

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**“EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO MEDIANTE EL ÍNDICE DE  
CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI) EN LA VÍA AEROPUERTO – DESVÍO A  
OTUZCO - CAJAMARCA - 2018”**

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

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:  
BRIONES GAMARRA MIGUEL ANGEL**

**ASESOR:  
MSc. Ing. SERGIO HUAMAN SANGAY**

Cajamarca – Perú

2018

## **DEDICATORIA**

A Dios y a mis padres Gladys y David, que con su esfuerzo se preocuparon en brindarme educación, ejemplo, fuerza en mis estudios y un amor incondicional, guiando mi vida dentro de la rectitud y los valores, este logro no sería posible sin ellos.

A mis hermanos Iris, Roberto, Kelly quienes estuvieron en mis buenos y malos momentos, dándome dicha y bienestar en mi vida.

A mi hermana María del Rosario, que desde el cielo cuida a toda mi familia.

A mis sobrinos Ximena, Danitza, Juan David y Sofía, que son mi alegría.

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia, a mis padres por apoyarme en mis proyectos y cumplir con mi preparación profesional, no ha sido sencillo el camino, pero gracias a su amor e inmensa bondad se ha logrado, les agradezco de todo corazón.

A mi Universidad, a todos mis docentes que fueron parte de este proceso integral de formación y al Ing. Sergio Huamán Sangay, que con sus conocimientos y experiencia me guiaron en la elaboración de la presente tesis.

A mis amigos Eduardo y César que me ayudaron en el proceso de este trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT.....	XIII
CAPÍTULO I.....	14
1.1 INTRODUCCIÓN.....	14
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.4 HIPÓTESIS.....	15
1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.6 ALCANCES O DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.7 OBJETIVOS.....	16
1.7.1 OBJETIVO GENERAL.....	16
1.7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
1.8 DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS.....	17
CAPÍTULO II.....	18
MARCO TEÓRICO.....	18
2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS.....	18
2.1.1 INTERNACIONALES.....	18
2.1.2 NACIONALES.....	19
2.1.3 LOCALES.....	20
2.2 BASES TEÓRICAS.....	21
2.2.1 PAVIMENTO ASFÁLTICO.....	21
2.2.2 ELEMENTOS DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO.....	22
2.2.2.1 SUBRASANTE.....	22

2.2.2.2	SUBBASE .....	22
2.2.2.3	BASE.....	23
2.2.2.4	CAPA DE RODADURA O CARPETA ASFÁLTICA .....	23
2.2.3	FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES.....	23
2.2.3.1	PIEL DE COCODRILO .....	25
2.2.3.2	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE .....	26
2.2.3.3	GRIETAS PARABÓLICAS (SLIPPAGE).....	27
2.2.3.4	GRIETAS DE BORDE .....	28
2.2.3.5	GRIETAS DE REFLEXIÓN DE JUNTA.....	29
2.2.3.6	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES .....	30
2.2.3.7	ABULTAMIENTOS (BUMPS) Y HUNDIMIENTOS (SAGS) .....	31
2.2.3.8	CORRUGACIÓN.....	32
2.2.3.9	DEPRESIÓN .....	32
	MEDIDA: m <sup>2</sup> .....	33
2.2.3.10	AHUELLAMIENTO.....	33
2.2.3.11	DESPLAZAMIENTO .....	34
2.2.3.12	HINCHAMIENTO .....	35
	MEDIDA: m <sup>2</sup> .....	36
2.2.3.13	HUECOS .....	36
	DESCRIPCIÓN.....	36
2.2.3.14	METEORIZACIÓN / DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS.....	37
2.2.3.15	EXUDACIÓN .....	38
2.2.3.16	PULIMENTO DE AGREGADOS .....	39
2.2.3.17	DESNIVEL CARRIL / BERMA.....	39
2.2.3.18	PARCHEO Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PÚBLICOS .....	40
2.2.4	ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI) .....	41
2.3	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	42

CAPÍTULO III .....	45
MATERIALES <sup>7</sup> Y MÉTODOS.....	45
3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....	45
3.2 PROCEDIMIENTO .....	47
3.2.1 INSPECCIÓN .....	47
3.2.2 MUESTREO Y UNIDADES DE MUESTRA .....	47
3.2.3 UNIDADES DE MUESTRA.....	49
3.3 APLICACIÓN DEL MÉTODO.....	51
3.3.1 CÁLCULO DEL PCI PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES .....	51
3.3.2 CÁLCULO DEL PCI DE LA SECCIÓN .....	53
3.4 MATERIALES E INSTRUMENTOS .....	54
3.5 TRATAMIENTO, ANÁLISIS DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	
55	
3.5.1 DATOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN.....	55
3.5.2 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DEL ESTADO DEL PAVIMENTO.....	56
3.5.3 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE LA UNIDAD DE MUESTRA ..	61
3.5.3.1 UNIDAD DE MUESTRA U-01 .....	61
3.5.3.2 UNIDAD DE MUESTRA U-02.....	63
3.5.3.3 UNIDAD DE MUESTRA U-03.....	66
3.5.3.4 UNIDAD DE MUESTRA U-04.....	69
3.5.3.5 UNIDAD DE MUESTRA U-05.....	72
3.5.3.6 UNIDAD DE MUESTRA U-06.....	75
3.5.3.7 UNIDAD DE MUESTRA U-07.....	78
3.5.3.8 UNIDAD DE MUESTRA U-08.....	81
3.5.3.9 UNIDAD DE MUESTRA U-09.....	84
3.5.3.10 UNIDAD DE MUESTRA U-10.....	87
3.5.3.11 UNIDAD DE MUESTRA U-11.....	90

3.5.3.12 UNIDAD DE MUESTRA U-12.....	93
3.5.3.13 UNIDAD DE MUESTRA U-13.....	96
3.5.3.14 UNIDAD DE MUESTRA U-14.....	99
3.5.3.15 UNIDAD DE MUESTRA U-15.....	102
3.5.3.16 UNIDAD DE MUESTRA U-16.....	105
3.5.3.17 UNIDAD DE MUESTRA U-17.....	108
3.5.3.18 UNIDAD DE MUESTRA U-18.....	111
CAPÍTULO IV .....	114
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	114
4.1 INFORMACIÓN PRELIMINAR .....	114
4.1.1 ESTUDIO DE TRÁFICO DE LA VÍA .....	114
4.1.2 ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO (IMD).....	124
4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	124
4.3 INTERVENCIÓN DE ACUERDO A RANGOS DE CALIFICACIÓN .....	131
4.4 CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	132
4.5 CAUSAS DE LAS FALLAS EXISTENTES .....	132
4.6 PROPUESTAS DE SOLUCIÓN .....	133
CAPÍTULO V .....	134
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	134
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	136
ANEXOS.....	137
A: CURVAS DE VALOR DEDUCIDO FALLAS PAVIMENTO FLEXIBLE .....	137
B: DATOS TOPOGRÁFICOS.....	146

## ÍNDICE DE TABLAS PROCEDIMIENTO PARA LA INSPECCIÓN DEL PCI

Tabla I- 1-Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U1. ....	57
Tabla I- 2-Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U2. ....	64
Tabla I- 3-Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U3. ....	67
Tabla I- 4-Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U4. ....	70
Tabla I- 5-Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U5. ....	73
Tabla I- 6-Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U6. ....	76
Tabla I- 7-Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U7. ....	79
Tabla I- 8-Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U8. ....	82
Tabla I- 9-Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U9. ....	85
Tabla I- 10-Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U10. ....	88
Tabla I- 11-Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U11. ....	91
Tabla I- 12-Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U12. ....	94
Tabla I- 13-Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U13. ....	97
Tabla I- 14-Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U14. ....	100
Tabla I- 15-Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U15. ....	103
Tabla I- 16-Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U16. ....	106

Tabla I- 17- Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U17. ....	109
Tabla I- 18- Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U18. ....	112

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-Rangos del PCI.....	41
Tabla 2-ASTM 6433-03 Método de Evaluación del PCI.....	50
Tabla 3. Hoja de registro de datos .....	54
Tabla 4-Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U1.....	60
Tabla 5-Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U2.....	65
Tabla 6-Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U3.....	68
Tabla 7-Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U4.....	71
Tabla 8-Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U5.....	74
Tabla 9-Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U6.....	77
Tabla 10-Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U7.....	80
Tabla 11-Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U8.....	83
Tabla 12-Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U9.....	86
Tabla 13-Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U10.....	89
Tabla 14-Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U11.....	92
Tabla 15-Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U12.....	95
Tabla 16-Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U13.....	98
Tabla 17-Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U14.....	101
Tabla 18-Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U15.....	104
Tabla 19-Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U16.....	107
Tabla 20-Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U17.....	110
Tabla 21.Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U18.....	113
Tabla 22. Conteo de Tráfico Vehicular Lunes .....	115
Tabla 23. Conteo de Tráfico Vehicular Martes .....	116
Tabla 24. Conteo de Tráfico Vehicular Miércoles .....	117
Tabla 25. Conteo de Tráfico Vehicular Jueves.....	118
Tabla 26. Conteo de Tráfico Vehicular Viernes.....	119
Tabla 27. Conteo de Tráfico Vehicular Sábado .....	121

Tabla 28. Conteo de Tráfico Vehicular Domingo .....	122
Tabla 29. Sumatoria de PCI.....	124
Tabla 30-Resumen de resultados de la inspección del PCI-ASTM D6433-03 de la vía Aeropuerto desvío a Otuzco. ....	126

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1-Esquema típico del paquete estructural de un pavimento asfáltico. ....	21
Fig. 2-Fallas Piel de Cocodrilo. ....	26
Fig. 3-Fallas Agrietamiento en bloque. ....	27
Fig. 4-Fallas Grietas Parabólicas (Slippage). ....	28
Fig. 5-Fallas Grietas de Borde. ....	28
Fig. 6-Fallas Grietas de Reflexión de Junta.....	29
Fig. 7-Fallas Grietas Longitudinales y Transversales. ....	30
Fig. 8-Fallas Abultamientos y Hundimientos.....	31
Fig. 9-Fallas Corrugación. ....	32
Fig. 10-Fallas Depresión. ....	33
Fig. 11-Fallas Ahuellamiento. ....	34
Fig. 12-Fallas Desplazamiento. ....	35
Fig. 13-Fallas Hinchamiento. ....	35
Fig. 14-Fallas Huecos. ....	36
Fig. 15-Fallas meteorización / desprendimiento de agregados.....	37
Fig. 16-Fallas Exudación. ....	38
Fig. 17-Fallas Pulimento de agregados. ....	39
Fig. 18-Fallas Desnivel Carril/Berma.....	40
Fig. 19-Fallas Parcheo. ....	41
Fig. 20-Ubicación (Plano Región - Provincia Cajamarca). ....	45
Fig. 21-Ubicación (Plano Distrito Cajamarca). ....	46
Fig. 22-Valor deducido más alto (CDV) vs. Número de valores deducidos (DV).....	52
Fig. 23-Corrección de los valores deducidos.....	52
Fig. 24-Wincha de 50 m. ....	54
Fig. 25-Wincha de 8 m. ....	54
Fig. 26-Regla de Aluminio. ....	55
Fig. 27-Curvas de valor deducido para la falla de piel de cocodrilo. ....	58

Fig. 28-Curvas de valor deducido para la falla de grieta de borde.....	58
Fig. 29-Curvas de valor deducido para la falla de grietas longitudinales y transversales...	59
Fig. 30-Curvas de valor deducido para la falla de parches.....	59
Fig. 31-Curvas de valor deducido para la falla de huecos.....	60
Fig. 32-Curvas de valor deducido corregido para fallas del pavimento flexible.....	61
Fig. 33. (Parche) .....	62
Fig. 34. (Piel de cocodrilo) .....	63
Fig. 35. (Grieta Longitudinal).....	65
Fig. 36. (Parche) .....	65
Fig. 37. (Piel de cocodrilo).....	68
Fig. 38. (Piel de cocodrilo).....	68
Fig. 39. (Piel de cocodrilo).....	71
Fig. 40. (Desprendimiento de agregados).....	71
Fig. 41. (grieta longitudinal).....	74
Fig. 42. (parches).....	74
Fig. 43. (parches).....	77
Fig. 44. (grieta longitudinal).....	77
Fig. 45. (Piel de cocodrilo).....	80
Fig. 46. (Grieta longitudinal).....	80
Fig. 47. (Desprendimiento de agregados).....	83
Fig. 48. (Parche) .....	83
Fig. 49. (Piel de cocodrilo).....	86
Fig. 50. (Parche) .....	86
Fig. 51. (parches).....	89
Fig. 52. (parches).....	89
Fig. 53. (Grieta de borde) .....	92
Fig. 54. (Agrietamiento) .....	92
Fig. 55. (Agrietamiento).....	95
Fig. 56. (Desnivel carril berma).....	95
Fig. 57. (parches).....	98
Fig. 58. (Agrietamiento) .....	98
Fig. 59. (parches).....	101
Fig. 60. (Agrietamiento).....	101

Fig. 61. (Piel de cocodrilo).....	104
Fig. 62. (parches).....	104
Fig. 63. (parches y hueco) .....	107
Fig. 64. (parches).....	107
Fig. 65. (Hueco).....	110
Fig. 66. (parches).....	110
Fig. 67. (Parches).....	113
Fig. 68. (huecos).....	113
Fig. 69. Resumen de porcentajes del estado del pavimento de la vía.....	127
Fig. 70. Total, de índices de condición del pavimento de las secciones de la vía.....	127
Fig. 71. PCI en toda la extensión de la vía Aeropuerto desvío a Otuzco. ....	128
Fig. 72. Porcentaje de fallas en la vía Aeropuerto desvío a Otuzco. ....	130
Fig. 73-Escala de Graduación y tipo de intervención según escala de PCI.....	132

## **RESUMEN**

Esta tesis trata de la evaluación del pavimento asfáltico mediante el índice de condición de pavimento (PCI) en la vía aeropuerto – desvío a Otuzco - Cajamarca – 2018. La vía es de Tercera Clase, de tipo I, red vial vecinal, cuenta con una longitud de 3990 metros, un ancho de calzada de 6 metros, una pendiente mínima de 0.4% y una máxima de 2 %, un bombeo de 1.5 % y su velocidad directriz es de 50 km/h. El pavimento está constituido por una carpeta asfáltica de 3.5cm y una base granular de 20 cm.; según el estudio de tráfico tiene un IMD de 314 vehículos por día. Para la aplicación del método se contaron con unidades de muestra de 40 m. de longitud y un área de 240 m<sup>2</sup> cada una. Según el tipo de fallas identificadas, se determinó el grado de afectación por cada combinación de la clase de daño, nivel de severidad y densidad que se tiene sobre la condición del pavimento asfáltico de esta vía. De acuerdo al estudio se ha encontrado que el primer kilómetro de la vía (0+000 - 1+000), el pavimento está en un estado Bueno; el segundo kilómetro de la vía (1+000 - 2+000), el pavimento está en un estado Regular; el tercer kilómetro de la vía (2+000 - 3+000), el pavimento se encuentra en un estado Regular y el kilómetro final de la vía (3+000 - 3+990) se encuentra en un estado Malo. Analizando todas las unidades de muestra, el cálculo del Índice de Condición de Pavimento PCI ponderado de la vía aeropuerto desvío a Otuzco es 48.56, dando un estado del pavimento Regular.

### **PALABRAS CLAVES:**

Índice de Condición del Pavimento, Fallas, Niveles de severidad, Reparación.

## **ABSTRACT**

This thesis consists in the evaluation of the current state of the pavement of the airport road - detour to Otuzco - Cajamarca – 2018. The road is of Third Class, according to its orography is of type I, belongs to the local road network, has a length of 3990 meters, a width of road of 6 meters, a minimum slope of 0.4% and a maximum of 2%, a pumping of 1.5% and its driving speed is 50 km / h. The pavement consists of an asphalt folder of 3.5 cm and a granular base of 20 cm.; According to the traffic study, it has an IMD of 314 vehicles per day. For the application of the method, 40 m sample units were available. in length and an area of 240 m<sup>2</sup> each. According to the type of failures identified, the degree of affectation was determined for each combination of the damage class, level of severity and density that is had on the condition of the asphalt pavement of this Way. According to the study it has been found that the first kilometer of the road (0 + 000 - 1 + 000), the pavement is in a Good state; the second kilometer of the track (1 + 000 - 2 + 000), the pavement is in a Regular state; the third kilometer of the road (2 + 000 - 3 + 000), the pavement is in a Regular state and the final kilometer of the road (3 + 000 - 3 + 990) is in a bad state. Analyzing all the sample units, the calculation of the Paved PCI Pavement Condition Index of the Airport via detour to Otuzco is 48.56, giving a Regular pavement status.

### **KEY WORDS:**

Pavement condition index, Failures, Levels of severity, Repair.

# **CAPÍTULO I**

## **1.1 INTRODUCCIÓN**

El eje productivo con mayor incidencia dentro del Producto Bruto Interno de una nación son sus redes viales, el crecimiento y desarrollo tiene que ver directamente con éstas, todas las industrias que mueven a un país y generan movimiento económico, están sujetas a la condición de las vías.

Según el MTC, el transporte vial constituye: el 80% del total del transporte de pasajeros y más del 60% del transporte de carga. Adicionalmente, se estima que el gasto en vías representa entre un 5% y un 10% del total de gastos de un gobierno y puede alcanzar hasta el 20% del presupuesto nacional.

Es por esto, que se debe de presentar a la infraestructura vial en el Perú, como carácter primordial, ya que, de carecerlo, no podremos llegar a un óptimo desarrollo ni alcanzar niveles de crecimiento importantes.

Un método de evaluación para determinar la condición del pavimento es el “procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos” (ASTM D6433-03) o mejor conocido como “Método PCI” (Pavement Condition Index); que por medio de inspecciones visuales y medidas determina el estado en que se encuentra una vía, dependiendo del tipo, cantidad y severidad de las fallas presentes.

En esta tesis se determina el estado actual en que se encuentra el pavimento flexible, de la vía entre el aeropuerto y desvío a Otuzco – Cajamarca -2018.

En ésta vía se inspeccionó cada falla, de acuerdo a su grado de afectación y características propias existentes, siguiendo el procedimiento descrito en el método, se estimó el estado real del pavimento.

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El mantenimiento de las vías es cada vez un problema inevitable para los municipios a nivel nacional, es notable la ausencia de un sistema de gestión vial, que ayude a remediar este vacío en el Perú. Así mismo; ésto ha motivado un impulso en los procedimientos de evaluación, gestión y rehabilitación de pavimentos que permitan el desarrollo en la infraestructura vial.

Una de las principales limitaciones de la infraestructura en Cajamarca es el insuficiente desarrollo de la infraestructura de transporte, la que debiera contribuir significativamente a la integración territorial, al desarrollo de actividades productivas y al crecimiento económico, facilitando el traslado de personas y el intercambio de bienes y servicios, entre los distritos de Cajamarca, Otuzco, Combayo, Baños de Inca y centro poblado El Cerrillo entre otros.

Además no se llevado a cabo un mantenimiento adecuado ni se ha tomado en cuenta el plan de vida de la vía aeropuerto – desvío a Otuzco - Cajamarca, es decir, no se ha evaluado el comportamiento de la vía con el paso del tiempo, donde se observó innumerables fallas en el pavimento (agrietamientos, huecos, desprendimientos, parches en mal estado), ya sea por los materiales usados, proceso constructivo o por acción de la naturaleza, afectando así, al transporte personal, comercial y de industrias.

## **1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

El problema que da origen a la siguiente investigación se formula así:

¿Cuál es estado del pavimento flexible en la vía aeropuerto – desvío a Otuzco - Cajamarca - 2018?

## **1.4 HIPÓTESIS**

El estado del pavimento flexible de la vía aeropuerto – desvío a Otuzco - Cajamarca es regular.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación se justifica por la necesidad de conocer el estado actual del pavimento asfáltico de la vía aeropuerto – desvío a Otuzco - Cajamarca - 2018.

Debido a las diferentes cargas actuantes, la frecuencia de las mismas y la acción de la naturaleza frente al pavimento, así como la mala calidad de los materiales, errores constructivos, deficiente sistema de drenaje y subdrenaje, pueden llegar a ocasionar diferentes tipos de fallas. Muchas de ellas se encuentran en la vía aeropuerto – desvío a Otuzco - Cajamarca, que dificultan el tránsito normal de los vehículos que circulan por esta vía.

Es por esto que la información que brinde este proyecto sirva para futuras disposiciones que pudiera realizar la autoridad local, con el fin de subsanar o mejorar el pavimento asfáltico de ésta vía.

## **1.6 ALCANCES O DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente tesis tiene como alcance la evaluación del estado del pavimento flexible, determinado por el Índice de Condición de Pavimento de la vía aeropuerto – Desvío a Otuzco – Cajamarca - 2018; iniciando en el aeropuerto (Intersectando con Luis Rebaza Neyra) hasta el desvío a Otuzco en un estudio de 04 km de vía.

## **1.7 OBJETIVOS**

### **1.7.1 OBJETIVO GENERAL**

- Realizar la evaluación del pavimento asfáltico mediante el Índice de Condición de Pavimento (PCI) en la vía aeropuerto – desvío a Otuzco - Cajamarca - 2018.

### **1.7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a. Realizar el levantamiento topográfico de la vía en estudio.
- b. Identificar el tipo de fallas que existen en el pavimento de la vía aeropuerto – desvío a Otuzco – Cajamarca - 2018.
- c. Determinar el Índice de Condición de Pavimento.
- d. Proporcionar alternativas de solución para un mantenimiento adecuado de la vía.

## **1.8 DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS**

Esta tesis se divide en cinco capítulos. El primero trata del contexto y el problema, analizamos una pregunta de la problemática principal, se formula la hipótesis de donde parte la investigación, se justifica el trabajo y se resalta la importancia, alcances y objetivos de la investigación.

En el segundo, se expuso el marco teórico, se vieron los antecedentes teóricos de la investigación de antigüedad no mayor de 15 años, las bases teóricas, fundamentos para la investigación y definición de términos básicos, fallas que afectan al pavimento, indicando grado de severidad, medición y reparación, apoyados en la literatura y describiendo cada término usado en la tesis.

En el tercero se explica los materiales y el procedimiento del método: se describe paso a paso y con detalle, siguiendo un orden cronológico del muestreo de unidades, el cálculo del PCI, los criterios de inspección, etc. De manera que otros investigadores puedan repetir el proceso.

En el cuarto se analizó los resultados, se describió la zona de estudio y se detalló el procedimiento de inspección realizado. Presentando las hojas de registro, con el respectivo cálculo del índice de condición de pavimento para cada unidad de muestra analizada.

En el último capítulo se plantearon las conclusiones y recomendaciones más pertinentes, derivadas del tratamiento de los resultados.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS**

##### **2.1.1 INTERNACIONALES**

Ibarra Holguín, OA. (2016). En ésta tesis el autor realiza un estudio puntual de elementos como la estructura de vía y conociendo las dificultades que tiene la Av. Guano. Ibarra procedió a plantear la evaluación de esta vía por las dificultades que tiene y la seguridad del tráfico en este sector importante y de ese ambiente poblado como es la cooperativa Juan Montalvo, las constantes fallas existentes en ese tramo hacen que se dañen los vehículos. Verificó que las fallas también son producidas por la cantidad masiva de vehículos generando también un mal estado, así como la inapropiada clasificación vial existente en dicho lugar. Por estas razones es que las vías sufren daños a corto plazo. Determinó además que la vía se encuentra en un grado de deterioro alto ocasionando accidentes y también que el índice de condición del pavimento (PCI) de la vía Guano ubicada en la Cooperativa Juan Montalvo fue de 39, calificado como MALO. Los materiales en que está conformado el pavimento flexible de la vía Guano no cumplieron con las especificaciones dadas por el MOP. De acuerdo a los cálculos realizados mediante el número estructural del pavimento flexible existente se pudo conocer que la vía presentó una resistencia estructural baja en comparación a la de diseño.

Ruiz Brito, CA. (2011). En ésta tesis, Ruiz Brito diagnosticó detalladamente las fallas sufridas por varios proyectos de pavimentos del país y particularmente en la zona norte de Manabí, y que en base a un seguimiento riguroso se pudo constatar las diferentes causas que las provocaron. Justificó elaborar diseños y ensayos en el laboratorio, para verificar si las características de los materiales utilizados en esta vía son los más adecuados. 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 su tesis, y de conformidad a los ensayos y estudios realizados, concluyó que este proyecto fue contratado considerando únicamente un perfil técnico, sin que se haya realizado estudios de suelos y cimentación 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 y por lo tanto deterioro en los pavimentos.

### 2.1.2 NACIONALES

Rodríguez Velásquez, ED. (2010). En ésta tesis el autor tiene como objetivo aplicar el método PCI para determinar el Índice de Condición de Pavimento en la Av. Luis Montero. Mil trecientos metros lineales de pista han sido estudiados a detalle para identificar las fallas existentes y cuantificar el estado de la vía. En éste trabajo de investigación, Rodríguez Velásquez realizó un diagnóstico visual para el tramo de la vía existente Av. 24 de junio y Av. Argentina, haciendo uso del método PCI, según el criterio y parámetros de la Norma ASTM 5340-98. Así mismo, determinó el estado en que se encuentra la red de pavimento flexible de la Av. Luis Montero, que consta de dos tramos de 600 metros lineales cada uno (de acuerdo a los dos sentidos de vía existentes). El tramo 1 se divide en 3 secciones, mientras que el tramo 2 tiene una sola sección. Inspeccionó un total de 32 unidades de muestra (16 por tramo). Finalmente, tomando todas las unidades de muestra sin distinción de tramos, calculó el PCI ponderado de los 1200 metros de la Av. Luis Montero, resultado igual a 49, es decir, que el estado real del pavimento de la vía analizada, fue Regular. Esta condición del pavimento se debió gracias a las obras de reparación realizadas el año 2008 (bacheos y riego de liga en determinadas áreas) que han aminorado la formación de fallas como fisuras, baches, depresiones, etc. mejorado la calidad del pavimento. Esto también ayudó a que no se registraran fallas como piel de cocodrilo, que suelen ser muy dañinas para el pavimento.

Camposano Olivera; García Cárdenas. (2012). En esta oportunidad los autores, realizaron una evaluación bajo el criterio y parámetros de la Norma ASTM 5340-98 Método de Evaluación del PCI, el cual pretende saber las condiciones actuales de la estructura y la superficie de rodadura, con un trabajo de campo, en el cual realizaron el recorrido de la vía anotando las fallas localizadas y determinando la severidad de las mismas, haciendo uso de instrumentos de medición y el catálogo de fallas para pavimentos asfálticos, después del levantamiento de fallas se realiza el trabajo en gabinete con el cálculo final de PCI, siendo este el primer paso para lograr una vía pavimentada de mejor calidad y que cumpla correctamente su tiempo de vida útil. Las fallas que Olivera y García hallaron en 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, ahuellamientos, y desprendimientos de agregados. Las causas principales

de las fallas localizadas en el diagnóstico de la vía fueron principalmente: la condición climática de la zona, las cargas de tránsito, materiales de baja calidad y una base inestable. En la inspección visual y diagnóstico vial realizado al tramo en estudio, mediante el procedimiento PCI (Índice de condición del Pavimento), concluyeron 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 los rangos de clasificación.

### **2.1.3 LOCALES**

Hernández Mejía, WA. (2014). Esta tesis lo realiza un ex alumno de la Universidad Nacional de Cajamarca, tiene como objetivo aplicar el método PCI para determinar el Índice de Condición de Pavimento de la carretera Jancos – San Miguel de Pallaques. Dos mil ochocientos metros lineales que estudió a detalle para identificar las fallas existentes y cuantificar el estado de la vía. Su análisis determinó que el 37% del total de unidades de muestra inspeccionadas presentan un estado de pavimento en buen estado (PCI entre 55 y 70); después le sigue un 25% de unidades de muestra inspeccionadas presentan un estado de pavimento regular (PCI entre 40 y 55); un 14% de unidades de muestra en estado malo (PCI entre 25 y 40); un 11% de unidades de muestra con un pavimento de muy buen estado (PCI entre 70 y 85); un 9% de unidades de muestra de muy mala condición (PCI entre 10 y 25). Finalmente, un 4% hace referencia a un pavimento fallado (PCI entre 0 y 10). Hernández no encontró pavimentos excelentes ni fallados. Finaliza obteniendo un PCI de 50, lo que corresponde a un estado Regular.

Rabanal Pajares, JE. (2014). El trabajo realizado en esta tesis consistió en el empleo del índice PCI. Para llegar a él; Rabanal llevó a cabo una inspección visual detallada en toda la superficie del pavimento y sus elementos del drenaje. La sección que estudió consta de dos carriles que propician un ancho de circulación de 6.10 m en una longitud de 2400 m. Su superficie total de 14 640 m<sup>2</sup> se subdividió en unidades de análisis de 37.5 m de largo y 228.75 m<sup>2</sup> de área cada una. Esta magnitud está dentro de las recomendaciones del procedimiento PCI que sugiere unidades entre los  $232 \pm 93$  m<sup>2</sup>. De esta manera evaluó 64 unidades de prueba, las que fueron todas identificadas en el terreno mediante sus límites y un número. El autor encontró que las fallas con mayor nivel de severidad que se presentan en el pavimento flexible de la Vía de Evitamiento Norte son: baches en mal estado, Piel de

Cocodrilo y agrietamientos Longitudinales, Transversales y Agrietamiento en bloque. El pavimento flexible de la vía de Evitamiento Norte entre el Jr. San Ginez y la Antigua Vía de Evitamiento Norte de la ciudad de Cajamarca en el año 2014, según la evaluación mediante el método del Índice de la condición del Pavimento (PCI) tuvo un valor de  $PCI = 49$  y en concordancia con la escala de evaluación del PCI, concluyó que el estado actual de dicho pavimento es Regular.

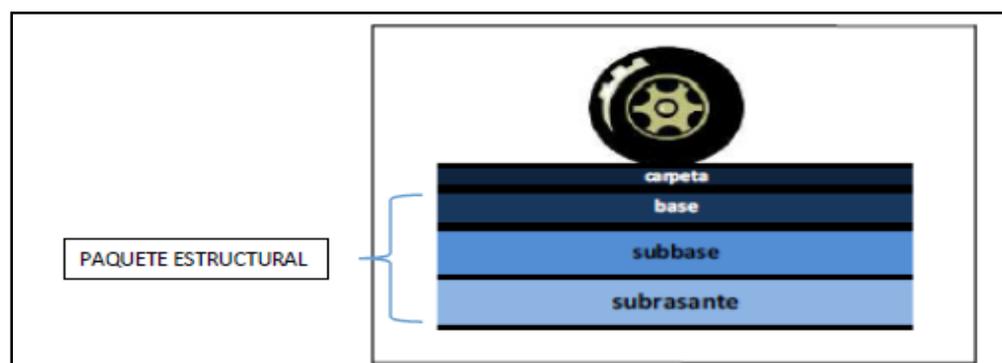
## 2.2 BASES TEÓRICAS

### 2.2.1 PAVIMENTO ASFÁLTICO

De acuerdo a la Norma AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), existen dos puntos de vista para definir un pavimento: el de la Ingeniería y el del usuario.

De acuerdo a la Ingeniería, el pavimento es un elemento estructural que se encuentra apoyado en toda su superficie sobre el terreno de fundación llamado subrasante. Esta capa debe estar preparada para soportar un sistema de capas de espesores diferentes, denominado paquete estructural, diseñado para soportar cargas externas durante un determinado período de tiempo.

Fig. 1-Esquema típico del paquete estructural de un pavimento asfáltico.



Fuente: Vásquez Valera PCI.

Desde el punto de vista del usuario, el pavimento es una superficie que debe brindar comodidad y seguridad cuando se transite sobre ella. Debe proporcionar un servicio de calidad, de manera que influya positivamente en el estilo de vida de las personas.

Las diferentes capas de material seleccionado que conforman el paquete estructural, reciben directamente las cargas de tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada. Es por ello que todo pavimento deberá presentar la resistencia adecuada para

soportar los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua, así como abrasiones y punzonamientos (esfuerzos cortantes) producidos por el paso de personas o vehículos, la caída de objetos o la compresión de elementos que se apoyan sobre él.

Otras condiciones necesarias para garantizar el apropiado funcionamiento de un pavimento son el ancho de la vía; el trazo horizontal y vertical definido por el diseño geométrico; y la adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento, aún en condiciones húmedas.

Estructura simple o compuesta que tiene una superficie regularmente alisada destinada a la circulación de personas, animales y/o vehículos. Su estructura es una combinación de cimienta, firme y revestimiento, colocada sobre un terreno de fundación resistente a las cargas, a los agentes climatológicos y a los efectos abrasivos del tránsito. (Mora 2008).

Se conoce como pavimento al conjunto de capas de materiales seleccionados que reciben en forma directa las cargas de tránsito y las transmiten a las capas inferiores, distribuyéndolas con uniformidad para tener una operación rápida y cómoda. (Zagaceta I, Romero R. 2008).

Los pavimentos flexibles están constituidos por las siguientes capas: carpeta asfáltica, base, subbase y subrasante. Se explicará a detalle cada uno de estos elementos.

## **2.2.2 ELEMENTOS DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO**

### **2.2.2.1 SUBRASANTE**

Es la superficie que sirve de fundación al pavimento. Está constituida por el suelo y se puede representar en corte, relleno o una combinación de los dos.

### **2.2.2.2 SUBBASE**

Es la primera capa de la estructura del pavimento que se dispone sobre la sub-rasante, con el fin de facilitar un buen drenaje en el pavimento y permitir la construcción del resto de la estructura.

En esta capa se presenta una disipación parcial de esfuerzos. Tiene capacidad de absorber algunos cambios de volumen de la sub-rasante y puede sustituir económicamente parte de la base.

No siempre es utilizada en los diseños. Se construye con material con menos exigencias y por ende mucho más económico que el utilizado en la base.

### **2.2.2.3 BASE**

Es la capa que se construye sobre la sub-base, y en su construcción se emplean materiales de mejor calidad y con mejores especificaciones de construcción. Su importancia radica en su capacidad estructural y de protección del resto de pavimento. Además, permite la circulación de vehículos mientras se construye la capa de rodadura.

Esta capa es indispensable para cualquier sistema de pavimentos, ya que en ella se presenta la mayor disipación de esfuerzos.

Según Olivera (1994), aunque las bases y sub – base tienen características semejantes, las sub- bases son de menor calidad. La sub – base es la capa de material que se constituye directamente sobre la terracería y su función es:

- Reducir el costo de pavimento disminuyendo el espesor de la base.
- Proteger a la base aislándola de la terracería, ya que, si el material de la terracería se introduce en la base, puede sufrir cambios volumétricos generados al cambiar las condiciones de humedad dando como resultado una disminución en la resistencia de la base.

### **2.2.2.4 CAPA DE RODADURA O CARPETA ASFÁLTICA**

Es la capa superior del pavimento y sobre ella circulan los vehículos durante la vida útil de ésta.

Debe ser resistente a la abrasión generada por el tráfico y a la agresión del medio ambiente. Tiene la función de proteger la estructura, impermeabilizándola superficie del pavimento, debe ser suave y de superficie continua para que sea cómoda la circulación de vehículos sobre ella, y debe ser rugosa para asegurar la adherencia de los vehículos. Según Thompson (2010).

### **2.2.3 FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES**

Las fallas son el resultado de interacciones complejas de diseño, materiales, construcción, tránsito vehicular y medio ambiente. Estos factores combinados, son la causa del deterioro progresivo del pavimento, situación que se agrava, al no darle un mantenimiento adecuado a la vía.

Existen dos tipos de fallas: estructurales y funcionales. Las primeras, son las que originan un deterioro en el paquete estructural del pavimento, disminuyendo la cohesión de las capas

y afectando su comportamiento frente a cargas externas. Las fallas funcionales, en cambio, afectan la transitabilidad, es decir, la calidad aceptable de la superficie de rodadura, la estética de la pista y la seguridad que brinda al usuario.

Para pavimentos flexibles los daños pueden ser agrupados en 4 categorías:

A. FISURAS:

- Piel de cocodrilo.
- Agrietamiento en bloque.
- Grieta de borde.
- Grieta de reflexión de junta.
- Grietas longitudinales y transversales.
- Grietas parabólicas o por deslizamiento.

B. DEFORMACIONES SUPERFICIALES:

- Abultamientos y hundimientos.
- Corrugación.
- Depresión.
- Ahuellamiento.
- Desplazamiento.
- Hinchamiento.

C. DESINTEGRACIÓN DE PAVIMENTOS O DESPRENDIMIENTOS:

- Huecos.
- Meteorización / desprendimiento de agregados.

D. OTRAS FALLAS:

- Exudación.
- Pulimento de agregados.
- Desnivel carril-berma.
- Parches.

## **A. FISURAS**

### **2.2.3.1 PIEL DE COCODRILO**

#### **DESCRIPCIÓN**

Las grietas de fatiga o piel de cocodrilo son una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo acción repetida de las cargas de tránsito. El agrietamiento se inicia en el fondo de la capa asfáltica (o base estabilizada) donde los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión son mayores bajo la carga de una rueda. Inicialmente, las grietas se propagan a la superficie como una serie de grietas longitudinales paralelas. Después de repetidas cargas de tránsito, las grietas se conectan formando polígonos con ángulos agudos que desarrollan un patrón que se asemeja a una malla de gallinero o a la piel de cocodrilo. Generalmente, el lado más grande de las piezas no supera 60 cm.

El agrietamiento de la piel de cocodrilo ocurre únicamente en áreas sujetas a cargas repetidas de tránsito, tales como las huellas de las llantas. Por lo tanto, no podría producirse sobre la totalidad de un área a menos que esté sujeta a cargas tránsito en toda su extensión.

#### **NIVELES DE SEVERIDAD**

**L: Bajo:** Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela. Las grietas no están descascaradas, es decir, no presentan rotura del material a lo largo de los lados de la grieta.

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

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

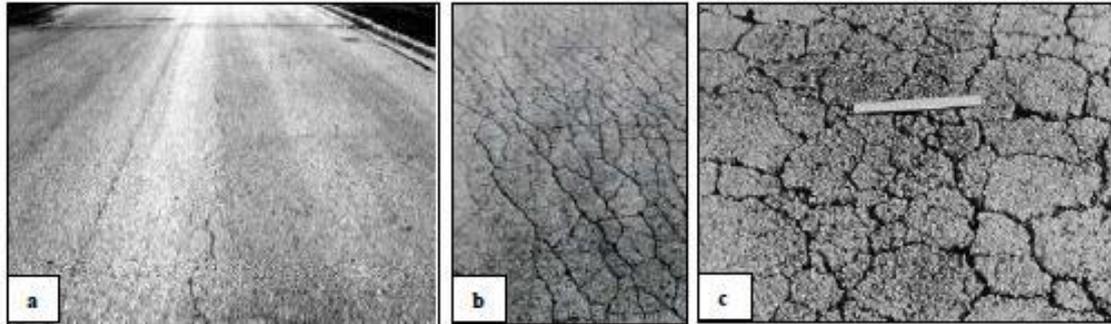
#### **REPARACIÓN**

**L:** No se hace nada sello superficial. Sobrecarpeta.

**M:** Parcheo parcial o en toda la profundidad (full Depth). sobrecarpeta, reconstrucción.

**H:** Parcheo parcial o (full Depth). sobrecarpeta, reconstrucción.

Fig. 2-Fallas Piel de Cocodrilo.



Fuente: manual del PCI

**MEDIDA: m<sup>2</sup>**

### 2.2.3.2 AGRIETAMIENTO EN BLOQUE

#### DESCRIPCIÓN

Son grietas interconectadas que dividen el pavimento en pedazos. Los bloques varían de 0.30 m x 0.30 m a 3 x 3 m. Se originan principalmente por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diarios (lo cual origina ciclos diarios de esfuerzo/deformación unitaria). Las grietas en bloque no están asociadas a cargas e indican que el asfalto se ha endurecido significativamente. Normalmente ocurre sobre una gran porción del pavimento, pero algunas veces aparecerá únicamente en áreas sin tránsito. Difiere de la piel de cocodrilo en que este último forma pedazos más pequeños, de muchos lados y con ángulos agudos. También, a diferencia de los bloques, la piel de cocodrilo es originada por cargas repetidas de tránsito y, por lo tanto, se encuentra únicamente en áreas sometidas a cargas vehiculares (por los menos en su primera etapa).

#### NIVELES DE SEVERIDAD

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

**M: Medio:** Bloques definidos por grietas de severidad media.

**H: Alto:** Bloques definidos por grietas de severidad media.

#### REPARACIÓN

**L:** Sellado de grietas con ancho mayor a 3 mm. Riego de sello.

**M:** Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.

**H:** Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.

Fig. 3-Fallas Agrietamiento en bloque.



Fuente: manual del PCI

**MEDIDA:** m<sup>2</sup>

### 2.2.3.3 GRIETAS PARABÓLICAS (SLIPPAGE)

#### DESCRIPCIÓN

Son grietas parabólicas por deslizamiento (slippage) son grietas en forma de media luna creciente. Son producidas cuando las ruedas que frenan o giran inducen al deslizamiento o la deformación de la superficie del pavimento. Usualmente ocurre en presencia de una mezcla asfáltica de baja resistencia, o de una liga pobre entre la superficie y la capa siguiente en la estructura de pavimento. Este daño no tiene relación alguna con procesos de inestabilidad geotécnica de la calzada.

#### NIVELES DE SEVERIDAD

**L: Bajo:** Ancho promedio de la grieta menor que 10 mm.

**M: Medio:** Ancho promedio de la grieta entre 10 mm y 38 mm. y el área alrededor de la grieta está fracturada en pequeños pedazos ajustados.

**H: Alto:** Ancho promedio de la grieta mayor que 38 mm. y el área alrededor de la grieta está fracturada en pedazos fácilmente removibles.

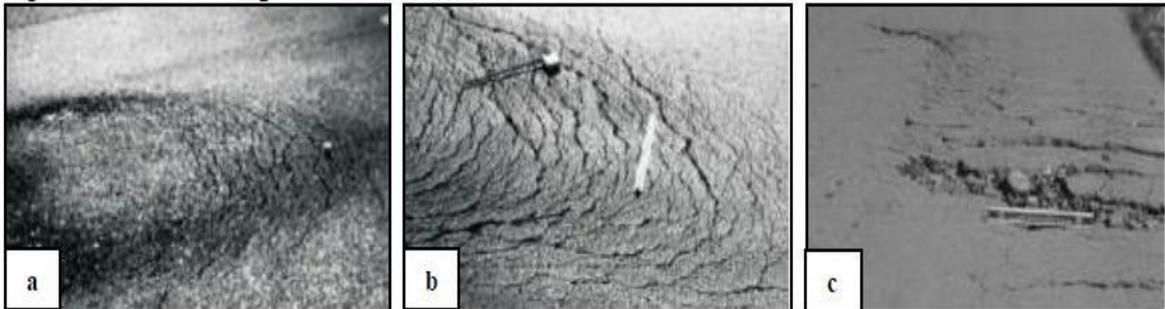
#### REPARACIÓN

**L:** No se hace nada. Parcheo parcial.

**M:** Parcheo parcial.

**H:** Parcheo parcial.

Fig. 4-Fallas Grietas Parabólicas (Slippage).



Fuente: manual del PCI

**MEDIDA:** m<sup>2</sup>

#### 2.2.3.4 GRIETAS DE BORDE

##### DESCRIPCIÓN

Son paralelas y generalmente están a una distancia entre 30 y 60 cm del borde exterior del pavimento. Este daño se acelera por las cargas de tránsito y puede originarse por debilitamiento, debido a condiciones climáticas, de base o de la sub rasante próximas al borde del pavimento. El área entre la grieta y el borde del pavimento se clasifica de acuerdo con la forma como se agrieta (a veces tanto que los pedazos pueden removerse).

##### NIVELES DE SEVERIDAD

**L: Bajo:** Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento.

**M: Medio:** Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento.

**H: Alto:** Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde.

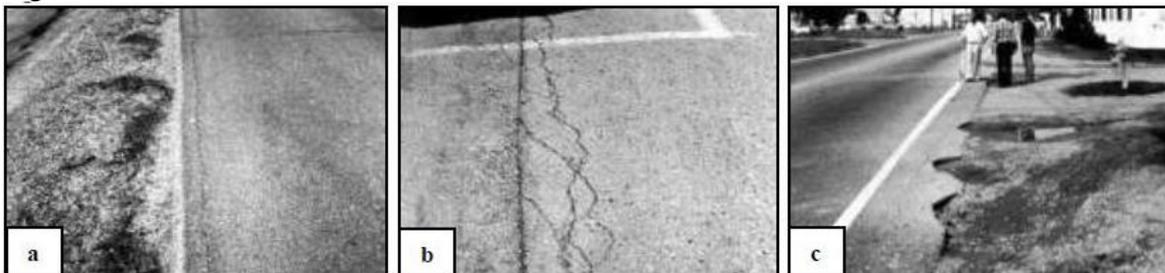
##### REPARACIÓN

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

**M:** Sellado de grietas. Parcheo parcial - profundo.

**H:** Parcheo parcial – profundo.

Fig. 5-Fallas Grietas de Borde.



Fuente: manual del PCI

**MEDIDA:** ml

### 2.2.3.5 GRIETAS DE REFLEXIÓN DE JUNTA

#### DESCRIPCIÓN

Ocurre sólo en pavimentos con superficie asfáltica construidos sobre una losa de concreto de cemento Portland. No incluye las grietas de reflexión de otros tipos de base (por ejemplo, estabilizadas con cemento o cal). Estas grietas son causadas principalmente por el movimiento de la losa de concreto de cemento Portland, inducido por temperatura o humedad, bajo la superficie de concreto asfáltico. Este daño no está relacionado con las cargas; sin embargo, las cargas del tránsito pueden causar la rotura del concreto asfáltico cerca de la grieta.

#### NIVELES DE SEVERIDAD

**L: Bajo:** Grieta sin relleno de ancho menor que 10 mm. O grieta rellena de cualquier ancho.

**M: Medio:** Grieta sin relleno con ancho entre 10 mm y 76 mm. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76 mm. rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.

**H: Alto:** Cualquier grieta rellana o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad. Grieta sin relleno de más de 76 mm.

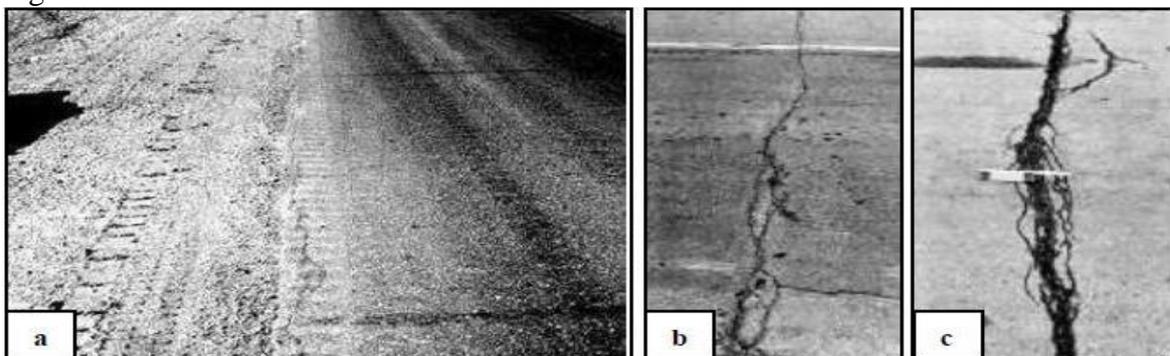
#### REPARACIÓN

**L:** Sellado para anchos superiores a 3 mm.

**M:** Sellado de grietas. Parcheo de profundidad parcial.

**H:** Parcheo de profundidad parcial – reconstrucción de la junta.

Fig. 6-Fallas Grietas de Reflexión de Junta.



Fuente: manual del PCI

**MEDIDA:** ml

### 2.2.3.6 GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES

#### DESCRIPCIÓN

Estas grietas son paralelas al eje del pavimento o a la dirección de la construcción. Causadas por.

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

Estas grietas No están asociadas con cargas.

#### NIVELES DE SEVERIDAD

**L: Bajo:** Grieta sin relleno de ancho menor que 10 mm. O grieta rellena de cualquier ancho.

**M: Medio:** Grieta sin relleno con ancho entre 10 mm y 76 mm. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76 mm. rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio. Grieta rellena de cualquier ancho rodeada de un agrietamiento aleatorio.

**H: Alto:** Cualquier grieta rellana o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad. Grieta sin relleno de más de 76 mm. Grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento están severamente fracturadas.

#### REPARACIÓN

**L:** No se hace nada. Sellado de grietas de ancho superiores a 3 mm.

**M:** Sellado de grietas.

**H:** Sellado de grietas. Parcheo parcial.

Fig. 7-Fallas Grietas Longitudinales y Transversales.



Fuente: manual del PCI

**MEDIDA: ml**

## B. DEFORMACIONES SUPERFICIALES

### 2.2.3.7 ABULTAMIENTOS (BUMPS) Y HUNDIMIENTOS (SAGS)

#### DESCRIPCIÓN

Son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento. Se diferencian de los desplazamientos, pues estos últimos son causados por pavimentos inestables. Los abultamientos, causas:

- Levantamiento o combadura de losas de cemento Portland con una sobrecarpeta de concreto asfáltico.
- Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo).
- Infiltración y elevación del material en una grieta en combinación con las cargas del tránsito (“tenting”).

#### NIVELES DE SEVERIDAD

**L: Bajo:** Originan una calidad de tránsito da baja severidad.

**M: Medio:** Originan una calidad de tránsito da severidad media.

**H: Alto:** Originan una calidad de tránsito da severidad alta.

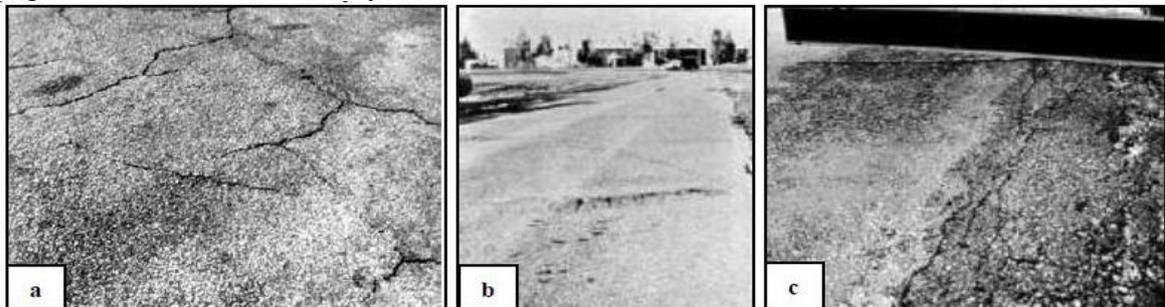
#### REPARACIÓN

**L:** No se hace nada.

**M:** Reciclado en frío. Parcheo profundo o parcial.

**H:** Reciclado en frío. Parcheo profundo o parcial. Sobrecarpeta.

Fig. 8-Fallas Abultamientos y Hundimientos.



Fuente: manual del PCI

**MEDIDA:** ml

### 2.2.3.8 CORRUGACIÓN

#### DESCRIPCIÓN

También llamada lavadero, es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastante regulares, usualmente a menos de 3 m. las cimas son perpendiculares a la dirección del tránsito. Causado por la acción del tránsito combinada con una carpeta o base inestables. Si los abultamientos ocurren en una serie con menos de 3 m. de separación entre ellos, cualquiera sea la causa, el daño se llama corrugación.

#### NIVELES DE SEVERIDAD

**L: Bajo:** Originan una calidad de tránsito da baja severidad.

**M: Medio:** Originan una calidad de tránsito da severidad media.

**H: Alto:** Originan una calidad de tránsito da severidad alta.

#### REPARACIÓN

**L:** No se hace nada.

**M, H:** Parcheo superficial, profundo o parcial.

Fig. 9-Fallas Corrugación.



Fuente: manual del PCI

**MEDIDA:** m<sup>2</sup>

### 2.2.3.9 DEPRESIÓN

#### DESCRIPCIÓN

Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor. Las depresiones suaves solo son visibles después de la lluvia, cuando el agua almacenada forma un baño de pájaros. En el pavimento seco las depresiones pueden ubicarse gracias a las manchas causadas por el agua almacenada. Las depresiones son formadas por el asentamiento de la sub rasante o por una construcción incorrecta.

Originan alguna rugosidad y cuando son suficientemente profundas o están llenas de agua pueden causar hidroplaneo.

### **NIVELES DE SEVERIDAD**

**L: Bajo:** 13 a 25 mm.

**M: Medio:** 25 a 51 mm.

**H: Alto:** más de 51 mm.

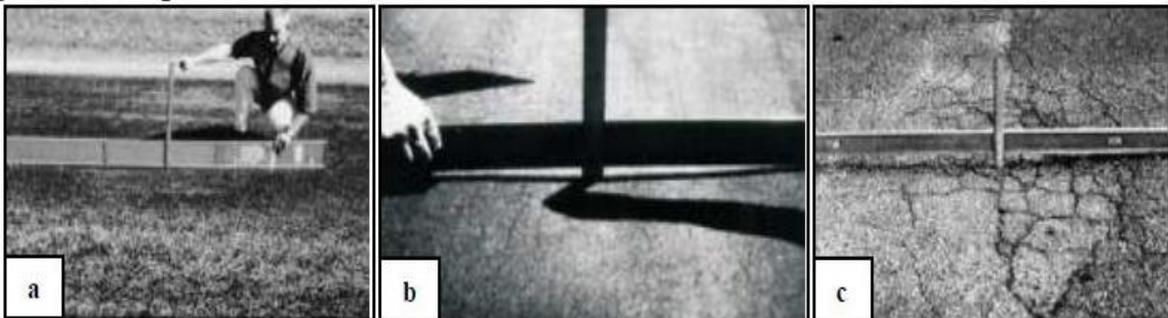
### **REPARACIÓN**

**L:** No se hace nada.

**M:** Reconstrucción.

**H:** Reconstrucción.

Fig. 10-Fallas Depresión.



Fuente: manual del PCI

**MEDIDA:** m<sup>2</sup>

#### **2.2.3.10 AHUELLAMIENTO**

##### **DESCRIPCIÓN**

Es una depresión en la superficie de las huellas de las ruedas. Puede presentarse el levantamiento del pavimento a lo largo de los lados del ahuellamiento, pero, en muchos casos, este es visible después de la lluvia, cuando las huellas estén llenas de agua. El ahuellamiento se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante, usualmente producida por consolidación o movimiento lateral de los materiales debidos a la carga del tránsito. Un ahuellamiento importante puede conducir a una falla estructural considerable del pavimento.

## NIVELES DE SEVERIDAD

**L: Bajo:** 6 a 13 mm.

**M: Medio:** 13 a 25 mm.

**H: Alto:** más de 25 mm.

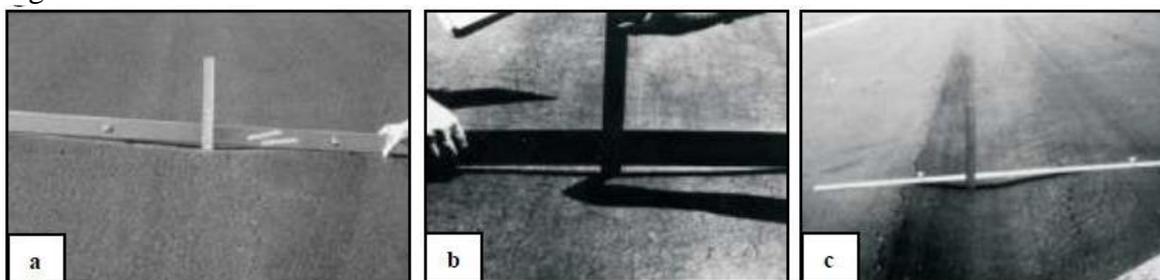
## REPARACIÓN

**L:** No se hace nada. Fresado y sobrecarpeta.

**M:** Parcheo superficial, profundo o parcial. Fresado y sobrecarpeta.

**H:** Parcheo superficial, profundo o parcial. Fresado y sobrecarpeta.

Fig. 11-Fallas Ahuellamiento.



Fuente: manual del PCI

**MEDIDA:** m<sup>2</sup>

### 2.2.3.11 DESPLAZAMIENTO

#### DESCRIPCIÓN

Es un corrimiento longitudinal y permanente de un área localizada de la superficie del pavimento producido por las cargas del tránsito. Cuando el tránsito empuja contra el pavimento, produce una onda corta y abrupta en la superficie. Normalmente, este daño sólo ocurre en pavimentos con mezclas de asfalto líquido inestables (cutback o emulsión).

#### NIVELES DE SEVERIDAD

**L: Bajo:** Originan una calidad de tránsito da baja severidad.

**M: Medio:** Originan una calidad de tránsito da severidad media.

**H: Alto:** Originan una calidad de tránsito da severidad alta.

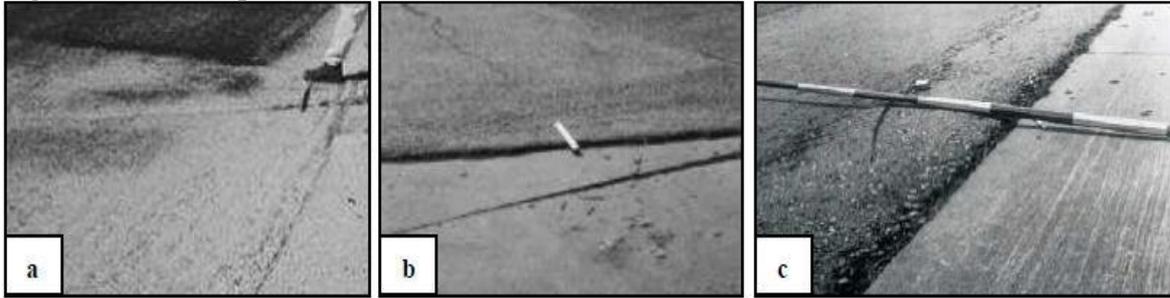
#### REPARACIÓN

**L:** No se hace nada. Fresado.

**M:** Parcheo superficial, profundo o parcial. Fresado.

**H:** Parcheo superficial, profundo o parcial. Fresado.

Fig. 12-Fallas Desplazamiento.



Fuente: manual del PCI

**MEDIDA:** m<sup>2</sup>

### 2.2.3.12 HINCHAMIENTO

#### DESCRIPCIÓN

Se caracteriza por un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento-una onda larga y gradual con una longitud mayor que 3 m. el hinchamiento puede estar acompañado de agrietamiento superficial. Usualmente, este daño es causado por el congelamiento en la subrasante o por suelos potencialmente expansivos.

#### NIVELES DE SEVERIDAD

**L: Bajo:** Originan una calidad de tránsito da baja severidad. Detectado en el límite de velocidad, produciendo un movimiento hacia arriba.

**M: Medio:** Originan una calidad de tránsito da severidad media.

**H: Alto:** Originan una calidad de tránsito da severidad alta.

#### REPARACIÓN

**L:** No se hace nada.

**M, H:** No se hace nada. Reconstrucción.

Fig. 13-Fallas Hinchamiento.



Fuente: manual del PCI

**MEDIDA: m<sup>2</sup>**

## **C. DESINTEGRACIÓN DE PAVIMENTOS O DESPRENDIMIENTOS**

### **2.2.3.13 HUECOS**

#### **DESCRIPCIÓN**

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

#### **NIVELES DE SEVERIDAD**

Si el diámetro del hueco es mayor que 76.2 cm, debe dividirse el área entre 0.47 m<sup>2</sup>, para sacar el número de huecos equivalentes, profundidad menor de 1" (severidad media), profundidad mayor de 1" (severidad alta).

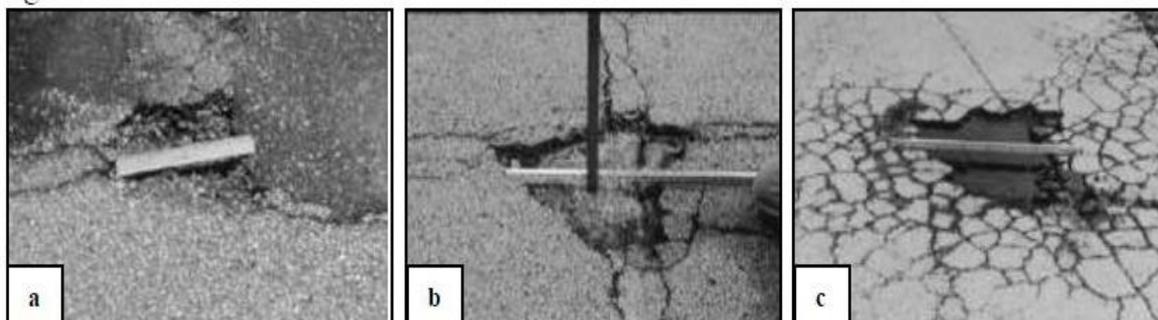
#### **REPARACIÓN**

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

**M:** Parcheo parcial o profundo.

**H:** Parcheo profundo.

Fig. 14-Fallas Huecos.



Fuente: manual del PCI

**MEDIDA: UND.**

### 2.2.3.14 METEORIZACIÓN / DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS

#### DESCRIPCIÓN

Son la pérdida de la superficie del pavimento debido a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado. Este daño indica que, o bien el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable o que la mezcla presente es de pobre calidad. Además, el desprendimiento es causado por ciertos tipos de tránsito, por ejemplo, vehículos de orugas.

#### NIVELES DE SEVERIDAD

**L: Bajo:** Han comenzado a perderse los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse. En el caso de derramamiento de aceite, puede verse la mancha del mismo, pero la superficie es dura, no puede penetrarse con una moneda.

**M: Medio:** Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada. En el caso de derramamiento de aceite, la superficie es suave y se penetra con una moneda.

**H: Alto:** Se han perdido considerablemente los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores que 10 mm y profundidades menores que 13 mm. En el caso del derramamiento de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto ligante y el agregado está suelto. Áreas ahuecadas mayores se consideran huecos.

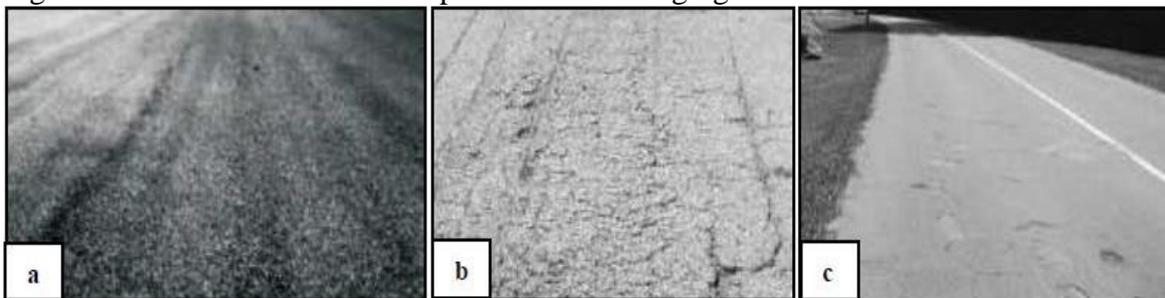
#### REPARACIÓN

**L:** No se hace nada. Sello superficial. Tratamiento superficial.

**M:** Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta.

**H:** Tratamiento superficial. Sobrecarpeta, reciclaje. Reconstrucción.

Fig. 15-Fallas meteorización / desprendimiento de agregados.



Fuente: manual del PCI

**MEDIDA: m<sup>2</sup>**

## D. OTRAS FALLAS

### 2.2.3.15 EXUDACIÓN

#### DESCRIPCIÓN

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

#### NIVELES DE SEVERIDAD

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

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

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

#### REPARACIÓN

**L:** No se hace nada.

**M:** Se aplica arena / agregados y cilindrado.

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

Fig. 16-Fallas Exudación.



Fuente: manual del PCI

**MEDIDA: m<sup>2</sup>**

### 2.2.3.16 PULIMENTO DE AGREGADOS

#### DESCRIPCIÓN

Este daño es causado por la repetición de cargas de tránsito. Cuando el agregado en la superficie se vuelve suave al tacto, la adherencia con las llantas del vehículo se reduce considerablemente. Cuando la porción de agregado que está sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye de manera significativa a reducir la velocidad del vehículo. El pulimento debe contarse cuando un examen revela que el agregado que se extiende sobre la superficie es degradable y que la superficie del mismo es suave al tacto.

#### NIVELES DE SEVERIDAD

**L, M, H:** No se define ningún nivel de severidad.

#### REPARACIÓN

**L, M, H:** No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobrecarpeta.

Fig. 17-Fallas Pulimento de agregados.



Fuente: manual del PCI

**MEDIDA:** m<sup>2</sup>

### 2.2.3.17 DESNIVEL CARRIL / BERMA

#### DESCRIPCIÓN

Es una diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma. Este daño se debe a la erosión de la berma, el asentamiento berma o la colocación de sobrecarpetas en la calzada sin ajustar el nivel de la berma.

#### NIVELES DE SEVERIDAD

**L: Bajo:** La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma está entre 25 y 51 mm.

**M: Medio:** La diferencia está entre 51 y 102 mm.

**H: Alto:** La diferencia en elevación es mayor que 102 mm.

## REPARACIÓN

**L, M, H:** Re nivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.

Fig. 18-Fallas Desnivel Carril/Berma.



Fuente: manual del PCI

**MEDIDA:** ml

### 2.2.3.18 PARCHEO Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PÚBLICOS

#### DESCRIPCIÓN

Es un área de pavimento la cual ha sido reemplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente. Un parche se considera un defecto, no importa que tan bien se comporte (usualmente, un área parchada o el área adyacente no se comportan tan bien como la sección original).

#### NIVELES DE SEVERIDAD

**L: Bajo:** El parche está en buena condición buena y satisfactorio. Calidad de tránsito de baja severidad.

**M: Medio:** El parche está moderadamente deteriorado. Calidad de tránsito de severidad media.

**H: Alto:** El parche está muy deteriorado. Calidad de tránsito de severidad alta. Requiere pronta sustitución.

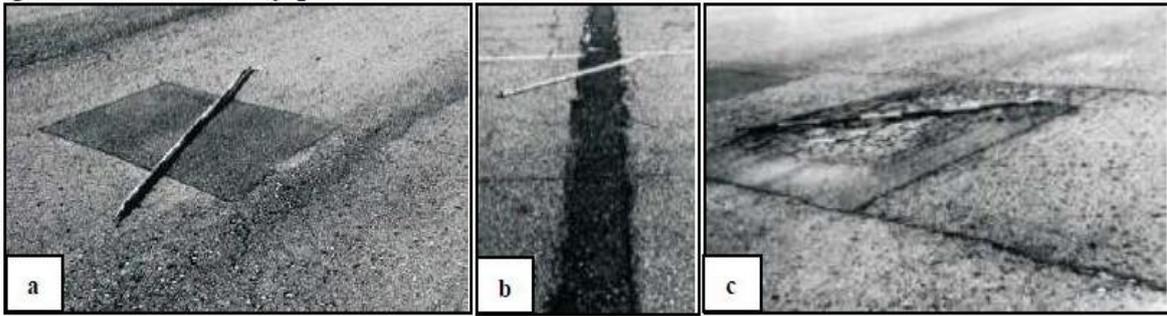
#### REPARACIÓN

**L:** No se hace nada.

**M:** No se hace nada. Sustitución del parche.

**H:** Sustitución del parche.

Fig. 19-Fallas Parcheo.



Fuente: manual del PCI

**MEDIDA: m<sup>2</sup>**

## 2.2.4 ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)

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

El 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 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

Tabla 1

Rangos del PCI

RANGO	CLASIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Fuente: manual del PCI

### 2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Según resolución directoral N° 02-2018-MTC/14, Lima, 12 de enero del 2018, aprobada por Resolución Ministerial N° 660 – 2008 – MTC/02.

- **ABRASIÓN:** Desgaste mecánico de agregados y rocas resultante de la fricción y/o impacto.
- **AHUELLAMIENTO:** Surcos o huellas que se producen en la superficie de rodadura de una carretera pavimentada o no pavimentada y que son el resultado de la consolidación o movimiento lateral de los materiales por efectos del tránsito.
- **ASFALTO:** Material cementante, de color marrón oscuro a negro, constituido principalmente por betunes de origen natural u obtenidos por refinación del petróleo. El asfalto se encuentra en proporciones variables en la mayoría del crudo de petróleo.
- **BACHEO:** Actividad de mantenimiento rutinario que consiste en rellenar y compactar los baches o depresiones que pudieran presentarse en la superficie de rodadura.
- **BERMA:** Franja longitudinal, paralela y adyacente a la superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencia.
- **CARRETERA PAVIMENTADA:** Carretera cuya superficie de rodadura, está conformada por mezcla bituminosa (flexible) o de concreto Portland (rígida).
- **COTA DE RASANTE:** Valor numérico de un punto topográfico que representa el nivel terminado o rasante referido a un BENCH MARK (BM).
- **DESINTEGRACIÓN:** Separación progresiva de partículas de agregado en el pavimento, desde la superficie hacia abajo o desde los bordes hacia el interior. La desintegración puede ser causada por falta de compactación, construcción de una capa muy delgada en periodos fríos, agregado sucio o desintegrable, muy poco asfalto en la mezcla, o sobrecalentamiento de la mezcla asfáltica.
- **EMULSIÓN SELLANTE:** Mezcla semifluida de una emulsión asfáltica y un árido fino.
- **FISURA:** Fractura fina en la superficie de rodadura, de varios orígenes, con un ancho igual o menor a 3 milímetros.
- **IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA:** Aplicación de un material bituminoso, de baja viscosidad, para recubrir y aglutinar las partículas minerales, previamente a la colocación de una capa de mezcla asfáltica.

- **MANTENIMIENTO o CONSERVACIÓN PERIÓDICA:** Es el conjunto de actividades, programables cada cierto período, que se realizan en las vías para recuperar sus condiciones de servicio. Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas, principalmente, a: i) reposición de capas de rodadura, reciclado de pavimento, recapeo, colocación de capas nivelantes, tratamientos superficiales y sellos, ii) aplicación de soluciones básicas, técnicamente evaluadas y ambientalmente sostenibles, en las capas de rodadura, iii) reparación puntual de capas inferiores del pavimento. Este tipo de actividades se realizan por la modalidad de ejecución presupuestaria directa o indirecta; siendo que, en este último caso, se sustentarán en términos de referencia formulados en base a los “Estudios de Mantenimiento o Conservación Vial por Niveles de Servicio” o en “Criterios Básicos de Ingeniería”, previamente aprobados.
- **MANTENIMIENTO VIAL:** Conjunto de actividades técnicas destinadas a preservar en forma continua y sostenida el buen estado de la infraestructura vial, de modo que se garantice un servicio óptimo al usuario; puede ser de naturaleza rutinaria o periódica.
- **MEZCLA ASFÁLTICA:** Es una mezcla en frío procesada en planta u otros medios, compuesta por agregados gruesos y finos, material bituminoso y de ser el caso aditivos de acuerdo a diseño y especificaciones técnicas. Es utilizada como capa de rodadura y forma parte de la estructura del pavimento.
- **RASANTE:** Nivel terminado de la superficie de rodadura. La línea de rasante se ubica en el eje de la vía.
- **RECAPEO ASFÁLTICO:** Colocación de una o más capas de mezcla asfáltica sobre la superficie de rodadura de un pavimento existente con fines de mantenimiento o rehabilitación.
- **RECONSTRUCCIÓN:** Renovación completa de una obra de infraestructura vial, previa demolición parcial o completa de la existente, pudiendo modificarse sus características originales.
- **REHABILITACIÓN:** Ejecución de las obras necesarias para devolver a la infraestructura vial sus características originales y adecuarla a su nuevo periodo de servicio; las cuales están referidas principalmente a reparación y/o ejecución de pavimentos, puentes, túneles, obras de drenaje, de ser el caso movimiento de tierras en zonas puntuales y otros.
- **RIEGO DE LIGA:** Aplicación delgada y uniforme de material asfáltico sobre una superficie existente de asfalto o de concreto hidráulico, con la finalidad de asegurar la adherencia entre la capa de rodadura existente y la de cobertura.

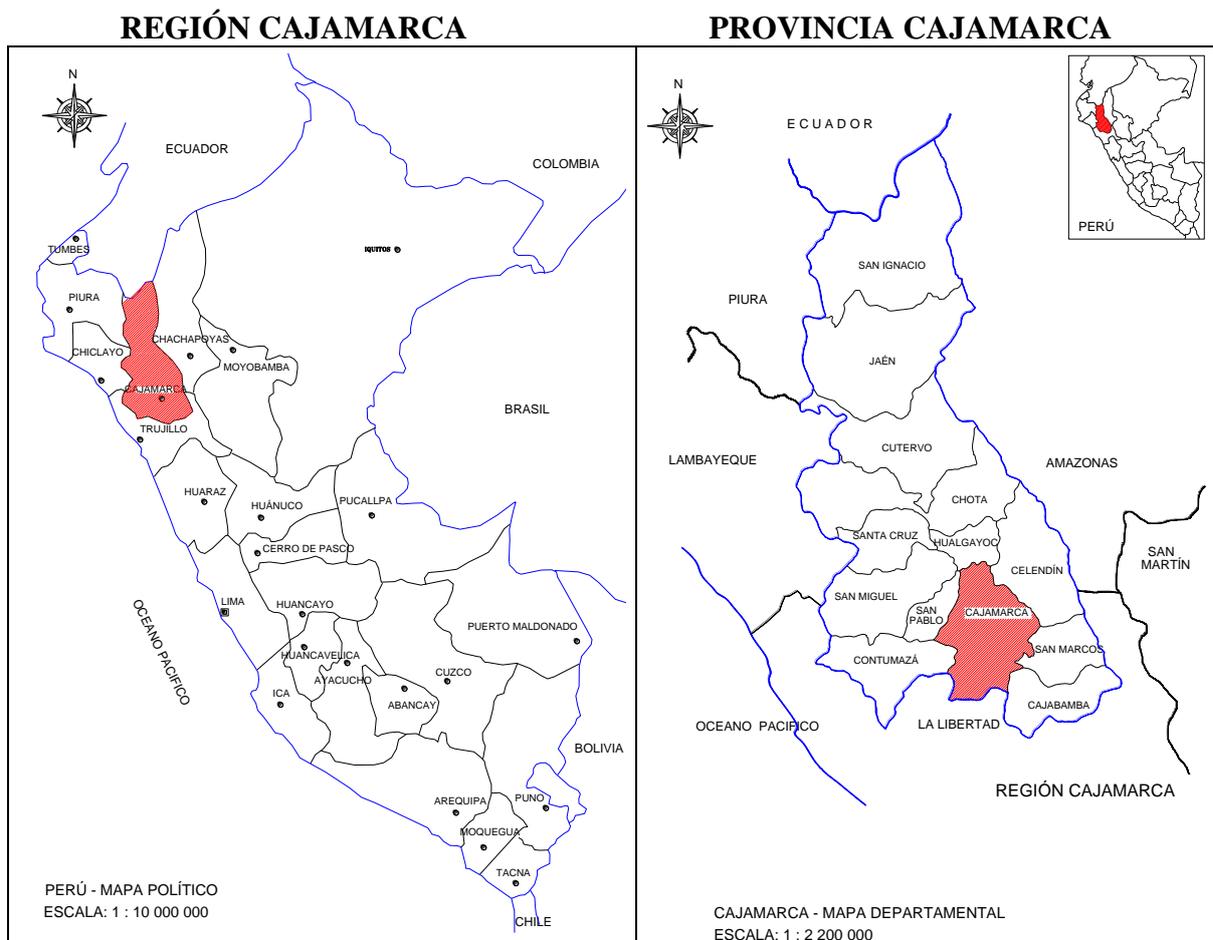
- **RIEGO PULVERIZADO:** Aplicación de emulsión asfáltica diluida en forma ligera, que tiene por objeto renovar viejas superficies asfálticas, sellar pequeñas fisuras y vacíos en la superficie.
- **SUPERFICIE DE RODADURA:** Plano superficial del pavimento, que soporta directamente las cargas del tráfico.
- **UNIDAD DE MUESTRA:** Es una subdivisión de una sección del pavimento, varía de  $230 \text{ m}^2 \pm 93 \text{ m}^2$ .
- **VÍA:** Camino, arteria o calle, que comprende la plataforma y sus obras complementarias.

# CAPÍTULO III

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

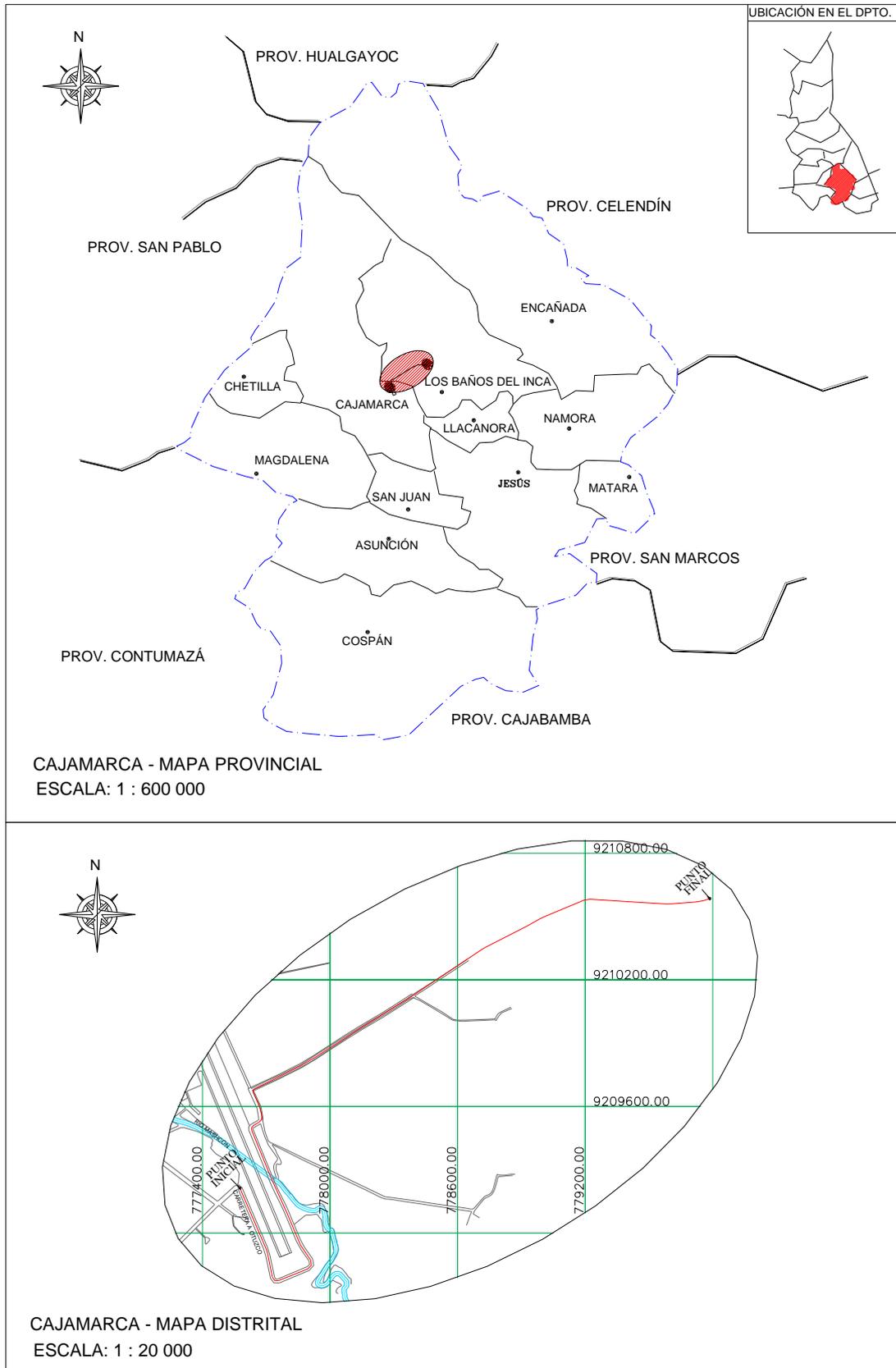
Fig. 20-Ubicación (Plano Región - Provincia Cajamarca).



Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Fig. 21-Ubicación (Plano Distrito Cajamarca).

### DISTRITO CAJAMARCA



Fuente Plano Catastral de la ciudad de Cajamarca.

- **PUNTO INICIAL** : Km 0+000 aeropuerto
- **ESTE** : 777566 E.
- **NORTE** : 9209218 N.
- **ALTITUD** : 2680 m.s.n.m.
- **LATITUD** : 7° 8' 50.01'' S.
- **LONGITUD** : 78° 29' 13.08'' W.
- **PUNTO FINAL** : Km 3+986 desvío a Otuzco
- **ESTE** : 778392 E.
- **NORTE** : 9210124 N.
- **ALTITUD** : 2706 m.s.n.m.
- **LATITUD** : 7° 8' 20.30'' S.
- **LONGITUD** : 78° 28' 46.34'' W.

Sistemas de coordenadas Geográficas WGS 84 (Sistema Geodésico Mundial 1984). Huso 17 – Zona M. La investigación se desarrolló entre los meses de marzo, abril, mayo y junio del 2018.

## **3.2 PROCEDIMIENTO**

### **3.2.1 INSPECCIÓN**

- Inspeccionar la vía en toda su longitud.
- Inspeccionar cada unidad de muestra seleccionada. Registrar el tramo, número de sección, número y tipo de unidad de muestra.
- El tamaño de la unidad muestra será medido empleando el odómetro o wincha.
- Realizar la inspección de fallas, registrar su tamaño y severidad.

### **3.2.2 MUESTREO Y UNIDADES DE MUESTRA**

1. Se debe identificar tramos en el pavimento que tengan diferentes usos en el plano de distribución, tales como caminos y estacionamientos.
2. Dividir cada tramo del pavimento en secciones según criterios, por ejemplo: diseño del pavimento, tráfico, historia de construcción.
3. Dividir las secciones en unidades muestra.
4. Las unidades de muestra a ser inspeccionadas deben de ser debidamente señalizadas, a fin de permitir fácilmente su localización. Además, se debe tener en cuenta que puede ser necesaria una verificación de información.

5. Seleccionar las unidades de muestra que serán inspeccionadas. El número de unidades de muestra varía según se considere: un número de unidades muestra que garantice una confiabilidad del 95% o considerando un número menos de unidades de muestra.
  - Todas las unidades de muestra de la sección pueden ser inspeccionadas, sin embargo, no es una medida muy empleada debido a las limitaciones del tiempo, carencia de mano de obra y recursos económicos. Este tipo de inspección es ideal para obtener una mejor estimación del mantenimiento y reparaciones necesarias.
  - El número mínimo de unidades muestra (n) necesarias para obtener un valor estadísticamente correcto (95% de confiabilidad) del PCI de dicha sección, es calculado redondeando n al próximo número entero mayor y empleando la siguiente ecuación:

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

ECUACION N° 01

**Donde:**

e = error admisible en el cálculo del PCI de la sección, comúnmente, e= +/- 5 puntos de PCI.  
 s = desviación estándar del PCI de una muestra a otra en la misma sección. Al realizar la inspección en pavimentos flexibles se asume que la desviación estándar es 10. Esta suposición debe ser comprobada después de haber determinado los valores del PCI. Para subsiguientes inspecciones, la desviación estándar de la inspección precedente debe ser utilizada para determinar el valor de n.

N = número total de unidades de muestra en la sección.

- Para calcular el valor actual de la desviación estándar, después de calcular el valor de PCI de la unidad de muestra anterior, se emplear la siguiente formula:

$$S = \left[ \sum_{i=1}^n \frac{(PCI_i - PCI_s)^2}{n - 1} \right]^{1/2}$$

ECUACION N° 02

**Donde:**

**PCI<sub>i</sub>** = valor PCI de las unidades de muestra inspeccionadas i.

**PCI<sub>s</sub>** = valor PCI de la sección.

**n** = número total de unidades de muestra inspeccionadas.

- Calcular el mínimo número revisado de unidades de muestras a ser inspeccionadas utilizando la desviación estándar calculada.

Si el número de unidades de muestra revisado es mayor que el número de muestras ya inspeccionadas, se debe seleccionar e inspeccionar unidades de muestra adicionales al azar. Estas unidades de muestra deben ser espaciadas uniformemente a través de la sección. Se debe repetir este proceso hasta que el número total de unidades de muestra inspeccionadas sea igual o mayor al número mínimo requerido de unidades de muestra (n) obtenido de la Ec.1, usando la desviación estándar total de muestras real.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (s) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango de PCI de 25).

- Calcular el intervalo de espaciamiento de las unidades utilizando el muestreo sistemático al azar. Las muestras deben ser igualmente espaciadas a través de toda la sección seleccionando la primera muestra al azar.

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

ECUACION N° 03

**Donde:**

**i** = intervalo de espaciamiento.

**N** = número total de unidades de muestra en la sección.

**n** = número de unidades de muestra a ser inspeccionadas.

- Dependiendo del objetivo de la inspección se puede utilizar un nivel de confiabilidad menor al 95%.
6. Las unidades de muestra adicionales solo deben inspeccionarse cuando se observen fallas no representativas, son escogidas por el usuario.

### 3.2.3 UNIDADES DE MUESTRA

Para el cálculo de las unidades de muestreo nos basamos en la siguiente tabla 02, que corresponde a la relación entre ancho de calzada y longitud de la unidad de muestreo, que abarca hasta un 7.3 m. de ancho de calzada máximo al que le corresponde una longitud de unidad de muestreo de 31.5 m.

Tabla 2  
ASTM 6433-03 Método de Evaluación del PCI.

ANCHO DE CALZADA (m)	LONGITUD DE LA UNIDAD DE MUESTREO (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: manual del PCI

En nuestro caso se hizo una relación de los datos de la tabla para un ancho de calzada de 6 m. que corresponde a una longitud de 38.3 m., pero para fines prácticos se ha tomado una longitud de muestreo de 40 m. dando un área de 240 m<sup>2</sup>, área dentro del rango permitido (230 ± 93.0 m<sup>2</sup>).

Para la vía en estudio cuya longitud es de 4 Km, se ha dividido en N=100 secciones de 40 m. cada una.

Aplicando la ecuación N° 01.

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

ECUACION N° 01

Donde:

- n: Número mínimo de unidades de muestra a evaluar.
- N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento = 100.00
- e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e=5%) = 5.00
- σ: Desviación estándar del PCI entre las unidades. = 10.00

Reemplazando valores tenemos un resultado de muestras mínimas a evaluar del 14%; lo cual equivale a estudiar 14 muestras, sin embargo, para una mayor confiabilidad, aumentamos el espacio muestral a 18%, dando un total de 18 unidades de muestreo a evaluar.

### 3.3 APLICACIÓN DEL MÉTODO

#### 3.3.1 CÁLCULO DEL PCI PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

1. Una vez registradas las fallas según el tipo y severidad, se suma la cantidad total de cada tipo de falla por cada nivel de severidad y se registra en la columna denominada Total. Las unidades empleadas son generalmente m<sup>2</sup>, m, unidad, dependiendo del tipo de falla.
2. Para obtener la densidad porcentual para cada tipo de falla y nivel de severidad, se divide la cantidad total entre el área de la unidad muestra, este resultado se multiplica a su vez por 100.
3. Determinar el valor deducido (DV) de cada tipo de falla y nivel de severidad empleando las curvas de valor deducido.
4. Determinar el máximo valor deducido (CDV). Para ello es necesario seguir los siguientes pasos:
  - Si ninguno o solo un valor deducido (DV) es mayor que dos. El valor total es usado en lugar del máximo CDV, sino el máximo CDV puede ser determinado como se describe a continuación.
  - Se debe crear una lista de valores deducidos individuales ordenados de maneras descendente.
  - Determinar el número de deducciones permisibles (m) empleando la siguiente ecuación:

$$n = 1 + \left(\frac{9}{98}\right)(100 - HDV) \leq 10$$

ECUACION N° 04

**Donde:**

**m** = número admisible máximo de DV incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a diez).

**HDV** = el mayor valor deducido individual para la unidad de muestra.

El número de valores deducidos individuales es reducido al máximo admisible de valores deducidos m, incluyendo su parte fraccionaria. Si se tiene un número de valores deducidos

menor a m, todos estos deben de ser empleados. Fig. 22 Valor deducido más alto (CDV) vs. Número de valores deducidos (DV).

Fig. 22-Valor deducido más alto (CDV) vs. Número de valores deducidos (DV).

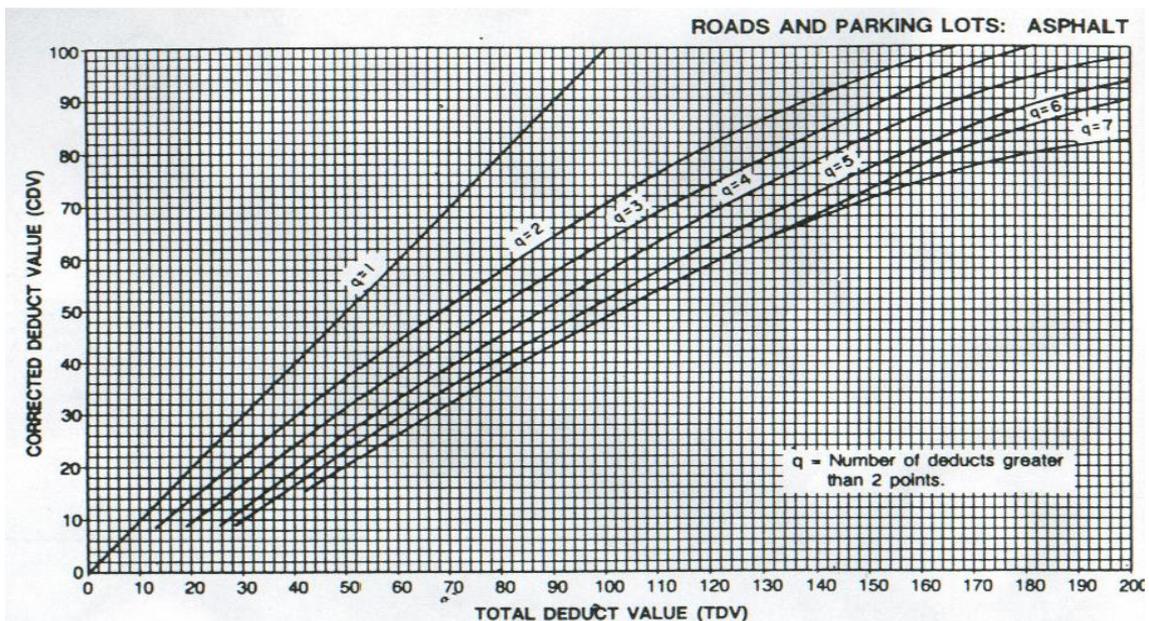


Fuente: manual del PCI

Determinar el valor deducido total (CDT), este valor es la suma de los valores deducidos individuales.

- Hallar q Como el número de valores deducidos mayores a dos.
- Determinar el valor de CDV en forma iterativa a partir de CDT y de q, empleando las gráficas de corrección (Fig. 23).

Fig. 23-Corrección de los valores deducidos.



Fuente: manual del PCI

El máximo CDV es el mayor.

- El PCI se halla de la siguiente manera:

$$PCI = 100 - CDV \text{ max}$$

ECUACION N° 05

### 3.3.2 CÁLCULO DEL PCI DE LA SECCIÓN

- Si las unidades de muestra inspeccionadas han sido escogidas al azar, entonces el PCI de la sección (PCIs) es calculado como el PCI ponderado del área en que se encuentran las unidades de muestra (PCIr) utilizando la siguiente ecuación.

$$PCIs = PCIr = \frac{\sum_{i=1}^n (PCIr_i \times Ari)}{\sum_{i=1}^n Ari}$$

ECUACION N° 06

**Donde:**

**PCIr** = PCI ponderado del área de las unidades de muestra.

**PCIr<sub>i</sub>** = PCI de la unidad de muestra aleatoria i.

**Ari** = Área de la unidad de muestra aleatoria i.

**n** = Número de unidades de muestra aleatoria inspeccionadas.

Si existen unidades de muestra adicionales inspeccionadas, el PCI ponderado de área de las unidades adicionales inspeccionadas (PCIa) es calculado empleando:

$$PCIa = \frac{\sum_{i=1}^m (PCIa_i \times Aai)}{\sum_{i=1}^m Aai}$$

ECUACION N° 07

El PCI de la sección de pavimento es calculado mediante la siguiente ecuación.

$$PCIs = \frac{PCIr(A - \sum_{i=1}^m Aai) + PCIa(\sum_{i=1}^m Aai)}{A}$$

ECUACION N° 08

**Donde:**

**PCIa** = PCI ponderado del área de las unidades de muestra adicionales.

**PCIa<sub>i</sub>** = PCI de la unidad de muestra adicional i.

**Aai** = Área de la unidad de muestra adicional i.

**A** = Área de la sección.

**m** = Número de unidades de muestra adicionales inspeccionadas.

**PCIs** = PCI ponderado del área de la sección de pavimento.

### 3.4 MATERIALES E INSTRUMENTOS

- **HOJA DE REGISTRO DE DATOS:** Documento donde debe registrarse la información obtenida durante el proceso de inspección visual, por ejemplo: fecha, ubicación, tipo de falla, severidad, cantidad, etc.

Tabla 3

Hoja de registro de datos

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

Fuente: manual del PCI

- **WINCHA:** Instrumento manual que permite obtener mediciones longitudinales más precisas. Con aproximación al milímetro.

Fig. 24-Wincha de 50 m.



Fuente: Imagen google

Fig. 25-Wincha de 8 m.



Fuente: Imagen google

- **REGLA DE ALUMINIO:** Usada para medir las deformaciones del pavimento. Debe medir 3 m de longitud.

Fig. 26-Regla de Aluminio.



Fuente: Imagen google

### 3.5 TRATAMIENTO, ANÁLISIS DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

#### 3.5.1 DATOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN

- Longitud de la vía en estudio en metros o kilómetros lineales y ancho de la calzada de la vía en metros.
- Coordenadas geodésicas WGS 84 del punto inicial y final de la vía.
- Para las fallas de piel de cocodrilo se miden en metros cuadrados, cada una por separado según la intensidad de agrietamiento.
- Para la falla de exudación se mide en metros cuadrados, cada una por separado según la intensidad.
- Para la falla del agrietamiento en bloque se mide en metros cuadrados, cada una por separado según la intensidad y el ancho de las grietas.
- Para los abultamientos y hundimientos se mide en metros lineales, cada una por separado según la intensidad y la altura del abultamiento/hundimiento (cm).
- Para la falla de corrugación se mide en metros cuadrados, cada una por separado según la intensidad.
- Para la falla de depresión se mide en metros cuadrados, cada una por separado según la intensidad y altura de la depresión respecto al nivel de vía en cm.

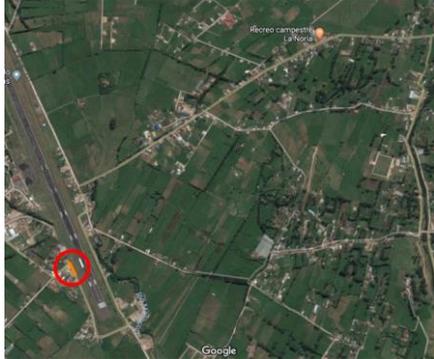
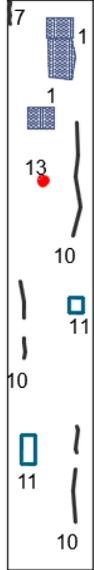
- Para la falla de grietas de borde se mide en metros lineales, cada una por separado según la intensidad y ancho de grietas en cm.
- Para la falla de grieta de reflexión de junta se mide en metros lineales, cada una por separado según la intensidad y ancho de grietas en cm.
- Para la falla del desnivel carril/berma se mide en metros lineales, cada una por separado según la intensidad y el desnivel medido en cm.
- Para la falla de grietas longitudinales y transversales se mide en metros lineales, cada una por separado según la intensidad y ancho de las grietas en cm.
- Para las fallas de parcheo y acometidas de servicios públicos se mide en metros cuadrados, cada una por separado según la intensidad de daño.
- Para la falla de pulimento de agregados se mide en metros cuadrados, no se define el nivel de severidad.
- Para la falla de huecos se mide en unidad, cada una por separado según la intensidad, de acuerdo al diámetro y profundidad del hueco medido en cm.
- Para la falla de ahuellamiento se mide en metros cuadrados, cada una por separado según la intensidad y la altura de la falla medido en cm.
- Para la falla de desplazamiento, se mide en metros lineales, cada una por separado según la intensidad.
- Para la falla de slippage o grieta parabólica, se mide en metros cuadrados, cada una por separado según la intensidad y ancho de las grietas en cm.
- Para la falla de hinchamiento se mide en metros cuadrados, cada una por separado según la intensidad y el desnivel respecto a la vía medido en cm.
- Para la falla de meteorización/desprendimiento de agregados se mide en metros cuadrados, cada una por separado según la intensidad y nivel de daño.

### **3.5.2 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DEL ESTADO DEL PAVIMENTO**

A continuación, se explican los datos de campo obtenidos durante la inspección visual de fallas en la vía en estudio; así como el cálculo del índice de condición de pavimento de cada unidad de muestra analizada. Las fotografías de las principales fallas de las unidades de muestra del tramo 1, se encuentran detalladas cada una.

Tabla I- 1

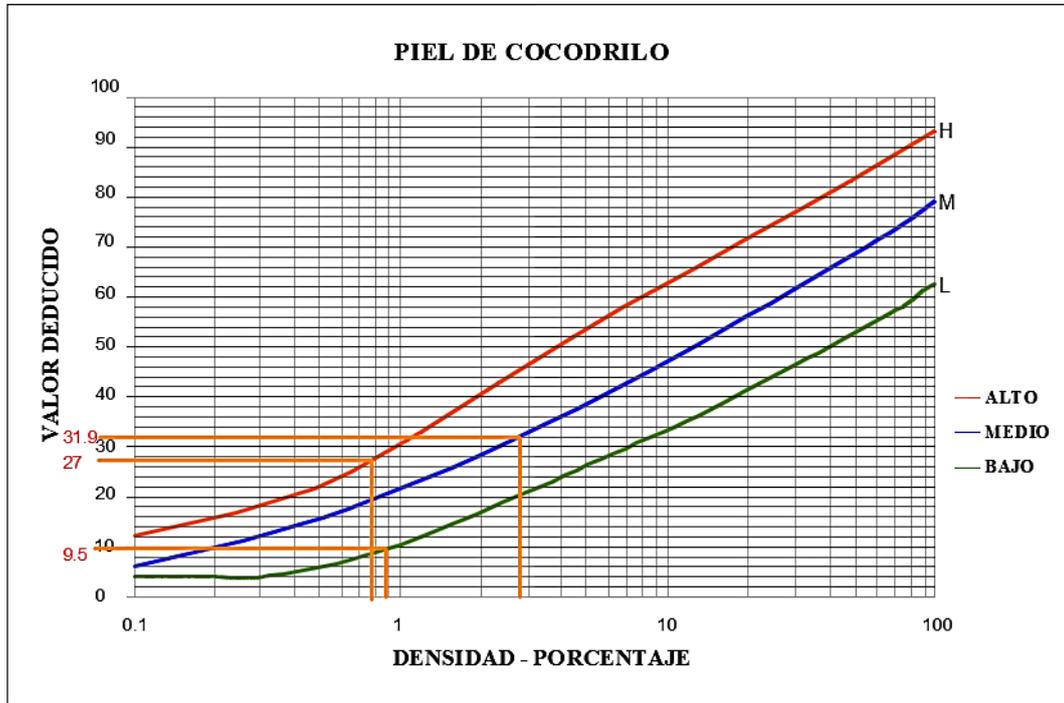
Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U1.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA			
<b>ZONA</b>	<b>ABSCISA INICIAL</b>	<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>		<b>U1</b>			
-	0+000	U1					
<b>CÓDIGO VÍA</b>	<b>ABSCISA FINAL</b>	<b>ÁREA DE MUESTREO (m²)</b>					
Tramo 01	0+040	240					
<b>INSPECCIONADA POR</b>		<b>FECHA</b>					
BRIONES GAMARRA MIGUEL ANGEL		Febrero 2018					
<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>	<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>				
1	Piel de Cocodrilo	11	Parcheo				
2	Exudación	12	Pulimento de Agregados				
3	Agrietamiento en Bloque	13	Huecos				
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea				
5	Corrugación	15	Ahuellamiento				
6	Depresión	16	Desplazamiento				
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (Slippage)				
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento				
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados				
10	Grietas long. y transversal						
<b>Daño/Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>			<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor Deducido</b>	
1 L	2.1			2.1	0.88	9.5	
1 M	5.5	1.2		6.7	2.79	31.9	
1 H	1.84	-		1.84	0.77	27	
7 H	1.6			1.6	0.67	8.2	
10 L	8	2.5	2.8	16.1	6.71	4.8	
10 M	1.4			1.4	0.58	0.8	
11 L	1.84	1.05		2.89	1.20	2.9	
13 M	1			1	0.42	18.2	

Fuente: Elaboración propia

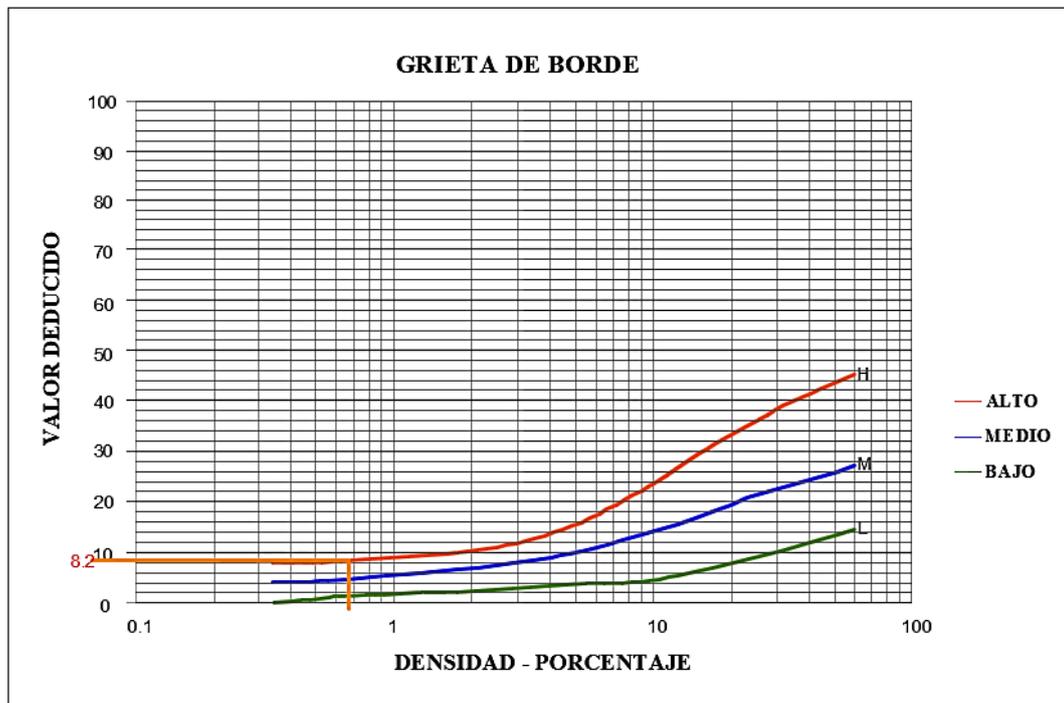
$$\text{Densidad} = (\text{Total Individual} / \text{Área}) \times 100 = (2.1 / 240) \times 100 = 0.88$$

Fig. 27-Curvas de valor deducido para la falla de piel de cocodrilo.



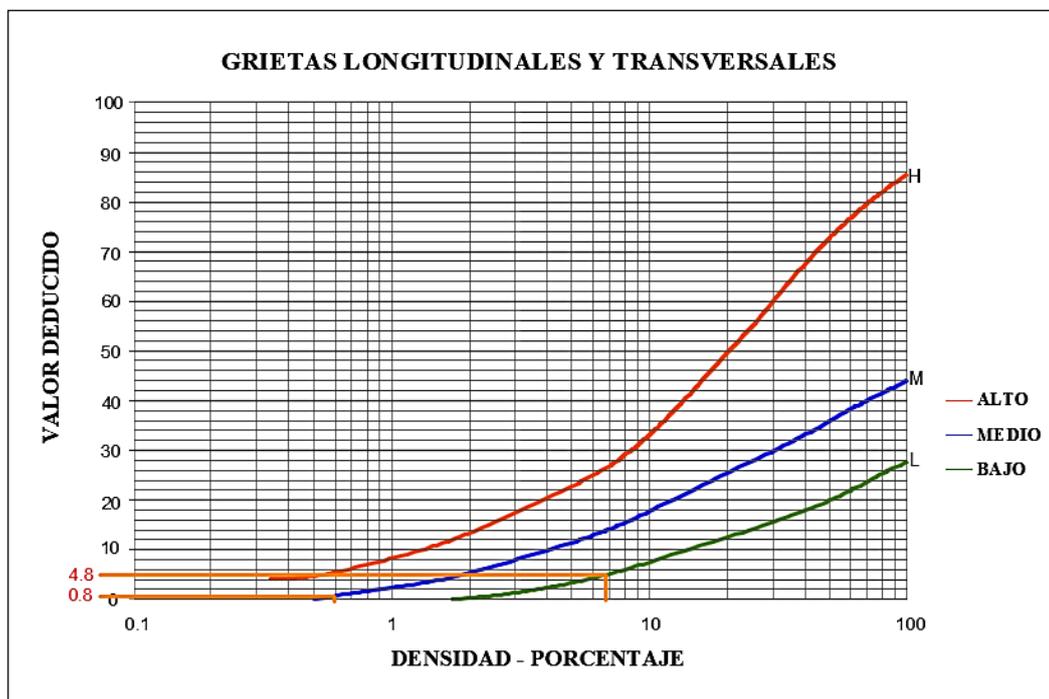
Fuente: Elaboración propia

Fig. 28-Curvas de valor deducido para la falla de grieta de borde.



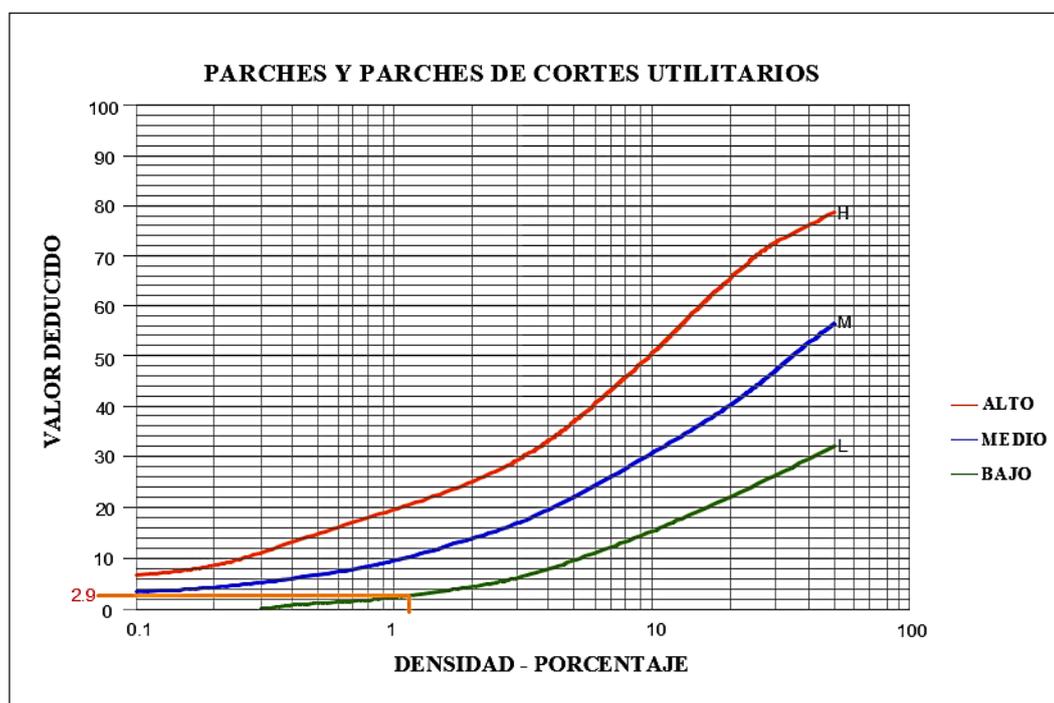
Fuente: Elaboración propia

Fig. 29-Curvas de valor deducido para la falla de grietas longitudinales y transversales.



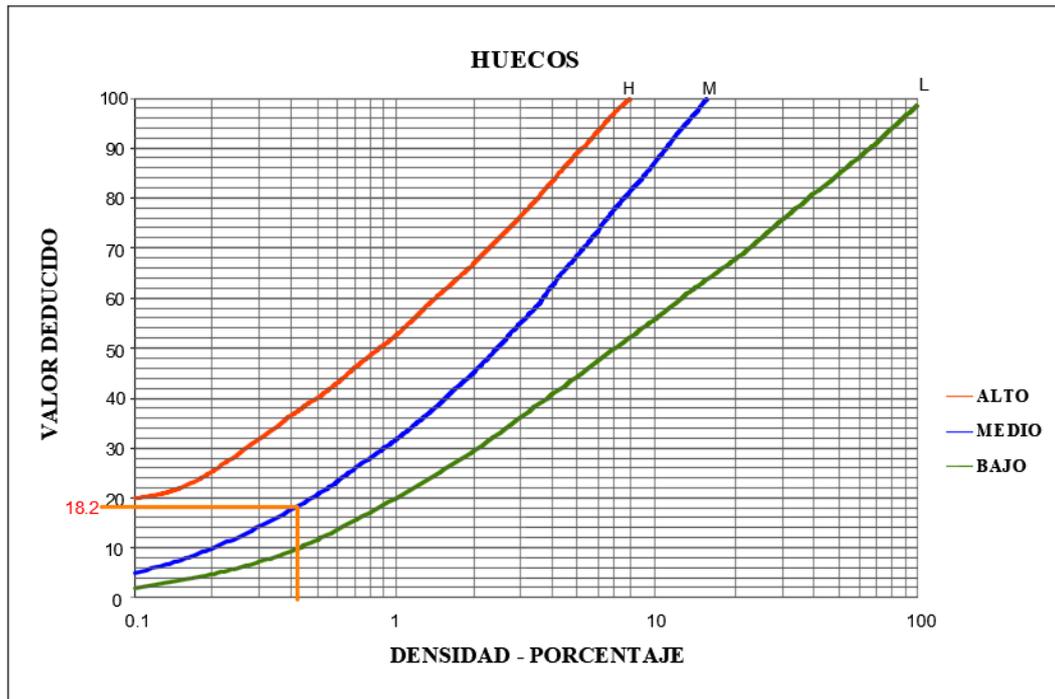
Fuente: Elaboración propia

Fig. 30-Curvas de valor deducido para la falla de parches.



Fuente: Elaboración propia

Fig. 31-Curvas de valor deducido para la falla de huecos.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 4

Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U1.

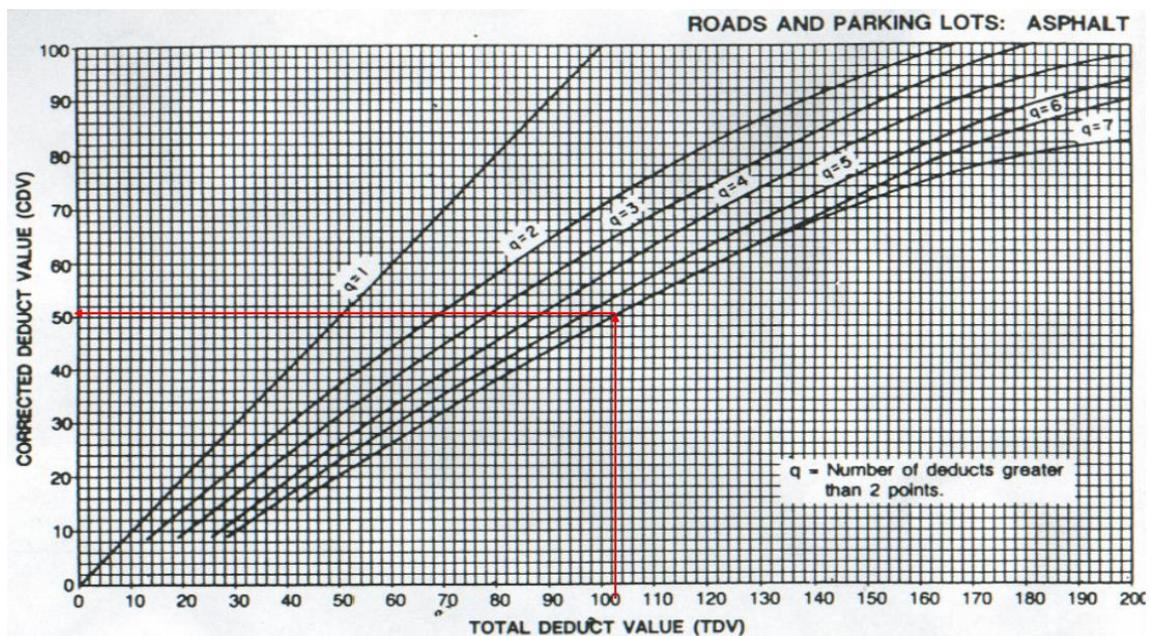
#	Valor Deducido								Total	q	CDV
1	31.9	27	18.2	9.5	8.2	4.8	2.9	0.20	102.70	7	51
2	31.9	27	18.2	9.5	8.2	4.8	2	0.20	101.80	6	48
3	31.9	27	18.2	9.5	8.2	2	2	0.20	99.00	5	52
4	31.9	27	18.2	9.5	2	2	2	0.20	92.80	4	54
5	31.9	27	18.2	2	2	2	2	0.20	85.30	3	56
6	31.9	27	2	2	2	2	2	0.20	69.10	2	51
7	31.9	2	2	2	2	2	2	0.20	44.10	1	44

Fuente: Elaboración propia

Donde q= Es el número de valores deducidos, mayores que 2. Ahora realizamos la aplicación del método del punto 3.3.1 Etapa 04 (Reduzca a 2 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2), y repita la Etapa 04 hasta que “q” sea igual a 1.

Ingresamos al ábaco con  $q = 7$  y CDT 102.70, obteniendo  $CDV = 51$ .

Fig. 32-Curvas de valor deducido corregido para fallas del pavimento flexible.



Fuente: manual del PCI

Max CDV = **56**  
 PCI = **44**  
 Rating = **Regular**

### 3.5.3 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE LA UNIDAD DE MUESTRA

#### 3.5.3.1 UNIDAD DE MUESTRA U-01

Tiene un área de 240 m<sup>2</sup>, No presenta cambios de sección dentro de su área. Las fallas con severidad baja y media son: piel de cocodrilo, grietas longitudinales y transversales y parcheo; y las fallas con alta severidad son piel de cocodrilo y grieta de borde.

La falla con mayor grado de afectación, es la piel de cocodrilo de severidad media con un valor deducido de 31.9, 27 y la grieta longitudinal y transversal, junto con la grieta de borde, éstas afectan considerablemente al paquete estructural, ya que alrededor de ellas se observa mayor probabilidad de fallas en el pavimento.

Existe hueco de severidad media que afecta a una parte del pavimento, ya que es una falla estructural con valor deducido igual a 18.2.

Las fallas que menos afectan son los parches y una grieta longitudinal con valores deducidos de 2.9 y 0.8 respectivamente, pues sus medidas son pequeñas comparadas con el área total del tramo.

Como se aprecia en la Tabla I-01 se obtuvieron 8 valores deducidos, 31.9; 27; 18.2; 9.5; 8.2; 4.8; 2.9; y 0.8.

Aplicando el método 3.3.1 se obtiene como máximo valor deducido corregido 56; obteniendo después un resultado de índice de condición de pavimento igual a 44, el cual corresponde a un pavimento regular.

Se recomienda aplicar para las fallas con mayor grado de afectación una sobrecarpeta aplicando un riego de liga, que sirva de puente de adherencia entre el pavimento existente y el nuevo pavimento.

Los riegos tienen un bajo costo, su aplicación es económica y de alto rendimiento. Son de fácil y rápida aplicación. La nueva superficie puede ser utilizada poco después de ser aplicado el riego.

Este riego evitará el deterioro del firme y los efectos de los agentes climatológicos.

Para los huecos existentes y agrietamientos de alta severidad, se recomienda una reconstrucción de la parte afectada full depth y un buen parcheo parcial, esto evitará que la falla aumente a un grado mayor.

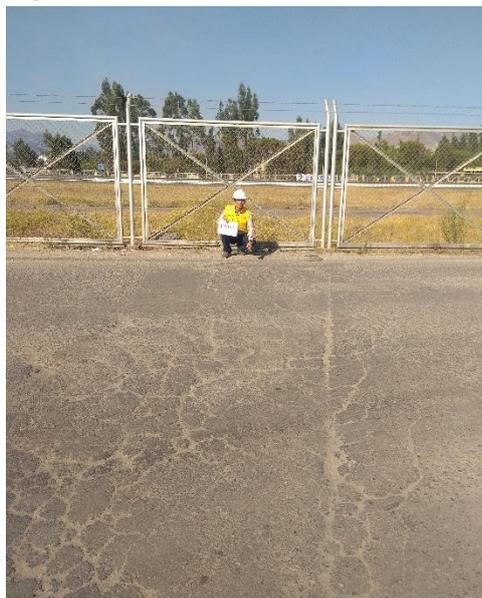
Las Lechadas Asfálticas es otra buena opción para remediar las fallas, ya que es una mezcla compuesta de emulsión asfáltica, árido fino bien graduado, y agua, su aplicación se realiza sobre pavimentos existentes, previo uso de riego de liga, constituyéndose en una nueva superficie de rodado y desgaste que permite prolongar su vida útil, sellar fisuras, impermeabilizar la superficie de rodadura y aumentar la resistencia al deslizamiento.

Fig. 33. (Parche)



Fuente: Elaboración propia

Fig. 34. (Piel de cocodrilo)



Fuente: Elaboración propia

### 3.5.3.2 UNIDAD DE MUESTRA U-02

Con un área de 240 m<sup>2</sup>. Las fallas presentes son: grieta de borde, desnivel carril/berma, grietas longitudinales y transversales y parcheos.

La falla con mayor afectación es la grieta de borde con severidad media y con un valor deducido de 6; seguida de los parches de severidad media con un valor deducido de 5.9 ésta más que una falla es un defecto en el pavimento.

La afectación en grado medio es el desnivel carril/berma de severidad media, con valor deducido 4, no genera daño importante.

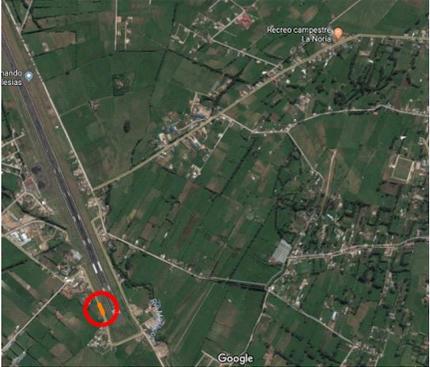
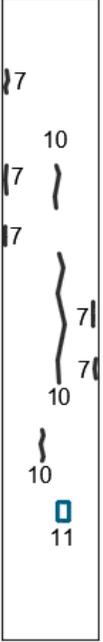
Las afectaciones menos severas son; la grieta longitudinal y transversal, con valor deducido de 3.6 de severidad baja y el desnivel carril/berma de severidad baja y valor deducido de 2.1. Se recomienda aplicar para las fallas con mayor grado de afectación una sobrecarpeta aplicando un riego de liga, que sirva de puente de adherencia entre el pavimento existente y el nuevo pavimento, prolongar su vida útil, sellar fisuras, impermeabilizar la superficie de rodadura y aumentar la resistencia al deslizamiento.

Se obtuvieron 5 valores deducidos ver Tabla I-02, 6; 5.9; 4; 3.6; 2.1.

Siguiendo el procedimiento del PCI, punto 3.3.1, se obtiene como máximo valor deducido corregido 15, dando como resultado un índice de 85 que corresponde un pavimento en estado muy bueno.

Tabla I- 2

Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U2.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA			
<b>ZONA</b>	<b>ABSCISA INICIAL</b>		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>			<b>U2</b>	
-	0+280		U2				
<b>CÓDIGO VÍA</b>	<b>ABSCISA FINAL</b>		<b>ÁREA DE MUESTREO (m²)</b>				
Tramo 02	0+320		240				
<b>INSPECCIONADA POR</b>			<b>FECHA</b>				
BRIONES GAMARRA MIGUEL ANGEL			Febrero 2018				
<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>		<b>N°</b>				<b>DAÑO</b>
1	Piel de Cocodrilo		11				Parqueo
2	Exudación		12				Pulimento de Agregados
3	Agrietamiento en Bloque		13				Huecos
4	Abultamientos y hundimientos		14	Cruce de vía férrea			
5	Corrugación		15	Ahuellamiento			
6	Depresión		16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde		17	Grieta parabólica (Slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta		18	Hinchamiento			
9	Desnivel carril / berma		19	Desprendimiento de agregados			
10	Grietas long. y transversal						
<b>Daño/Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>			<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor Deducido</b>	
7 M	1.4			1.4	0.58	6	
9 L	1.8	1.2		3	1.25	2.1	
9 M	1.5	1.3		2.8	1.17	4	
10 L	2.7	8	2	12.7	5.29	3.6	
11 M	0.8			0.8	0.33	5.9	

Fuente: Elaboración propia

Fig. 35. (Grieta Longitudinal)



Fuente: Elaboración propia

Fig. 36. (Parche)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5

Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U2.

#	Valor Deducido					Total	q	CDV
1	6	5.9	4	3.6	2.1	21.6	5	4
2	6	5.9	4	3.6	2	21.5	4	6
3	6	5.9	4	2	2	19.9	3	9
4	6	5.9	2	2	2	17.9	2	12
5	6	2	2	2	2	14	1	15

Fuente: Elaboración propia

Max CDV = **15**  
 PCI = **85**  
 Rating = **Muy Bueno**

### 3.5.3.3 UNIDAD DE MUESTRA U-03

Con un área de 240 m<sup>2</sup>, No refiere cambios de sección dentro de su área la sección es casi uniforme. Las fallas presentes son: piel de cocodrilo de severidad baja y media; grieta de borde, parcheos y huecos.

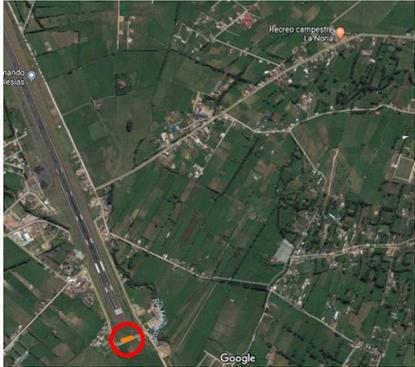
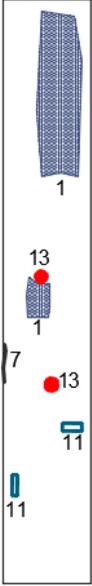
La falla con más área 28.29 m<sup>2</sup> es la piel de cocodrilo con severidad baja y con un valor deducido de 34.5 esto la hace preponderante entre las demás fallas este daño es debido a la acción repetida de la carga; seguida de los huecos de severidad media con un valor deducido de 28.78 ésta es una falla estructural dañando al pavimento. Otra afectación severa es la grieta de borde con valor deducido de 9.2 y de severidad alta. Se presenta piel de cocodrilo con severidad media y con un valor deducido de 25.6 con un área de 3.84 m<sup>2</sup>.

Entre las fallas de afectación media se encuentran un parche con valor deducido de 7.8 y un segundo parche con valor deducido de 0.35 de severidad baja que no afecta significativamente al pavimento.

Se recomienda aplicar para las fallas con mayor grado de afectación una sobrecarpeta aplicando un riego de liga, que sirva de puente de adherencia entre el pavimento existente y el nuevo pavimento. Para los dos huecos existentes la piel de cocodrilo y el agrietamiento de borde, se recomienda una reconstrucción de la parte afectada full depth y un buen parcheo parcial, esto evitará que la falla aumente a un grado mayor. Se obtuvieron 6 valores deducidos 34.5; 28.78; 25.6; 9.2; 7.8; 0.35 y siguiendo el procedimiento del PCI, punto 3.3.1, se obtiene como máximo valor deducido corregido 59, dando como resultado un índice de 41 que corresponde un pavimento en estado regular.

Tabla I- 3

Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U3.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA		
<b>ZONA</b>	<b>ABSCISA INICIAL</b>	<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>				<p style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">U3</p>
-	0+680	U3				
<b>CÓDIGO VÍA</b>	<b>ABSCISA FINAL</b>	<b>ÁREA DE MUESTREO (m²)</b>				
Tramo 03	0+720	240				
<b>INSPECCIONADA POR</b>		<b>FECHA</b>				
BRIONES GAMARRA MIGUEL ANGEL		Febrero 2018				
<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>	<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>			
1	Piel de Cocodrilo	11	Parqueo			
2	Exudación	12	Pulimento de Agregados			
3	Agrietamiento en Bloque	13	Huecos			
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea			
5	Corrugación	15	Ahuellamiento			
6	Depresión	16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (Slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento			
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados			
10	Grietas long. y transversal					
<b>Daño/Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>			<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor Deducido</b>
1 L	28.29			28.29	11.79	34.5
1 M	3.84			3.84	1.60	25.6
7 H	2.6			2.6	1.08	9.2
11 L	0.78			0.78	0.33	0.35
11 M	1.56			1.56	0.65	7.8
13 M	1	1		2	0.83	28.78

Fuente: Elaboración propia

Fig. 37. (Piel de cocodrilo)



Fuente: Elaboración propia

Fig. 38. (Piel de cocodrilo)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 6

Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U3.

#	Valor Deducido						Total	q	CDV
1	34.5	28.78	25.6	9.2	7.8	0.35	106.23	5	56
2	34.5	28.78	25.6	9.2	2	0.35	100.43	4	58
3	34.5	28.78	25.6	2	2	0.35	93.23	3	59
4	34.5	28.78	2	2	2	0.35	69.63	2	51
5	34.5	2	2	2	2	0.35	42.85	1	43

Fuente: Elaboración propia

Max CDV = **59**  
 PCI = **41**  
 Rating = **Regular**

#### **3.5.3.4 UNIDAD DE MUESTRA U-04**

Con un área de 240 m<sup>2</sup>, No refiere cambios de sección dentro de su área. Las fallas presentes son: piel de cocodrilo, grieta de borde, parcheos y huecos.

La falla con más afectación es el hueco con severidad alta, con un valor deducido de 37.2 esto la hace superior entre las demás fallas, tener en cuenta que es una falla estructural que afectará sustancialmente al tramo si no se tiene un control. Otra afectación severa es la grieta longitudinal, con valor deducido de 8.4, de severidad media.

La piel de cocodrilo y la grieta longitudinal de severidad baja, con valores deducidos de 4.55 y 4.6 respectivamente son fallas que afectan menos al pavimento en el tramo. Se presenta en un grado menor un parche de área 0.56 m<sup>2</sup>, dando un valor deducido de 0 y con severidad media siendo un defecto en el pavimento y no una falla considerable que afecta a la vía.

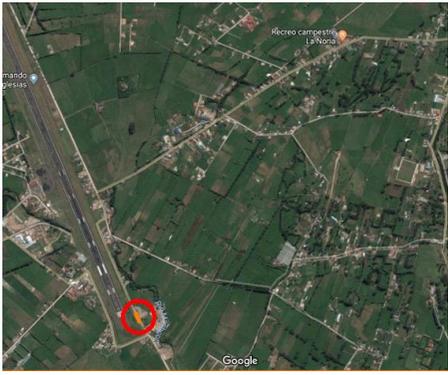
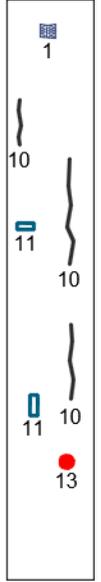
Se recomienda aplicar para las fallas con mayor grado de afectación una sobrecarpeta aplicando un riego de liga, que sirva de puente de adherencia entre el pavimento existente y el nuevo pavimento.

Como se aprecia en la Tabla I-04 se obtuvieron 6 valores deducidos, 37.2; 8.4; 5.2; 4.6; 4.55. Aplicando el método 3.3.1 se obtiene como máximo valor deducido corregido 55; obteniendo después un resultado de índice de condición de pavimento igual a 45, el cual corresponde a un pavimento regular.

Para el hueco existente la piel de cocodrilo y la grieta longitudinal, se recomienda una reconstrucción de la parte afectada full depth y un buen parcheo parcial, esto evitará que la falla aumente a un grado mayor.

Tabla I- 4

Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U4.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA		
<b>ZONA</b>	<b>ABSCISA INICIAL</b>	<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>		<b>U4</b>		
-	0+840	U4				
<b>CÓDIGO VÍA</b>	<b>ABSCISA FINAL</b>	<b>ÁREA DE MUESTREO (m²)</b>				
Tramo 04	0+880	240				
<b>INSPECCIONADA POR</b>		<b>FECHA</b>				
BRIONES GAMARRA MIGUEL ANGEL		Febrero 2018				
<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>	<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>			
1	Piel de Cocodrilo	11	Parqueo			
2	Exudación	12	Pulimento de Agregados			
3	Agrietamiento en Bloque	13	Huecos			
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea			
5	Corrugación	15	Ahuellamiento			
6	Depresión	16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (Slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento			
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados			
10	Grietas long. y transversal					
<b>Daño/Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>			<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor Deducido</b>
1 L	0.84			0.84	0.35	4.55
10 L	3.1	5.15	7.2	15.45	6.44	4.6
10 M	7.9			7.9	3.29	8.4
11 L	0.56			0.56	0.23	0
11 M	0.7			0.7	0.29	5.2
13 H	1			1	0.42	37.2

Fuente: Elaboración propia

Fig. 39. (Piel de cocodrilo)



Fuente: Elaboración propia

Fig. 40. (Desprendimiento de agregados)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 7

Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U4.

#	Valor Deducido					Total	q	CDV
1	37.2	8.4	5.2	4.6	4.55	59.95	5	30
2	37.2	8.4	5.2	4.6	2	57.4	4	31
3	37.2	8.4	5.2	2	2	54.8	3	35
4	37.2	8.4	2	2	2	51.6	2	39
5	37.2	2	2	2	2	45.2	1	45

Fuente: Elaboración propia

Max CDV = **45**  
 PCI = **55**  
 Rating = **Regular**

### **3.5.3.5 UNIDAD DE MUESTRA U-05**

La unidad no presenta cambios de sección dentro de su área. Las fallas con severidad baja y media son: piel de cocodrilo, grietas longitudinales y transversales; seguido de parches de severidad media y baja con alta densidad respecto a las demás fallas.

La falla con mayor grado de afectación, es el parcheo de severidad media con un valor deducido de 31.6, y 6.2 y la grieta longitudinal y transversal con valor deducido de 6.1.

Existe piel de cocodrilo de severidad baja y con un valor deducido de 4.1 que no afecta considerablemente al pavimento a pesar que la falla sea estructural no posee densidad apreciable.

Las fallas que menos afectan son una grieta longitudinal y piel de cocodrilo de severidad media, con valores deducidos de 0.4 y 0 respectivamente, pues sus medidas son pequeñas comparadas con el área total del tramo.

Como se aprecia en la Tabla I-05 se obtuvieron 6 valores deducidos, 31.6; 6.2; 6.1; 4.1; 0.4;0.

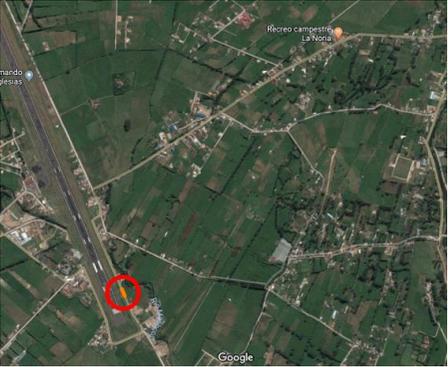
Aplicando el método 3.3.1 se obtiene como máximo valor deducido corregido 38; obteniendo después un resultado de índice de condición de pavimento igual a 62, el cual corresponde a un pavimento en estado bueno.

Se recomienda aplicar un riego de liga que evitará el deterioro del firme y los efectos de los agentes climatológicos.

Como la sección está en estado bueno no se aplica mayor atención de mantenimiento.

Tabla I- 5

Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U5.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA		
<b>ZONA</b>	<b>ABSCISA INICIAL</b>	<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>				
-	0+920	U5				
<b>CÓDIGO VÍA</b>	<b>ABSCISA FINAL</b>	<b>ÁREA DE MUESTREO (m²)</b>				
Tramo 05	0+960	240				
<b>INSPECCIONADA POR</b>		<b>FECHA</b>				
BRIONES GAMARRA MIGUEL ANGEL		Febrero 2018				
<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>	<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>			
1	Piel de Cocodrilo	11	Parcheo			
2	Exudación	12	Pulimento de Agregados			
3	Agrietamiento en Bloque	13	Huecos			
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea			
5	Corrugación	15	Ahuellamiento			
6	Depresión	16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (Slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento			
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados			
10	Grietas long. y transversal					
<b>Daño/Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>			<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor Deducido</b>
1 L	0.36			0.36	0.15	4.1
1 M	0.18			0.18	0.08	0
10 L	2.3	1.2	1.5	5	2.08	0.4
10 M	5.6			5.6	2.33	6.1
11 L	8.64			8.64	3.60	31.6
11 M	0.91			0.91	0.38	6.2

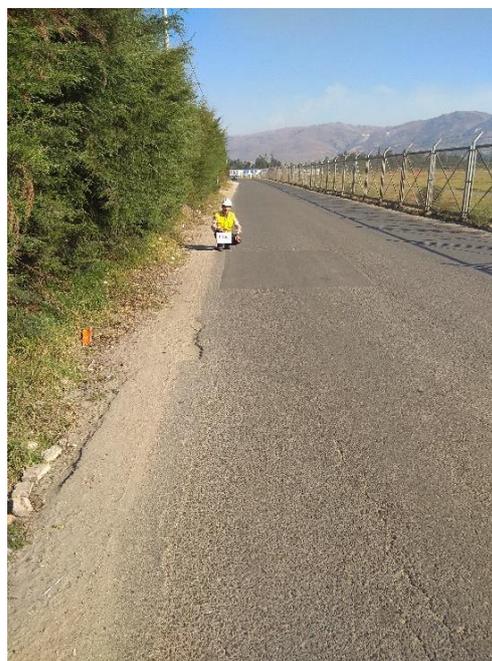
Fuente: Elaboración propia

Fig. 41. (grieta longitudinal)



Fuente: Elaboración propia

Fig. 42. (parches)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 8

Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U5.

#	Valor Deducido					Total	q	CDV
1	31.6	6.2	6.1	4.1	0.4	48.4	4	26
2	31.6	6.2	6.1	2	0.4	46.3	3	29
3	31.6	6.2	2	2	0.4	42.2	2	32
4	31.6	2	2	2	0.4	38	1	38

Fuente: Elaboración propia

Max CDV = **38**  
 PCI = **62**  
 Rating = **Bueno**

### **3.5.3.6 UNIDAD DE MUESTRA U-06**

Con un área de 240 m<sup>2</sup>, No refiere cambios de sección dentro de su área. Las fallas presentes son: piel de cocodrilo, parcheos y huecos.

La falla con mayor área es el parcheo con 104.12 m<sup>2</sup>, de severidad media y con valor deducido de 53.8 y la de mayor densidad en el tramo, que más que un daño al pavimento es un defecto

Otra afectación severa es la grieta longitudinal, con valor deducido de 13.7, de severidad alta.

Se presenta piel de cocodrilo de severidad baja, con un valor deducido de 4 que impacta en menor grado al pavimento en el tramo.

Existe una grieta longitudinal de severidad baja, que no afecta al pavimento y cuyo valor deducido es de 0.

Como se aprecia en la Tabla I-06 se obtuvieron 4 valores deducidos, 53.8; 13.7; 4 y 0.

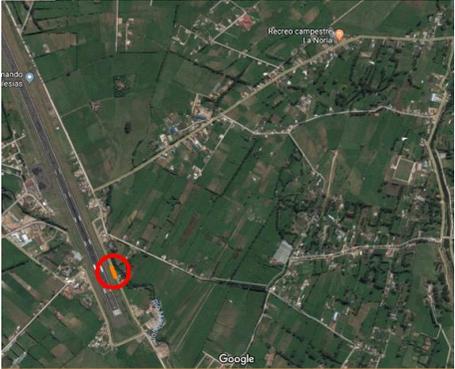
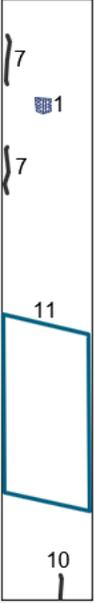
Aplicando el método 3.3.1 se obtiene como máximo valor deducido corregido 58; obteniendo después un resultado de índice de condición de pavimento igual a 42, el cual corresponde a un pavimento regular.

Aplicar para el parcheo una sobrecarpeta aplicando un riego de liga, emulsión asfáltica hasta llegar al nivel de vía.

Para la piel de cocodrilo y las grietas longitudinales, se recomienda una reconstrucción de la parte afectada full depth para la piel de cocodrilo y un sellado - parcheo con emulsión asfáltica para las grietas.

Tabla I- 6

Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U6.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA		
<b>ZONA</b>	<b>ABSCISA INICIAL</b>	<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>				
-	1+120	U6				
<b>CÓDIGO VÍA</b>	<b>ABSCISA FINAL</b>	<b>ÁREA DE MUESTREO (m²)</b>				
Tramo 06	1+160	240				
<b>INSPECCIONADA POR</b>		<b>FECHA</b>				
BRIONES GAMARRA MIGUEL ANGEL		Marzo 2018				
<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>	<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>			
1	Piel de Cocodrilo	11	Parqueo			
2	Exudación	12	Pulimento de Agregados			
3	Agrietamiento en Bloque	13	Huecos			
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea			
5	Corrugación	15	Ahuellamiento			
6	Depresión	16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (Slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento			
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados			
10	Grietas long. y transversal					
<b>Daño/Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>			<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor Deducido</b>
1 L	0.8			0.8	0.33	4
10 L	3.1			3.1	1.29	0
10 H	3.3	1.6		4.9	2.04	13.7
11 M	104.12			104.12	43.38	53.8

Fuente: Elaboración propia

Fig. 43. (parches)



Fuente: Elaboración propia

Fig. 44. (grieta longitudinal)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 9

Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U6.

#	Valor Deducido				Total	q	CDV
1	53.8	13.7	4	0	71.5	3	46
2	53.8	13.7	2	0	69.5	2	52
3	53.8	2	2	0	57.8	1	58

Fuente: Elaboración propia

Max CDV = **58**  
 PCI = **42**  
 Rating = **Regular**

### **3.5.3.7 UNIDAD DE MUESTRA U-07**

No refiere cambios de sección dentro de su área (240 m<sup>2</sup>) la sección es casi uniforme. Las fallas presentes son: piel de cocodrilo de severidad baja y media; grieta longitudinal y transversal, parcheos.

La falla con mayor afectación y mayor incidencia es la grieta longitudinal y transversal con un valor deducido de 26.3 de severidad alta, siendo una falla estructural dañando al pavimento en forma apreciable. Existe una incidencia importante de piel de cocodrilo con un valor deducido de 13.7 de severidad media.

Entre las fallas de afectación media están la grieta longitudinal con valor deducido de 8.15 de severidad media, piel de cocodrilo con valor deducido de 3.8 de severidad baja.

Las fallas que no afectan significativamente al pavimento son los parches de severidad baja con valor deducido de 2.5.

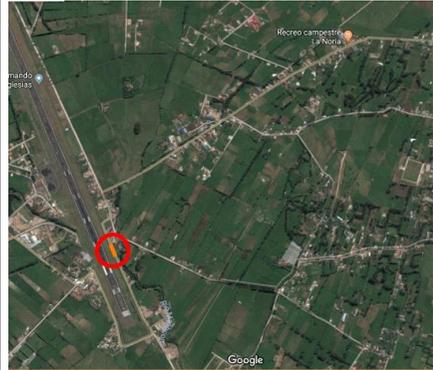
Se recomienda aplicar para la falla con mayor grado de afectación una reconstrucción de la parte agrietada y sobrecarpeta aplicando un riego de liga y un parcheo, del mismo modo para corregir la piel de cocodrilo.

Aplicar una lechada asfáltica para remediar las fallas, para el desgaste que posee el pavimento y prolongar su vida útil, sellar las fisuras e impermeabilizar la superficie de rodadura.

Se obtuvieron 5 valores deducidos 26.3; 13.7; 8.15; 3.8; 2.5 ver Tabla I-07; y siguiendo el procedimiento del PCI, punto 3.3.1, se obtiene como máximo valor deducido corregido 36, dando como resultado un índice de 64 que corresponde un pavimento en estado bueno.

Tabla I- 7

Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U7.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA		
<b>ZONA</b>	<b>ABSCISA INICIAL</b>		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>		<b>U7</b>		
-	1+160		U7				
<b>CÓDIGO VÍA</b>	<b>ABSCISA FINAL</b>		<b>ÁREA DE MUESTREO (m²)</b>				
Tramo 07	1+200		240				
<b>INSPECCIONADA POR</b>			<b>FECHA</b>				
BRIONES GAMARRA MIGUEL ANGEL			Marzo 2018				
<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>		<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>			
1	Piel de Cocodrilo		11	Parcheo			
2	Exudación		12	Pulimento de Agregados			
3	Agrietamiento en Bloque		13	Huecos			
4	Abultamientos y hundimientos		14	Cruce de vía férrea			
5	Corrugación		15	Ahuellamiento			
6	Depresión		16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde		17	Grieta parabólica (Slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta		18	Hinchamiento			
9	Desnivel carril / berma		19	Desprendimiento de agregados			
10	Grietas long. y transversal						
<b>Daño/Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>				<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor Deducido</b>
1 L	0.57				0.57	0.24	3.8
1 M	0.88				0.88	0.37	13.7
10 M	4	2.4	1.1		7.5	3.13	8.15
10 H	8.6	4	2.4	1.1	16.1	6.71	26.3
11 L	1.82	0.77			2.59	1.08	2.5

Fuente: Elaboración propia

Fig. 45. (Piel de cocodrilo)



Fuente: Elaboración propia

Fig. 46. (Grieta longitudinal)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 10

Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U7.

#	Valor Deducido					Total	q	CDV
1	26.3	13.7	8.15	3.8	2.5	54.45	5	26
2	26.3	13.7	8.15	3.8	2	53.95	4	29
3	26.3	13.7	8.15	2	2	52.15	3	34
4	26.3	13.7	2	2	2	46	2	35
5	26.3	2	2	2	2	34.3	1	36

Fuente: Elaboración propia

Max CDV = **36**  
 PCI = **64**  
 Rating = **Bueno**

### **3.5.3.8 UNIDAD DE MUESTRA U-08**

No refiere cambios de sección dentro de su área (240 m<sup>2</sup>). Las fallas presentes son: grieta de borde, desnivel carril berma, parcheos, huecos, slippage y desprendimiento de agregados. La falla con mayor afectación son los huecos con un valor deducido de 28.8 de severidad media, una falla estructural dañando severamente al pavimento.

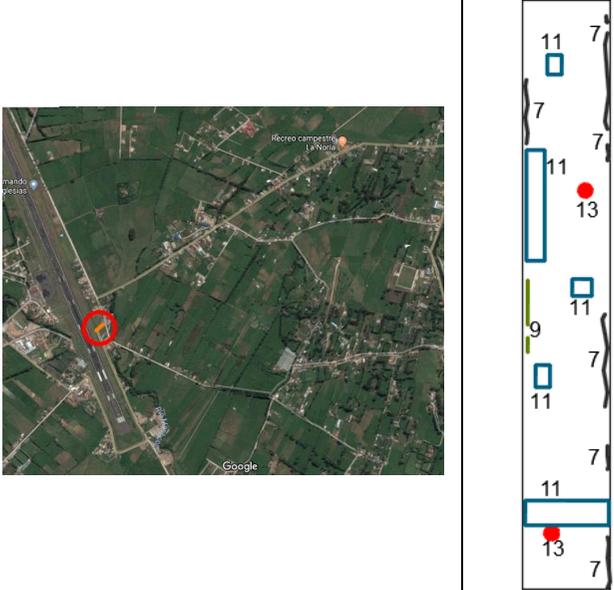
Existe una incidencia importante de parcheo con un valor deducido de 28.3 de severidad media y grieta de borde de severidad alta con valor deducido de 21. Entre las fallas de afectación en grado medio están el desprendimiento de agregados con valor deducido de 11.7 de severidad media, parcheos con valor deducido de 11.6 y de 10.9 de alta severidad y baja severidad respectivamente; y grieta de borde de severidad media con valor deducido de 6.

Las fallas que no afectan significativamente al pavimento son el desnivel carril/berma con valor deducido de 5.8 y slippage de severidad baja con valor deducido de 1.9. Para los huecos reconstruir la parte dañada y colocar parches constituidos por arena y mezcla asfáltica, del mismo modo para las grietas de borde.

Se recomienda aplicar para las fallas con mayor grado de afectación una reconstrucción de la parte afectada y sobrecarpeta aplicando un riego de liga, del mismo modo para corregir los parches de severidad media. Para el slippage y fallas no significativas, aplicar una lechada asfáltica para remediarlas y prolongar su vida útil, sellar las fisuras e impermeabilizar la superficie de rodadura. Siguiendo el procedimiento del PCI, punto 3.3.1, se obtiene como máximo valor deducido corregido 62, dando como resultado un índice de 38 que corresponde un pavimento en estado malo.

Tabla I- 8

Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U8.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA			
<b>ZONA</b>	<b>ABSCISA INICIAL</b>		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>		<b>U8</b>		
-	1+400		U8				
<b>CÓDIGO VÍA</b>	<b>ABSCISA FINAL</b>		<b>ÁREA DE MUESTREO (m<sup>2</sup>)</b>				
Tramo 08	1+440		240				
<b>INSPECCIONADA POR</b>			<b>FECHA</b>				
BRIONES GAMARRA MIGUEL ANGEL			Marzo 2018				
<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>		<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>			
1	Piel de Cocodrilo		11	Parqueo			
2	Exudación		12	Pulimento de Agregados			
3	Agrietamiento en Bloque		13	Huecos			
4	Abultamientos y hundimientos		14	Cruce de vía férrea			
5	Corrugación		15	Ahuellamiento			
6	Depresión		16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde		17	Grieta parabólica (Slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta		18	Hincharamiento			
9	Desnivel carril / berma		19	Desprendimiento de agregados			
10	Grietas long. y transversal						
<b>Daño/Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>				<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor Deducido</b>
7 M	3.4				3.4	1.42	6
7 H	1.6	0.9	6.5	4.3	6.3	8.17	21
9 H	3	-	-	-	-	1.25	5.8
11 L	1.35	12	0.4		13.75	5.73	10.9
11 M	4.94	13.5	1.53		19.97	8.32	28.3
11 H	0.77				0.77	0.32	11.6
13 M	1	1			2	0.83	28.8
17 L	0.46				0.46	0.19	1.9
19 M	8.2				8.2	3.42	11.7

Fuente: Elaboración propia

Fig. 47. (Desprendimiento de agregados)



Fuente: Elaboración propia

Fig. 48. (Parche)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 11

Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U8.

#	Valor Deducido									Total	q	CDV
1	28.8	28.3	21	11.7	11.6	10.9	6	5.8	1.9	126.00	8	62
2	28.8	28.3	21	11.7	11.6	10.9	6	2	1.9	122.20	7	60
3	28.8	28.3	21	11.7	11.6	10.9	2	2	1.9	118.20	6	58
4	28.8	28.3	21	11.7	11.6	2	2	2	1.9	109.30	5	57
5	28.8	28.3	21	11.7	2	2	2	2	1.9	99.70	4	58
6	28.8	28.3	21	2	2	2	2	2	1.9	90.00	3	58
7	28.8	28.3	2	2	2	2	2	2	1.9	71.00	2	52
8	28.8	2	2	2	2	2	2	2	1.9	44.70	1	45

Fuente: Elaboración propia

Max CDV = **62**  
 PCI = **38**  
 Rating = **Malo**

### **3.5.3.9 UNIDAD DE MUESTRA U-09**

No refiere cambios de sección dentro de su área (240 m<sup>2</sup>). Las fallas presentes son: piel de cocodrilo, grietas longitudinales, desnivel carril berma, parcheos, huecos.

La falla con mayor afectación son los huecos con un valor deducido de 29.15 de severidad media, una falla estructural dañando severamente al pavimento. Existe una incidencia de parcheos con un valor deducido de 14.2 de severidad baja y 10.6 de severidad media.

Entre las fallas de afectación en grado medio están la piel de cocodrilo con valor deducido de 8.3 de severidad baja y desnivel carril/berma con valor deducido de 4.1.

La falla que no afecta significativamente es la grieta longitudinal y transversal con valor deducido de 0.15.

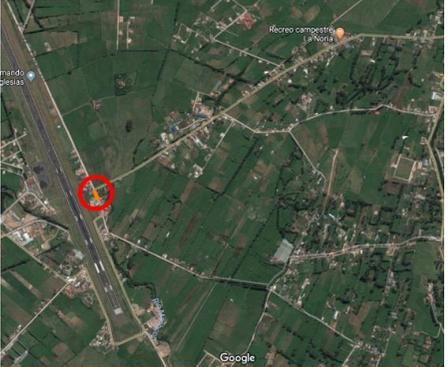
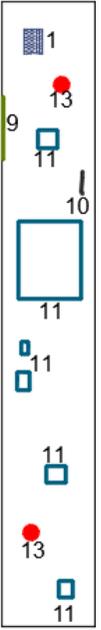
Para los huecos reconstruir la parte dañada y colocar parches constituidos por arena y mezcla asfáltica.

No es necesario una reconstrucción a parte de los huecos; sólo una sobrecarpeta aplicando un riego de liga, del mismo modo para corregir los parches de severidad media. Para la piel de cocodrilo y fallas no significativas, aplicar una lechada asfáltica para remediarlas y prolongar su vida útil, sellar las fisuras e impermeabilizar la superficie de rodadura.

Se obtuvieron 6 valores deducidos 29.15; 14.2; 10.6; 8.3; 4.1; 0.15 ver Tabla I-09; y siguiendo el procedimiento del PCI, punto 3.3.1, se obtiene como máximo valor deducido corregido 42, dando como resultado un índice de 58 que corresponde un pavimento en estado bueno.

Tabla I- 9

Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U9.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA		
<b>ZONA</b>	<b>ABSCISA INICIAL</b>	<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>				
-	1+680	U9				
<b>CÓDIGO VÍA</b>	<b>ABSCISA FINAL</b>	<b>ÁREA DE MUESTREO (m²)</b>				
Tramo 09	1+720	240				
<b>INSPECCIONADA POR</b>		<b>FECHA</b>				
BRIONES GAMARRA MIGUEL ANGEL		Marzo 2018				
<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>	<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>			
1	Piel de Cocodrilo	11	Parqueo			
2	Exudación	12	Pulimento de Agregados			
3	Agrietamiento en Bloque	13	Huecos			
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea			
5	Corrugación	15	Ahuellamiento			
6	Depresión	16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (Slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento			
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados			
10	Grietas long. y transversal					
<b>Daño/Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>			<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor Deducido</b>
1 L	1.76			1.76	0.73	8.3
9 M	4			4	1.67	4.1
10 L	0.6			0.6	0.25	0.15
11 L	19.35	0.4	1.38	21.13	8.80	14.2
11 M	0.77	1.36	0.9	3.025	1.26	10.6
13 M	1	1		2	0.83	29.15

Fuente: Elaboración propia

Fig. 49. (Piel de cocodrilo)



Fuente: Elaboración propia

Fig. 50. (Parche)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 12

Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U9.

#	Valor Deducido						Total	q	CDV
1	29.15	14.2	10.6	8.3	4.1	0.15	66.50	5	37
2	29.15	14.2	10.6	8.3	2	0.15	64.40	4	42
3	29.15	14.2	10.6	2	2	0.15	58.10	3	36
4	29.15	14.2	2	2	2	0.15	49.50	2	38
5	29.15	2	2	2	2	0.15	37.30	1	37

Fuente: Elaboración propia

Max CDV = **42**  
 PCI = **58**  
 Rating = **Bueno**

### **3.5.3.10 UNIDAD DE MUESTRA U-10**

Con un área de 240 m<sup>2</sup>, no refiere cambios de sección. Las fallas presentes son: piel de cocodrilo, grieta de borde, desnivel carril berma, parcheos, pulimento de agregados y huecos. La falla con mayor afectación son los huecos con un valor deducido de 18.4 de severidad media y 17.8 de severidad baja, una falla estructural dañando severamente al pavimento. Existe una incidencia importante de parcheo con un valor deducido de 10.2 de severidad media y grieta de borde de severidad alta con valor deducido de 8.1.

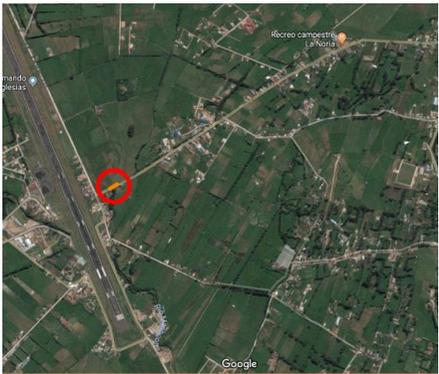
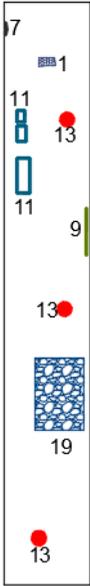
Entre las fallas de afectación en grado medio están el desnivel carril/berma con valor deducido de 6 de severidad alta, piel de cocodrilo de severidad baja con valor deducido de 4. Las fallas que no afectan significativamente al pavimento son el pulimento de agregados con valor deducido de 2.9 de severidad baja y parcheo de severidad baja con valor deducido de 0.12.

Para los huecos reconstruir las partes dañadas y colocar parches constituidos por arena y mezcla asfáltica, del mismo modo para las grietas de borde.

Se recomienda aplicar para las fallas con mayor grado de afectación una reconstrucción de la parte afectada y sobrecarpeta aplicando un riego de liga, del mismo modo para corregir los parches de severidad media. El desnivel carril/berma, piel de cocodrilo y pulimento de agregados constituyen fallas no significativas, aplicar una lechada asfáltica para remediarlas y prolongar su vida útil, sellar las fisuras e impermeabilizar la superficie de rodadura. Se obtuvieron 8 valores deducidos 18.4;17.8; 10.2; 8.1; 6; 4; 2.9; 0.12 ver Tabla I-10; y siguiendo el procedimiento del PCI, punto 3.3.1, se obtiene como máximo valor deducido corregido 35, dando como resultado un índice de 65 que corresponde un pavimento en estado bueno.

Tabla I- 10

Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U10.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA		
<b>ZONA</b>	<b>ABSCISA INICIAL</b>	<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>				<b>U10</b>
-	1+960	U10				
<b>CÓDIGO VÍA</b>	<b>ABSCISA FINAL</b>	<b>ÁREA DE MUESTREO (m²)</b>				
Tramo 10	2+000	240				
<b>INSPECCIONADA POR</b>		<b>FECHA</b>				
BRIONES GAMARRA MIGUEL ANGEL		Marzo 2018				
<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>	<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>			
1	Piel de Cocodrilo	11	Parcheo			
2	Exudación	12	Pulimento de Agregados			
3	Agrietamiento en Bloque	13	Huecos			
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea			
5	Corrugación	15	Ahuellamiento			
6	Depresión	16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (Slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento			
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados			
10	Grietas long. y transversal					
<b>Daño/Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>			<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor Deducido</b>
1 L	0.18			0.18	0.08	4
7 H	0.8			0.8	0.33	8.1
9 H	3.2			3.2	1.33	6
11 L	0.42			0.42	0.18	0.12
11 M	0.64	2.16		2.8	1.17	10.2
12 L	17.2			17.2	7.17	2.9
13 L	1	1		2	0.83	17.8
13 M	1			1	0.42	18.4

Fuente: Elaboración propia

Fig. 51. (parches)



Fuente: Elaboración propia

Fig. 52. (parches)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 13

Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U10.

#	Valor Deducido								Total	q	CDV
1	18.4	17.8	10.2	8.1	6	4	2.9	0.12	67.52	7	30
2	18.4	17.8	10.2	8.1	6	4	2	0.12	66.62	6	29
3	18.4	17.8	10.2	8.1	6	2	2	0.12	64.62	5	33
4	18.4	17.8	10.2	8.1	2	2	2	0.12	60.62	4	34
5	18.4	17.8	10.2	2	2	2	2	0.12	54.52	3	34
6	18.4	17.8	2	2	2	2	2	0.12	46.32	2	35
7	18.4	2	2	2	2	2	2	0.12	30.52	1	30

Fuente: Elaboración propia

Max CDV = **35**  
 PCI = **65**  
 Rating = **Bueno**

### **3.5.3.11 UNIDAD DE MUESTRA U-11**

Con un área de 240 m<sup>2</sup>, No refiere cambios de sección dentro de su área. Las fallas presentes son: piel de cocodrilo, grieta de borde, desnivel carril/berma, parcheos, huecos y desprendimiento de agregados.

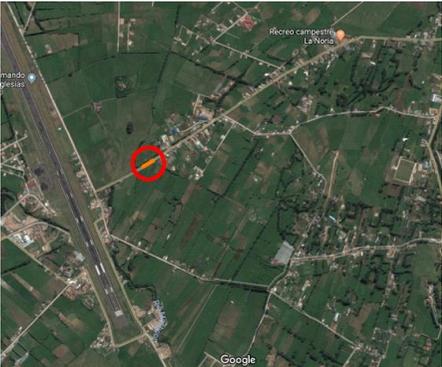
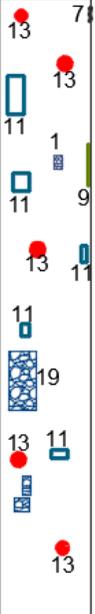
La falla con mayor afectación son los huecos con un valor deducido de 29.2 de severidad media y de 22.5 de severidad baja. La falla con mayor área es el desprendimiento de agregados con 6.79 m<sup>2</sup>, de severidad media y con valor deducido de 11.3 y la de mayor densidad en el tramo es el parcheo de severidad baja con valor deducido de 5.25, que más que un daño al pavimento es un defecto. Otra afectación severa es la grieta de borde, con valor deducido de 4.2, de severidad media. Se presenta piel de cocodrilo de severidad baja, con un valor deducido de 4.15; desprendimiento de agregados con valor deducido de 1.9 de severidad baja, que impactan en menor grado al pavimento en el tramo.

Como se aprecia en la Tabla I-11 se obtuvieron 8 valores deducidos, 29.2; 22.5; 11.3; 5.25; 4.2, 4.15; 4; 1.9. Aplicando el método 3.3.1 se obtiene como máximo valor deducido corregido 47; obteniendo después un resultado de índice de condición de pavimento igual a 53, el cual corresponde a un pavimento regular.

Realizar una reconstrucción en los huecos, destinando parches (arena y mezcla asfáltica) en estos, ya que el agua y las constantes cargas de tránsito pueda afectar aún más a la falla; hacer lo mismo para las grietas de borde. Para la piel de cocodrilo y desprendimiento de agregados, se recomienda una reconstrucción de la parte afectada, riego de liga y un sellado con emulsión asfáltica.

Tabla I- 11

Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U11.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA			
<b>ZONA</b>	<b>ABSCISA INICIAL</b>		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>		<b>U11</b>			
-	2+240		U11					
<b>CÓDIGO VÍA</b>	<b>ABSCISA FINAL</b>		<b>ÁREA DE MUESTREO (m²)</b>					
Tramo 11	2+280		240					
<b>INSPECCIONADA POR</b>			<b>FECHA</b>					
BRIONES GAMARRA MIGUEL ANGEL			Marzo 2018					
<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>		<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>				
1	Piel de Cocodrilo		11	Parqueo				
2	Exudación		12	Pulimento de Agregados				
3	Agrietamiento en Bloque		13	Huecos				
4	Abultamientos y hundimientos		14	Cruce de vía férrea				
5	Corrugación		15	Ahuellamiento				
6	Depresión		16	Desplazamiento				
7	Grieta de borde		17	Grieta parabólica (Slippage)				
8	Grieta de reflexión de junta		18	Hinchamiento				
9	Desnivel carril / berma		19	Desprendimiento de agregados				
10	Grietas long. y transversal							
<b>Daño/Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>				<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor Deducido</b>	
1 L	0.32				0.32	0.13	4.15	
7 M	0.9				0.9	0.38	4.2	
9 M	2.7				2.7	1.13	4	
11 L	2.64	0.39	1.28	0.45	0.54	5.3	2.21	5.25
13 L	1	1	1			3	1.25	22.5
13 M	1	1				2	0.83	29.2
19 L	0.21	0.84	0.21	0.39		1.65	0.69	1.9
19 M	6.64	0.15				6.79	2.83	11.3

Fuente: Elaboración propia

Fig. 53. (Grieta de borde)



Fuente: Elaboración propia

Fig. 54. (Agrietamiento)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 14

Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U11.

#	Valor Deducido								Total	q	CDV
1	29.2	22.5	11.3	5.25	4.2	4.15	4	1.9	82.50	7	40
2	29.2	22.5	11.3	5.25	4.2	4.15	2	1.9	80.50	6	38
3	29.2	22.5	11.3	5.25	4.2	2	2	1.9	78.35	5	41
4	29.2	22.5	11.3	5.25	2	2	2	1.9	76.15	4	43
5	29.2	22.5	11.3	2	2	2	2	1.9	72.90	3	47
6	29.2	22.5	2	2	2	2	2	1.9	63.60	2	46
7	29.2	2	2	2	2	2	2	1.9	43.10	1	43

Fuente: Elaboración propia

Max CDV = **47**  
 PCI = **53**  
 Rating = **Regular**

### **3.5.3.12 UNIDAD DE MUESTRA U-12**

Con un área de 240 m<sup>2</sup>, No refiere cambios de sección dentro de su área. Las fallas presentes son: piel de cocodrilo, desnivel carril/berma y parcheos.

La falla con mayor densidad es la piel de cocodrilo con un valor deducido de 28, con un área de 13.98 y con una severidad baja.

Las fallas de afectación en grado medio son los parches, con valor deducido de 14.25 y 7.1 con severidades media y baja respectivamente, que más que un daño al pavimento son defectos.

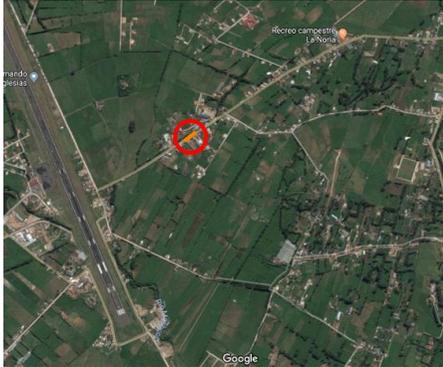
Se presenta piel de cocodrilo de severidad baja, con un valor deducido de 6.24; un desnivel carril/berma de severidad baja y valor deducido de 2.1, que impactan en menor grado al pavimento en el tramo.

Como se aprecia en la Tabla I-12 se obtuvieron 5 valores deducidos 28; 14.25; 7.1; 6.24; 2.1. Aplicando el método 3.3.1 se obtiene como máximo valor deducido corregido 36; obteniendo después un resultado de índice de condición de pavimento igual a 64, el cual corresponde a un pavimento bueno.

Se recomienda aplicar para las fallas con mayor grado de afectación una sobrecarpeta aplicando un riego de liga, del mismo modo para corregir los parches de severidad media y baja. Se recomienda aplicar un riego de liga que evitará el deterioro del firme y los efectos de los agentes climatológicos. Como la sección está en estado bueno no se aplica mayor atención de mantenimiento.

Tabla I- 12

Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U12.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA		
<b>ZONA</b>	<b>ABSCISA INICIAL</b>	<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>		<b>U12</b>		
-	2+520	U12				
<b>CÓDIGO VÍA</b>	<b>ABSCISA FINAL</b>	<b>ÁREA DE MUESTREO (m²)</b>				
Tramo 12	2+560	240				
<b>INSPECCIONADA POR</b>		<b>FECHA</b>				
BRIONES GAMARRA MIGUEL ANGEL		Marzo 2018				
<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>	<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>			
1	Piel de Cocodrilo	11	Parqueo			
2	Exudación	12	Pulimento de Agregados			
3	Agrietamiento en Bloque	13	Huecos			
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea			
5	Corrugación	15	Ahuellamiento			
6	Depresión	16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (Slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento			
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados			
10	Grietas long. y transversal					
<b>Daño/Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>			<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor Deducido</b>
1 L	0.48	0.9	12.6	13.98	5.83	28
1 M	0.24			0.24	0.10	6.24
9 L	2			2	0.83	2.1
11 L	3.06	0.88	2.72	7.56	3.15	7.1
11 M	1.6	3.4		5	2.08	14.25

Fuente: Elaboración propia

Fig. 55. (Agrietamiento)



Fuente: Elaboración propia

Fig. 56. (Desnivel carril berma)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 15

Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U12.

#		Valor Deducido				Total	q	CDV
1	28	14.25	7.1	6.24	2.1	57.69	5	28
2	28	14.25	7.1	6.24	2	57.59	4	32
3	28	14.25	7.1	2	2	53.35	3	34
4	28	14.25	2	2	2	48.25	2	36
5	28	2	2	2	2	36.00	1	36

Fuente: Elaboración propia

Max CDV = **36**  
 PCI = **64**  
 Rating = **Bueno**

### **3.5.3.13 UNIDAD DE MUESTRA U-13**

Con un área de 240 m<sup>2</sup>, No refiere cambios de sección dentro de su área. Las fallas presentes son: piel de cocodrilo, parcheos, huecos y desprendimiento de agregados. La falla con mayor afectación son los huecos con un valor deducido de 56.1 de severidad alta y el desprendimiento de agregados con 31.15 de severidad media y con mayor área 87.44 m<sup>2</sup>.

Las fallas de afectación en grado medio son los parches de severidad media y alta con valores deducidos de 15.1 y 14.8 respectivamente, que más que un daño al pavimento es un defecto. Otra afectación severa es la piel de cocodrilo, con valores deducidos de 13.7, de severidad baja y 8.3 de severidad media.

Se presenta parches de severidad baja, con un valor deducido de 3.8; y desprendimiento de agregados con valor deducido de 1.7 de severidad baja, que impactan en menor grado al pavimento en el tramo.

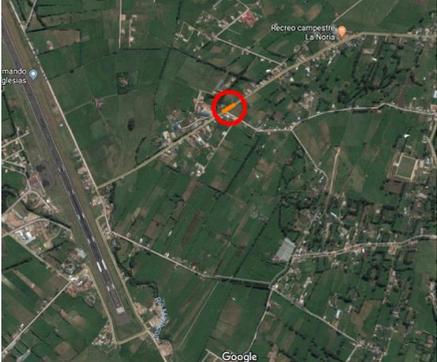
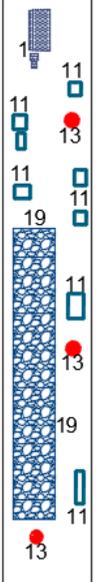
Como se aprecia en la Tabla I-13 se obtuvieron 8 valores deducidos 56.1; 31.15; 15.1; 14.8; 13.7; 8.3; 3.8; 1.8.

Aplicando el método 3.3.1 se obtiene como máximo valor deducido corregido 72; obteniendo después un resultado de índice de condición de pavimento igual a 28, el cual corresponde a un pavimento malo.

Se recomienda realizar una reconstrucción en los huecos, destinando parches (arena y mezcla asfáltica) en estos, ya que el agua y las constantes cargas de tránsito pueda afectar aún más a la falla. Para la piel de cocodrilo, desprendimiento de agregados y parches, se recomienda una sobrecarpeta aplicando riego de liga y un sellado con emulsión asfáltica.

Tabla I- 13

Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U13.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA		
<b>ZONA</b>	<b>ABSCISA INICIAL</b>	<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>				
-	2+760	U13				
<b>CÓDIGO VÍA</b>	<b>ABSCISA FINAL</b>	<b>ÁREA DE MUESTREO (m²)</b>				
Tramo 13	2+800	240				
<b>INSPECCIONADA POR</b>		<b>FECHA</b>				
BRIONES GAMARRA MIGUEL ANGEL		Marzo 2018				
<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>	<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>			
1	Piel de Cocodrilo	11	Parcheo			
2	Exudación	12	Pulimento de Agregados			
3	Agrietamiento en Bloque	13	Huecos			
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea			
5	Corrugación	15	Ahuellamiento			
6	Depresión	16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (Slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento			
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados			
10	Grietas long. y transversal					
<b>Daño/Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>			<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor Deducido</b>
1 L	3.6			3.6	1.50	13.7
1 M	0.21	0.16		0.37	0.15	8.3
11 L	0.77	0.54	0.99	0.7	0.72	3.8
11 M	1.76	2.7	0.88	0.22		15.1
11 H	1.12					14.8
13 H	1	1	1	3	1.25	56.1
19 L	1.6	-	-	1.6	0.67	1.7
19 M	87	0.44		87.44	36.43	31.15

Fuente: Elaboración propia

Fig. 57. (parches)



Fuente: Elaboración propia

Fig. 58. (Agrietamiento)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 16

Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U13.

#	Valor Deducido									Total	q	CDV
1	56.1	31.15	15.1	14.8	13.7	8.3	3.8	1.7	144.65	7	69	
2	56.1	31.15	15.1	14.8	13.7	8.3	2	1.7	142.85	6	70	
3	56.1	31.15	15.1	14.8	13.7	2	2	1.7	136.55	5	71	
4	56.1	31.15	15.1	14.8	2	2	2	1.7	124.85	4	72	
5	56.1	31.15	15.1	2	2	2	2	1.7	112.05	3	70	
6	56.1	31.15	2	2	2	2	2	1.7	98.95	2	70	
7	56.1	2	2	2	2	2	2	1.7	69.80	1	69	

Fuente: Elaboración propia

Max CDV = **72**  
 PCI = **28**  
 Rating = **Malo**

#### **3.5.3.14 UNIDAD DE MUESTRA U-14**

Con un área de 240 m<sup>2</sup>, no refiere cambios de sección. Las fallas presentes son: piel de cocodrilo, parcheos, desprendimiento de agregados y huecos.

La falla con mayor afectación son los huecos con un valor deducido de 49.3 de alta severidad, 28.8 de severidad media, una falla estructural dañando severamente al pavimento si no se corrige.

Existe una incidencia importante de parcheo con un valor deducido de 23.6 de severidad media y piel de cocodrilo de severidad media con valor deducido de 10. Entre las fallas de afectación en grado medio están un parcheo con valor deducido de 7.4 de severidad baja.

Existe también en el tramo un desprendimiento de agregados de severidad media y baja con valores deducidos de 5.9 y 5.7 respectivamente. Todas las fallas afectan significativamente al pavimento.

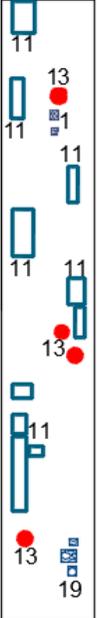
Para la severa afectación de los huecos reconstruir las partes dañadas y colocar parches constituidos por arena y mezcla asfáltica, del mismo modo para la piel de cocodrilo.

Se recomienda para el desprendimiento de agregados una sobrecarpeta aplicando un riego de liga, del mismo modo para corregir los parches de severidad media.

Se obtuvieron 7 valores deducidos 49.3; 28.8; 23.6; 10; 7.4; 5.9; 5.7 ver Tabla I-14; y siguiendo el procedimiento del PCI, punto 3.3.1, se obtiene como máximo valor deducido corregido 68, dando como resultado un índice de 32 que corresponde un pavimento en estado malo.

Tabla I- 14

Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U14.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA			
<b>ZONA</b>	<b>ABSCISA INICIAL</b>		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>		<b>U14</b>			
-	2+800		U14					
<b>CÓDIGO VÍA</b>	<b>ABSCISA FINAL</b>		<b>ÁREA DE MUESTREO (m²)</b>					
Tramo 14	2+840		240					
<b>INSPECCIONADA POR</b>			<b>FECHA</b>					
BRIONES GAMARRA MIGUEL ANGEL			Marzo 2018					
<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>		<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>				
1	Piel de Cocodrilo		11	Parqueo				
2	Exudación		12	Pulimento de Agregados				
3	Agrietamiento en Bloque		13	Huecos				
4	Abultamientos y hundimientos		14	Cruce de vía férrea				
5	Corrugación		15	Ahuellamiento				
6	Depresión		16	Desplazamiento				
7	Grieta de borde		17	Grieta parabólica (Slippage)				
8	Grieta de reflexión de junta		18	Hinchamiento				
9	Desnivel carril / berma		19	Desprendimiento de agregados				
10	Grietas long. y transversal							
<b>Daño/Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>				<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor Deducido</b>	
1 M	0.32	0.15			0.47	0.20	10	
11 L	0.48	2.71	1.84	1.44	1.8	8.27	3.45	7.4
11 M	1.08	3.99	2.8	1.3	4.18	13.35	5.56	23.6
13 M	1	1				2	0.83	28.8
13 H	1	1				2	0.83	49.3
19 M	0.28	0.04	0.3			0.62	0.26	5.9
19 H	0.52	-	-			0.52	0.22	5.7

Fuente: Elaboración propia

Fig. 59. (parches)



Fuente: Elaboración propia

Fig. 60. (Agrietamiento)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 17

Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U14.

#	Valor Deducido								Total	q	CDV
1	49.3	28.8	23.6	10	7.4	5.9	5.7	130.70	7	64	
2	49.3	28.8	23.6	10	7.4	5.9	2	127.00	6	62	
3	49.3	28.8	23.6	10	7.4	2	2	123.10	5	64	
4	49.3	28.8	23.6	10	2	2	2	117.70	4	67	
5	49.3	28.8	23.6	2	2	2	2	109.70	3	68	
6	49.3	28.8	2	2	2	2	2	88.10	2	63	
7	49.3	2	2	2	2	2	2	61.30	1	60	

Fuente: Elaboración propia

Max CDV = **68**  
 PCI = **32**  
 Rating = **Malo**

### **3.5.3.15 UNIDAD DE MUESTRA U-15**

Con un área de 240 m<sup>2</sup>, no refiere cambios de sección. Las fallas presentes son: piel de cocodrilo, parcheos, desprendimiento de agregados y huecos. La falla con mayor afectación son los huecos con un valor deducido de 38.2 de alta severidad, 34.7 de severidad media, una falla estructural dañando severamente al pavimento si no se corrige.

Existe una incidencia importante de parcheos con un valor deducido de 21.9 de severidad media y 17.97 de severidad alta; como también piel de cocodrilo de severidad baja con valor deducido de 17.2. Entre las fallas de afectación en grado medio está el desprendimiento de agregados con valor deducido de 9.65 de severidad media y 7.6 de severidad alta.

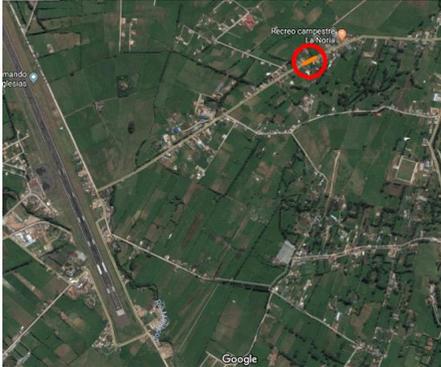
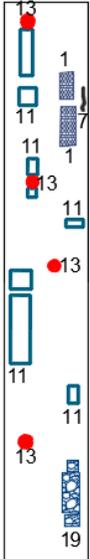
La falla que no afecta significativamente al pavimento es el parcheo con 2.8 de valor deducido de severidad baja. Para la afectación de los huecos reconstruir las partes dañadas y colocar parches constituidos por arena y mezcla asfáltica.

Se recomienda para el desprendimiento de agregados en general y la piel de cocodrilo, una sobrecarpeta aplicando un riego de liga, del mismo modo para corregir los parches de severidad media y baja.

Se obtuvieron 8 valores deducidos 38.2; 34.7; 21.9; 17.97; 17.2; 9.65; 7.6; 2.8; ver Tabla I-15; y siguiendo el procedimiento del PCI, punto 3.3.1, se obtiene como máximo valor deducido corregido 71, dando como resultado un índice de 29 que corresponde un pavimento en estado malo.

Tabla I- 15

Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U15.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA		
<b>ZONA</b>	<b>ABSCISA INICIAL</b>	<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>		<b>U15</b>		
-	3+080	U15				
<b>CÓDIGO VÍA</b>	<b>ABSCISA FINAL</b>	<b>ÁREA DE MUESTREO (m²)</b>				
Tramo 15	3+120	240				
<b>INSPECCIONADA POR</b>		<b>FECHA</b>				
BRIONES GAMARRA MIGUEL ANGEL		Marzo 2018				
<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>	<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>			
1	Piel de Cocodrilo	11	Parqueo			
2	Exudación	12	Pulimento de Agregados			
3	Agrietamiento en Bloque	13	Huecos			
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea			
5	Corrugación	15	Ahuellamiento			
6	Depresión	16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (Slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento			
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados			
10	Grietas long. y transversal					
<b>Daño/Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>			<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor Deducido</b>
1 L	1.8	3.06		4.86	2.03	17.2
10 L	1.6			1.6	0.67	0
11 L	0.32	0.81	1.65	2.78	1.16	2.8
11 M	2.7	0.6	7.14	10.93	4.55	21.9
11 H	1.9			1.9	0.79	17.97
13 M	1	1	1	3	1.25	34.7
13 H	1	-	-	1	0.42	38.2
19 M	3.6	0.66		4.26	1.78	9.65
19 H	0.4	-		0.4	0.17	7.6

Fuente: Elaboración propia

Fig. 61. (Piel de cocodrilo)



Fuente: Elaboración propia

Fig. 62. (parches)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 18

Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U15.

#	Valor Deducido									Total	q	CDV
1	38.2	34.7	21.9	17.97	17.2	9.65	7.6	2.8	150.02	8	71	
2	38.2	34.7	21.9	17.97	17.2	9.65	7.6	2	149.22	7	71	
3	38.2	34.7	21.9	17.97	17.2	9.65	2	2	143.62	6	70	
4	38.2	34.7	21.9	17.97	17.2	2	2	2	135.97	5	70	
5	38.2	34.7	21.9	17.97	2	2	2	2	120.77	4	69	
6	38.2	34.7	21.9	2	2	2	2	2	104.80	3	66	
7	38.2	34.7	2	2	2	2	2	2	84.90	2	61	
8	38.2	2	2	2	2	2	2	2	52.20	1	52	

Fuente: Elaboración propia

Max CDV = **71**  
 PCI = **29**  
 Rating = **Malo**

### **3.5.3.16 UNIDAD DE MUESTRA U-16**

Con un área de 240 m<sup>2</sup>, No refiere cambios de sección dentro de su área. Las fallas presentes son: piel de cocodrilo, parcheos, huecos y desprendimiento de agregados. La falla con mayor afectación son los huecos con un valor deducido de 56.2 de severidad alta, 28.8 de severidad media y el desprendimiento de agregados con 40.2 de severidad alta y con mayor área 22.42 m<sup>2</sup>.

Las fallas de afectación en grado medio son los parches de severidad media con valor deducido de 13.5, que más que un daño al pavimento es un defecto. Otras afectaciones son el desprendimiento de agregados con VD 7.8 de severidad media y parcheo con VD de 2.6, de severidad baja, que impactan en menor grado al pavimento en el tramo.

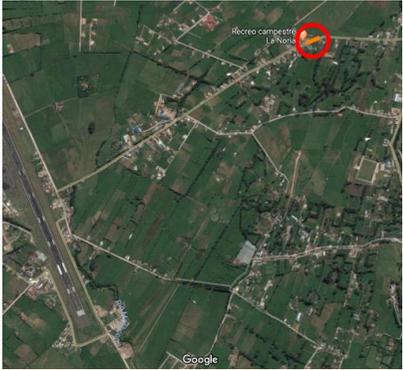
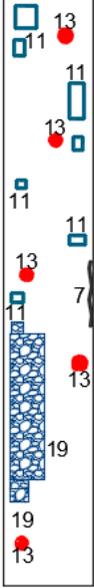
Aplicando el método 3.3.1 se obtiene como máximo valor deducido corregido 81; obteniendo después un resultado de índice de condición de pavimento igual a 19, el cual corresponde a un pavimento muy malo.

Se recomienda realizar una reconstrucción en todos los huecos por la alta densidad en el tramo, destinando parches (arena y mezcla asfáltica), ya que el agua y las constantes cargas de tránsito pueda afectar aún más a la falla.

Del mismo modo para el desprendimiento de agregados; reconstruir las partes dañadas colocando una sobrecarpeta aplicando un riego de liga, del mismo modo para corregir los parches de severidad media. Para la piel de cocodrilo, desprendimiento de agregados y parches de bajas severidades, se recomienda una sobrecarpeta aplicando riego de liga y un sellado con emulsión asfáltica.

Tabla I- 16

Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U16.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA		
<b>ZONA</b>	<b>ABSCISA INICIAL</b>	<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>		<b>U16</b>			
-	3+360	U16					
<b>CÓDIGO VÍA</b>	<b>ABSCISA FINAL</b>	<b>ÁREA DE MUESTREO (m²)</b>					
Tramo 16	3+400	240					
<b>INSPECCIONADA POR</b>		<b>FECHA</b>					
BRIONES GAMARRA MIGUEL ANGEL		Marzo 2018					
<b>Nº</b>	<b>DAÑO</b>	<b>Nº</b>	<b>DAÑO</b>				
1	Piel de Cocodrilo	11	Parqueo				
2	Exudación	12	Pulimento de Agregados				
3	Agrietamiento en Bloque	13	Huecos				
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea				
5	Corrugación	15	Ahuellamiento				
6	Depresión	16	Desplazamiento				
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (Slippage)				
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento				
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados				
10	Grietas long. y transversal						
<b>Daño/Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>				<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor Deducido</b>
11 L	0.72	0.66	0.49	0.56	2.43	1.01	2.6
11 M	2.2	2.25			4.45	1.85	13.5
13 L	1				1	0.42	10.3
13 M	1	1			2	0.83	28.8
13 H	1	1	1		3	1.25	56.2
19 M	1.8				1.8	0.75	7.8
19 H	0.42	22			22.42	9.34	40.2

Fuente: Elaboración propia

Fig. 63. (parches y hueco)



Fuente: Elaboración propia

Fig. 64. (parches)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 19

Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U16.

#	Valor Deducido								Total	q	CDV
1	56.2	40.2	28.8	13.5	10.3	7.8	2.6	159.40	7	74	
2	56.2	40.2	28.8	13.5	10.3	7.8	2	158.80	6	77	
3	56.2	40.2	28.8	13.5	10.3	2	2	153.00	5	78	
4	56.2	40.2	28.8	13.5	2	2	2	144.70	4	81	
5	56.2	40.2	28.8	2	2	2	2	133.20	3	80	
6	56.2	40.2	2	2	2	2	2	106.40	2	74	
7	56.2	2	2	2	2	2	2	68.20	1	68	

Fuente: Elaboración propia

Max CDV = **81**  
 PCI = **19**  
 Rating = **Muy Malo**

### **3.5.3.17 UNIDAD DE MUESTRA U-17**

Con un área de 240 m<sup>2</sup>, No refiere cambios de sección dentro de su área. Las fallas presentes son: desnivel carril/berma, parcheos y desprendimiento de agregados.

La falla con mayor afectación es el desprendimiento de agregados con un valor deducido de 13.9 de severidad media y con mayor área 13.2 m<sup>2</sup> y con valor deducido de 12.4 de severidad alta y parcheo de severidad alta con valor deducido 13.15.

Las fallas de afectación en grado medio son el desnivel carril/berma con valor deducido 6.5 de severidad alta, los parches de severidad media con valores deducidos de 5.2, de severidad baja con valor deducido de 2, que más que un daño al pavimento es un defecto. Otras afectaciones son el desprendimiento de agregados con VD 0.3 de severidad baja, que impacta en menor grado al pavimento en el tramo.

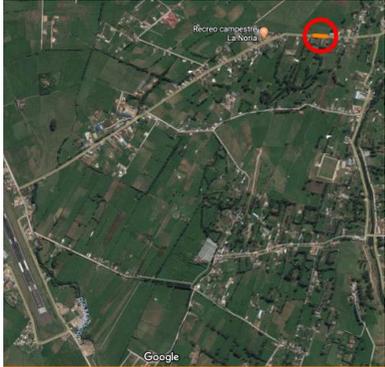
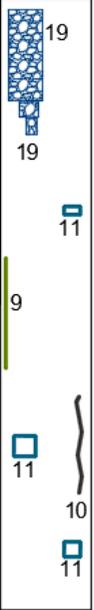
Como se aprecia en la Tabla I-17 se obtuvieron 7 valores deducidos 13.9; 13.15; 12.4; 6.5; 5.2; 2; 0.3.

Aplicando el método 3.3.1 se obtiene como máximo valor deducido corregido 28; obteniendo después un resultado de índice de condición de pavimento igual a 72, el cual corresponde a un pavimento muy bueno.

Para el desprendimiento de agregados; colocar una sobrecarpeta aplicando un riego de liga, del mismo modo para corregir los parches de severidad media. El desnivel carril/berma no afecta en consideración al tramo, al no presentar algún tipo de agrietamiento. Como la sección tiene un estado muy bueno, no exige mayores tratamientos.

Tabla I- 17

Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U17.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA		
<b>ZONA</b>	<b>ABSCISA INICIAL</b>	<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>	<b>U17</b>			
-	3+640	U17				
<b>CÓDIGO VÍA</b>	<b>ABSCISA FINAL</b>	<b>ÁREA DE MUESTREO (m²)</b>				
Tramo 17	3+680	240				
<b>INSPECCIONADA POR</b>		<b>FECHA</b>				
BRIONES GAMARRA MIGUEL ANGEL		Marzo 2018				
<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>	<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>			
1	Piel de Cocodrilo	11	Parqueo			
2	Exudación	12	Pulimento de Agregados			
3	Agrietamiento en Bloque	13	Huecos			
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea			
5	Corrugación	15	Ahuellamiento			
6	Depresión	16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (Slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento			
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados			
10	Grietas long. y transversal					
<b>Daño/Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor Deducido</b>	
9 H	7.2		7.2	3.00	6.5	
11 L	1.74		1.74	0.73	2	
11 M	0.64		0.64	0.27	5.2	
11 H	0.96		0.96	0.40	13.15	
19 L	0.8		0.8	0.33	0.3	
19 M	13.2		13.2	5.50	13.9	
19 H	1.14		1.14	0.48	12.4	

Fuente: Elaboración propia

Fig. 65. (Hueco)



Fuente: Elaboración propia

Fig. 66. (parches)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 20

Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U17.

#	Valor Deducido							Total	q	CDV
1	13.9	13.15	12.4	6.5	5.2	2	0.3	53.45	6	22
2	13.9	13.15	12.4	6.5	5.2	2	0.3	53.45	5	26
3	13.9	13.15	12.4	6.5	2	2	0.3	50.25	4	26
4	13.9	13.15	12.4	2	2	2	0.3	45.75	3	28
5	13.9	13.15	2	2	2	2	0.3	35.35	2	26
6	13.9	2	2	2	2	2	0.3	24.20	1	24

Fuente: Elaboración propia

Max CDV = **28**  
 PCI = **72**  
 Rating = **Muy Bueno**

### **3.5.3.18 UNIDAD DE MUESTRA U-18**

Con un área de 240 m<sup>2</sup>, No refiere cambios de sección dentro de su área. Las fallas presentes son: piel de cocodrilo, parcheos, huecos y desprendimiento de agregados. La falla con mayor afectación son los huecos con un valor deducido de 61.3 de severidad alta, 28.9 de severidad media y el desprendimiento de agregados con 22.9 de severidad alta y con área 6.36 m<sup>2</sup>.

Las fallas de afectación en grado medio son los parches de severidad alta y media con valores deducidos de 14.8 y 10.9 respectivamente. Otras afectaciones son el desprendimiento de agregados con VD 8.8 de severidad media y parcheo con VD de 2.8, de severidad baja, que impactan en menor grado al pavimento en el tramo.

La falla con mayor área es la exudación con 28.56 m<sup>2</sup>. con valor deducido de 3.1, su impacto no es de consideración.

Como se aprecia en la Tabla I-16 se obtuvieron 8 valores deducidos 61.3; 28.9; 22.9, 14.8; 10.9; 8.8; 3.1; 2.8. Aplicando el método 3.3.1 se obtiene como máximo valor deducido corregido 77; obteniendo después un resultado de índice de condición de pavimento igual a 23, el cual corresponde a un pavimento muy malo.

Se recomienda realizar una reconstrucción en todos los huecos por la alta densidad en el tramo, destinando parches (arena y mezcla asfáltica), ya que el agua y las constantes cargas de tránsito pueda afectar aún más a la falla.

Del mismo modo para el desprendimiento de agregados; reconstruir las partes dañadas colocando una sobrecarpeta aplicando un riego de liga, del mismo modo para corregir los parches de severidad media. Para la piel de cocodrilo, desprendimiento de agregados y parches de bajas severidades, se recomienda una sobrecarpeta aplicando riego de liga y un sellado con emulsión asfáltica.

Tabla I- 18

Procedimiento estándar para la inspección del PCI- ASTM D6433-03-Unidad de Muestra U18.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA		
<b>ZONA</b>	<b>ABSCISA INICIAL</b>	<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>		<b>U18</b>				
-	3+920	U18						
<b>CÓDIGO VÍA</b>	<b>ABSCISA FINAL</b>	<b>ÁREA DE MUESTREO (m²)</b>						
Tramo 18	3+985	240						
<b>INSPECCIONADA POR</b>		<b>FECHA</b>						
BRIONES GAMARRA MIGUEL ANGEL		Marzo 2018						
<b>Nº</b>	<b>DAÑO</b>	<b>Nº</b>	<b>DAÑO</b>					
1	Piel de Cocodrilo	11	Parqueo					
2	Exudación	12	Pulimento de Agregados					
3	Agrietamiento en Bloque	13	Huecos					
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea					
5	Corrugación	15	Ahuellamiento					
6	Depresión	16	Desplazamiento					
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (Slippage)					
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento					
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados					
10	Grietas long. y transversal							
<b>Daño/Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>					<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor Deducido</b>
2 L	27.6	0.96				28.56	11.90	3.1
11 L	0.4	0.72	1.26	0.96	0.45	3.79	1.58	2.8
11 M	2.56	0.77	-	-	-	3.33	1.39	10.9
11 H	1.2					1.2	0.50	14.8
13 M	1	1				2	0.83	28.9
13 H	1	1	1	1		4	1.67	61.3
19 M	3.23	-	-	-		3.225	1.34	8.8
19 H	6.36					6.36	2.65	22.9

Fuente: Elaboración propia

Fig. 67. (Parches)



Fuente: Elaboración propia

Fig. 68. (huecos)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 21

Procedimiento estándar del cálculo del PCI ASTM D6433-03-U18.

#	Valor Deducido								Total	q	CDV
1	61.3	28.9	22.9	14.8	10.9	8.8	3.1	2.8	153.50	8	73
2	61.3	28.9	22.9	14.8	10.9	8.8	3.1	2	152.70	7	72
3	61.3	28.9	22.9	14.8	10.9	8.8	2	2	151.60	6	74
4	61.3	28.9	22.9	14.8	10.9	2	2	2	144.80	5	75
5	61.3	28.9	22.9	14.8	2	2	2	2	135.90	4	77
6	61.3	28.9	22.9	2	2	2	2	2	123.10	3	76
7	61.3	28.9	2	2	2	2	2	2	102.20	2	72
8	61.3	2	2	2	2	2	2	2	75.30	1	74

Fuente: Elaboración propia

Max CDV = **77**  
 PCI = **23**  
 Rating = **Muy Malo**

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1 INFORMACIÓN PRELIMINAR**

En la presente tesis objeto de estudio, se evalúa el estado actual de la vía aeropuerto – desvío a Otuzco – Cajamarca 2018. En un estudio de 4 km. Obra que fue construida en convenio de apoyo interinstitucional entre el CTAR Cajamarca y la Dirección Regional de Transporte y Comunicaciones, aprobado mediante Resolución Presidencial Regional N° 572-2002-CTAR-CAJ/PE, de fecha 04 de octubre del 2002.

##### **4.1.1 ESTUDIO DE TRÁFICO DE LA VÍA**

Según las DG-2013 las carreteras de tercera clase con aquellas que poseen un IMDA menores a 400 veh/día con calzada de dos carriles y de 3.00 m como mínimo de ancho. Dichas carreteras pueden funcionar como soluciones denominadas como básicas o económicas.

#### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA VÍA**

##### **CLASIFICACIÓN:**

Por su Función	Sistema Vecinal
Por su Demanda	Carretera de Tercera Clase
Por Condición Orográfica	Carretera tipo I
Velocidad Directriz	50 km/h
Número de Vías	01 Vía
Carriles por Vía	02 Carriles
Longitud	04 Km
Ancho de Calzada	6.00 m.
Tipo de Pavimento	Flexible
Estructura del Pavimento	
Carpeta Asfáltica	3.5 cm.
Base Granular	20 cm.

Tabla 22

Conteo de Tráfico Vehicular Lunes

Tipo de Veh.	LIGEROS					CAMIONES			SEMI TRAYLER	TRAYLER	TOTAL
	Hora	Moto	Auto	Camio- neta	Combi	Micro- bus	C2	C3			
7:00-7:15	2	2	3	1	1	0	0	0	0	0	9
7:15-7:30	2	1	2	1	1	0	0	0	0	0	7
7:30-7:45	1	3	1	3	2	0	0	0	0	1	11
7:45-8:00	2	1	3	1	1	0	1	0	0	0	9
8:00-8:15	3	3	1	2	2	1	0	0	0	0	12
8:15-8:30	2	1	2	3	2	0	1	0	1	0	12
8:30-8:45	1	1	2	2	2	1	0	0	0	0	9
8:45-9:00	2	3	1	2	1	0	0	0	0	0	9
9:00-9:15	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5
9:15-9:30	1	0	3	1	0	1	1	1	1	0	9
9:30-9:45	1	2	2	2	1	0	0	0	0	0	8
9:45-10:00	2	3	3	1	0	0	0	0	0	0	9
10:00-10:15	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	5
10:15-10:30	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	5
10:30-10:45	1	2	2	0	1	0	1	0	1	0	8
10:45-11:00	2	1	3	1	0	0	0	0	0	0	7
11:00-11:15	1	0	2	3	2	0	0	0	0	0	8
11:15-11:30	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	4
11:30-11:45	1	0	1	2	1	0	0	0	0	1	6
11:45-12:00	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
12:00-12:15	0	1	2	2	1	0	0	0	0	0	6
12:15-12:30	1	3	1	1	1	1	0	0	0	0	8
12:30-12:45	3	2	2	2	2	0	1	0	0	0	12
12:45-13:00	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	6
13:00-13:15	3	2	1	2	1	0	1	0	0	0	10
13:15-13:30	2	3	2	1	2	0	0	0	0	0	10
13:30-13:45	1	2	1	2	1	1	0	0	0	0	8
13:45-14:00	2	1	2	1	1	1	0	0	1	1	10
14:00-14:15	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	6
14:15-14:30	2	1	0	3	2	0	0	0	0	0	8
14:30-14:45	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	6
14:45-15:00	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
15:00-15:15	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	4
15:15-15:30	0	3	3	0	2	1	0	0	0	0	9
15:30-15:45	1	0	1	2	0	0	0	1	1	0	6
15:45-16:00	2	1	0	1	1	1	0	0	0	0	6
16:00-16:15	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	5
16:15-16:30	2	0	1	1	0	0	1	0	0	0	5
16:30-16:45	1	3	0	1	1	0	0	0	0	0	6
16:45-17:00	1	1	1	3	1	0	0	0	0	0	7
17:00-17:15	3	2	0	1	0	0	0	0	1	0	7

Conteo de Tráfico Vehicular Lunes

Tipo de Veh.	LIGEROS					CAMIONES			SEMI TRAYLER	TRAYLER	TOTAL
	Hora	Moto	Auto	Camio- neta	Combi	Micro- bus	C2	C3			
17:15-17:30	1	1	1	0	2	1	0	0	0	0	6
17:30-17:45	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	8
17:45-18:00	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	6

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23

Conteo de Tráfico Vehicular Martes

Tipo de Veh.	LIGEROS					CAMIONES			SEMI TRAYLER	TRAYLER	TOTAL
	Hora	Moto	Auto	Camio- neta	Combi	Micro- bus	C2	C3			
7:00-7:15	2	1	3	1	2	0	0	0	0	0	9
7:15-7:30	3	2	1	1	2	1	0	0	0	0	10
7:30-7:45	1	3	1	3	3	0	1	0	0	1	13
7:45-8:00	3	2	2	1	2	0	0	0	0	0	10
8:00-8:15	2	1	1	2	2	0	0	0	0	0	8
8:15-8:30	2	2	3	2	1	0	1	0	1	0	12
8:30-8:45	1	1	1	2	1	1	0	0	0	0	7
8:45-9:00	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	9
9:00-9:15	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	3
9:15-9:30	2	0	3	1	0	1	1	1	1	0	10
9:30-9:45	1	2	2	2	1	0	0	0	0	0	8
9:45-10:00	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	6
10:00-10:15	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	5
10:15-10:30	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	5
10:30-10:45	2	2	1	0	1	0	1	0	1	0	8
10:45-11:00	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	5
11:00-11:15	1	0	1	3	2	0	0	0	0	0	7
11:15-11:30	0	1	2	1	0	0	0	1	0	0	5
11:30-11:45	1	0	0	2	1	0	0	0	0	1	5
11:45-12:00	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3
12:00-12:15	2	1	3	2	1	0	0	0	0	0	9
12:15-12:30	1	3	1	1	1	1	0	0	0	0	8
12:30-12:45	2	2	2	2	2	0	1	0	0	0	11
12:45-13:00	3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	6
13:00-13:15	1	2	3	2	1	0	1	0	0	0	10
13:15-13:30	3	3	2	1	2	0	0	0	0	0	11
13:30-13:45	1	2	1	2	1	1	0	0	0	0	8
13:45-14:00	2	1	2	2	2	0	0	0	1	1	11
14:00-14:15	1	3	1	0	1	0	0	0	0	0	6
14:15-14:30	2	1	0	3	0	0	0	0	0	0	6
14:30-14:45	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	6
14:45-15:00	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2

Conteo de Tráfico Vehicular Martes

Tipo de Veh.	LIGEROS					CAMIONES			SEMI TRAYLER	TRAYLER	TOTAL
	Hora	Moto	Auto	Camio- neta	Combi	Micro- bus	C2	C3			
15:00-15:15	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	4
15:15-15:30	0	3	3	0	0	1	0	0	0	0	7
15:30-15:45	1	0	1	2	0	0	0	1	0	0	5
15:45-16:00	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	5
16:15-16:30	2	0	1	1	0	0	1	0	0	0	5
16:30-16:45	1	3	0	1	1	0	0	0	0	0	6
16:45-17:00	1	1	1	3	1	0	0	0	0	0	7
17:00-17:15	3	2	0	1	0	0	0	0	1	0	7
17:15-17:30	1	1	1	0	2	1	0	0	0	0	6
17:30-17:45	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4
17:45-18:00	1	1	3	1	1	0	0	0	0	0	7

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24

Conteo de Tráfico Vehicular Miércoles

Tipo de Veh.	LIGEROS					CAMIONES			SEMI- TRAYLER	TRAYLER	TOTAL
	Hora	Moto	Auto	Camio- neta	Combi	Micro- bus	C2	C3			
7:00-7:15	1	1	1	2	1	0	0	1	0	0	7
7:15-7:30	1	2	3	1	1	0	0	0	0	0	8
7:30-7:45	2	2	1	2	2	0	0	0	0	0	9
7:45-8:00	1	1	2	1	1	1	0	0	0	0	7
8:00-8:15	2	3	1	2	2	0	0	0	0	1	11
8:15-8:30	1	1	3	1	1	0	1	0	1	0	9
8:30-8:45	1	3	1	1	1	0	0	0	1	1	9
8:45-9:00	1	2	2	2	0	0	0	0	0	0	7
9:00-9:15	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
9:15-9:30	1	3	1	0	0	0	1	0	1	0	7
9:30-9:45	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	5
9:45-10:00	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
10:00-10:15	1	1	1	2	1	0	0	0	0	1	7
10:15-10:30	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	4
10:30-10:45	1	2	1	0	1	0	0	0	1	0	6
10:45-11:00	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
11:00-11:15	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	3
11:15-11:30	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	3
11:30-11:45	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	3
11:45-12:00	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	4
12:00-12:15	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	5
12:15-12:30	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	6
12:30-12:45	2	2	2	2	2	1	0	0	0	0	11

Conteo de Tráfico Vehicular Miércoles

Tipo de Veh.	LIGEROS					CAMIONES			SEMI-TRAYLER	TRAYLER	TOTAL
	Hora	Moto	Auto	Camio-neta	Combi	Micro-bus	C2	C3			
12:45-13:00	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	6
13:00-13:15	1	2	1	2	1	0	0	0	0	1	8
13:15-13:30	3	3	2	1	2	0	0	1	0	0	12
13:30-13:45	1	2	1	2	1	0	1	0	0	0	8
13:45-14:00	1	1	2	1	2	1	0	0	0	1	9
14:00-14:15	1	3	1	0	1	0	0	0	0	0	6
14:15-14:30	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
14:30-14:45	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	6
15:15-15:30	0	2	1	1	0	1	0	0	0	0	5
15:30-15:45	1	0	1	2	0	0	0	0	1	0	5
15:45-16:00	1	1	2	1	1	1	0	0	0	0	7
16:00-16:15	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	6
16:15-16:30	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2
16:30-16:45	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	4
16:45-17:00	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	5
17:00-17:15	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
17:15-17:30	1	1	1	1	2	1	0	0	0	0	7
17:30-17:45	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
17:45-18:00	3	3	2	1	2	1	0	0	0	0	12

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25

Conteo de Tráfico Vehicular Jueves

Tipo de Veh.	LIGEROS					CAMIONES			SEMI-TRAYLER	TRAYLER	TOTAL
	Hora	Moto	Auto	Camio-neta	Combi	Micro-bus	C2	C3			
7:00-7:15	1	2	2	1	2	0	0	0	0	0	8
7:15-7:30	2	1	2	0	2	0	0	0	0	0	7
7:30-7:45	1	2	1	3	1	1	1	0	0	1	11
7:45-8:00	3	1	3	1	2	0	0	0	0	0	10
8:00-8:15	2	3	1	2	2	0	0	0	0	0	10
8:15-8:30	2	1	2	3	1	0	1	0	1	0	11
8:30-8:45	1	1	3	2	1	1	0	0	0	0	9
8:45-9:00	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	9
9:00-9:15	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	3
9:15-9:30	1	0	3	1	0	1	1	1	1	0	9
9:30-9:45	2	2	2	2	1	0	0	0	0	0	9
9:45-10:00	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	5
10:00-10:15	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	5
10:15-10:30	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	5
10:30-10:45	1	2	1	0	1	0	1	0	1	0	7
10:45-11:00	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	5

Conteo de Tráfico Vehicular Jueves

Tipo de Veh.	LIGEROS					CAMIONES			SEMI-TRAYLER	TRAYLER	TOTAL
	Hora	Moto	Auto	Camio- neta	Combi	Micro- bus	C2	C3			
11:00-11:15	1	0	1	3	2	0	0	0	0	0	7
11:15-11:30	0	1	2	1	0	0	0	1	0	0	5
11:30-11:45	1	0	0	2	1	0	0	0	0	1	5
11:45-12:00	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	5
12:00-12:15	1	1	3	2	1	0	0	0	0	0	8
12:15-12:30	1	3	1	1	1	1	0	0	0	0	8
12:30-12:45	2	2	2	2	2	0	1	0	0	0	11
12:45-13:00	3	1	1	1	1	0	0	0	1	0	8
13:00-13:15	1	2	1	2	1	0	1	0	0	0	8
13:45-14:00	2	1	2	1	1	1	0	0	1	1	10
14:00-14:15	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	4
14:15-14:30	2	1	0	3	0	0	0	0	0	0	6
14:30-14:45	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	6
14:45-15:00	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
15:00-15:15	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	4
15:15-15:30	0	3	3	0	0	1	0	0	0	0	7
15:30-15:45	1	0	1	2	0	0	0	1	1	0	6
15:45-16:00	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	5
16:00-16:15	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	5
16:15-16:30	2	0	1	1	0	0	1	0	0	0	5
16:30-16:45	1	3	0	1	1	0	0	0	0	0	6
16:45-17:00	1	1	1	3	1	0	0	0	0	0	7
17:00-17:15	3	2	0	1	0	0	0	0	1	0	7
17:15-17:30	1	1	1	0	2	1	0	0	0	0	6
17:30-17:45	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4
17:45-18:00	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26

Conteo de Tráfico Vehicular Viernes

Tipo de Veh.	LIGEROS					CAMIONES			SEMI-TRAYLER	TRAYLER	TOTAL
	Hora	Moto	Auto	Camio- neta	Combi	Micro- bus	C2	C3			
7:00-7:15	1	1	1	2	2	0	0	0	0	0	7
7:15-7:30	3	2	2	1	2	1	0	0	0	0	11
7:30-7:45	2	2	1	2	1	0	1	0	0	0	9
7:45-8:00	1	1	3	1	1	1	0	0	0	0	8
8:00-8:15	2	3	1	2	2	0	0	0	0	0	10
8:15-8:30	3	1	2	2	1	1	1	0	1	0	12
8:30-8:45	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	7
8:45-9:00	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	5

Conteo de Tráfico Vehicular Viernes

Tipo de Veh.	LIGEROS					CAMIONES			SEMI-TRAYLER	TRAYLER	TOTAL
	Hora	Moto	Auto	Camio- neta	Combi	Micro- bus	C2	C3			
9:00-9:15	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	4
9:15-9:30	1	0	0	2	0	0	1	1	1	0	6
9:30-9:45	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0	7
9:45-10:00	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	5
10:00-10:15	1	0	1	2	1	0	0	0	0	1	6
10:15-10:30	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	4
10:30-10:45	1	2	1	0	1	0	1	0	1	0	7
10:45-11:00	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	5
11:00-11:15	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	5
11:15-11:30	0	3	0	1	0	0	0	1	0	0	5
11:30-11:45	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	4
11:45-12:00	2	3	2	1	0	0	0	0	0	0	8
12:00-12:15	1	1	3	1	1	0	0	0	0	0	7
12:15-12:30	1	2	1	1	1	1	0	0	0	0	7
12:30-12:45	2	2	2	2	2	1	1	0	0	0	12
12:45-13:00	3	1	1	1	1	0	0	0	1	1	9
13:00-13:15	1	2	1	2	1	0	1	0	0	0	8
13:15-13:30	3	3	2	1	2	1	0	0	0	0	12
13:30-13:45	1	2	1	2	1	0	0	0	0	0	7
13:45-14:00	2	1	2	1	1	0	0	0	1	1	9
14:00-14:15	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	4
14:15-14:30	2	1	0	3	0	0	0	0	0	0	6
14:30-14:45	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	6
14:45-15:00	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
15:00-15:15	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	3
15:15-15:30	0	3	3	1	0	1	0	0	0	0	8
15:30-15:45	1	0	0	2	0	0	0	1	1	0	5
15:45-16:00	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	6
16:00-16:15	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	6
16:15-16:30	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
16:30-16:45	1	3	1	1	1	0	0	0	0	0	7
16:45-17:00	1	1	1	3	1	0	0	0	0	0	7
17:00-17:15	3	2	0	0	0	0	0	0	1	0	6
17:15-17:30	1	1	1	1	2	1	0	0	0	0	7
17:30-17:45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
17:45-18:00	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	6

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27

## Conteo de Tráfico Vehicular Sábado

Tipo de Veh.	LIGEROS					CAMIONES			SEMI-TRAYLER	TRAYLER	TOTAL
	Hora	Moto	Auto	Camio- neta	Combi	Micro- bus	C2	C3			
7:00-7:15	0	1	3	1	1	0	0	0	0	0	6
7:15-7:30	2	1	2	2	2	1	0	0	0	1	11
7:30-7:45	1	3	2	3	1	0	0	0	0	0	10
7:45-8:00	3	2	1	2	2	0	1	0	1	0	12
8:00-8:15	2	3	1	2	2	1	0	1	0	1	13
8:15-8:30	1	2	2	1	1	0	0	0	0	0	7
8:30-8:45	1	1	3	1	1	0	0	0	0	1	8
8:45-9:00	1	2	2	0	0	0	1	0	0	0	6
9:00-9:15	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	4
9:15-9:30	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
9:30-9:45	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	4
9:45-10:00	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	5
10:00-10:15	1	0	3	2	1	0	0	0	0	0	7
10:15-10:30	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3
10:30-10:45	1	2	1	0	1	0	1	0	1	0	7
10:45-11:00	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	4
11:00-11:15	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
11:15-11:30	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3
11:30-11:45	1	0	1	0	1	2	0	0	0	0	5
11:45-12:00	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	4
12:00-12:15	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	5
12:15-12:30	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	6
12:30-12:45	2	2	2	2	2	1	0	0	0	0	11
12:45-13:00	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	6
13:00-13:15	1	2	1	2	1	0	1	0	0	1	9
13:15-13:30	3	3	2	1	2	1	0	0	0	0	12
13:30-13:45	1	2	1	2	1	0	0	0	0	0	7
13:45-14:00	1	1	2	1	1	0	0	0	1	1	8
14:00-14:15	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	4
14:15-14:30	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
14:30-14:45	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	4
14:45-15:00	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
15:00-15:15	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	3
15:15-15:30	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	3
15:30-15:45	1	0	0	2	0	0	0	0	1	0	4
15:45-16:00	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	6
16:00-16:15	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	6
16:15-16:30	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
16:30-16:45	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	5
16:45-17:00	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	5
17:00-17:15	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
17:15-17:30	1	1	1	1	2	1	0	0	0	0	7

Conteo de Tráfico Vehicular Sábado

Tipo de Veh.	LIGEROS					CAMIONES			SEMI-TRAYLER	TRAYLER	TOTAL
	Moto	Auto	Camio- neta	Combi	Micro- bus	C2	C3	C4			
Hora											-
17:30-17:45	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
17:45-18:00	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	6

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28

Conteo de Tráfico Vehicular Domingo

Tipo de Veh.	LIGEROS					CAMIONES			SEMI-TRAYLER	TRAYLER	TOTAL
	Moto	Auto	Camio- neta	Combi	Micro- bus	C2	C3	C4			
Hora											-
7:00-7:15	2	3	2	2	1	1	0	0	1	1	13
7:15-7:30	1	2	3	1	2	0	0	0	1	0	10
7:30-7:45	2	2	1	2	1	0	1	0	0	0	9
7:45-8:00	1	1	2	1	1	1	0	0	0	1	8
8:00-8:15	2	3	1	2	2	0	0	1	0	0	11
8:15-8:30	1	1	3	1	1	0	0	0	0	0	7
8:30-8:45	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	5
8:45-9:00	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	5
9:00-9:15	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	3
9:15-9:30	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3
9:30-9:45	0	2	1	1	1	0	0	0	0	0	5
9:45-10:00	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3
10:00-10:15	1	0	1	2	1	0	0	0	0	1	6
10:15-10:30	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	4
10:30-10:45	1	2	1	0	1	0	1	0	1	0	7
10:45-11:00	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	3
11:00-11:15	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	3
11:15-11:30	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
11:30-11:45	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	3
11:45-12:00	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	4
12:00-12:15	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	5
12:15-12:30	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	6
12:30-12:45	2	2	2	2	2	1	0	0	0	0	11
12:45-13:00	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	6
13:00-13:15	1	2	1	2	1	0	1	0	0	1	9
13:15-13:30	3	3	2	1	2	1	0	0	0	0	12
13:30-13:45	1	2	1	2	1	0	0	0	0	0	7
13:45-14:00	1	1	2	1	1	0	0	0	1	1	8
14:00-14:15	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	4
14:15-14:30	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
14:30-14:45	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	4
14:45-15:00	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2

Conteo de Tráfico Vehicular Domingo

Tipo de Veh.	LIGEROS					CAMIONES			SEMI-TRAYLER	TRAYLER	TOTAL	
	Hora	Moto	Auto	Camioneta	Combi	Micro-bus	C2	C3				C4
	15:00-15:15	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	3
	15:15-15:30	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	3
	15:30-15:45	1	0	0	2	0	0	0	0	1	0	4
	15:45-16:00	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	6
	16:00-16:15	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	6
	16:15-16:30	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	16:30-16:45	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	5
	16:45-17:00	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	5
	17:00-17:15	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	17:15-17:30	1	1	1	1	2	1	0	0	0	0	7
	17:30-17:45	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	17:45-18:00	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	6

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2 ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO (IMD)

$$IMD = \frac{5 * VDL + VS + VD}{7} * FC$$

ECUACION N° 09

**Donde:**

- VDL : Promedio de volumen de tránsito.  
VS : Volumen de tránsito día sábado.  
VD : Volumen de tránsito día Domingo.  
FC : Factor de Corrección.

$$IMD = \frac{5 * 324 + 292 + 283}{7} * 1$$

$$IMD = 314 \text{ veh/día}$$

#### 4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la Tabla 30 se muestra los resultados del valor máximo corregido, el valor PCI de cada sección y su estado correspondiente. Existen 02 secciones con estado muy bueno, 05 en estado bueno, 05 en estado regular, 04 en estado malo y 02 en estado muy malo, siendo los porcentajes de 18 %, 36%, 27%, 14% y 5% respectivamente.

Tabla 29

Sumatoria de PCI

ESTADO	PCI
MUY BUENO	157
BUENO	313
REGULAR	235
MALO	127
MUY MALO	42

Fuente: Elaboración propia

Los máximos valores corregidos deducidos MAX CDV se encuentra en la unidad de muestra U16 (81), dando un PCI muy desfavorable de (19=Muy Malo). Seguido de la U18 con un (77), dando un PCI de (23=Muy Malo).

Los mínimos valores corregidos deducidos MAX CDV se encuentra en la unidad de muestra U02 (15), dando un PCI favorable de (85=Muy Bueno). Seguido de la U17 con un (28), dando un PCI de (72=Muy Bueno).

Dentro de los medios valores corregidos deducidos MAX CDV se encuentran las unidades de muestra U05 (38); U07 (36); U09 (42); U10 (35) y U12 (36); todas ellas dan un PCI entre (70-55 = Bueno).

Las unidades de muestra U08 (62); U13 (72); U14 (68); U15 (71); dan un PCI entre (40-25= Malo) y las unidades de muestra U01 (56); U03 (59); U04 (45); U06 (58); U11 (47); dan un PCI entre (55-40= Regular).

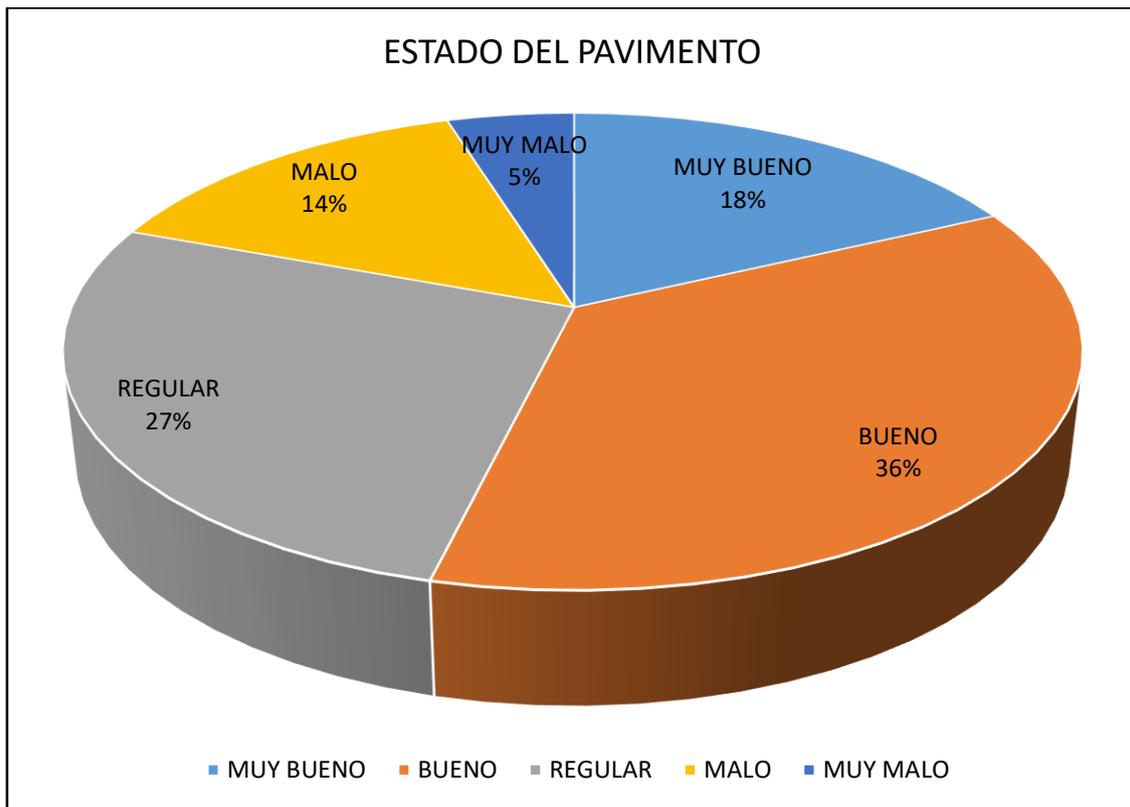
Tabla 30

Resumen de resultados de la inspección del PCI-ASTM D6433-03 de la vía Aeropuerto desvío a Otuzco.

RESUMEN DE RESULTADOS							
UNIDAD DE MUESTRA	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	ÁREA	MÁX CDV	PCI	DESCRIPCIÓN	PROMEDIO
U01	0+000	0+040	240	56	44	Regular	<b>REGULAR</b>
U02	0+280	0+320	240	15	85	Muy Bueno	
U03	0+680	0+720	240	59	41	Regular	
U04	0+840	0+880	240	45	55	Regular	
U05	0+920	0+960	240	38	62	Bueno	
U06	1+120	1+160	240	58	42	Regular	
U07	1+160	1+200	240	36	64	Bueno	
U08	1+400	1+440	240	62	38	Malo	
U09	1+680	1+720	240	42	58	Bueno	
U10	1+960	2+000	240	35	65	Bueno	
U11	2+240	2+280	240	47	53	Regular	
U12	2+520	2+560	240	36	64	Bueno	
U13	2+760	2+800	240	72	28	Malo	
U14	2+800	2+840	240	68	32	Malo	
U15	3+080	3+120	240	71	29	Malo	
U16	3+360	3+400	240	81	19	Muy Malo	
U17	3+640	3+680	240	28	72	Muy Bueno	
U18	3+920	3+960	240	77	23	Muy Malo	

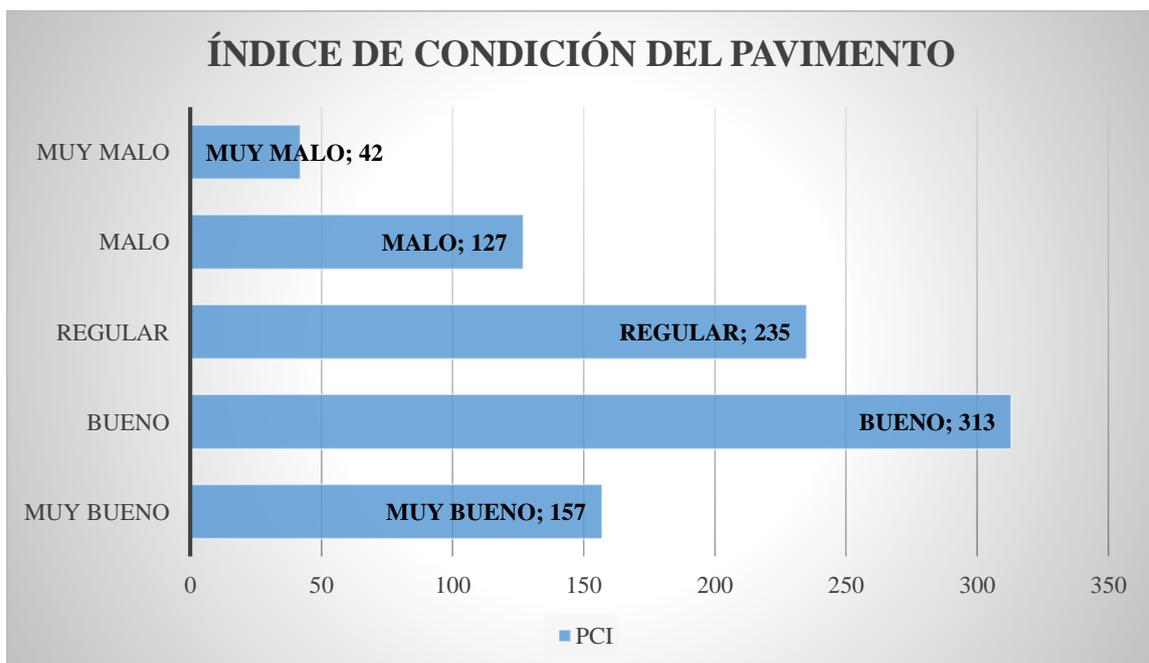
Fuente: Elaboración propia

Fig. 69. Resumen de porcentajes del estado del pavimento de la vía.



Fuente: Elaboración propia

Fig. 70. Total, de índices de condición del pavimento de las secciones de la vía.

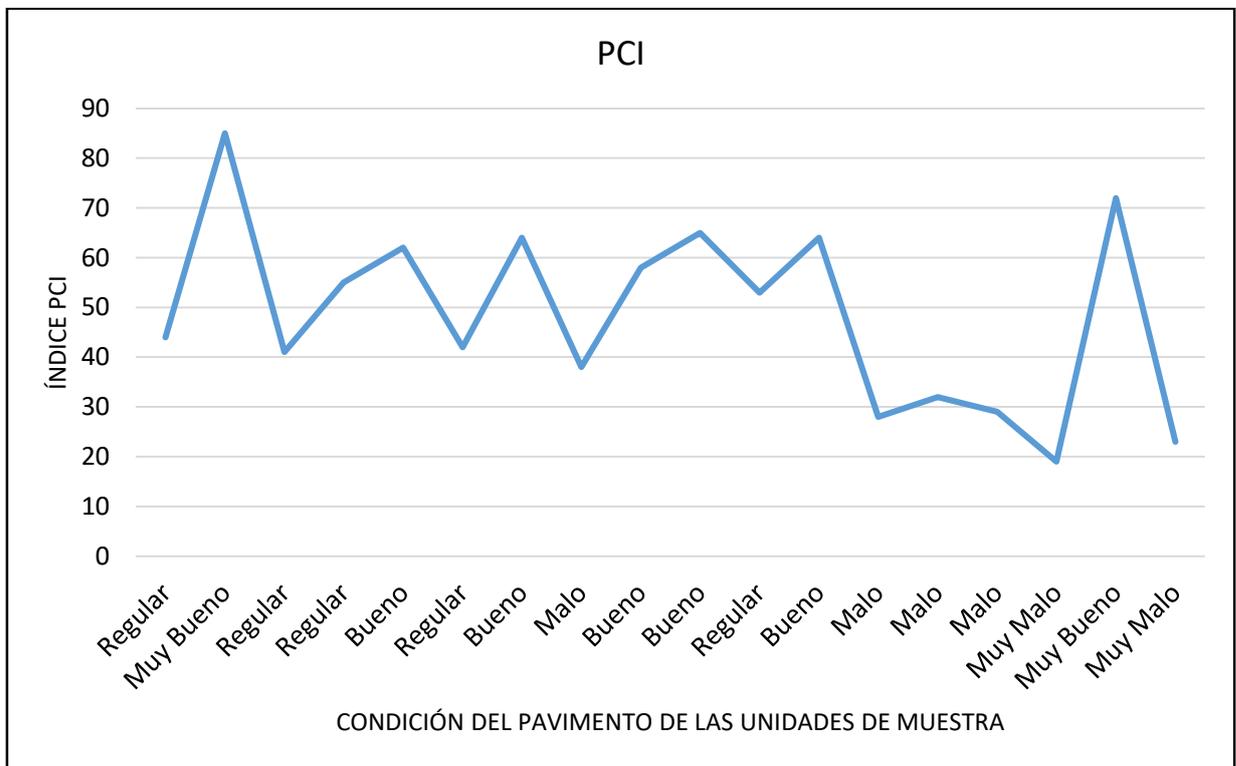


Fuente: Elaboración propia

Según la inspección de la vía no se ha encontrado fallas en estado excelente y en estado fallado.

- El 18% del total de unidades presentan un estado de pavimento Muy Bueno (PCI entre 85 y 70).
- El 36% del total de unidades presentan un estado de pavimento Bueno (PCI entre 70 y 55).
- El 27% del total de unidades presentan un estado de pavimento Regular (PCI entre 55 y 40).
- El 14% del total de unidades presentan un estado de pavimento Malo (PCI entre 40 y 25).
- El 5% del total de unidades presentan un estado de pavimento Muy Malo (PCI entre 25 y 10).

Fig. 71. PCI en toda la extensión de la vía Aeropuerto desvío a Otuzco.



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al estudio se ha encontrado que aproximadamente hasta la primera cuarta parte de la vía (0+000 - 1+000), el pavimento está en un estado Bueno; de la primera cuarta a la mitad de la vía (1+000 - 2+000), el pavimento está en un estado Regular; de la

mitad a las tres cuartas partes de la vía (2+000 - 3+000), el pavimento se encuentra en un estado Regular y la cuarta parte final de la vía (3+000 - 3+990) se encuentra en un estado Malo.

Analizando todas las unidades de muestra, el cálculo del Índice de Condición de Pavimento PCI ponderado de la vía aeropuerto Desvío a Otuzco es 48.56, dando un estado del pavimento REGULAR.

Las fallas que se encontraron fueron Piel de cocodrilo con el 11.61%; Exudación con el 0.89%; Grieta de borde con el 4.91%; Desnivel carril/berma con el 4.46%; Grieta longitudinal y transversal con el 12.95%; parcheo con el 36.16%; Huecos con el 17.41%; Grieta parabólica con el 0.45% y desprendimiento de agregados con el 11.16%.

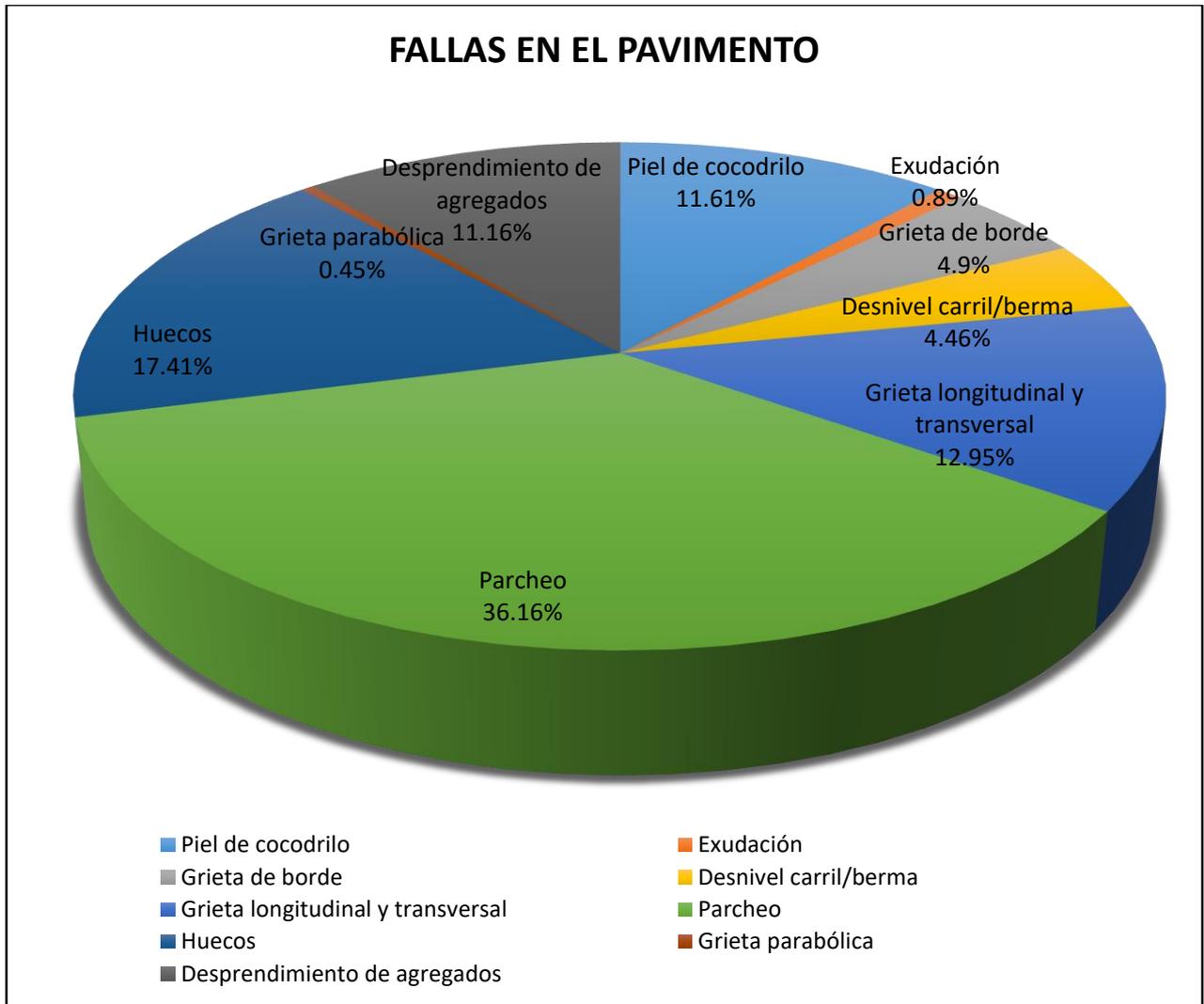
Las fallas más frecuentes fueron los parches, seguido de los huecos de diversas severidades, las grietas longitudinales y transversales, piel de cocodrilo, desprendimiento de agregados y las grietas de borde.

Las fallas en menor frecuencia fueron, desnivel carril/berma, exudación y grieta parabólica.

Las fallas con mayor área fueron los parches y la piel de cocodrilo, seguido del desprendimiento de agregados.

No se han registrado abultamientos/hundimientos ni depresiones, porque todo el pavimento de la vía se encuentra sobre una base granular y no concreto, para que pueda dilatarse ni contraerse y genere esta falla, no existe expansión por congelación ni hay aumento de cristales de hielo. Del mismo modo no se aprecia el hinchamiento, pues no se registra fallas mayores a 3 metros para que se las pueda tomar en cuenta ni se percibe un movimiento hacia arriba cuando se está conduciendo. En épocas de lluvia no se podido notar el ahuellamiento, el agua no se almacena en la vía a lo largo de ésta.

Fig. 72. Porcentaje de fallas en la vía Aeropuerto desvío a Otuzco.



Fuente: Elaboración propia

Se entiende que, a mayor cantidad de fallas, se tiene mayor cantidad de CDV, (tienen una relación proporcional directa), luego se tienen menores índices de PCI y, por consiguiente, estados más desfavorables y viceversa. Las secciones evaluadas son uniformes, no varían a lo largo de la vía.

No toda falla tiene un valor deducido, existen densidades que no alcanzan algún valor deducido, quiere decir que la falla no tiene relevancia alguna sobre el tramo estudiado y el daño es despreciable.

Las severidades medias y altas alcanzan mayores valores deducidos que las severidades bajas, encontramos también que los CDV no distan mucho entre ellos.

Las fallas que mayor daño producen al pavimento son los huecos de severidad alta, éstas se encuentran en las unidades de muestra U16, U18, U13, U14 y U15 con valores deducidos de 56.2, 61.3, 56.1, 49.3 y 38.2 respectivamente, éstas generan un daño estructural importante al pavimento.

Las unidades con mayor cantidad de parches fueron U18, con 8 parches; la U16 con 8 parches; la U15 con 8 parches; la U14 con 10 parches; la U13 con 10 parches; la U12 con 6 parches; la U11 con 5 parches y la U09 con 6 parches, de severidades bajas, medias y altas, las demás unidades presentan entre 01 y 05 parches.

Las unidades que poseen menores fallas son la U02; que presenta 01 grieta de borde, 04 desnivel carril/berma, 03 grietas longitudinales y 01 parche. La U05; que presenta 02 piel de cocodrilo, 04 grietas longitudinales y transversales y 02 parches. La U07; presenta 02 piel de cocodrilo, 07 grietas longitudinales y transversales y 02 parches. U12; presenta 04 piel de cocodrilo, 01 desnivel carril/berma y 06 parches. La U17; que presenta 01 desnivel carril/berma, 03 parches y 03 desprendimientos de agregados. Todas las fallas presentes hacen un total de 224.

### **4.3 INTERVENCIÓN DE ACUERDO A RANGOS DE CALIFICACIÓN**

El índice de condición del pavimento (PCI) es un índice numérico que fluctúa entre cero y cien, utilizado para indicar la condición de un camino, donde cero indica un pavimento fallado y cien indica un pavimento en excelente estado. Este método es extensamente usado en la ingeniería de transporte.

El PCI no puede medir la resistencia al deslizamiento, rugosidad o capacidad estructural del pavimento, solo proporciona un conocimiento acerca de la condición real del camino. Muchas veces se monitorea continuamente el PCI para establecer la tasa de deterioro del pavimento y así tomar las medidas correctivas necesarias.

Fig. 73-Escala de Graduación y tipo de intervención según escala de PCI.



Fuente: Manual del PCI

#### 4.4 CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La hipótesis inicial fue que la vía aeropuerto – desvío a Otuzco – Cajamarca 2018, presenta un estado regular, luego de la evaluación se concluyó que la vía está en un estado REGULAR, por lo tanto, la hipótesis planteada fue la correcta.

#### 4.5 CAUSAS DE LAS FALLAS EXISTENTES

Las fallas que se encontraron fueron:

Piel de cocodrilo (11.61%): su causa es la falla por fatiga de la carpeta asfáltica bajo acción repetida de las cargas de tránsito.

Exudación (0.89%): originada por el exceso de asfalto en la mezcla, exceso de sellante asfáltico o bajo contenido de vacíos de aire que a altas temperaturas se expande en la superficie del pavimento.

Grieta de borde (4.91%): originado por debilitamiento de la base o de la subrasante al borde del pavimento, también por la infiltración de agua en la grieta de borde.

Desnivel carril/berma (4.46%): se debe a la erosión de la berma, asentamiento de berma o colocación de sobrecarpetas en la calzada sin ajustar el desnivel.

Grieta longitudinal y transversal (12.95%): cuando la junta de carril de pavimento es pobremente construida, contracción de la superficie asfáltica debido a bajas temperaturas, endurecimiento del asfalto y variaciones de temperatura.

Parcheo (36.16%): es el reemplazo con material nuevo para reparar el pavimento existente, se considera un defecto.

Huecos (17.41%): se produce cuando el tráfico arranca pequeños pedazos de la superficie del pavimento, la desintegración progresa debido a mezclas pobres en la superficie, puntos débiles en la base o subrasante, aumenta por la infiltración de agua.

Desprendimiento de agregados (11.16%): originado a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas del agregado. El ligante se ha endurecido o la mezcla es de pobre calidad.

#### **4.6 PROPUESTAS DE SOLUCIÓN**

Para la piel de cocodrilo de severidad baja, grietas longitudinales de severidad baja y media; desprendimiento de agregados de severidad baja y media, se debe aplicar un sello superficial y sellado de grietas.

Para la piel de cocodrilo de severidad alta, grietas longitudinales de severidad alta y desprendimiento de agregados de severidad alta y grieta de borde de severidad media y alta; se debe realizar un parcheo parcial y profundo, reconstrucción de la parte afectada.

Para la exudación en las distintas severidades se debe aplicar arena, agregados y cilindrado.

Renivelación de las bermas para ajustar al nivel de carril.

En los parches de severidades media y alta, realizar la sustitución del parche.

Para los huecos de distintas severidades se tiene realizar una reconstrucción total de la parte dañada.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **CONCLUSIONES**

- Se realizó la evaluación del pavimento asfáltico mediante el Índice de Condición de Pavimento flexible de la vía aeropuerto - desvío a Otuzco – Cajamarca, en el año 2018, dando un estado Regular.
- Se hizo el levantamiento topográfico de la vía en estudio, donde se muestra planos en planta y perfil longitudinal cada kilómetro, los planos se presentan en los anexos.
- Las fallas que más daño producen fueron los huecos de severidad media y alta, seguido de los parches de severidad media y alta. Las fallas de grado medio fueron las grietas longitudinales y transversales, la piel de cocodrilo de severidad alta, pues ésta tiene tendencia a hacerse huecos, al igual que el desprendimiento de agregados, otras afectaciones de daño estructural son las grietas de borde pues este pavimento no está confinado por cunetas; esto hace que las grietas de borde se desarrollen y amplíen.
- El Índice de Condición de Pavimento mediante el método PCI nos da un valor de 48.6.
- El mantenimiento recomendado para un pavimento con un Índice de Condición de Pavimento Regular, es el **MANTENIMIENTO CORRECTIVO – PERIÓDICO**, de acuerdo al rango de intervención indica realizar un **REFUERZO DE SUPERFICIE DE RODADURA Y UN RECAPEO**.

## RECOMENDACIONES

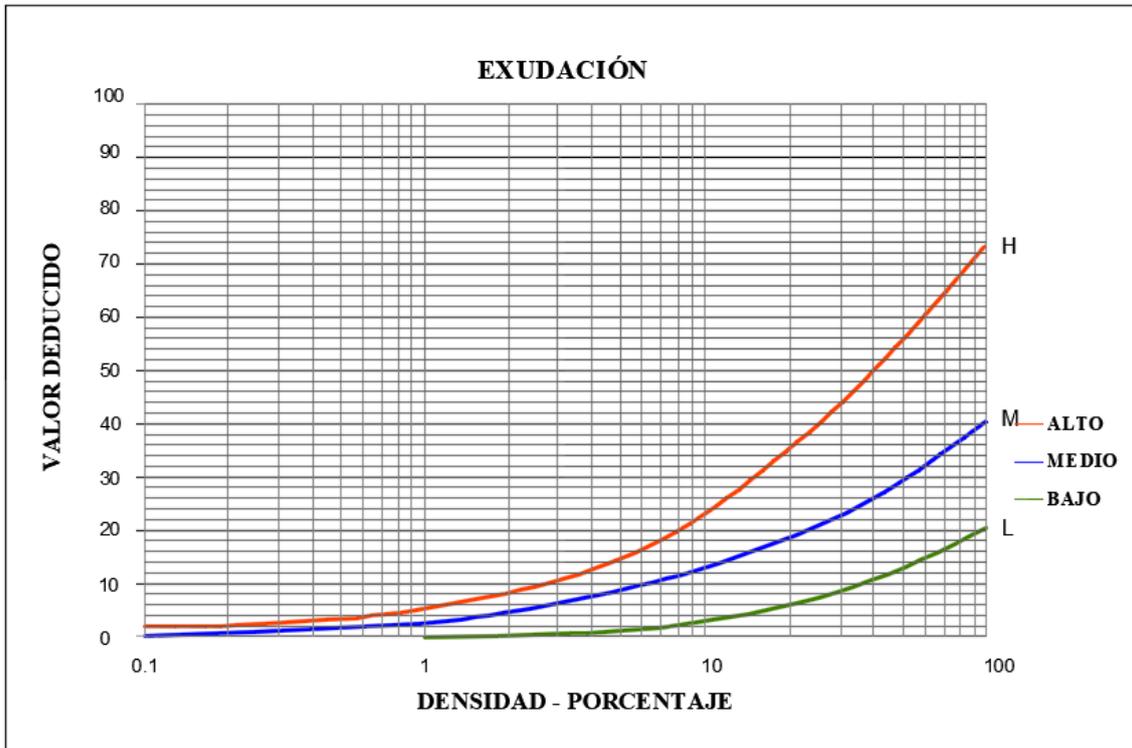
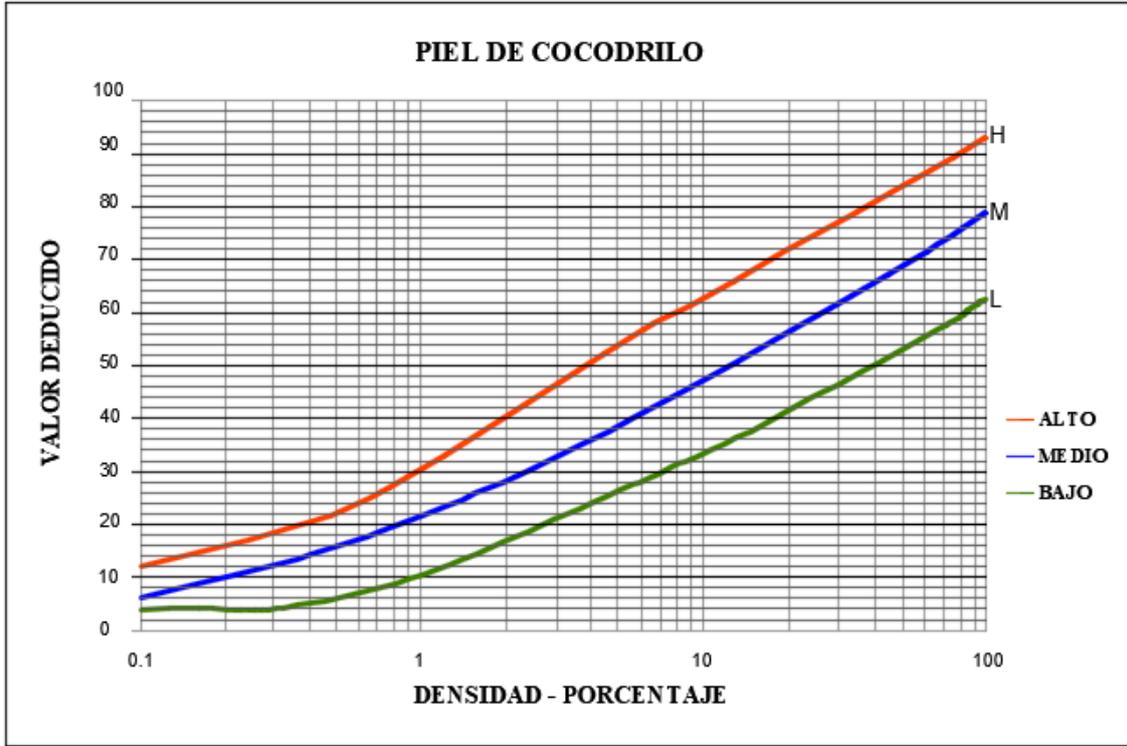
- Se recomienda realizar un mantenimiento preventivo, reconstruyendo los huecos y grietas de alta severidad, haciendo un parcheo general, esto aumenta la calificación y da mejor serviciabilidad.
- Realizar este mantenimiento antes que la vía pase a un estado malo o muy malo y que toda la vía sea reemplazada, generando mayores costes y peores condiciones de servicio.
- Se es necesario evaluar el pavimento en épocas de lluvia, ya que esto nos ayuda aún más a percatarnos de las fallas existentes.
- En el demarcado de las secciones no se debe utilizar spray ni pinturas simples, ya que llegan a borrarse, se debe aplicar la técnica del pintado de una señal horizontal.
- Se justifica que éste análisis apoye a la conservación de la red vial en Cajamarca, el monitoreo debe ser periódico para que el mantenimiento sea cada vez más eficiente, con menores recursos y mayor calidad en el servicio.

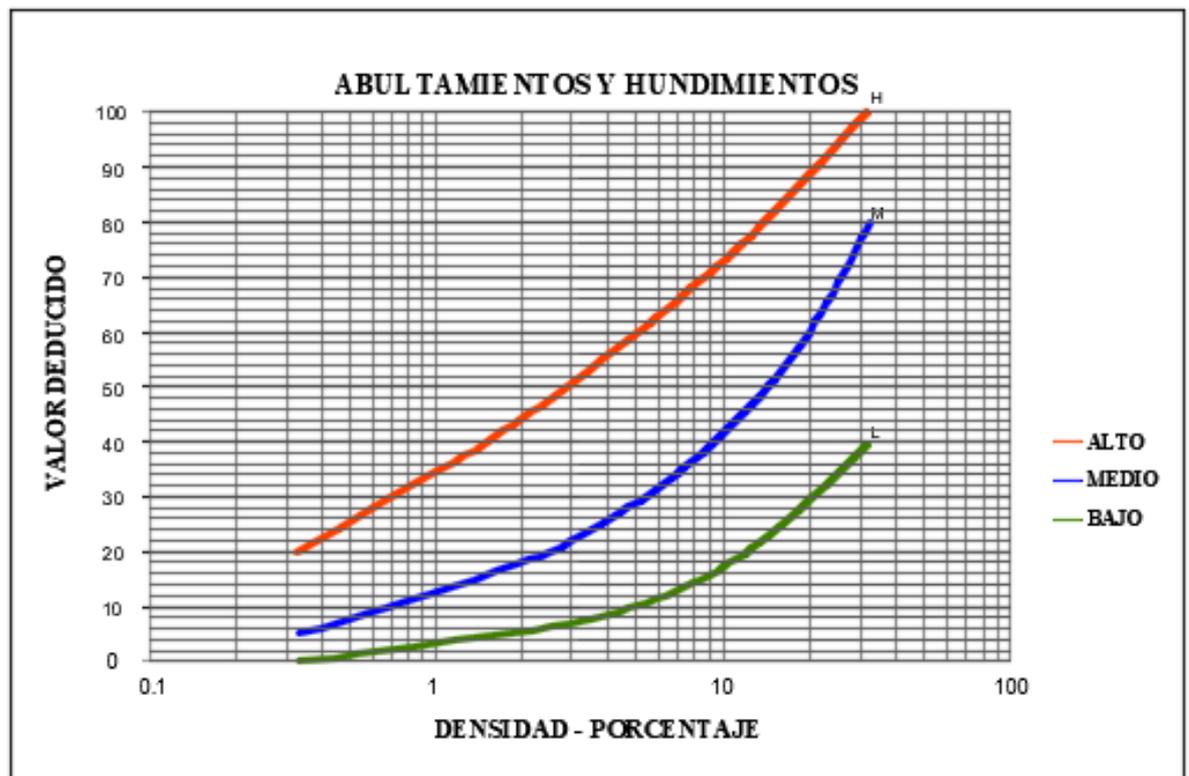
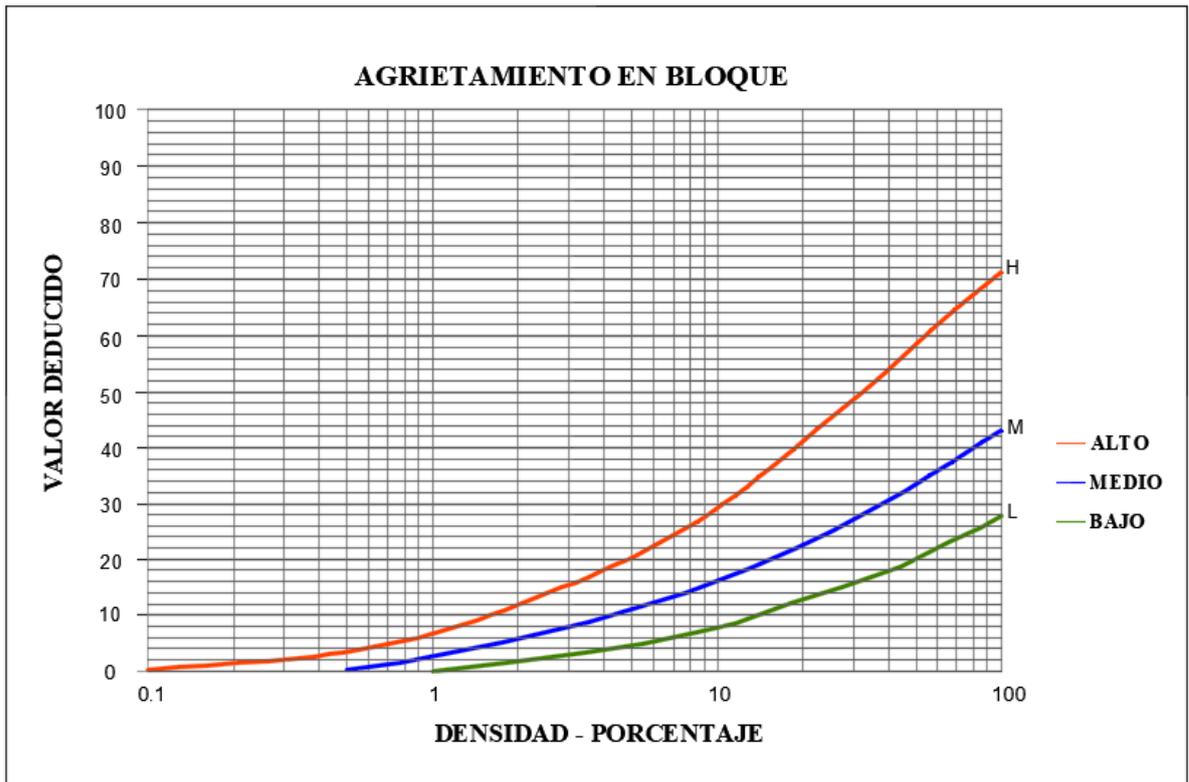
## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

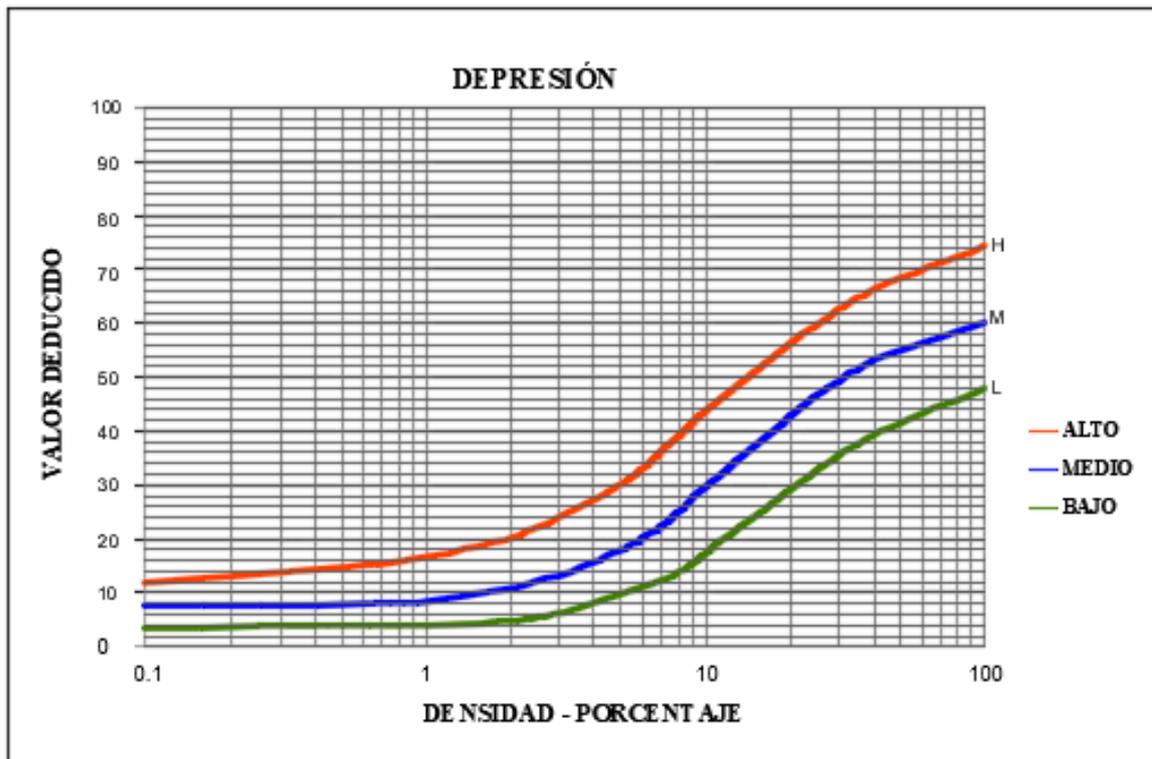
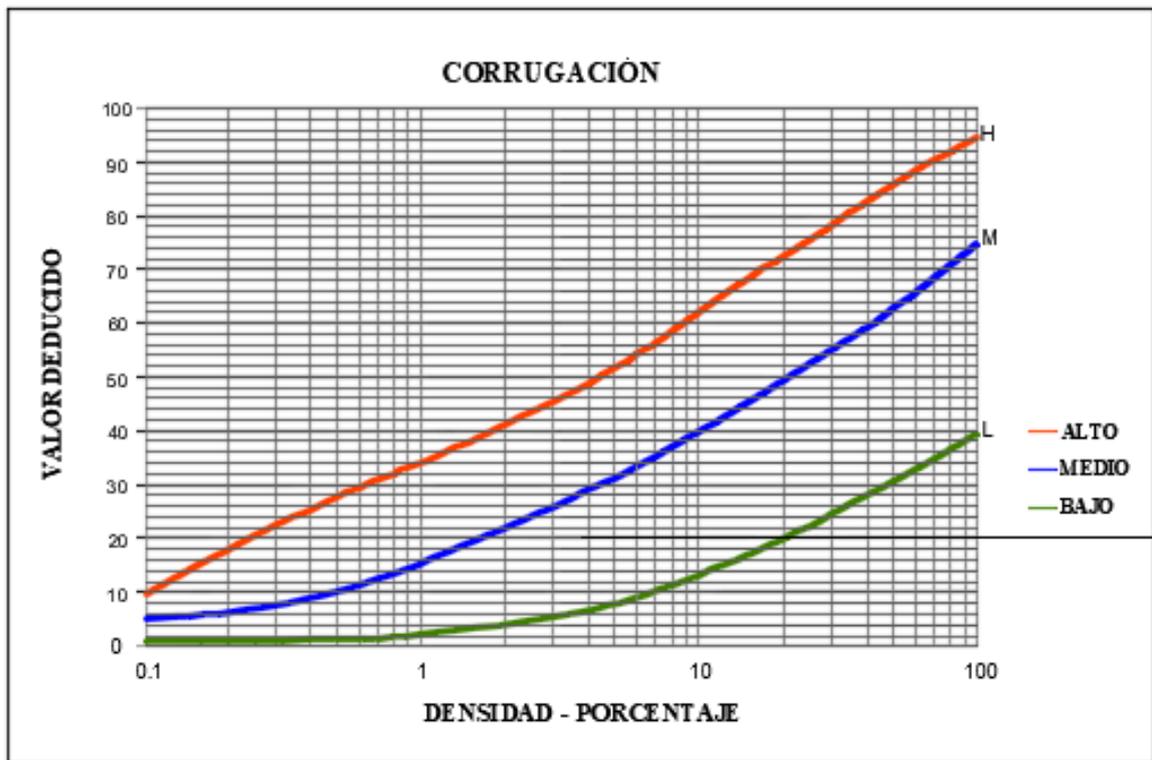
- Camposano Olivera; García Cárdenas. 2012. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO SITUACIONAL DE LA VIA: AV. ARGENTINA – AV. 24 DE JUNIO POR EL MÉTODO: ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS-2012 (en línea). Tesis Ing. Civil. Huancayo, Perú, Universidad Peruana Los Andes. 121 p. consultado 10 abril 2018. Disponible en <https://docplayer.es/9975209/Universidad-peruana-los-andes-facultad-de-ingeniería-carrera-profesional-de-ingenieria-civil.html>.
- Hernández Mejía, WA. 2014. ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA JANCOS – SAN MIGUEL DE PALLAQUES, CAJAMARCA (en línea). Tesis Ing. Civil. Cajamarca, Perú, Universidad Nacional de Cajamarca. 222 p. Consultado 23 febrero 2018. Disponible en <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/491/T-20625.8-H557-2014.pdf>.
- MTC/14 N° 02-2018. RESOLUCIÓN DIECTORAL. 2018. Glosario de Términos de uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial. Lima, Perú 12 de enero. 23 p.
- Rabanal Pajares, JE. 2014. ANÁLISIS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE, UTILIZANDO EL METODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO. CAJAMARCA – 2014 (en línea). Tesis Ing. Civil, Cajamarca, Perú, Universidad Privada del Norte. 215 p. Consultado 15 abril 2018. Disponible en <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/5511/Rabanal-Pajares-Jaime-Enrique.pdf>.
- Rodríguez Velásquez, ED. 2010. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA LUIS MONTERO, DISTRITO DE CASTILLA (en línea). Tesis Ing. Civil. Piura, Perú, Universidad de Piura. 167 p. Consultado 25 febrero 2018. Disponible en [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1350/ICI\\_180.pdf](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1350/ICI_180.pdf).
- Ruiz Brito, CA. 2011. ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE PRODUCEN EL DETERIORO DE LOS PAVIMENTOS (en línea). Tesis Ing. Civil. Sangolquí, Ecuador, Escuela Politécnica del Ejército. 279 p. Consultado 19 mayo 2018. Disponible en <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3033/1/T-ESPE-030924.pdf>.

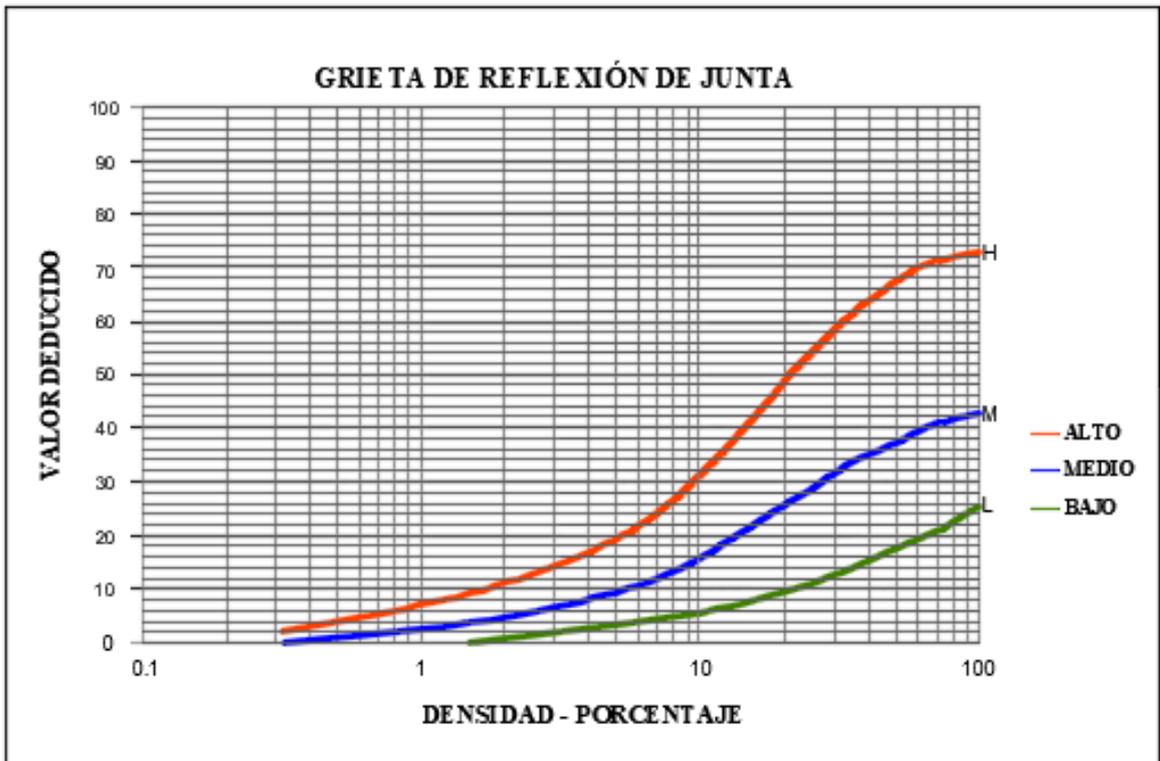
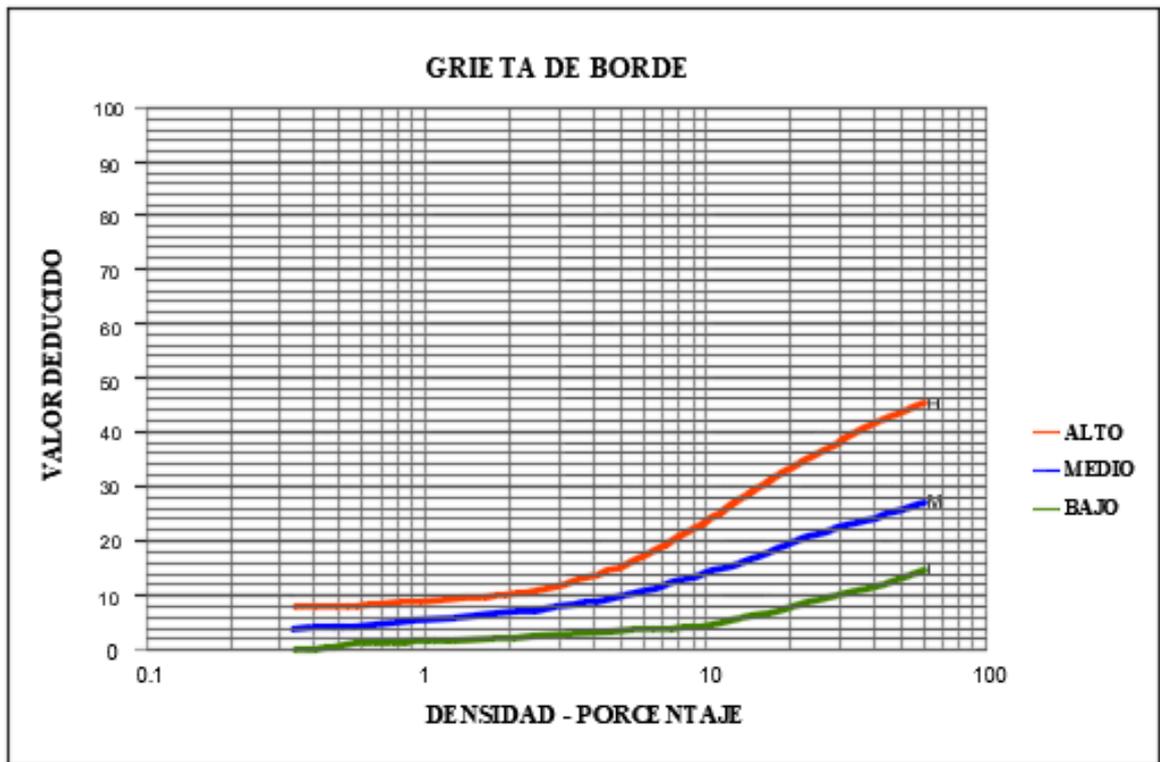
# ANEXOS

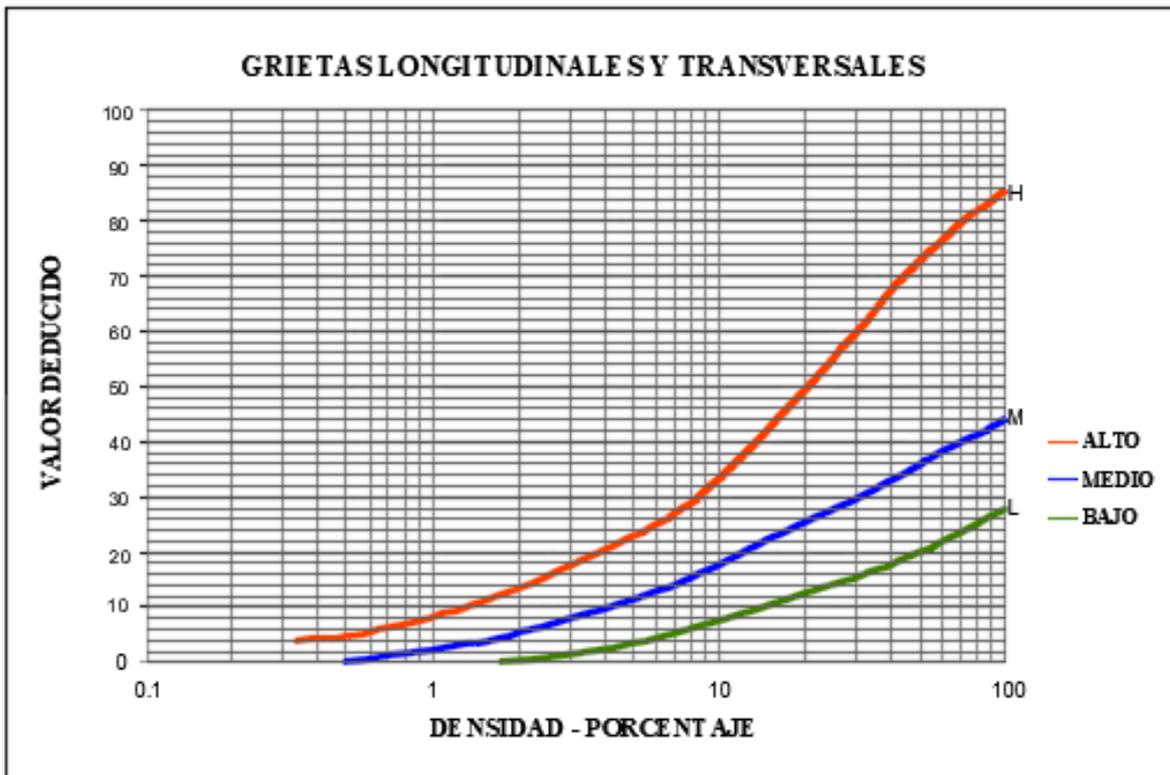
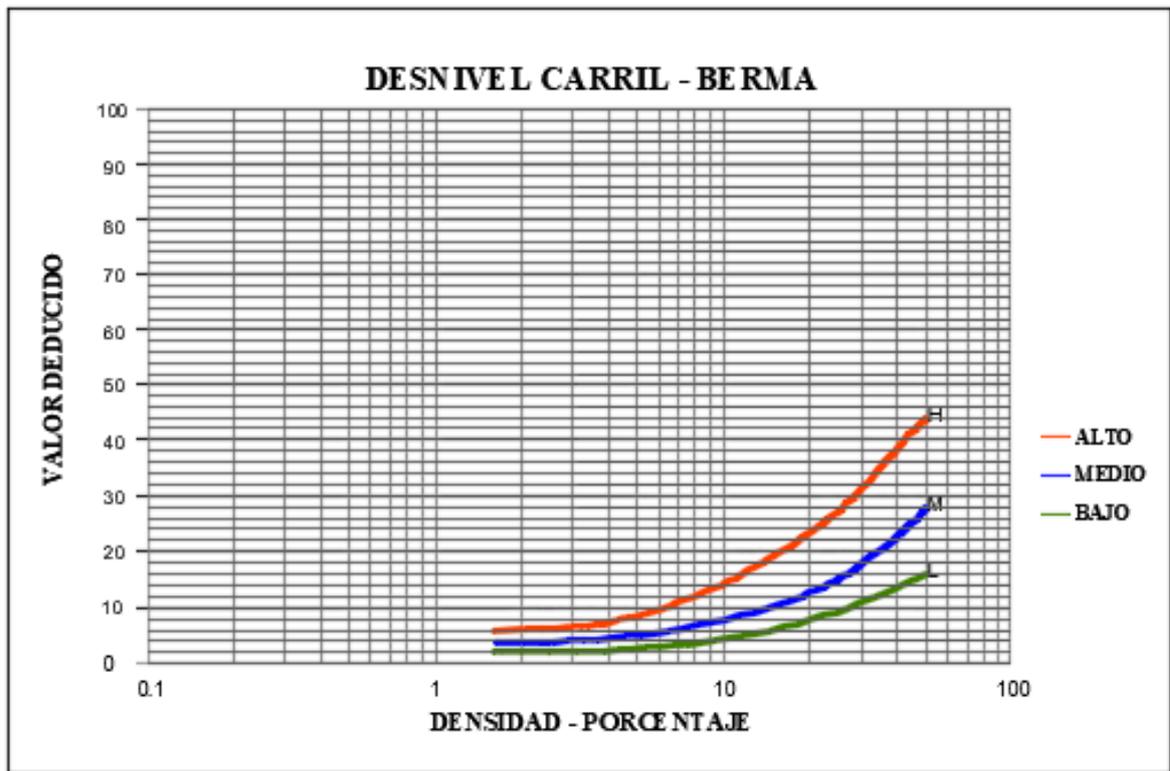
## A: CURVAS DE VALOR DEDUCIDO FALLAS PAVIMENTO FLEXIBLE

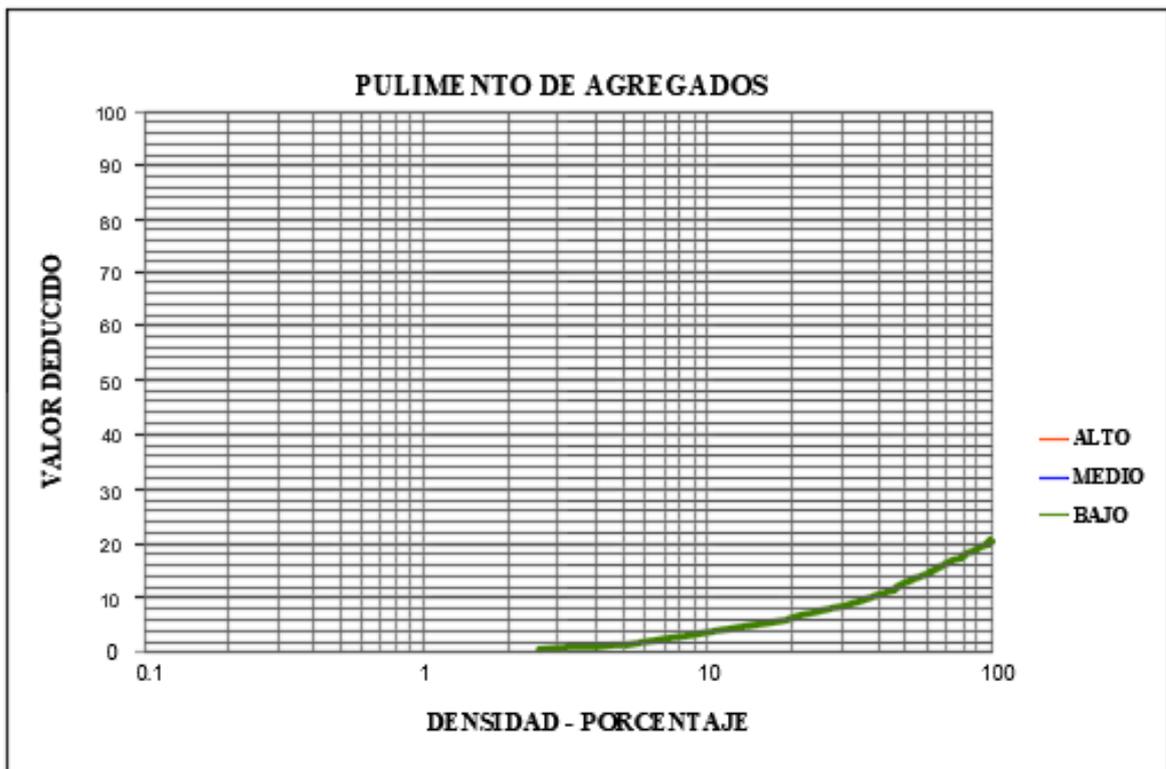
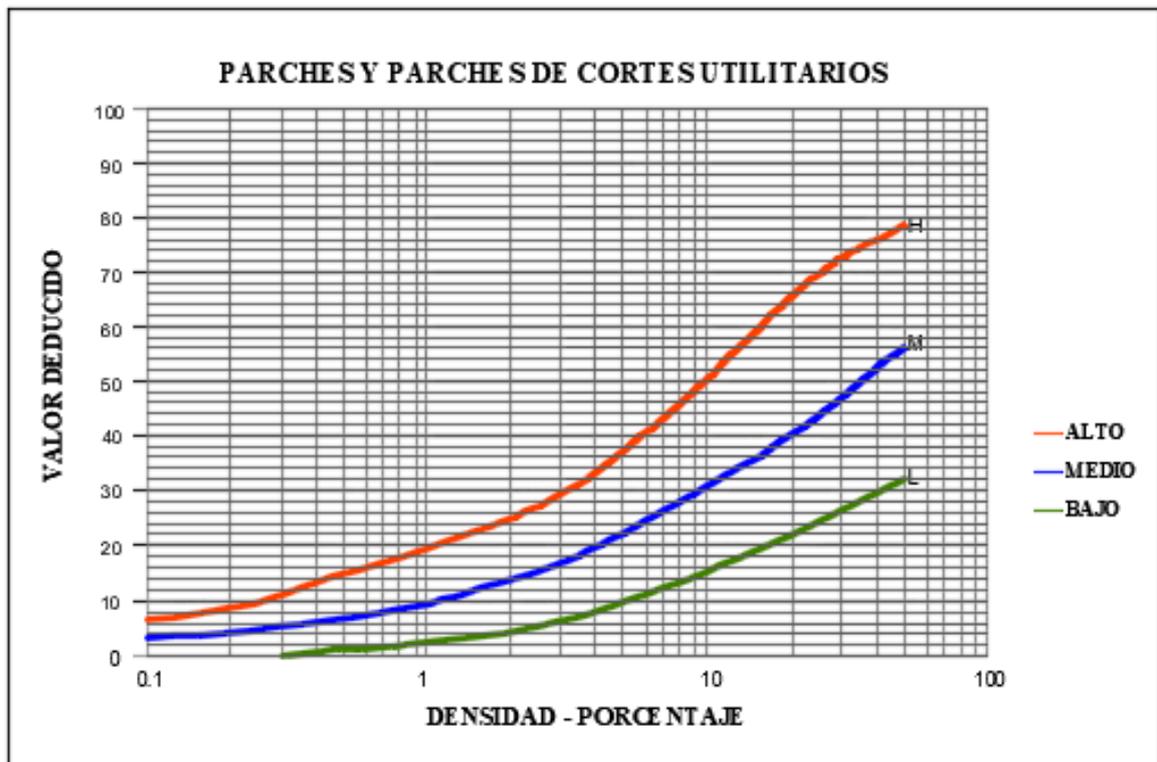


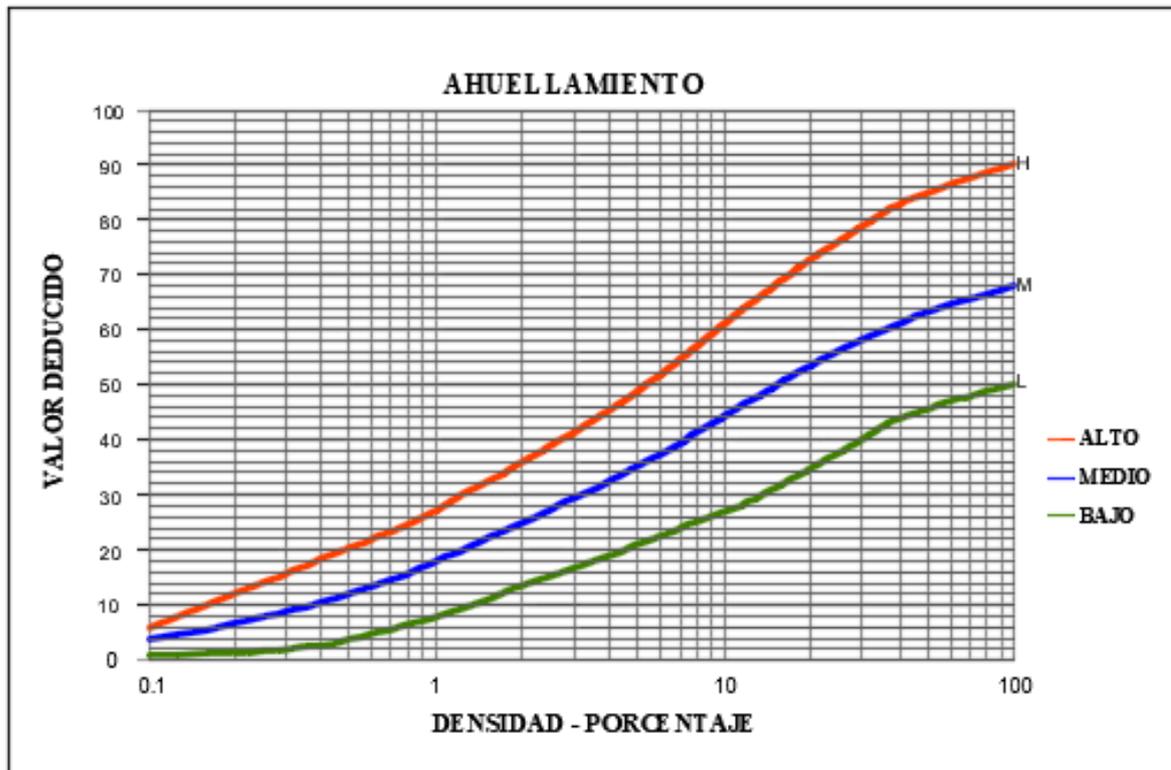
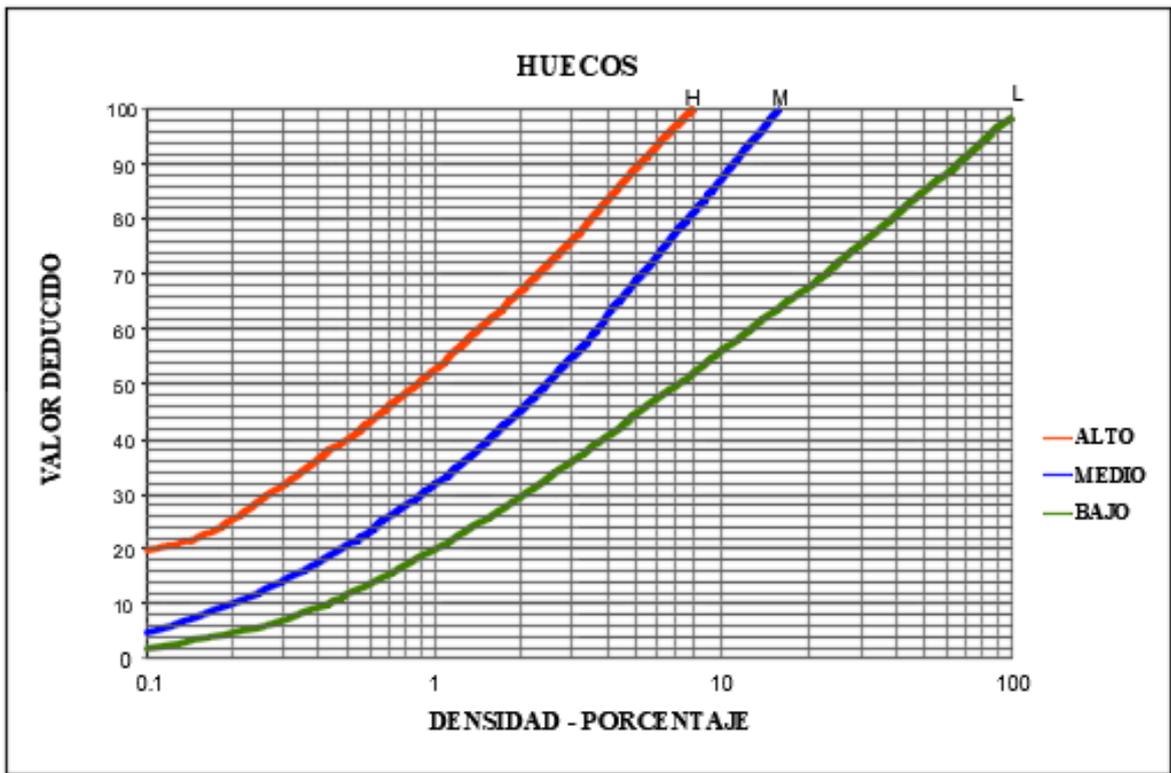


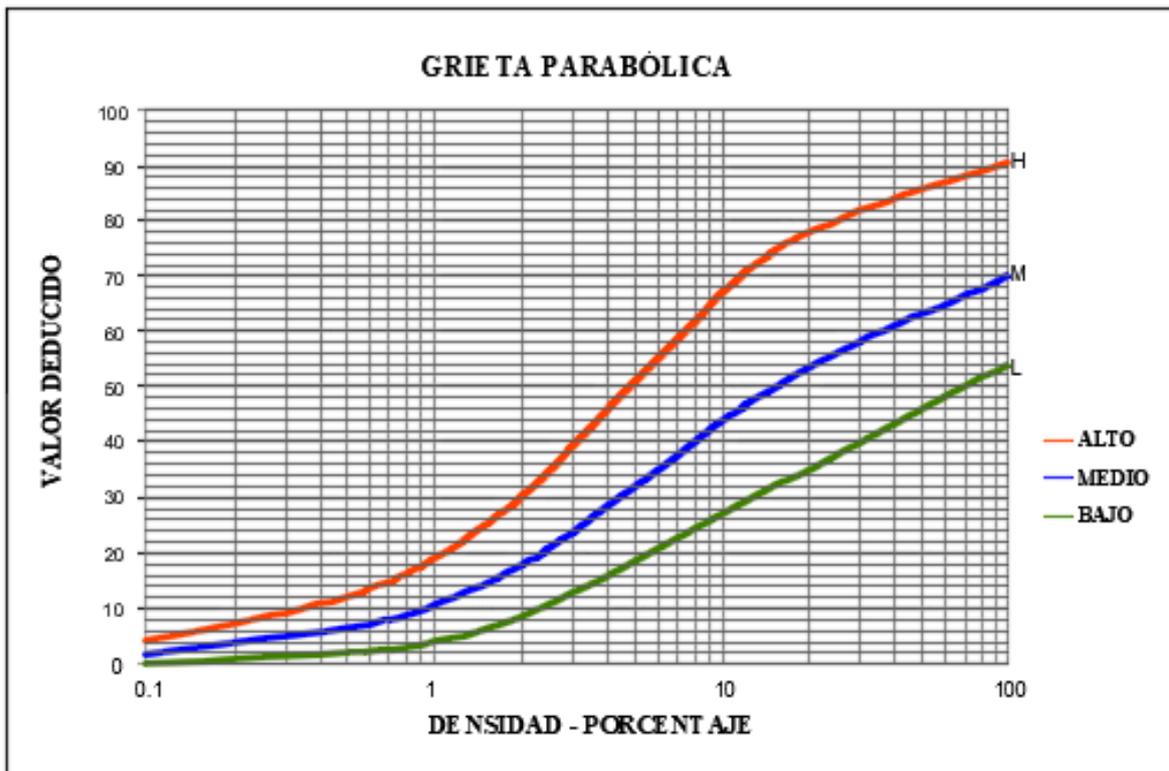
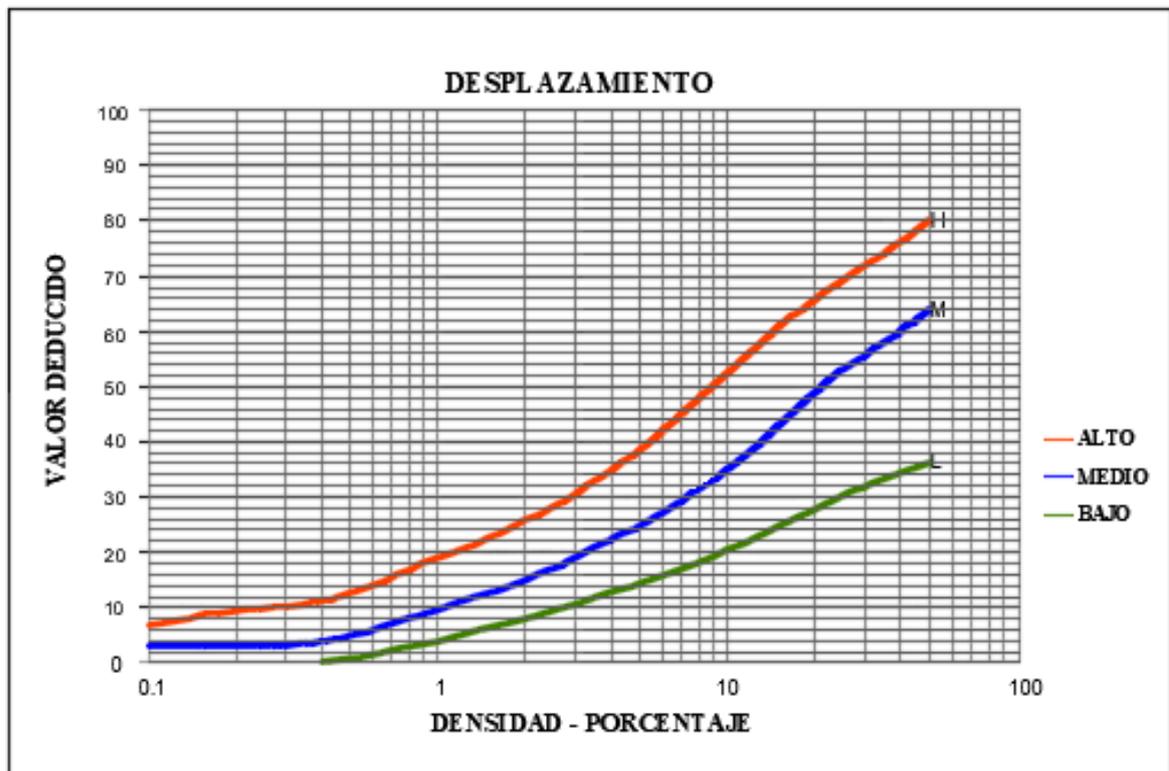


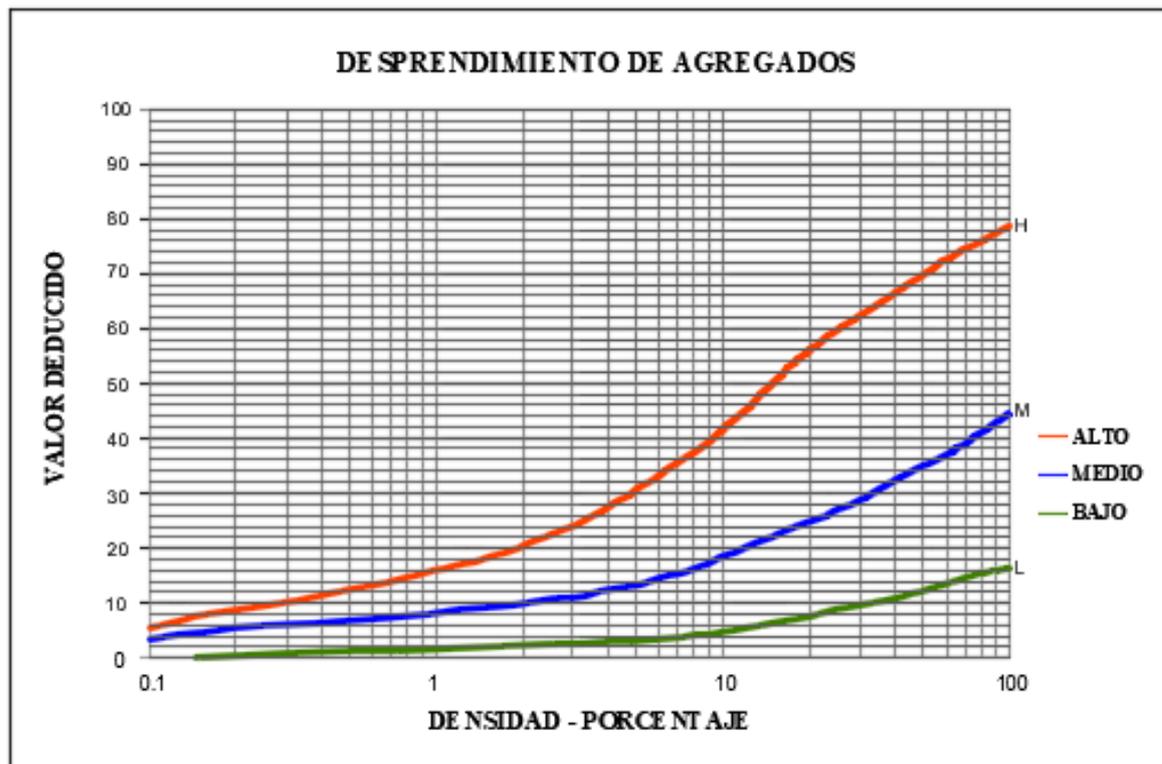
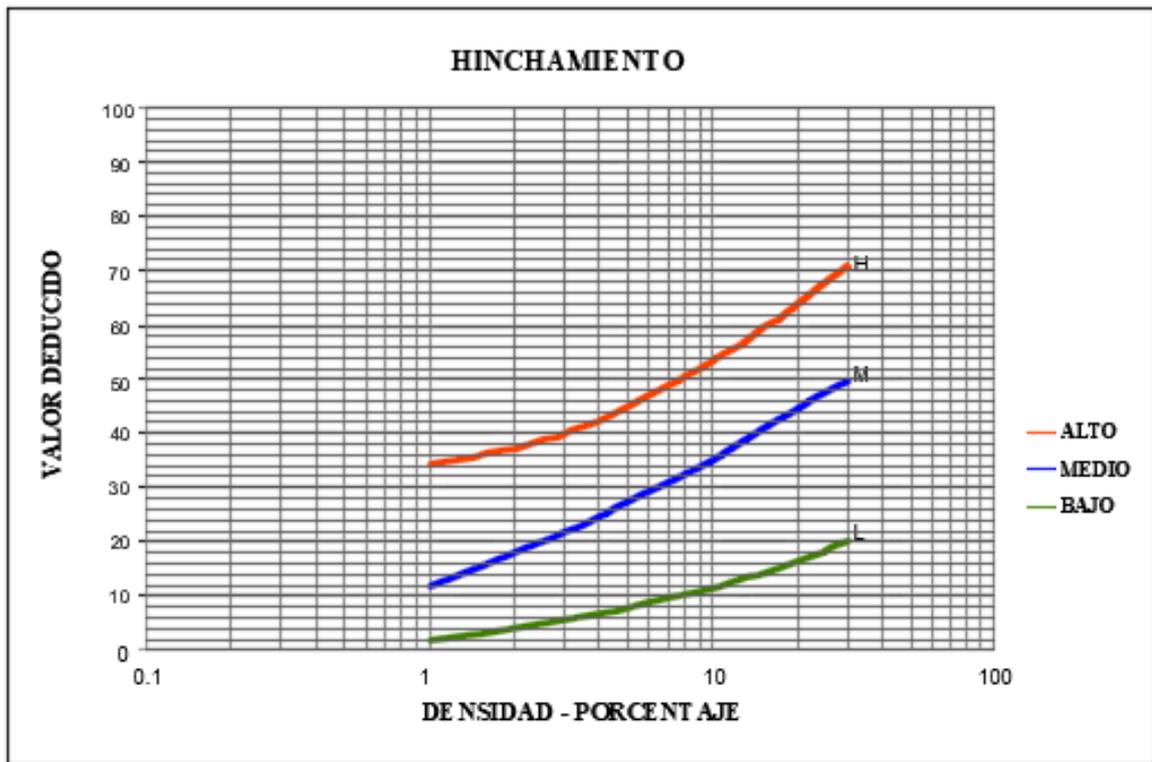












## B: DATOS TOPOGRÁFICOS

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN	PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	777569.9738	9209221.648	2680.403	via	51	777902.485	9208872.867	2676.663	via
2	777563.3006	9209218.704	2680.17	via	52	777894.5681	9208845.039	2676.394	via
3	777571.8429	9209200.485	2680.053	via	53	777896.7794	9208849.281	2676.335	via
4	777578.1229	9209202.414	2680.126	via	54	777898.8034	9208859.071	2676.274	via
5	777588.7913	9209176.355	2679.89	via	55	777896.6197	9208868.458	2676.393	via
6	777583.1608	9209173.437	2679.887	via	56	777873.8868	9208904.22	2677.004	via
7	777595.3416	9209143.283	2679.748	via	57	777845.9923	9208945.704	2677.599	via
8	777601.4613	9209145.033	2679.715	via	58	777845.879	9208963.163	2677.406	via
9	777615.8843	9209110.015	2679.43	via	59	777827.4123	9208988.216	2677.943	via
10	777631.991	9209053.175	2679.129	via	60	777836.7111	9208965.61	2677.785	PTO
11	777609.9565	9209107.559	2679.467	via	61	777820.5125	9209005.003	2678.074	PTO
12	777623.2323	9209091.223	2679.351	via	62	777823.803	9209014.518	2678.057	via
13	777631.9719	9209053.143	2679.124	via	63	777805.493	9209042.147	2678.224	via
14	777637.2022	9209057.068	2679.136	via	64	777798.5255	9209077.054	2678.505	via
15	777643.4706	9209024.539	2678.919	via	65	777785.1352	9209091.693	2678.544	via
16	777651.53	9209022.495	2678.881	via	66	777772.8921	9209137.731	2679.022	via
17	777652.0423	9209014.955	2678.867	via	67	777759.4761	9209149.318	2678.899	via
18	777664.6233	9208990.373	2678.548	via	68	777746.9562	9209191.874	2679.176	via
19	777658.4001	9208988.338	2678.542	via	69	777735.3146	9209200.198	2679.455	via
20	777678.3914	9208956.774	2678.298	via	70	777723.4911	9209244.38	2679.436	via
21	777672.8684	9208953.087	2678.223	via	71	777710.9775	9209255.869	2679.751	via
22	777694.5787	9208918.865	2678.284	BM01	72	777692.3498	9209303.75	2680.046	via
23	777692.8789	9208895.451	2677.742	via	73	777695.9049	9209311.368	2680.076	via
24	777699.8276	9208896.108	2678.09	via	74	777676.1548	9209360.259	2680.581	via
25	777699.5596	9208858.77	2677.715	via	75	777669.3513	9209359.301	2680.587	via
26	777706.1702	9208859.945	2677.839	via	76	777643.7383	9209421.858	2681.244	via
27	777706.6435	9208814.925	2677.682	via	77	777653.2026	9209417.224	2681.174	via
28	777714.4985	9208817.239	2677.478	via	78	777625.3835	9209466.245	2681.861	via
29	777720.8936	9208791.464	2677.165	via	79	777623.2155	9209490.422	2681.851	via
30	777711.2212	9208793.941	2677.635	via	80	777620.2135	9209479.362	2682.026	via
31	777717.6394	9208780.828	2677.493	via	81	777623.0619	9209491.599	2681.825	PTO
32	777716.834	9208781.384	2677.503	via	82	777620.1397	9209479.245	2682.001	PTO
33	777725.0549	9208774.587	2677.482	via	83	777614.8626	9209496.692	2682.117	via
34	777736.1198	9208772.166	2677.456	via	84	777625.0086	9209506.177	2682.016	via
35	777752.6829	9208775.668	2677.448	via	85	777617.6174	9209508.264	2682.28	via
36	777726.5675	9208783.263	2677.133	via	86	777636.5193	9209513.253	2682.147	via
37	777751.9341	9208775.47	2677.351	via	87	777630.6494	9209518.552	2682.375	via
38	777718.3982	9208773.036	2677.686	PTO	88	777659.3696	9209524.245	2682.439	via
39	777725.3978	9208769.57	2677.749	PTO	89	777651.6638	9209529.347	2682.405	via
40	777776.4753	9208785.325	2677.148	via	90	777666.0379	9209531.25	2682.474	via
41	777743.4861	9208781.119	2677.133	via	91	777658.4859	9209535.339	2682.362	via
42	777826.3245	9208805.735	2676.885	via	92	777670.4282	9209540.834	2682.625	via
43	777751.7645	9208783.416	2677.142	via	93	777662.7077	9209543.199	2682.413	via
44	777781.3564	9208794.644	2677.066	via	94	777670.8259	9209551.795	2682.686	via
45	777886.1041	9208829.881	2676.763	via	95	777663.9373	9209552.842	2682.491	via
46	777816.7569	9208809.089	2676.856	via	96	777669.2723	9209566.89	2682.82	via
47	777901.3643	9208842.075	2676.691	via	97	777662.5765	9209566.32	2682.64	via
48	777854.4044	9208824.573	2676.772	via	98	777665.7599	9209585.381	2683.028	via
49	777906.4413	9208856.49	2676.665	via	99	777657.161	9209591.066	2682.86	via
50	777889.3984	9208840.103	2676.523	via	100	777656.4954	9209612.509	2683.171	via

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN	PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
101	777651.1954	9209607.021	2683.033	via	151	778256.0191	9210055.177	2691.152	via
102	777648.8458	9209629.546	2683.275	via	152	778311.3281	9210083.723	2691.903	via
103	777636.9449	9209639.541	2683.416	via	153	778313.6351	9210092.531	2692.086	via
104	777632.0166	9209667.207	2683.842	via	154	778343.4529	9210103.663	2692.124	via
105	777626.0727	9209663.977	2683.948	via	155	778353.3465	9210117.847	2692.188	via
106	777629.9323	9209678.753	2683.982	via	156	778383.5868	9210128.61	2692.334	via
107	777623.3057	9209674.343	2684.171	via	157	778377.9892	9210134.372	2692.325	via
108	777627.0768	9209686.029	2684.207	PTO	158	778432.213	9210161.344	2692.704	via
109	777622.1105	9209678.984	2684.216	PTO	159	778428.1313	9210166.477	2692.665	via
110	777636.3303	9209691.222	2684.073	via	160	778481.0522	9210194.001	2693.092	via
111	777630.8802	9209681.421	2684.074	via	161	778477.4821	9210199.083	2693.074	via
112	777657.8418	9209702.07	2683.874	via	162	778522.3785	9210221.642	2693.759	via
113	777649.6226	9209690.85	2683.881	via	163	778508.3604	9210220.042	2693.564	via
114	777690.6276	9209718.343	2683.488	via	164	778553.8958	9210250.062	2694.367	via
115	777704.2983	9209717.466	2683.477	via	165	778560.0677	9210246.317	2694.389	via
116	777720.0584	9209732.593	2683.404	via	166	778585.6407	9210263.343	2694.84	via
117	777720.0665	9209732.644	2683.412	PUENTE	167	778584.0682	9210270.029	2694.892	via
118	777722.4556	9209726.648	2683.413	PUENTE	168	778621.7725	9210294.957	2695.57	via
119	777728.778	9209736.997	2683.377	PUENTE	169	778625.7091	9210290.032	2695.579	via
120	777730.4385	9209730.367	2683.372	PUENTE	170	778670.6986	9210319.555	2696.511	via
121	777762.8575	9209753.506	2683.392	via	171	778670.2893	9210327.198	2696.621	via
122	777770.1627	9209749.665	2683.438	via	172	778701.5536	9210348.38	2697.581	via
123	777826.1481	9209777.677	2683.945	via	173	778707.741	9210344.48	2697.621	via
124	777822.2499	9209783.078	2683.854	via	174	778730.3558	9210358.776	2698.198	via
125	777860.8057	9209804.596	2684.371	ALC	175	778728.5454	9210365.228	2698.423	via
126	777864.311	9209798.245	2684.569	ALC	176	778764.9923	9210386.322	2699.01	via
127	777898.6049	9209816.966	2685.077	BM02	177	778766.5087	9210387.684	2699.075	PTO
128	777903.7589	9209830.147	2685.132	via	178	778774.8492	9210390.965	2699.132	PTO
129	777937.3754	9209843.388	2685.703	via	179	778788.3139	9210398.558	2699.34	via
130	777913.7403	9209836.406	2685.304	via	180	778786.761	9210390.193	2699.154	via
131	777966.4778	9209863.291	2686.247	via	181	778811.9179	9210409.99	2699.626	via
132	777948.5083	9209859.462	2685.948	via	182	778831.5162	9210412.909	2699.956	via
133	777995.7468	9209882.405	2686.749	via	183	778833.7534	9210419.61	2699.964	via
134	777991.6161	9209888.207	2686.731	via	184	778860.5192	9210424.814	2700.565	via
135	778019.8919	9209899.044	2687.187	via	185	778864.5489	9210433.727	2700.66	via
136	778015.2073	9209904.271	2687.165	via	186	778886.9543	9210444.453	2701.038	via
137	778039.3612	9209911.887	2687.504	via	187	778892.8401	9210441.89	2701.206	via
138	778058.2084	9209932.881	2687.898	via	188	778914.5665	9210459.423	2701.446	via
139	778062.7309	9209927.725	2687.909	BUZON	189	778917.0908	9210454.345	2701.518	via
140	778103.8587	9209963.037	2688.834	via	190	778960.145	9210486.399	2702.14	via
141	778096.553	9209950.431	2688.493	via	191	778958.3657	9210478.127	2702.071	via
142	777903.1327	9209831.286	2683.38	BUZON	192	778983.8204	9210500.164	2702.557	via
143	778115.2432	9209962.925	2688.855	BUZON	193	778986.7815	9210494.656	2702.515	via
144	778137.682	9209984.053	2689.303	via	194	779025.661	9210513.376	2702.878	via
145	778152.2001	9209992.544	2689.546	PTO	195	779039.1098	9210524.771	2702.983	via
146	778135.3995	9209975.244	2689.221	PTO	196	779042.1777	9210520.094	2703.042	PTO
147	778176.7939	9209998.854	2689.921	via	197	779066.6765	9210534.725	2703.173	PTO
148	778206.2716	9210024.312	2690.376	via	198	779112.8125	9210553.042	2703.468	via
149	778213.0574	9210020.957	2690.442	via	199	779081.8343	9210534.395	2703.403	via
150	778261.4439	9210050.618	2691.169	via	200	779130.009	9210560.007	2703.524	via

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
201	779117.3703	9210549.19	2703.529	via
202	779158.9692	9210571.645	2703.645	via
203	779150.6244	9210562.418	2703.704	via
204	779177.9398	9210580.838	2703.846	via
205	779176.4539	9210573.752	2703.842	via
206	779185.7706	9210584.12	2703.959	via
207	779190.3302	9210579.173	2703.913	via
208	779195.708	9210587.177	2704.019	via
209	779203.3492	9210581.191	2703.943	via
210	779207.8417	9210588.384	2704.075	via
211	779235.5849	9210586.727	2704.232	via
212	779245.1385	9210579.103	2704.318	via
213	779268.0491	9210584.899	2704.471	via
214	779273.0909	9210577.718	2704.55	via
215	779299.7552	9210582.972	2704.632	via
216	779306.0487	9210575.478	2704.689	via
217	779327.2584	9210581.322	2704.673	via
218	779326.2559	9210574.353	2704.727	via
219	779381.0561	9210570.952	2704.81	via
220	779377.8759	9210578.307	2704.801	via
221	779424.0654	9210575.708	2705.022	via
222	779426.5693	9210568.715	2705.092	via
223	779468.4778	9210572.492	2705.307	via
224	779468.4689	9210572.48	2705.291	BUZON
225	779494.0697	9210564.473	2705.46	via
226	779493.9074	9210570.235	2705.459	via
227	779493.8794	9210570.238	2705.465	via
228	779519.5268	9210562.443	2705.502	via
229	779544.2913	9210566.047	2705.515	via
230	779546.7849	9210560.234	2705.592	via
231	779544.3902	9210566.073	2705.546	via
232	779583.023	9210564.857	2705.58	via
233	779587.0551	9210558.935	2705.721	via
234	779588.8152	9210564.935	2705.548	PTO
235	779588.7874	9210564.937	2705.599	PTO
236	779555.0322	9210566.071	2705.541	PTO
237	779577.7425	9210558.339	2705.767	via
238	779605.3867	9210565.739	2705.661	via
239	779608.0103	9210558.821	2705.697	via
240	779625.3675	9210560.614	2705.724	via
241	779625.1928	9210567.325	2705.665	via
242	779654.707	9210569.785	2705.766	via
243	779655.2557	9210563.286	2705.771	via
244	779681.2546	9210565.8	2705.828	via
245	779680.3394	9210571.725	2705.826	via
246	779703.684	9210573.408	2705.901	via
247	779706.1642	9210567.93	2705.995	via
248	779726.228	9210570.146	2706.066	via
249	779725.5021	9210576.098	2705.925	via
250	779738.9977	9210579.714	2705.981	via
251	779739.3276	9210572.595	2706.121	via
252	779747.7857	9210574.912	2706.161	via
253	779744.8252	9210581.179	2706.039	via

**C: PLANOS DE LA VÍA AEROPUERTO DESVÍO A  
OTUZCO**