinar la resistencia a la flexión durante el colado del concreto. Especímenes de prueba adicionales podrán ser necesarios para determinar adecuadamente la resistencia del concreto cuando la resistencia del mismo a temprana edad límite la apertura del pavimento al tránsito. El procedimiento seguido para el muestreo del concreto deberá cumplir con la norma ASTM C 172. La frecuencia de muestreo será de 6 especímenes para prueba de módulo de ruptura y 3 especímenes más para determinar el módulo elástico y resistencia a la compresión por cada 150 m³ de producción de concreto. En el caso de la determinación del módulo de ruptura, se ensayarán dos especímenes a los 3 y 7 días de colado, y los otros dos restantes a los 28 días. En el caso de la determinación del módulo de elasticidad, resistencia a la compresión, se ensayará un espécimen por cada prueba a los 3 y 7 días de colado, y el restante a los 28 días de transcurrido el colado. La apertura al tránsito vehicular del pavimento no podrá realizarse antes de que el concreto haya alcanzado una resistencia a la tensión por flexión o Módulo de Ruptura del setenta y cinco por ciento (75%) de la especificada de proyecto como mínimo. En caso de ser necesario, con ayuda de un consultor capacitado, se podrán revisar los esfuerzos actuantes a los que estará sometido el pavimento y se permitirá abrir al tráfico cuando la relación entre esfuerzo actuante entre resistente sea de 0.5.

Sustancias perjudiciales	MR Kf/cm ²
Autopistas y Carreteras	48
Zonas Industriales y Urbanos Principales	45
Urbanos Secundarios	42

Tabla N° 14

k) Trabajabilidad.

El revenimiento promedio de la mezcla de concreto deberá especificarse de acuerdo con el procedimiento de colocación a utilizar: Para Tendido con Cimbra Deslizante deberá ser de cinco centímetros (5 cm) más menos uno punto cinco centímetros (1.5 cm) al momento de su colocación. Para Colados con Cimbra Fija deberá ser de diez centímetros (10 cm) más menos dos centímetros (2 cm) al momento de su colocación. Las mezclas que no cumplan con este requisito deberán ser destinadas a otras obras de concreto como cunetas y drenajes, y no se permitirá su colocación para la losa de concreto. El concreto deberá de ser uniformemente plástico, cohesivo y manejable. El concreto trabajable es definido como aquel que puede ser colocado sin que se produzcan demasiados vacíos en su interior y en la superficie del pavimento, así como el que no presente una apariencia pastosa. Cuando aparezca agua en la superficie del concreto en cantidades excesivas después del acabado se deberá efectuar inmediatamente una corrección por medio de una o más de las siguientes medidas:

- Rediseño de la mezcla

- Adición de relleno mineral o de agregados finos
- Incremento del contenido de cemento
- Uso de un aditivo inclusor de aire o equivalente, previamente aprobado.

l) Membrana de Curado.

Para el curado de la superficie del concreto recién colada deberá emplearse una Membrana de Curado de emulsión en agua y base parafina de color claro, el que deberá cumplir con los requisitos de calidad que se describen en la normas ASTM C171, ASTM C309, Tipo 2, Clase A, AASHTO M 148, Tipo 2, Clase A, FAA Ítem P-610-2.10. Este tipo de membranas evitan que se tapen las esperas de los equipos de rociado. Deberá aplicarse apropiadamente para proveer un sello impermeable que optimiza la retención del agua de la mezcla. El pigmento blanco refleja los rayos solares ayudando a mantener la superficie más fresca y prevenir la acumulación de calor.

m) Acero de refuerzo

El acero de refuerzo necesario para la construcción del pavimento se utiliza en las juntas, ya sea como pasadores de cortante ó pasajuntas o como barras de amarre para mantener los cuerpos del pavimento unidos.

n) Barras de amarre.

En las juntas que muestre el proyecto y/o en los sitios que indique el Especificador del proyecto, se colocarán barras de amarre con el propósito de evitar el corrimiento o desplazamiento de las losas en el sentido perpendicular al de circulación. Las barras de amarre serán de

varilla corrugada, de acero estructural, con límite de fluencia (f_y) de cuatro mil doscientos kilogramos por centímetro cuadrado (4,200 kg/cm²), debiendo quedar ahogadas en las losas, con las dimensiones y en la posición indicada en el proyecto. Estas barras siempre deberán estar colocadas a la mitad del espesor del pavimento.

o) Barras Pasajuntas.

En las juntas transversales de contracción, en las juntas de construcción, en las juntas de emergencia y/o en los sitios que indique el Supervisor del proyecto se colocarán barras pasajuntas como mecanismos para garantizar la transferencia efectiva de carga entre las losas adyacentes. Las barras serán de acero redondo liso y deberán quedar ahogadas en las losas en la posición y con las dimensiones indicadas por el proyecto. Estas barras deberán estar perfectamente alineadas con el sentido longitudinal del pavimento y con su plano horizontal, colocándose a la mitad del espesor de la losa. Ambos extremos de las pasajuntas deberán ser lisos y estar libres de rebabas cortantes. El acero deberá cumplir con la norma ASTM A 615 Grado 60 ($f_y=4,200$ kg/cm²), y deberá ser recubierta con asfalto, parafina, grasa o cualquier otro medio que impida efectivamente la adherencia del acero con el concreto y que sea aprobado por el Especificador del proyecto. Las pasajuntas podrán ser instaladas en la posición indicada en el proyecto por medios mecánicos, o bien por medio de la instalación de canastas metálicas de sujeción. Las canastas de sujeción deberán asegurar las pasajuntas en la posición correcta como se indica en el proyecto durante el colado y acabado del concreto, mas no

deberán impedir el movimiento longitudinal de la misma.

p) Sellador para juntas

El material sellante para las juntas transversales y longitudinales deberá ser elástico, resistente a los efectos de combustibles y aceites automotrices, con propiedades adherentes con el concreto y que permita las dilataciones y contracciones que se presenten en las losas de concreto sin degradarse, debiéndose emplear productos a base de silicona, poliuretano – asfalto o similares, los cuales deberán ser autonivelantes, de un solo componente y solidificarse a temperatura ambiente. A menos de que se especifique lo contrario, el material para el sellado de juntas deberá de cumplir con los requerimientos aquí indicados. El material se deberá adherir a los lados de la junta o grieta con el concreto y deberá formar un sello efectivo contra la filtración de agua o incrustación de materiales incompresibles. En ningún caso se podrá emplear algún material sellador no autorizado por el Especificador.

Para todas las juntas de la losa de concreto se deberá emplear un sellador de silicón o similar de bajo módulo autonivelable. Este sellador deberá ser un compuesto de un solo componente sin requerir la adición de un catalizador para su curado. El sellador deberá presentar fluidez suficiente para autonivelarse y no requerir de formado adicional, adicionalmente se deberá colocar respetando el factor de forma (altura de silicón / ancho del silicón en el depósito) mismo que deberá proporcionar o recomendar el fabricante del sellador. La tirilla de respaldo a emplear deberá impedir efectivamente la adhesión del sellador a la superficie inferior de la junta.

La tirilla de respaldo deberá ser de espuma de polietileno y de las dimensiones indicadas en los documentos de construcción. La tirilla de respaldo deberá ser compatible con el sellador de silicón a emplear y no se deberá presentar adhesión alguna entre el silicón y la tirilla de respaldo. Se denomina Pasajuntas, a una barra de acero redondo liso $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ la cual no se debe de adherir al concreto permitiendo el libre movimiento de losas longitudinalmente, pero si debe de transferir verticalmente parte de la carga aplicada en una losa a la adyacente. Se colocan perfectamente alineadas a la mitad del espesor de la losa. El diámetro, longitud y separación de las pasajuntas está en función del espesor de las losas principalmente. Algunas recomendaciones prácticas para la selección de la Barra son las siguientes:

Espesor de Losa		Barras Pasajuntas					
		Diámetro		Longitud		Separación	
cm	in	mm	in	cm	in	cm	in
13 a 16	5 a 6	10	3/4	41	16	30	12
15 a 20	6 a 8	25	1	46	18	30	12
20 a 30	8 a 12	32	1 1/4	46	18	30	12
30 a 43	12 a 17	38	1 1/2	61	20	38	16
43 a 50	17 a 20	45	1 3/4	66	22	46	18

Tabla N° 15

Preparación del Terreno para construir una estructura de pavimento rígido.

Para construir correctamente un pavimento de concreto, es muy importante considerar una serie de pasos al preparar el terreno, proceso

conocido como diseño y construcción de las subrasantes:

1. Compactación de los suelos, de esta forma se garantiza un apoyo uniforme y estable para el pavimento.
2. Fijado de la rasante, consiste en la excavación de zanjas laterales, lo suficientemente profundas para aumentar la distancia vertical entre el nivel freático y el pavimento.
3. Uniformado del terreno en zonas donde se tengan cambios bruscos en sentido horizontal del tipo de suelo.
4. Nivelación selectiva de la rasante, en zonas de terraplén, a fin de colocar los mejores suelos cerca de la parte superior de la elevación de la subrasante. En ocasiones será necesario colocar una capa de material inmediatamente abajo del contacto con el pavimento de concreto, el cual se conoce como subbase. Las sub-bases se pueden elaborar con materiales granulares, permeables y de tamaño uniforme. Su uso es especialmente recomendable en rutas de tránsito pesado, sobre todo en grandes aeropuertos, carreteras y vialidades primarias.

Proceso de Pavimentación en una estructura de pavimento rígido.

1. Conformar terracerías con respecto al trazo y niveles especificados en el proyecto. Es conveniente pedir asesoría a un laboratorio calificado en la materia para que realice revisiones periódicas de las superficies mediante, los estándares de supervisión, referentes al valor relativo de soporte (VRS) y al espesor y grado de compactación de los suelos.
2. El segundo paso consiste en elaborar el cimbrado, cuidando que se coloque siguiendo el alineamiento y los niveles que indique la brigada

de topografía. Una vez terminado el proceso, será preciso revisar nuevamente los niveles de la cimbra con un topógrafo especializado.

3. Para el tendido del concreto se deberá, primero, humedecer la superficie que recibirá la mezcla, con el fin de evitar que el suelo absorba agua del concreto. Posteriormente, el material deberá esparcirse por todo lo ancho del pavimento.
4. Una vez colocado el concreto, se procede a elaborar el vibrado y perfilado, que consiste en acomodar las orillas pegadas a la cimbra, mediante el uso de un vibrador manual. Posteriormente, deberán insertarse las barras para sujetar al concreto, con la ayuda de un escantillón que señale exactamente la mitad del espesor. Por último, se pasará la regla vibratoria que dará el acabado final al pavimento.
5. El texturizado deberá efectuarse mediante el uso de una tela de yute húmeda, que será arrastrada en sentido longitudinal al pavimento. En su defecto, puede usarse pasto sintético.
6. Para el curado del concreto deberá emplearse una membrana de la marca y cantidad que especifique el proyecto. En el proceso de curado deberá utilizarse un aspersor manual. Este procedimiento se realizará en seguida del texturizado.
7. El corte de juntas se realiza con máquinas especiales que cuentan con discos de diamante y elaboran incisiones en el concreto de forma transversal y longitudinal. La limpieza de juntas se hace mediante la inyección de agua a presión sobre las incisiones. Posteriormente se

secarán los bordes con aire, se colocará un agente sellador dentro de la junta y una cintilla de respaldo.

2.2.12 Índice de condición de pavimento (PCI) breve reseña sobre el método P.C.I. programa de diagnóstico y seguimiento de pavimento⁽²⁰⁾

Fue desarrollado entre los años 1974 a 1976 por encargo del Centro de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los EE UU y ejecutado por los ingenieros Srs. Mohamed Y. Shahin, Michael I. Darter y Starr D. Kohn, con el objetivo de obtener un sistema de administración del mantenimiento de pavimentos rígidos y flexibles, a través del índice Pavement Condition Index P.C.I. El método P.C.I. para pavimentos de aeropuertos, carreteras y estacionamientos ha sido ampliamente aceptado y formalmente adoptado, como procedimiento estandarizado, por diversas agencias como por ejemplo: la Federal Aviation Administration (FAA 1982), el U.S. Department of Defence (U.S. Air Force 1981 y U.S Army 1982), la American Public Work Association (APWA 1984), etc. Además, el PCI para aeropuertos ha sido publicado por la ASTM como método de análisis (ASTM 1983)¹⁰. En 1982 la Federal Aviation Administration FAA, a través de su Circular AC150/5380-6 de 03/12/1982, denominada “Guidelines and Procedures for Maintenance for Airport Pavement”, recomendó este método, teniendo amplio uso en los aeropuertos de EE UU.

Concepto

El Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión

Vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas más allá de las que constituyen el sistema y las cuales se presentan a continuación. Se presentan la totalidad de los daños incluidos en la formulación original del PCI, pero eventualmente se harán las observaciones de rigor sobre las patologías que no deben ser consideradas debido a su génesis o esencia ajenas a las condiciones locales. El usuario de esta guía estará en capacidad de identificar estos casos con plena comprensión de forma casi inmediata. El deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los “valores deducidos”, como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento. El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En el Cuadro 1 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI	
Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Tabla N° 17

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 que cada daño presenta. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima.

Objetivos del PCI

Los objetivos que se persiguen con la aplicación del método PCI son:

- determinar el estado de un pavimento en términos de su integridad estructural y su nivel de servicio.
- obtener un indicador que permita comparar con un criterio uniforme la condición y comportamiento de los pavimentos.
- obtener un criterio racional para justificar la programación de obras de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos.
- obtener información relevante de retroalimentación respecto del comportamiento de las soluciones adoptadas en el diseño, evaluación y criterios de mantenimiento de pavimentos.

Procedimiento de Evaluación de la Condición del Pavimento

La primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin. La Figuras 18 ilustra el formato para la inspección de pavimentos asfálticos y de concreto, respectivamente. Las figuras son ilustrativas y en la práctica debe proveerse el

espacio necesario para consignar toda la información pertinente.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.						
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA	
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO				
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m ²)				
INSPECCIONADA POR			FECHA			
No.	Daño		No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo.		11	Parcheo.		
2	Exudación.		12	Pulimento de agregados.		
3	Agregamiento en bloque.		13	Huecos.		
4	Abultamientos y hundimientos.		14	Cruce de vía férrea.		
5	Corrugación.		15	Ahuellamiento.		
6	Depresión.		16	Desplazamiento.		
7	Grieta de borde.		17	Grieta parabólica (slippage)		
8	Grieta de reflexión de junta.		18	Hinchariento.		
9	Desnivel carril/ barma.		19	Desprendimiento de agregados.		
10	Grietas long y transversal.					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido

Tabla. N° 17

2.2.13 Unidades de Muestreo

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

- a) Carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango $230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$. En el Cuadro 2 se presentan algunas relaciones longitud – ancho de calzada pavimentada.

Cuadro 2 LONGITUDES DE UNIDADES DE MUESTREO ASFÁLTICAS	
Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Tabla. N° 18

- b) Carreteras con capa de rodadura en losas de concreto de cemento Pórtland y losas con longitud inferior a 7.60 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango 20 ± 8 losas. Se recomienda tomar el valor medio de los rangos y en ningún caso definir unidades por fuera de aquellos. Para cada pavimento inspeccionado se sugiere la elaboración de esquemas que muestren el tamaño y la localización de las unidades ya que servirá para referencia futura.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO	
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		NÚMERO DE LOSAS	
INSPECCIONADA POR				FECHA	

No.	Daño	No.	Daño	No.	Daño
21	Blow up / Buckling.	27	Desnivel Carril / Berma.	34	Punzonamiento.
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Crucio de vía férrea
23	Losa dividida.	29	Parqueo (grande).	36	Desconchamiento
24	Grieta de durabilidad "D".	30	Parqueo (pequeño)	37	Retracción
25	Escala.	31	Pulimento de agregados	38	Descascaramiento de esquina
26	Gallo de junta.	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta
		33	Bombeo		

Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)	Valor deducido	ESQUEMA
					o o o o o
					10
					o o o o o
					9
					o o o o o
					8
					o o o o o
					7
					o o o o o
					6
					o o o o o
					5
					o o o o o
					4
					1 2 3 4

Formato de exploración de condición para carreteras con superficie en concretohidráulico.

Fig. N° 15

2.2.14 Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación:

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

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

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

Donde:

- n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.
- N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.
- e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e = 5%)
- s: Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (s) del PCI 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 ($n < 5$), mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco ($n < 5$), todas las unidades deberán evaluarse.

2.2.15 Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección:

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

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

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

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero

2.2.16 Selección de Unidades de Muestreo Adicionales:

Uno de los mayores inconvenientes del método aleatorio es la exclusión del proceso de inspección y evaluación de algunas unidades de muestreo en muy mal estado. También puede suceder que unidades de muestreo que tienen daños que sólo se presentan una vez (por ejemplo, “cruce de línea férrea”) queden incluidas de forma inapropiada en un muestreo aleatorio.

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

2.2.17 Evaluación de la Condición:

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

- a. Equipo.
- Odómetro manual para medir las longitudes y las áreas de los daños.
 - Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.
 - Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad
- b. Procedimiento.
- Se inspecciona una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo con el Manual de Daños, y se registra la información en el formato correspondiente. Se deben conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimientos de medida los daños. Se usa un formulario u “hoja de información de exploración de la condición” para cada unidad muestreo y en los formatos cada renglón se usa para registrar un daño, su extensión y su nivel de severidad.
- c. El equipo de inspección deberá implementar todas las medidas de seguridad para su desplazamiento en la vía inspeccionada, tales como dispositivos de señalización y advertencia para el vehículo acompañante y para el personal en la vía.

2.2.18 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.

Cálculo para Carreteras con Capa de Rodadura Asfáltica:

Etapa 1.

Cálculo de los Valores Deducidos:

- a.1. Totalice cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo en la columna TOTAL del formato PCI-01. El daño puede medirse en área, longitud ó por número según su tipo.
- a.2. Divida la CANTIDAD de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el ÁREA TOTAL de la unidad de muestreo y exprese el resultado como porcentaje. Esta es la DENSIDAD del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.
- a.3. Determine el VALOR DEDUCIDO para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “Valor Deducido del Daño” Que se adjuntan al final de este documento, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

Etapa 2.

Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m)

- a.1. Si ninguno o tan sólo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido” ,CDV, obtenido en la Etapa 4.
- a.2. De lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b. y 2.c.
- a.3. Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.
- a.4. Determine el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m) , utilizando la Ecuación 3

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

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

- a.1. El número de valores individuales deducidos se reduce a m , inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que m se utilizan todos los que se tengan.

Etapa 3.

Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.

- a.1. El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:
Determine el número de valores deducidos, q , mayores que 2.0.
- a.2. Determine el “Valor Deducido Total” sumando TODOS los valores deducidos individuales.
- a.3. Determine el CDV con q y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.
- a.4. Reduzca a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas 3.a. a 3.c. hasta que q sea igual a 1.
- a.5. El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

Etapa 4.

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

(Norma ASTM d 5340-2005)⁽²¹⁾

2.2.19 Cálculo del PCI para pavimentos con capa de rodadura en concreto de cemento Pórtland Aplicación de la norma ASTM D5340

Calculo del VR

Para cada combinación particular de tipos de fallas y grados de severidad, sumar el número de losas en las cual se presentan. Dividir el número de losas entre el número total de losas en la unidad demuestra y luego multiplicarlo por 100 para obtener el porcentaje de la densidad de cada combinación de falla y grado de severidad. Determine los VALORES REDUCIDOS (VR) para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad empleando la curva de “Valor Reducido de Daño” apropiada de la siguiente tabla.

Tabla N° 18. Valores de Daño para la Representación Alfanumérica de Daños en Pavimentos de Concreto Investigación de la Condición Superficial del Pavimento.

Tipo de Daño	Símbolo	Valores de Daño para Combinaciones ij									
		11	12	13	21	22	23	31	32	33	
Levantamiento (Blow – Up)	BU	70									
Agrietamiento en media luna	D	4	6	10	8	15	20	12	25	35	
Agrietamiento diagonal	DC	4	6	10	8	12	18	10	15	25	
Escalonamiento	F	4	6	10	8	15	25	10	20	30	
Extrusión de sello en la junta	JE	12									
Agrietamiento Longitudinal	L	6	8	10	10	15	25	15	30	35	
Bombeo (Pumping)	PM	20									
Escamado (Scaling)	S								10	18	30
Astillado (Spalling)	SP	4	6	10	8	15	25	12	25	35	
Agrietamiento Transversal	T	5	8	12	10	18	25	15	25	35	

Tabla N° 19

A Cada tipo de daño conjuntamente con su nivel de severidad se denota alfanuméricamente. El tipo de daño es representado por una o dos letras, mientras que el nivel de severidad y su cuantificación son denominados por dos números. El primer número se refiere al nivel de severidad y el segundo a su cuantificación. La severidad y cuantificación de cada tipo de daños se clasifican en tres niveles bajo, medio y alto y están representados por los números 1,2 y 3 respectivamente. Así por ejemplo, una grieta diagonal en un pavimento rígido, de mediana severidad y baja cuantificación se denomina DC21. Se acompañan los mayores tipos de daños en pavimentos rígidos.

Índice de Condición del Pavimento

A cada tipo de representación alfanumérica representativa de un tipo de Daño en el pavimento, se le ha asignado un cierto “Valor de Daño (DV)” para una sección dada del pavimento, se suman los valores de daño para cada tipo de daño encontrados en esa sección:

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n DV_i$$

2.2.20 Cálculo del PCI para pavimentos con capa de rodadura en concreto de cemento portland aplicación de la norma astm D5340

Calculo de los valores reducidos (VR)

Para cada combinación particular de tipos de fallas y grados de severidad, sumar el número de losas en las cual se presentan.

Dividir el número de losas entre el número total de losas en la unidad

de muestra y luego multiplicarlo por 100 para obtener el porcentaje de la densidad de cada combinación de falla y grado de severidad.

Determine los Valores Reducidos (VR) para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad empleando la curva de “Valor Deducido de Daño” apropiada entre las que se adjuntan a este documento.

2.2.21 CALCULO DE PCI

Si solo uno o ninguno de los VR es mayor a 5, la suma de los VRs es utilizada en lugar del máximo VRC para la determinación del PCI. De no ser así utilizar el siguiente procedimiento para determinar el máximo VRC.

Determinar m, el máximo número de falla permitida:

$$m = 1 + \left(\left(\frac{9}{95} \right) \cdot (100 - \text{VAR}) \right)$$

Dónde:

m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).

VAR = Valor individual más alto de VR

Ingresar los VRs en la primera fila en forma descendente, reemplazando el menor VR por el producto del mismo y la fracción decimal del m calculado y utilizar este valor como el menor en la primera fila. Si el número de VRs

es menor al valor de m, ingresar todos los VRs en la tabla. Si el número de VRs es mayor a m utilizar los m valores más altos solamente.

Sumar todos los valores de VRs de la fila y colocar ese valor en la columna de “total”, luego poner en la columna “q” el número de valores de VRs que son mayores a 5.

Determinar el VRC con la curva de corrección correcta, para pavimentos para de concreto, con los valores de “Total” y “q”. Copiar los VRs a la siguiente línea, cambiando el menor valor de VR mayor que 5 a 5. Luego repetir lo anterior hasta que se cumpla “q” = 1.

El máximo VRC es el valor más alto de la columna VRC.

2.2.22 CÁLCULO DEL PCI DE UNA SECCIÓN DE PAVIMENTO.

Una sección de pavimento abarca varias unidades de muestreo. Si todas las unidades de muestreo son inventariadas, el PCI de la sección será el promedio de los PCI calculados en las unidades de muestreo.

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

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

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 MANUAL DE DAÑOS

CALIDAD DE TRÁNSITO (RIDE QUALITY)

Cuando se realiza la inspección de daños, debe evaluarse la calidad de tránsito para determinar el nivel de severidad de daños tales como las corrugaciones, para la presente investigación. A continuación, se presenta una guía general de ayuda para establecer el grado de severidad de la calidad de tránsito

L: (Low: Bajo):

Se perciben las vibraciones en el vehículo (por ejemplo, por corrugaciones) pero no es necesaria una reducción de velocidad en aras de la comodidad o la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un ligero rebote del vehículo, pero creando poca incomodidad. Para el caso de la presente investigación esta será recorrida a pie y se observará el grado de abultamientos o hundimientos.

M: (Médium: Medio):

Las vibraciones en el vehículo son significativas y se requiere alguna reducción

de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un rebote significativo, creando incomodidad. Para el caso de la presente investigación esta será recorrida a pie y se observará el grado de abultamientos o hundimientos.

H: (High: Alto):

Las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que debe reducirse la velocidad de forma considerable en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un excesivo rebote del vehículo, creando una incomodidad importante o un alto potencial de peligro o daño severo al vehículo. Para el caso de la presente investigación esta será recorrida a pie y se observará el grado de abultamientos o hundimientos.

Las secciones de pavimento cercanas a señales de detención deben calificarse a la velocidad de desaceleración normal de aproximación a la señal. Siendo la presente investigación para las diferentes calles de pavimento rígidos, se analizarán patologías cuya causa es debida al tránsito y al mal mantenimiento del pavimento en este caso se analizarán solo 9 fallas como se describen en el desarrollo de la tesis.

Glosario de tipos de Daños traducidos al español

Blow up / Buckling	Blowup / Buckling
Corner Break	Grieta de Esquina
Divided Slab	Losa Dividida
Durability "D" Crack	Grieta de Durabilidad "D"
Faulting	Escala
Joint Seal	Sello de Junta
Lane / Shoulder Drop Off	Desnivel Carril / Berma
Linear Cracking	Grietas Lineales
Patching (Large)	Parqueo grande
Patching (Small)	Parqueo pequeño
Polished Aggregates	Pulimento de Agregados
Popouts	Popouts
Pumping	Bombeo
Punch-out	Punzonamiento
Railroad crossing	Cruce de Vía Férrea
Scaling / Map Cracking / Crazing	Desconchamiento / Mapa de Grietas / Craquelado
Shrinkage Cracks	Grietas de Retracción
Spalling Corner	Descascaramiento de Esquina
Spalling Joint	Descascaramiento de Junta

Fig. N° 16

2.3.1 DESCRIPCION DE DAÑOS

a) Blowup – Buckling

Descripción:

Los blowups o buckles ocurren en tiempo cálido, usualmente en una grieta o junta transversal que no es lo suficientemente amplia para permitir la expansión de la losa. Por lo general, el ancho insuficiente se debe a la infiltración de materiales incompresibles en el espacio de la junta. Cuando la expansión no puede disipar suficiente presión, ocurrirá un movimiento hacia arriba de los bordes de la losa (Buckling) o fragmentación en la vecindad de la junta. También pueden ocurrir en los sumideros y en los bordes de las zanjas realizadas para la instalación de servicios públicos.

Niveles de Severidad

L: Causa una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Causa una calidad de tránsito de severidad media.

H: Causa una calidad de tránsito de alta severidad.

Según (Luis F. Altamirano Kauffmann 2007) ⁽¹⁷⁾

Medida

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

Opciones de Reparación

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

M: Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

H: Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

b) Grieta de Esquina

Descripción:

Una grieta de esquina es una grieta que intercepta las juntas de una losa a una distancia menor o igual que la mitad de la longitud de la misma en ambos lados, medida desde la esquina. Por ejemplo, una losa con dimensiones de 3.70 m por 6.10 m presenta una grieta a 1.50 m en un lado y a 3.70 m en el otro lado, esta grieta no se considera grieta de esquina sino grieta diagonal; sin embargo, una grieta que intercepta un lado a 1.20

m y el otro lado a 2.40 m si es una grieta de esquina

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

Niveles de Severidad

L: La grieta está definida por una grieta de baja severidad y el área entre la grieta y las juntas está ligeramente agrietada o no presenta grieta alguna

M: Se define por una grieta de severidad media o el área entre la grieta y las juntas presenta una grieta de severidad media (M)

H: Se define por una grieta de severidad alta o el área entre la junta y las grietas está muy agrietada.

Medida

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

1. Sólo tiene una grieta de esquina.
2. Contiene más de una grieta de una severidad particular.
3. Contiene dos o más grietas de severidades diferentes. Para dos o más grietas se registrará el mayor nivel de severidad. Por ejemplo, una losa tiene una grieta de esquina de severidad baja y una de

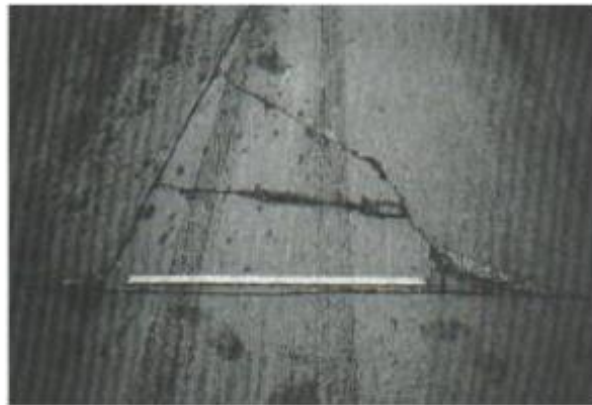
severidad media, deberá contabilizarse como una (1) losa con una grieta de esquina media.

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Sellado de grietas de más de 3 mm.

M: Sellado de grietas. Parcheo profundo.

H: Parcheo profundo



c) Losa Dividida

Descripción:

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

En el Cuadro 02 se anotan los niveles de severidad para losas divididas.

Severidad de la mayoría de las grietas	Número de pedazos en la losa agrietada		
	4 a 5	6 a 8	8 ó más
L	L	L	M
M	M	M	H
H	M	M	H

Fig. N° 17

Medida

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

Opciones de reparación

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

M: Reemplazo de la losa.

H: Reemplazo de la losa.

d) Grieta de Durabilidad “D”

Descripción:

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

de color oscuro en las inmediaciones de las grietas “D”

Este tipo de daño puede llevar a la destrucción eventual de la totalidad de la losa.

Niveles de severidad

L: Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unas pocas piezas pueden haberse desprendido.

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse con facilidad.
2. Las grietas “D” cubren más del 15% del área. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unos pocos pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente.

H: Las grietas “D” cubren más del 15% del área y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente.

Medida

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

severidad media únicamente.

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas.

H: Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas. Reemplazo de la losa

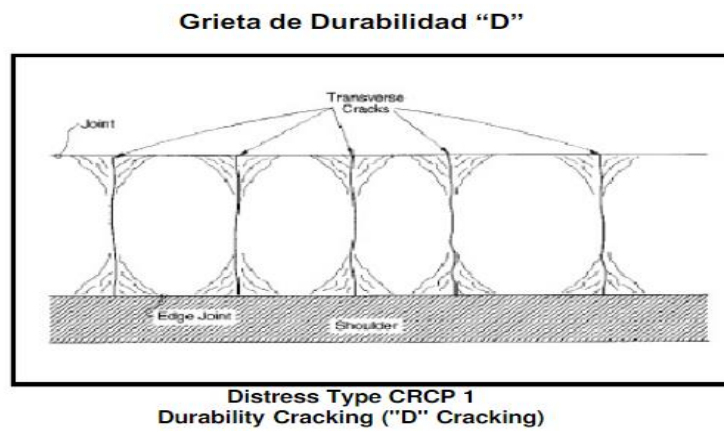


Fig. N° 18



Distress Type CRCP 1
Moderate Severity "D" Cracking at Transverse Crack

Fig. N° 19

e) Escala

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

1. Asentamiento debido una fundación blanda.
2. Bombeo o erosión del material debajo de la losa.
3. Alabeo de los bordes de la losa debido a cambios de temperatura o humedad.

Niveles de Severidad

Se definen por la diferencia de niveles a través de la grieta o junta como se indica en el Cuadro 03.

Nivel de severidad	Diferencia en elevación
L	3 a 10 mm
M	10 a 19 mm
H	Mayor que 19 mm

Fig. N° 20

Medida

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

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Fresado.

M: Fresado.

H: Fresado

f) Daño del sello de la junta

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

1. Desprendimiento del sellante de la junta.
2. Extrusión del sellante.
3. Crecimiento de vegetación.
4. Endurecimiento del material llenante (oxidación).
5. Pérdida de adherencia a los bordes de la losa.
6. Falta o ausencia del sellante en la junta.

Niveles de Severidad

L: El sellante está en una condición buena en forma general en toda la sección. Se comporta bien, con solo daño menor.

M: Está en condición regular en toda la sección, con uno o más de los tipos de daño que ocurre en un grado moderado. El sellante requiere reemplazo en dos años.

H: Está en condición generalmente buena en toda la sección, con uno o más de los daños mencionados arriba, los cuales ocurren en un grado severo. El sellante requiere reemplazo inmediato.

Medida

No se registra losa por losa, sino que se evalúa con base en la condición total del sellante en toda el área.

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Resellado de juntas.

H: Resellado de juntas.

g) Carril/Berma

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

Nivel de severidad

L: La diferencia entre el borde del pavimento y la berma es de 25.0 mm a 51.0mm.

M: La diferencia de niveles es de 51.0 mm a 102.0 mm.

H: La diferencia de niveles es mayor que 102.0 mm.

Medida

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

Opciones de reparación

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

h) Grietas lineales (Longitudinales, transversales y diagonales)

Descripción:

Estas grietas, que dividen la losa en dos o tres pedazos, son causadas usualmente por una combinación de la repetición de las cargas de tránsito y el alabeo por gradiente térmico o de humedad. Las losas divididas en cuatro o más pedazos se contabilizan como

Losas divididas

Comúnmente, las grietas de baja severidad están relacionadas con el alabeo o la fricción y no se consideran daños estructurales importantes.

Las grietas capilares, de pocos pies de longitud y que no se propagan en todo la extensión de la losa, se contabilizan como grietas de retracción.

Niveles de severidad

Losas sin refuerzo

L: Grietas no selladas (incluye llenante inadecuado) con ancho menor que 12.0mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta no sellada con ancho entre 12.0 mm y 51.0 mm.
2. Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 51.0 mm con escala menor que 10.0 mm.
3. Grieta sellada de cualquier ancho con escala menor que 10.0 mm.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta no sellada con ancho mayor que 51.0 mm.
2. Grieta sellada o no de cualquier ancho con escala mayor que 10.0 mm.

Losas con refuerzo

L: Grietas no selladas con ancho entre 3.0 mm y 25.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta no sellada con un ancho entre 25.0 mm y 76.0 mm y sin

escala.

2. Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 76.0 mm con escala menor que 10.0 mm.
3. Grieta sellada de cualquier ancho con escala hasta de 10.0 mm.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta no sellada de más de 76.0 mm de ancho.
2. Grieta sellada o no de cualquier ancho y con escala mayor que 10.0 mm.

Medida

Una vez se ha establecido la severidad, el daño se registra como una losa. Si dos grietas de severidad media se presentan en una losa, se cuenta dicha losa como una poseedora de grieta de alta severidad. Las losas divididas en cuatro o más pedazos se cuentan como losas divididas.

Las losas de longitud mayor que 9.10 m se dividen en “losas” de aproximadamente igual longitud y que tienen juntas imaginarias, las cuales se asumen están en perfecta condición.

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Sellado de grietas más anchas que 3.0 mm.

M: Sellado de grietas.

H: Sellado de grietas. Parcheo profundo. Reemplazo de la losa



**Distress Type CRCP 2
Low Severity Longitudinal Cracking**

Fig N° 22 Grietas Longitudinales

- i) **Grietas lineales diagonales**
- j) **Parche grande** (mayor de 0.45 m²) y acometidas de servicios públicos

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

Niveles de severidad

L: El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.

M: El parche esta moderadamente deteriorado o moderadamente descascarado en sus bordes. El material del parche puede ser retirado con esfuerzo considerable.

H: El parche está muy dañado. El estado de deterioro exige reemplazo.

Medida

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

Opciones para Reparación

L: No se hace nada.

M: Sellado de grietas. Reemplazo del parche.

H: Reemplazo del parche.

k) Parche pequeño (menor de 0.45 m²)

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

L: El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.

M: El parche está moderadamente deteriorado. El material del parche puede ser retirado con considerable esfuerzo.

H: El parche está muy deteriorado. La extensión del daño exige reemplazo.

Medida

Si una losa presenta uno o más parches con el mismo nivel de severidad, se registra como una losa que tiene ese daño. Si una sola losa tiene más de

un nivel de severidad, se registra como una losa con el mayor nivel de daño. Si la causa del parche es más severa, únicamente se contabiliza el daño originOpciones para Reparación

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Reemplazo del parche.

H: Reemplazo del parche



Fig. N° 22 Parcheo Pequeño

1) Pulimento de Agregados

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

de Severidad No se definen grados de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de incluirlo en un inventario de la condición y calificarlo como un defecto. Medida Una losa con agregado pulido se cuenta como una losa.

Opciones de reparación

L, M y H: Ranurado de la superficie. Sobrecarpeta



Fig. N° 23 Pulimento de Agregados

m) Popouts

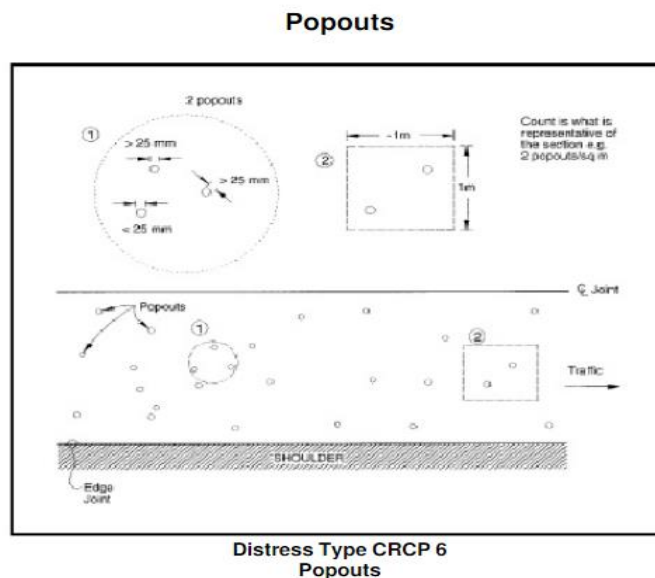
Descripción: Un popout es un pequeño pedazo de pavimento que se desprende de la superficie del mismo. Puede deberse a partículas blandas o fragmentos de madera rotos y desgastados por el tránsito. Varían en tamaño con diámetros entre 25.0 mm y 102.0 mm y en espesor de 13.0 mm a 51.0mm.

Niveles de severidad

No se definen grados de severidad. Sin embargo, el popout debe ser extenso antes que se registre como un daño. La densidad promedio debe

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

Opciones de reparación L, M y H: No se hace nada



n) Bombeo

Descripción: El bombeo es la expulsión de material de la fundación de la losa a través de las juntas o grietas. Esto se origina por la deflexión de la losa debida a las cargas. Cuando una carga pasa sobre la junta entre las losas, el agua es primero forzada bajo losa delantera y luego hacia atrás bajo la losa trasera. Esta acción erosiona y eventualmente remueve las partículas de suelo lo cual generan una pérdida progresiva del soporte del

pavimento. El bombeo puede identificarse por manchas en la superficie y la evidencia de material de base o subrasante en el pavimento cerca de las juntas o grietas. El bombeo cerca de las juntas es causado por un sellante pobre de la junta e indica la pérdida de soporte. Eventualmente, la repetición de cargas producirá grietas. El bombeo también puede ocurrir a lo largo del borde de la losa causando pérdida de soporte.

Niveles de Severidad

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

Medida

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

Opciones de reparación

L, M y H: Sellado de juntas y grietas. Restauración de la transferencia de cargas

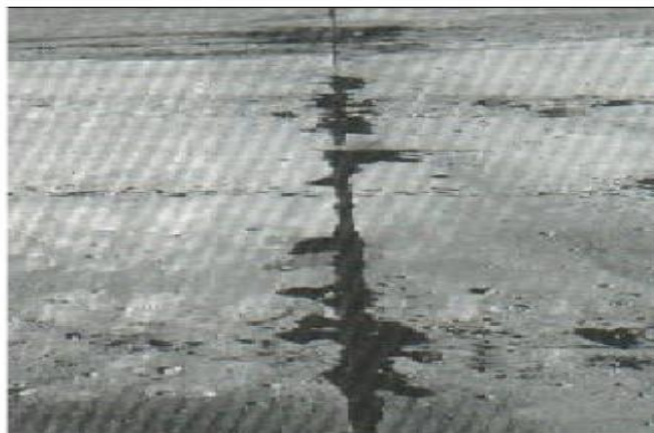


Fig. N° 24 bombeo

o) Punzonamiento

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

Niveles de Severidad

Severidad de la mayoría de las grietas	Número de pedazos		
	2 a 3	4 a 5	Más de 5
L	L	L	M
M	L	M	H
H	M	H	H

Fig. N° 25 Nivel de severidad para punzamiento

Medida

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

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Sellado de grietas.

M: Parcheo profundo.

H: Parcheo profundo.

p) Cruce de Vía férrea

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

Niveles de severidad

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

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

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

Medida

Se registra el número de losas atravesadas por los rieles de la vía férrea.

Cualquier gran abultamiento producido por los rieles debe contarse como parte del cruce

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

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

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

q) Desconchamiento, Mapa de grietas, Craquelado

Descripción: El mapa de grietas o craquelado (crazing) se refiere a una red de grietas superficiales, finas o capilares, que se extienden únicamente en la parte superior de la superficie del concreto. Las grietas tienden a

interceptarse en ángulos de 120 grados. Generalmente, este daño ocurre por exceso de manipulación en el terminado y puede producir el descamado, que es la rotura de la superficie de la losa a una profundidad aproximada de 6.0 mm a 13.0 mm. El descamado también puede ser causado por incorrecta construcción y por agregados de mala calidad.

Niveles de Severidad

L: El craquelado se presenta en la mayor parte del área de la losa; la superficie está en buena condición con solo un descamado menor presente.

M: La losa está descamada, pero menos del 15% de la losa está afectada.

H: La losa está descamada en más del 15% de su área. Medida Una losa descamada se contabiliza como una losa. El craquelado de baja severidad debe contabilizarse únicamente si el descamado potencial es inminente, o unas pocas piezas pequeñas se han salido.

Opciones para Reparación

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Reemplazo de la losa

H: Parcheo profundo o parcial. Reemplazo de la losa. Sobrecarpeta.

r) **Grietas de retracción**

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

del espesor de la losa. Niveles de Severidad No se definen niveles de severidad. Basta con indicar que están presentes.

Medida

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

Opciones de reparación L, M y H: No se hace nada



Fig. N° 26 Grieta de retracción

s) **Descascaramiento de Esquina**

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

Niveles de severidad

En el Cuadro N° 05 se listan los niveles de severidad para el descascaramiento de esquina

El descascaramiento de esquina con un área menor que 6452mm^2 desde la grieta hasta la esquina en ambos lados no deberá contarse.

Profundidad del Descascaramiento	Dimensiones de los lados del descascaramiento	
	127.0 x 127.0 mm a 305.0 x 305.0 mm	Mayor que 305.0 x 305.0 mm
Menor de 25.0 mm	L	L
> 25.0 mm a 51.0 mm	L	M
Mayor de 51.0 mm	M	H

Fig. N° 27 Nivel de severidad para descascaramiento de esquina

Medida

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

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Parcheo parcial.

H: Parcheo parcial



Fig. N° 28 Descascaramiento de esquina

t) Descascaramiento de Junta

Descripción:

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

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

Niveles de Severidad

En el Cuadro 39.1 se ilustran los niveles de severidad para descascaramiento de junta. Una junta desgastada, en la cual el concreto ha sido desgastado a lo largo de toda la junta se califica como de baja severidad.

Fragmentos del Descascaramiento	Ancho del descascaramiento	Longitud del descascaramiento	
		< 0.6m	> 0,6 m
Duros. No puede removerse fácilmente (pueden faltar algunos pocos fragmentos).	< 102 mm	L	L
	> 102 mm	L	L
Suelos. Pueden removerse y algunos fragmentos pueden faltar. Si la mayoría o todos los fragmentos faltan, el descascaramiento es superficial, menos de 25.0 mm.	< 102 mm	L	M
	>102 mm	L	M
Desaparecidos. La mayoría, o todos los fragmentos han sido removidos.	< 102 mm	L	M
	> 102 mm	M	H

Fig. N° 29 Niveles de Severidad para Descascaramiento de Juntas Medida

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

Opciones para Reparación

L: No se hace nada.

M: Parcheo parcial.

H: Parcheo parcial. Reconstrucción de la junta

III. METODOLOGIA

3.1 El tipo de investigación

En general el estudio será del tipo descriptivo, no experimental y de corte transversal Noviembre 2017.

Es descriptivo porque describe la realidad, sin alterarla.

Es No experimental porque se estudia el problema y se analiza sin recurrir a laboratorio.

Es de corte transversal porque se está analizando en el periodo Noviembre 2017.

3.2 Nivel de la investigación de la tesis.

El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un objeto o fenómeno.

El nivel de la investigación para el presente estudio, de acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación, reúne por su nivel las características de un estudio de tipo descriptivo, explicativo y correlacionado. Estas últimas basadas en especificar las propiedades importantes para medir y evaluar aspectos, dimensiones y/o componentes del fenómeno a estudiar propios del proyecto.

3.3 Diseño de investigación.

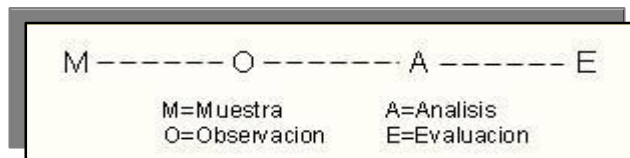
- a. Se desarrollara siguiendo el método PCI Índice de Condición de Pavimentos, para el desarrollo de la siguiente investigación es posible utilizar software para el procesamiento de los datos.
- b. La evaluación a realizar será de tipo visual y personalizada. El procesamiento de la información se hará de manera manual, no se utilizara software.
- c. La metodología a utilizar, para el desarrollo del proyecto será:

Recopilación de antecedentes preliminares: En esta etapa se realizara la búsqueda el ordenamiento, análisis y validación de los datos existentes de toda la información necesaria que ayudo a cumplir con los objetivos de este proyecto.

Estudio de la aplicación del programa de diagnóstico y seguimiento de pavimentos enfocado al método PCI.

Para la determinación de las muestras se tomara todas las pistas de la calle Buenos Aires del AA.HH 28 de Julio del distrito de Punchana, provincia de Maynas y departamento de Loreto.

Este diseño se gráfica de la siguiente manera:



3.4 El universo o población

Para la presente Investigación el Universo estará dado por la delimitación geográfica de las pistas de la calle Buenos Aires del AA.HH 28 de Julio del distrito de Punchana, provincia de Maynas y departamento de Loreto.

3.4.1 Muestra

Se seleccionaran todas las cuadras de la calle Buenos Aires del AA.HH 28 de Julio del distrito de Punchana, provincia de Maynas y departamento de Loreto para ser evaluadas.

3.4.2 Muestreo

Se seleccionarán de acuerdo a la metodología del PCI (explicado en el tema Patología de la Investigación).

3.5 Definición y operacionalización de las variables

CUADRO DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES
La determinación y evaluación de las patologías en las pistas de la calle Buenos Aires del AA.HH. 28 de Julio del distrito de Punchana, provincia de Maynas, departamento de Loreto	Es la determinación o establecimiento de las patologías que tienen las pistas de la calle Buenos Aires del AA.HH. 28 de Julio del distrito de Punchana,	Tipos de patologías que se presentan en los pavimentos de concreto rígido en mención Como: .-Agrietamiento lineal o .-Agrietamiento en esquina	Variabilidad en	Tipo, forma de falla.
			Grado de afectación	Clase de falla Nivel de severidad
				Low Medium High

3.6 Técnicas e Instrumentos

Se utilizara la Evaluación Visual y toma de datos como instrumento de recolección de datos en la muestra según el muestreo.

La evaluación de la condición incluirá los siguientes aspectos:

- Equipo:
- wincha para medir las longitudes y las áreas de los daños.
- Regla, una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.

- Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.

3.7 Plan de análisis

Los resultados estarán comprendidos en lo siguiente:

- La Ubicación del área de estudio.
- Los Tipos de patologías existentes.
- Nivel de Índice de Condición de Pavimento.
- Cuadros del ámbito de la investigación.
- Cuadros estadísticos de las Patologías existentes.

3.8 Matriz de consistencia

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL	VARIABLES	METODOLOGIA	POBLACION Y MUESTRA
GENERAL ¿Cuál es la medida de la determinación y evaluación de la incidencia de las patologías del pavimento rígido de la ca. Buenos Aires del AA.HH 28 de julio, distrito de Punchana, provincia de Maynas, departamento de Loreto?	GENERAL Determinación y evaluación de la incidencia de las patologías del Concreto en pavimentos rígidos de la ca. Buenos Aires del AA.HH 28 de julio, distrito de Punchana, provincia de Maynas, departamento de Loreto?.	ANTECEDENTES Los antecedentes encontrados en internet tienen que ver con determinación y evaluación de patologías de concreto en estructuras de albañilería confiada. -Antecedentes Internacionales. -Antecedentes nacionales -Antecedentes locales	INDEPENDIENTE LA DETERMINACIÓN Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DE LA PISTA DE LA CA. BUENOS AIRES, DEL AAHH 28 DE JULIO	TIPO DE INVESTIGACIÓN CUALITATIVO. NIVEL DE INVESTIGACIÓN. DESCRIPTIVO METODO DE INVESTIGACION. OBSERVACIONAL	POBLACION La población está dada por la delimitación territorial de 0a calle Buenos Aires del AAHH 28 de Julio, del dsitrto de
ESPECIFICOS ¿Cómo influyen las patologías en el concreto que presentan los pavimentos rígidos en el distrito de Punchana provincia de Maynas, departamento de Loreto?	ESPECIFICOS Determinar el tipo de patologías del concreto que existen en las pistas de la ca. Buenos Aires del AA.HH 28 de julio, distrito de Punchana, provincia de Maynas, departamento de Loreto?.	BASES TEORICAS Pavimento. Tipos de pavimento: pavimento rígido pavimento flexible Sellos Diseño de pavimento factor de diseño variable del tiempo transito	DEPENDIENTE COMO INFLUYE LA PATOLOGIA EN LOS PAVI,ENTOS	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN INVESTIGACION DESCRIPTIVA TRANSVERSAL	MUESTRA Para obtener la muestra se deberá efectuar prospecciones de campo
¿Cuál es el grado que presentan las diferentes patologías en los pavimentos rígidos en las calles y avenidas del distrito de Punchana provincia de Maynas, departamento de Loreto?	Determinar el Índice de Condición de Pavimento para las pistas de la ca. Buenos Aires del AA.HH 28 de julio, distrito de Punchana, provincia de Maynas, departamento de Loreto?	confiabilidad propiedades de materiales módulo de elasticidad del concreto Característica estructural de drenaje Tranferencia de carga perdida de soporte patología del pavimento calculo del PCI			
¿En qué medida la utilización de los métodos de análisis y evaluación de las patologías del pavimento permitirá dar recuperación del índice de integridad del pavimento de las condiciones de operatividad de la superficie?					

3.9 Principios éticos:

En la presente investigación no sólo se manejó y dominó las ciencias y técnicas que se nos han entregado en una casa de estudios sino también velamos por la integridad y desarrollo del ser humano en su conjunto, el honor y la dignidad de nuestra profesión, sirviendo con fidelidad al público, a nuestros empleadores y clientes, esforzándonos por incrementar el prestigio, la calidad y la idoneidad de la ingeniería, además de apoyar a las instituciones profesionales y académicas.

En función al proyecto los resultados obtenidos en la investigación, son de gran aporte para la Municipalidad Distrital de Punchana, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto. Donde prevalece la ética responsable profesional.

Como principios éticos en la investigación, nos hemos comprometido con:

- La Relación con el público: Los informes objetivos que presentemos deben ser sencillos y fáciles de comprender, teniendo justificación razonable de las decisiones que se adopten, así mismo estar en capacitación constante a fin de desarrollar proyectos innovadores y útiles a la sociedad.
- La relación con los profesionales: Los ingenieros que trabajen para el sector publico pueden y están en la obligación de revisar y dar su opinión si así lo requieren, sin dañar la reputación del autor del proyecto y tampoco apropiarse de proyectos que no hayan sido elaborados por sí mismo.
- El ejercicio profesional: Podremos hacer la publicidad de nuestros servicios profesionales de manera verídica, pudiendo mencionar los

lugares de donde hayamos prestado nuestros servicios o donde actualmente estamos laborando.

- El buen comportamiento.
- El respeto a los derechos individuales, el estar al servicio de todas las persona respetuosa de su dignidad, no engañar ni engañarse.

IV. Resultados

4.1. Resultados

El objetivo principal de la presente investigación fue determinar el Índice de Condición del Pavimento rígido, de la superficie de las pistas en la calle Buenos Aires, Distrito de Punchana, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto, Mayo – 2017, a partir de la determinación y evaluación de las patologías del mortero identificadas en dicho pavimento, por tanto presentamos a continuación los resultados de los datos obtenidos de manera objetiva, y lógica mostrados a través de tablas y gráficos descritos e interpretados.

Se precisa que el resultado por cada Unidad de Muestra evaluada está en función:

- Del Tipo de patologías presentes en cada una de las unidades de muestra.
- Del nivel de severidad de las patologías en cada unidad de muestra.
- Del Nivel de Índice de Condición de Pavimento para cada cuadra evaluada de la calle Buenos Aires del Distrito de Punchana, provincia de Maynas, Región de Loreto.
- De la ubicación del área de estudio

V. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

Este proyecto de Determinación y Evaluación de las Patologías del mortero para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie de las pistas en la calle Buenos Aires, Distrito de Punchana, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto, Mayo - 2017, constituye un gran beneficio y aporte para la municipalidad distrital de Punchana, con la cual se tendrá un parámetro para la planificación de su mantenimiento.

- ✓ El nivel de incidencia de las patologías del mortero del pavimento rígido de calle Buenos Aires, Distrito de Punchana, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto, los cuales fueron:

Muestra U – 01 – 1ERA cuadra de la calle Buenos Aires.

CUADRA 01

TIPO DE FALLA	DENSIDAD(%)	PORCENTAJE REAL(%)
ESCALA	71.43	37.50
LOSA DIVIDIDA	23.81	12.50
GRIETA LINEAL	42.86	22.50
DESCASCARAMIENTO	28.57	15.00
DESCONCHAMIENTO	23.81	12.50

Muestra U – 02 – 2DA cuadra de la calle Buenos Aires.

CUADRA 02

TIPO DE FALLA	DENSIDAD(%)	PORCENTAJE REAL(%)
ESCALA	71.43	37.50
LOSA DIVIDIDA	23.81	12.50
GRIETA LINEAL	42.86	22.50
DESCASCARAMIENTO	28.57	15.00
DESCONCHAMIENTO	23.81	12.50

Muestra U – 03 – 3ERA cuadra de la calle Buenos Aires.

CUADRA 03

TIPO DE FALLA	DENSIDAD(%)	PORCENTAJE REAL(%)
ESCALA	64.71	27.50
GRIETA LINEAL	47.06	20.00
GRIETA LINEAL	41.18	17.50
DESCASCARAMIENTO	58.82	25.00
LOZA DIVIDIDA	23.53	10.00

Muestra U – 04 – 4TA cuadra de la calle Buenos Aires.

CUADRA 04

TIPO DE FALLA	DENSIDAD(%)	PORCENTAJE REAL(%)
GRIETA LINEAL	66.67	26.32
PARCHEO	53.33	21.05
GRIETA LINEAL	46.67	18.42
ESCALA	53.33	21.05
LOZA DIVIDA	33.33	13.16

Muestra U – 05 – 5TA cuadra de la calle Buenos Aires.

CUADRA 05

TIPO DE FALLA	DENSIDAD(%)	PORCENTAJE REAL(%)
DESCASCARAMIENTO	48.00	27.27
ESCALA	24.00	13.64
GRIETA LINEAL	36.00	20.45
DESCASCARAMIENTO	44.00	25.00
GRIETA DE ESQUINA	24.00	13.64

- ✓ Mediante el método utilizado PCI, se logró determinar el índice de condición de pavimento para cada unidad de muestra, siendo estas el Pavimento Rígido de la calle Buenos Aires, Distrito de Punchana, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto.

UNIDAD DE MUESTRA	PCI UNIDAD DE MUESTRA	CLASIFICACIÓN	PCI	CLASIFICACIÓN TOTAL
U - 01	10.14	FALLA		
U - 02	20.21	MUY MALO		
U - 03	16.11	MUY MALO	21.07	MUY MALO
U - 04	12.25	MUY MALO		
U - 05	46.64	REGULAR		

- 1 ERA cuadra (U – 01) el valor de **PCI = 10.14** Por tanto se puede clasificar que tiene un nivel de **Falla**
 - 2 DA cuadra (U – 02) el valor de **PCI = 20.21**. Por tanto se puede clasificar que tiene un nivel **Muy Malo**.
 - 3 ERA cuadra (U – 03) el valor de **PCI = 16.11**. Por tanto se puede clasificar que tiene un nivel **Muy Malo**.
 - 4 TA cuadra (U – 04) el valor de **PCI = 12.25**. Por tanto se puede clasificar que tiene un nivel **Muy Malo**.
 - 5 TA cuadra (U – 05) el valor de **PCI = 46.64**. Por tanto se puede clasificar que tiene un nivel **Regular**.
- ✓ Se determinó que el promedio del PCI total es de 21.07 y le corresponde una condición de **Muy Malo**.
- ✓ De acuerdo a la siguiente tabla, el grado de severidad de casi la mayoría de las muestras le corresponde un nivel de Severidad Alto, solo la muestra C-05 presenta un nivel de Severidad Medio.

UNIDAD DE MUESTRA	NIVEL DE SEVERIDAD	NIVEL DE SEVERIDAD TOTAL
U - 01	ALTO	
U - 02	ALTO	
U - 03	ALTO	ALTO
U - 04	ALTO	
U - 05	MEDIO	

- ✓ El nivel de Severidad Total es Alto.

5.2. Recomendaciones

- a. Se recomienda realizar los trabajos de reconstrucción de paños de la calle Buenos Aires, Distrito de Punchana, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto, ya que los mismos presentan actualmente un PCI Muy Malo, con la finalidad de mejorar la transitabilidad vehicular, con la reducción de los índices de accidentabilidad y costos de operación vehicular.
- b. La Municipalidad Distrital de Punchana, como órgano responsable del mantenimiento y operación de las vías de su jurisdicción, debe realizar el mantenimiento periódico preventivo, y no esperar el deterioro de los mismos.
- c. En vista de que la Calle Buenos Aires fue diseñada como una Calle Local, se debe restringir el tránsito de vehículos pesados.
- d. La Gerencia de Infraestructura y Obras de la Municipalidad Distrital de Punchana, debe contar con el personal idóneo que evalúe permanentemente el estado de las vías.
- e. Incidir en la limpieza pública rutinaria de las obras de arte en las pistas de la calle Buenos Aires del distrito de Punchana,

provincia de Maynas, departamento de Loreto, a fin de evitar el encharcamiento e infiltración hacia la estructura vial.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1) Godoy G., Ramírez., patología de pavimentos rígidos de la ciudad de Asunción – Uruguay, repositorio [seriada en línea] 2006 [citado 2014 junio 18] disponible en: <http://ing.una.py/pdf/1er-congreso-nacional-ingcivil/01pa-vi01.pdf>.
- 2) Prunell S. análisis de los factores que producen el deterioro de los pavimentos rígidos. [Tesis para la obtención del título de ingeniero civil]. [La Plata, Argentina; 2011], disponible en: <http://lemac.frlp.utn.edu.ar/wp-content/uploads/2014/05/lemacmemoria2013.pdf>.
- 3) Ruiz C. Análisis de los factores que producen el deterioro de los pavimentos rígidos. [Tesis para la obtención del título de ingeniero civil]. Sangolquí, Ecuador: escuela politécnica del ejército; 2011, disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3033/1/t-espe-030924.pdf>.
- 4) Camposano O., García C., Diagnóstico del estado situacional de la vía: av. argentina – av. 24 de junio por el método: índice de condición de pavimentos-2012 [Tesis para la obtención del título de ingeniero civil], disponible en: <http://cip.org.pe/imagenes/temp/tesis/45203801.pdf>
- 5) Espinoza t., Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en los pavimentos rígidos de la provincia de Huancabamba, departamento de Piura. Universidad católica los ángeles de Chimbote; 2010. Piura, Perú, [Tesis para optar al título de ingeniero civil], disponible en: <http://es.scribd.com/doc/103596390/patologia-pavimentos#scribd>.
- 6) Córdova E., Guerrero m., Mautino a. determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en los pavimentos rígidos del barrio de Villon alto. Índice de condición de pavimentos en aeropuertos (PCI) 2013. Norma ASTM d 5340. Lima; disponible en: http://alacpa.org/index_archivos/astmd5340-metcalc-pciesprev0.pdf 32.
- 7) Amaro López, Jorge. Elaboración del estudio para el Mejoramiento de la Transitabilidad de la Carretera Ica –Palpa- Nazca. MTC. ProVías Nacional. 2008. Disponible en: http://docs.seace.gob.pe/mon/docs/procesos/2008/200019/001135_CI-2-2008-MTC_20-BASES.doc
- 8) Consorcio Montalvo. ESTUDIOS DEFINITIVOS PARA EL MANTENIMIENTO PERIODICO DE LA CARRETERA PANAMERICANA SUR, TRAMO PUENTE SANTA ROSA – PUENTE MONTALVO. 19 de Diciembre del 2003. Disponible en:

www.proviasnac.gob.pe/frmContenido.aspx?IdArchivo=548, o
<https://es.scribd.com/document/158694732/Mantenimiento-periodico-carretera-panamericana-Puente-santa-rosa-ouente-montalvo>

- 9) Montejo, A. pavimentos, constitución y conceptos generales. Enágora (ed.), ingeniería de pavimentos para carreteras. 2002[seriada en línea] [citado 2014 jun. 10], disponible en: <http://librosscribd.blogspot.com/2012/10/ingenieria-de-pavimentos-para.html>. 132

- 10) Osuna, R. propuesta para la implementación de un sistema de administración de pavimentos para la red vial de la ciudad de mazatlán, sin. Universidad nacional autónoma de méxico.2002 [seriada en línea] [citado 2015 junio], disponible en:
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/2547/osunaruiz.pdf?sequence=1>.

- 11) Subrasantes y subbases para pavimentos de concreto de la American Concrete Pavement Association [seriada en línea] 2014 [citado 2016 diciembre 10] (ACPA) disponible en:
http://www.biblioteca.udel.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_102_181_62_936.pdf

- 12) Aplicaciones del Pavimento Rígido, Programa de ing. Civil universidad del quindío 2012, rosa beatriz villalobos [seriada en línea] 2014 [citado 2015 Octubre 12] disponible en :
<https://es.slideshare.net/rosabeatrizvillaloboshuaman/diseo-de-pavimento-flexible-y-rgido29> de setiembre 2014

- 13) Tipos de Pavimento Rígido, pedro Figueroa [seriada en línea] 2015 [citado 2015 Abril 20] disponible en :
<https://es.slideshare.net/PedroFigueroa8/ppt-pavimento-rigido>

- 14) Boletín técnico N° 81 de la Asociación de Productores de Cementos del Perú (ASOCEM) [seriada en línea] 2016 [citado 2017 octubre 5]. disponible en:
<http://www.asocem.org.pe/>

- 15) GuíaAASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993” [seriada en línea] 2002 [citado 2016 setiembre] (ACPA) disponible en:
<https://es.scribd.com/doc/111975795/DISENO-DE-PAVIMENTOS-POR-METODO-AASHTO-93>

- 16) Especificaciones Técnicas Constructivas, [seriada en línea] 2010 [citado 2013 Marzo 20] disponible en:
<https://www.sencico.gob.pe/descargar.php?idFile=182>

- 17) Factores de diseño, Manuel Villalobos on prezi [seriada en línea] 2009 [citado 2015 Julio 28] disponible en:
<https://prezi.com/sjvhcle6fr-h/pavimento-factores-de-diseno/>

- 18) Rivera E., Maestría en Vías Terrestre Módulo IV. Curso: “Gestión de Conservación Vial”. Medición del PCI en el pavimento. Perú: Universidad Nacional de Ingeniería – RUPAP; 2011. [Seriada en línea] 2010 [citado 2011 Junio 12], disponible en:
<https://claudiarauz.files.wordpress.com/2011/12/pci-trabajo-campo.pdf>

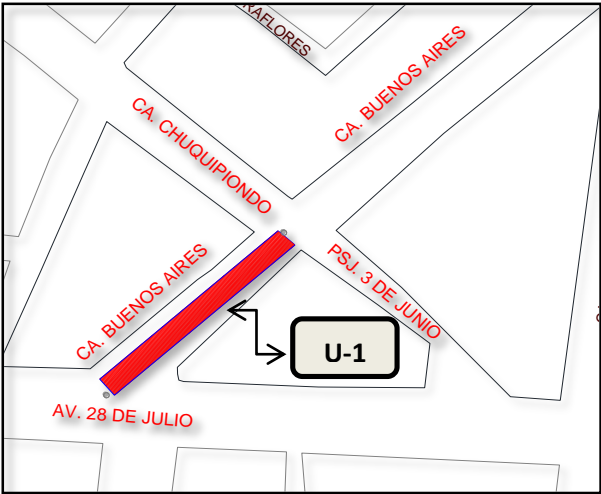
- 19) ASOCEM., propiedades de los materiales, [seriada en línea] 2014 [citado 2017 diciembre 22] disponible en: <http://www.asocem.org.pe/>

- 20) Automatización del cálculo del índice de condición del pavimento (PCI). Universidad nacional de Colombia. Manizales. 2010. Disponible en:
<http://www.camineros.com/docs/cam036.pdf>

- 21) Norma ASTM d 5340 índice de condición de pavimentos en aeropuertos (PCI). Alacpa [seriada en línea] 2005 [citado 2014 junio 14] disponible en
http://alacpa.org/index_archivos/astmd5340-metcalc-pci-esprev0.pdf.

ANEXOS

Tabla 20: Evaluación de unidad de muestra U - 01

PAVIMENTO DE CONCRETO RIGIDO																																																						
HOJA DE INSPECCION DE CAMPO PARA UNIDAD DE MUESTRA																																																						
INVESTIGADOR: BACH. PAOLA HERNANDEZ PINEDO				N° DE PAÑOS: 19																																																		
NIVEL DE USO: VEHICULAR		DIMENSIONES DEL PAVIMENTO																																																				
CUADRA: 01		ANCHO: 6.00 m																																																				
FECHA: DICIEMBRE 2017		LONGITUD: 56.00		AREA : 336 m2																																																		
TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN:		8. AÑOS																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>TIPO DE DAÑO</th> <th>N°</th> <th>TIPO DE DAÑO</th> <th>N°</th> <th>TIPO DE DAÑO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Blow Up / Buckling</td> <td>8</td> <td>Grieta Lineal</td> <td>15</td> <td>Cruce de vía Ferrea</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Grieta de Esquina</td> <td>9</td> <td>Parcheo (Grande)</td> <td>16</td> <td>Desconchamiento</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Losa Dividida</td> <td>10</td> <td>Parcheo (pequeño)</td> <td>17</td> <td>Retracción</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Grieta de Durabilidad "D"</td> <td>11</td> <td>Pulimiento de Agregados</td> <td>18</td> <td>Descascaramiento de Esquina</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Escala</td> <td>12</td> <td>Popouts</td> <td>19</td> <td>Descascaramiento Junta</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Sello de Junta</td> <td>13</td> <td>Bombeo</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Desnivel Carril / Berma</td> <td>14</td> <td>Punzonamiento</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>							N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO	1	Blow Up / Buckling	8	Grieta Lineal	15	Cruce de vía Ferrea	2	Grieta de Esquina	9	Parcheo (Grande)	16	Desconchamiento	3	Losa Dividida	10	Parcheo (pequeño)	17	Retracción	4	Grieta de Durabilidad "D"	11	Pulimiento de Agregados	18	Descascaramiento de Esquina	5	Escala	12	Popouts	19	Descascaramiento Junta	6	Sello de Junta	13	Bombeo			7	Desnivel Carril / Berma	14	Punzonamiento		
N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO																																																	
1	Blow Up / Buckling	8	Grieta Lineal	15	Cruce de vía Ferrea																																																	
2	Grieta de Esquina	9	Parcheo (Grande)	16	Desconchamiento																																																	
3	Losa Dividida	10	Parcheo (pequeño)	17	Retracción																																																	
4	Grieta de Durabilidad "D"	11	Pulimiento de Agregados	18	Descascaramiento de Esquina																																																	
5	Escala	12	Popouts	19	Descascaramiento Junta																																																	
6	Sello de Junta	13	Bombeo																																																			
7	Desnivel Carril / Berma	14	Punzonamiento																																																			
				<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">NIVELES DE SEVERIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>BAJO</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>MEDIO</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>ALTO</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ecuación para el cálculo de la densidad:</p> $\frac{\text{N° DE LOSAS} \times 100\%}{\text{N° DE PAÑOS}}$			NIVELES DE SEVERIDAD		1	BAJO	2	MEDIO	3	ALTO																																								
NIVELES DE SEVERIDAD																																																						
1	BAJO																																																					
2	MEDIO																																																					
3	ALTO																																																					
N°	TIPO DE DAÑO	N/S	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS	% DENSIDAD	VALOR DE REDUCCION																																																
8	Grieta lineal	M	MEDIO	14	73.68 %	33.04																																																
8	Grieta lineal	A	ALTO	7	36.84 %	38.59																																																
2	Grieta de Esquina	B	BAJO	6	31.58 %	24.94																																																
3	Loza Dividida	M	MEDIO	4	21.05 %	34.27																																																
3	Loza Dividida	A	ALTO	6	31.58 %	62.29																																																

1) TIPO DE DAÑO : GRIETA LINEAL

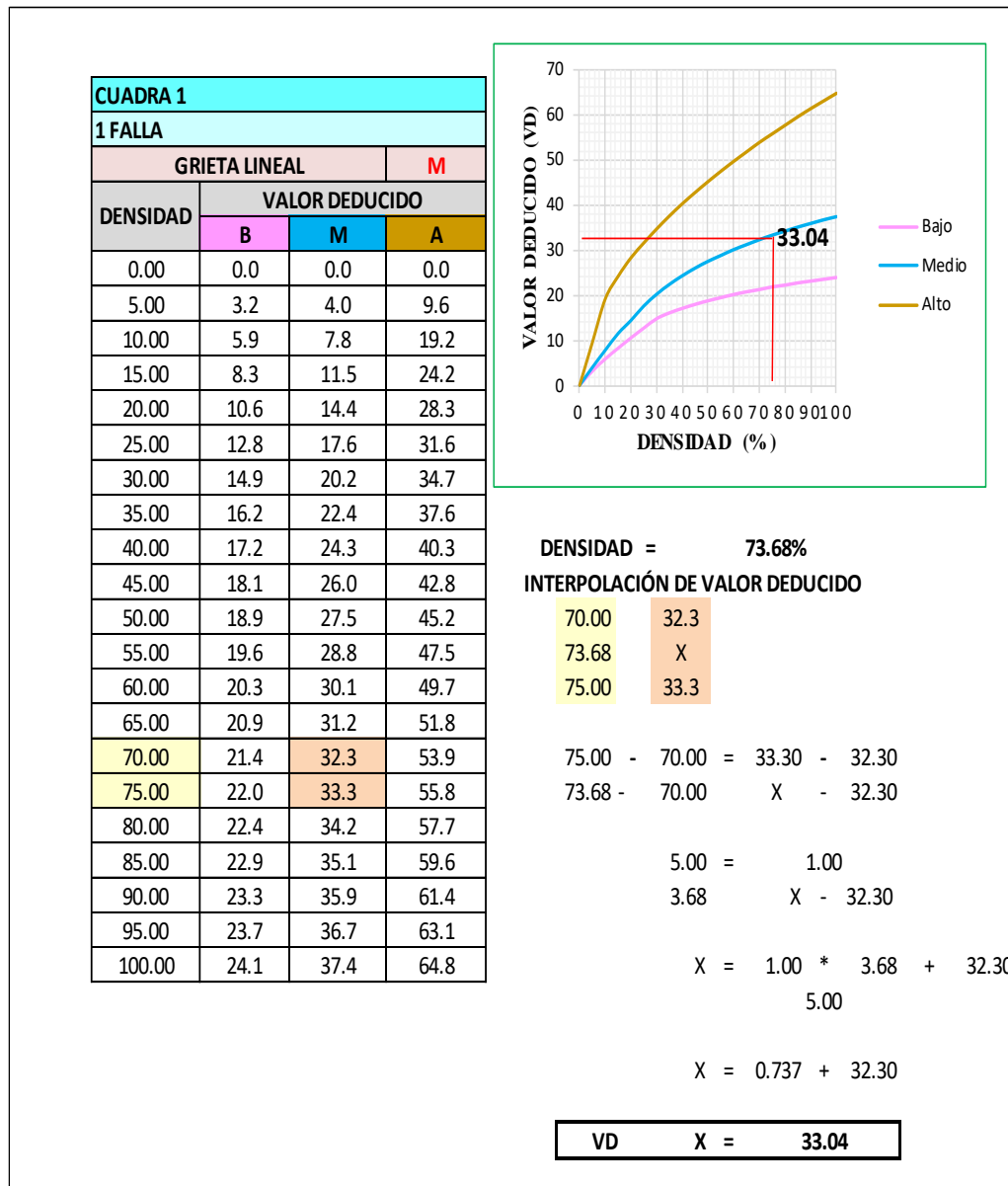


Figura 30 . Patología de grieta lineal de severidad media, de la Unidad de Muestra U-01

2) TIPO DE DAÑO : GRIETA LINEAL

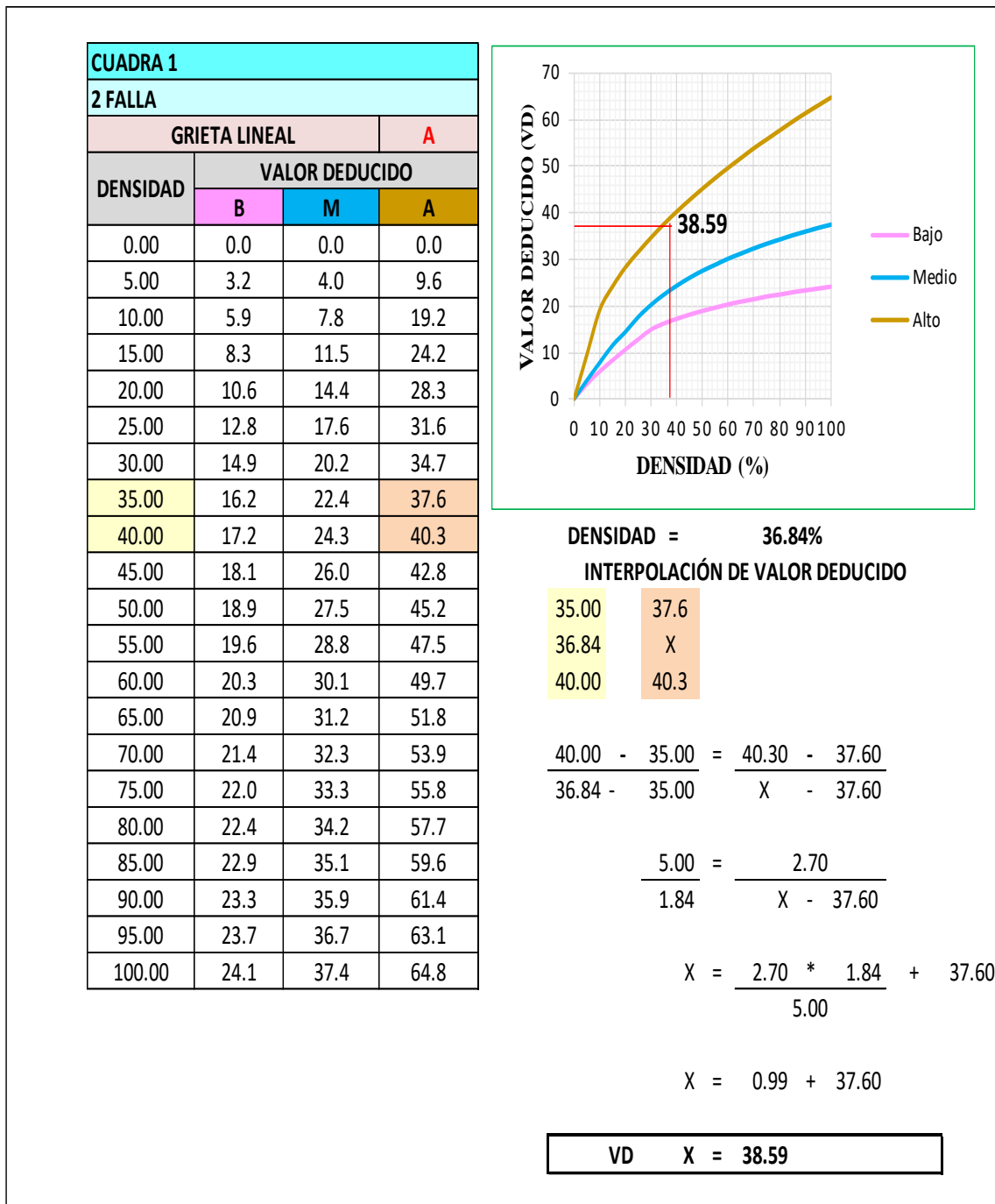


Figura 31 . Patología de grieta lineal de severidad alta, de la Unidad de Muestra U-01

3) TIPO DE DAÑO: GRIETA DE ESQUINA

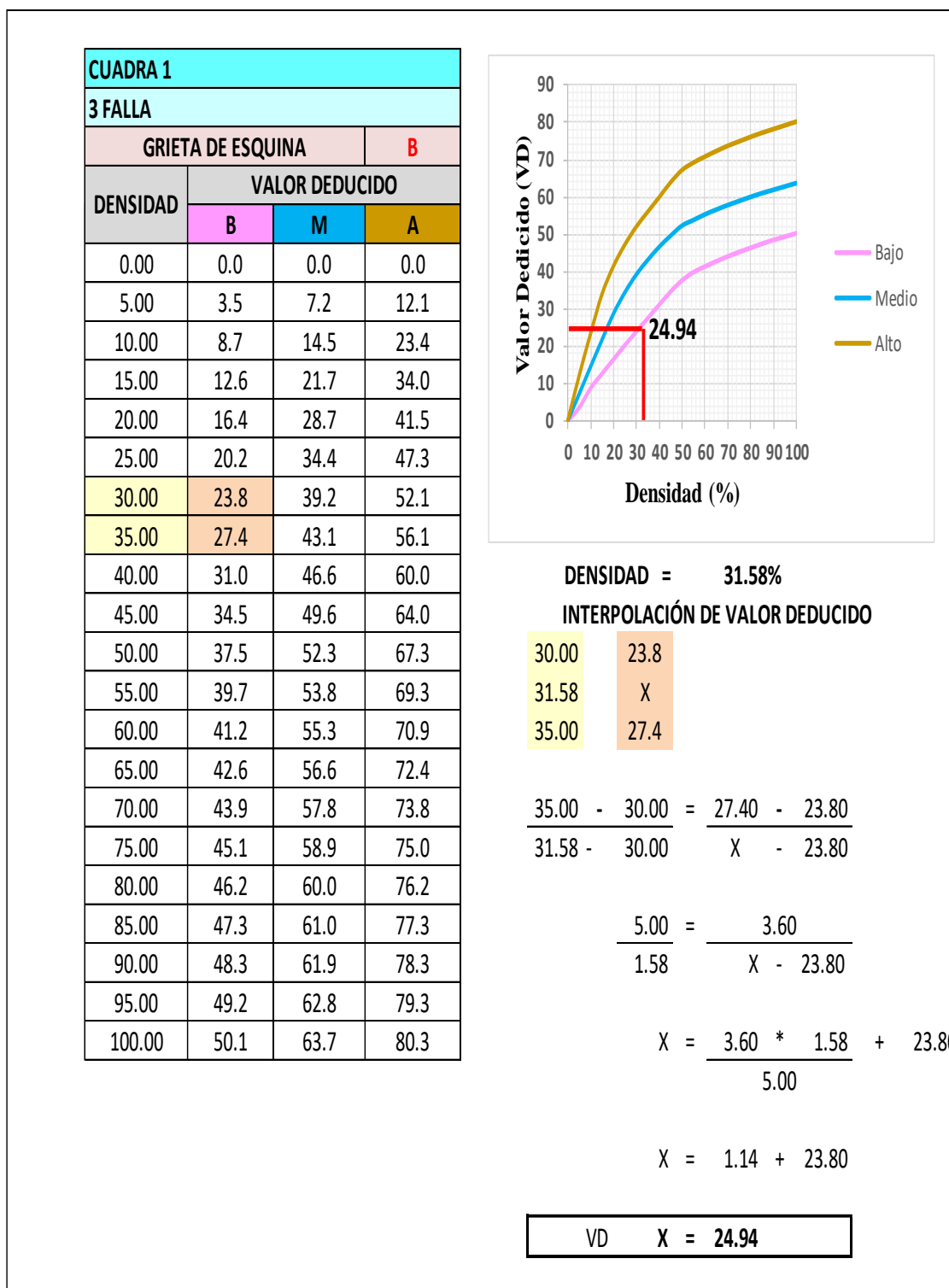


Figura 32. Patología de grieta de esquina de severidad baja, de la Unidad de Muestra U-01

4) TIPO DE DAÑO: LOSA DIVIDIDA

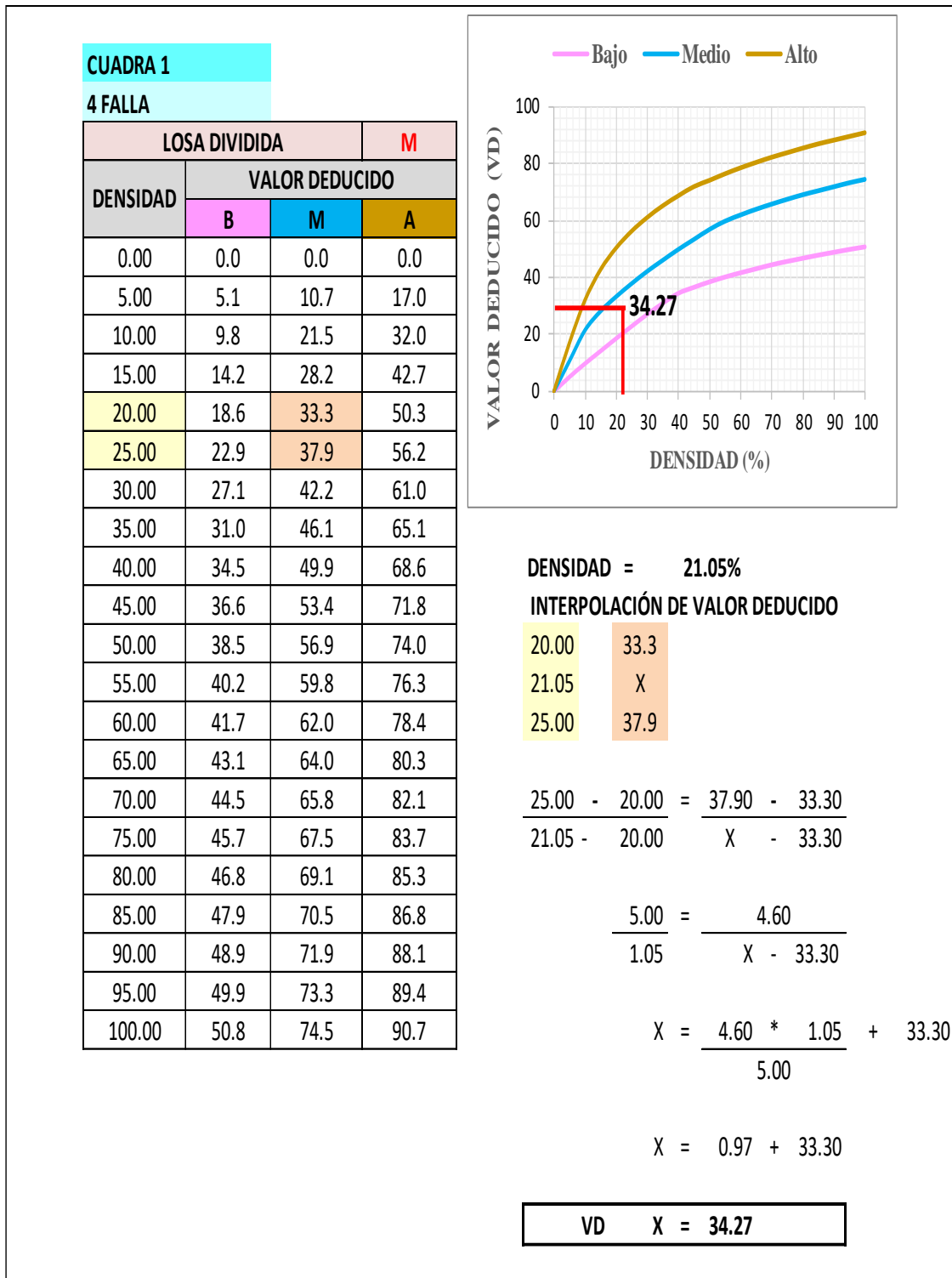


Figura 33. Patología de losa dividida de severidad media, de la Unidad de Muestra U-01

5) TIPO DE DAÑO : LOSA DIVIDA

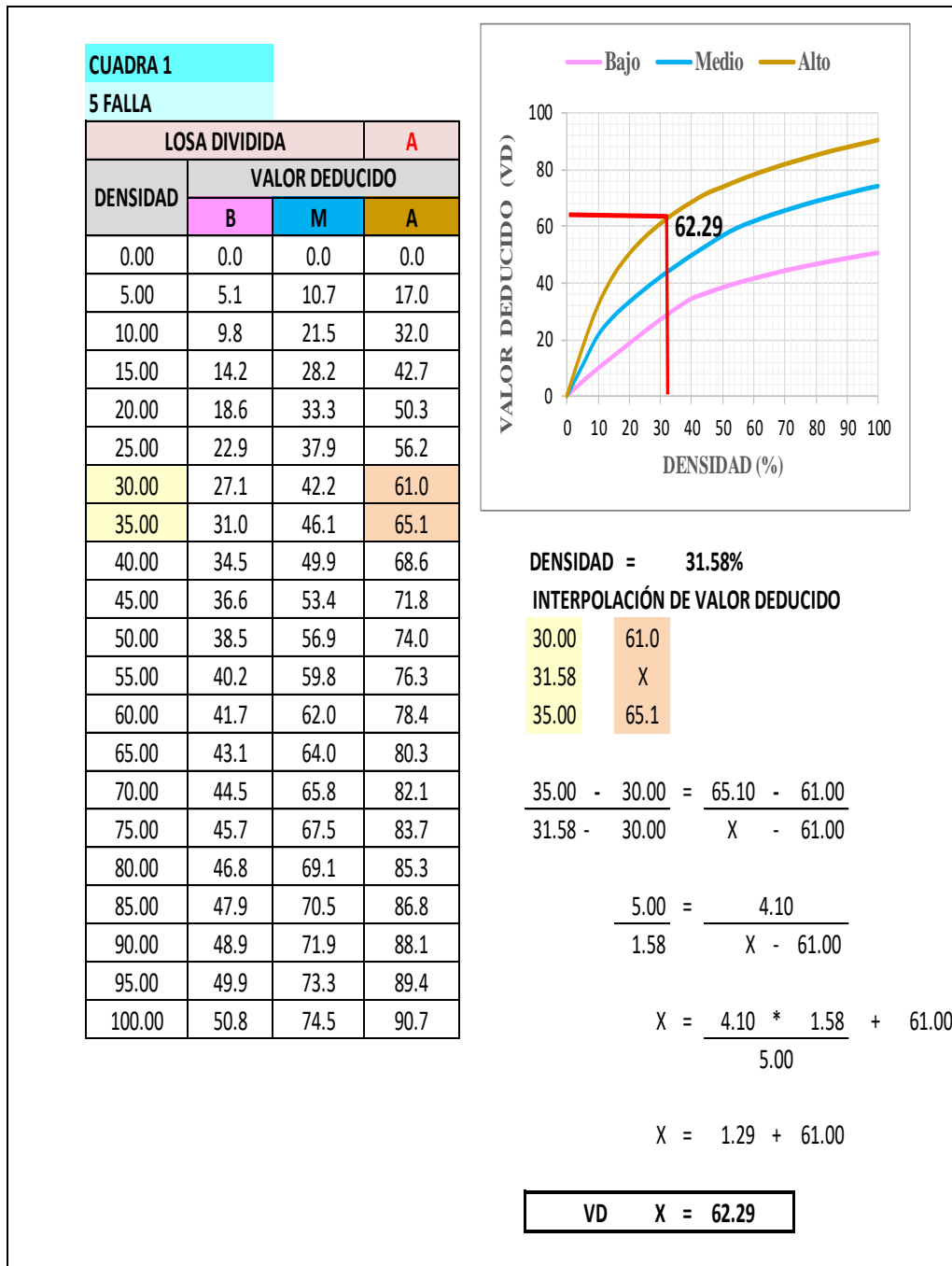


Figura 34 . Patología de losa dividida de severidad alta, de la Unidad de Muestra - 01

Tabla 21: Calculo de valores deducidos corregidos de la unidad de muestra U – 1

CALCULO DE VRC										
CALLE:	CA. BUENOS AIRES CON CA. 3 DE JUNIO									
CUADRA :	1									
DETERMINACION DEL MAXIMO DE FALLA PERMITIDAS								(m)		
$m = 1 + (9/98) * (100 - VAR)$										
$m = 1 + (0.09184) \times (100 - 62.29)$ $m = 4.46$										
Dónde :										
m = Numero permitido de VRS incluyendo fraccion (debe ser menor o igual a 10)										
VAR = Valor individual mas alto de VR										
VAR = 62.29										
m = 4.46										
CALCULO DE VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)										
N°	VALOR DEDUCIDOS						VDT	q	VDC	
1	62.29	38.59	34.27	33.04	11.47		179.66	5	89.86	
2	62.29	38.59	34.27	33.04	2		170.19	4	86.32	
3	62.29	38.59	34.27	2	2		139.15	3	83.57	
4	62.29	38.59	2	2	2		106.88	2	73.78	
5	62.29	2	2	2	2		70.29	1	70.29	
MAXIMO VDV = 89.86										

Tabla 22: Para hallar los Valores Deducidos Corregidos (VDC), de la U-1

1 CUADRA									
VDT	Valor Deducido Corregido (VDC)								
	q=1	q=2	q=3	q=4	q=5	q=6	q=7	q=8	q=9
0.00	0.0								
10.00	10.0								
11.00	11.0	8.0							
17.00	17.0	13.3	8.5						
20.00	20.0	16.0	11.0						
27.00	27.0	21.9	15.9	14.0					
30.00	30.0	24.5	18.0	16.0					
35.00	35.0	28.5	21.7	19.2	17.1	15.0			
40.00	40.0	32.0	25.4	22.5	20.2	18.0			
50.00	50.0	39.0	32.0	29.0	26.5	24.0			
57.00	57.0	44.0	36.9	33.4	30.8	28.2	26.8	25.4	23.7
60.00	60.0	46.0	38.5	35.2	32.6	30.0	28.3	26.6	25.0
70.00	70.0	52.5	45.0	41.0	38.5	36.0	34.0	32.0	30.0
80.00	80.0	58.5	51.4	47.0	44.2	41.5	39.3	37.1	35.0
90.00	90.0	64.5	57.4	52.5	49.7	47.0	44.5	42.0	39.5
100.00	100.0	70.0	63.0	58.0	55.0	52.0	49.3	46.6	44.0
110.00		75.5	68.5	63.0	60.0	57.0	54.3	51.6	49.0
120.00		81.0	74.0	67.8	64.9	62.0	59.2	56.4	53.5
130.00		86.0	78.9	72.5	69.5	66.5	63.7	60.9	58.0
140.00		90.5	84.0	77.0	74.0	71.0	68.2	65.4	62.5
150.00		95.0	88.4	81.5	78.2	75.0	72.3	69.6	67.0
160.00		99.5	93.0	85.5	82.2	79.0	76.3	73.6	71.0
161.00		100.0	93.4	86.0	82.7	79.4	76.7	74.0	71.4
170.00			97.0	89.6	86.3	83.0	80.3	77.6	75.0
177.00			100.0	92.6	88.8	85.5	82.7	80.3	77.8
180.00				94.0	90.0	86.6	83.7	81.4	79.0
190.00				98.0	94.0	90.0	87.5	85.0	82.5
195.00				99.5	95.5	91.5	89.1	86.7	84.3
200.00				100.0	96.9	93.0	90.7	88.4	86.0

Figura. 35: Ábaco para hallar los Valores Deducidos Corregidos de la U-1

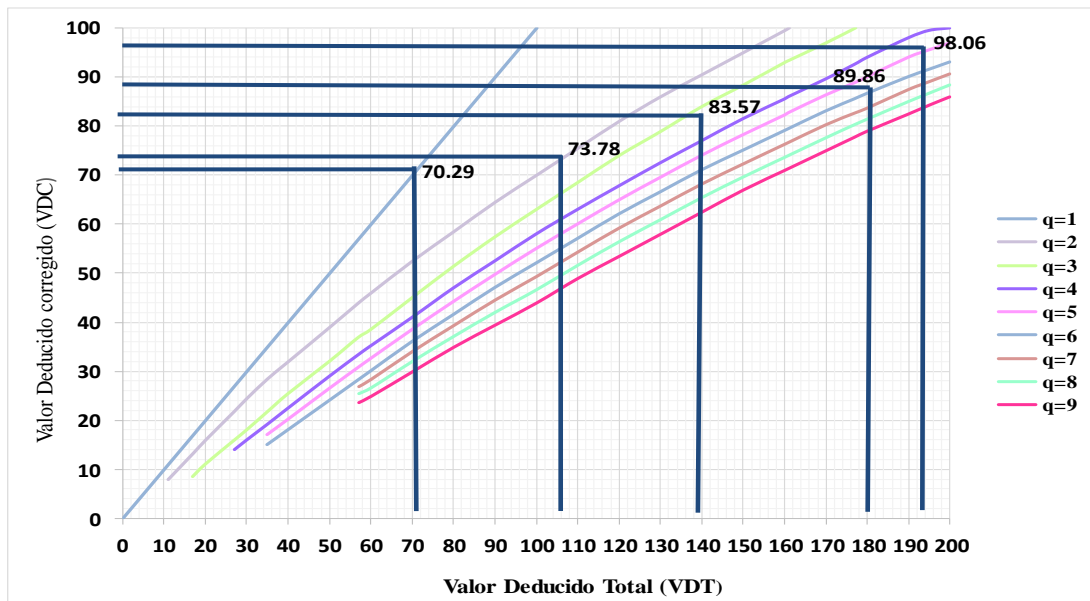


Figura. N° 36 Interpolacion de muestra q= 5 U - 1

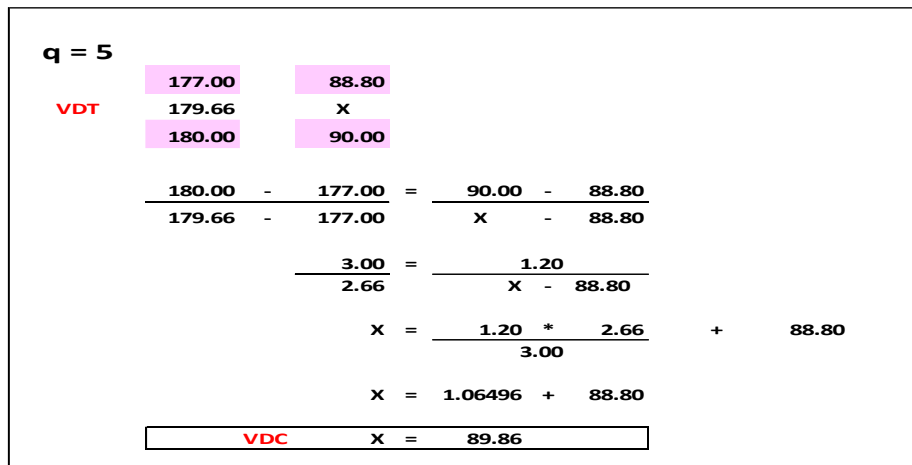


Figura. N° 37 Interpolacion de muestra q=4 U - 1

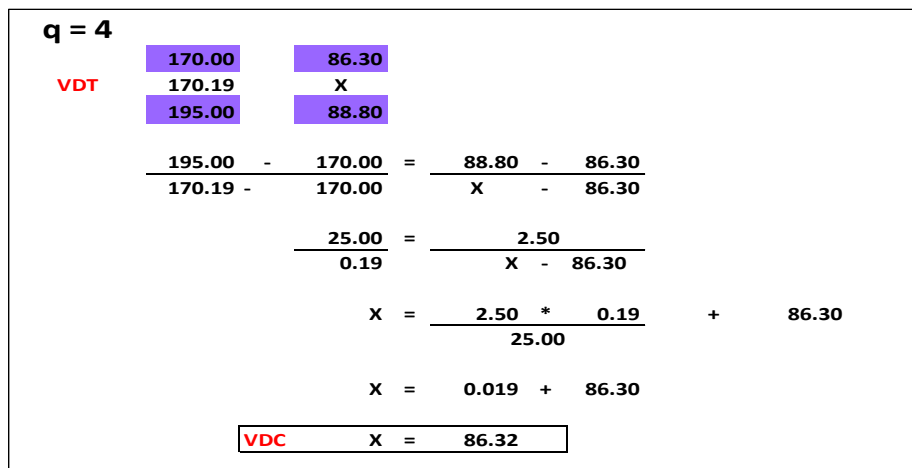


Figura. N° 38 Interpolacion de muestra q= 3 U - 1

q = 3

VDT	130.00	78.9	
	139.15	X	
	140.00	84.0	

$$\frac{140.00 - 130.00}{139.15 - 130.00} = \frac{84.00 - 78.90}{X - 78.90}$$

$$\frac{10.00}{9.15} = \frac{5.10}{X - 78.90}$$

$$X = \frac{5.10 * 9.15}{10.00} + 78.90$$

$$X = 4.6665 + 78.90$$

VDC	X = 83.57
------------	-----------

Figura. N° 39 Interpolacion de muestra q= 2 U - 1

q = 2

VDT	100.00	70.0	
	106.88	X	
	110.00	75.5	

$$\frac{110.00 - 100.00}{106.88 - 100.00} = \frac{75.50 - 70.00}{X - 70.00}$$

$$\frac{10.00}{6.88} = \frac{5.50}{X - 70.00}$$

$$X = \frac{5.50 * 6.88}{10.00} + 70.00$$

$$X = 3.784 + 70.00$$

VDC	X = 73.78
------------	-----------

Figura. N° 40 Interpolacion de muestra q= 1 U - 1

q = 1

VDT	70.00	70.0	
	70.29	X	
	80.00	80.0	

$$\frac{80.00 - 70.00}{70.29 - 70.00} = \frac{80.00 - 70.00}{X - 70.00}$$

$$\frac{10.00}{0.29} = \frac{10.00}{X - 70.00}$$

$$X = \frac{10.00 * 0.29}{10.00} + 70.00$$

$$X = 0.29 + 70.00$$

VDC	X = 70.29
------------	-----------

Figura 41. Clasificación de la U - 01 de la primera cuadra de la Av. Buenos Aires.

Rango PCI %	COLOR	ESTADO
0-10	Grigio	Falla
11-25	Rojo oscuro	Muy Malo
26-40	Rojo	Malo
41-55	Pink	Regular
56-70	Amarillo	Bueno
71-85	Verde claro	Muy bueno
86-100	Verde	Exelente

MÁXIMO VRC =		89.86	
PCI =	100	-	Maximo VRC
PCI =	10.14		
CLASIFICACIÓN = FALLA			

Figura 42. Gráfico de la clasificación del PCI de la Unidad de Muestra U - 01 de la primera cuadra de la Avenida Buenos Aires

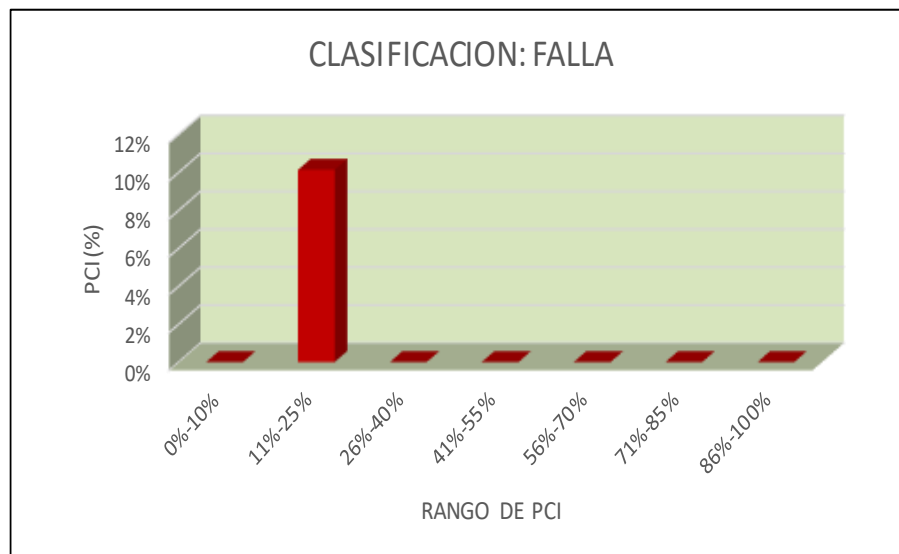
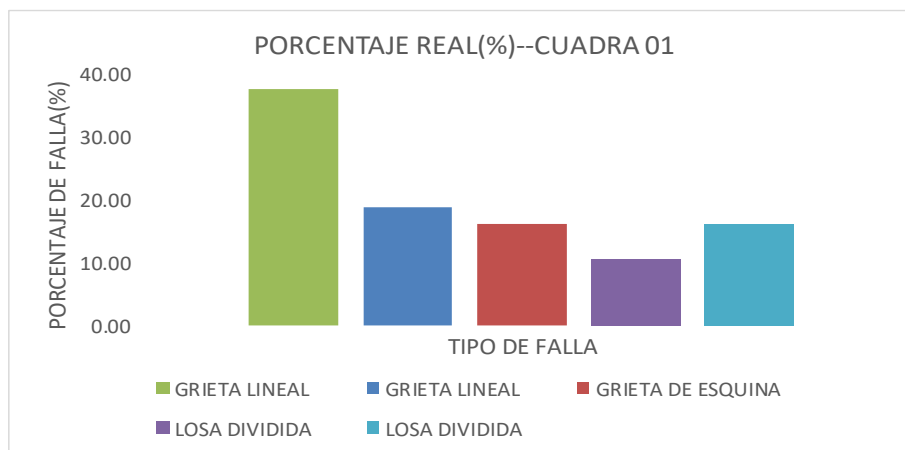


Tabla23: Índice de Patologías Registradas en el Pavimento Rígido de la Unidad de Muestra U - 01 de la primera cuadra de la Avenida Buenos Aires

CUADRA 01		
TIPO DE FALLA	DENSIDAD(%)	PORCENTAJE REAL(%)
GRIETA LINEAL	73.68	37.84
GRIETA LINEAL	36.84	18.92
GRIETA DE ESQUINA	31.58	16.22
LOSA DIVIDIDA	21.05	10.81
LOSA DIVIDIDA	31.58	16.22
	194.74	100.00

Figura 43: Porcentaje Real de Falla de la Unidad de Muestra U - 01 de la primera cuadra de la Avenida Buenos Aires



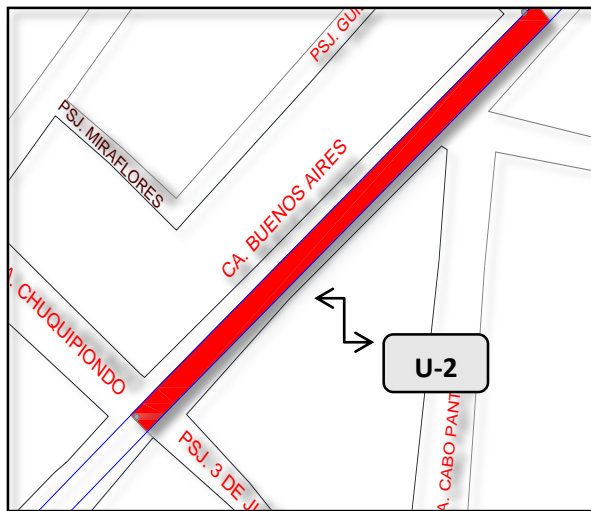
Descripción e Interpretación

La unidad de muestra U - 01 tiene 19 paños y pertenece a la primera cuadra de la calle Buenos Aires. En esta Cuadra, las fallas más frecuentes encontradas con un nivel de **severidad alto** fueron: Losa Dividida y Grieta Lineal. Con un nivel de **severidad media** fue: Losa Dividida y Grieta Lineal. Y con un nivel de severidad bajo fue: Grieta de esquina. Se hace en mención que se obtuvieron 5 valores deducidos: 33.04, 38.59, 24.94, 34.27 y 62.29. Siguiendo el procedimiento del máximo valor reducido corregido 89.86, se obtuvo un **PCI de 10.14**, que corresponde a un pavimento **Falla**.

Tabla 24: Evaluación de unidad de muestra U - 02

PAVIMENTO DE CONCRETO RIGIDO		
HOJA DE INSPECCION DE CAMPO PARA UNIDAD DE MUESTRA		
INVESTIGADOR: BACH. PAOLA HERNANDEZ PINEDO	N° DE PAÑOS: 21	
NIVEL DE USO: VEHICULAR	DIMENSIONES DEL PAVIMENTO	
CUADRA: 02	ANCHO: 6.10 m	
FECHA: DICIEMBRE 2017	LONGITUD: 68 m	AREA : 414.80
TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN:	8 AÑOS	

N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO
1	Blow Up / Buckling	8	Grieta Lineal	15	Cruce de vía Ferrea
2	Grieta de Esquina	9	Parqueo (Grande)	16	Desconchamiento
3	Losa Dividida	10	Parqueo (pequeño)	17	Retracción
4	Grieta de Durabilidad "D"	11	Pulimiento de Agregados	18	Descascaramiento de Esquina
5	Escala	12	Popouts	19	Descascaramiento Junta
6	Sello de Junta	13	Bombeo		
7	Desnivel Carril / Berma	14	Punzonamiento		



NIVELES DE SEVERIDAD	
1	BAJO
2	MEDIO
3	ALTO

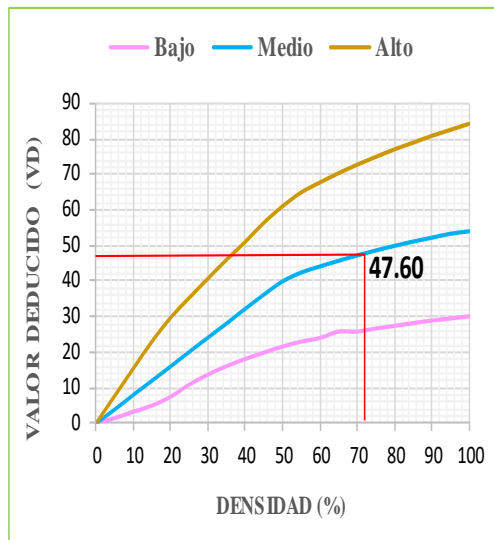
Ecuación para el cálculo de la densidad:

$$\frac{\text{N° DE LOSAS X 100\%}}{\text{N° DE PAÑOS}}$$

N°	TIPO DE DAÑO	N/S	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS	% DENSIDAD	VALOR DE REDUCCION
5	Escala	M	MEDIO	15	71.43%	47.60
3	Loza Dividida	A	ALTO	5	23.81%	54.80
8	Grieta Lineal	M	MEDIO	9	42.86%	25.27
19	Descascaramiento de Junta	B	BAJO	6	28.57%	6.19
16	Desconchamiento	B	BAJO	5	23.81%	5.69

1) TIPO DE DAÑO : ESCALA

CUADRA 2			
1 FALLA			
ESCALA			M
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.0	0.0	0.0
5.00	1.5	3.9	7.7
10.00	3.3	8.0	15.4
15.00	5.0	12.0	23.0
20.00	7.5	16.0	29.7
25.00	10.9	20.1	35.3
30.00	13.7	24.1	40.7
35.00	16.1	28.1	46.0
40.00	18.1	32.2	51.0
45.00	19.9	36.2	56.4
50.00	21.6	39.9	61.0
55.00	23.0	42.4	64.9
60.00	24.0	44.1	67.7
65.00	25.8	45.7	70.3
70.00	25.8	47.2	72.7
75.00	26.7	48.6	74.9
80.00	27.4	49.9	77.0
85.00	28.2	51.1	78.9
90.00	28.9	52.2	80.8
95.00	29.5	53.3	82.5
100.00	30.1	54.0	84.2



DENSIDAD = 71.43%

INTERPOLACIÓN DE VALOR DEDUCIDO

70.00	47.2
71.43	X
75.00	48.6

$$\frac{75.00 - 70.00}{71.43 - 70.00} = \frac{48.60 - 47.20}{X - 47.20}$$

$$\frac{5.00}{1.43} = \frac{1.40}{X - 47.20}$$

$$X = \frac{1.40 * 1.43}{5.00} + 47.20$$

$$X = 0.4 + 47.20$$

VD	X = 47.60
----	-----------

Figura 44 . Patología de Escala de severidad media, de la Unidad de Muestra U - 02

2) TIPO DE DAÑO : LOSA DIVIDIDA

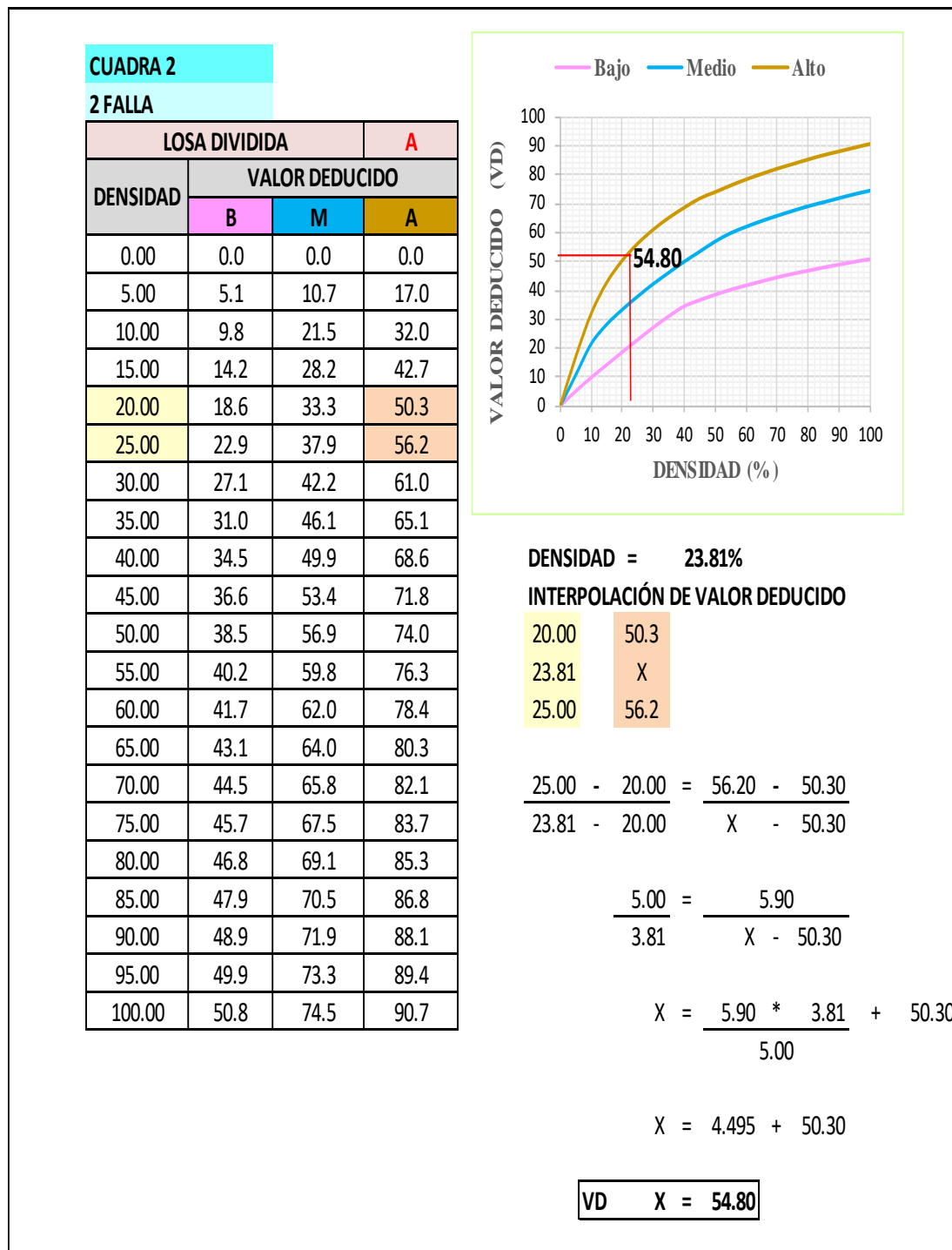


Figura 45. Patología Losa Dividida de severidad Alta, de la Unidad de Muestra U 02

3) TIPO DE DAÑO : GRIETA LINEAL

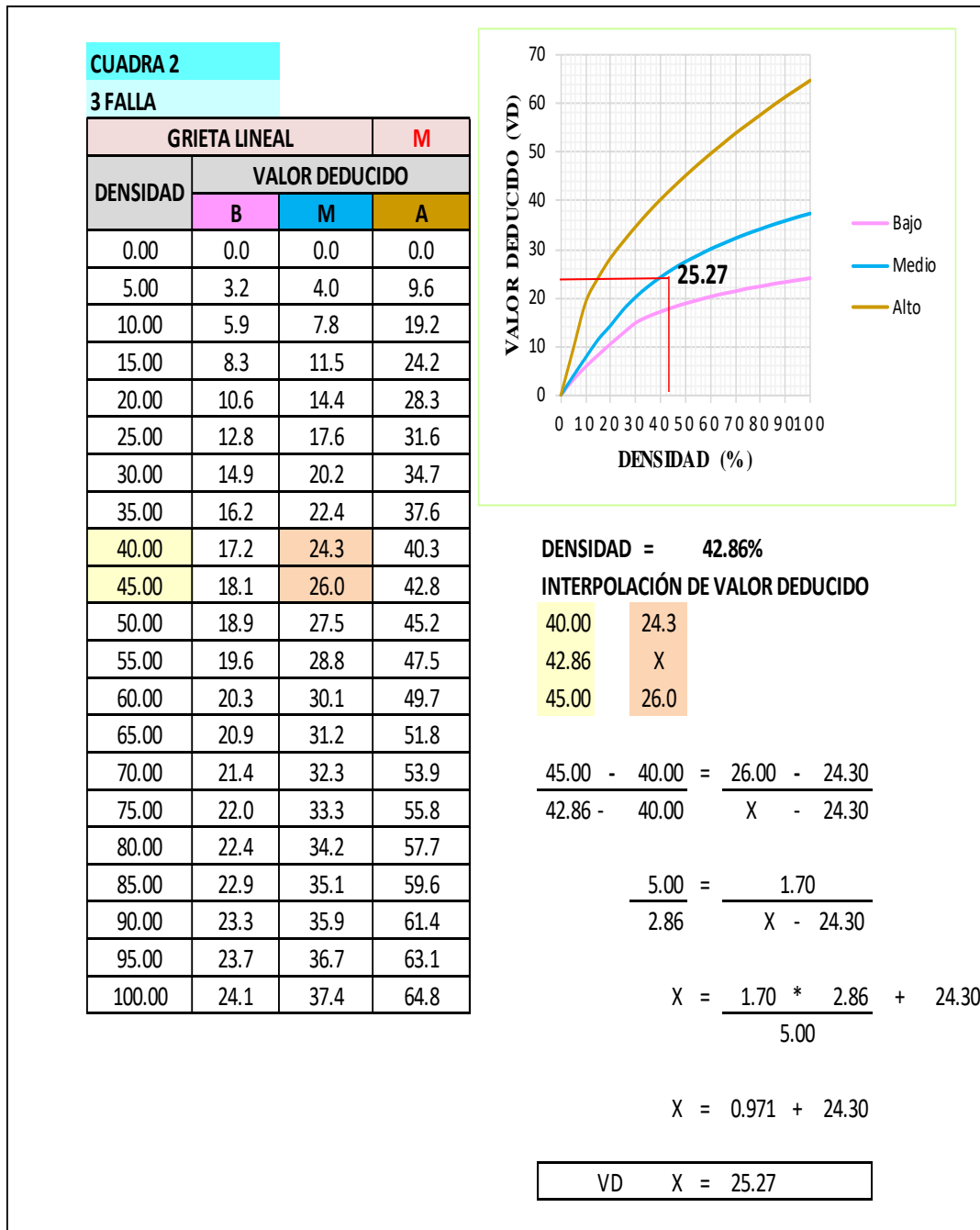


Figura 46 . Patología Grieta Linal de severidad Media, de la Unidad de Muestra U 02

4) TIPO DE DAÑO: DESCASCARAMIENTO DE JUNTA

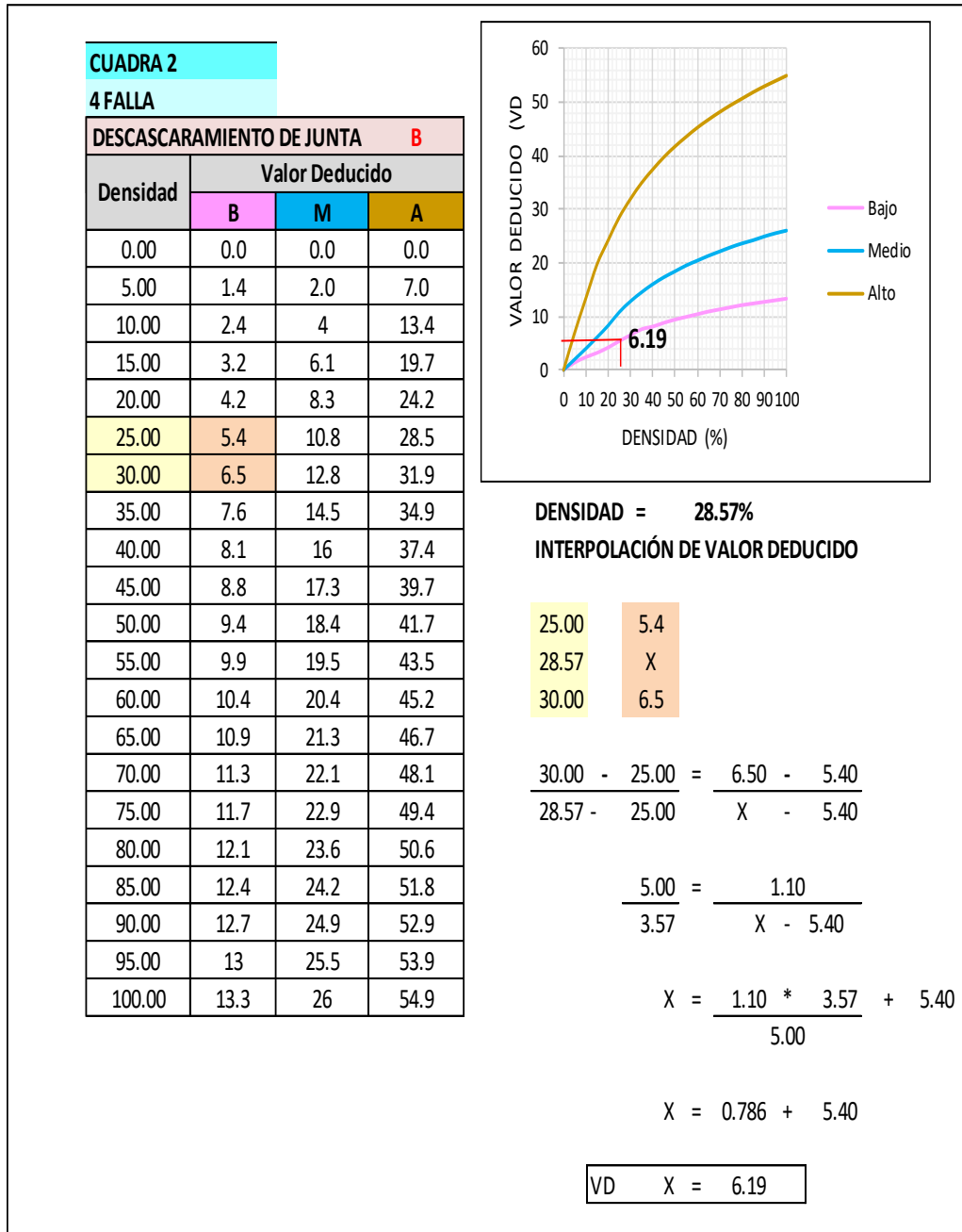


Figura 47: Patología de Descascaramiento de junta de severidad Baja, de la Unidad de Muestra 02

5) TIPO DE DAÑO : DESCONCHAMIENTO

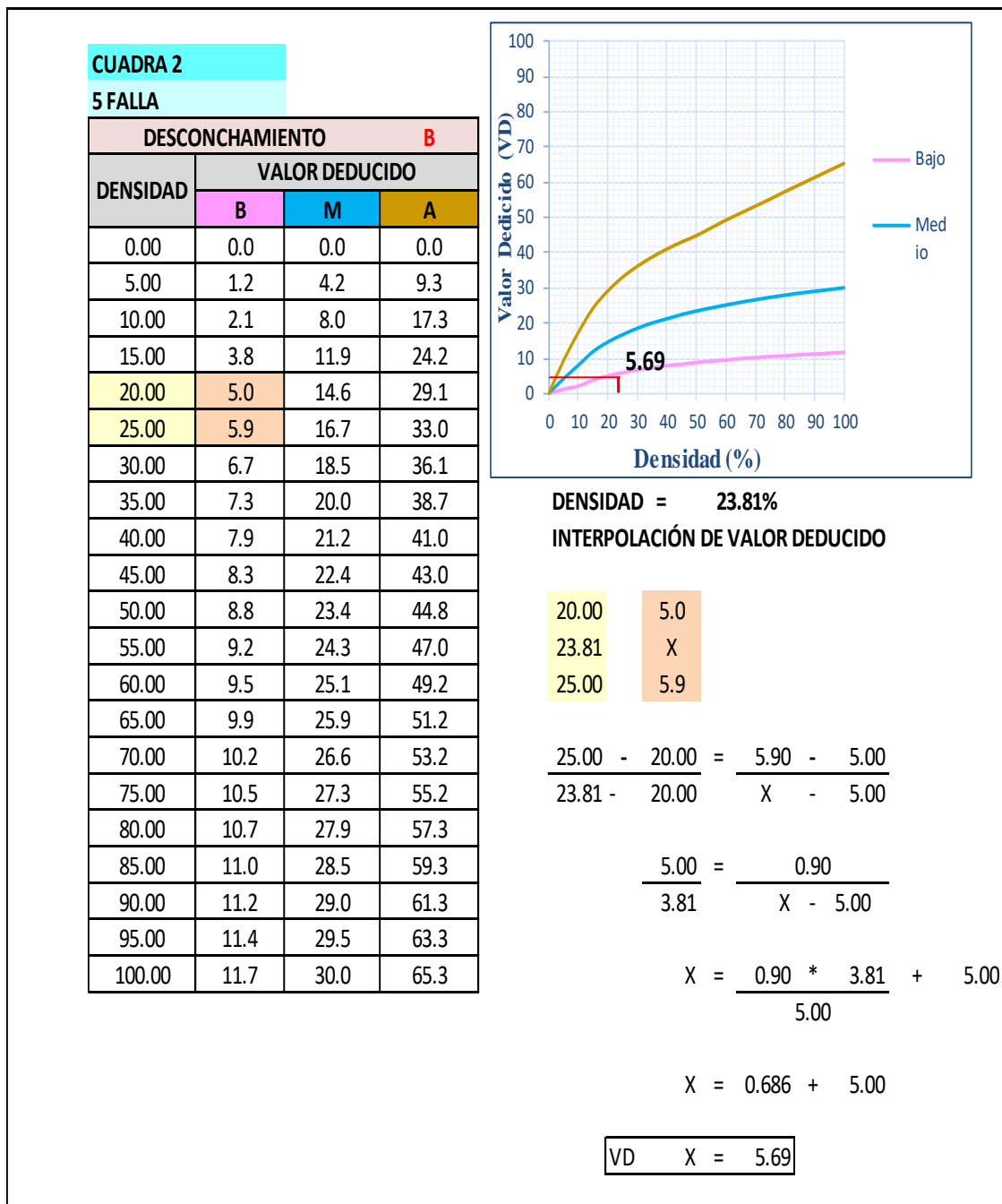


Figura 48. Patología de Desconchamiento de junta de severidad Baja, de la Unidad de Muestra 02

Tabla 25: Calculo de valores deducidos corregidos de la unidad de muestra U – 2

CALCULO DE VRC											
CALLE:	CA. BUENOS AIRES CON CA. 3 DE JUNIO										
CUADRA :	2										
DETERMINACION DEL MAXIMO DE FALLA PERMITIDAS										(m)	
$m = 1 + (9/98) * (100 - VAR)$											
$m = 1 + (0.09184) \times (100 - 54.80)$ $m = 5.15$											
Dónde :											
m =	Numero permitido de VRS incluyendo fraccion (debe ser menor o igual a 10)										
VAR =	Valor individual mas alto de VR										
VAR =	<input type="text" value="54.80"/>										
m =	<input type="text" value="5.15"/>										
CALCULO DE VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)											
N°	VALOR DEDUCIDOS							VDT	q	VDC	
1	54.80	47.60	25.27	6.19	0.85			134.71	5	71.62	
2	54.80	47.60	25.27	6.19	2			135.85	4	75.13	
3	54.80	47.60	25.27	2	2			131.67	3	79.75	
4	54.80	47.60	2	2	2			108.40	2	74.62	
5	54.80	2	2	2	2			62.80	1	62.80	
MAXIMO VDV = 79.75											

Tabla 26. Grafico para hallar los Valores Deducidos Corregidos (VDC), de la Unidad de Muestra 02.

2 CUADRA									
VDT	Valor Deducido Corregido (VDC)								
	q=1	q=2	q=3	q=4	q=5	q=6	q=7	q=8	q=9
0.00	0.0								
10.00	10.0								
11.00	11.0	8.0							
17.00	17.0	13.3	8.5						
20.00	20.0	16.0	11.0						
27.00	27.0	21.9	15.9	14.0					
30.00	30.0	24.5	18.0	16.0					
35.00	35.0	28.5	21.7	19.2	17.1	15.0			
40.00	40.0	32.0	25.4	22.5	20.2	18.0			
50.00	50.0	39.0	32.0	29.0	26.5	24.0			
57.00	57.0	44.0	36.9	33.4	30.8	28.2	26.8	25.4	23.7
60.00	60.0	46.0	38.5	35.2	32.6	30.0	28.3	26.6	25.0
70.00	70.0	52.5	45.0	41.0	38.5	36.0	34.0	32.0	30.0
80.00	80.0	58.5	51.4	47.0	44.2	41.5	39.3	37.1	35.0
90.00	90.0	64.5	57.4	52.5	49.7	47.0	44.5	42.0	39.5
100.00	100.0	70.0	63.0	58.0	55.0	52.0	49.3	46.6	44.0
110.00		75.5	68.5	63.0	60.0	57.0	54.3	51.6	49.0
120.00		81.0	74.0	67.8	64.9	62.0	59.2	56.4	53.5
130.00		86.0	78.9	72.5	69.5	66.5	63.7	60.9	58.0
140.00		90.5	84.0	77.0	74.0	71.0	68.2	65.4	62.5
150.00		95.0	88.4	81.5	78.2	75.0	72.3	69.6	67.0
160.00		99.5	93.0	85.5	82.2	79.0	76.3	73.6	71.0
161.00		100.0	93.4	86.0	82.7	79.4	76.7	74.0	71.4
170.00			97.0	89.6	86.3	83.0	80.3	77.6	75.0
177.00			100.0	92.6	88.8	85.5	82.7	80.3	77.8
180.00				94.0	90.0	86.6	83.7	81.4	79.0
190.00				98.0	94.0	90.0	87.5	85.0	82.5
195.00				99.5	95.5	91.5	89.1	86.7	84.3
200.00				100.0	96.9	93.0	90.7	88.4	86.0

Figura. N°49 Ábaco para hallar los Valores Deducidos Corregidos de la Unidad de Muestra 02.

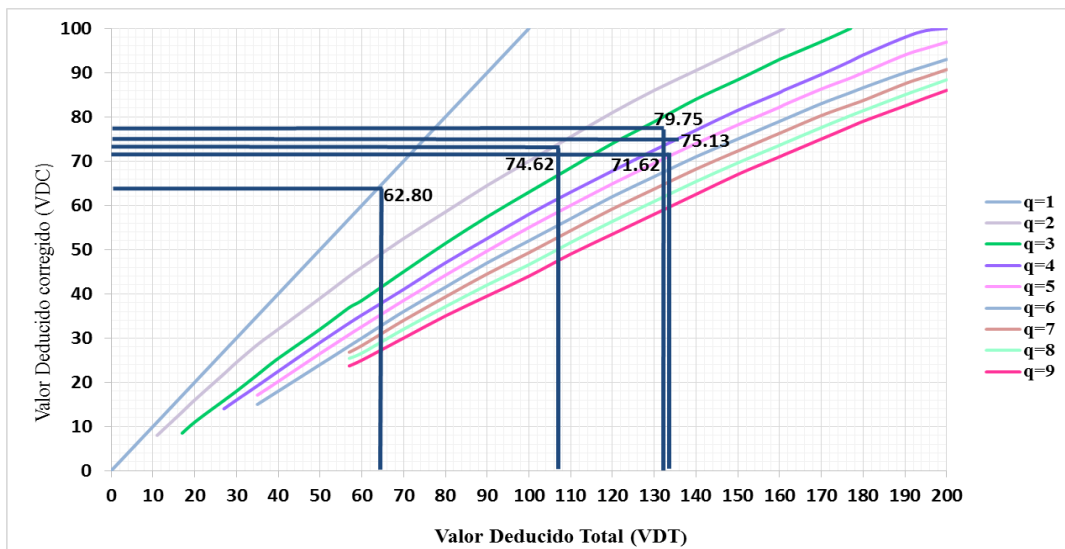


Figura. N° 50 Interpolación de muestra q= 5 U - 2

q = 5

VDT	130.00	69.50	
	134.71	X	
	140.00	74.00	

$$\frac{140.00 - 130.00}{134.71 - 130.00} = \frac{74.00 - 69.50}{X - 69.50}$$

$$\frac{10.00}{4.71} = \frac{4.50}{X - 69.50}$$

$$X = \frac{4.50 * 4.71}{10.00} + 69.50$$

$$X = 2.1174 + 69.50$$

VDC X = 71.62

Figura. N° 51 Interpolación de muestra q= 4 U - 2

q = 4

VDT	161.00	86.00	
	165.37	X	
	170.00	89.60	

$$\frac{170.00 - 161.00}{165.37 - 161.00} = \frac{89.60 - 86.00}{X - 86.00}$$

$$\frac{9.00}{4.37} = \frac{3.60}{X - 86.00}$$

$$X = \frac{3.60 * 4.37}{9.00} + 86.00$$

$$X = 1.7467 + 86.00$$

VDC X = 87.75

Figura. N° 52 Interpolacion de muestra q= 3 U – 2

q = 3

VDT	130.00	78.9	
	131.67	X	
	140.00	84.0	

$$\frac{140.00 - 130.00}{131.67 - 130.00} = \frac{84.00 - 78.90}{X - 78.90}$$

$$\frac{10.00}{1.67} = \frac{5.10}{X - 78.90}$$

$$X = \frac{5.10 * 1.67}{10.00} + 78.90$$

$$X = 0.85 + 78.90$$

VDC X = 79.75

Figura. N° 53 Interpolacion de muestra q= 2 U – 2

q = 2

VDT	100.00	70.0	
	108.40	X	
	110.00	75.5	

$$\frac{110.00 - 100.00}{108.40 - 100.00} = \frac{75.50 - 70.00}{X - 70.00}$$

$$\frac{10.00}{8.40} = \frac{5.50}{X - 70.00}$$

$$X = \frac{5.50 * 8.40}{10.00} + 70.00$$

$$X = 4.6174 + 70.00$$

VDC X = 74.62

Figura. N° 54 Interpolacion de muestra q= 1 U – 2

q = 1

VDT	60.00	60.0	
	62.80	X	
	70.00	70.0	

$$\frac{70.00 - 60.00}{62.80 - 60.00} = \frac{70.00 - 60.00}{X - 60.00}$$

$$\frac{10.00}{2.80} = \frac{10.00}{X - 60.00}$$

$$X = \frac{10.00 * 2.80}{10.00} + 60.00$$

$$X = 2.7952 + 60.00$$

VDC X = 62.80

Tabla 27 Clasificación de la U - 02 de la segunda cuadra de la Av. Buenos Aires.

Rango PCI %	COLOR	ESTADO
0-10	Grigio	Falla
11-25	Rojo oscuro	Muy Malo
26-40	Rojo	Malo
41-55	Pink	Regular
56-70	Amarillo	Bueno
71-85	Verde claro	Muy bueno
86-100	Verde oscuro	Exelente

MÁXIMO VRC =		79.75	
PCI =	100	-	Maximo VRC
PCI =	20.25		
CLASIFICACIÓN = MUY MALO			

Figura 55: Gráfico de la clasificación del PCI de la Unidad de Muestra U – 02 de la segunda cuadra de la Avenida Buenos Aires

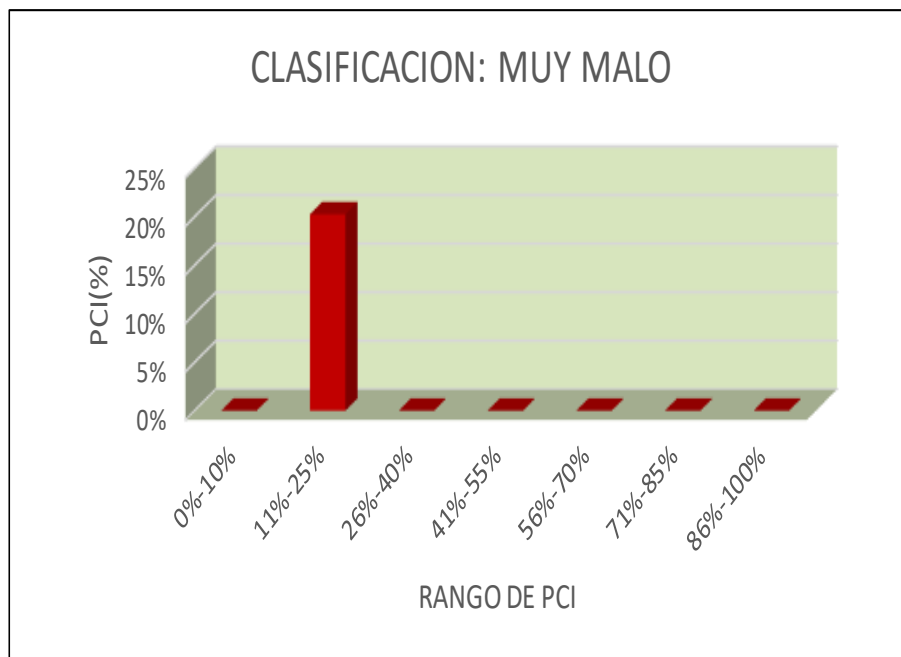
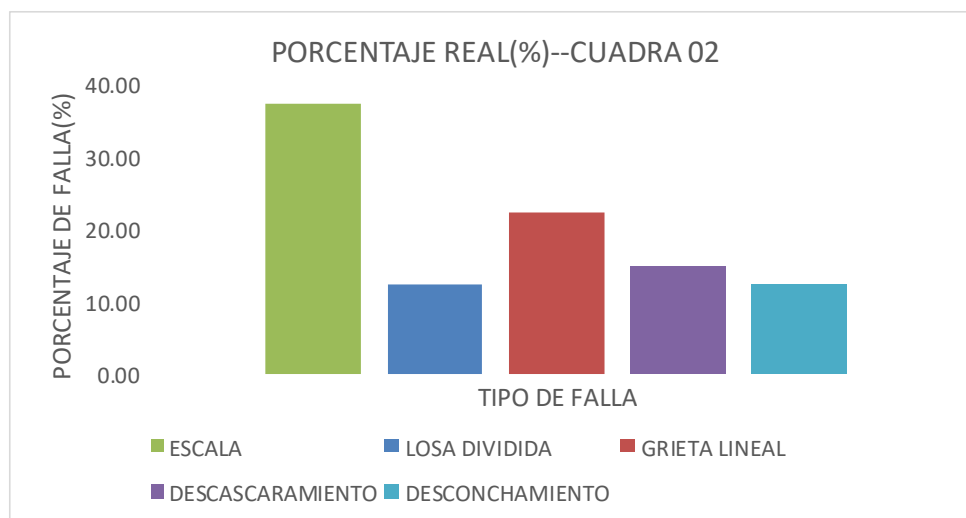


Figura 56: Índice de Patologías Registradas en el Pavimento Rígido de la Unidad de Muestra U - 02 de la segunda cuadra de la Avenida Buenos Aires



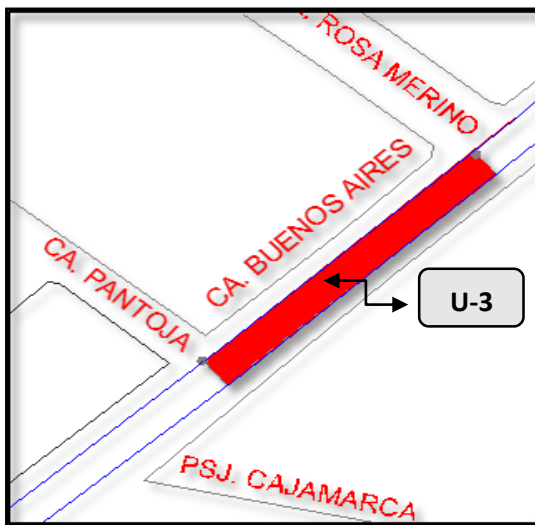
Descripción e Interpretación

La unidad de muestra U - 02 tiene 21 paños y pertenece a la segunda cuadra de la calle Buenos Aires. Las fallas más frecuentes encontradas con un nivel de **severidad alto** fueron: Losa Dividida. Con un nivel **de severidad media** fue: Escala y Grieta Lineal. Y con un nivel de severidad bajo fue: Descascaramiento de Juntas y Desconchamiento. Se hace en mención que se obtuvieron 5 valores deducidos: 47.60, 54.80, 25.27, 6.19 y 5.69. Siguiendo el procedimiento del máximo valor reducido corregido 79.75, se obtuvo un **PCI de 20.25**, que corresponde a un pavimento **Muy Malo**.

Tabla 28: Evaluación de unidad de muestra U - 03

PAVIMENTO DE CONCRETO RIGIDO HOJA DE INSPECCION DE CAMPO PARA UNIDAD DE MUESTRA		
INVESTIGADOR: BACH. PAOLA HERNANDEZ PINEDO		N° DE PAÑOS: 17
NIVEL DE USO: VEHICULAR	DIMENSIONES DEL PAVIMENTO	
CUADRA: 03	ANCHO: 6.10 m	
FECHA: ENERO 2018	LONGITUD: 68.00 m	AREA : 414.80
TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN: 8 AÑOS		

N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO
1	Blow Up / Buckling	8	Grieta Lineal	15	Cruce de vía Ferrea
2	Grieta de Esquina	9	Parqueo (Grande)	16	Desconchamiento
3	Losas Dividida	10	Parqueo (pequeño)	17	Retracción
4	Grieta de Durabilidad "D"	11	Pulimiento de Agregados	18	Descascaramiento de Esquina
5	Escala	12	Popouts	19	Descascaramiento Junta
6	Sello de Junta	13	Bombeo		
7	Desnivel Carril / Berma	14	Punzonamiento		



NIVELES DE SEVERIDAD	
1	BAJO
2	MEDIO
3	ALTO

Ecuación para el cálculo de la densidad:

$$\frac{\text{N° DE LOSAS X 100\%}}{\text{N° DE PAÑOS}}$$

N°	TIPO DE DAÑO	N/S	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS	% DENSIDAD	VALOR DE REDUCCION
5	Escala	M	MEDIO	11	64.71	51.64
8	Grieta Lineal	B	BAJO	8	47.06	19.75
8	Grieta Lineal	M	MEDIO	7	41.18	26.31
18	Descascaramiento	M	MEDIO	10	58.82	20.14
16	Loza dividida	A	ALTO	4	23.53	71.13

1) TIPO DE DAÑO : ESCALA

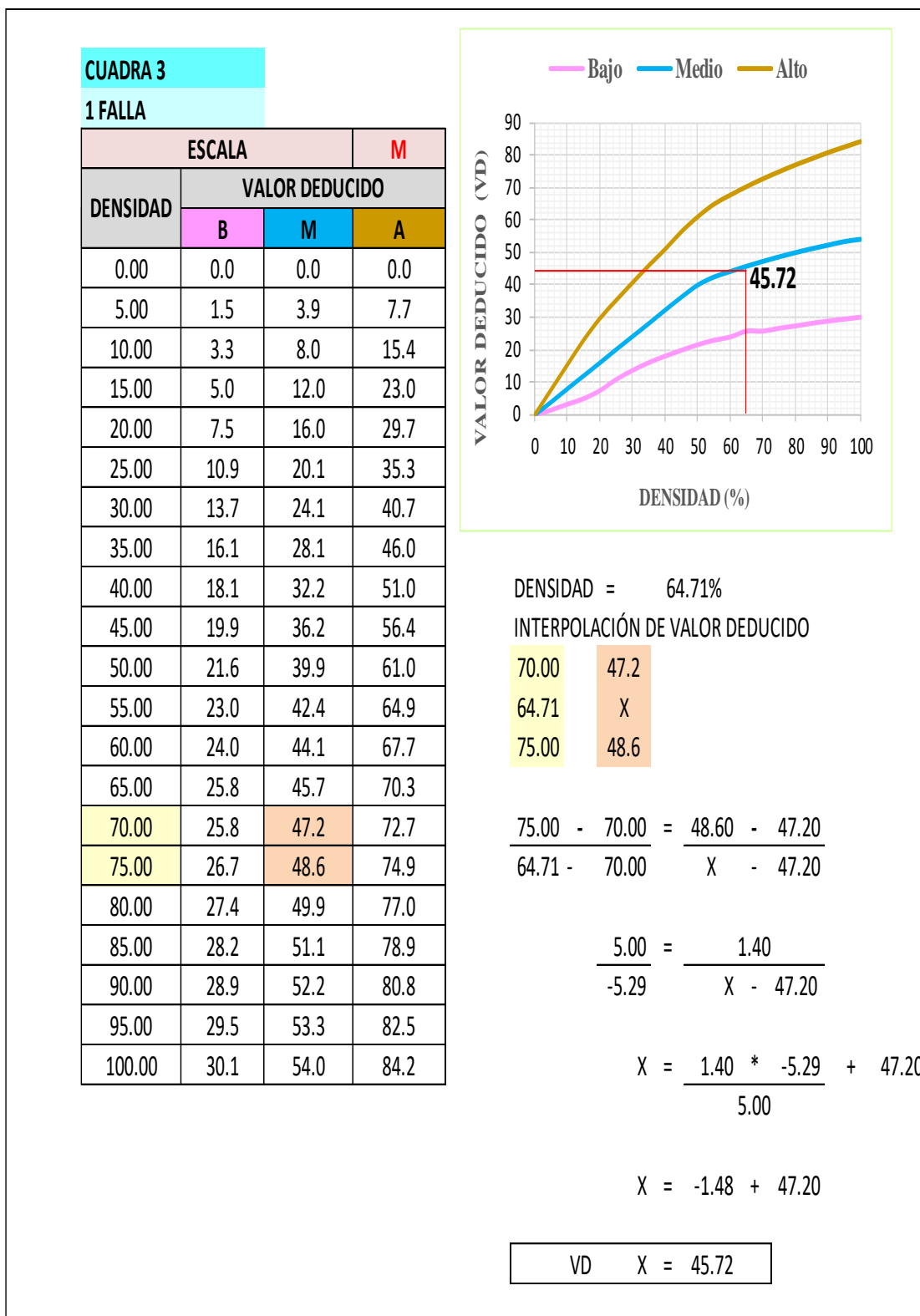


Figura 57. Patología de Escala de severidad Media, de la Unidad de Muestra U 03

2) TIPO DE DAÑO : GRIETA LINEAL

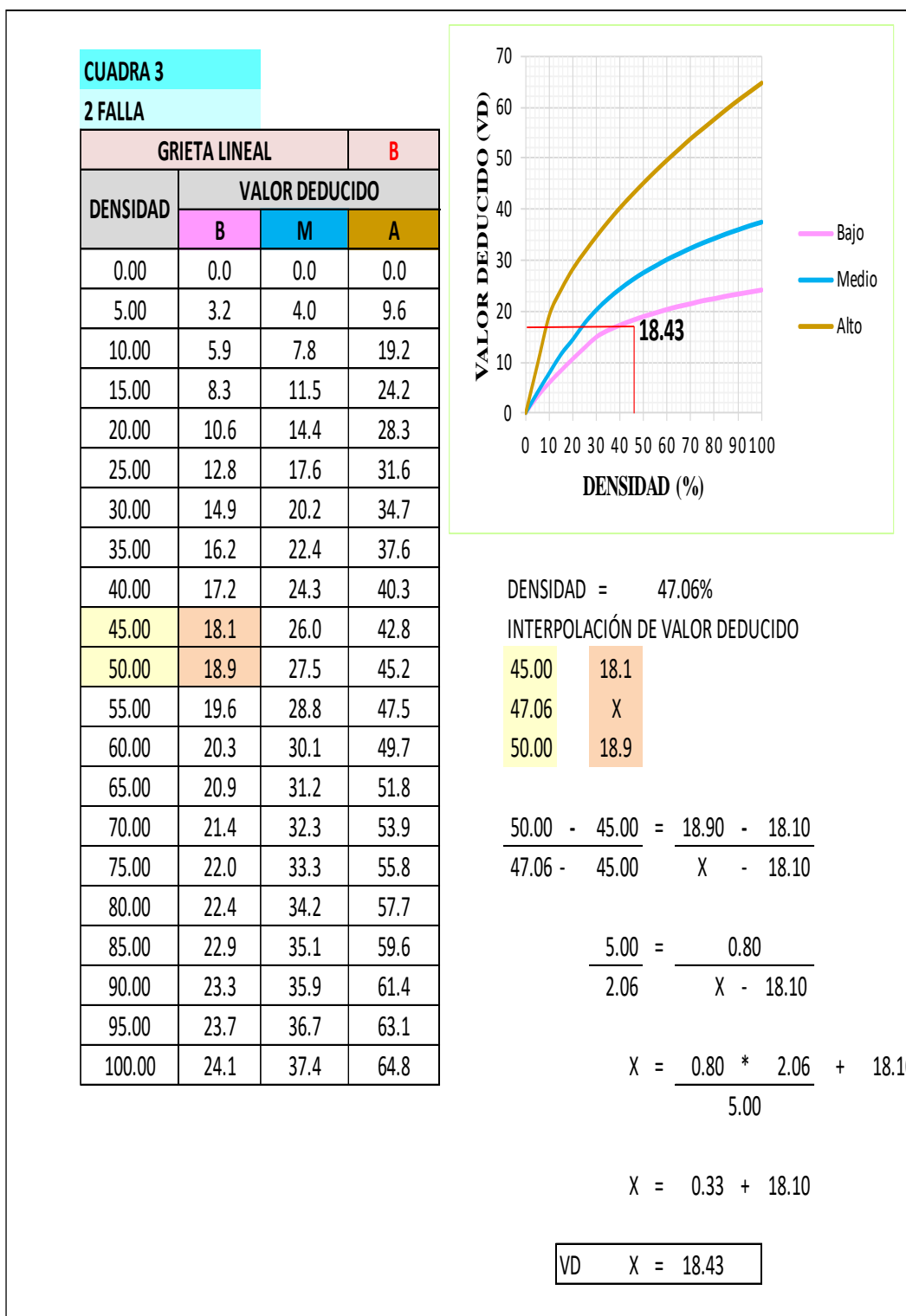


Figura 58. Patología de grieta Lineal de severidad Bajo, de la Unidad de Muestra 03

3) TIPO DE DAÑO : GRIETA LINEAL

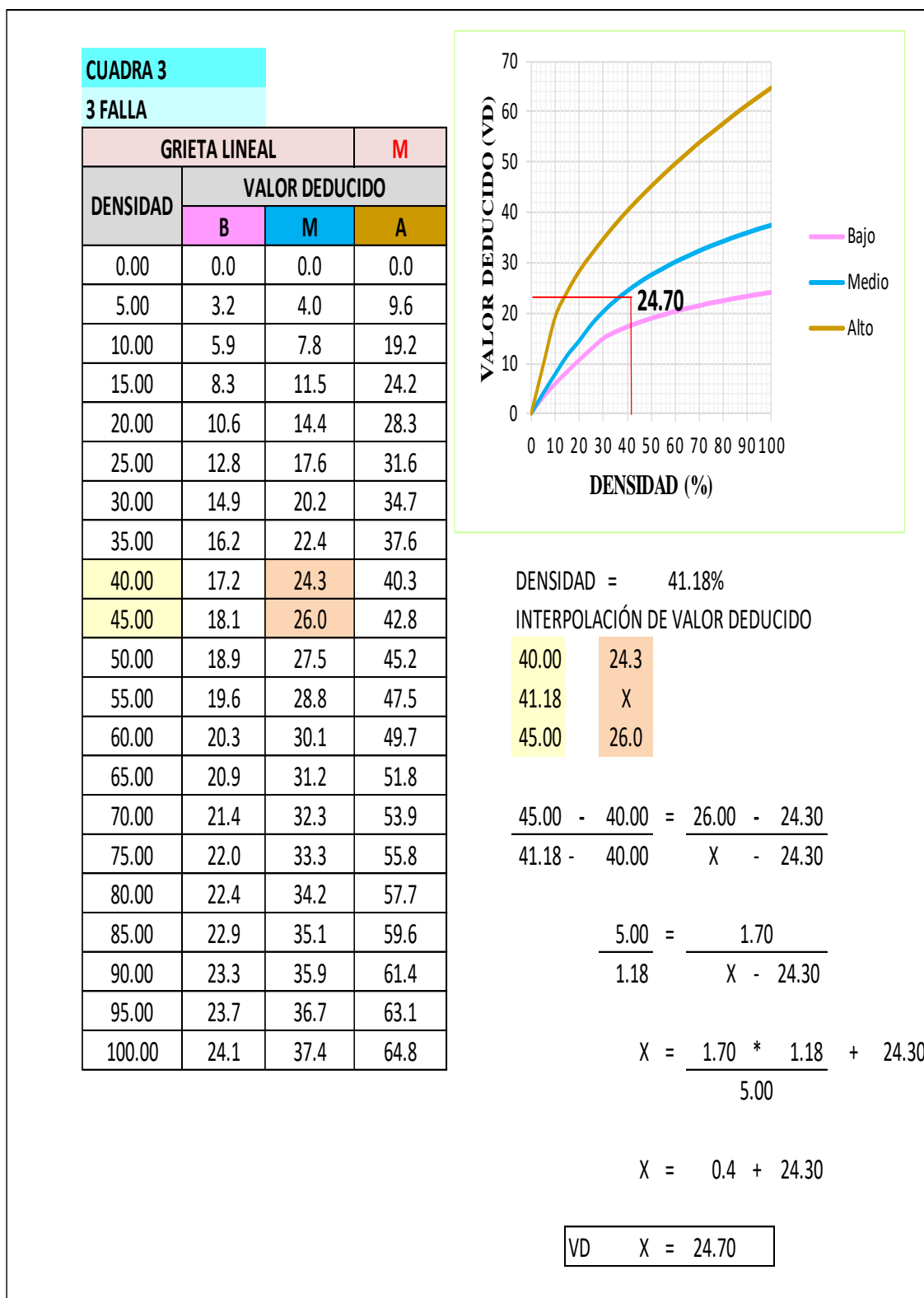


Figura 59. Patología de grieta Lineal de severidad Medio, de la Unidad de U 03

4) TIPO DE DAÑO : DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA

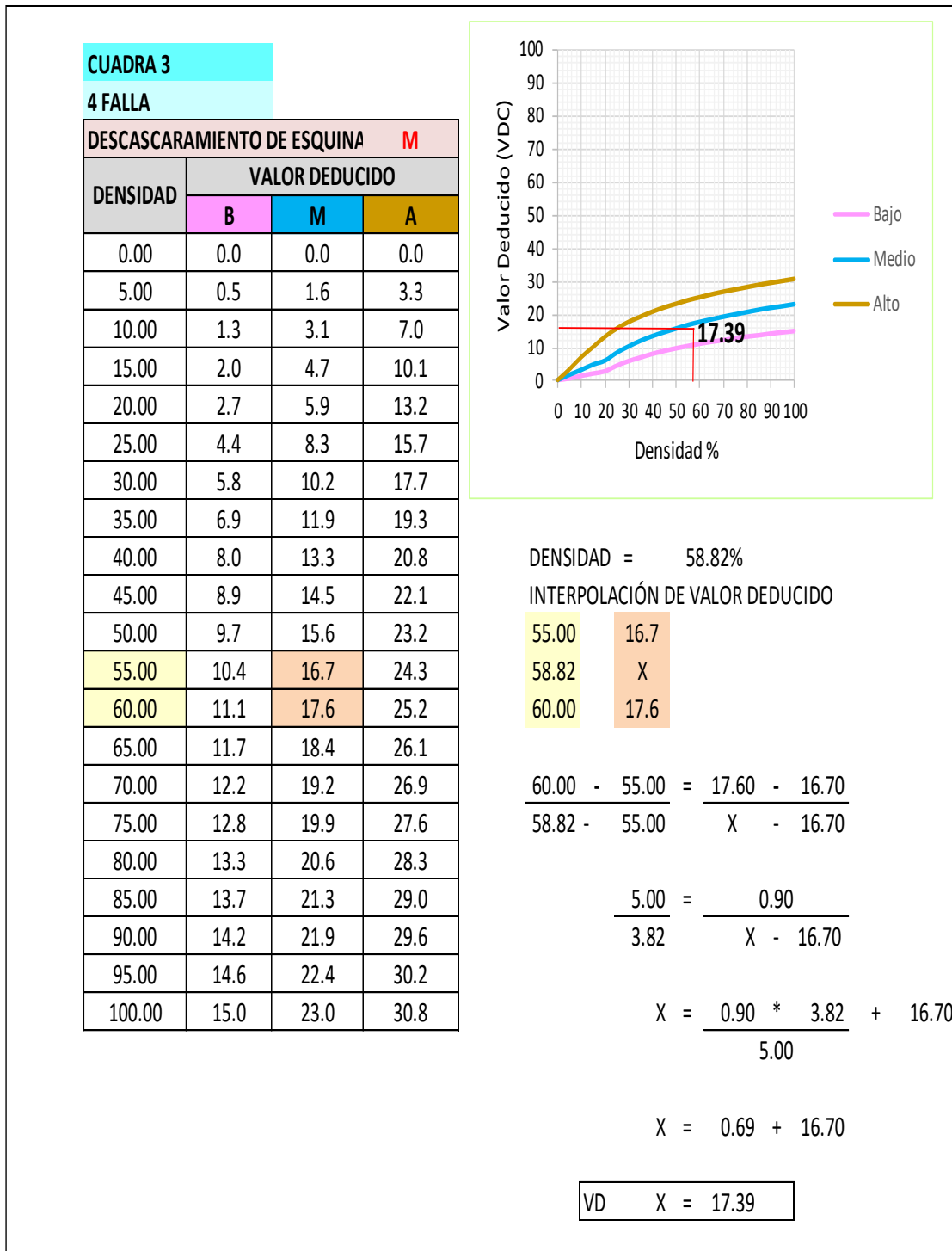


Figura 60 . Patología de Descascaramiento de esquina de severidad Medio, de la Unidad de Muestra 03

5) TIPO DE DAÑO : LOSA DIVIDIDA

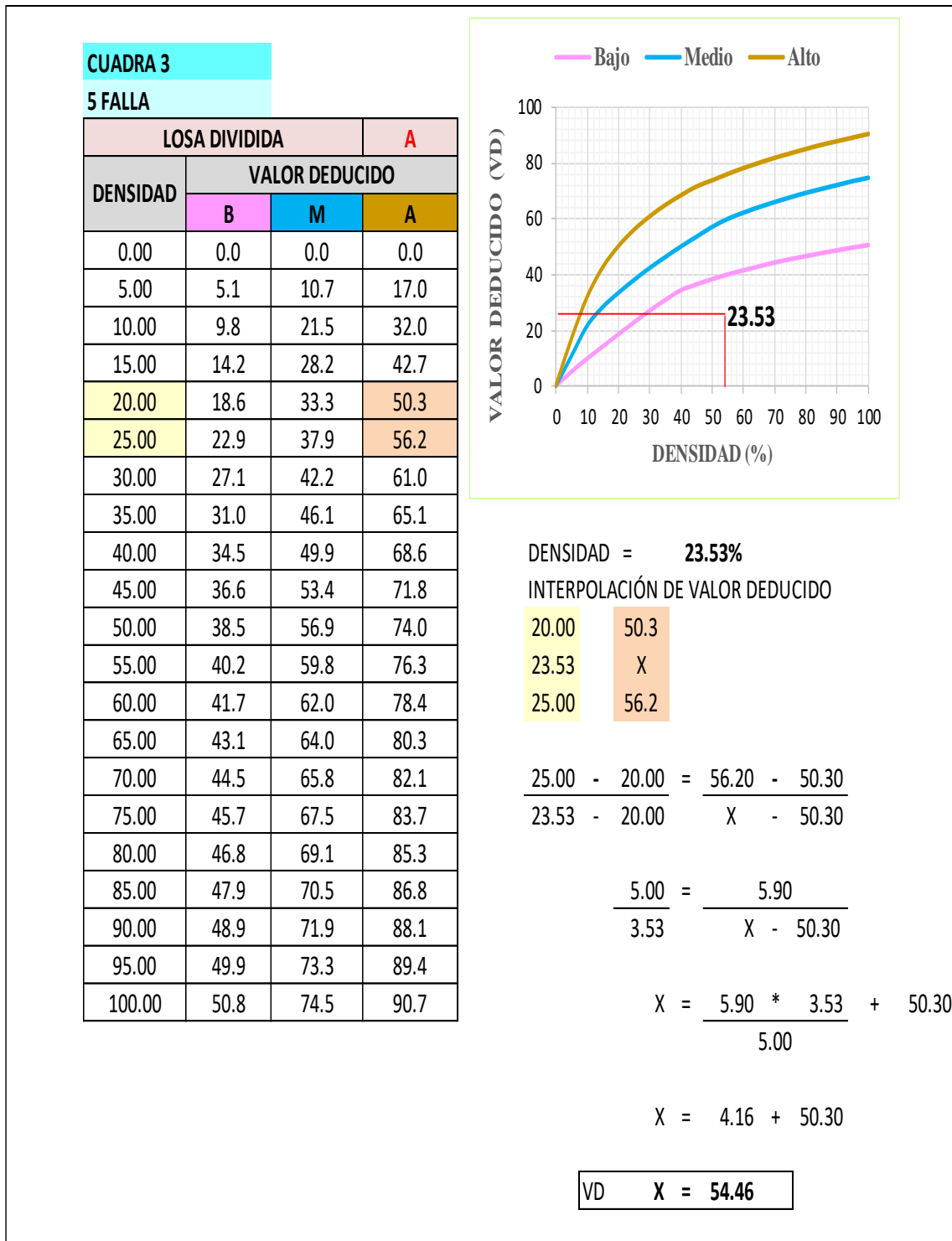


Figura 61. Patología de Losa Dividida de severidad Alto, de la Unidad de Muestra 03

Tabla 29: Cálculo de valores deducidos corregidos de la unidad de muestra U – 3

CALCULO DE VRC										
CALLE:	CA. BUENOS AIRES CON CA. 3 DE JUNIO									
CUADRA :	3									
	DETERMINACION DEL MAXIMO DE FALLA PERMITIDA					(m)				
$m = 1 + (9/98) * (100 - VAR)$										
	m	=	1	+	(0.09184)	x	(100 - 54.46)			
	m	=	5.18							
Dónde :										
m =	Numero permitido de VRS incluyendo fraccion (debe ser menor o igual a 10)									
VAR =	Valor individual mas alto de VR									
VAR =	<input type="text" value="54.46"/>									
m =	<input type="text" value="5.18"/>									
CALCULO DE VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)										
Nº	VALOR DEDUCIDOS						VDT	q	VDC	
1	54.46	45.72	24.70	18.43	3.13		146.44	5	76.71	
2	54.46	45.72	24.70	18.43	2		145.31	4	83.89	
3	54.46	45.72	24.70	2	2		128.88	3	78.35	
4	54.46	45.72	2	2	2		106.18	2	73.40	
5	54.46	2	2	2	2		62.46	1	62.46	
MAXIMO VDV						= 83.89				

Tabla 30. Grafico para hallar los Valores Deducidos Corregidos (VDC), de la Unidad de Muestra 03.

3 CUADRA									
VDT	Valor Deducido Corregido (VDC)								
	q=1	q=2	q=3	q=4	q=5	q=6	q=7	q=8	q=9
0.00	0.0								
10.00	10.0								
11.00	11.0	8.0							
17.00	17.0	13.3	8.5						
20.00	20.0	16.0	11.0						
27.00	27.0	21.9	15.9	14.0					
30.00	30.0	24.5	18.0	16.0					
35.00	35.0	28.5	21.7	19.2	17.1	15.0			
40.00	40.0	32.0	25.4	22.5	20.2	18.0			
50.00	50.0	39.0	32.0	29.0	26.5	24.0			
57.00	57.0	44.0	36.9	33.4	30.8	28.2	26.8	25.4	23.7
60.00	60.0	46.0	38.5	35.2	32.6	30.0	28.3	26.6	25.0
70.00	70.0	52.5	45.0	41.0	38.5	36.0	34.0	32.0	30.0
80.00	80.0	58.5	51.4	47.0	44.2	41.5	39.3	37.1	35.0
90.00	90.0	64.5	57.4	52.5	49.7	47.0	44.5	42.0	39.5
100.00	100.0	70.0	63.0	58.0	55.0	52.0	49.3	46.6	44.0
110.00		75.5	68.5	63.0	60.0	57.0	54.3	51.6	49.0
120.00		81.0	74.0	67.8	64.9	62.0	59.2	56.4	53.5
130.00		86.0	78.9	72.5	69.5	66.5	63.7	60.9	58.0
140.00		90.5	84.0	77.0	74.0	71.0	68.2	65.4	62.5
150.00		95.0	88.4	81.5	78.2	75.0	72.3	69.6	67.0
160.00		99.5	93.0	85.5	82.2	79.0	76.3	73.6	71.0
161.00		100.0	93.4	86.0	82.7	79.4	76.7	74.0	71.4
170.00			97.0	89.6	86.3	83.0	80.3	77.6	75.0
177.00			100.0	92.6	88.8	85.5	82.7	80.3	77.8
180.00				94.0	90.0	86.6	83.7	81.4	79.0
190.00				98.0	94.0	90.0	87.5	85.0	82.5
195.00				99.5	95.5	91.5	89.1	86.7	84.3
200.00				100.0	96.9	93.0	90.7	88.4	86.0

Figura N° 62. Ábaco para hallar los Valores Deducidos Corregidos de la Unidad de Muestra 03.

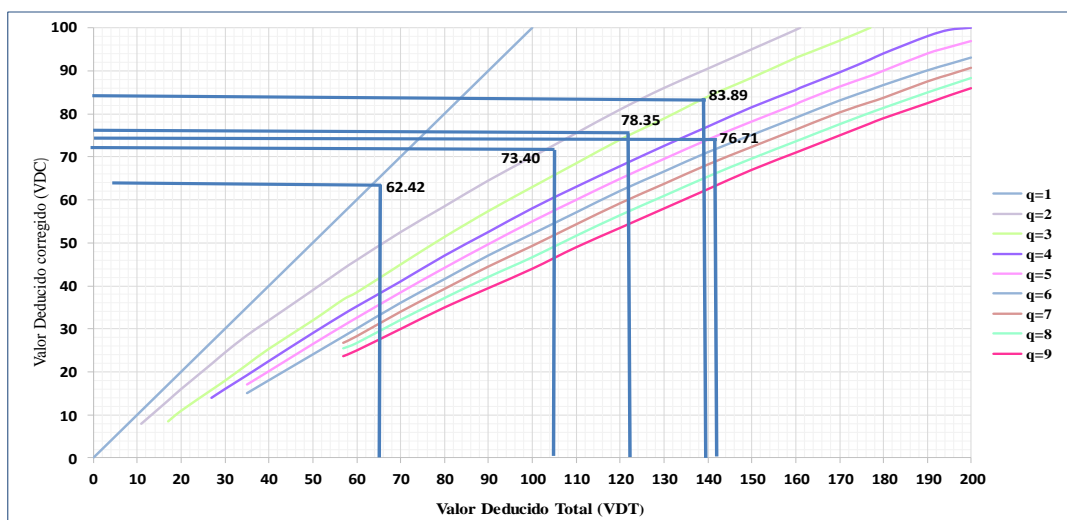


Figura. N° 63 Interpolación de muestra q= 5 U – 3

q = 5

VDT	140.00	74.00	
	146.44	X	
	150.00	78.20	

$$\frac{150.00 - 140.00}{146.44 - 140.00} = \frac{78.20 - 74.00}{X - 74.00}$$

$$\frac{10.00}{6.44} = \frac{4.20}{X - 74.00}$$

$$X = \frac{4.20 * 6.44}{10.00} + 74.00$$

$$X = 2.7055 + 74.00$$

VDC	X =	76.71
-----	-----	-------

Figura. N° 64 Interpolación de muestra q= 4 U – 3

q = 4

VDT	130.00	77.00	
	145.31	X	
	140.00	81.50	

$$\frac{140.00 - 130.00}{145.31 - 130.00} = \frac{81.50 - 77.00}{X - 77.00}$$

$$\frac{10.00}{15.31} = \frac{4.50}{X - 77.00}$$

$$X = \frac{4.50 * 15.31}{10.00} + 77.00$$

$$X = 6.8903 + 77.00$$

VDC	X =	83.89
-----	-----	-------

Figura. N° 65 Interpolacion de muestra q= 3 U – 3

q = 3

VDT	120.00	74.0	
	128.88	X	
	130.00	78.9	

$$\frac{130.00 - 120.00}{128.88 - 120.00} = \frac{78.90 - 74.00}{X - 74.00}$$

$$\frac{10.00}{8.88} = \frac{4.90}{X - 74.00}$$

$$X = \frac{4.90 * 8.88}{10.00} + 74.00$$

$$X = 4.3524 + 74.00$$

VDC	X =	78.35
------------	-----	--------------

Figura. N° 66 Interpolacion de muestra q= 2 U – 3

q = 2

VDT	100.00	70.0	
	106.18	X	
	110.00	75.5	

$$\frac{110.00 - 100.00}{106.18 - 100.00} = \frac{75.50 - 70.00}{X - 70.00}$$

$$\frac{10.00}{6.18} = \frac{5.50}{X - 70.00}$$

$$X = \frac{5.50 * 6.18}{10.00} + 70.00$$

$$X = 3.4003 + 70.00$$

VDC	X =	73.40
------------	-----	--------------

Figura. N° 67 Interpolacion de muestra q= 1 U – 3

q = 1

VDT	60.00	60.0	
	62.46	X	
	70.00	70.0	

$$\frac{70.00 - 60.00}{62.46 - 60.00} = \frac{70.00 - 60.00}{X - 60.00}$$

$$\frac{10.00}{2.46} = \frac{10.00}{X - 60.00}$$

$$X = \frac{10.00 * 2.46}{10.00} + 60.00$$

$$X = 2.4647 + 60.00$$

VDC	X =	62.46
------------	-----	--------------

Tabla 31: Clasificación de la U - 03 de la tercera cuadra de la Av. Buenos Aires.

Rango PCI %	COLOR	ESTADO
0-10	Grigio	Falla
11-25	Naranja	Muy Malo
26-40	Rojo	Malo
41-55	Pink	Regular
56-70	Amarillo	Bueno
71-85	Verde claro	Muy bueno
86-100	Verde oscuro	Exelente

MÁXIMO VRC =		83.89	
PCI =	100	-	Maximo VRC
PCI =	16.11		
CLASIFICACIÓN = MUY MALO			

Figura 68: Gráfico de la clasificación del PCI de la Unidad de Muestra U – 03 de la tercera cuadra de la Avenida Buenos Aires

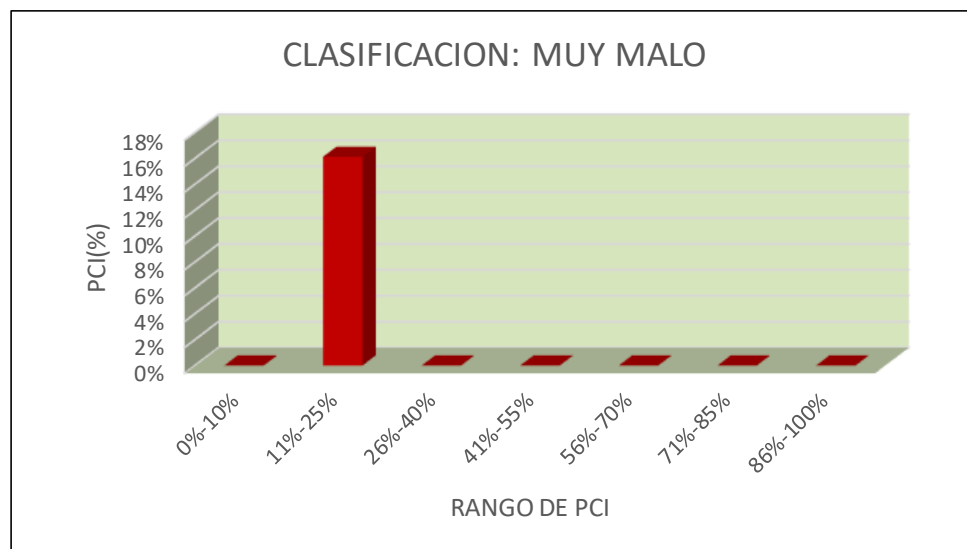
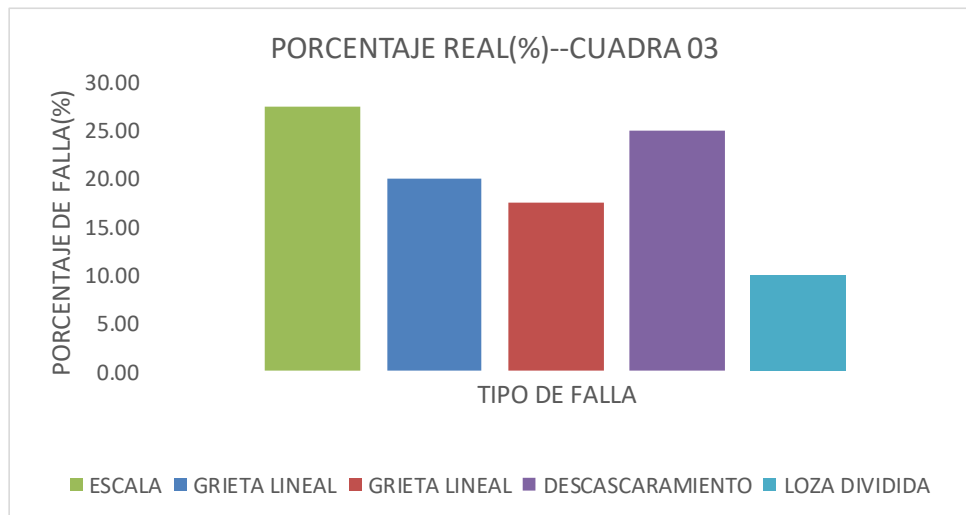


Figura 69: Gráfico de Índice de Patologías Registradas en el Pavimento Rígido de la Unidad de Muestra U - 03 de la tercera cuadra de la Avenida Buenos Aires

CUADRA 03		
TIPO DE FALLA	DENSIDAD(%)	PORCENTAJE REAL(%)
ESCALA	64.71	27.50
GRIETA LINEAL	47.06	20.00
GRIETA LINEAL	41.18	17.50
DESCASCARAMIENTO	58.82	25.00
LOZA DIVIDIDA	23.53	10.00
	235.29	100.00



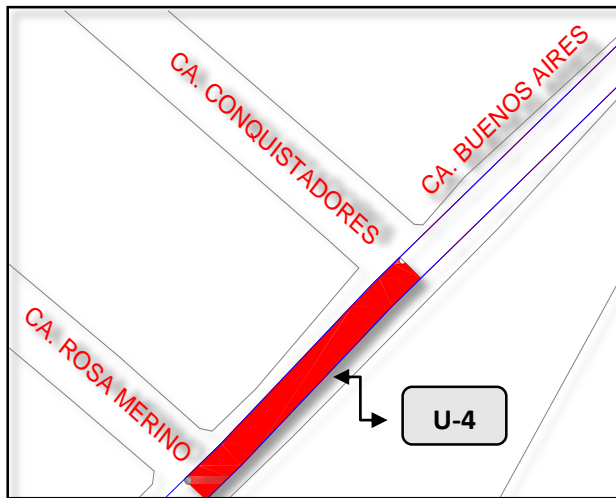
Descripción e Interpretación

La unidad de muestra U - 03 tiene 17 paños y pertenece a la tercera cuadra de la calle Buenos Aires, Las fallas más frecuentes encontradas con un nivel de **severidad alto** fueron: Loza Dividida. Con un nivel **de severidad media** fue: Escala, Grieta Lineal y Desconchamiento de Esquina. Y con un nivel de severidad bajo fue: Grieta Lineal. Se hace en mención que se obtuvieron 5 valores deducidos: 45.72, 18.43, 24.70, 17.39 y 54.46. Siguiendo el procedimiento del máximo valor reducido corregido 83.89, se obtuvo un **PCI de 16.11**, que corresponde a un pavimento **Muy Malo**.

Tabla 32: Evaluación de unidad de muestra U - 04

PAVIMENTO DE CONCRETO RIGIDO		
HOJA DE INSPECCION DE CAMPO PARA UNIDAD DE MUESTRA		
INVESTIGADOR: BACH. PAOLA HERNANDEZ PINEDO		N° DE PAÑOS: 15
NIVEL DE USO: VEHICULAR	DIMENSIONES DEL PAVIMENTO	
CUADRA: 04	ANCHO: 6.00 m	
FECHA: ENERO 2018	LONGITUD: 6.00 m	AREA : 267 m2
TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN:	8 AÑOS	

N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO
1	Blow Up / Buckling	8	Grieta Lineal	15	Cruce de vía Ferrea
2	Grieta de Esquina	9	Parcheo (Grande)	16	Desconchamiento
3	Losa Dividida	10	Parcheo (pequeño)	17	Retracción
4	Grieta de Durabilidad "D"	11	Pulimiento de Agregados	18	Descascaramiento de Esquina
5	Escala	12	Popouts	19	Descascaramiento Junta
6	Sello de Junta	13	Bombeo		
7	Desnivel Carril / Berma	14	Punzonamiento		



NIVELES DE SEVERIDAD	
1	BAJO
2	MEDIO
3	ALTO

Ecuación para el cálculo de la densidad:

$$\frac{\text{N° DE LOSAS X 100\%}}{\text{N° DE PAÑOS}}$$

N°	TIPO DE DAÑO	N/S	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS	% DENSIDAD	VALOR DE REDUCCION
8	Grieta Lineal	M	MEDIO	10	66.67	31.57
10	Parcheo	B	BAJO	8	53.33	2.67
8	Grieta Lineal	M	MEDIO	7	46.67	26.50
5	Escala	M	MEDIO	8	53.33	41.57
16	Loza dividida	A	ALTO	5	33.33	63.73

1) TIPO DE DAÑO : GRIETA LINEAL

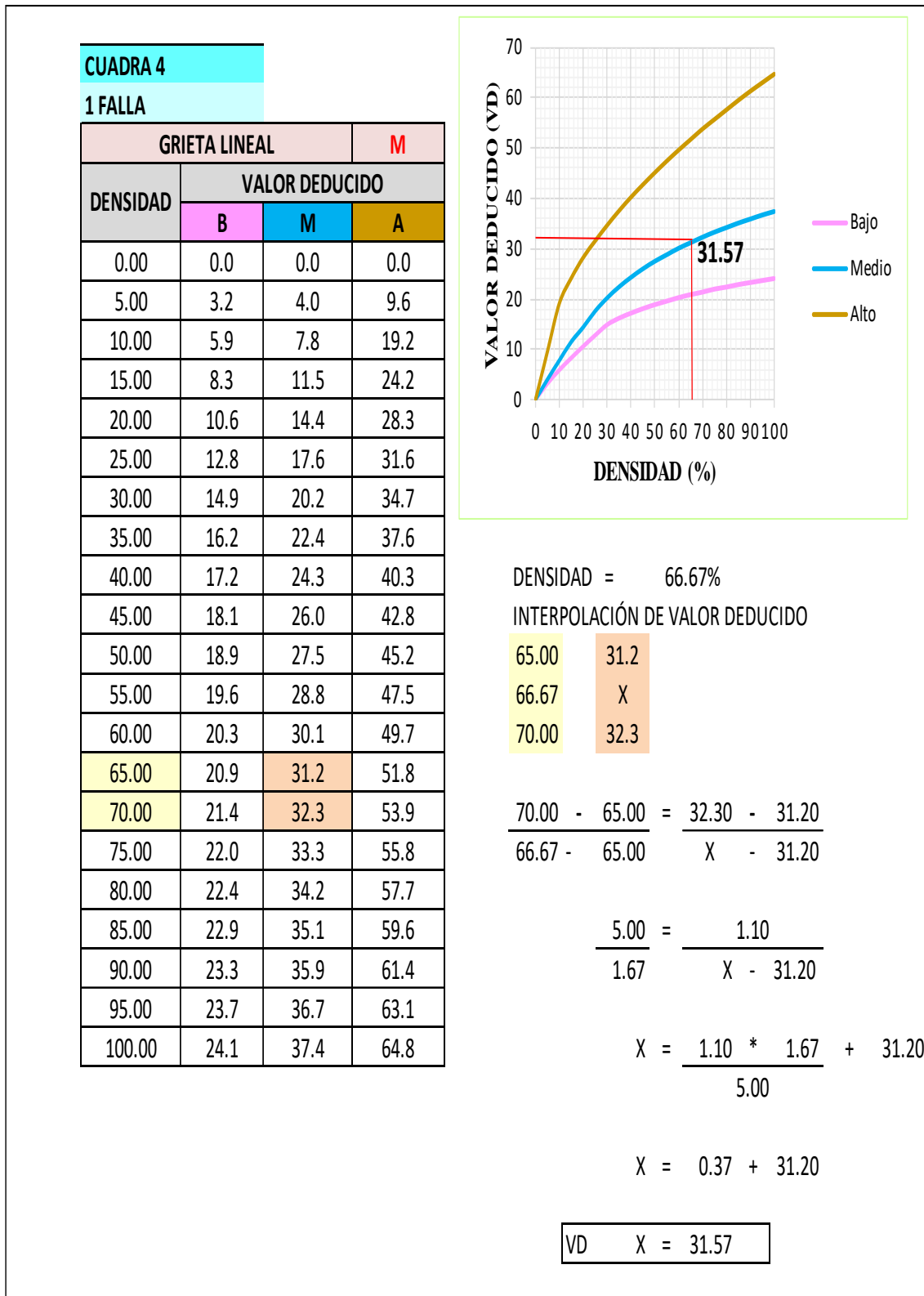


Figura 70. Patología de grieta Lineal de severidad Medio, de la Unidad de Muestra 04

2) TIPO DE DAÑO: PARCHEO PEQUEÑO

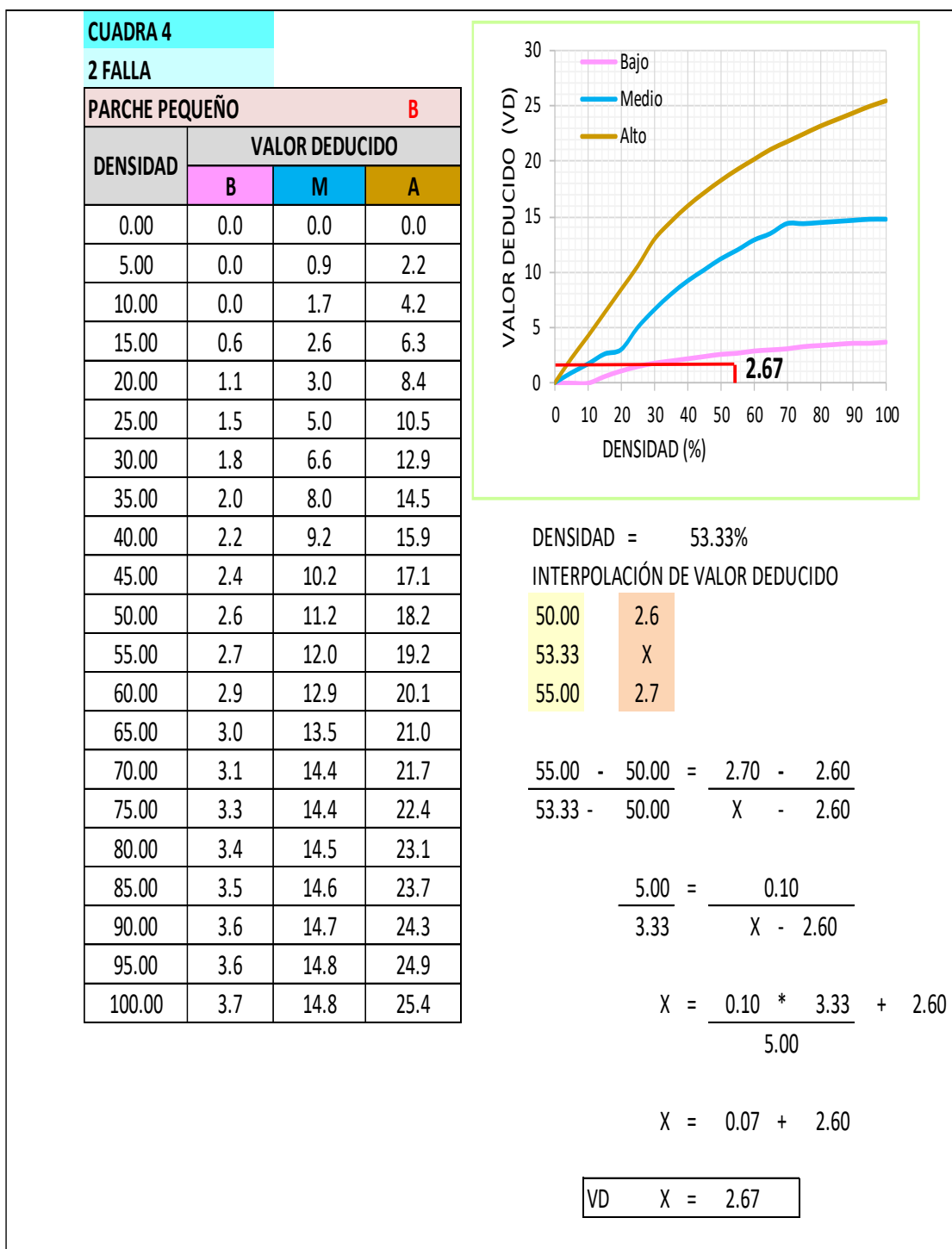


Figura 71 . Patología de parcheo pequeño de severidad bajo, de la Unidad de Muestra 04

3) TIPO DE DAÑO : GRIETA LINEAL

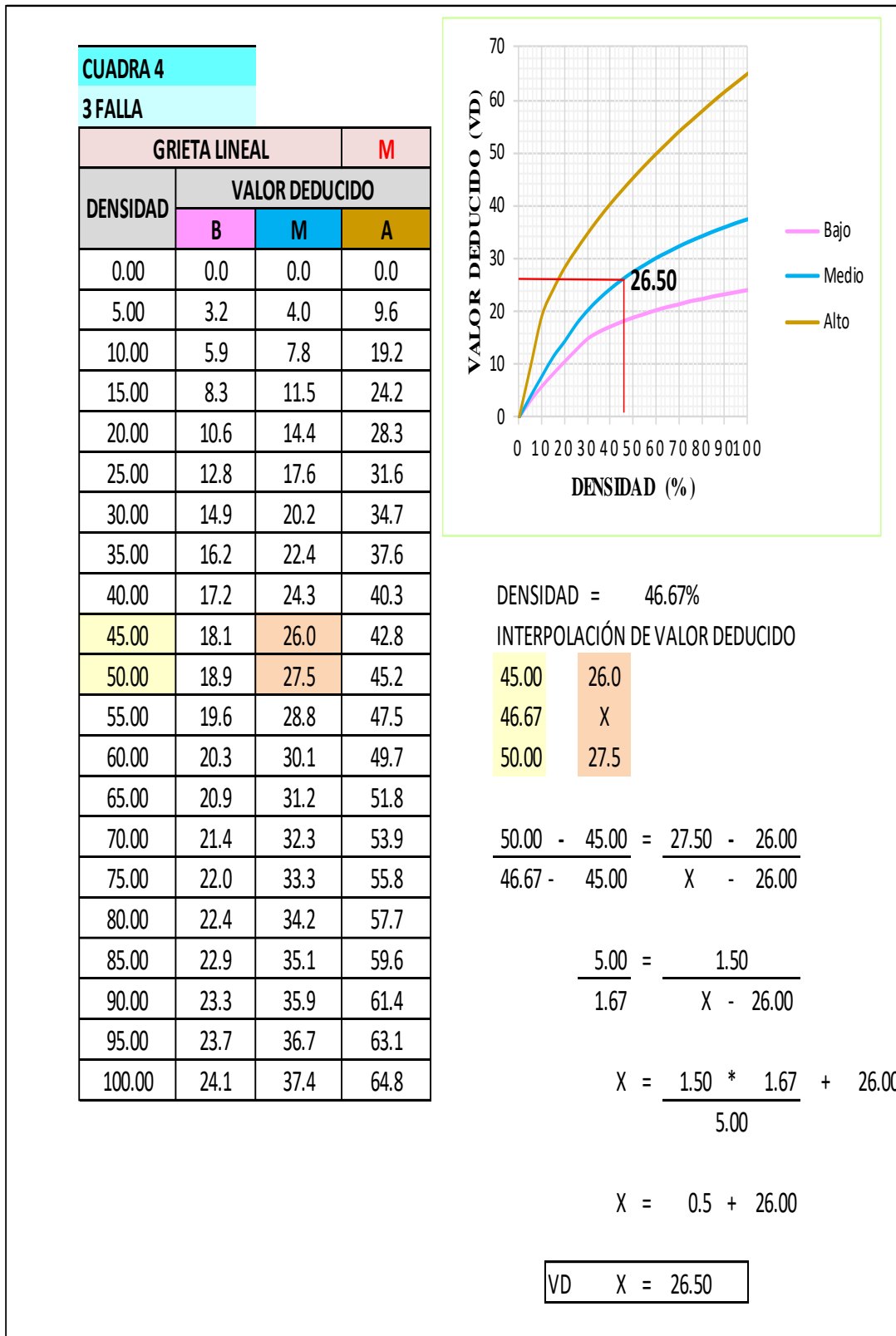


Figura 72 . Patología de grieta lineal de severidad medio, de la Unidad de Muestra 04

4) TIPO DE DAÑO : ESCALA

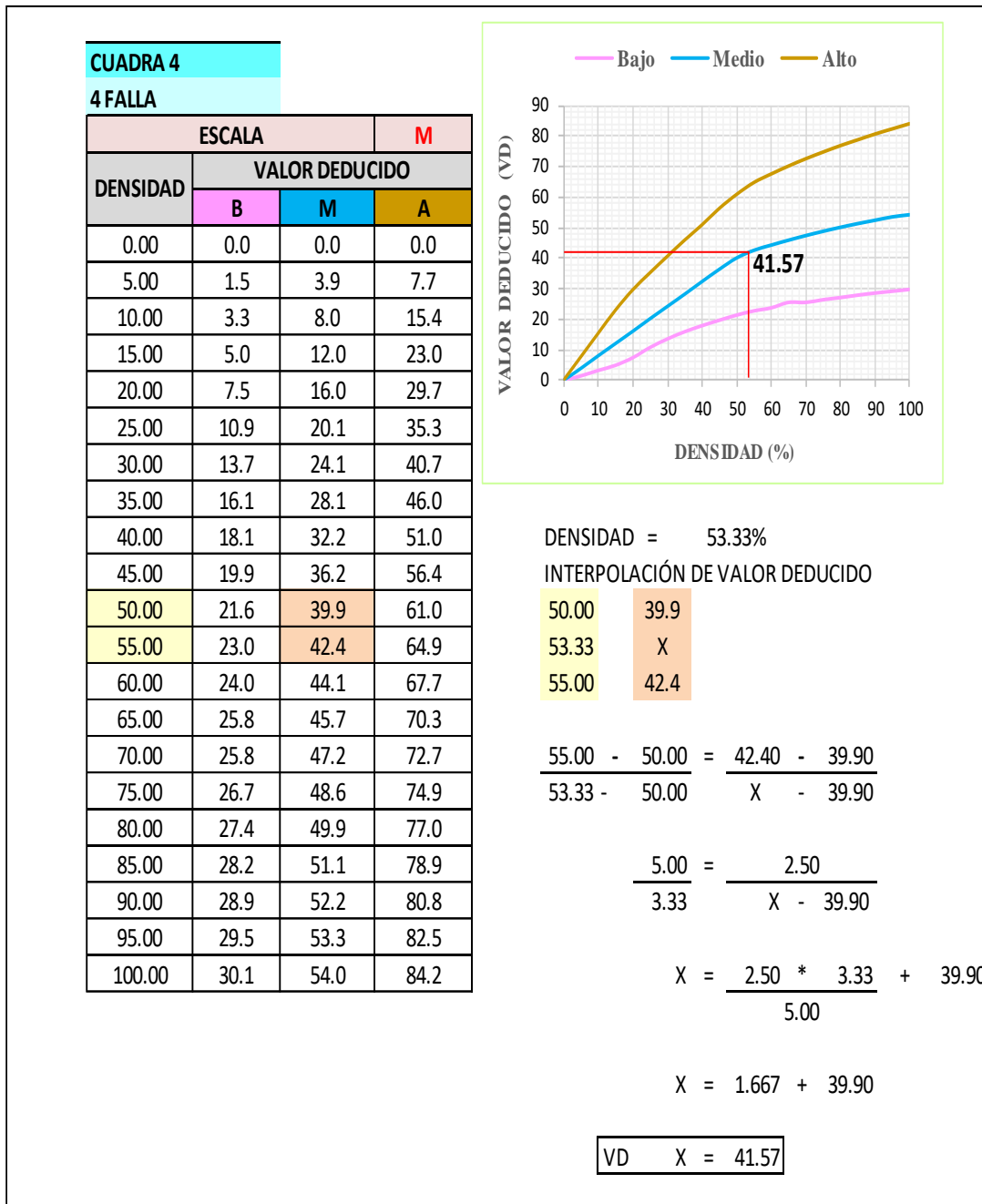


Figura 73 . Patología de escala de severidad medio, de la Unidad de Muestra 04

5) TIPO DE DAÑO : LOSA DIVIDIDA

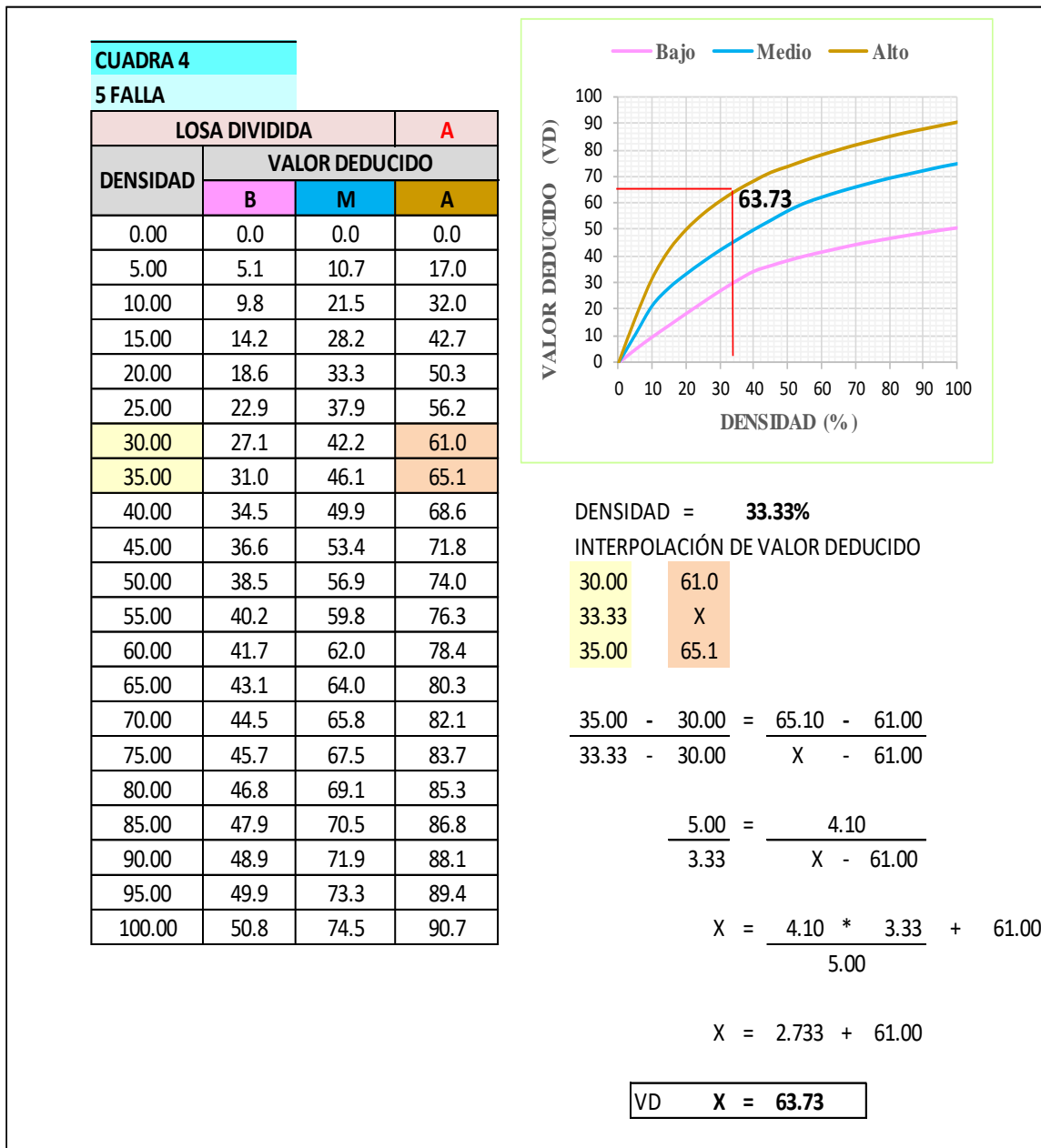


Figura 74 . Patología de losa dividida de severidad alto, de la Unidad de Muestra 04

Tabla 33 : Cálculo de valores deducidos corregidos de la unidad de muestra U – 4

CALCULO DE VRC											
CALLE:	CA. BUENOS AIRES CON CA. 3 DE JUNIO										
CUADRA :	4										
	DETERMINACION DEL MAXIMO DE FALLA PERMITIDAS									(m)	
$m = 1 + (9/98) * (100 - VAR)$											
	m	=	1	+	(0.09184)	x	(100 - 63.73)
	m	=	4.33								
Dónde :											
m =	Numero permitido de VRS incluyendo fraccion (debe ser menor o igual a 10)										
VAR =	Valor individual mas alto de VR										
VAR =	63.73										
m =	4.33										
CALCULO DE VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)											
Nº	VALOR DEDUCIDOS						VDT	q	VDC		
1	63.73	41.57	31.57	26.50	0.88		164.25	5	84.00		
2	63.73	41.57	31.57	26.50	2		165.37	4	87.75		
3	63.73	41.57	31.57	2	2		140.87	3	84.38		
4	63.73	41.57	2	2	2		111.30	2	76.22		
5	63.73	2	2	2	2		71.73	1	71.73		
MAXIMO VDV = 87.75											

Tabla 34. Grafico para hallar los Valores Deducidos Corregidos (VDC), de la Unidad de Muestra 04.

4 CUADRA									
VDT	Valor Deducido Corregido (VDC)								
	q=1	q=2	q=3	q=4	q=5	q=6	q=7	q=8	q=9
0.00	0.0								
10.00	10.0								
11.00	11.0	8.0							
17.00	17.0	13.3	8.5						
20.00	20.0	16.0	11.0						
27.00	27.0	21.9	15.9	14.0					
30.00	30.0	24.5	18.0	16.0					
35.00	35.0	28.5	21.7	19.2	17.1	15.0			
40.00	40.0	32.0	25.4	22.5	20.2	18.0			
50.00	50.0	39.0	32.0	29.0	26.5	24.0			
57.00	57.0	44.0	36.9	33.4	30.8	28.2	26.8	25.4	23.7
60.00	60.0	46.0	38.5	35.2	32.6	30.0	28.3	26.6	25.0
70.00	70.0	52.5	45.0	41.0	38.5	36.0	34.0	32.0	30.0
80.00	80.0	58.5	51.4	47.0	44.2	41.5	39.3	37.1	35.0
90.00	90.0	64.5	57.4	52.5	49.7	47.0	44.5	42.0	39.5
100.00	100.0	70.0	63.0	58.0	55.0	52.0	49.3	46.6	44.0
110.00		75.5	68.5	63.0	60.0	57.0	54.3	51.6	49.0
120.00		81.0	74.0	67.8	64.9	62.0	59.2	56.4	53.5
130.00		86.0	78.9	72.5	69.5	66.5	63.7	60.9	58.0
140.00		90.5	84.0	77.0	74.0	71.0	68.2	65.4	62.5
150.00		95.0	88.4	81.5	78.2	75.0	72.3	69.6	67.0
160.00		99.5	93.0	85.5	82.2	79.0	76.3	73.6	71.0
161.00		100.0	93.4	86.0	82.7	79.4	76.7	74.0	71.4
170.00			97.0	89.6	86.3	83.0	80.3	77.6	75.0
177.00			100.0	92.6	88.8	85.5	82.7	80.3	77.8
180.00				94.0	90.0	86.6	83.7	81.4	79.0
190.00				98.0	94.0	90.0	87.5	85.0	82.5
195.00				99.5	95.5	91.5	89.1	86.7	84.3
200.00				100.0	96.9	93.0	90.7	88.4	86.0

Figura N° 75 Ábaco para hallar los Valores Deducidos Corregidos de la Unidad de Muestra 04.

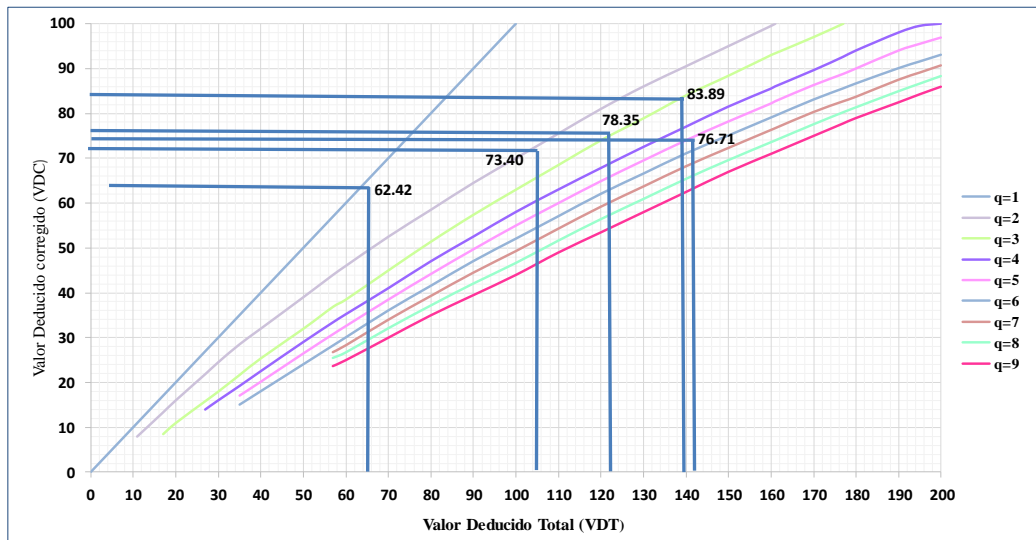


Figura. N° 76 Interpolacion de muestra q= 5 U – 4

q = 5

VDT	161.00	82.70
	164.25	X
	170.00	86.30

$$\frac{170.00 - 161.00}{164.25 - 161.00} = \frac{86.30 - 82.70}{X - 82.70}$$

$$\frac{9.00}{3.25} = \frac{3.60}{X - 82.70}$$

$$X = \frac{3.60 * 3.25}{9.00} + 82.70$$

$$X = 1.2987 + 82.70$$

VDC X = 84.00

Figura. N° 77 Interpolacion de muestra q= 4 U – 4

q = 4

VDT	161.00	86.00
	165.37	X
	170.00	89.60

$$\frac{170.00 - 161.00}{165.37 - 161.00} = \frac{89.60 - 86.00}{X - 86.00}$$

$$\frac{9.00}{4.37} = \frac{3.60}{X - 86.00}$$

$$X = \frac{3.60 * 4.37}{9.00} + 86.00$$

$$X = 1.7467 + 86.00$$

VDC X = 87.75

Figura. N° 78 Interpolacion de muestra q= 3 U – 4

q = 3

VDT	140.00	84.0
	140.87	X
	150.00	88.4

$$\frac{150.00 - 140.00}{140.87 - 140.00} = \frac{88.40 - 84.00}{X - 84.00}$$

$$\frac{10.00}{0.87} = \frac{4.40}{X - 84.00}$$

$$X = \frac{4.40 * 0.87}{10.00} + 84.00$$

$$X = 0.3813 + 84.00$$

VDC **X = 84.38**

Figura. N° 79 Interpolacion de muestra q= 2 U – 4

q = 2

VDT	110.00	75.5
	111.30	X
	120.00	81.0

$$\frac{120.00 - 110.00}{111.30 - 110.00} = \frac{81.00 - 75.50}{X - 75.50}$$

$$\frac{10.00}{1.30} = \frac{5.50}{X - 75.50}$$

$$X = \frac{5.50 * 1.30}{10.00} + 75.50$$

$$X = 0.715 + 75.50$$

VDC	X = 76.22
------------	------------------

Figura. N° 80 Interpolacion de muestra q= 2 U – 4

q = 1

VDT	70.00	70.0
	71.73	X
	80.00	80.0

$$\frac{80.00 - 70.00}{71.73 - 70.00} = \frac{80.00 - 70.00}{X - 70.00}$$

$$\frac{10.00}{1.73} = \frac{10.00}{X - 70.00}$$

$$X = \frac{10.00 * 1.73}{10.00} + 70.00$$

$$X = 1.7333 + 70.00$$

VDC	X = 71.73
------------	------------------

Tabla 35: Clasificación de la U - 04 de la cuarta cuadra de la Av. Buenos Aires.

Rango PCI %	COLOR	ESTADO
0-10	Grigio	Falla
11-25	Rojo oscuro	Muy Malo
26-40	Rojo	Malo
41-55	Rosa	Regular
56-70	Amarillo	Bueno
71-85	Verde claro	Muy bueno
86-100	Verde oscuro	Exelente

MÁXIMO VRC =		87.75	
PCI =	100	-	Maximo VRC
PCI =	12.25		
CLASIFICACIÓN = MUY MALO			

Figura 81 Gráfico de la clasificación del PCI de la Unidad de Muestra U – 04 de la cuarta cuadra de la Avenida Buenos Aires

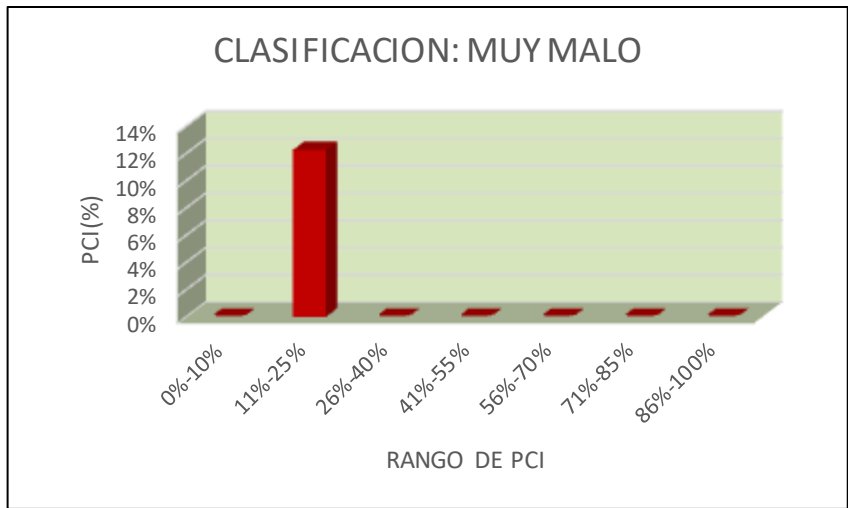
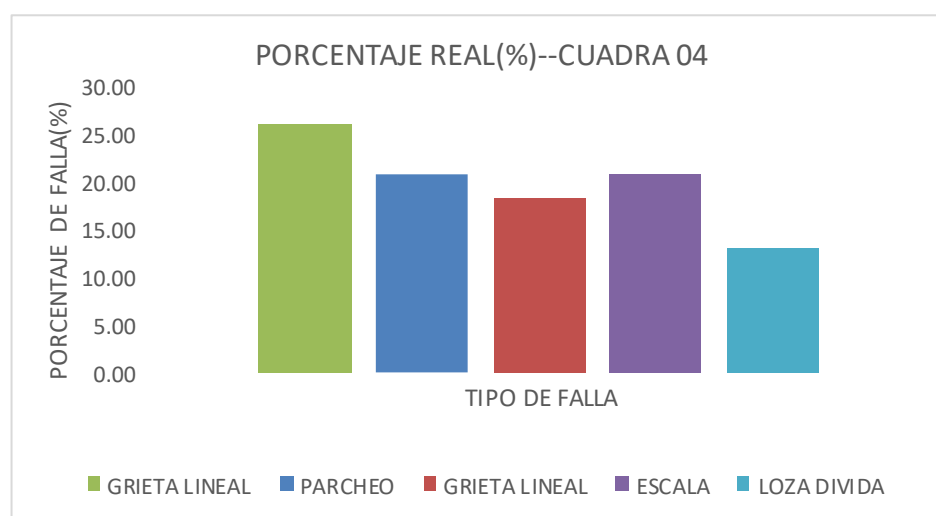


Tabla 82: Gráfico de Índice de Patologías Registradas en el Pavimento Rígido de la Unidad de Muestra U - 04 de la cuarta cuadra de la Avenida Buenos Aires

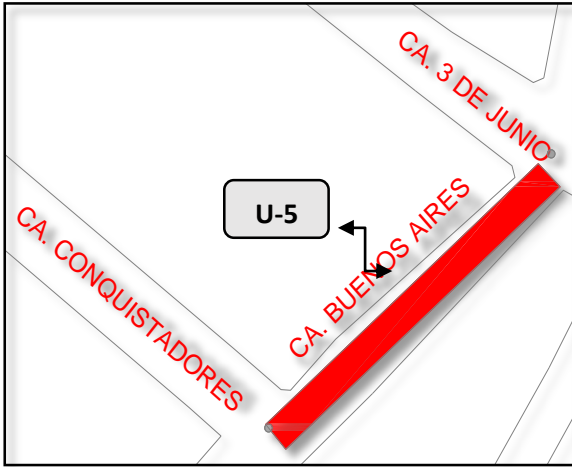
CUADRA 04		
TIPO DE FALLA	DENSIDAD(%)	PORCENTAJE REAL(%)
GRIETA LINEAL	66.67	26.32
PARCHEO	53.33	21.05
GRIETA LINEAL	46.67	18.42
ESCALA	53.33	21.05
LOZA DIVIDA	33.33	13.16
	253.33	100.00



Descripción e Interpretación

La unidad de muestra U - 04 tiene 15 paños y pertenece a la cuarta cuadra de la calle Buenos Aires, Las fallas más frecuentes encontradas con un nivel de **severidad alto** fueron: Loza Dividida. Con un nivel **de severidad media** fue: Grieta Lineal y Escala, . Y con un nivel de severidad bajo fue: Parcheo. Se hace en mención que se obtuvieron 5 valores deducidos: 31.57, 2.67, 26.50, 41.57 y 63.73. Siguiendo el procedimiento del máximo valor reducido corregido 87.75, se obtuvo un **PCI de 12.25**, que corresponde a un pavimento **Muy Malo**.

Tabla 37: Evaluación de unidad de muestra U - 05

PAVIMENTO DE CONCRETO RIGIDO																																																						
HOJA DE INSPECCION DE CAMPO PARA UNIDAD DE MUESTRA																																																						
INVESTIGADOR: BACH. PAOLA HERNANDEZ PINEDO				N° DE PAÑOS: 25																																																		
NIVEL DE USO: VEHICULAR		DIMENSIONES DEL PAVIMENTO																																																				
CUADRA: 05		ANCHO: 6.10 m																																																				
FECHA: ENERO 2018		LONGITUD: 74.30 m		AREA : 453.23																																																		
TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN																																																						
CALLE : BUENOS AIRES (PUNCHANA)																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>TIPO DE DAÑO</th> <th>N°</th> <th>TIPO DE DAÑO</th> <th>N°</th> <th>TIPO DE DAÑO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Blow Up / Buckling</td> <td>8</td> <td>Grieta Lineal</td> <td>15</td> <td>Cruce de vía Ferrea</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Grieta de Esquina</td> <td>9</td> <td>Parcheo (Grande)</td> <td>16</td> <td>Desconchamiento</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Losa Dividida</td> <td>10</td> <td>Parcheo (pequeño)</td> <td>17</td> <td>Retracción</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Grieta de Durabilidad "D"</td> <td>11</td> <td>Pulimiento de Agregados</td> <td>18</td> <td>Descascaramiento de Esquina</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Escala</td> <td>12</td> <td>Popouts</td> <td>19</td> <td>Descascaramiento Junta</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Sello de Junta</td> <td>13</td> <td>Bombeo</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Desnivel Carril / Berma</td> <td>14</td> <td>Punzonamiento</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>							N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO	1	Blow Up / Buckling	8	Grieta Lineal	15	Cruce de vía Ferrea	2	Grieta de Esquina	9	Parcheo (Grande)	16	Desconchamiento	3	Losa Dividida	10	Parcheo (pequeño)	17	Retracción	4	Grieta de Durabilidad "D"	11	Pulimiento de Agregados	18	Descascaramiento de Esquina	5	Escala	12	Popouts	19	Descascaramiento Junta	6	Sello de Junta	13	Bombeo			7	Desnivel Carril / Berma	14	Punzonamiento		
N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO																																																	
1	Blow Up / Buckling	8	Grieta Lineal	15	Cruce de vía Ferrea																																																	
2	Grieta de Esquina	9	Parcheo (Grande)	16	Desconchamiento																																																	
3	Losa Dividida	10	Parcheo (pequeño)	17	Retracción																																																	
4	Grieta de Durabilidad "D"	11	Pulimiento de Agregados	18	Descascaramiento de Esquina																																																	
5	Escala	12	Popouts	19	Descascaramiento Junta																																																	
6	Sello de Junta	13	Bombeo																																																			
7	Desnivel Carril / Berma	14	Punzonamiento																																																			
				<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">NIVELES DE SEVERIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>BAJO</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>MEDIO</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>ALTO</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ecuación para el cálculo de la densidad:</p> $\frac{\text{N° DE LOSAS} \times 100\%}{\text{N° DE PAÑOS}}$			NIVELES DE SEVERIDAD		1	BAJO	2	MEDIO	3	ALTO																																								
NIVELES DE SEVERIDAD																																																						
1	BAJO																																																					
2	MEDIO																																																					
3	ALTO																																																					
N°	TIPO DE DAÑO	N/S	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS	% DENSIDAD	VALOR DE REDUCCION																																																
19	Descascaramiento	A	ALTO	12	48%	22.76																																																
5	Escala	M	MEDIO	6	24%	19.28																																																
8	Grieta Lineal	B	BAJO	9	36%	16.40																																																
18	Descascaramiento	M	MEDIO	11	44%	14.26																																																
2	Grieta de Esquina	M	MEDIO	6	24%	33.26																																																

1) TIPO DE DAÑO : DESCASCAMIENTO DE ESQUINA

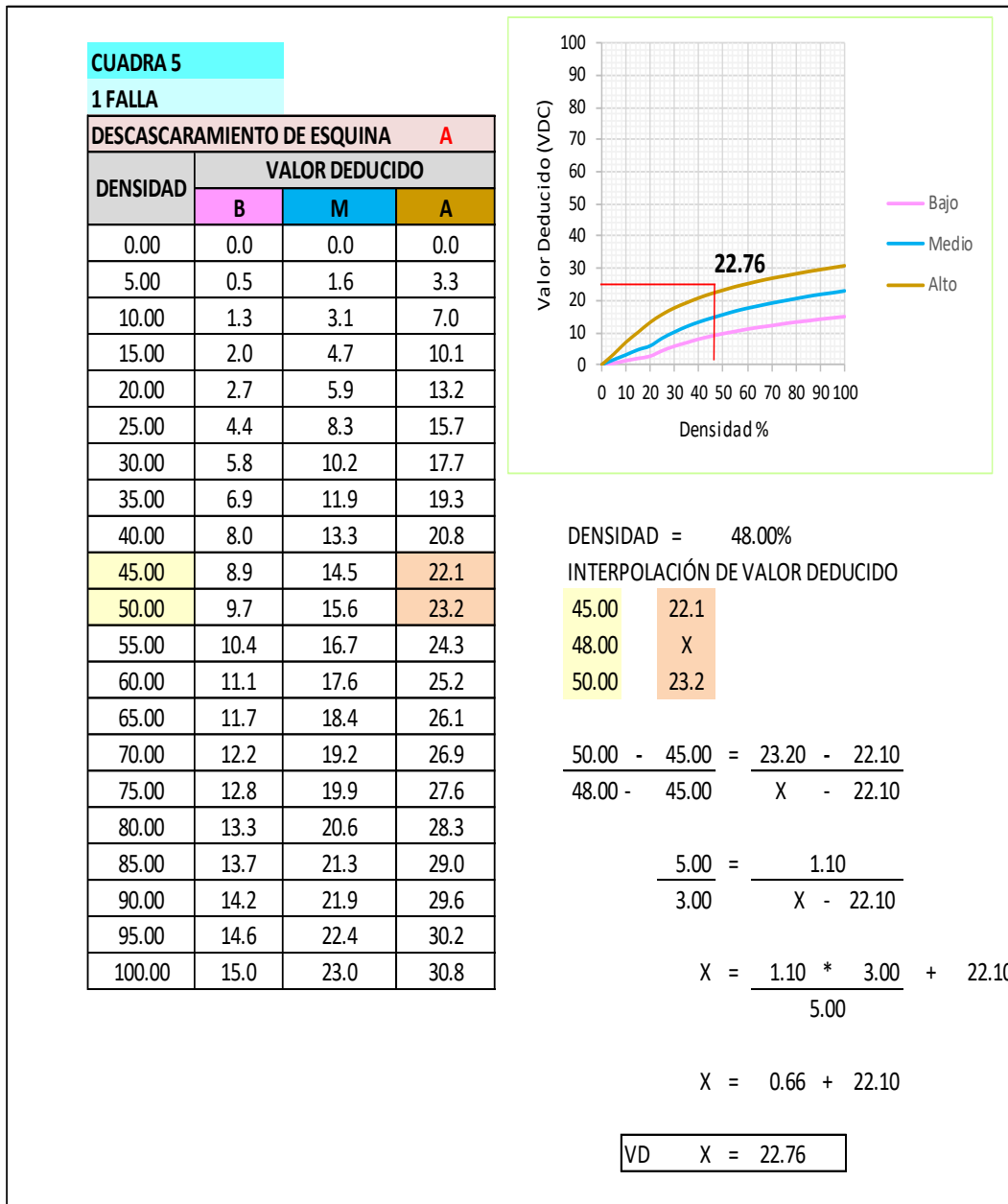


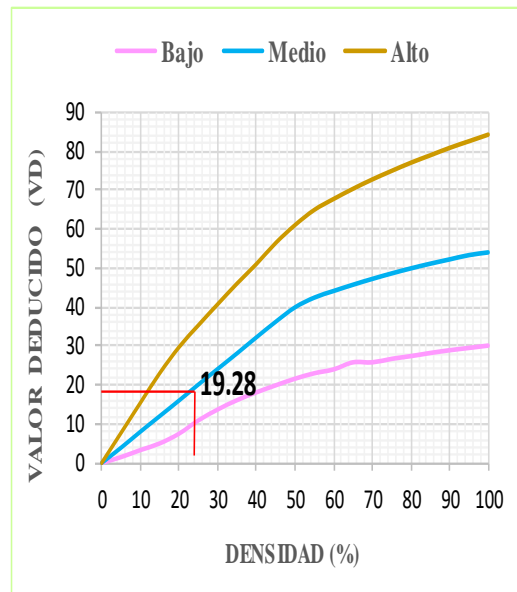
Figura 83. Patología de descascamiento de esquina de severidad alto, de la Unidad de Muestra 05

2) TIPO DE DAÑO : ESCALA

CUADRA 5

2 FALLA

ESCALA			M
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.0	0.0	0.0
5.00	1.5	3.9	7.7
10.00	3.3	8.0	15.4
15.00	5.0	12.0	23.0
20.00	7.5	16.0	29.7
25.00	10.9	20.1	35.3
30.00	13.7	24.1	40.7
35.00	16.1	28.1	46.0
40.00	18.1	32.2	51.0
45.00	19.9	36.2	56.4
50.00	21.6	39.9	61.0
55.00	23.0	42.4	64.9
60.00	24.0	44.1	67.7
65.00	25.8	45.7	70.3
70.00	25.8	47.2	72.7
75.00	26.7	48.6	74.9
80.00	27.4	49.9	77.0
85.00	28.2	51.1	78.9
90.00	28.9	52.2	80.8
95.00	29.5	53.3	82.5
100.00	30.1	54.0	84.2



DENSIDAD = 24.00%

INTERPOLACIÓN DE VALOR DEDUCIDO

20.00	16.0
24.00	X
25.00	20.1

$$\frac{25.00 - 20.00}{24.00 - 20.00} = \frac{20.10 - 16.00}{X - 16.00}$$

$$\frac{5.00}{4.00} = \frac{4.10}{X - 16.00}$$

$$X = \frac{4.10 * 4.00}{5.00} + 16.00$$

$$X = 3.28 + 16.00$$

VD	X = 19.28
----	-----------

Figura 84. Patología de Escala de severidad medio, de la Unidad de Muestra 04

3) TIPO DE DAÑO: GRIETA LINEAL

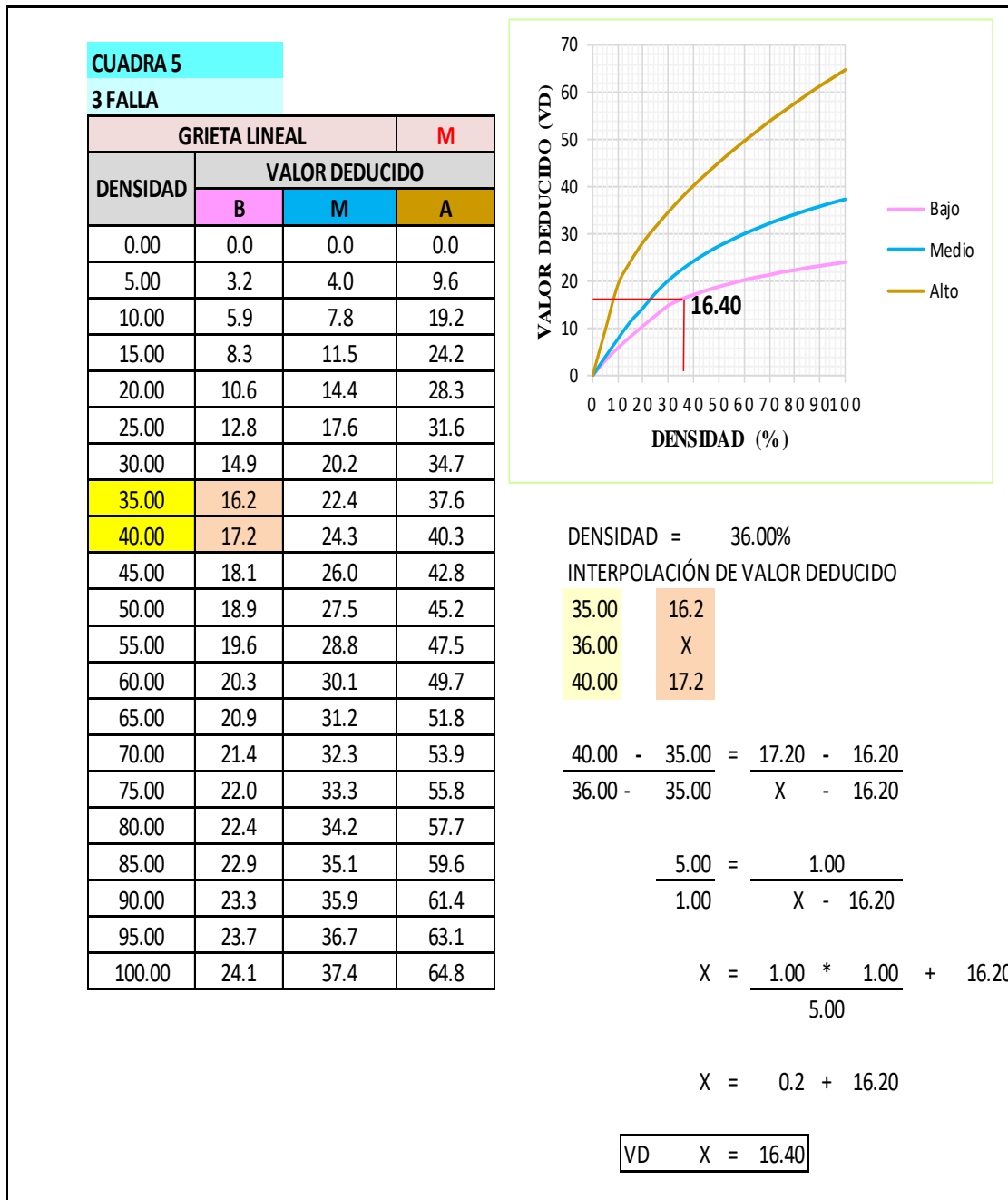


Figura 85 . Patología de grieta lineal de severidad medio, de la Unidad de Muestra 05

4) TIPO DE DAÑO : DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA

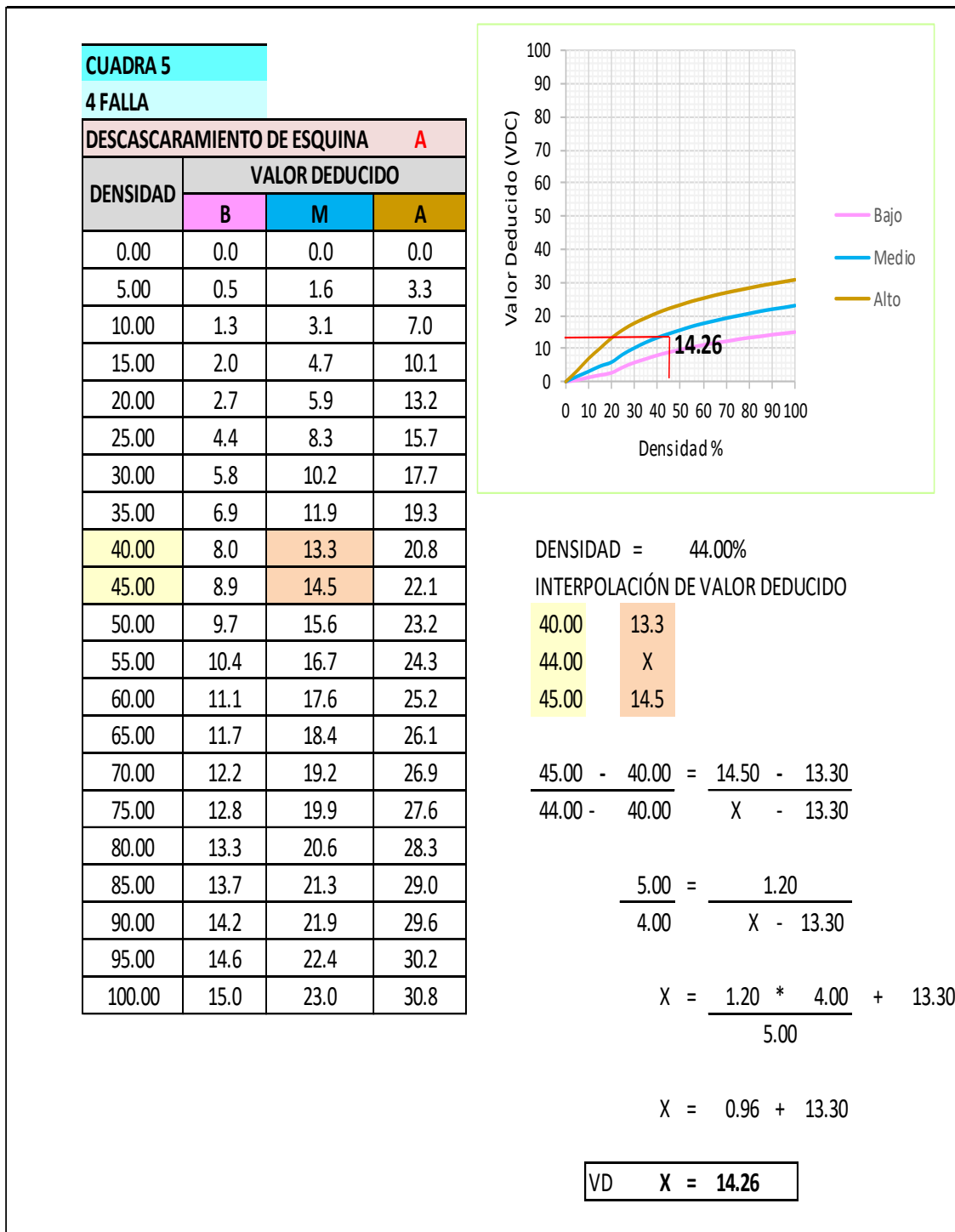


Figura 86 . Patología del descascaramiento de esquina de severidad alto, de la Unidad de Muestra 05

5) TIPO DE DAÑO : GRIETA DE ESQUINA

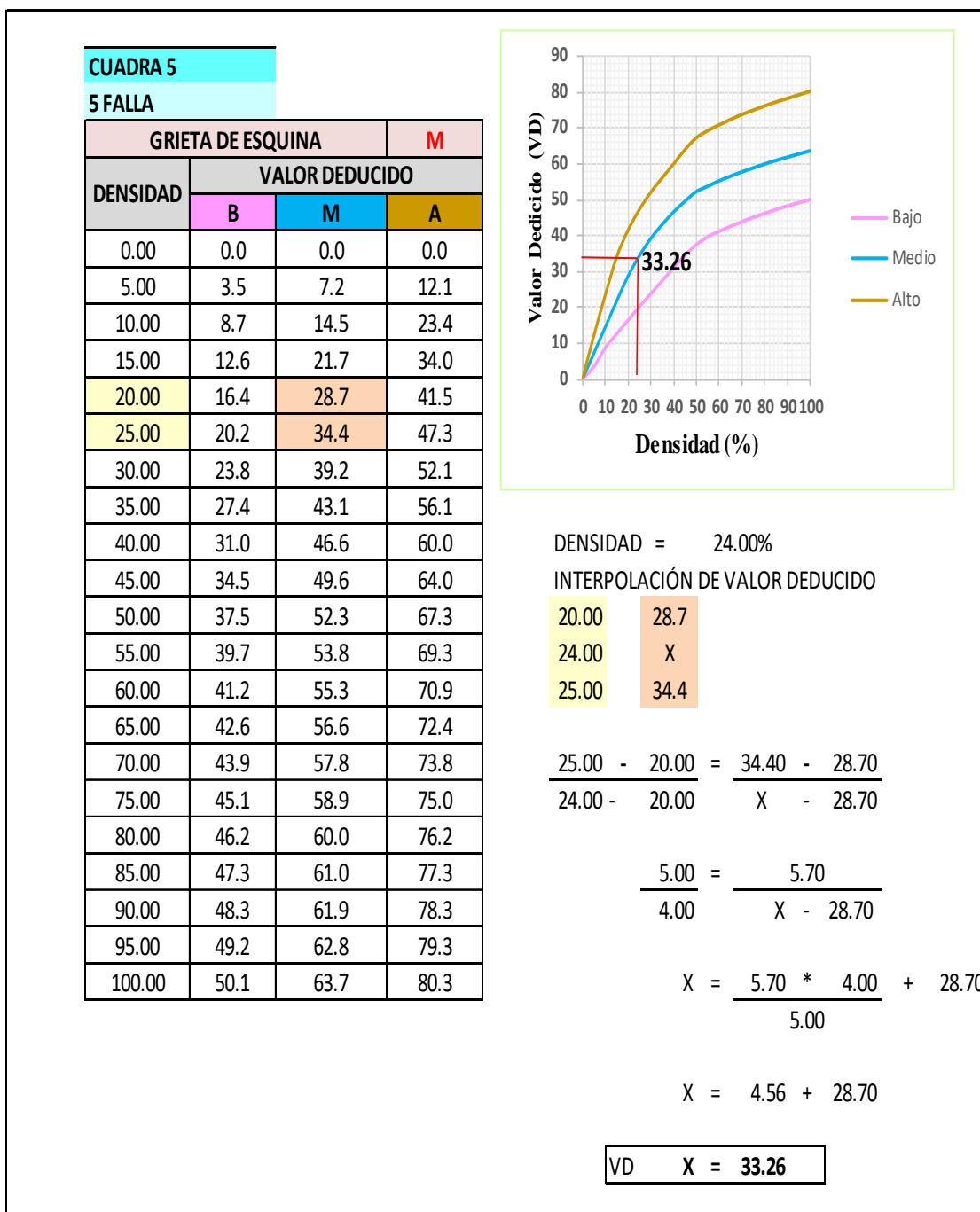


Figura 87 . Patología de grieta de esquina de severidad media, de la Unidad de Muestra 05

Tabla 38: Calculo de valores deducidos corregidos de la unidad de muestra U – 5

CALCULO DE VRC										
CALLE:	CA. BUENOS AIRES CON CA. 3 DE JUNIO									
CUADRA :	5									
DETERMINACION DEL MAXIMO DE FALLA PERMITIDAS								(m)		
$m = 1 + (9/98) * (100 - VAR)$										
$m = 1 + (0.09184) \times (100 - 33.26)$ $m = 7.13$										
Dónde :										
m = Numero permitido de VRS incluyendo fraccion (debe ser menor o igual a 10)										
VAR = Valor individual mas alto de VR										
VAR = <input type="text" value="33.26"/>										
m = <input type="text" value="7.13"/>										
CALCULO DE VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)										
Nº	VALOR DEDUCIDOS					VDT	q	VDC		
1	33.26	22.76	19.28	14.26	1.8538	91.41	5	50.449		
2	33.26	22.76	19.28	14.26	2	91.56	4	53.358		
3	33.26	22.76	19.28	2	2	79.30	3	50.952		
4	33.26	22.76	2	2	2	62.02	2	47.313		
5	33.26	2	2	2	2	41.26	1	41.260		
MAXIMO VDV					=	53.36				

Tabla 34. Grafico para hallar los Valores Deducidos Corregidos (VDC), de la Unidad de Muestra 05.

5 CUADRA									
VDT	Valor Deducido Corregido (VDC)								
	q=1	q=2	q=3	q=4	q=5	q=6	q=7	q=8	q=9
0.00	0.0								
10.00	10.0								
11.00	11.0	8.0							
17.00	17.0	13.3	8.5						
20.00	20.0	16.0	11.0						
27.00	27.0	21.9	15.9	14.0					
30.00	30.0	24.5	18.0	16.0					
35.00	35.0	28.5	21.7	19.2	17.1	15.0			
40.00	40.0	32.0	25.4	22.5	20.2	18.0			
50.00	50.0	39.0	32.0	29.0	26.5	24.0			
57.00	57.0	44.0	36.9	33.4	30.8	28.2	26.8	25.4	23.7
60.00	60.0	46.0	38.5	35.2	32.6	30.0	28.3	26.6	25.0
70.00	70.0	52.5	45.0	41.0	38.5	36.0	34.0	32.0	30.0
80.00	80.0	58.5	51.4	47.0	44.2	41.5	39.3	37.1	35.0
90.00	90.0	64.5	57.4	52.5	49.7	47.0	44.5	42.0	39.5
100.00	100.0	70.0	63.0	58.0	55.0	52.0	49.3	46.6	44.0
110.00		75.5	68.5	63.0	60.0	57.0	54.3	51.6	49.0
120.00		81.0	74.0	67.8	64.9	62.0	59.2	56.4	53.5
130.00		86.0	78.9	72.5	69.5	66.5	63.7	60.9	58.0
140.00		90.5	84.0	77.0	74.0	71.0	68.2	65.4	62.5
150.00		95.0	88.4	81.5	78.2	75.0	72.3	69.6	67.0
160.00		99.5	93.0	85.5	82.2	79.0	76.3	73.6	71.0
161.00		100.0	93.4	86.0	82.7	79.4	76.7	74.0	71.4
170.00			97.0	89.6	86.3	83.0	80.3	77.6	75.0
177.00			100.0	92.6	88.8	85.5	82.7	80.3	77.8
180.00				94.0	90.0	86.6	83.7	81.4	79.0
190.00				98.0	94.0	90.0	87.5	85.0	82.5
195.00				99.5	95.5	91.5	89.1	86.7	84.3
200.00				100.0	96.9	93.0	90.7	88.4	86.0

Figura 88. Ábaco para hallar los Valores Deducidos Corregidos de la Unidad de Muestra 05.

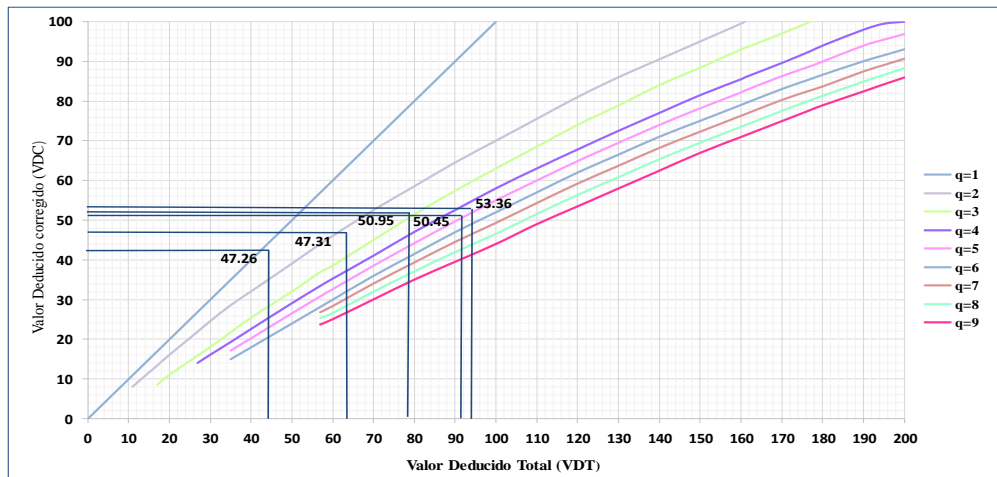


Figura. N° 89 Interpolacion de muestra q= 5 U – 5

q = 5

VDT	90.00	49.70
	91.41	X
	100.00	55.00

$$\frac{100.00 - 90.00}{91.41 - 90.00} = \frac{55.00 - 49.70}{X - 49.70}$$

$$\frac{10.00}{1.41} = \frac{5.30}{X - 49.70}$$

$$X = \frac{5.30 * 1.41}{10.00} + 49.70$$

$$X = 0.7493 + 49.70$$

VDC X = 50.45

Figura. N° 90 Interpolacion de muestra q= 4 U – 5

q = 4

VDT	90.00	52.50
	91.56	X
	100.00	58.00

$$\frac{100.00 - 90.00}{91.56 - 90.00} = \frac{58.00 - 52.50}{X - 52.50}$$

$$\frac{10.00}{1.56} = \frac{5.50}{X - 52.50}$$

$$X = \frac{5.50 * 1.56}{10.00} + 52.50$$

$$X = 0.858 + 52.50$$

VDC X = 53.36

Figura. N° 91 Interpolacion de muestra q= 3 U – 5

q = 3

VDT	70.00	45.0
	79.30	X
	80.00	51.4

$$\frac{80.00 - 70.00}{79.30 - 70.00} = \frac{51.40 - 45.00}{X - 45.00}$$

$$\frac{10.00}{9.30} = \frac{6.40}{X - 45.00}$$

$$X = \frac{6.40 * 9.30}{10.00} + 45.00$$

$$X = 5.952 + 45.00$$

VDC X = 50.95

Figura. N° 92 Interpolacion de muestra q= 2 U – 5

q = 2

VDT	60.00	46.0
	62.02	X
	70.00	52.5

$$\frac{70.00 - 60.00}{62.02 - 60.00} = \frac{52.50 - 46.00}{X - 46.00}$$

$$\frac{10.00}{2.02} = \frac{6.50}{X - 46.00}$$

$$X = \frac{6.50 * 2.02}{10.00} + 46.00$$

$$X = 1.313 + 46.00$$

VDC X = 47.31

Figura. N° 93 Interpolacion de muestra q= 1 U – 5

q = 1

VDT	40.00	40.0
	41.26	X
	50.00	50.0

$$\frac{50.00 - 40.00}{41.26 - 40.00} = \frac{50.00 - 40.00}{X - 40.00}$$

$$\frac{10.00}{1.26} = \frac{10.00}{X - 40.00}$$

$$X = \frac{10.00 * 1.26}{10.00} + 40.00$$

$$X = 1.26 + 40.00$$

VDC X = 41.26

Tabla 40 Clasificación de la U - 05 de la quinta cuadra de la Av. Buenos Aires.

Rango PCI %	COLOR	ESTADO
0-10	Grigio	Falla
11-25	Rojo oscuro	Muy Malo
26-40	Rojo	Malo
41-55	Rosa	Regular
56-70	Amarillo	Bueno
71-85	Verde claro	Muy bueno
86-100	Verde oscuro	Exelente

MÁXIMO VRC =		53.36	
PCI =	100	-	Maximo VRC
PCI =	46.64		
CLASIFICACIÓN = REGULAR			

Figura 94: Gráfico de la clasificación del PCI de la Unidad de Muestra U – 05 de la quinta cuadra de la Avenida Buenos Aires

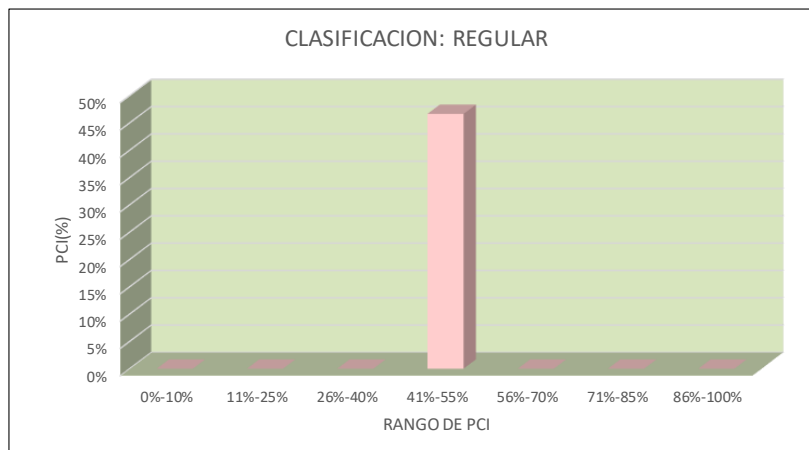
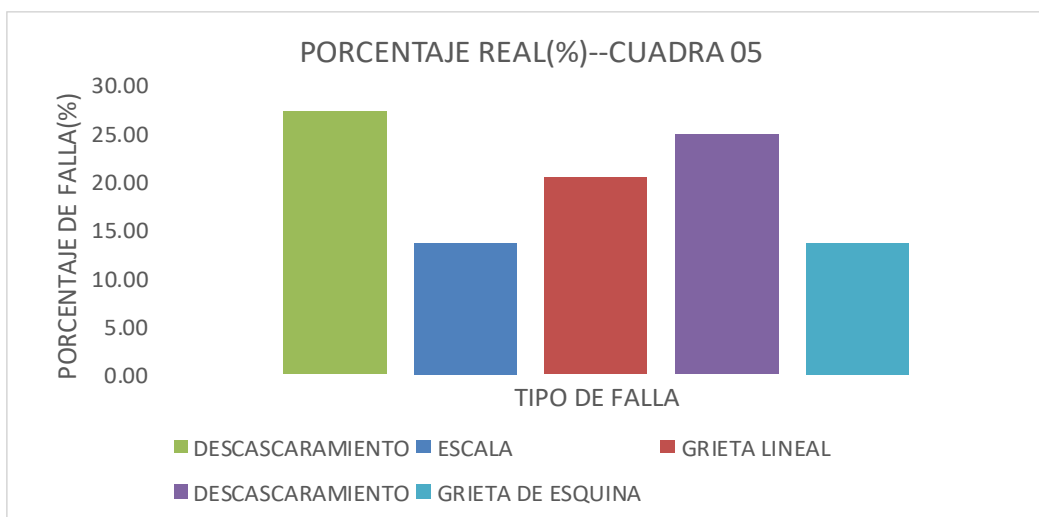


Tabla 41: Gráfico de Índice de Patologías Registradas en el Pavimento Rígido de la Unidad de Muestra U - 05 de la quinta cuadra de la Avenida Buenos Aires

CUADRA 05		
TIPO DE FALLA	DENSIDAD(%)	PORCENTAJE REAL(%)
DESCASCARAMIENTO	48.00	27.27
ESCALA	24.00	13.64
GRIETA LINEAL	36.00	20.45
DESCASCARAMIENTO	44.00	25.00
GRIETA DE ESQUINA	24.00	13.64
	176.00	100.00



Descripción e Interpretación

La unidad de muestra U - 05 tiene 25 paños y pertenece a la quinta cuadra de la calle Buenos Aires, Las fallas más frecuentes encontradas con un nivel de **severidad alto** fueron: Descascaramiento de Esquina. Con un nivel **de severidad media** fue: Escala, Descascaramiento y Grieta de esquina. Y con un nivel de severidad bajo fue: Grieta Lineal. Se hace en mención que se obtuvieron 5 valores deducidos: 22.76, 19.28, 16.40, 14.26 y 33.26. Siguiendo el procedimiento del máximo valor reducido corregido 53.36, se obtuvo un **PCI de 46.64**, que corresponde a un pavimento **Regular**.

Tipo de Patologías presentes en la pavimentación de la calle Buenos Aires.

En la unidad de muestra U-1

CUADRA 01		
TIPO DE FALLA	DENSIDAD(%)	PORCENTAJE REAL(%)
GRIETA LINEAL	73.68	37.84
GRIETA LINEAL	36.84	18.92
GRIETA DE ESQUINA	31.58	16.22
LOSA DIVIDIDA	21.05	10.81
LOSA DIVIDIDA	31.58	16.22

Tabla 42 Tipo de patología en pav. Cudra 1

En la unidad de muestra U-2

CUADRA 02		
TIPO DE FALLA	DENSIDAD(%)	PORCENTAJE REAL(%)
ESCALA	71.43	37.50
LOSA DIVIDIDA	23.81	12.50
GRIETA LINEAL	42.86	22.50
DESCASCARAMIENTO	28.57	15.00
DESCONCHAMIENTO	23.81	12.50

Tabla 43 Tipo de patología en pav. Cudra 2

En la unidad de muestra U-3

CUADRA 03		
TIPO DE FALLA	DENSIDAD(%)	PORCENTAJE REAL(%)
ESCALA	64.71	27.50
GRIETA LINEAL	47.06	20.00
GRIETA LINEAL	41.18	17.50
DESCASCARAMIENTO	58.82	25.00
LOZA DIVIDIDA	23.53	10.00

Tabla 44 Tipo de patología en pav. Cudra 3

En la unidad de muestra U-4

CUADRA 04		
TIPO DE FALLA	DENSIDAD(%)	PORCENTAJE REAL(%)
GRIETA LINEAL	66.67	26.32
PARCHEO	53.33	21.05
GRIETA LINEAL	46.67	18.42
ESCALA	53.33	21.05
LOZA DIVIDA	33.33	13.16

Tabla 45 Tipo de patología en pav. Cudra 4

En la unidad de muestra U-5

CUADRA 05		
TIPO DE FALLA	DENSIDAD(%)	PORCENTAJE REAL(%)
DESCASCARAMIENTO	48.00	27.27
ESCALA	24.00	13.64
GRIETA LINEAL	36.00	20.45
DESCASCARAMIENTO	44.00	25.00
GRIETA DE ESQUINA	24.00	13.64

Tabla 46 Tipo de patología en pav. Cudra 5

Tabla 47: Índice de Condición general de la investigación.

UNIDAD DE MUESTRA	PCI UNIDAD DE MUESTRA	CLASIFICACIÓN	PCI	CLASIFICACIÓN TOTAL
U - 01	10.14	FALLA	21.07	MUY MALO
U - 02	20.21	MUY MALO		
U - 03	16.11	MUY MALO		
U - 04	12.25	MUY MALO		
U - 05	46.64	REGULAR		

Fuente: Elaboración propia (2017)

Tabla 48: Nivel de Severidad total de la investigación.

UNIDAD DE MUESTRA	NIVEL DE SEVERIDAD	NIVEL DE SEVERIDAD TOTAL
U - 01	ALTO	ALTO
U - 02	ALTO	
U - 03	ALTO	
U - 04	ALTO	
U - 05	MEDIO	

Fuente: Elaboración propia (2017)

5.3. Análisis de Resultados

Una vez procesado los resultados obtenidos en cada una de las muestras evaluadas se presenta el siguiente análisis:

Muestra U – 01 - 1ERA Cuadra de la calle Buenos Aires.

- De la Tabla N° 36 se puede determinar que la muestra U-01, tiene el valor de **PCI = 10.14** Por tanto se puede clasificar que tiene un nivel de **Falla**
- En esta Cuadra, las fallas más frecuentes encontradas con un nivel de **severidad alto** fueron: Losa Dividida y Grieta Lineal. Con un nivel **de severidad media** fue: Losa Dividida y Grieta Lineal. Y con un nivel de severidad bajo fue: Grieta de esquina. Se hace en mención que se obtuvieron 5 valores deducidos: 33.04, 38.59, 24.94, 34.27 y 62.29 respectivamente.

Muestra U – 02 - 2DA Cuadra de la calle Buenos Aires.

- De la Tabla N° 36 se puede determinar el valor de **PCI = 20.21**. Por tanto se puede clasificar que tiene un nivel **Muy Malo**.
- Las fallas más frecuentes encontradas con un nivel de **severidad**

alto fueron: Losa Dividida. Con un nivel **de severidad media** fue: Escala y Grieta Lineal. Y con un nivel de severidad bajo fue: Descascaramiento de Juntas y Desconchamiento. Se hace en mención que se obtuvieron 5 valores deducidos: 47.60, 54.80, 25.27, 6.19 y 5.69..

Muestra U – 03 - 3ERA Cuadra de la calle Buenos Aires

- De la Tabla N° 36 88 se puede determinar el valor de **PCI = 16.11**. Por tanto se puede clasificar que tiene un nivel **Muy Malo**.
- Las fallas más frecuentes encontradas con un nivel de **severidad alto** fueron: Loza Dividida. Con un nivel **de severidad media** fue: Escala, Grieta Lineal y Desconchamiento de Esquina. Y con un nivel de severidad bajo fue: Grieta Lineal. Se hace en mención que se obtuvieron 5 valores deducidos: 45.72, 18.43, 24.70, 17.39 y 54.46.

Muestra U – 04 - 4TA Cuadra de la calle Buenos Aires.

- De la Tabla N° 36, se puede determinar el valor de **PCI = 12.25**. Por tanto se puede clasificar que tiene un nivel **Muy Malo**.
- Las fallas más frecuentes encontradas con un nivel de **severidad alto** fueron: Loza Dividida. Con un nivel **de severidad media** fue: Grieta Lineal y Escala, . Y con un nivel de severidad bajo fue: Parcheo. Se hace en mención que se obtuvieron 5 valores deducidos: 31.57, 2.67, 26.50, 41.57 y 63.73.

Muestra U – 05 - 5TA Cuadra de la calle Buenos Aires.

- De la figura 106 se puede determinar el valor de **PCI = 46.64**. Por tanto se puede clasificar que tiene un nivel **Regular**.

- Las fallas más frecuentes encontradas con un nivel de **severidad alto** fueron: Descascaramiento de Esquina. Con un nivel **de severidad media** fue: Escala, Descascaramiento y Grieta de esquina. Y con un nivel de severidad bajo fue: Grieta Lineal. Se hace en mención que se obtuvieron 5 valores deducidos: 22.76, 19.28, 16.40, 14.26 y 33.26..

La presente investigación se concluyó con la consecución de los objetivos trazados, que son los siguientes:

- a) Se Identificaron las fallas patologías del mortero del pavimento rígido de la superficie de las pistas en la calle Buenos Aires, Distrito de Punchana, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto, Noviembre – 2017
- b) Se Calculó el nivel e incidencia de las patologías del pavimento rígido de la superficie de las pistas en la calle Buenos Aires, Distrito de Punchana, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto, Noviembre – 2017
- c) Se Evaluó la integridad estructural y la condición operacional de la superficie de las pistas pavimento rígido en la calle Buenos Aires, Distrito de Punchana, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto, Noviembre – 2017.

La investigación de campo reviste de una mayor importancia para esclarecer la hipótesis de investigación que se plantea como instrumento en el método Deductivo, lo que nos permite a los estudiantes, bachilleres y profesionales en Ingeniería Civil, una mejor evaluación concisa y verás.

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE
MUESTRA.

PAVIMENTO DE MORTERO RIGIDO
HOJA DE INSPECCION DE CAMPO PARA UNIDAD DE MUESTRA

INVESTIGADOR: Jessica Pardo Hernandez Pinedo N° DE PAÑOS: 19

NIVEL DE USO: Vehicular DIMENSIONES DEL PAVIMENTO

CUADRA: 04 ANCHO: 6.00 m

FECHA: Diciembre 2017 LONGITUD: 56.00 m AREA: 336 m2

TIEMPO DE COSTRUCCION: 08.00 años

CALLE: Buenos Aires (Punchana)

N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO
1	Blow Up / Buckling	8	Grieta Lineal	15	Cruce de vía Ferrea
2	Grieta de Esquina	9	Parqueo (Grande)	16	Desconchamiento
3	Losa Dividida	10	Parqueo (pequeño)	17	Retracción
4	Grieta de Durabilidad "D"	11	Pulimiento de Agregados	18	Descascaramiento de Esquina
5	Escala	12	Popouts	19	Descascaramiento Junta
6	Sello de Junta	13	Bombeo		
7	Desnivel Carril / Berma	14	Punzonamiento		

N°	TIPO DE DAÑO	NS	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS	% DENSIDAD	VALOR DE REDUCCION
8	Grieta lineal	H	Medio	14	73.60%	33.04
8	Grieta lineal	A	Alto	7	36.84%	38.59
2	Grieta de Esquina	B	Bajo	6	31.58%	24.94
3	Losa dividida	H	Medio	4	21.05%	34.27
3	Losa dividida	A	Alto	6	31.58%	62.29


 JULIO CESAR HIDALGO INGA
 Ingeniero Civil
 Registro CIP N° 92984

Figura 95 Ficha de campo de la U – 01.

PAVIMENTO DE MORTERO RIGIDO						
HOJA DE INSPECCION DE CAMPO PARA UNIDAD DE MUESTRA						
INVESTIGADOR: Jessica Paola Hernández Pinedo			N° DE PANOS: 21			
NIVEL DE USO: Vehicular			DIMENSIONES DEL PAVIMENTO			
CUADRA: 09			ANCHO: 6.15 m			
FECHA: Diciembre 2017			LONGITUD: 140 m		AREA: 864 m ²	
TIEMPO DE COSTRUCCION: 08 años						
CALLE: Buenos Aires (Punchana)						
N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO	
1	Blow Up / Buckling	8	Grieta Lineal	15	Cruce de vía Ferrea	
2	Grieta de Esquina	9	Parqueo (Grande)	16	Desconchamiento	
3	Losa Dividida	10	Parqueo (pequeño)	17	Retracción	
4	Grieta de Durabilidad "D"	11	Pulimiento de Agregados	18	Descascaramiento de Esquina	
5	Escala	12	Popouts	19	Descascaramiento Junta	
6	Sello de Junta	13	Bombeo			
7	Desnivel Carril / Berma	14	Panzonamiento			

N°	TIPO DE DAÑO	NS	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS	% DENSIDAD	VALOR DE REDUCCION
5	Escala	M	Medio	15	71.43%	47.60
3	Losa D.	A	Alto	5	23.81%	54.80
8	Grieta Lineal	M	Medio	9	42.86%	25.27
19	Descascaramiento	B	Bajo	6	28.57%	6.19
16	Desconchamiento	M	Bajo	5	23.81%	5.69


 JULIO CESAR RIVAS
 Ingeniero Civil
 Registro CIP N° 52984

Figura 96 Ficha de campo de la U – 02.

PAVIMENTO DE MORTERO RIGIDO						
HOJA DE INSPECCION DE CAMPO PARA UNIDAD DE MUESTRA						
INVESTIGADOR: Jessica Paola Hernández Pineda			N° DE PAÑOS: 17			
NIVEL DE USO: Vehicular			DIMENSIONES DEL PAVIMENTO			
CUADRA: 03			ANCHO: 6.10			
FECHA: Enero 2018			LONGITUD: 68		AREA: 414.60	
TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN: 08.00 años						
Calle: Buenos Aires (Pancharo)						
N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO	
1	Blow Up / Buckling	8	Grieta Lineal	15	Cruce de vía Ferrea	
2	Grieta de Esquina	9	Parcheo (Grande)	16	Desconchamiento	
3	Losa Dividida	10	Parcheo (pequeño)	17	Retracción	
4	Grieta de Durabilidad "D"	11	Pulimento de Agregados	18	Descascaramiento de Esquina	
5	Escala	12	Popouts	19	Descascaramiento Junta	
6	Sello de Junta	13	Bombeo			
7	Desnivel Carril / Berma	14	Punzonamiento			

N°	TIPO DE DAÑO	NS	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS	% DENSIDAD	VALOR DE REDUCCION
5	Escala	M	Medio	11	64.71%	51.64
8	Grieta lineal	B	Bajo	8	47.06%	19.75
8	Grieta (inter)	M	Medio	7	41.18%	26.31
18	Descascaramiento	M	Bajo	10	58.82%	26.14
16	Losa dividida	A	Alto	4	23.53%	71.13


 JULIO CESAR PERALTA INGA
 Ingeniero Civil
 Registro CIP N° 92984

Figura 97 Ficha de campo de la U – 03.

PAVIMENTO DE MORTERO RIGIDO					
HOJA DE INSPECCION DE CAMPO PARA UNIDAD DE MUESTRA					
INVESTIGADOR: Jessica Paola Hernández Pinedo			N° DE PAÑOS: 15		
NIVEL DE USO: Vehicular			DIMENSIONES DEL PAVIMENTO		
CUADRA: 04		ANCHO: 6.00 m			
FECHA: Enero 2018		LONGITUD: 44.50		AREA: 2.67	
TIEMPO DE CONSTRUCCION: 05 años					
CALLE: Buenos Aires - (Puncharana)					
N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO
1	Blow Up / Buckling	8	Grieta Lineal	15	Cruce de via Ferrea
2	Grieta de Esquina	9	Parqueo (Grande)	16	Desconchamiento
3	Losa Dividida	10	Parqueo (pequeño)	17	Retracción
4	Grieta de Durabilidad "D"	11	Pulimiento de Agregados	18	Descascaramiento de Esquina
5	Escala	12	Popouts	19	Descascaramiento Junta
6	Sello de Junta	13	Bombeo		
7	Desnivel Carril / Berma	14	Punzonamiento		

N°	TIPO DE DAÑO	NS	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS	% DENSIDAD	VALOR DE REDUCCION
8	Grieta Lineal	M	Medio	10	66.67%	31.57
10	Parqueo	D	Bajo	8	53.33%	2.67
8	Grieta Lineal	M	Medio	7	46.67%	26.50
5	Escala	M	Medio	8	53.33%	41.57
16	Losa dividida	A	ALTO	5	33.33%	63.73


 JULIO CESAR ALVARIN INGA
 Ingeniero Civil
 Registro CIP N° 92984

Figura 98 Ficha de campo de la U – 04.

PAVIMENTO DE MORTERO RIGIDO						
HOJA DE INSPECCION DE CAMPO PARA UNIDAD DE MUESTRA						
INVESTIGADOR: Jessica Paola Hernández Pinedo			N° DE PAÑOS: 25			
NIVEL DE USO: Vehicular			DIMENSIONES DEL PAVIMENTO			
CUADRA: 05			ANCHO: 6.10 m			
FECHA: Enero 2018			LONGITUD: 74.30		AREA: 453.23	
TIEMPO DE COSTRUCCIÓN:						
Calle: Buenos Aires (Panorama)						
N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO	
1	Blow Up / Buckling	8	Grieta Lineal	15	Cruce de vía Ferrea	
2	Grieta de Esquina	9	Parqueo (Grande)	16	Desconchamiento	
3	Losa Dividida	10	Parqueo (pequeño)	17	Retracción	
4	Grieta de Durabilidad "D"	11	Pulimiento de Agregados	18	Descascaramiento de Esquina	
5	Escala	12	Popouts	19	Descascaramiento Junta	
6	Sello de Junta	13	Bombeo			
7	Desnivel Carril / Berma	14	Punzonamiento			

N°	TIPO DE DAÑO	N/S	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS	% DENSIDAD	VALOR DE REDUCCION
19	DESCASCAMIENTO	A	ALTO	12	48%	2276
5	Escala	M	Medio	6	24%	1928
8	Grieta Lineal	B	BAJO	9	36%	1640
18	DESCASCAMIENTO	M	Medio	11	44%	1426
2	Grieta de esquina	M	Medio	6	24%	3326


 JULIO CÉSAR MÉNDEZ LAVÍN
 Ingeniero Civil
 Registro CIP N° 92984

Figura 99 Ficha de campo de la U – 05.

ÁBACOS DE VALOR DE VALORES DEDUCIDOS PARA PAVIMENTO
RÍGIDOS UTILIZADOS

TIPO DE DAÑO: GRIETA DE ESQUINA

GRIETA DE ESQUINA			B
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.0	0.0	0.0
5.00	3.5	7.2	12.1
10.00	8.7	14.5	23.4
15.00	12.6	21.7	34.0
20.00	16.4	28.7	41.5
25.00	20.2	34.4	47.3
30.00	23.8	39.2	52.1
35.00	27.4	43.1	56.1
40.00	31.0	46.6	60.0
45.00	34.5	49.6	64.0
50.00	37.5	52.3	67.3
55.00	39.7	53.8	69.3
60.00	41.2	55.3	70.9
65.00	42.6	56.6	72.4
70.00	43.9	57.8	73.8
75.00	45.1	58.9	75.0
80.00	46.2	60.0	76.2
85.00	47.3	61.0	77.3
90.00	48.3	61.9	78.3
95.00	49.2	62.8	79.3
100.00	50.1	63.7	80.3

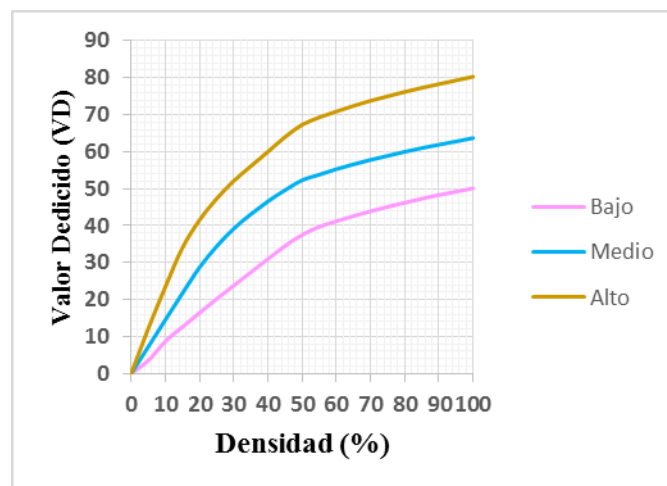


Figura 100 Valores deducidos para pavimentos de concreto (Grieta de esquina).

TIPO DE DAÑO: GRIETA LINEAL

GRIETA LINEAL		M	
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.0	0.0	0.0
5.00	3.2	4.0	9.6
10.00	5.9	7.8	19.2
15.00	8.3	11.5	24.2
20.00	10.6	14.4	28.3
25.00	12.8	17.6	31.6
30.00	14.9	20.2	34.7
35.00	16.2	22.4	37.6
40.00	17.2	24.3	40.3
45.00	18.1	26.0	42.8
50.00	18.9	27.5	45.2
55.00	19.6	28.8	47.5
60.00	20.3	30.1	49.7
65.00	20.9	31.2	51.8
70.00	21.4	32.3	53.9
75.00	22.0	33.3	55.8
80.00	22.4	34.2	57.7
85.00	22.9	35.1	59.6
90.00	23.3	35.9	61.4
95.00	23.7	36.7	63.1
100.00	24.1	37.4	64.8

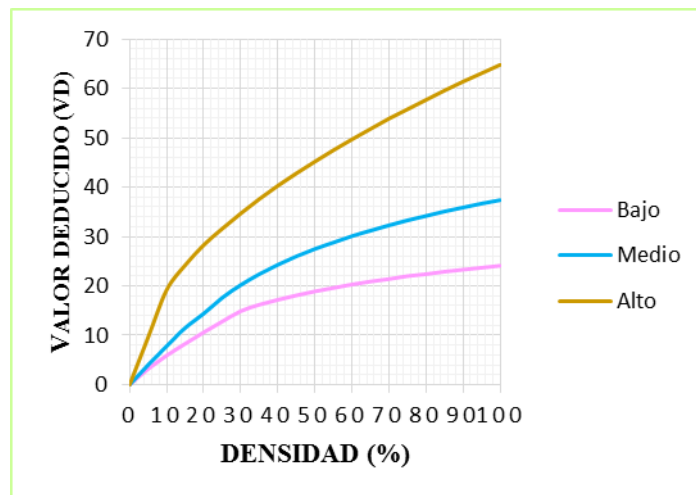


Figura 101 Valores deducidos para pavimentos de concreto (Grieta Lineal).

TIPO DE DAÑO: LOSA DIVIDIDA

LOSA DIVIDIDA			A
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.0	0.0	0.0
5.00	5.1	10.7	17.0
10.00	9.8	21.5	32.0
15.00	14.2	28.2	42.7
20.00	18.6	33.3	50.3
25.00	22.9	37.9	56.2
30.00	27.1	42.2	61.0
35.00	31.0	46.1	65.1
40.00	34.5	49.9	68.6
45.00	36.6	53.4	71.8
50.00	38.5	56.9	74.0
55.00	40.2	59.8	76.3
60.00	41.7	62.0	78.4
65.00	43.1	64.0	80.3
70.00	44.5	65.8	82.1
75.00	45.7	67.5	83.7
80.00	46.8	69.1	85.3
85.00	47.9	70.5	86.8
90.00	48.9	71.9	88.1
95.00	49.9	73.3	89.4
100.00	50.8	74.5	90.7

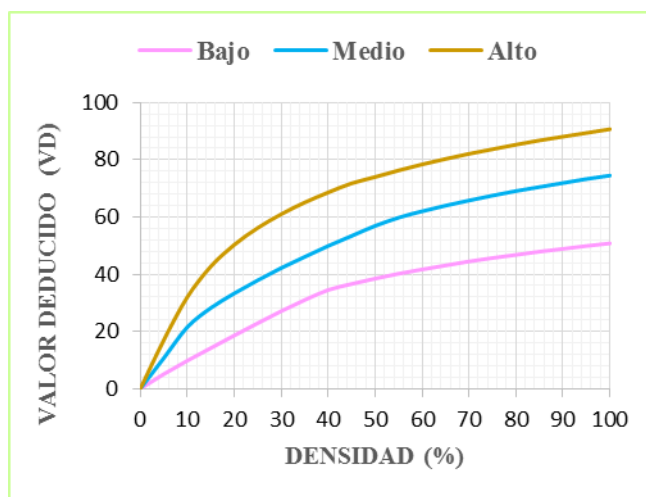


Figura 102 Valores deducidos para pavimentos de concreto (Losa dividida).

TIPO DE DAÑO: ESCALA

DENSIDAD	ESCALA		M
	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.0	0.0	0.0
5.00	1.5	3.9	7.7
10.00	3.3	8.0	15.4
15.00	5.0	12.0	23.0
20.00	7.5	16.0	29.7
25.00	10.9	20.1	35.3
30.00	13.7	24.1	40.7
35.00	16.1	28.1	46.0
40.00	18.1	32.2	51.0
45.00	19.9	36.2	56.4
50.00	21.6	39.9	61.0
55.00	23.0	42.4	64.9
60.00	24.0	44.1	67.7
65.00	25.8	45.7	70.3
70.00	25.8	47.2	72.7
75.00	26.7	48.6	74.9
80.00	27.4	49.9	77.0
85.00	28.2	51.1	78.9
90.00	28.9	52.2	80.8
95.00	29.5	53.3	82.5
100.00	30.1	54.0	84.2

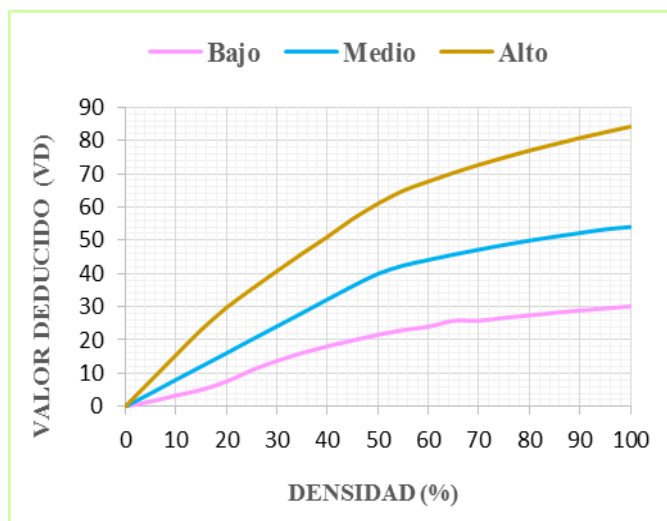


Figura 103 Valores deducidos para pavimentos de concreto (Escala).

TIPO DE DAÑO: DESCASCAMIENTO DE JUNTA

DESCASCAMIENTO DE JUNTA		B	
Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.00	0.0	0.0	0.0
5.00	1.4	2.0	7.0
10.00	2.4	4	13.4
15.00	3.2	6.1	19.7
20.00	4.2	8.3	24.2
25.00	5.4	10.8	28.5
30.00	6.5	12.8	31.9
35.00	7.6	14.5	34.9
40.00	8.1	16	37.4
45.00	8.8	17.3	39.7
50.00	9.4	18.4	41.7
55.00	9.9	19.5	43.5
60.00	10.4	20.4	45.2
65.00	10.9	21.3	46.7
70.00	11.3	22.1	48.1
75.00	11.7	22.9	49.4
80.00	12.1	23.6	50.6
85.00	12.4	24.2	51.8
90.00	12.7	24.9	52.9
95.00	13	25.5	53.9
100.00	13.3	26	54.9

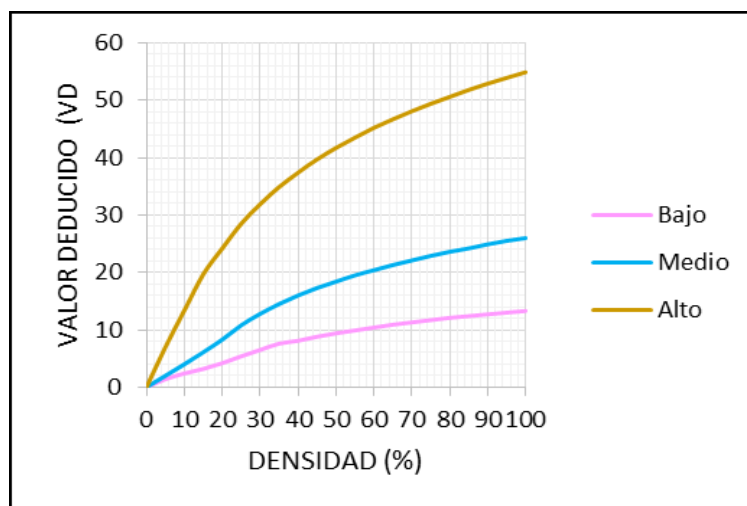


Figura 104 Valores deducidos para pavimentos de concreto (descascamiento de junta).

TIPO DE DAÑO: DESCONCHAMIENTO

DESCONCHAMIENTO		VALOR DEDUCIDO	
DENSIDAD	B	M	A
0.00	0.0	0.0	0.0
5.00	1.2	4.2	9.3
10.00	2.1	8.0	17.3
15.00	3.8	11.9	24.2
20.00	5.0	14.6	29.1
25.00	5.9	16.7	33.0
30.00	6.7	18.5	36.1
35.00	7.3	20.0	38.7
40.00	7.9	21.2	41.0
45.00	8.3	22.4	43.0
50.00	8.8	23.4	44.8
55.00	9.2	24.3	47.0
60.00	9.5	25.1	49.2
65.00	9.9	25.9	51.2
70.00	10.2	26.6	53.2
75.00	10.5	27.3	55.2
80.00	10.7	27.9	57.3
85.00	11.0	28.5	59.3
90.00	11.2	29.0	61.3
95.00	11.4	29.5	63.3
100.00	11.7	30.0	65.3

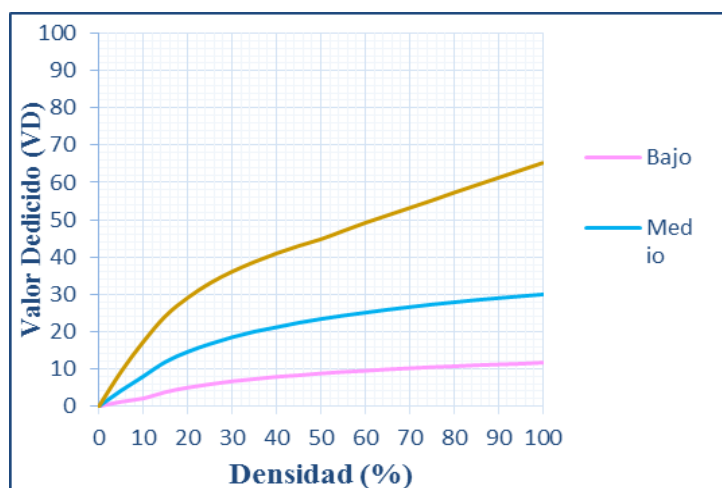


Figura 105 Valores deducidos para pavimentos de concreto (desconchamiento).

TIPO DE DAÑO: DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA

DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA		M	
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.0	0.0	0.0
5.00	0.5	1.6	3.3
10.00	1.3	3.1	7.0
15.00	2.0	4.7	10.1
20.00	2.7	5.9	13.2
25.00	4.4	8.3	15.7
30.00	5.8	10.2	17.7
35.00	6.9	11.9	19.3
40.00	8.0	13.3	20.8
45.00	8.9	14.5	22.1
50.00	9.7	15.6	23.2
55.00	10.4	16.7	24.3
60.00	11.1	17.6	25.2
65.00	11.7	18.4	26.1
70.00	12.2	19.2	26.9
75.00	12.8	19.9	27.6
80.00	13.3	20.6	28.3
85.00	13.7	21.3	29.0
90.00	14.2	21.9	29.6
95.00	14.6	22.4	30.2
100.00	15.0	23.0	30.8

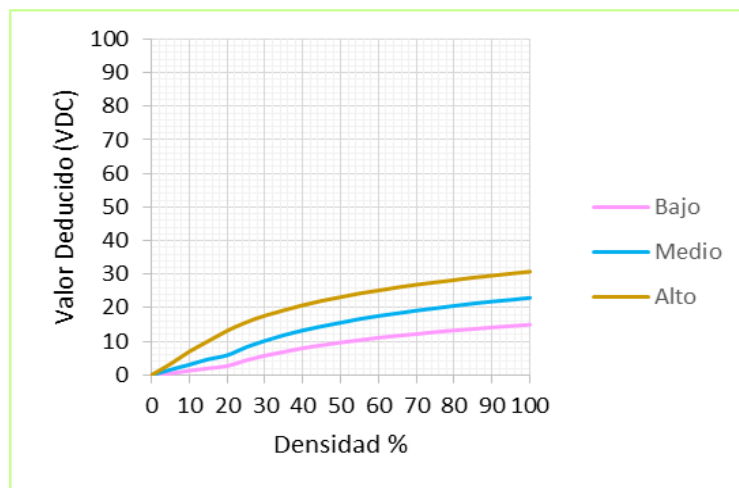


Figura 106 Valores deducidos para pavimentos de concreto (descascaramiento de esquina).

TIPO DE DAÑO: PARCHEO PEQUEÑO

PARCHE PEQUEÑO		B	
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.0	0.0	0.0
5.00	0.0	0.9	2.2
10.00	0.0	1.7	4.2
15.00	0.6	2.6	6.3
20.00	1.1	3.0	8.4
25.00	1.5	5.0	10.5
30.00	1.8	6.6	12.9
35.00	2.0	8.0	14.5
40.00	2.2	9.2	15.9
45.00	2.4	10.2	17.1
50.00	2.6	11.2	18.2
55.00	2.7	12.0	19.2
60.00	2.9	12.9	20.1
65.00	3.0	13.5	21.0
70.00	3.1	14.4	21.7
75.00	3.3	14.4	22.4
80.00	3.4	14.5	23.1
85.00	3.5	14.6	23.7
90.00	3.6	14.7	24.3
95.00	3.6	14.8	24.9
100.00	3.7	14.8	25.4

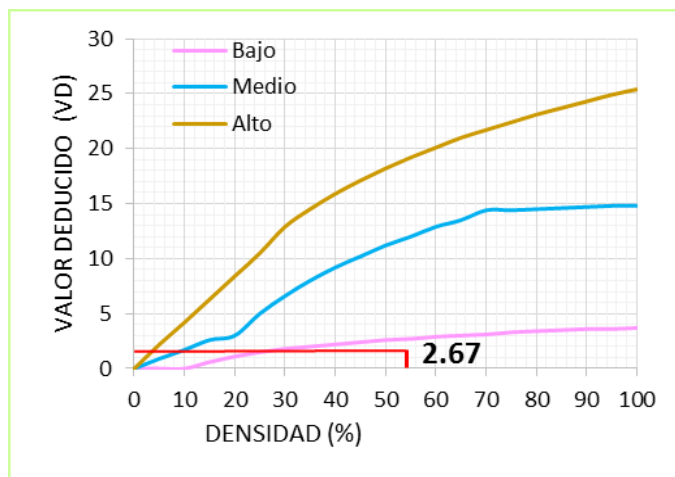


Figura 107 Valores deducidos para pavimentos de concreto (parcheo pequeño).

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

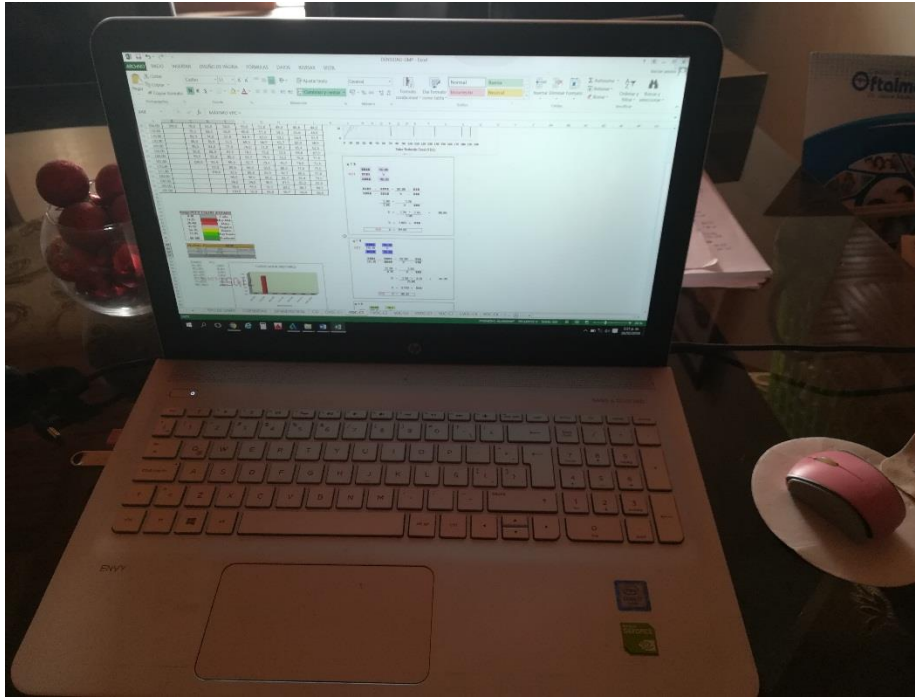


Figura 108 Lapto para elaborar la estructura de la tesis



Figura 109 Wincha métrica para la medición de las fallas

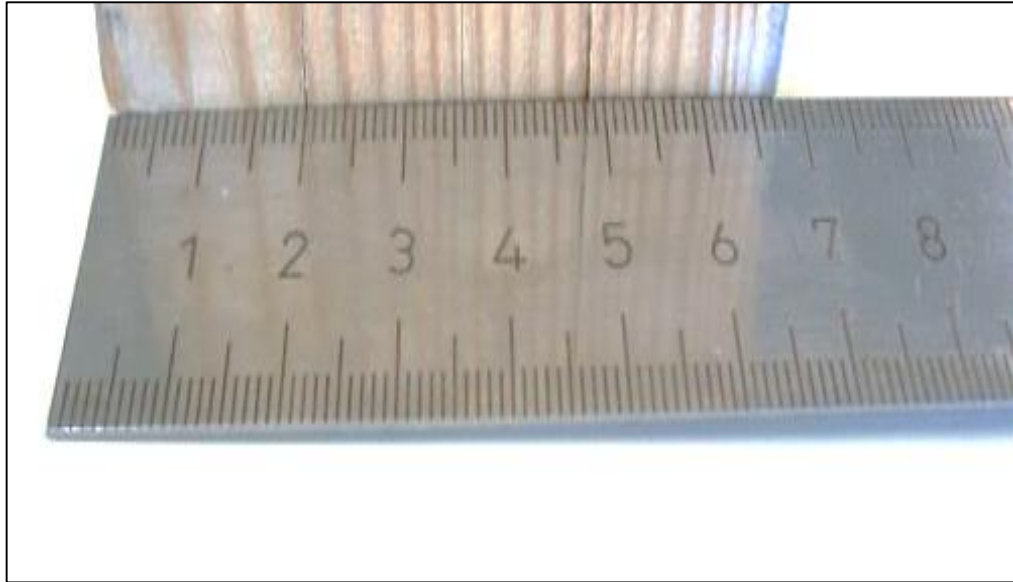


Figura 110 Regla para establecer las profundidades ahuellamientos.



Figura 111 Cinta métrica

FOTOGRAFÍAS DE FALLAS ENCONTRADAS POR CADA CUADRA

CALLE BUENOS AIRES ENTRE (03 DE JUNIO CON CALLE
CONQUISTADORES)



Figura 112. Vista panorámica de la Calle buenos Aires cuadra 1



Figura 113. Calle buenos Aires entre (Ca. 03 de junio y Ca. Conquistadores) cuadra 1. Se observa el daño de la grieta lineal de severidad media.



Figura 114. Calle buenos Aires entre (Ca. 03 de junio y Ca. Conquistadores) cuadra 1. Se observa el daño de la grieta lineal de severidad Alta.



Figura 115. Calle buenos Aires entre (Ca. 03 de junio y Ca. Conquistadores) cuadra 1. Se observa el daño de la grieta de esquina de severidad Baja.



Figura 116 Calle buenos Aires entre (Ca. 03 de junio y Ca. Conquistadores) cuadra 1. Se observa el daño de la Losa Dividida de severidad Media.



Figura 117 Calle buenos Aires entre (Ca. 03 de junio y Ca. Conquistadores) cuadra 1.
Se observa el daño de la losa dividida de severidad Alta.

CALLE BUENOS AIRES ENTRE (CA. CONQUISTADORES CON CA. ROSA
MERINO)



Figura 118. Calle buenos Aires entre (Ca. Conquistadores con Ca. Rosa Merino) cuadra 2. Se observa el daño de Escala de severidad Medio de 12 mm.



Figura 119 Calle buenos Aires entre (Ca. Conquistadores con Ca. Rosa Merino) cuadra 2. Se observa el daño de Losa Dividida de severidad Alto.



Figura 120 Calle buenos Aires entre (Ca. Conquistadores con Ca. Rosa Merino) cuadra 2.
Se observa el daño de Grieta Lineal de severidad Medio.



Figura 121 Calle buenos Aires entre (Ca. Conquistadores con Ca. Rosa Merino) cuadra 2.
Se observa el daño de descascaramiento de junta de severidad Bajo.



Figura 122 Calle buenos Aires entre (Ca. Conquistadores con Ca. Rosa Merino) cuadra 2.

Se observa el daño de Desconchamiento de severidad Bajo.

CALLE BUENOS AIRES ENTRE (CA. ROSA MERINO CON CA. PANTOJA)



Figura 123 Calle buenos Aires entre (Ca. Rosa Merino con Ca. Pantoja) cuadra 3. Se observa el daño de Escala de severidad Medio de 15 mm.



Figura 124 Calle buenos Aires entre (Ca. Rosa Merino con Ca. Pantoja) cuadra 3. Se observa el daño de Grieta Lineal de severidad Bajo.



Figura 125 Calle buenos Aires entre (Ca. Rosa Merino con Ca. Pantoja) cuadra 3. Se observa el daño de Grieta Lineal de severidad Medio.



Figura 126 Calle buenos Aires entre (Ca. Conquistadores con Ca. Rosa Merino) cuadra 2. Se observa el daño de descascaramiento de esquina de severidad Medio.



Figura 127 Calle buenos Aires entre (Ca. Conquistadores con Ca. Rosa Merino) cuadra 2.

Se observa el daño de Loza Divida de severidad Alto.

CALLE BUENOS AIRES ENTRE (CA. PANTOJA CON CA. CHUQUIPIONDO)



Figura 128 Calle buenos Aires entre (Ca. Conquistadores con Ca. Chuquipiondo) cuadra 4.
Se observa el daño de Grieta Lineal de severidad Medio.



Figura 129 Calle buenos Aires entre (Ca. Conquistadores con Ca. Chuquipiondo) cuadra 4.
Se observa el daño de Parcheo de severidad Bajo.



Figura 130 Calle buenos Aires entre (Ca. Conquistadores con Ca. Chuquipiondo) cuadra 4. Se observa el daño de Grieta Lineal severidad Medio.



Figura 131 Calle buenos Aires entre (Ca. Rosa Merino con Ca. Chuquipiondo) cuadra 4. Se observa el daño de Escala de severidad Medio de 10 mm.



Figura 132 Calle buenos Aires entre (Ca. Rosa Merino con Ca. Chuquipiondo) cuadra 4. Se observa el daño de losa Dividida de severidad Alto.

CALLE BUENOS AIRES ENTRE (CA. CHUQUIPIONDO CON AV. 28 DE JULIO)



Figura 133 Calle buenos Aires entre (Ca. Chuquipiondo con Av. 28 de Julio) cuadra 5.
Se observa el daño de descascaramiento de junta de severidad Alto.



Figura 134 Calle buenos Aires entre (Ca. Chuquipiondo con Av. 28 de julio) cuadra 5.
Se observa el daño de Escala de severidad Medio de 12 mm.



Figura 135 Calle buenos Aires entre (Ca. Chuquipiondo con Av. 28 de julio) cuadra 5.
Se observa el daño de Grieta Lineal de severidad Medio Bajo.



Figura 136 Calle buenos Aires entre (Ca. Chuquipiondo con Av. 28 de julio) cuadra 5.
Se observa el daño de descascaramiento de esquina de severidad Medio.



Figura 137 Calle buenos Aires entre (Ca. Chuquipiondo con Av. 28 de julio) cuadra 5.
Se observa el daño de Grieta de Esquina de severidad Medio.



Figura 138 Foto panorámica de la Calle buenos Aires cuadra 5

PLANOS

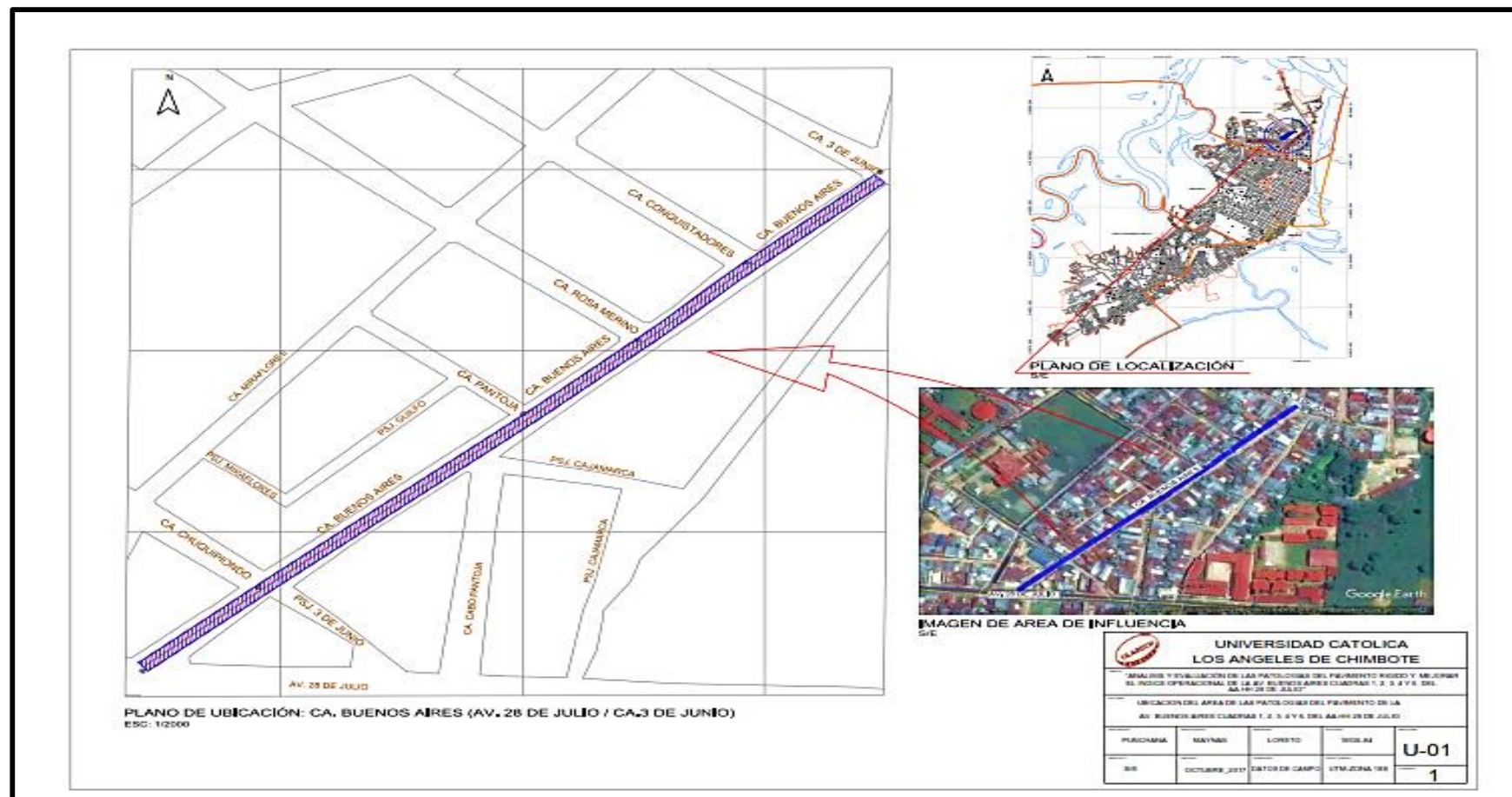


Figura 139 Plano de ubicación y localización 01: Lugar de estudio de unidades de muestra Buenos Aires entre Av. 28 de Julio con Ca. 3 de junio, en el distrito de Punchana, provincia de Maynas, departamento de Loreto.



Figura 140 Plano de ubicación 02: Lugar de estudio calle Buenos Aires entre Av. 28 de Julio con Ca. 3 de junio, en el distrito de Punchana, provincia de Maynas, departamento de Loreto