



**Universidad Científica del Perú - UCP**

*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,  
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS PCI Y VIZIR EN LA  
EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA  
AV. CIRCUNVALACIÓN, DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y  
DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”**

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

**ASESOR:**

**M. Sc. Ing. NORIEGA DÁVILA, José Luis**

**AUTORES:**

**GRANDEZ RAMÍREZ, Erick**

**VALLEJOS DÁVILA, Nelson**

**TARAPOTO – PERÚ**

**2021**

# DEDICATORIA

A mi madre Esmidia, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me ha demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos.

A mis docentes, familiares y amigos que de una manera u otra han contribuido en el proceso de mi formación tanto personal como profesional, gracias por todo el conocimiento y experiencias brindadas que han compartido durante mi formación profesional.

**Nelson Vallejos Dávila**

A mi madre, por ser mi mayor ejemplo de perseverancia y lucha constante en este mundo, y por haber cumplido el deseo de mi querido padre quien en vida le pidió hacer profesionales a sus hijos, a mis hermanos, que sus palabras me motivaron a seguir adelante en mi objetivo.

A mi esposa, que me dio la oportunidad de ser padre de dos hermosos niños y conformar una hermosa familia.

A mis hijos Gianluca Fabiano y Alessio Guderick, que son mi motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

**Erick Grández Ramírez**

# AGRADECIMIENTO

En primer lugar, doy infinitamente gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida. Agradezco también la confianza y el apoyo brindado por parte de mi madre, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me ha demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos. a mi madre mi más grato agradecimiento.

A mis docentes, familiares y amigos que de una manera u otra han contribuido en el proceso de mi formación tanto personal como profesional, gracias por todo el conocimiento y experiencias brindadas que han compartido durante mi formación profesional.

**Nelson Vallejos Dávila**

Al culminar una estupenda etapa de mi vida quiero extender un profundo agradecimiento, a quienes hicieron realidad mi objetivo trazado, aquellos que junto a mi remaron en todo momento y siempre fueron inspiración, apoyo y fortaleza. Esta mención en especial para Dios, mis padres, mis hermanos, mi esposa y mis hijos. Muchas gracias a ustedes por demostrarme su apoyo constante y verdadero.

**Erick Grandez Ramírez**

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

La Tesis titulada:

**“APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS PCI Y VIZIR EN LA EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”**

De los alumnos: **GRANDEZ RAMÍREZ ERICK Y VALLEJOS DÁVILA NELSON**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **20% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 24 de marzo del 2021.



Dr. César J. Ramal Asayag  
Presidente del Comité de Ética – UCP

## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** UCP\_INGENIERÍA CIVIL\_2021\_TESIS\_ERICKGRANDEZ\_NELSONVALLEJOS\_ (D99484624)  
**Submitted:** 3/24/2021 3:43:00 PM  
**Submitted By:** revision.antiplagio@ucp.edu.pe  
**Significance:** 20 %

### Sources included in the report:

Evaluación de deterioros en el pavimento flexible de la calle Tungurahua Ciudad Jipijapa..docx (D15144660)  
 UCP\_INGENIERIA\_2021\_TESIS\_GRETIVALLESJUANPULACHE\_V1.pdf (D96809082)  
 Dante\_Tesis\_bachiller\_2016.pdf (D31445837)  
 TESINA 2017 (Autoguardado).docx (D35203232)  
 b13376f2-3d73-40ad-99c4-560acae07b4d  
<https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/fallas-en-pavimentos1.pdf>  
[http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1315/1/apolinario\\_me.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1315/1/apolinario_me.pdf)  
[http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/918/INFORME%20FINAL\\_HENRY%20RUIZ%20PAREDES.pdf?sequence=4&isAllowed=y](http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/918/INFORME%20FINAL_HENRY%20RUIZ%20PAREDES.pdf?sequence=4&isAllowed=y)  
<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28556/1/TRABAJO%20DE%20TITULACION%20.pdf>  
<https://docplayer.es/92605597-Universidad-nacional-de-cajamarca-facultad-de-ingenieria-escuela-academico-profesional-de-ingenieria-civil.html>  
[https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2584/CIV\\_Tineo%20Oropeza%20Ivellise\\_Tesis%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2584/CIV_Tineo%20Oropeza%20Ivellise_Tesis%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y)  
<https://core.ac.uk/download/pdf/250108438.pdf>  
<https://de.slideshare.net/jaramillo3005/fallas-en-pavimentos-informe-jaramillo>  
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14407/MU%C3%91OZ%20SALAZAR%20LUIS%20ANGEL.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

### Instances where selected sources appear:

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

### FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N° 488-2020-UCP-FCEI del 24 de noviembre de 2020, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- |                                      |            |
|--------------------------------------|------------|
| • Ing. Caleb Rios Vargas, M.Sc.      | Presidente |
| • Ing. Joel Padilla Maldonado, M.Sc. | Miembro    |
| • Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo    | Miembro    |

Como Asesor: **Ing. José Luis Noriega Dávila, M. Sc.**

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 18:00 horas del día 10 de abril del 2021, modo virtual con la plataforma del ZOOM, supervisado en línea por la Secretaria Académica de la Facultad y el Director de Gestión Universitaria de la Filial Tarapoto de la Universidad, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **“APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS PCI Y VIZIR EN LA EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”**.

Presentado por los sustentantes:

### **ERICK GRANDEZ RAMIREZ y NELSON VALLEJOS DAVILA**

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: ABSUELTAS.

El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR UNANIMIDAD CON LA NOTA DE DIECISÉIS (16)**.

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.



Presidente



Miembro



Miembro

# APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto público el día 10 de abril a las 6:00 p.m. del 2021.



---

**M.Sc. Ing. CALEB RIOS VARGAS**  
PRESIDENTE DEL JURADO



---

**M.Sc. Ing. JOEL PADILLA MALDONADO**  
MIEMBRO DEL JURADO



---

**M.Sc. Ing. LUIS ARMANDO CUZCO TRIGOZO**  
MIEMBRO DEL JURADO



---

**M.Sc. Ing. JOSÉ LUIS NORIEGA DÁVILA**  
ASESOR

# ÍNDICE

AGRADECIMIENTO .....	3
APROBACIÓN.....	4
ABSTRACT .....	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....	12
Título:.....	12
Área y Línea de investigación: .....	12
Planteamiento del Problema.....	12
Problema general .....	13
Problemas específicos.....	13
Objetivo General.....	13
Objetivos específicos .....	13
Antecedentes del estudio: .....	14
Bases Teóricas.....	18
Definición de términos básicos .....	48
Hipótesis: .....	50
Variables:.....	50
Variable Independiente.....	50
Variable Dependiente.....	50
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS.....	51
<b>2.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>51</b>
<b>2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA .....</b>	<b>51</b>
<b>2.3. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS, PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....</b>	<b>51</b>
<b>2.4. PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS. .</b>	<b>52</b>
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	53
<b>3.1. RESULTADOS:.....</b>	<b>53</b>
<b>CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>98</b>
<b>4.1. CONCLUSIONES: .....</b>	<b>98</b>
<b>4.2. RECOMENDACIONES:.....</b>	<b>99</b>
<b>CAPITULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>100</b>
<b>CAPÍTULO VI: ANEXOS.....</b>	<b>102</b>

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Estructura del pavimento flexible. Becerra (2012).....	19
Ilustración 2: Estructura del pavimento rígido. Fuente: Becerra (2012).....	20
Ilustración 3: Esquema del Comportamiento de Pavimentos Flexibles y Rígidos	21
Ilustración 4: Piel de Cocodrilo. Fuente: Invías (2007). ....	25
Ilustración 5: Exudación en baja severidad. Fuente: Invias (2007) .....	26
Ilustración 6: Grietas en bloque de alta severidad. Fuente: INVIAS (2007) .....	27
Ilustración 7: Abultamientos y hundimientos de alta severidad. Fuente: Propia...	28
Ilustración 8: Corrugación de baja severidad. Fuente: Vásquez (2002) .....	29
Ilustración 9: Depresión de baja severidad. Fuente: Vásquez (2002) .....	30
Ilustración 10: Grieta de borde de baja severidad. Fuente: Corros, Urbáez y Corredor. (2009).....	31
Ilustración 11: Grieta de reflexión de junta de alta severidad. Fuente: Corros et al. (2009).....	32
Ilustración 12: Desnivel carril. Fuente: Corros et al. (2009).....	33
Ilustración 13: Grietas longitudinales y transversales (No PCC) de baja severidad. .....	34
Ilustración 14: Parcheo y acometidas de servicios públicos de baja severidad....	35
Ilustración 15: Pulimiento de agregados. Fuente: Vásquez (2002) .....	36
Ilustración 16: Ahuellamiento alta severidad. ....	37
Ilustración 17: Variables de evaluación de un pavimento. Fuente: CEV (2015)...	38
Ilustración 18: Niveles de gravedad de los deterioros del Tipo B. ....	40
Ilustración 19: Testigo de defectos en el pavimento flexible .....	53
Ilustración 20: Testigo de defectos en el pavimento flexible .....	57
Ilustración 21: PORCENTAJE DE RESULTADOS DE LA CUADRA 3 CIRCUNVALACION .....	58
Ilustración 22: Testigo de defectos en el pavimento flexible .....	60
Ilustración 23: PORCENTAJE DE RESULTADOS DE LA CUADRA 7 CIRCUNVALACION .....	61
Ilustración 24: Testigo de defectos en el pavimento flexible .....	63
Ilustración 25: PORCENTAJE DE RESULTADOS DE LA CUADRA 10 CIRCUNVALACION .....	64

Ilustración 26: Testigo de defectos en el pavimento flexible .....	66
Ilustración 27: Testigo de defectos en el pavimento flexible .....	67
Ilustración 28: PORCENTAJE DE RESULTADOS DE LA CUADRA 11 CIRCUNVALACION .....	68
Ilustración 29: Testigo de defectos en el pavimento flexible .....	70
Ilustración 30: PORCENTAJE DE RESULTADOS DE LA CUADRA 13 CIRCUNVALACION .....	71
Ilustración 31: Testigo de defectos en el pavimento flexible .....	73
<b>Ilustración 32: Testigo de defectos en el pavimento flexible</b> .....	74
Ilustración 33: PORCENTAJE DE RESULTADOS DE LA CUADRA 14 CIRCUNVALACION .....	74
Ilustración 34: Testigo de defectos en el pavimento flexible .....	77
Ilustración 35: RESULTADOS DE LA CUADRA 16 CIRCUNVALACION .....	77
Ilustración 36: PORCENTAJE DE RESULTADOS DE LA CUADRA 16 CIRCUNVALACION .....	77
Ilustración 37: Testigo de defectos en el pavimento flexible .....	80
Ilustración 38: PORCENTAJE DE RESULTADOS DE LA CUADRA 17 CIRCUNVALACION .....	80
Ilustración 39: Testigo de defectos en el pavimento flexible .....	83
Ilustración 40: PORCENTAJE DE RESULTADOS DE LA CUADRA 18 CIRCUNVALACION .....	83
Ilustración 41: Testigo de defectos en el pavimento flexible .....	86
Ilustración 42: PORCENTAJE DE RESULTADOS DE LA CUADRA 19 CIRCUNVALACION .....	87
Ilustración 43: Testigo de defectos en el pavimento flexible .....	89
<b>Ilustración 44: Testigo de defectos en el pavimento flexible</b> .....	90
Ilustración 45: PORCENTAJE DE RESULTADOS DE LA CUADRA 21 CIRCUNVALACION .....	91
Ilustración 46: Testigo de defectos en el pavimento flexible .....	92
Ilustración 47: PORCENTAJE DE RESULTADOS DE LA CUADRA 26 CIRCUNVALACION .....	93

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Falla tipo piel de cocodrilo.....	25
Tabla 2: Falla tipo exudación.....	26
Tabla 3: Falla tipo agrietamiento en bloque.....	27
Tabla 4: Falla tipo abultamiento y hundimiento.....	28
Tabla 5: Falla tipo corrugación.....	29
Tabla 6: Falla tipo depresión.....	30
Tabla 7: Falla tipo grieta de borde.....	31
Tabla 8: Falla de Reflexión de Junta.....	32
Tabla 9: Falla tipo desnivel berma.....	33
Tabla 10: Falla tipo grietas longitudinales y transversales.....	34
Tabla 11: Falla tipo parcheo y acometidos de servicios públicos.....	35
Tabla 12: Falla tipo pulimiento de agregados.....	36
Tabla 13: Falla tipo Ahuellamiento.....	37
Tabla 14: Niveles de gravedad de los deterioros del Tipo A.....	41
Tabla 15: Deterioros del Tipo B.....	42
Tabla 16: Deterioros del Tipo A.....	43
Tabla 17: Rangos de clasificación del VIZIR.....	43
Tabla 18: Rangos de clasificación del PCI.....	44
Tabla 19: Tipos de fallas según PCI.....	45
Tabla 20: RESULTADOS DE LA CUADRA1 CIRCUNVALACION).....	54
Tabla 21: PORCENTAJE DE RESULTADOS DE LA CUADRA 1 CIRCUNVALACION.....	54
Tabla 22: RESULTADOS DE LA CUADRA 3 CIRCUNVALACION.....	57
Tabla 23: RESULTADOS DE LA CUADRA 7 CIRCUNVALACION.....	60
Tabla 24: RESULTADOS DE LA CUADRA 10 CIRCUNVALACION.....	64
Tabla 25: RESULTADOS DE LA CUADRA 11 CIRCUNVALACION.....	67
Tabla 26: RESULTADOS DE LA CUADRA 13 CIRCUNVALACION.....	71
Tabla 27: RESULTADOS DE LA CUADRA 14 CIRCUNVALACION.....	74
Tabla 28: RESULTADOS DE LA CUADRA 17 CIRCUNVALACION.....	80
Tabla 29: RESULTADOS DE LA CUADRA 18 CIRCUNVALACION.....	83
Tabla 30: RESULTADOS DE LA CUADRA 19 CIRCUNVALACION.....	87

Tabla 31: RESULTADOS DE LA CUADRA 21 CIRCUNVALACION.....	90
Tabla 32: RESULTADOS DE LA CUADRA 26 CIRCUNVALACION.....	93
Tabla 33: PROMEDIO GENERAL DE LA VÍA POR METODO DE PCI .....	96

# RESUMEN

La iniciativa de utilizar las metodologías de conservación y mantenimiento VIZIR y PCI en la estructura del pavimento del tramo de vía estudiado, se centra en mejorar la calidad del estado vial, teniendo en cuenta que estas metodologías se emplean en las infraestructuras viales del país.

Se llevo a cabo una inspección visual reportando daños encontrados en los formatos respectivos de cada metodología para realizar un análisis detallado de la Av, Circunvalación desde la cuadra 1 hasta la cuadra 27, dicha vía está en condiciones buenas para la aplicación del presente proyecto de tesis, el cual se brindará información según los parámetros y criterios de las metodologías empleadas VIZIR y PCI, donde a través de la evaluación de estas metodologías se determinó el estado de la carpeta de rodadura asfáltica del tramo de la avenida estudiado, obteniendo información para determinar las ventajas y desventajas de las metodologías aplicadas, encontramos las fórmulas, tablas y parámetros empleadas para cada metodología para la determinación del estado de la condición del pavimento del tramo de la vía estudiado.

Y finalmente comparamos los resultados con los métodos VIZIR y PCI, donde nos indica en base al resultado según su evaluación es **bueno** el estado de la vía.

**Palabras claves: Metodología PCI y VIZIR**

## **ABSTRACT**

The initiative to use the VIZIR and PCI conservation and maintenance methodologies in the pavement structure of the road section studied, focuses on improving the quality of the road condition, taking into account that these methodologies are used in the country's road infrastructures.

A visual inspection was carried out reporting damage found in the respective formats of each methodology to carry out a detailed analysis of the Av, Circumvallation from block 1 to block 27, said road is in good condition for the application of this thesis project , which will provide information according to the parameters and criteria of the VIZIR and PCI methodologies used, where, through the evaluation of these methodologies, the state of the asphalt road surface of the studied section of the avenue was determined, obtaining information to determine the Advantages and disadvantages of the applied methodologies, we find the formulas, tables and parameters used for each methodology to determine the state of the pavement condition of the section of the road studied.

And finally, we compare the results with the VIZIR and PCI methods, where it indicates us based on the result according to its evaluation the condition of the road is good.

**Keywords: PCI and VIZIR methodology.**

## **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

### **Título:**

“APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS PCI Y VIZIR EN LA EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”

### **Área y Línea de investigación:**

#### **Área:**

Transportes

#### **Línea:**

Pavimentos

### **Planteamiento del Problema**

Los pavimentos, en general son estructuras que ayudan a mejorar la transitabilidad de vehículos y personas, además de eso cumplen una función de salubridad, ya que confinan el polvo y permiten mantener el material particulado (PM) debajo de su estructura, considerando que este polvo es muy dañino a la salud de las personas, produciendo la fibrosis pulmonar.

Es así que, a nivel internacional, los pavimentos reciben un mantenimiento periódico y rutinario para preservar su estructura en condiciones óptimas, por lo que éstas se someten a evaluaciones permanentes con diversas metodologías, a fin de determinar el estado del pavimento y plantear las acciones a realizar para restituir a su estado original.

En nuestro país se están implementando también programas de mantenimiento, pero básicamente referidas a carreteras, más no así a vías urbanas, por lo que urge poner en la agenda este punto importante para la salud de las personas.

En nuestro estudio, vamos a determinar el estado del pavimento a través de la metodología PCI y VIZIR, ya que visualmente podemos indicar que tenemos algunos problemas que solucionar.

## **Problema general**

¿Cómo se aplicarán las metodologías PCI y VIZIR, para evaluar el estado de pavimento flexible en la Av. Circunvalación, en el distrito de la Tarapoto, provincia y departamento de San Martín?

## **Problemas específicos**

- ¿De qué manera se aplicará la metodología PCI, para evaluar la condición del pavimento flexible en la Av. Circunvalación, en el distrito de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín?
- ¿De qué manera se aplicará la metodología VIZIR, para evaluar la condición del pavimento flexible en la Av. Circunvalación, en el distrito de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín?
- ¿De qué manera se determinará los tipos de fallas, al evaluar la condición del pavimento flexible en la Av. Circunvalación, en el distrito de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín?

## **Objetivo General**

Aplicar las metodologías PCI y VIZIR, para evaluar la condición del pavimento flexible en la Av. Circunvalación, en el distrito de la Tarapoto, provincia y departamento de San Martín.

## **Objetivos específicos**

- Aplicar la metodología PCI, para evaluar la condición del pavimento flexible en la Av. Circunvalación, en el distrito de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín.
- Aplicar la metodología VIZIR, para evaluar la condición del pavimento flexible en la Av. Circunvalación, en el distrito de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín.
- Determinar los tipos de fallas, al evaluar la condición del pavimento flexible en la Av. Circunvalación, en el distrito de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín.

## Antecedentes del estudio:

### ANTECEDENTES INTERNACIONALES:

Con referencia a nuestro tema de investigación, tenemos una Tesis de la Universidad Católica de Colombia, de la tesis con sus Autores: *Cristian Camilo Sierra Díaz y Andrés Felipe Rivas Quintero*, Titulada: “**Aplicación Y Comparación de las Diferentes Metodologías de Diagnostico para la Conservación y Mantenimiento del Tramo PR 00+000 – PR 01+020 de la Vía Al Llano (DG 78 BIS SUR – CALLE 84 SUR) EN LA UPZ YOMASA**”, que llegan a las siguientes conclusiones:

En el tramo de vía evaluado PR 00+000 – PR 01+020 en el sector de Yomasa de acuerdo con las mediciones realizadas, los datos obtenidos y la evaluación de las condiciones del pavimento para la metodologías PCI y VIZIR se obtuvo como resultado las calificaciones BUENO para la metodología VIZIR el cual obtuvo un valor del índice de deterioro superficial Is de 2 Y Excelente para la metodología PCI que dio como resultado un valor numérico de 89, lo que indica que la vía que va desde PR 00+000 hasta PR 01+020 se encuentra en muy buenas condiciones y que por el momento no se requiere intervención alguna ya que así lo determinan los resultados del estado de condición del pavimento de pavimento VIZIR y PCI.

METODOLOGIA	CLASIFICACION PROMEDIO	ESTADO
PCI	89	Excelente
VIZIR	2	Bueno

Las metodologías empleadas VIZIR y PCI para llevar a cabo la evaluación de la condición del pavimento Son muy diferentes en sus parámetros de evaluación, VIZIR es una metodología más sencilla, de mejor entendimiento y de mayores facilidades a la hora de su aplicación ya que establece un grado de castigo más práctico, establece una diferencia entre los daños Tipo A que son fallos estructurales y los daños Tipo B los cuales son fallos funcionales, las clasificaciones obtenidas de las unidades de muestreo difieren un poco entre ambas metodologías por lo anteriormente explicado.

Además, tenemos conocimiento de la Tesis del autor: *Viviana G. Cerón Bermúdez*, titulada: **“Evaluación Y Comparación De Metodologías VIZIR Y PCI Sobre el Tramo de Vía En Pavimento Flexible y Rígido De La Vía: Museo Quimbaya – Crq Armenia Quindío (Pr 00+000 – Pr 02+600)”** de la **Universidad Nacional de Colombia**, que llegan a las siguientes conclusiones:

En la entrada de Armenia, salida a Pereira, lugar de estudio con puntos de referencia Museo Quimbaya - CRQ (PR 02+600 – PR 00+000) de acuerdo al trabajo de campo realizado y a la evaluación de los datos recogidos por medio de las dos metodologías propuestas (PCI y VIZIR) se obtuvieron unas calificaciones promedio para el Tramo 1 y Tramo 2 así: Para Tramo 1: Pavimento flexible una calificación promedio de 53.55 REGULAR (por PCI) y 3 REGULAR (por VIZIR), ambas calificaciones coinciden en la apreciación. Para Tramo 2: Pavimento Rígido una calificación de 86,9 Excelente, apreciación benévola para este tramo, aunque se presentaron daños no fueron lo suficientemente significativos como para influenciar en la calificación.

Para el Tramo 1, se pudieron aplicar dos metodologías diferentes y aunque en la calificación promedio de todo el tramo se llegó a la misma apreciación, las calificaciones obtenidas por unidades de muestreo difieren un poco debido al grado de castigo que cada una de ellas le aplica a cada tipo de daño es así que la metodología VIZIR aplicada al inventario de daños presentó mayores facilidades ya que establece una diferencia clara entre las fallas estructurales como el ahuellamiento, grietas longitudinales por fatiga, piel de cocodrilo, bacheos y parcheos; funcionales como grieta longitudinal de junta de construcción, grieta de contracción térmica, grietas parabólicas, grietas de borde, abultamientos, ojos de pescado, desprendimientos, descascaramiento, pulimento de agregados, exudación, afloramientos, erosión de las bermas.

## **ANTECEDENTES NACIONALES:**

Con referencia a nuestro tema de investigación, tenemos una Tesis de la Universidad Privada de Tacna, de la tesis con su Autor: *Mariana Lucía Hiliquín Bráñez*, Titulada: **“Evaluación Del Estado De Conservación Del Pavimento, Utilizando El Método PCI, En La Av. Jorge Chávez Del Distrito De Pocollay En El Año 2016”**, que llegan a las siguientes conclusiones:

El pavimento flexible de la Avenida Jorge Chávez del distrito de Pocollay, departamento y Provincia de Tacna, en el año 2016, según la evaluación mediante el método del Índice de la condición del Pavimento (PCI) tiene un valor de PCI = 34.69 y en concordancia con la escala de evaluación del PCI, se concluye que el estado actual de dicho pavimento es malo<sup>5</sup>.

Las fallas más predominantes de la avenida Jorge Chávez, según la clasificación de la norma ASTM D6433, fueron el “desprendimiento de agregados (falla 19)” y los “parches (falla 11)”<sup>6</sup>, con un área total de 1477.57 m<sup>2</sup> para la falla n°19, que representa al 58.4 % del área inspeccionada; y 855.95 m<sup>2</sup> para la falla n°11, que significa el 33.8 %. En ambos casos, estas fallas se encontraron con severidad media y baja.

Las fallas N°19 (desprendimiento de agregados) y la N°11 (parches) se encontraron en severidad media y baja, ya que según nos indicó el Método PCI, un área parchada, o el área adyacente no se comportan tan bien como la sección original del pavimento, e usualmente se encuentra alguna rugosidad que esté asociada con el daño. Además, el desprendimiento de agregados se originó por la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado, esto debido a una mezcla de pobre calidad.

Con referencia a nuestro tema de investigación, tenemos una Tesis de la Universidad Peruana Unión, de la tesis con su Autor: *Mayuj Morales Colca*, Titulada: **“Comparación de los métodos PCI y VIZIR en la evaluación de fallas del pavimento flexible de la avenida Aviación de la ciudad de Juliaca”**, que llegan a las siguientes conclusiones:

Al realizar la comparación entre ambas metodologías se llegó a la conclusión que por la metodología PCI el pavimento flexible de la avenida aviación se encuentra en una condición MUY BUENA con un porcentaje del 76% (ver tabla 30) y por el método VIZIR el pavimento se encuentra en un estado BUENO con un porcentaje del 91% (ver tabla 31) en cuanto a la totalidad de la vía. De acuerdo a la prueba estadística que se aplicó para comparar ambos métodos se obtuvo un 95% de confianza al método PCI mostrada en la representación gráfica de la figura 49 sin embargo el método VIZIR no cuenta con la confianza estadística por sobrepasar el margen de error de  $\pm 5\%$ .

Con el estudio realizado a la avenida aviación se pudo identificar las siguientes fallas: Piel de cocodrilo, Parcheo, Pulimiento de agregados, Huecos, Desprendimiento de agregados; cuyos datos se encuentran dentro del rango de calificación de la norma ASTM D6433 del método PCI. Así mismo, Según la metodología VIZIR las fallas analizadas son deterioros del tipo A que corresponden a un daño funcional, por lo tanto, queda en evidencia lo mencionado con Apolinario (2012), el método VIZIR indica el deterioro de un pavimento solo cuando éste presenta fallas estructurales.

Mostrando así que la falla predominante en el estudio fue el Pulimiento de Agregados con un 71% (ver figura 46) contrastando con el ensayo de lavado de asfalto la cual se encuentra dentro de los parámetros granulométricos.

## Bases Teóricas

### **DEFINICIÓN DE PAVIMENTO.**

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2013) el pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: base, subbase y capa de rodadura.

Según American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO, 1993) 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 periodo de tiempo.

Desde el punto de vista del usuario, el pavimento es una superficie que debe brindar comodidad y seguridad cuando se transite sobre ella es decir debe proporcionar un servicio de calidad óptimo.

Para Chang (2005) una estructura sometida a cargas externas que generan esfuerzos y deformaciones internas. El tipo de pavimento a emplearse depende de la función a desempeñar y de los esfuerzos que lo afectan durante el periodo de servicio para el cual se diseña. Entre las características más importantes que tiene que cumplir un pavimento son: Ser resistente a la acción de cargas impuestas por el tránsito, ser resistente ante los agentes de intemperismo, presentar una textura superficial adapta a las velocidades previstas de circulación de los vehículos, debe presentar una regularidad superficial, debe ser durable, debe ser económico, debe ofrecer una adecuada seguridad al tránsito. (p. 27)

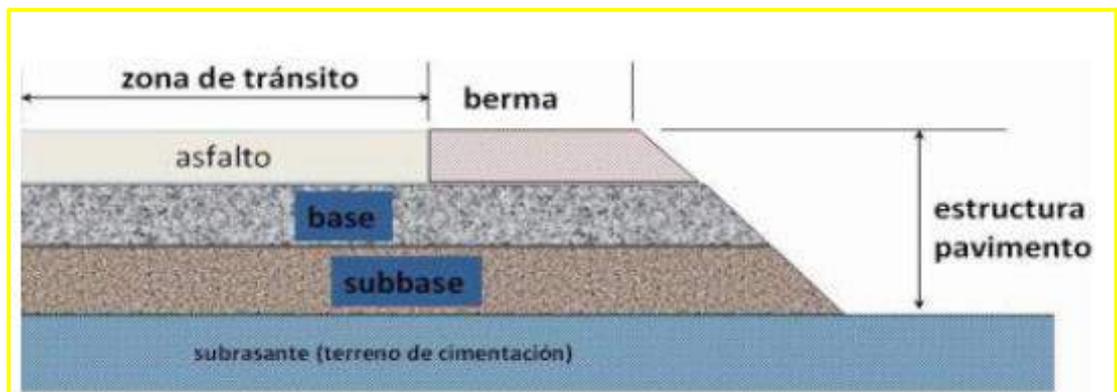
Según Vivar (1995) “un pavimento es una estructura que aporta una superficie adecuada para operar un vehículo a una velocidad determinada en forma cómoda y segura en cualquier circunstancia” (p. 297).

## CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTOS.

En la clasificación de pavimentos se tiene en cuenta como es la distribución de cargas recibidas de la superficie de rodadura a la subrasante y pueden identificarse 3 tipos.

### Pavimento Flexible.

MTC (2013) define que, un pavimento flexible es una estructura que tiene una composición de estratos granulares como la base, sub base y una superficie de rodadura compuesta por material bituminoso como liga, agregados y de ser el caso aditivo. Se valora como estrato de carpeta asfáltica sobre capas granulares: mezcla asfáltica, tratamiento bicapa, micro pavimentos, hormigonado asfáltico, mortero asfáltico en caliente y frío.

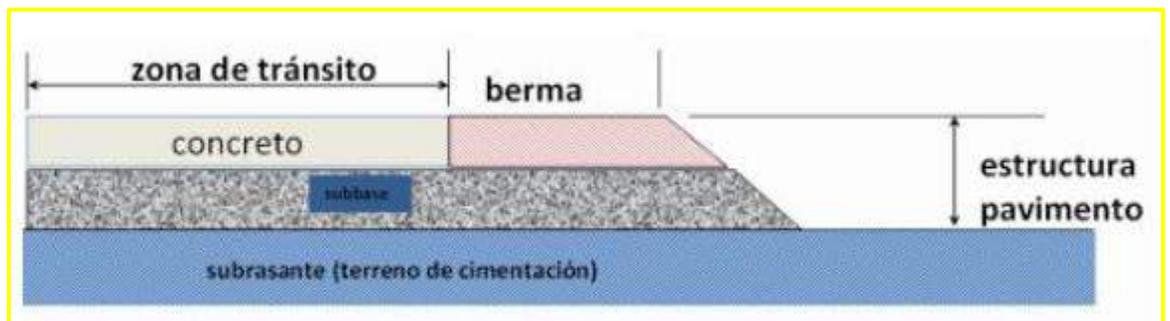


*Ilustración 1 Estructura del pavimento flexible. Becerra (2012).*

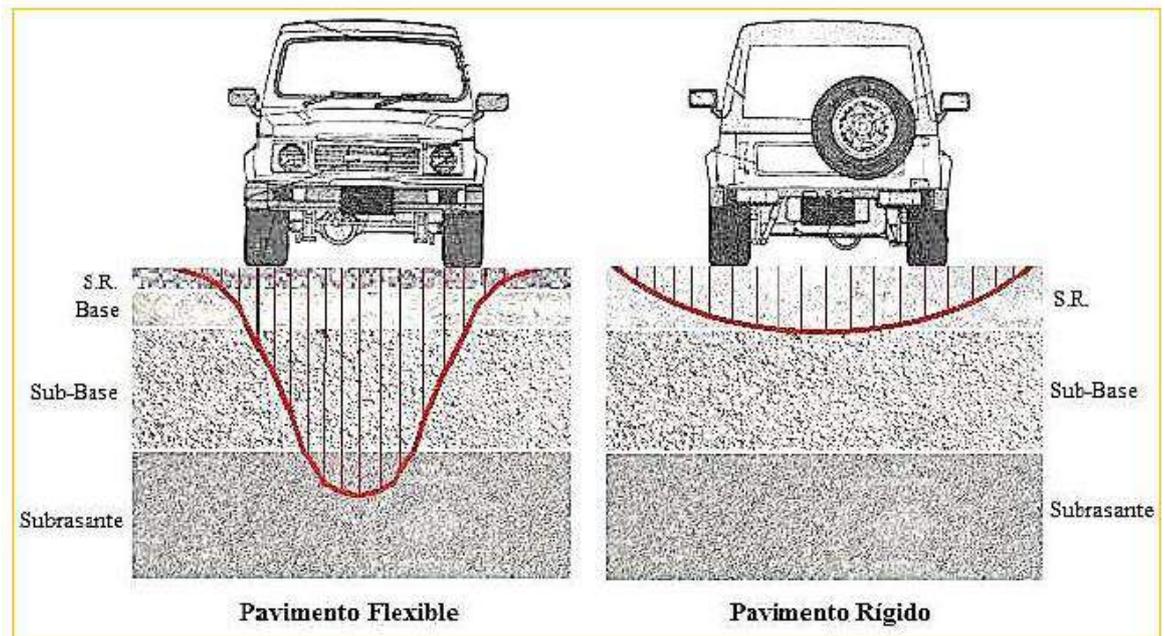
## Pavimento Rígido.

MTC (2013) define que, un pavimento rígido es una estructura que se compone específicamente por un estrado de subbase granular, así mismo, este estrado puede ser de base granular, como también puede ser se puede llegar a estabilizar con cemento, asfalto o cal, y capas de rodadura de losas de concreto de cemento hidráulico como aglomerante, agregados y de ser el caso aditivo.” Dentro de los pavimentos rígidos existen tres categorías:

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



*Ilustración 2: Estructura del pavimento rígido. Fuente: Becerra (2012)*



*Ilustración 3: Esquema del Comportamiento de Pavimentos Flexibles y Rígidos*

### **Pavimento Semirrígido.**

MTC (2013) define que, un pavimento semirrígido tiene una estructura que se compone fundamentalmente por estratos asfálticos con un espesor total de bitumen (mortero asfáltico en caliente (carpeta asfáltica en caliente sobre base tratada con asfalto); así mismo se conoce como pavimento semirrígido la estructura que se compone por carpeta asfáltica sobre base tratada con cemento o cal. Entre el tipo del pavimento mencionado se incluye los pavimentos adoquinados.

**CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTOS: FLEXIBLES, RÍGIDOS  
E HÍBRIDOS.**



**Pavimento  
Flexible o  
Asfáltico**



**Pavimento  
Rígido o  
Hidráulico**



**Pavimento  
híbrido o  
mixto**

## **FALLAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE.**

Manual de Inventarios Viales (MIV, 2013) menciona que, los daños en calzadas pueden clasificarse en dos categorías: daños estructurales y daños superficiales. Los de la primera categoría se relacionan generalmente con obras de rehabilitación de costo alto, mientras que los de la segunda categoría pertenecen generalmente con obras de mantenimiento periódico como carpetas delgadas de concreto asfáltico, tratamientos superficiales, entre otros (p. 149).

Una falla estructural está asociada con la capacidad de carga del pavimento y habitualmente se refiere a la fatiga de la estructura. Así mismo, una falla funcional es definida como la incapacidad del pavimento para proveer una superficie que permita un rodaje confortable, seguro y económico de los vehículos.

### **Causas del surgimiento de fallas**

Corros, Urbáez y Corredor (2009) indican que, durante la vida de servicio de un pavimento existen diferentes causas que originan la condición de la superficie de rodamiento, lo cual compromete su función de ofrecer a los usuarios la posibilidad de un rodaje seguro, cómodo y económico. Entre las causas de falla de un pavimento se pueden mencionar:

- Incremento del tránsito con respecto a las estimaciones del diseño de pavimento original.
- Factores climáticos imprevistos (lluvias extraordinarias).
- Insuficiencia de estructuras de drenaje superficial y/o subterráneo.
- Insuficiencia o ausencia de mantenimiento y/o rehabilitación de pavimentos.

### **Falla Estructural.**

Leguía y Pacheco (2016) menciona lo siguiente: la falla estructural implica una degradación de la estructura del pavimento. Se presenta cuando los materiales que conforman la estructura, al ser sometida a repeticiones de carga por acción del tránsito sufren un agrietamiento estructural relacionado con la deformación o la tensión horizontal por tracción en la base de cada capa, esto se denomina falla por fatiga.

Fonseca (2002) indica que corresponde a un defecto que se refleja en la superficie de rodamiento del pavimento y afectan al cómodo movimiento de los vehículos, sin imposibilitar su uso. Son fallas graves e involucran al conjunto estructural, se originan cuando se produce la falla en una o varias capas del pavimento, lo que ocasiona el rompimiento del mismo. Estos deterioros afectan significativamente la capacidad de soportar las solicitaciones para las cuales fue diseñado el pavimento.

### **Falla Superficial.**

Leguía y Pacheco (2016) menciona que, la falla funcional o superficial se deja ver cuando el pavimento no brinda un paso seguro sobre él, los vehículos no viajan de forma cómoda y la falla estructural está asociada con la pérdida de cohesión de algunas o todas las capas del pavimento de tal forma que este no pueden soportar las cargas a la que está sometido.

Fonseca (2002) define a la falla superficial como una deficiencia del pavimento que provoca, de un inmediato a corto plazo o posteriormente, una reducción de la capacidad de carga del mismo, la falla estructural se mantiene en una etapa avanzada en una destrucción generalizada del pavimento.

## Tipificación de fallas.

En el presente ítem se presentan los tipos de fallas en la superficie del pavimento que afectan directamente la comodidad y/o seguridad del rodado de los vehículos.

*Tabla 1: Falla tipo piel de cocodrilo.*

<b>Piel de Cocodrilo</b>	
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 donde los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión.
Nivel de Severidad	L: Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela con unas pocas o ninguna interconectadas. M: Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel L, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas. H: Red o patrón de grietas que ha evolucionado de tal forma que las piezas o pedazos están bien definidos y descascarados los bordes. Algunos pedazos pueden moverse bajo el tránsito.
Medida	Se miden en metros cuadrados de área afectada.
Opciones de Reparación	L: No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta. M: Parcheo parcial o en toda la profundidad. Sobrecarpeta. Reconstrucción. H: Parcheo parcial. Sobrecarpeta. Reconstrucción.

Nota: Adaptado del "Manual de Índice de Condición de Pavimento (PCI)" de Vásquez (2002).



*Ilustración 4: Piel de Cocodrilo. Fuente: Invías (2007).*

*Tabla 2: Falla tipo exudación.*

<b>Exudación</b>	
Descripción	La exudación 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.
Nivel de Severidad	L: La exudación ha ocurrido solamente en un grado muy ligero y es detectable únicamente durante unos pocos días del año. M: La exudación ha ocurrido hasta un punto en el cual el asfalto se pega a los zapatos y vehículos únicamente durante unas pocas semanas del año. H: La exudación ha ocurrido de forma extensa y gran cantidad de asfalto se pega a los zapatos y vehículos al menos durante varias semanas al año.
Medida	Se mide en metros cuadrados de área afectada.
Opciones de Reparación	L: No se hace nada. Se aplica arena / agregados y cilindrado. H: La exudación ha ocurrido de forma extensa.

Nota: Adaptado del "Manual de Índice de Condición de Pavimento (PCI)" de Vásquez (2002).



*Ilustración 5: Exudación en baja severidad. Fuente: Invias (2007)*

*Tabla 3: Falla tipo agrietamiento en bloque.*

<b>Agrietamiento en Bloque</b>	
Descripción	Las grietas en bloque son grietas interconectadas que dividen el pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño de 0.30 m x 0.3 m a 3.0 m x 3.0 m. Las grietas en bloque se originan principalmente por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diarios.
Nivel de Severidad	L: Bloques definidos por grietas de baja severidad, como se define para grietas longitudinales y transversales. M: Bloques definidos por grietas de severidad media. H: Bloques definidos por grietas de alta severidad.
Medida	Se miden en pies cuadrados de área afectada.
Opciones de Reparación	L: Sellado de grietas con ancho mayor a 3.0 mm. Riego de sello. M: Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta. H: Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.

Nota: Adaptado del "Manual de Índice de Condición de Pavimento (PCI)" de Vásquez (2002).



*Ilustración 6: Grietas en bloque de alta severidad. Fuente: INVIAS (2007)*

**Tabla 4: Falla tipo abultamiento y hundimiento.**

<b>Abultamientos y Hundimientos</b>	
Descripción	Los abultamientos 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, por otra parte, pueden ser causados por varios factores.
Nivel de Severidad	L: Originan una calidad de tránsito de baja severidad. M: Originan una calidad de tránsito de severidad media. H: Originan una calidad de tránsito de severidad alta.
Medida	Se miden en metros lineales.
Opciones de Reparación	L: No se hace nada. M: Reciclado en frío. Parcheo profundo o parcial. H: Reciclado (fresado) en frío. Parcheo profundo o parcial. Sobrecarpeta.

Nota: Adaptado del “Manual de Índice de Condición de Pavimento (PCI)” de Vásquez (2002).



**Ilustración 7: Abultamientos y hundimientos de alta severidad. Fuente: Propia**

**Tabla 5: Falla tipo corrugación.**

<b>Corrugación</b>	
Descripción	La corrugación es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastante regulares, usualmente a menos de 3.0 m. Las cimas son perpendiculares a la dirección del tránsito. Este tipo de daño es usualmente causado por la acción del tránsito combinada con una carpeta o una base inestables. Si los abultamientos ocurren en una serie con menos de 3.0 m de separación entre ellos, cualquiera sea la causa, el daño se denomina corrugación.
Nivel de Severidad	L: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de baja severidad. M: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de mediana severidad. H: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de alta severidad.
Medida	Se mide en metros cuadrados de área afectada.
Opciones de Reparación	L: No se hace nada. M: Reconstrucción. H: Reconstrucción.

Nota: Adaptado del "Manual de Índice de Condición de Pavimento (PCI)" de Vásquez (2002).



**Ilustración 8: Corrugación de baja severidad. Fuente: Vásquez (2002)**

*Tabla 6: Falla tipo depresión.*

<b>Depresión</b>	
Descripción	Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor. En múltiples ocasiones, las depresiones suaves sólo son visibles después de la lluvia, cuando el agua almacenada forma un “baño de pájaros”. En el pavimento seco las depresiones se pueden situar gracias a las manchas causadas por el agua almacenada.
Nivel de Severidad	L: 13.0 a 25.0 mm. M: 25.0 a 51.0 mm. H: Más de 51.0 mm.
Medida	Se mide en metros cuadrados de área afectada.
Opciones de Reparación	L: No se hace nada. M: Parcheo superficial, parcial o profundo. H: Parcheo superficial, parcial o profundo.

Nota: Adaptado del “Manual de Índice de Condición de Pavimento (PCI)” de Vásquez (2002).



*Ilustración 9: Depresión de baja severidad. Fuente: Vásquez (2002)*

**Tabla 7: Falla tipo grieta de borde.**

<b>Grieta de Borde</b>	
Descripción	Las grietas de borde son paralelas y, generalmente, están a una distancia entre 0.30 y 0.60 m del borde exterior del pavimento. Este daño se acelera por las cargas de tránsito y puede originarse por debilitamiento, debido a condiciones climáticas, de la base o de la subrasante 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).
Nivel de Severidad	L: Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento. M: Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento. H: Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde.
Medida	La grieta de borde se mide en metros lineales.
Opciones de Reparación	L: No se hace nada. Sellado de grietas con ancho mayor a 3 mm. M: Sellado de grietas. Parcheo parcial - profundo. H: Parcheo parcial – profundo.

Nota: Adaptado del “Manual de Índice de Condición de Pavimento (PCI)” de Vásquez (2002).



**Ilustración 10: Grieta de borde de baja severidad. Fuente: Corros, Urbáez y Corredor. (2009)**

*Tabla 8: Falla de Reflexión de Junta*

<b>Grieta de Reflexión de Junta</b>	
Descripción	Este daño ocurre solamente en pavimentos con superficie asfáltica construidos sobre una losa de concreto de cemento Pórtland. 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 Pórtland, inducido por temperatura o humedad, bajo la superficie de concreto asfáltico.
Nivel de Severidad	L: Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm y grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante). H: Cualquier grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad.
Medida	La grieta de reflexión de junta se mide en metros lineales.
Opciones de Reparación	L: Sellado para anchos superiores a 3.00 mm. M: Sellado de grietas. Parcheo de profundidad parcial. H: Parcheo de profundidad parcial. Reconstrucción de la junta.

Nota: Adaptado del "Manual de Índice de Condición de Pavimento (PCI)" de Vásquez (2002).



*Ilustración 11: Grieta de reflexión de junta de alta severidad. Fuente: Corros et al. (2009)*

*Tabla 9: Falla tipo desnivel berma.*

<b>Desnivel Carril/Berma</b>	
Descripción	El desnivel carril / berma 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.
Nivel de Severidad	L: La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma está entre 25.0 y 51.0 mm. M: La diferencia está entre 51.0 mm y 102.0 mm. H: La diferencia en elevación es mayor que 102.00 mm.
Medida	El desnivel carril / berma se miden en pies lineales.
Opciones de Reparación	L, M, H: Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.

Nota: Adaptado del "Manual de Índice de Condición de Pavimento (PCI)" de Vásquez (2002).



*Ilustración 12: Desnivel carril. Fuente: Corros et al. (2009)*

*Tabla 10: Falla tipo grietas longitudinales y transversales.*

<b>Grietas Longitudinales y Transversales</b>	
Descripción	Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento o a la dirección de construcción y pueden ser 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 de base, incluidas las grietas en losas de concreto de cemento Pórtland, pero no las juntas de pavimento de concreto.
Nivel de Severidad	L: Existe una de las siguientes condiciones: -Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm. -Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante). M: Existe de las siguientes condiciones: -Grieta sin relleno de ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm. -Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm, rodeada grietas aleatorias pequeñas. H: Existe una de las siguientes condiciones: -Cualquier grieta rellena o no, rodeada de grietas aleatorias pequeñas de severidad media o alta. -Grieta sin relleno de más de 76.0 mm de ancho.
Medida	Las grietas longitudinales y transversales se miden en pies lineales.
Opciones de Reparación	L: No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm. M: Sellado de grietas. H: Sellado de grietas. Parcheo parcial.

Nota: Adaptado del "Manual de Índice de Condición de Pavimento (PCI)" de Vásquez (2002).



*Ilustración 13: Grietas longitudinales y transversales (No PCC) de baja severidad.  
Fuente: Corros et al. (2009)*

*Tabla 11: Falla tipo parcheo y acometidos de servicios públicos.*

<b>Parcheo y Acometidas de Servicios Públicas</b>	
Descripción	Un parche es un área de pavimento la cual ha sido remplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente. Un parche se considera un defecto no importa que tan bien se comporte .
Nivel de Severidad	L: El parche está en buena condición buena y es satisfactorio. M: El parche está moderadamente deteriorado. H: El parche está muy deteriorado.
Medida	Se miden en pies cuadrados de área afectada.
Opciones de Reparación	L: No se hace nada. M: No se hace nada. Sustitución del parche. H: Sustitución del parche.

Nota: Adaptado del "Manual de Índice de Condición de Pavimento (PCI)" de Vásquez (2002).



*Ilustración 14: Parcheo y acometidas de servicios públicos de baja severidad.  
Fuente: Vásquez (2002)*

*Tabla 12: Falla tipo pulimiento de agregados.*

<b>Pulimiento de Agregados</b>	
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.
Nivel de Severidad	No se define ningún nivel de severidad. Sin embargo, el grado de pulimiento deberá ser significativo antes de ser incluido en una evaluación de la condición y contabilizado como defecto.
Medida	Se miden en metros cuadrados de área afectada.
Opciones de Reparación	L, M, H: No se hace nada. Tratamiento superficial. Fresado y sobrecarpeta.

Nota: Adaptado del "Manual de Índice de Condición de Pavimento (PCI)" de Vásquez (2002).



*Ilustración 15: Pulimiento de agregados. Fuente: Vásquez (2002)*

*Tabla 13: Falla tipo Ahuellamiento.*

<b>Ahuellamiento</b>	
Descripción	El ahuellamiento 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, éste sólo es visible después de la lluvia, cuando las huellas estén llenas de agua.
Nivel de Severidad	L: 6.0 a 13.0 mm. M: >13.0 mm a 25.0 mm. H: > 25.0 mm.
Medida	El ahuellamiento se mide en metros cuadrado de área afectada y su severidad está definida por la profundidad media de la huella.
Opciones de Reparación	L: No se hace nada. Fresado y sobrecarpeta. M: Parcheo superficial, parcial o profundo. H: Parcheo superficial, parcial o profundo.

*Nota:* Adaptado del "Manual de Índice de Condición de Pavimento (PCI)" de Vásquez (2002).



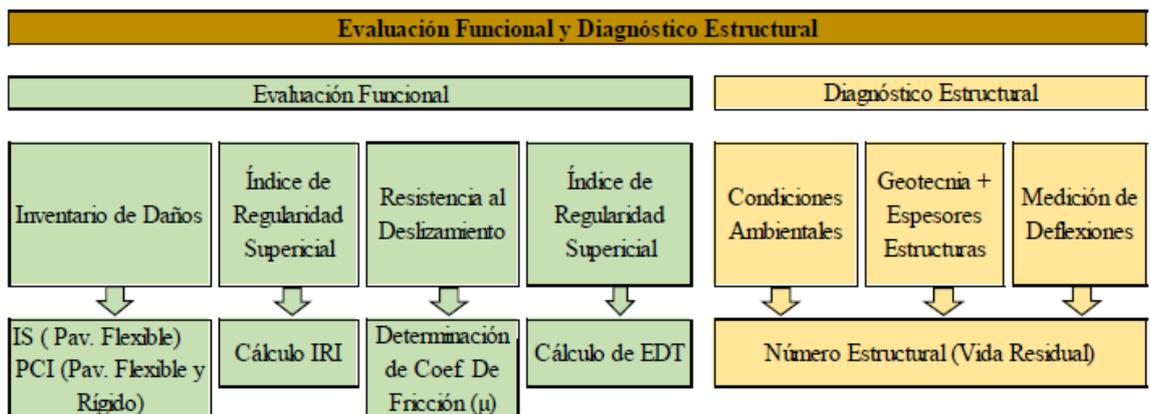
*Ilustración 16: Ahuellamiento alta severidad.*

## MÉTODOS DE EVALUACIÓN.

Rojas (2016) indica que, la evaluación de un pavimento se define como el conjunto de procedimientos que estudian las fallas presentes en una carretera, dependiendo del tipo de pavimento, permitiéndonos así estimar el estado del camino a lo largo de su vida útil o periodo de servicio.

Casas (2011) señala que, evaluar un pavimento es relevante porque permite identificar a tiempo la presencia de deterioros en la superficie para así por este medio efectuar las correcciones, adquiriendo con ello ofrecer al público una serviciabilidad óptima.

Actualmente se pueden encontrar varios métodos para la identificación de fallas, y en este caso se realizará la evaluación por los métodos PCI y VIZIR. Métodos que fueron diseñados para un estudio superficial, logrando determinar los tipos de fallas existentes, considerando su magnitud y severidad de daño.



*Ilustración 17: Variables de evaluación de un pavimento. Fuente: CEV (2015).*

## **MÉTODO VIZIR (VISIÓN E INSPECCIÓN DE ZONAS E ITINERARIOS EN RIESGO).**

### **Generalidades.**

Pinilla (2007) señala que, la denominación proviene de las siglas en francés “Visión Inspection de Zones et Itinéraires Á Risque” también dicho “Visión e Inspección de Zonas e Itinerarios en Riesgo”, método que consiste en determinar la condición superficial de la vía en un momento dado e identificar las zonas homogéneas de la misma, para lo cual se identifica el tipo de deterioro, se realiza las medidas respectivas del daño y al final en base a estos datos se determina el índice de deterioro superficial.

### **Parámetros de evaluación.**

MIV (2013) menciona que, los daños que se presentan en los pavimentos flexibles son indicadores para el diagnóstico de su condición. Los cuales se presentan en forma de una lista descriptiva proviniendo del método VIZIR, desarrollada en Francia a partir de los años 60 y actualmente vienen siendo utilizados en varios países del mundo.

INVÍAS (2007) menciona que, la gravedad indica el grado de severidad del deterioro. Su valoración está dada en una escala de uno (1) a tres (3), donde 3 indica la mayor severidad del deterioro, 2 una severidad moderada y 1 la menor severidad.

DETERIORO	NIVEL DE GRAVEDAD		
	①	②	③
Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales	Sensible al usuario, pero poco importante Prof < 20 mm	Deformaciones importantes. Hundimientos localizados o ahuellamientos. 20 mm ≤ Prof ≤ 40 ≤ mm	Deformaciones que afectan de manera importante la comodidad y la seguridad de los usuarios. Prof > 40 mm
Fisuras longitudinales por fatiga	Fisuras finas en la huella de rodamiento. <6 mm	Fisuras abiertas y a menudo ramificadas.	Fisuras muy ramificadas, y/o muy abiertas. Bordes de fisuras ocasionalmente degradados.
Piel de cocodrilo	Piel de cocodrilo formada por mallas (> 500 mm) con fisuración fina, sin pérdida de materiales.	Mallas más densas (<500mm), con pérdidas ocasionales de materiales, desprendimientos y ojos de pescado en formación.	Mallas con grietas muy abiertas y con fragmentos separados. Las mallas son muy densas (<200 mm), con pérdida ocasional o generalizada de materiales.
Bacheos y parcheos	Intervención de superficie ligada a deterioros tipo B.	Intervenciones ligadas a deterioros tipo A Comportamiento satisfactorio de la reparación.	Ocurrencia de fallas en las zonas reparadas.

**Ilustración 18: Niveles de gravedad de los deterioros del Tipo B.**  
**Fuente: “Instructivo para la Evaluación Visual y la Evaluación de los Deterioros de los Pavimentos Asfálticos de Carreteras” de INVIAS (2007)**

DETERIORO	NIVEL DE GRAVEDAD				
	①	②		③	
Fisura longitudinal de junta de construcción	Fina y única < 6 mm	- Ancha ( $\leq 6$ mm) sin desprendimiento o - Fina ramificada		Ancha ( $\leq 6$ mm) con desprendimientos o ramificada	
Fisuras de contracción térmica.	Fisuras finas < 6 mm	Anchas ( $\leq 6$ mm) sin desprendimiento, o finas con desprendimientos o fisuras ramificadas		Anchas ( $\leq 6$ mm) con desprendimientos	
Fisuras parabólicas.	Fisuras finas < 6 mm	Anchas ( $\leq 6$ mm) sin desprendimientos		Anchas ( $\leq 6$ mm) con desprendimientos	
Fisuras de borde	Fisuras finas < 6 mm	Anchas ( $\leq 6$ mm) sin desprendimientos		Anchas ( $\leq 6$ mm) con desprendimientos	
Abultamientos	$h < 20$ mm	$20 \text{ mm} \leq h \leq 40$ mm		$h > 40$ mm.	
Ojos de pescado*(por cada 100 m)	Cantidad.	< 5	5 a 10	< 5	> 10
	Diámetro (mm)	$\leq 300$	$\leq 300$	$\leq 1000$	$\leq 300$ 5 a 10 $\leq 1000$
Desprendimientos: - Pérdida de película de ligante. - Pérdida de agregado	Pérdidas aisladas	Pérdidas continuas		Pérdidas generalizadas y muy marcadas	
Descascaramiento	Prof.(mm)	$\leq 25$	$\leq 25$	> 25	> 25
	Área(m <sup>2</sup> )	$\leq 0.8$	> 0.8	$\leq 0.8$	> 0.8
Pulimento agregados	Long. Comprometida < 10% de la sección (100m).	Long. Comprometida $\geq 10\%$ a < 50% de la sección (100m)		Long. Comprometida > 50% de la sección (100m)	
Exudación	Puntual, área específica	Continúa sobre las trayectorias por donde circulan las ruedas del vehículo.		Continua y muy marcada, en diversas aéreas.	
Afloramientos: - De mortero - De agua	Localizados y apenas perceptibles	Intensos		Muy intensos	
Desintegración de los bordes del pavimento	Inicio de la desintegración, sectores localizados	La calzada ha sido afectada en un ancho de 500 mm o más.		Erosión extrema que conduce a la desintegración del revestimiento asfáltico	
Escalonamiento entre calzadas y berma	Desnivel entre 10 mm a 50 mm	Desnivel entre 50 y 100 mm		Desnivel superior a 100 mm	
Erosión de las bermas	Erosión incipiente	Erosión pronunciada		La erosión pone en peligro la estabilidad de la calzada y la seguridad de los usuarios.	
Segregación	Long. comprometida < 10% de la sección (100 m).	Long. comprometida $\geq 10\%$ a < 50% de la sección (100 m)		Long. comprometida > 50% de la sección (100 m)	

*Tabla 14: Niveles de gravedad de los deterioros del Tipo A.*

*Fuente: "Instructivo para la Evaluación Visual y la Evaluación de los Deterioros de los Pavimentos Asfálticos de Carreteras" de INVIAS (2007)*

Apolinario (2012) determina que, el método VIZIR es un buen indicador de la condición superficial del pavimento; sin embargo, aplicado a pavimentos básicos, califica con bajo índice de deterioro, lo que significa que el

pavimento sería intervenido cuando ya está muy deteriorado, donde los costos de mantenimiento y rehabilitación son más elevados.

### **Categorización de Fallas en el Pavimento.**

Apolinario (2012) señala a la metodología para la clasificación y la cuantificación de los deterioros de los pavimentos flexibles en carreteras considera dos categorías de deterioros, en acuerdo con lo establecido en la metodología VIZIR, adoptada como sistema para el presente instructivo los deterioros del Tipo “A”, que caracterizan la condición estructural del pavimento y los deterioros del Tipo “B”, en su mayoría de tipo funcional.” En las Tablas 20 y 21 se presentan los diferentes deterioros de cada tipo, a cada uno de los cuales están clasificados mediante abreviaturas que permiten identificar a cada uno de ellos.

*Tabla 15: Deterioros del Tipo B*

<b>Nombre del deterioro</b>	<b>Código</b>	<b>Unidad de medida</b>
Fisura longitudinal de junta de construcción	FLJ	m
Fisura transversal de junta de construcción	FTJ	m
Fisuras de contracción térmica	FCT	m
Fisuras parabólicas	FP	m
Fisura de borde	FB	m
Ojos de pescado	OP	m
Desplazamiento o abultamiento o ahuellamiento de la mezcla	DM	m
Pérdida de la película de ligante	PL	m
Pérdida de agregados	PA	m
Descascaramiento	D	m <sup>2</sup>
Pulimientto de agregados	PU	m
Exudación	EX	m
Afloramiento de mortero	AM	m
Afloramiento de agua	AA	m
Desintegración de los bordes del pavimento	DB	m
Escalonamiento entre calzada y berma	ECB	m
Erosión de las bermas	EB	m
Segregación	S	m

Nota: Fuente: “Instructivo para la Evaluación Visual y la Evaluación de los Deterioros de los Pavimentos Asfálticos de Carreteras” de INVIAS (2007)

*Tabla 16: Deterioros del Tipo A*

<b>Nombre del deterioro</b>	<b>Código</b>	<b>Unidad de medida</b>
Ahuellamiento	AH	m
Depresiones o hundimiento longitudinales	DL	m
Depresiones o hundimiento transversales	DT	m
Fisuras longitudinales por fatiga	FLF	m
Fisuras piel de cocodrilo	FPC	m
Bacheos y parcheos	B	m

Nota: Fuente: "Instructivo para la Evaluación Visual y la Evaluación de los Deterioros de los Pavimentos Asfálticos de Carreteras" de INVIAS (2007)

### **Procedimiento de cálculos.**

Rivas y Sierra (2016) indican que, para determinación del Índice de Deterioro Superficial "Is" la cual tiene un valor que varía entre 1 y 7, clasificación que se detalla en la Tabla 17. El primer paso consiste en el cálculo del Índice de fisuración (If), el cual depende de la gravedad (1, 2 o 3) y la extensión de las fisuras longitudinales por fatiga (FLF) y fisuras piel de cocodrilo (FPC) de tipo estructural en el tramo evaluado. Una vez obtenido los valores se debe registrar el mayor "If" para obtener el Índice de Fisuración Máximo "If Max".

*Tabla 17: Rangos de clasificación del VIZIR.*

<b>Rango</b>	<b>Clasificación</b>
1 y 2	Bueno
3 y 4	Marginal
5,6 y 7	Deficiente

Nota: Fuente: INVIAS (2007)

Posteriormente se procede con el cálculo del índice de deformación (Id), el cual también depende de la gravedad y extensión de las deformaciones se debe de registrar para los deterioros Ahuellamiento (AH), Depresiones o hundimiento longitudinales (DL) y Depresiones o hundimiento transversales (DT).

Las cuales son de origen estructural y ya teniendo el índice de fisuración (If) y el índice de deformación (Id) la combinación de estos dos índices genera una primera calificación de estudio la cual es corregida según la extensión y calidad de los trabajos de parcheo y bacheo que se deban realizar.

## MÉTODO PCI (ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO).

### Generalidades.

Fue desarrollado entre los años 1974 a 1976 por el Cuerpo de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos y ejecutado por los Ingenieros Srs. Mohamed Y. Shahin, Michael L. Darter y Starr D. Kohn, con el objeto de obtener un sistema de administración del mantenimiento de pavimentos rígidos y flexibles a través del PCI; además, ha sido publicado por ASTM como método de análisis en la norma ASTM D 6433, respectivamente.

Casas (2011) señala a la presente metodología que tiene como objetivo primordial determinar la condición del pavimento a través de inspecciones visuales en las superficies con asfaltos y hormigón simple o reforzado. Se basa en los resultados de la inspección visual de los pavimentos, en la cual se identifican tipos de deterioro, severidad y cantidad, permitiendo con esto identificar las posibles causas del deterioro.

### Parámetros de evaluación

Vásquez (2002) menciona que el método PCI tiene un rango de calificación numérica que varía desde cero (0) para un pavimento fallado o en mal estado hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado.

*Tabla 18: Rangos de clasificación del PCI.*

<b>Rango</b>	<b>Clasificación</b>
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

Nota: Fuente: “Manual de PCI” de Vásquez (2002).

## Categorización de fallas en el pavimento

Vásquez (2002) señala al método PCI que fue desarrollado para conseguir un índice de la integridad estructural del pavimento y condición de la superficie. La información de los daños obtenida, como parte del inventario, ofrece una idea clara de las causas de los daños y su relación con las cargas vehiculares o con el clima. Los tipos de deterioros que considera el método del PCI se apreciará en la siguiente tabla.

*Tabla 19: Tipos de fallas según PCI.*

<b>Nombre de la Falla</b>	<b>Código</b>	<b>Unidad de Medida</b>
Piel de cocodrilo	1	m2
Exudación	2	m2
Agrietamiento en bloque	3	m2
Abultamiento y hundimientos	4	m
Corrugación	5	m2
Depresión	6	m2
Grieta de borde	7	m
Grieta de reflexión de junta	8	m
Desnivel carril/berma	9	m
Grietas longitudinales y transversales	10	m
Parqueo	11	m2
Pulimiento de agregados	12	m2
Huecos	13	m2
Cruce de vía férrea	14	m2
Ahuellamiento	15	m2
Desplazamiento	16	m2
Grieta parabólica	17	m2
Hinchamiento	18	m2
Desprendimiento de agregados	19	m2

Nota: Fuente: "Manual de PCI" de Ingeniería de Pavimentos (2013).

## **Procedimiento de Cálculos**

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen clase, severidad y cantidad de cada daño presente, el PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie.

### **Paso 1: Calculo de los valores deducidos.**

- Se totaliza cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo en la columna total del formato inventario de daños. El daño puede medirse en área, longitud ó por número según su tipo.
- Se divide la cantidad de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el área total de la unidad de muestreo y exprese el resultado como porcentaje. Esta es la densidad del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.
- Se determina el valor deducido para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “Valor Deducido del Daño” que se adjuntan al final de este documento, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

### **Paso 2: Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m).**

- Si ninguno o tan sólo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido”, CDV, obtenido en el paso 4. De lo contrario, se debe seguirse los pasos siguientes dos pasos.
- Se determina el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m), utilizando la siguiente Ecuación:

$$M_i = 1 + 9/98 (100 - HDV_i)$$

**Mi:** Número máximo admisible de “valores deducidos”, incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i.

**HDVi:** El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i.

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

**Paso 3: Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV. El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:**

- Se determina el número de valores deducidos, q, mayores que 2.0.
- Se determina el “Valor Deducido Total” sumando todos los valores deducidos individuales.
- Se determina el CDV con q y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.
- Se procede a reducir a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0.
- El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

**Paso 4: Se calcula el PCI de la unidad restando de 100 el máximo CDV obtenido en el paso 3.**

## Definición de términos básicos

- **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.
- **VIZIR:** La metodología de auscultación francesa VIZIR es un sistema de por medio del cual se puede calificar la condición superficial de los pavimentos flexibles. Este sistema se caracteriza por dar una clasificación inicial de dos tipos de daños Tipo A daños estructurales y tipo B funcionales.
- **GRIETAS:** Las grietas son el principal daño en la superficie del pavimento, porque de estas se derivan los demás tipos de deterioros. La mayoría de grietas en imágenes de pavimento se encuentran con objetos no deseados y desconectadas.
- **PIEL DE COCODRILO:** La piel de cocodrilo o agrietamiento por fatiga se refiere a una serie de fisuras interconectadas causadas por acción de la fatiga de la superficie de pavimento asfáltico sometida a repeticiones de carga o tráfico.
- **LA EXUDACIÓN:** es la presencia de 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 MANCHA:** es originada por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de aplicación de un sellante asfáltico o un bajo contenido de vacíos de aire., o por deposición de aceites caído de los vehículos, o por concentración de residuos de combustibles no quemados.

- **HUNDIMIENTOS:** Los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento.
- **LA CORRUGACIÓN:** (también llamada “sartanejas”) es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastante regulares, usualmente a menos de 3.0 m. Las cimas son perpendiculares a la dirección del tránsito Este tipo de Las cimas son perpendiculares a la dirección del tránsito. Este tipo de daño es usualmente causado por la acción del tránsito combinada con una carpeta o una base inestables.
- **DEPRESIONES:** Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor. En múltiples ocasiones, las depresiones suaves sólo son visibles después de la lluvia, cuando el agua almacenada forma un “baño de pájaros” (bird bath). En el pavimento seco las depresiones pueden ubicarse gracias a las manchas causadas por el agua almacenada.
- **GRIETAS DE REFLEXIÓN DE JUNTAS DE LOSAS DE CONCRETO:** Este daño ocurre solamente 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).
- **FISURA:** Se denomina fisura la separación incompleta entre dos o más partes con o sin espacio entre ellas. Su identificación se realizará según su dirección, ancho y profundidad utilizando los siguientes adjetivos: longitudinal, transversal, vertical, diagonal, o aleatoria. **(Muñoz., p.22).**
- **BACHE:** Un bache es un área de pavimento la cual ha sido remplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente. Un bache se considera un defecto no importa que tan bien se comporte (usualmente, un área bacheada o el área adyacente no se comportan tan bien como la sección original de pavimento).

## **Hipótesis:**

### **HIPÓTESIS GENERAL**

**Hi:** Al realizar la aplicación de las metodologías PCI Y VIZIR se conocerá el estado de pavimento flexible de las principales calles de la Av. Circunvalación de la Ciudad de Tarapoto, Provincia y Departamento de San Martín.

### **HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

H0: Existen diferencias y similitudes en los resultados para la determinación del estado del pavimento por la diferencia de rango de calificación de los métodos PCI – VIZIR.

H0: Existen diferentes criterios en la inspección y clasificación de fallas para la metodología PCI – VIZIR.

H0: Los resultados de ambas metodologías proponen alternativas de solución similares a un mantenimiento correctivo.

## **Variables:**

### **Variable Independiente**

Metodologías PCI y VIZIR.

### **Variable Dependiente**

Evaluación del estado de Pavimento Flexible.

## CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

#### **Tipo de Investigación**

La investigación realizada fue de tipo descriptiva.

#### **Diseño de Investigación**

El diseño seleccionado a emplearse en el presente estudio, es el diseño Descriptivo, donde pretende ofrecer la información básica y fundamental para el desarrollo de la evaluación estructural a través de las metodologías VIZIR y PCI aplicado a los diferentes campos de la vía en estudio.

### 2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

**Población:** Todas las calles asfaltadas de la Ciudad de Tarapoto, Provincia y Departamento de San Martín.

**Muestra:** Av. Circunvalación, Distrito de Tarapoto.

### 2.3. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS, PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### **TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

La técnica empleada fue la de la observación visual, empleada por conocimiento del proceso de construcción de ambos pavimentos, recolección de muestras de campo.

#### **INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Nos basamos siguiendo la metodología del PCI y VIZIR.

#### **PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

La recopilación de antecedentes se realizará por la búsqueda ordenada,

análisis y validación de los datos encontrados en campo y de toda la información necesaria que ayudará a cumplir con los objetivos de este proyecto.

#### **2.4. PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.**

El estudio de la aplicación del programa de diagnóstico y seguimiento de pavimentos enfocado al método PCI y VIZIR. Donde el presente proyecto utilizo el método de análisis de datos de la siguiente manera:

1. Se realizó una evaluación del deterioro físico del pavimento tomando en cuenta las fallas establecidas en los pavimentos flexibles usando el método de observación (visual).
2. De manera continua se realizará el índice de condición del pavimento tomando en cuenta el método del PCI y sus especificaciones correspondientes, del mismo modo se procederá se evaluará la condición del pavimento con el método VIZIR.
3. Por último, se presentarán los resultados obtenidos, para mejorar el pavimento tomando en cuenta el método AASHTO (Asociación Americana de Administradores Estatales de Carreteras y Transporte).

## CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1. RESULTADOS:

En el presente capítulo se presentará los resultados obtenidos mediante la inspección visual de la avenida Circunvalación del distrito de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín; así mismo, se interpretará los resultados procesados.

#### RESULTADOS DEL TRAMO 01 (CUADRA 01 CIRCUNVALACIÓN)

La unidad de muestra del tramo de la Av. circunvalación, ubicada en el distrito de Tarapoto, por lo tanto, se le denominó como sección 1 a dicha región de pavimento.

Las fallas que se encontraron en su mayoría con nivel de severidad media fueron: grietas de reflexión de junta, también se registraron parches de cortes utilitarios en severidades baja.

*Ilustración 19: Testigo de defectos en el pavimento flexible*

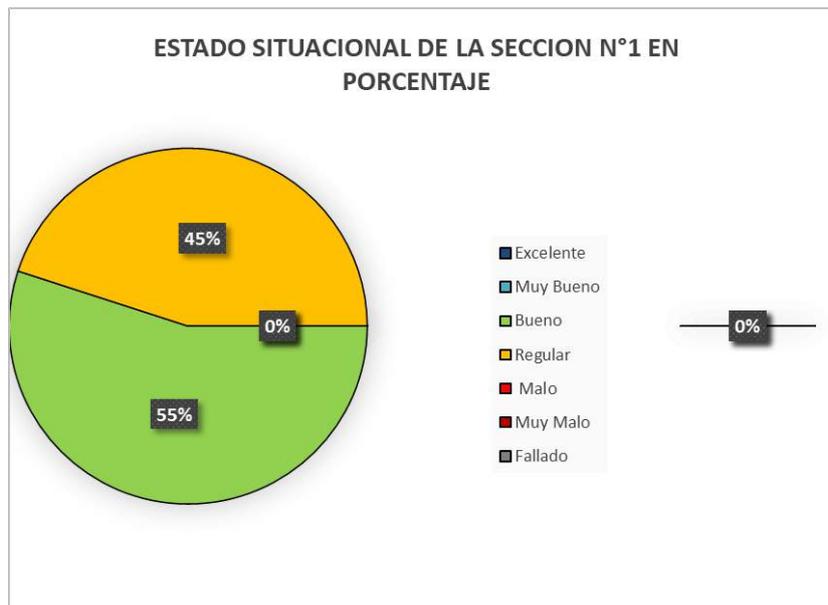


**Tabla 20: RESULTADOS DE LA CUADRA 1 CIRCUNVALACIÓN)**

RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS DATOS DE PCI EN LA SECCIÓN 01								
UNIDAD DE MUESTRA	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	SECCIÓN	ÁREA	PCI UNIDAD DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	PCI SECCIÓN	DESCRIPCIÓN
U1	0 + 000	0 + 015.50	1	96.10	68	Bueno	60.93	<b>BUENO</b>
U2	0 + 015.50	0 + 023.00	1	96.10	68	Bueno		
U3	0 + 023.00	0 + 035.90	1	96.10	66	Bueno		
U4	0 + 035.90	0 + 045.70	1	96.10	52	Regular		
U5	0 + 045.70	0 + 055.60	1	96.10	52	Regular		
U6	0 + 055.60	0 + 066.10	1	96.10	65	Bueno		
U7	0 + 066.10	0 + 073.45	1	96.10	64	Bueno		
U8	0 + 073.45	0 + 080.75	1	96.10	60	Bueno		
U9	0 + 080.75	0 + 085.25	1	96.10	65	Bueno		
U10	0 + 085.25	0 + 090.50	1	96.10	63	Bueno		
U11	0 + 090.50	0 + 094.65	1	96.10	55	Regular		
U12	0 + 094.65	0 + 100.00	1	96.10	53.2	Regular		

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 21: PORCENTAJE DE RESULTADOS DE LA CUADRA 1 CIRCUNVALACIÓN**



Fuente: Elaboración Propia

La sección N°01 está comprendida desde la Unidad de Muestra 1 hasta la 12, se obtuvo un PCI promedio de 60.93, según el rango de clasificación el pavimento flexible se encuentra en un estado bueno, esto pertenece a los primeros 100 metros evaluados.

## Las fallas más frecuentes en la sección N°01:

Fallas que más daño producen a la Sección N°01

FALLA	UNIDAD DE MUESTRA	VALOR DEDUCIDO
Grieta piel de cocodrilo	U12	19
	U5	30
Desnivel Vía	U1, U2, U3, U4, U5, U6, U7, U8, U9, U10, U11, U12	11.2
Grietas Longitudinal/ Transversal	U4	19
	U1	25
Parcheo	U11	19
	U12	35

Fuente: Elaboración Propia

**Falla N°01: Grieta piel de cocodrilo;** En esta falla se encontró con un nivel de severidad media, cuyo origen es por la fatiga de la capa de rodadura asfáltica debido al gran flujo vehicular al que está sometido y otro factor es debido al tiempo de vida útil de la vía.

Para este caso se recomienda un sellado de fisuras y grietas, la finalidad es impedir que ingrese el agua y materiales de menores espesores como piedras o materiales duros dentro de ellas, y así poder minimizar o retardar la formación de agrietamientos más severos como la piel de cocodrilo y la posterior aparición de baches.

**Falla N°09: Desnivel Vía;** En esta falla predominó el nivel de severidad baja, cuyo origen es debido al asentamiento y erosión que sufre la berma por las altas precipitaciones que se presentan en la zona.

Para este caso se recomienda un bacheo con la finalidad de uniformizar el nivel de la vía y de esa manera brindar mejores condiciones de seguridad a los conductores.

**Falla N°10: Grieta Longitudinal/Transversal;** En esta falla predominó el nivel de severidad media, cuyo origen es debido a las deficiencias del drenaje superficial y otro factor es el tiempo de vida útil de la vía.

Para este caso se recomienda un sellado de fisuras y grietas, la finalidad es prevenir la entrada de agua y otros materiales a la estructura del pavimento, de esta manera, minimizar y/o retardar la formación de agrietamientos más severos como los de piel de cocodrilo y la posterior aparición de baches.

**Falla N°11: Parcheo;** En esta falla predomino el nivel de severidad media, cuyo origen es debido a las deficiencias en la mezcla mal dosificadas o con compactación insuficiente haciendo que no haya una adherencia de ligante con los agregados sumado a esto las precipitaciones y el alto flujo vehicular que se presentan en la zona originando que el parche pierda su adherencia.

Para este caso se recomienda reemplazar el parcheo antiguo, para así recuperar las condiciones iniciales del pavimento obteniendo una adecuada circulación vehicular con seguridad, comodidad, rapidez.

### **RESULTADOS DEL TRAMO 02 (CUADRA 03 CIRCUNVALACIÓN)**

La unidad de muestra del tramo de la Av. Circunvalación Cdra.03), ubicada dentro el ámbito de ciudad de Tarapoto, por lo tanto, se le denominó como sección 2 a dicha región de pavimento.

Las fallas que se encontraron con nivel de severidad media fueron: desprendimiento de agregados, parches y parches de cortes utilitarios; también se registraron abultamiento y hundimientos y fisura parabólica o por deslizamiento con severidades baja.



*Ilustración 20: Testigo de defectos en el pavimento flexible*

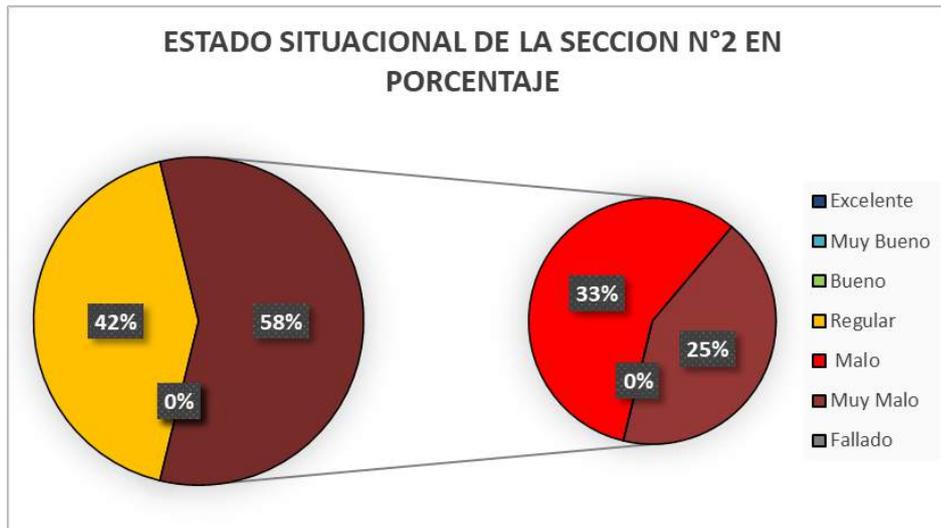


**Tabla 22: RESULTADOS DE LA CUADRA 3 CIRCUNVALACIÓN**

RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS DATOS DE PCI EN LA SECCIÓN 02								
UNIDAD DE MUESTRA	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	SECCIÓN	ÁREA	PCI UNIDAD DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	PCI SECCIÓN	DESCRIPCIÓN
U1	0 + 300.00	0 + 315.50	2	96.10	45	Malo	46.25	<b>REGULAR</b>
U2	0 + 315.50	0 + 320.50	2	96.10	56	Regular		
U3	0 + 320.50	0 + 331.00	2	96.10	47.5	Regular		
U4	0 + 331.00	0 + 340.90	2	96.10	52	Regular		
U5	0 + 340.90	0 + 350.00	2	96.10	56	Regular		
U6	0 + 350.00	0 + 360.50	2	96.10	48	Regular		
U7	0 + 360.50	0 + 375.40	2	96.10	52	Regular		
U8	0 + 375.40	0 + 385.25	2	96.10	42	Malo		
U9	0 + 385.25	0 + 390.00	2	96.10	30	Muy Malo		
U10	0 + 390.00	0 + 400.00	2	96.10	34	Malo		

Fuente: Elaboración Propia

**Ilustración 21: PORCENTAJE DE RESULTADOS DE LA CUADRA 3 CIRCUNVALACIÓN**



Fuente: Elaboración Propia

La sección N°02 está comprendida desde la Unidad de Muestra 1 hasta la 10, se obtuvo un PCI promedio de 46.25, según el rango de clasificación el pavimento flexible se encuentra en un estado regular, esto corresponde de 0+300 – 0+400 km evaluados.

**Las fallas más frecuentes en la sección N°02:**

Fallas que más daño producen a la Sección N°02

FALLA	UNIDAD DE MUESTRA	VALOR DEDUCIDO
Grieta piel de cocodrilo	U1	35
	U2	32
Desnivel Vía	U1, U2, U3, U4, U5, U6, U7, U8, U9, U10,	11.2
Grietas Longitudinal/ Transversal	U6	35
	U7	32
Parcheo	U8	52
	U9	61
	U10	55

Fuente: Elaboración Propia

**Falla N°01: Grieta piel de cocodrilo;** En esta falla se encontró con un nivel de severidad media, cuyo origen es por la fatiga de la capa de rodadura asfáltica debido al gran flujo vehicular al que está sometido y otro factor es debido al tiempo de vida útil de la vía.

Para este caso se recomienda un sellado de fisuras y grietas, la finalidad es impedir que ingrese el agua y materiales de menores espesores como piedras o materiales duros dentro de ellas, y así poder minimizar o retardar la formación de agrietamientos más severos como la piel de cocodrilo y la posterior aparición de baches.

**Falla N°09: Desnivel Carril;** En esta falla predomino el nivel de severidad baja, cuyo origen es debido al asentamiento y erosión que sufre la cuneta por las altas precipitaciones que se presentan en la zona.

Según lo observado los bordes laterales aparejos a una estructura ya sea cunetas o alcantarillas se encuentran en el mal estado por desprendimiento del asfalto en algunos tramos y brindar mejores condiciones de seguridad a los conductores.

Para este caso se recomienda un bacheo con la finalidad de uniformizar el nivel de la vía y que tengan un confinamiento lateral de esa manera brindar mejores condiciones de seguridad a los conductores.

**Falla N°10: Grieta Longitudinal/Transversal;** En esta falla predomino el nivel de severidad media, cuyo origen es debido a la mala conformación del material de relleno y deficiencias de la cuneta superficial y otro factor es el tiempo de vida útil de la vía.

Para este caso se recomienda un sellado de fisuras y grietas, la finalidad es prevenir la entrada de agua y otros materiales a la estructura del pavimento, de esta manera, minimizar y/o retardar la formación de agrietamientos más severos como los de piel de cocodrilo y la posterior aparición de baches.

**Falla N°11: Parcheo;** En esta falla predomino el nivel de severidad media, cuyo origen es debido a las deficiencias en la mezcla mal dosificadas o con compactación insuficiente haciendo que no haya una adherencia de ligante con los agregados sumado a esto las precipitaciones y el alto flujo vehicular que se presentan en la zona originando que el parche pierda su adherencia.

Para este caso se recomienda reemplazar el parcheo antiguo, para así recuperar las condiciones iniciales del pavimento obteniendo una adecuada circulación vehicular con seguridad, comodidad, rapidez.

### RESULTADOS DEL TRAMO 03 (CUADRA 07 CIRCUNVALACIÓN)

La unidad de muestra del tramo de la Av. Circunvalación Cdra. 07, ubicada dentro el ámbito del Distrito de Tarapoto, por lo tanto, se le denominó como sección 3 a dicha región de pavimento.

Las fallas que se encontraron en su mayoría con nivel de severidad baja fueron: desprendimiento de agregados, parches y parches de cortes utilitarios, también se registraron desnivel carril berma y peladura por intemperismo.



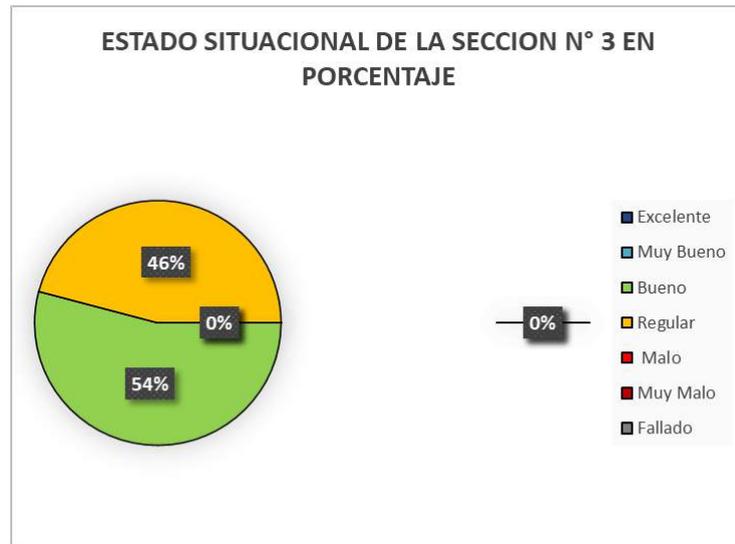
*Ilustración 22: Testigo de defectos en el pavimento flexible*

**Tabla 23: RESULTADOS DE LA CUADRA 7 CIRCUNVALACIÓN**

RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS DATOS DE PCI EN LA SECCIÓN 03								
UNIDAD DE MUESTRA	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	SECCIÓN	ÁREA	PCI UNIDAD DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	PCI SECCIÓN	DESCRIPCIÓN
U1	0 + 700	0 + 715.50	3	96.10	60	Bueno	58.12	<b>BUENO</b>
U2	0 + 715.50	0 + 725.00	3	96.10	62	Bueno		
U3	0 + 725.00	0 + 735.90	3	96.10	60.1	Bueno		
U4	0 + 735.90	0 + 750.50	3	96.10	60.75	Bueno		
U5	0 + 750.50	0 + 770.45	3	96.10	61	Bueno		
U6	0 + 770.45	0 + 785.30	3	96.10	52	Regular		
U7	0 + 785.30	0 + 800.00	3	96.10	51	Regular		

Fuente: Elaboración Propia

**Ilustración 23: PORCENTAJE DE RESULTADOS DE LA CUADRA 7 CIRCUNVALACIÓN**



Fuente: Elaboración Propia

La sección N°03 está comprendida desde la Unidad de Muestra 1 hasta la 07, se obtuvo un PCI promedio de 58.12, según el rango de clasificación el pavimento flexible se encuentra en un estado bueno, esto corresponde de 0+700 – 0+800 km evaluados.

**Las fallas más frecuentes en la sección N°03:**

Fallas que más daño producen a la Sección N°03

FALLA	UNIDAD DE MUESTRA	VALOR DEDUCIDO
Grieta piel de cocodrilo	U6	25
	U7	25
Desnivel Vía	U1, U2, U3, U4, U5, U6, U7	11.2
Grietas Longitudinal/ Transversal	U2	35
	U3	19
Parcheo	U6	25
	U7	25

Fuente: Elaboración Propia

**Falla N°01: Grieta piel de cocodrilo;** En esta falla se encontró con un nivel de severidad media, cuyo origen es por la fatiga de la capa de rodadura

asfáltica debido al gran flujo vehicular al que está sometido y otro factor es debido al tiempo de vida útil de la vía.

Para este caso se recomienda un sellado de fisuras y grietas, la finalidad es impedir que ingrese el agua y materiales de menores espesores como piedras o materiales duros dentro de ellas, y así poder minimizar o retardar la formación de agrietamientos más severos como la piel de cocodrilo y la posterior aparición de baches.

**Falla N°09: Desnivel Carril;** En esta falla predomino el nivel de severidad baja, cuyo origen es debido al asentamiento y erosión que sufre la cuneta por las altas precipitaciones que se presentan en la zona.

Según lo observado los bordes laterales aparejos a una estructura ya sea cunetas o alcantarillas se encuentran el mal estado por desprendimiento del asfalto en algunos tramos y brindar mejores condiciones de seguridad a los conductores.

Para este caso se recomienda un bacheo con la finalidad de uniformizar el nivel de la vía y que tengan un confinamiento lateral de esa manera brindar mejores condiciones de seguridad a los conductores.

**Falla N°10: Grieta Longitudinal/Transversal;** En esta falla predomino el nivel de severidad media, cuyo origen es debido a la mala conformación del material de relleno y deficiencias de la cuneta superficial y otro factor es el tiempo de vida útil de la vía.

Para este caso se recomienda un sellado de fisuras y grietas, la finalidad es prevenir la entrada de agua y otros materiales a la estructura del pavimento, de esta manera, minimizar y/o retardar la formación de agrietamientos más severos como los de piel de cocodrilo y la posterior aparición de baches.

**Falla N°11: Parcheo;** En esta falla predomino el nivel de severidad media, cuyo origen es debido a las deficiencias en la mezcla mal dosificadas o con compactación insuficiente haciendo que no haya una adherencia de ligante

con los agregados sumado a esto las precipitaciones y el alto flujo vehicular que se presentan en la zona originando que el parche pierda su adherencia.

Para este caso se recomienda reemplazar el parcheo antiguo, para así recuperar las condiciones iniciales del pavimento obteniendo una adecuada circulación vehicular con seguridad, comodidad, rapidez.

### **RESULTADOS DEL TRAMO 04 (CUADRA 10 CIRCUNVALACIÓN)**

La unidad de muestra del tramo de la Av. Circunvalación Cdra. 10, ubicada dentro el ámbito del Distrito de Tarapoto, por lo tanto, se le denominó como sección 4 a dicha región de pavimento.

Las fallas que se encontraron en su mayoría con nivel de severidad baja fueron: parches y parches de cortes utilitarios, también se registraron hundimientos en severidad baja.



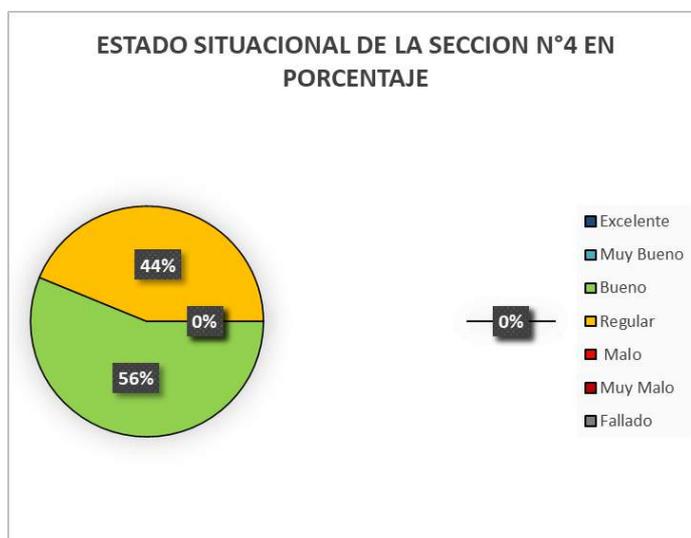
*Ilustración 24: Testigo de defectos en el pavimento flexible*

**Tabla 24: RESULTADOS DE LA CUADRA 10 CIRCUNVALACIÓN**

RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS DATOS DE PCI EN LA SECCIÓN 04								
UNIDAD DE MUESTRA	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	SECCIÓN	ÁREA	PCI UNIDAD DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	PCI SECCIÓN	DESCRIPCIÓN
U1	1 + 000	1 + 015.5	4	96.10	60	Bueno	57.78	<b>BUENO</b>
U2	1 + 015.5	1 + 025.5	4	96.10	61	Bueno		
U3	1 + 025.5	1 + 040.00	4	96.10	47.2	Regular		
U4	1 + 040.00	1 + 055.80	4	96.10	61	Bueno		
U5	1 + 055.80	1 + 070.00	4	96.10	61	Bueno		
U6	1 + 070.00	1 + 080.50	4	96.10	48	Regular		
U7	1 + 080.50	1 + 090.00	4	96.10	62	Bueno		
U8	1 + 090.00	1 + 100.00	4	96.10	62	Bueno		

Fuente: Elaboración Propia

**Ilustración 25: PORCENTAJE DE RESULTADOS DE LA CUADRA 10 CIRCUNVALACIÓN**



Fuente: Elaboración Propia

La sección N°04 está comprendida desde la Unidad de Muestra 1 hasta la 08, se obtuvo un PCI promedio de 57.78, según el rango de clasificación el pavimento flexible se encuentra en un estado bueno, esto corresponde de 1+000 – 1+100 km evaluados.

## Las fallas más frecuentes en la sección N°04:

Fallas que más daño producen a la Sección N°04

FALLA	UNIDAD DE MUESTRA	VALOR DEDUCIDO
Grieta piel de cocodrilo	U1	35
Desnivel Vía	U1, U2, U3, U4, U5, U6, U7, U8	11.2
Grietas Longitudinal/ Transversal	U2	19
	U5	39
Parcheo	U6	32
	U3	35

Fuente: Elaboración Propia

**Falla N°01: Grieta piel de cocodrilo;** En esta falla se encontró con un nivel de severidad media, cuyo origen es por la fatiga de la capa de rodadura asfáltica debido al gran flujo vehicular al que está sometido y otro factor es debido al tiempo de vida útil de la vía.

Para este caso se recomienda un sellado de fisuras y grietas, la finalidad es impedir que ingrese el agua y materiales de menores espesores como piedras o materiales duros dentro de ellas, y así poder minimizar o retardar la formación de agrietamientos más severos.

**Falla N°09: Desnivel Carril;** En esta falla predominó el nivel de severidad baja, cuyo origen es debido a la conexión de tuberías el cual genera asentamiento por la mala compactación que se presentan en la zona.

Según lo observado todas las conexiones que se encuentran en la cuadra son básicamente conexiones a la red principal el cual genera desniveles en la carpeta asfáltica, requiere brindar mejores condiciones de seguridad a los conductores.

Para este caso se recomienda un bacheo con la finalidad de uniformizar el nivel de la vía.

**Falla N°10: Grieta Longitudinal/Transversal;** En esta falla predominó el nivel de severidad media, cuyo origen es debido a la mala conformación del

material de relleno y deficiencias de la cuneta superficial y otro factor es el tiempo de vida útil de la vía.

Para este caso se recomienda un sellado de fisuras y grietas, la finalidad es prevenir la entrada de agua y otros materiales a la estructura del pavimento, de esta manera, minimizar y/o retardar la formación de agrietamientos más severos.

**Falla N°11: Parcheo;** En esta falla predomina el nivel de severidad media, cuyo origen es debido a las deficiencias en la mezcla mal dosificadas o con compactación insuficiente haciendo que no haya una adherencia de ligante con los agregados.

Para este caso se recomienda realizar el parcheo, para así recuperar las condiciones iniciales del pavimento obteniendo una adecuada circulación vehicular con seguridad, comodidad, rapidez.

### RESULTADOS DEL TRAMO 05 (CUADRA 11 CIRCUNVALACIÓN)

La unidad de muestra del tramo de la Av. Circunvalación Cdra. 11, ubicada dentro del ámbito del Distrito de Tarapoto, por lo tanto, se le denominó como sección 5 a dicha región de pavimento.

Las fallas que se encontraron con nivel de severidad media fueron: peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados y también parches y parches de cortes utilitarios en severidades baja.



*Ilustración 26: Testigo de defectos en el pavimento flexible*

La Falla que mayor se observó fue el deterioro del pavimento en peladura por intemperismo en media severidad, ya que es también una falla estructural en la cual influye en su totalidad de la carpeta asfáltica.



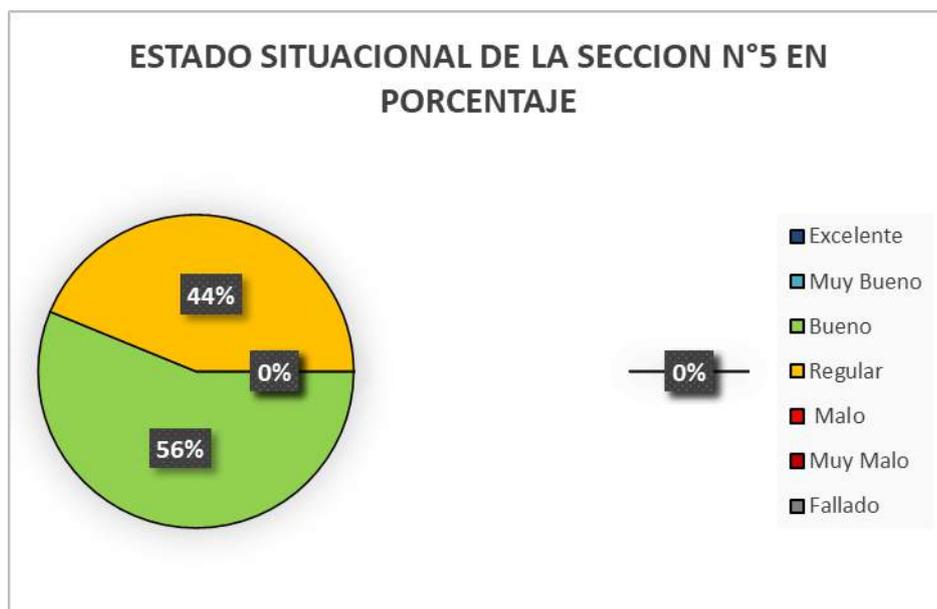
*Ilustración 27: Testigo de defectos en el pavimento flexible*

**Tabla 25: RESULTADOS DE LA CUADRA 11 CIRCUNVALACIÓN**

RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS DATOS DE PCI EN LA SECCIÓN 05								
UNIDAD DE MUESTRA	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	SECCIÓN	ÁREA	PCI UNIDAD DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	PCI SECCIÓN	DESCRIPCIÓN
U1	1 + 100	1 + 115.5	5	96.10	63	Bueno	57.11	<b>BUENO</b>
U2	1 + 115.5	1 + 128.20	5	96.10	60	Bueno		
U3	1 + 128.20	1 + 140.00	5	96.10	63	Bueno		
U4	1 + 140.00	1 + 152.40	5	96.10	48	Regular		
U5	1 + 152.40	1 + 165.00	5	96.10	63	Bueno		
U6	1 + 165.00	1 + 175.50	5	96.10	48	Regular		
U7	1 + 175.50	1 + 188.50	5	96.10	61	Bueno		
U8	1 + 188.50	1 + 194.50	5	96.10	48	Regular		
U9	1 + 194.50	1 + 200	5	96.10	60	Bueno		

Fuente: Elaboración Propia

**Ilustración 28: PORCENTAJE DE RESULTADOS DE LA CUADRA 11 CIRCUNVALACIÓN**



Fuente: Elaboración Propia

La sección N°05 está comprendida desde la Unidad de Muestra 1 hasta la 09, se obtuvo un PCI promedio de 57.11, según el rango de clasificación el pavimento flexible se encuentra en un estado bueno, esto corresponde de 1+100 – 1+200 km evaluados.

**Las fallas más frecuentes en la sección N°05:**

Fallas que más daño producen a la Sección N°05

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MUESTRA	VALOR DEDUCIDO
Grieta piel de cocodrilo	U2	32
Desnivel Vía	U1, U2, U3, U4, U5, U6, U7, U8, U9	11.2
Grietas Longitudinal/ Transversal	U7	19
	U9	36
Parcheo	U4	38
	U6	43
	U8	32

Fuente: Elaboración Propia

**Falla N°01: Grieta piel de cocodrilo;** En esta falla se encontró con un nivel de severidad media, cuyo origen es por la fatiga de la capa de rodadura

asfáltica debido al gran flujo vehicular al que está sometido y otro factor es debido al tiempo de vida útil de la vía.

Para este caso se recomienda un sellado de fisuras y grietas, la finalidad es impedir que ingrese el agua y materiales de menores espesores como piedras o materiales duros dentro de ellas.

**Falla N°09: Desnivel Carril;** En esta falla predomino el nivel de severidad baja, cuyo origen es debido al asentamiento de la via por las altas precipitaciones que se presentan en la zona.

Según lo observado todas las conexiones que se encuentran en la cuadra son básicamente conexiones a la red principal el cual genera desniveles en la carpeta asfáltica, requiere brindar mejores condiciones de seguridad a los conductores.

Para este caso se recomienda un bacheo con la finalidad de uniformizar el nivel de la vía.

**Falla N°10: Grieta Longitudinal/Transversal;** En esta falla predomino el nivel de severidad media, cuyo origen es debido a la mala conformación del material de relleno y deficiencias de la cuneta superficial y otro factor es el tiempo de vida útil de la vía.

Para este caso se recomienda un sellado de fisuras y grietas, la finalidad es prevenir la entrada de agua y otros materiales a la estructura del pavimento, de esta manera, minimizar y/o retardar la formación de agrietamientos más severos.

**Falla N°11: Parcheo;** En esta falla predomino el nivel de severidad media, cuyo origen es debido a las deficiencias en la mezcla mal dosificadas o con compactación insuficiente haciendo que no haya una adherencia de ligante con los agregados.

Para este caso se recomienda realizar el parcheo, para así recuperar las condiciones iniciales del pavimento obteniendo una adecuada circulación

vehicular con seguridad, comodidad, rapidez.

### **RESULTADOS DEL TRAMO 06 (CUADRA 13 CIRCUNVALACIÓN)**

La unidad de muestra del tramo de la Av. Circunvalación cdra. 13, ubicada dentro el ámbito del Distrito de Tarapoto, por lo tanto, se le denominó como sección 6 a dicha región de pavimento.

Las fallas que se encontraron con nivel de severidad media fueron: peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados, parches y parches de cortes utilitarios, y baches; también se hundimientos abultamiento y hundimientos y fisura parabólica o por deslizamiento con severidades baja.



*Ilustración 29: Testigo de defectos en el pavimento flexible*

La falla que mayor se observó fue el deterioro del pavimento en parches y parches de cortes utilitarios con severidad baja, ya que es también una falla estructural en la cual influye en su totalidad de la carpeta asfáltica y también hundimientos.

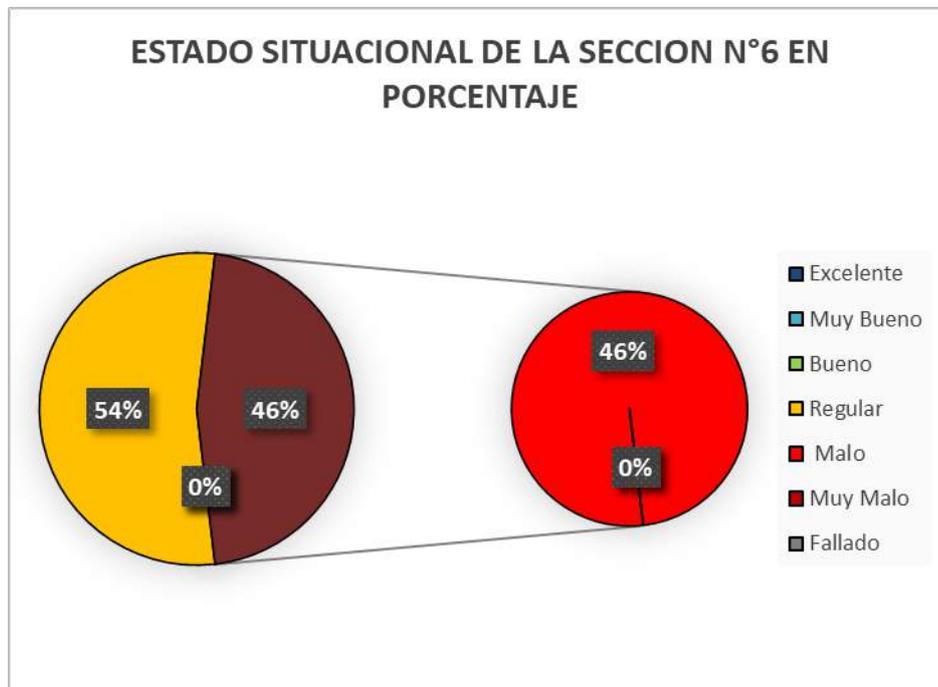
Cabe indicar que se aprecia el deterioro inminente de toda la cuadra el cual requiere de mejor tratamiento y mejora para dar mejor fluidez y seguridad de la zona.

**Tabla 26: RESULTADOS DE LA CUADRA 13 CIRCUNVALACIÓN**

RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS DATOS DE PCI EN LA SECCIÓN 06								
UNIDAD DE MUESTRA	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	SECCIÓN	ÁREA	PCI UNIDAD DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	PCI SECCIÓN	DESCRIPCIÓN
U1	1+300.00	1+315.50	6	96.10	47	Regular	44.56	<b>REGULAR</b>
U2	1+315.50	1+325.90	6	96.10	48	Regular		
U3	1+325.90	1+340.00	6	96.10	49	Regular		
U4	1+340.00	1+360.00	6	96.10	39.9	Malo		
U5	1+360.00	1+375.50	6	96.10	42	Regular		
U6	1+375.50	1+385.00	6	96.10	46	Regular		
U7	1+385.00	1+400.00	6	96.10	40	Malo		

Fuente: Elaboración Propia

**Ilustración 30: PORCENTAJE DE RESULTADOS DE LA CUADRA 13 CIRCUNVALACIÓN**



Fuente: Elaboración Propia

La sección N°06 está comprendida desde la Unidad de Muestra 1 hasta la 07, se obtuvo un PCI promedio de 44.56, según el rango de clasificación el pavimento flexible se encuentra en un estado regular, esto corresponde de 1+300 – 1+400 km evaluados.

## Las fallas más frecuentes en la sección N°06:

Fallas que más daño producen a la Sección N°06

DESCRIPCION	UNIDAD DE MUESTRA	VALOR DEDUCIDO
Desnivel Vía	U1, U2, U3, U4, U5, U6, U7	11.2
Grietas Longitudinal/ Transversal	U1	19
	U2	36
Parcheo	U4	38
	U5	43
	U7	32

Fuente: Elaboración Propia

**Falla N°09: Desnivel Carril;** En esta falla predomino el nivel de severidad baja, cuyo origen es debido al asentamiento de la vía por las altas precipitaciones que se presentan en la zona.

Según lo observado todas las conexiones que se encuentran en la cuadra son básicamente conexiones a la red principal el cual genera desniveles en la carpeta asfáltica, requiere brindar mejores condiciones de seguridad a los conductores.

Para este caso se recomienda un bacheo con la finalidad de uniformizar el nivel de la vía.

**Falla N°10: Grieta Longitudinal/Transversal;** En esta falla predomino el nivel de severidad media casi en su totalidad de la cuadra, cuyo origen es debido a la mala conformación del material de relleno y deficiencias de la cuneta superficial y otro factor es el tiempo de vida útil de la vía.

Para este caso se recomienda un sellado de fisuras y grietas, la finalidad es prevenir la entrada de agua y otros materiales a la estructura del pavimento, de esta manera, minimizar y/o retardar la formación de agrietamientos más severos.

**Falla N°11: Parcheo;** En esta falla predomino el nivel de severidad media, cuyo origen es debido a las deficiencias en la mezcla mal dosificadas

o con compactación insuficiente haciendo que no haya una adherencia de ligante con los agregados.

Para este caso se recomienda realizar el parcheo, para así recuperar las condiciones iniciales del pavimento obteniendo una adecuada circulación vehicular con seguridad, comodidad, rapidez.

### **RESULTADOS DEL TRAMO 07 (CUADRA 14 CIRCUNVALACIÓN)**

La unidad de muestra del tramo de la Av. Circunvalación cdra. 14, ubicada dentro el ámbito del Distrito de Tarapoto, por lo tanto, se le denominó como sección 7 a dicha región de pavimento.

Las fallas que se encontraron con nivel de severidad media fueron: parches y parches de cortes utilitarios; también se desprendimiento de agregados en severidad baja.



*Ilustración 31: Testigo de defectos en el pavimento flexible*

La falla que mayor se observó fue el deterioro del pavimento en parches y parches de cortes utilitarios con severidad baja, y también desprendimiento de agregados.



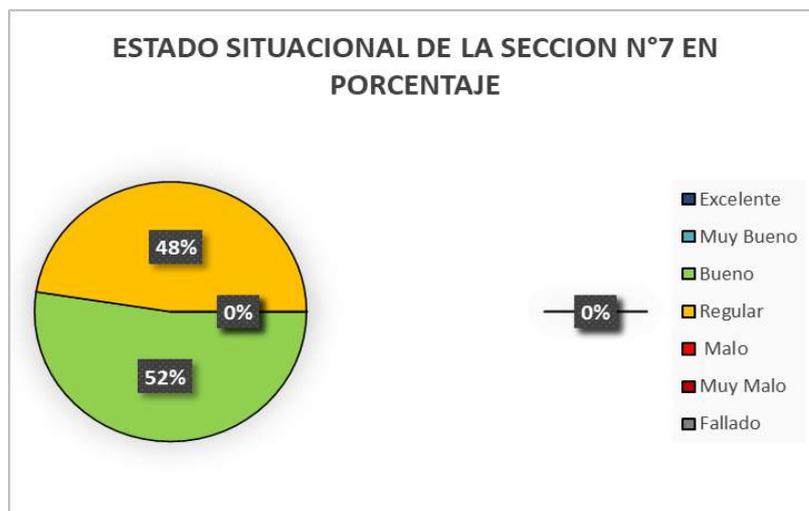
*Ilustración 32: Testigo de defectos en el pavimento flexible*

**Tabla 27: RESULTADOS DE LA CUADRA 14 CIRCUNVALACIÓN**

RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS DATOS DE PCI EN LA SECCIÓN 07								
UNIDAD DE MUESTRA	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	SECCIÓN	ÁREA	PCI UNIDAD DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	PCI SECCIÓN	DESCRIPCIÓN
U1	1 + 400.00	1 + 415.50	7	96.10	61	Bueno	59.06	<b>BUENO</b>
U2	1 + 415.50	1 + 430.00	7	96.10	61	Bueno		
U3	1 + 430.00	1 + 440.00	7	96.10	53	Regular		
U4	1 + 440.00	1 + 450.00	7	96.10	56.5	Regular		
U5	1 + 450.00	1 + 465.00	7	96.10	62	Bueno		
U6	1 + 465.00	1 + 480.50	7	96.10	61	Bueno		
U7	1 + 480.50	1 + 490.00	7	96.10	57	Regular		
U8	1 + 490.00	1 + 500.00	7	96.10	61	Bueno		

Fuente: Elaboración Propia

*Ilustración 33: PORCENTAJE DE RESULTADOS DE LA CUADRA 14 CIRCUNVALACIÓN*



Fuente: Elaboración Propia

La sección N°07 está comprendida desde la Unidad de Muestra 1 hasta la 08, se obtuvo un PCI promedio de 59.06, según el rango de clasificación el pavimento flexible se encuentra en un estado bueno, esto corresponde de 1+400 – 1+500 km evaluados.

**Las fallas más frecuentes en la sección N°07:**

Fallas que más daño producen a la Sección N°07

FALLA	UNIDAD DE MUESTRA	VALOR DEDUCIDO
Grieta piel de cocodrilo	U2	48
Desnivel Vía	U1, U2, U3, U4, U5, U6, U7, U8	11.2
Grietas Longitudinal/ Transversal	U3	30
	U5	40
Parcheo	U4	39
	U7	40

Fuente: Elaboración Propia

**Falla N°01: Grieta piel de cocodrilo;** En esta falla se encontró con un nivel de severidad media, cuyo origen es por la fatiga de la capa de rodadura asfáltica debido al gran flujo vehicular al que está sometido y otro factor es debido al tiempo de vida útil de la vía.

Para este caso se recomienda un sellado de fisuras y grietas, la finalidad es impedir que ingrese el agua y materiales de menores espesores como piedras o materiales duros dentro de ellas.

**Falla N°09: Desnivel Carril;** En esta falla predominó el nivel de severidad baja, cuyo origen es debido al asentamiento de la vía por las altas precipitaciones que se presentan en la zona.

Según lo observado todas las conexiones que se encuentran en la cuadra son básicamente conexiones a la red principal el cual genera desniveles en la carpeta asfáltica, requiere brindar mejores condiciones de seguridad a los conductores.

Se aprecia también el desprendimiento de los agregados de la vía a consecuencias de las precipitaciones pluviales, el cual requiere de un mejoramiento de la misma.

Para este caso se recomienda un bacheo con la finalidad de uniformizar el nivel de la vía.

**Falla N°10: Grieta Longitudinal/Transversal;** En esta falla predominó el nivel de severidad media casi en su totalidad de la cuadra, en estos puntos son críticos por la mala conformación del material de relleno.

Para este caso se recomienda un sellado de fisuras y grietas, la finalidad es prevenir la entrada de agua y otros materiales a la estructura del pavimento, de esta manera, minimizar y/o retardar la formación de agrietamientos más severos.

**Falla N°11: Parcheo;** En esta falla predominó el nivel de severidad media, cuyo origen es debido a las deficiencias en la mezcla mal dosificadas o con compactación insuficiente haciendo que no haya una adherencia de ligante con los agregados.

Para este caso se recomienda realizar el parcheo, para así recuperar las condiciones iniciales del pavimento obteniendo una adecuada circulación vehicular con seguridad, comodidad, rapidez.

## **RESULTADOS DEL TRAMO 08 (CUADRA 16 CIRCUNVALACIÓN)**

La unidad de muestra del tramo de la Av. Circunvalación cdra. 16, ubicada dentro del ámbito del Distrito de Tarapoto, por lo tanto, se le denominó como sección 8 a dicha región de pavimento.

Las fallas que se encontraron con nivel de severidad media fueron: parches y parches de cortes utilitarios; también se encontraron peladura por intemperismo.



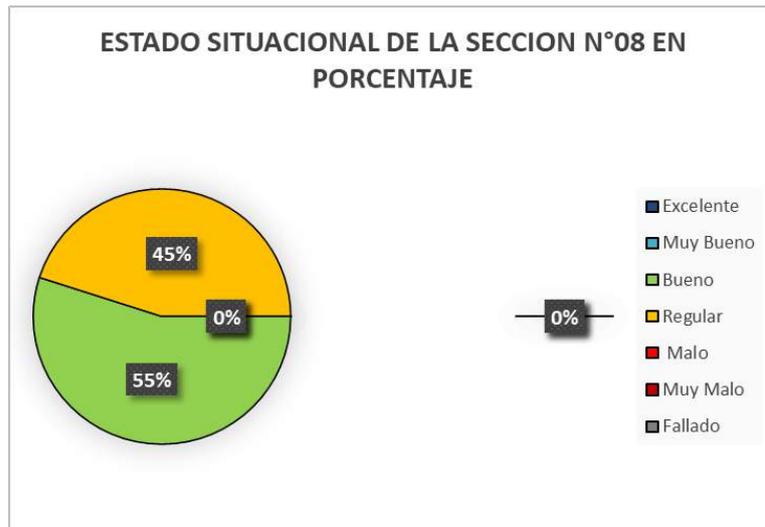
*Ilustración 34: Testigo de defectos en el pavimento flexible*

*Ilustración 35: RESULTADOS DE LA CUADRA 16 CIRCUNVALACIÓN*

RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS DATOS DE PCI EN LA SECCIÓN 08								
UNIDAD DE MUESTRA	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	SECCIÓN	ÁREA	PCI UNIDAD DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	PCI SECCIÓN	DESCRIPCIÓN
U1	1 + 600.00	1 + 615.50	8	96.10	61	Bueno	58.80	<b>BUENO</b>
U2	1 + 615.50	1 + 660.50	8	96.10	60	Bueno		
U3	1 + 660.50	1 + 680.00	8	96.10	62	Bueno		
U4	1 + 680.00	1 + 690.00	8	96.10	50	Regular		
U5	1 + 690.00	1 + 700.00	8	96.10	61	Bueno		

Fuente: Elaboración Propia

*Ilustración 36: PORCENTAJE DE RESULTADOS DE LA CUADRA 16 CIRCUNVALACIÓN*



Fuente: Elaboración Propia

La sección N°08 está comprendida desde la Unidad de Muestra 1 hasta la 05, se obtuvo un PCI promedio de 58.80, según el rango de clasificación el pavimento flexible se encuentra en un estado bueno, esto corresponde de 1+600 – 1+700 km evaluados.

#### **Las fallas más frecuentes en la sección N°08:**

Fallas que más daño producen a la Sección N°08

FALLA	UNIDAD DE MUESTRA	VALOR DEDUCIDO
Grieta piel de cocodrilo	U1	30
Desnivel Vía	U1, U2, U3, U4, U5	11.2
Grietas Longitudinal/ Transversal	U2	31
Parcheo	U4	36

Fuente: Elaboración Propia

**Falla N°01: Grieta piel de cocodrilo;** En esta falla se encontró con un nivel de severidad media, cuyo origen es por la fatiga de la capa de rodadura asfáltica debido al gran flujo vehicular al que está sometido y otro factor es debido al tiempo de vida útil de la vía.

Para este caso se recomienda un sellado de fisuras y grietas, la finalidad es impedir que ingrese el agua y materiales de menores espesores como piedras o materiales duros dentro de ellas.

**Falla N°09: Desnivel Carril;** En esta falla predomino el nivel de severidad baja, cuyo origen es debido al asentamiento de la vía por las altas precipitaciones que se presentan en la zona.

Según lo observado todas las conexiones que se encuentran en la cuadra son básicamente conexiones a la red principal el cual genera desniveles en la carpeta asfáltica, requiere brindar mejores condiciones de seguridad a los conductores.

Para este caso se recomienda un bacheo con la finalidad de uniformizar el nivel de la vía.

**Falla N°10: Grieta Longitudinal/Transversal;** En esta falla predomino el nivel de severidad media casi en su totalidad de la cuadra, en estos puntos son críticos por la mala conformación del material de relleno.

Para este caso se recomienda un sellado de fisuras y grietas, la finalidad es prevenir la entrada de agua y otros materiales a la estructura del pavimento, de esta manera, minimizar y/o retardar la formación de agrietamientos más severos.

**Falla N°11: Parcheo;** En esta falla predomino el nivel de severidad media, cuyo origen es debido a las deficiencias en la mezcla mal dosificadas o con compactación insuficiente haciendo que no haya una adherencia de ligante con los agregados.

Para este caso se recomienda realizar el parcheo, para así recuperar las condiciones iniciales del pavimento obteniendo una adecuada circulación vehicular con seguridad, comodidad, rapidez.

## RESULTADOS DEL TRAMO 09 (CUADRA 17 CIRCUNVALACIÓN)

La unidad de muestra del tramo de la Av. Circunvalación cdra. 16, ubicada dentro el ámbito del Distrito de Tarapoto, por lo tanto, se le denominó como sección 8 a dicha región de pavimento.

Las fallas que se encontraron con nivel de severidad media fueron: fisura por deslizamiento con severidad baja, también podemos observar exudación, parches y parches de cortes utilitarios.



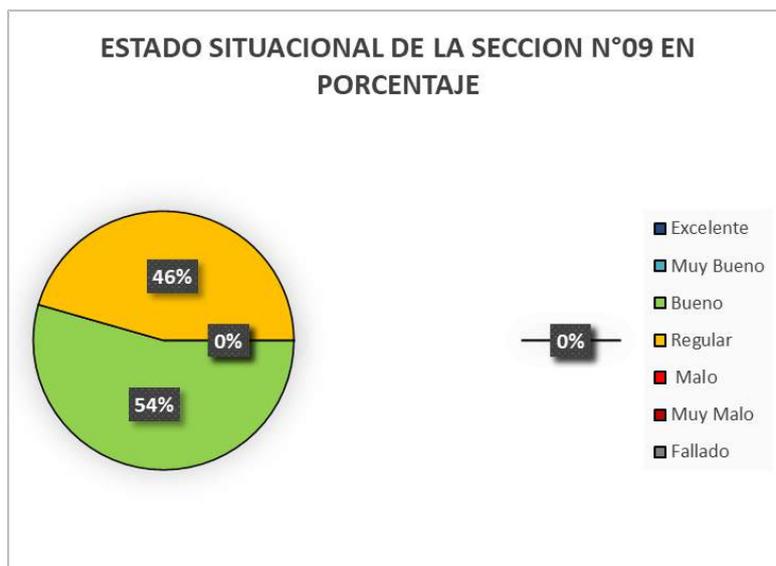
*Ilustración 37: Testigo de defectos en el pavimento flexible*

**Tabla 28: RESULTADOS DE LA CUADRA 17 CIRCUNVALACIÓN**

RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS DATOS DE PCI EN LA SECCIÓN 09								
UNIDAD DE MUESTRA	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	SECCIÓN	ÁREA	PCI UNIDAD DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	PCI SECCIÓN	DESCRIPCIÓN
U1	1 + 700.00	1 + 715.50	9	96.10	61	Bueno	57.67	<b>BUENO</b>
U2	1 + 715.50	1 + 790.00	9	96.10	61	Bueno		
U3	1 + 790.00	1 + 800.00	9	96.10	51	Regular		

Fuente: Elaboración Propia

*Ilustración 38: PORCENTAJE DE RESULTADOS DE LA CUADRA 17 CIRCUNVALACIÓN*



Fuente: Elaboración Propia

La sección N°09 está comprendida desde la Unidad de Muestra 1 hasta la 03, se obtuvo un PCI promedio de 57.67, según el rango de clasificación el pavimento flexible se encuentra en un estado bueno, esto corresponde de 1+700 – 1+800 km evaluados.

### Las fallas más frecuentes en la sección N°09:

Fallas que más daño producen a la Sección N°09

FALLA	UNIDAD DE MUESTRA	VALOR DEDUCIDO
Desnivel Vía	U1, U2, U3	11.2
Grietas Longitudinal/ Transversal	U2	29
Parqueo	U3	38

Fuente: Elaboración Propia

**Falla N°09: Desnivel Carril;** En esta falla predominó el nivel de severidad baja, cuyo origen es debido al asentamiento de la vía por las altas precipitaciones que se presentan en la zona.

Para este caso se recomienda un bacheo con la finalidad de uniformizar el nivel de la vía.

**Falla N°10: Grieta Longitudinal/Transversal;** En esta falla predominó el nivel de severidad media casi en su totalidad de la cuadra, en estos puntos son críticos por la mala conformación del material de relleno.

Para este caso se recomienda un sellado de fisuras y grietas, la finalidad es prevenir la entrada de agua y otros materiales a la estructura del pavimento, de esta manera, minimizar y/o retardar la formación de agrietamientos más severos.

**Falla N°11: Parcheo;** En esta falla predominó el nivel de severidad media, cuyo origen es debido a las deficiencias en la mezcla mal dosificadas o con compactación insuficiente haciendo que no haya una adherencia de ligante con los agregados, básicamente se da en los bordes de la vía ambos lados el cual no se encuentran uniformizados.

Para este caso se recomienda realizar el parcheo, para así recuperar las condiciones iniciales del pavimento obteniendo una adecuada circulación vehicular con seguridad, comodidad, rapidez.

## **RESULTADOS DEL TRAMO 10 (CUADRA 18 CIRCUNVALACIÓN)**

La unidad de muestra del tramo de la Av. Circunvalación cdra. 18, ubicada dentro del ámbito del Distrito de Tarapoto, por lo tanto, se le denominó como sección 10 a dicha región de pavimento.

Las fallas que se encontraron con nivel de severidad media fueron: huecos en severidad media; también se encontraron peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados; también se registraron desnivel carril – berma.



*Ilustración 39: Testigo de defectos en el pavimento flexible*

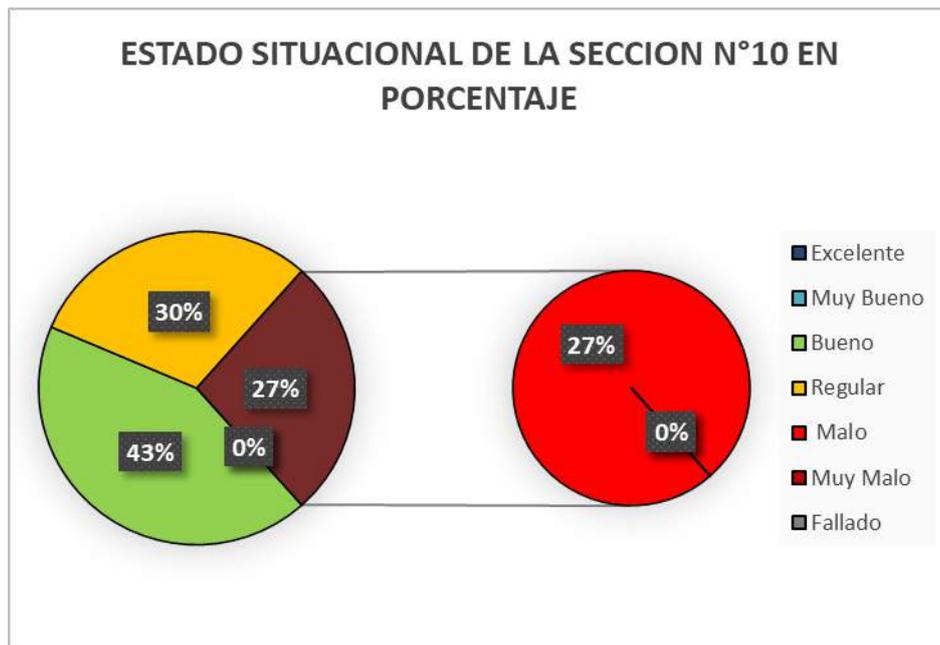
La falla que mayor se observo fue el deterioro del pavimento huecos en alta y baja severidad, peladura por intemperismo ya que es también una falla estructural en la cual influye en su totalidad de la carpeta asfáltica.

*Tabla 29: RESULTADOS DE LA CUADRA 18 CIRCUNVALACIÓN*

RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS DATOS DE PCI EN LA SECCIÓN 10								
UNIDAD DE MUESTRA	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	SECCIÓN	ÁREA	PCI UNIDAD DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	PCI SECCIÓN	DESCRIPCIÓN
U1	1+800.00	1+815.50	10	96.10	63	Bueno	55.40	<b>BUENO</b>
U2	1+815.50	1+825.00	10	96.10	45	Regular		
U3	1+825.00	1+850.00	10	96.10	64	Bueno		
U4	1+850.00	1+860.00	10	96.10	40	Malo		
U5	1+860.00	1+900.00	10	96.10	65	Bueno		

Fuente: Elaboración Propia

*Ilustración 40: PORCENTAJE DE RESULTADOS DE LA CUADRA 18 CIRCUNVALACIÓN*



Fuente: Elaboración Propia

La sección N°10 está comprendida desde la Unidad de Muestra 1 hasta la 05, se obtuvo un PCI promedio de 55.40, según el rango de clasificación el pavimento flexible se encuentra en un estado bueno, esto corresponde de 1+800 – 1+900 km evaluados

#### Las fallas más frecuentes en la sección N°10:

Fallas que más daño producen a la Sección N°10

FALLA	UNIDAD DE MUESTRA	VALOR DEDUCIDO
<b>Desnivel de Vía</b>	U1, U2, U3, U4, U5	11.2
<b>Grietas Longitudinal/ Transversal</b>	U2	52
<b>Parcheo</b>	U3	32
	U4	42

Fuente: Elaboración Propia

**Falla N°09: Desnivel Carril/Berma;** En esta falla predominó el nivel de severidad baja, cuyo origen es debido al asentamiento y erosión que sufre la vía lateral por las altas precipitaciones que se presentan en la zona.

Para este caso se recomienda un mejor trabajo de bacheo de los laterales de vía con mezcla asfáltica, la finalidad es que el carril tenga un mejor confinamiento lateral, para que no se originen grietas al borde y de esa manera brindar mejores condiciones de seguridad a los conductores.

Según lo observado se encuentra en un estado crítico ya que en algunos tramos ya no es visible por lo cual también se recomienda una reconformación de la carpeta asfáltica.

**Falla N°10: Grieta Longitudinal/Transversal;** En esta falla predomino el nivel de severidad media, cuyo origen es debido a las deficiencias del drenaje superficial y otro factor es el tiempo de vida útil de la carretera.

Para este caso se recomienda un sellado de fisuras y grietas, la finalidad es prevenir la entrada de agua y otros materiales a la estructura del pavimento, de esta manera, minimizar y/o retardar la formación de agrietamientos más severos como los de piel de cocodrilo y la posterior aparición de baches.

Para el sellado de fisuras y grietas, dependerá según su ancho para lo cual se detalla lo siguiente:

**Falla N°11: Parcheo;** En esta falla predomino el nivel de severidad media, cuyo origen es debido a las deficiencias en la mezcla mal dosificadas o con compactación insuficiente haciendo que no haya una adherencia de ligante con los agregados sumado a esto las precipitaciones y el alto flujo vehicular que se presentan en la zona originando que el parche pierda su adherencia.

Para este caso se recomienda reemplazar el parcheo antiguo, para así recuperar las condiciones iniciales del pavimento obteniendo una adecuada circulación vehicular con seguridad, comodidad, rapidez.

## RESULTADOS DEL TRAMO 11 (CUADRA 19 CIRCUNVALACIÓN)

La unidad de muestra del tramo de la Av. Circunvalación cdra. 19, ubicada dentro el ámbito del Distrito de Tarapoto, por lo tanto, se le denominó como sección 11 a dicha región de pavimento.

Las fallas que se encontraron con nivel de severidad media fueron: se encontraron peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados en severidad media; también se encontraron parches y parches de cortes utilitarios.



*Ilustración 41: Testigo de defectos en el pavimento flexible*

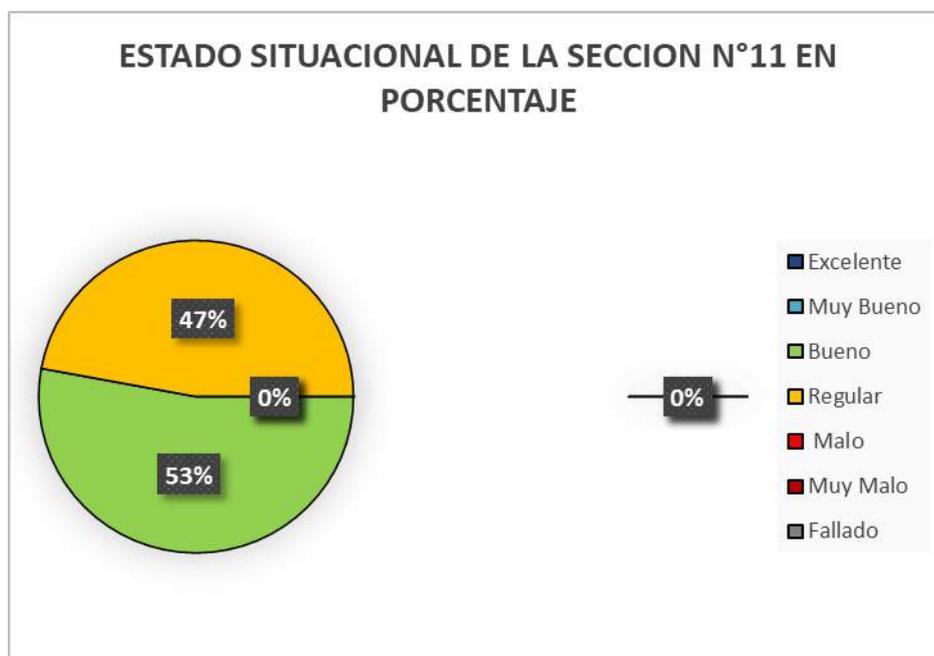
La falla que mayor se observo fue el deterioro del pavimento en parches y parches de cortes utilitarios en alta y baja severidad, ya que es también una falla estructural en la cual influye en su totalidad de la carpeta asfáltica.

**Tabla 30: RESULTADOS DE LA CUADRA 19 CIRCUNVALACION**

RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS DATOS DE PCI EN LA SECCIÓN 11								
UNIDAD DE MUESTRA	ABCISA INICIAL	ABCISA FINAL	SECCIÓN	ÁREA	PCI UNIDAD DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	PCI SECCIÓN	DESCRIPCIÓN
U1	1+900.00	1+915.50	11	96.10	63	Bueno	60.40	<b>BUENO</b>
U2	1+915.50	1+930.00	11	96.10	62	Bueno		
U3	1+930.00	1+955.00	11	96.10	61	Bueno		
U4	1+955.00	1+975.00	11	96.10	61	Bueno		
U5	1+975.00	2+000.00	11	96.10	55	Regular		

Fuente: Elaboración Propia

**Ilustración 42: PORCENTAJE DE RESULTADOS DE LA CUADRA 19 CIRCUNVALACIÓN**



Fuente: Elaboración Propia

La sección N°11 está comprendida desde la Unidad de Muestra 1 hasta la 05, se obtuvo un PCI promedio de 60.40, según el rango de clasificación el pavimento flexible se encuentra en un estado bueno, esto corresponde de 1+900 – 2+000 km evaluados.

## Las fallas más frecuentes en la sección N°11:

Fallas que más daño producen a la Sección N°11

FALLA	UNIDAD DE MUESTRA	VALOR DEDUCIDO
Grieta piel de cocodrilo	U1	30
Desnivel Vía	U1, U2, U3, U4, U5	11.2
Grietas Longitudinal/ Transversal	U2	31
Parcheo	U4	36

Fuente: Elaboración Propia

**Falla N°01: Grieta piel de cocodrilo;** En esta falla se encontró con un nivel de severidad media, cuyo origen es por la fatiga de la capa de rodadura asfáltica debido al gran flujo vehicular al que está sometido y otro factor es debido al tiempo de vida útil de la vía.

Para este caso se recomienda un sellado de fisuras y grietas, la finalidad es impedir que ingrese el agua y materiales de menores espesores como piedras o materiales duros dentro de ellas.

**Falla N°09: Desnivel Carril;** En esta falla predominó el nivel de severidad baja, cuyo origen es debido al asentamiento de la vía por las altas precipitaciones que se presentan en la zona.

Según lo observado todas las conexiones que se encuentran en la cuadra son básicamente conexiones a la red principal el cual genera desniveles en la carpeta asfáltica, requiere brindar mejores condiciones de seguridad a los conductores.

Para este caso se recomienda un bacheo con la finalidad de uniformizar el nivel de la vía.

**Falla N°10: Grieta Longitudinal/Transversal;** En esta falla predominó el nivel de severidad media casi en su totalidad de la cuadra, en estos puntos son críticos por la mala conformación del material de relleno.

Para este caso se recomienda un sellado de fisuras y grietas, la finalidad es prevenir la entrada de agua y otros materiales a la estructura del pavimento, de esta manera, minimizar y/o retardar la formación de agrietamientos más severos.

**Falla N°11: Parcheo;** En esta falla predominó el nivel de severidad media, cuyo origen es debido a las deficiencias en la mezcla mal dosificadas o con compactación insuficiente haciendo que no haya una adherencia de ligante con los agregados.

Para este caso se recomienda realizar el parcheo, para así recuperar las condiciones iniciales del pavimento obteniendo una adecuada circulación vehicular con seguridad, comodidad, rapidez.

### **RESULTADOS DEL TRAMO 12 (CUADRA 21 CIRCUNVALACIÓN)**

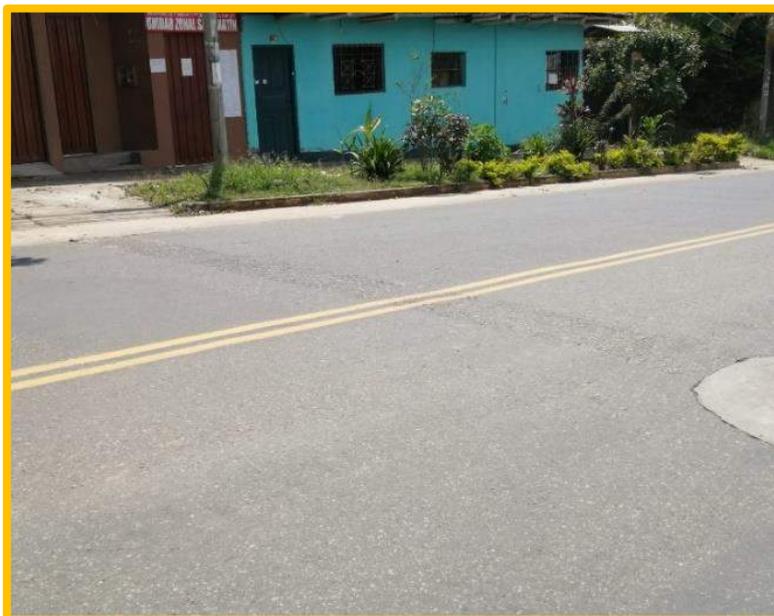
La unidad de muestra del tramo de la Av. Circunvalación cdra. 21, ubicada dentro del ámbito del Distrito de Tarapoto, por lo tanto, se le denominó como sección 12 a dicha región de pavimento.

Las fallas que se encontraron en su mayoría con nivel de severidad baja fueron: parches y parches de cortes utilitarios, también se registraron desnivel carril berma y peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados en severidades baja.



*Ilustración 43: Testigo de defectos en el pavimento flexible*

La falla que mayor se observo fue el deterioro del pavimento en parches y parches de cortes utilitarios en baja severidad, ya que es también una falla estructural en la cual influye en su totalidad de la carpeta asfáltica.



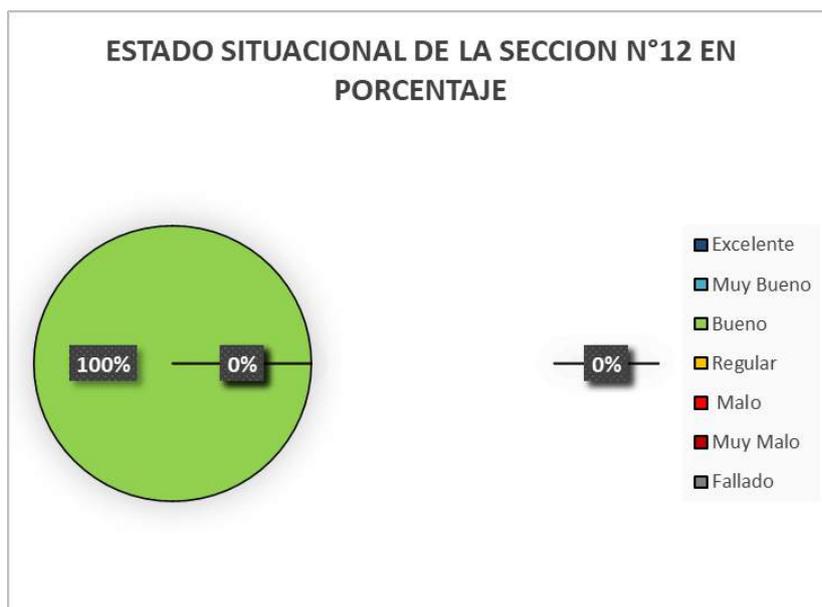
*Ilustración 44: Testigo de defectos en el pavimento flexible*

*Tabla 31: RESULTADOS DE LA CUADRA 21 CIRCUNVALACION*

RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS DATOS DE PCI EN LA SECCIÓN 12								
UNIDAD DE MUESTRA	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	SECCIÓN	ÁREA	PCI UNIDAD DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	PCI SECCIÓN	DESCRIPCIÓN
U1	2 +100.00	2 + 115.50	12	96.10	59	Bueno	59.20	<b>BUENO</b>
U2	2 + 115.50	2 + 130.00	12	96.10	60	Bueno		
U3	2 + 130.00	2 + 160.00	12	96.10	59	Bueno		
U4	2 + 160.00	2 + 180.00	12	96.10	61	Bueno		
U5	2 + 180.00	2 + 200.00	12	96.10	57	Bueno		

Fuente: Elaboración Propia

**Ilustración 45: PORCENTAJE DE RESULTADOS DE LA CUADRA 21 CIRCUNVALACION**



Fuente: Elaboración Propia

La sección N°12 está comprendida desde la Unidad de Muestra 1 hasta la 05, se obtuvo un PCI promedio de 59.20, según el rango de clasificación el pavimento flexible se encuentra en un estado bueno, esto corresponde de 2+100 – 2+200 km evaluados.

**Las fallas más frecuentes en la sección N°12:**

Fallas que más daño producen a la Sección N°12

FALLA	UNIDAD DE MUESTRA	VALOR DEDUCIDO
Desnivel Vía	U1, U2, U3, U4, U5	11.2
Parcheo	U5	27

Fuente: Elaboración Propia

**Falla N°09: Desnivel Carril;** En esta falla predomino el nivel de severidad baja, cuyo origen es debido al asentamiento de la vía por las altas precipitaciones que se presentan en la zona.

Generalmente se aprecia un ligero desprendimiento del material de la plataforma el cual requiere de un tratamiento mejorado de colocar un ligante y así uniformar el nivel de la vía

**Falla N°11: Parcheo;** En esta falla predominó el nivel de severidad media, cuyo origen es debido a las instalaciones de las conexiones domiciliarias hacia la red principal y el cual requiere de un parcheo en las zonas críticas, por lo general toda la vía se encuentra en buen estado.

Para este caso se recomienda realizar el parcheo, para así recuperar las condiciones iniciales del pavimento obteniendo una adecuada circulación vehicular con seguridad, comodidad, rapidez.

### **RESULTADOS DEL TRAMO 13 (CUADRA 26 CIRCUNVALACIÓN)**

La unidad de muestra del tramo de la Av. Circunvalación cdra. 26, ubicada dentro del ámbito del Distrito de Tarapoto, por lo tanto, se le denominó como sección 13 a dicha región de pavimento.

Las fallas que se encontraron en su mayoría con nivel de severidad baja fueron: parches y parches de cortes utilitarios, también se registraron desnivel carril berma y desprendimiento de agregados en severidades media.



*Ilustración 46: Testigo de defectos en el pavimento flexible*

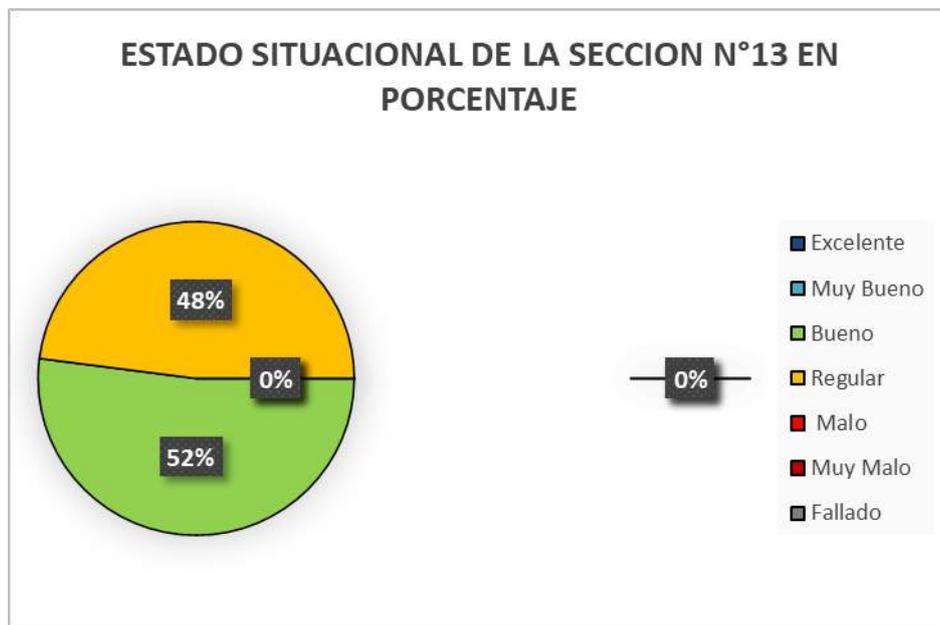
La Falla que mayor se observo fue el los parches y parches y desprendimiento de agregados en un área mayor en media severidad, también huecos en severidad baja, ya que es también una falla estructural en la cual influye en su totalidad de la carpeta asfáltica.

**Tabla 32: RESULTADOS DE LA CUADRA 26 CIRCUNVALACIÓN**

RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS DATOS DE PCI EN LA SECCIÓN 13								
UNIDAD DE MUESTRA	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	SECCIÓN	ÁREA	PCI UNIDAD DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	PCI SECCIÓN	DESCRIPCIÓN
U1	2 + 600.00	2 + 615.50	13	96.10	60	Bueno	58.50	<b>BUENO</b>
U2	2 + 615.50	2 + 640.00	13	96.10	59	Bueno		
U3	2 + 640.00	2 + 680.00	13	96.10	60	Bueno		
U4	2 + 680.00	2 + 700.00	13	96.10	55	Regular		

Fuente: Elaboración Propia

**Ilustración 47: PORCENTAJE DE RESULTADOS DE LA CUADRA 26 CIRCUNVALACIÓN**



Fuente: Elaboración Propia

La sección N°13 está comprendida desde la Unidad de Muestra 1 hasta la 04, se obtuvo un PCI promedio de 58.50, según el rango de clasificación el pavimento flexible se encuentra en un estado bueno, esto corresponde de 2+600 – 2+700 km evaluados.

### Las fallas más frecuentes en la sección N°13:

Fallas que más daño producen a la Sección N°13

FALLA	UNIDAD DE MUESTRA	VALOR DEDUCIDO
Desnivel Vía	U1, U2, U3, U4	11.2
Parcheo	U4	27

Fuente: Elaboración Propia

**Falla N°09: Desnivel Carril;** En esta falla predomino el nivel de severidad baja, cuyo origen es debido a los desniveles de la vía ocasionadas por las altas precipitaciones que se presentan en la zona.

Generalmente se aprecia un ligero desprendimiento del material de la plataforma el cual requiere de un tratamiento mejorado de colocar un ligante y así uniformar el nivel de la vía

**Falla N°11: Parcheo;** En esta falla predomino el nivel de severidad media, cuyo origen es debido a las instalaciones de las conexiones domiciliarias hacia la red principal y la reposición de la misma es con concreto, por lo que requiere uniformizar y dar mejor tratamiento al parcheo, por lo general toda la vía se encuentra en buen estado.

Para este caso se recomienda realizar el parcheo, para así recuperar las condiciones iniciales del pavimento obteniendo una adecuada circulación vehicular con seguridad, comodidad, rapidez.

### 3.2. DISCUSIÓN

Se puede apreciar que, de acuerdo a los resultados analizados y obtenidos entre ambas metodologías, la más completa es el método del PCI, debido a sus rangos de clasificación los cuales van desde 0 para una superficie de pavimento fallada o deficiente, hasta 100 que es un pavimento en excelentes condiciones, también esta metodología del PCI evalúa todos los daños que pueda padecer el pavimento, los cálculos para determinar la clasificación de daños son más exactos debido a la interpolación entre la densidad y el valor deducido detallados lo que hace que esta metodología sea mejor al momento del análisis y evaluación.

Las metodologías empleadas VIZIR y PCI para llevar a cabo la evaluación de la condición del pavimento existente son muy diferentes en sus parámetros de evaluación, VIZIR es una metodología más sencilla de mejor entendimiento y de mayores facilidades a la hora de su aplicación ya que aplica un grado de castigo más práctico, el PCI inspecciona y evalúa todos los tipos de daños, deterioro o fallas que el pavimento pueda padecer.

La metodología VIZIR es un poco complicada debido a la falta de información y trabajos referentes a este método, además comprende una clasificación que comprende los rangos 1-2 para pavimentos en buen estado, 3-4 para pavimentos en un estado regular y 5-6-7 para pavimentos que se encuentren en un estado deficiente.

La evaluación realizada ayuda a determinar las posibles causas de este deterioro presente en la capa asfáltica superficial y su alta severidad. Al ser una vía longeva, es posible que el ligante se haya envejecido a tal punto que pierde la flexibilidad para sostener cargas. En toda la vía tiene un sistema de drenaje deficiente y con obstrucciones que evidencia la falta de mantenimiento de los mismos, lo que hace que el agua se filtre y afecte el deterioro en las huellas exteriores de los vehículos. Además de ello se parecía que las conexiones domiciliarias en algunas viviendas de la vía en estudio se ejecutaran después de su ejecución lo que se evidencia insitu es la mala preparación de la reposición con una dosificación menor a lo

existente perjudicando y haciendo notar los desniveles que conllevan a la inseguridad vial.

En general, para llegar a tener un resultado general de la vía se registraron todos los datos de campo, para luego realizar el trabajo de gabinete, obteniendo así los índices de condición de pavimento de cada sección, a partir de lo cual se puede tener un promedio general del PCI de las 13 secciones consideradas, el cual se detallará en la siguiente tabla.

**Tabla 33: PROMEDIO GENERAL DE LA VÍA POR MÉTODO DE PCI**

PROMEDIO GENERAL DE LA AV. CIRCUNVALACION					
SECCION	INICIO	FINAL	PCI SECCIÓN	PCI PROMEDIO	SITUACION DE LA VIA
U1	0 + 000	0 + 100.00	60.93	56.44	<b>BUENO</b>
U2	0 + 300.00	0 + 400.00	46.25		
U3	0 + 700.00	0 + 800.00	58.12		
U4	1 + 000.00	1 + 100.00	57.78		
U5	1 + 100.00	1 + 200.00	57.11		
U6	1 + 300.00	1 + 400.00	44.56		
U7	1 + 400.00	1 + 500.00	59.06		
U8	1 + 600.00	1 + 700.00	58.8		
U9	1 + 700.00	1 + 800.00	57.67		
U10	1 + 800.00	1 + 900.00	55.4		
U11	1 + 900.00	2 + 000.00	60.4		
U12	2 + 100.00	2 + 200.00	59.2		
U13	2 + 600.00	2 + 700.00	58.5		

Fuente: Elaboración Propia

En la presente tabla se muestra el PCI de las secciones evaluadas, con esto datos se obtuvo un promedio general 56.44 de la Av. Circunvalación desde la cuadra 1 hasta la cuadra 26, donde según el rango de clasificación del PCI le ubica en un estado Bueno.

En los 2700 metros analizados, se logró identificar diferentes tipos de fallas que a lo largo del tiempo no han causado daños severos al pavimento, a continuación, se nombra las fallas encontradas en la vía.

Grieta Piel de Cocodrilo, Abultamiento y Hundimiento, Grieta de Borde, Desnivel de Vía, Grieta Longitudinal/Transversal, Parcheo, Pulimientos y

Agregados, Huecos y Desprendimientos de agregados, de las cuales las fallas que causaron más daño al pavimento son hundimientos y las conexiones domiciliarias ejecutas después de su ejecución, para lo cual se recomienda un parcheo profundo en calzada.

## CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. CONCLUSIONES:

En la Av. Circunvalación, desde la progresiva 0+000 hasta la progresiva 2+700 en el distrito de Tarapoto, provincia de San Martín – San Martín, de acuerdo a la evaluación y datos obtenidos del pavimento para la metodología VIZIR y PCI, se obtuvo como resultado las calificaciones BUENO, para la metodología VIZIR, la cual obtuvo un valor del índice de deterioro superficial de bueno y para la metodología PCI dio como resultado un valor de 56.44 estando en el rango de BUENO.

Las metodologías empleadas VIZIR y PCI para llevar a cabo la evaluación de la condición del pavimento, son muy diferentes en sus parámetros de evaluación, VIZIR es una metodología más sencilla, de mejor entendimiento y de mayores facilidades a la hora de su aplicación ya que establece un grado de castigo más práctico. La metodología PCI inspecciona y evalúa todos los tipos de daños, deterioros o fallas que el pavimento pueda padecer y con respecto a métodos es más compleja debido a los rangos de clasificación para una superficie de pavimento en estudio, sus cálculos son para determinar la clasificación de los daños.

Al comparar los resultados obtenidos mediante el procedimiento de la norma ASTM D6433, se llega a la misma condición por lo que resulta más eficiente utilizar la metodología de la norma.

## 4.2. RECOMENDACIONES:

Aplicando los métodos VIZIR y PCI se puede detectar los factores que originan fallas en la vía para su corrección, logrando que estas no interfieran en el periodo de vida útil de la vía en estudio.

Para no omitir ningún daño y obtener un resultado con mayor precisión en la evaluación del estado del pavimento, se recomienda tomar fotos en todos los ángulos y cuantas veces se requiera a cada cuadra para su evaluación.

Según lo expuesto anteriormente se puede deducir que para el mantenimiento de vías urbanas se recomienda el uso de la metodología VIZIR debido a que esta es más fácil de entender y de llevar a cabo ya que esta comprende los daños estructurales como los más representativos para su evaluación de la condición del pavimento, esta metodología es solo aplicada a las vías de rodadura asfáltica y para vías con capa de rodadura rígida se recomienda el uso de la metodología PCI, esta comprende todos los tipos de daños y es aplicada en nuestro país desde hace ya varios años con muy buenos resultados a la hora de realizar la evaluación de la condición del pavimento.

Se recomienda el uso de estos métodos sea de manera continua por parte de los gobiernos locales, ya que poniendo en práctica los temas de evaluación para la determinación del estado de pavimentos asfálticos, lo que permitirá realizar una mejor estrategia de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos urbanos.

## CAPÍTULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Apolinario, E. W. (2012). Innovación del Método VIZIR en Estrategias de Conservación y Mantenimiento de Carreteras con Bajo Volumen de Tránsito. Lima, Perú: Repositorio de la Universidad Nacional de Ingeniería. Recuperado el 31 de Julio de 2018, de [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1315/1/apolinario\\_me.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1315/1/apolinario_me.pdf)

Armas Gil, I. J. (2018). Evaluación del estado de conservación del pavimento flexible de la carretera Cajabamba – río negro, utilizando el método VIZIR. Cajamarca, Perú: Repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Armijos, C. R. (2009). Evaluación superficial de algunas calles de la ciudad de Loja. Universidad Técnica Particular de Loja.

Becerra, R. (2012). Evaluación superficial por el Método VIZIR de la carretera desviación Fernando Belaunde Terry (km 606-R05N) – Lamas (R- 111) L=10.50km. Chiclayo, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Casas Molina, A. (2011). Evaluación patología del pavimento de la Molina. Repositorio de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Chang, C. (2005). Evaluación, diseño, construcción, gestión: pavimentos, un enfoque al futuro. Lima, Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia.

Coari Pelinco, E. (2018). Aplicación de la metodología PCI para la evaluación superficial del pavimento flexible de la avenida aviación de la ciudad de Juliaca en el 2017. Perú: Repositorio de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.

Condori, A., & Callohuanca, N. (2015). Evaluación y Comparación de la Condición Superficial del Pavimento a través de la Aplicación de las

Metodologías PCI y VIZIR en el Pavimento Flexible de la Avenida Huancané (KM 0+000 - KM 3+000) de la Ciudad de Juliaca 2013. Juliaca, Perú: Repositorio de la Universidad Néstor Cáceres Velázquez. Recuperado el 30 de Julio de 2018.

Hiliquin, M, (2016). Evaluación del Estado de Conservación del Pavimento, Utilizando El Método PCI, En La Av. Jorge Chávez del Distrito de Pocollay en el Año 2016”, Repositorio de la Universidad Privada de Tacna.

Morales, M. (2019). Comparación de los métodos PCI y VIZIR en la evaluación de fallas del pavimento flexible de la avenida Aviación de la ciudad de Juliaca. Repositorio de la Universidad Peruana Unión.

Porta, S. (2016). Evaluación y comparación de las metodologías índice de condición de pavimentos (PCI) y visión e inspección de zonas e itinerarios en riesgo (VIZIR) en la Avenida Mariscal Castilla Tramo: Fundo el Porvenir – La Victoria. Repositorio de la Universidad Nacional del Centro de Perú-

## CAPÍTULO VI: ANEXOS

### PANEL FOTOGRÁFICO



*FOTO N° 01: Se observa parcheo a lo largo de la vía*



**FOTO N° 02:** Se desprendimiento de agregados y parcheo



**FOTO N° 03:** Se observa parcheo y peladura por intemperismo



**FOTO N° 04:** se observa desprendimiento de agregados, agregado pulido



**FOTO N° 05:** se observa hundimiento y desprendimiento de agregados



**FOTO N° 06:** se observa desprendimiento de agregados



*FOTO N° 07: se observa huecos en algunas partes de la vía*



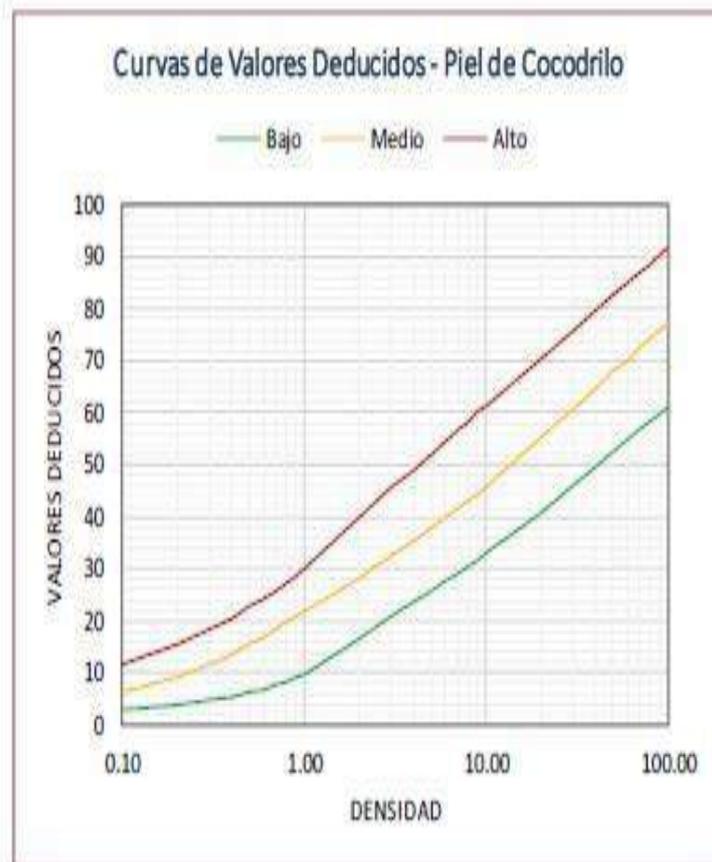
**FOTO N° 08:** se observa parcheo, desprendimiento de material agregado

## Curvas Deducidas para Interpolar

### Curva Deducidas 1: Para Piel de Cocodrilo

#### 1. PIEL DE COCODRILO

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	3.10	6.40	11.80
0.20	3.80	9.30	15.60
0.30	4.60	11.60	18.40
0.40	5.30	13.50	20.60
0.50	6.10	15.30	22.60
0.60	6.90	16.80	24.30
0.70	7.60	18.30	25.90
0.80	8.40	19.70	27.30
0.90	9.10	20.90	28.60
1.00	9.90	22.00	29.90
2.00	16.70	28.20	40.05
3.00	20.70	32.50	45.50
4.00	23.60	35.60	49.30
5.00	25.80	38.00	52.20
6.00	27.60	39.90	54.60
7.00	29.10	41.60	56.70
8.00	30.50	43.00	58.40
9.00	31.60	44.30	60.00
10.00	33.00	45.60	61.30
20.00	40.80	55.40	70.40
30.00	45.90	60.90	75.80
40.00	49.50	64.80	79.50
50.00	52.40	67.80	82.50
60.00	54.70	70.20	84.90
70.00	56.60	72.30	86.90
80.00	58.30	74.10	88.60
90.00	59.80	75.70	90.20
100.00	61.10	77.10	91.60

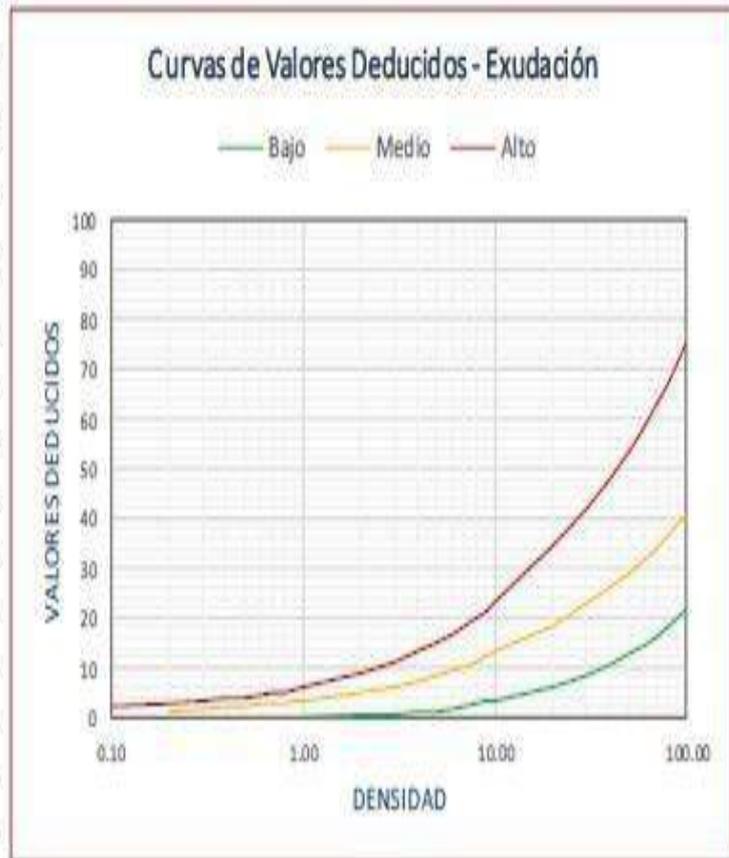


Fuente: manual del PCI.

**Curva Deducidas 2: Para Exudación.**

**2. EXUDACIÓN**

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			2.20
0.20		0.80	2.70
0.30		1.40	3.10
0.40		1.80	3.50
0.50		2.10	3.90
0.60		2.40	4.30
0.70		2.60	4.70
0.80		2.80	5.10
0.90		2.95	5.50
1.00	0.10	3.30	5.80
2.00	0.30	5.00	8.70
3.00	0.60	6.00	11.00
4.00	0.90	7.00	13.10
5.00	1.20	8.10	14.90
6.00	1.70	9.10	16.60
7.00	2.10	10.10	18.20
8.00	2.60	11.20	19.70
9.00	3.10	12.20	21.10
10.00	3.40	13.00	23.00
20.00	5.90	18.30	34.10
30.00	8.20	22.40	41.60
40.00	10.30	25.80	47.90
50.00	12.40	28.80	53.40
60.00	14.30	31.50	58.40
70.00	16.20	34.00	63.00
80.00	18.10	36.40	67.30
90.00	19.90	38.60	71.30
100.00	21.60	40.60	75.10

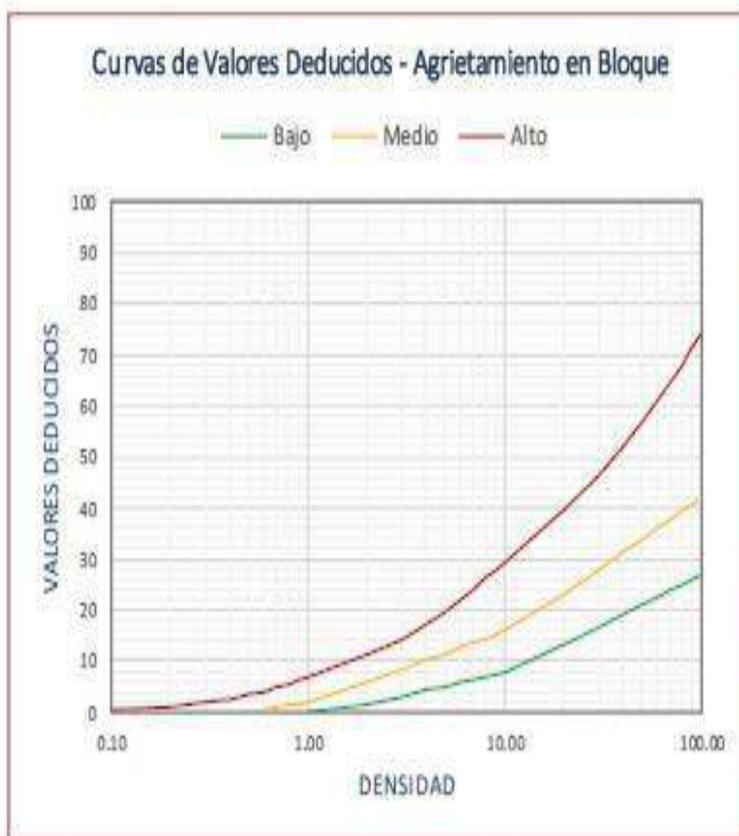


**Fuente: manual del PCI.**

### Curva Deducidas 3: Para Agrietamiento en Bloque.

#### 3. AGRIETAMIENTO EN BLOQUE

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			0.20
0.20			0.90
0.30			1.70
0.40			2.40
0.50			3.20
0.60		0.40	3.90
0.70		0.80	4.70
0.80		1.20	5.40
0.90		1.50	6.20
1.00	0.00	1.70	7.00
2.00	1.30	5.80	11.10
3.00	2.90	8.20	14.30
4.00	4.10	10.00	17.00
5.00	5.00	11.30	19.50
6.00	5.70	12.50	21.90
7.00	6.30	13.40	24.00
8.00	6.90	14.20	26.10
9.00	7.40	14.90	28.00
10.00	8.00	16.00	29.50
20.00	13.10	22.90	39.60
30.00	16.50	28.00	46.40
40.00	19.00	31.10	51.90
50.00	20.90	33.80	56.60
60.00	22.40	35.90	60.80
70.00	23.70	37.70	64.60
80.00	24.80	39.30	68.00
90.00	25.80	40.70	71.20
100.00	26.70	42.00	74.20

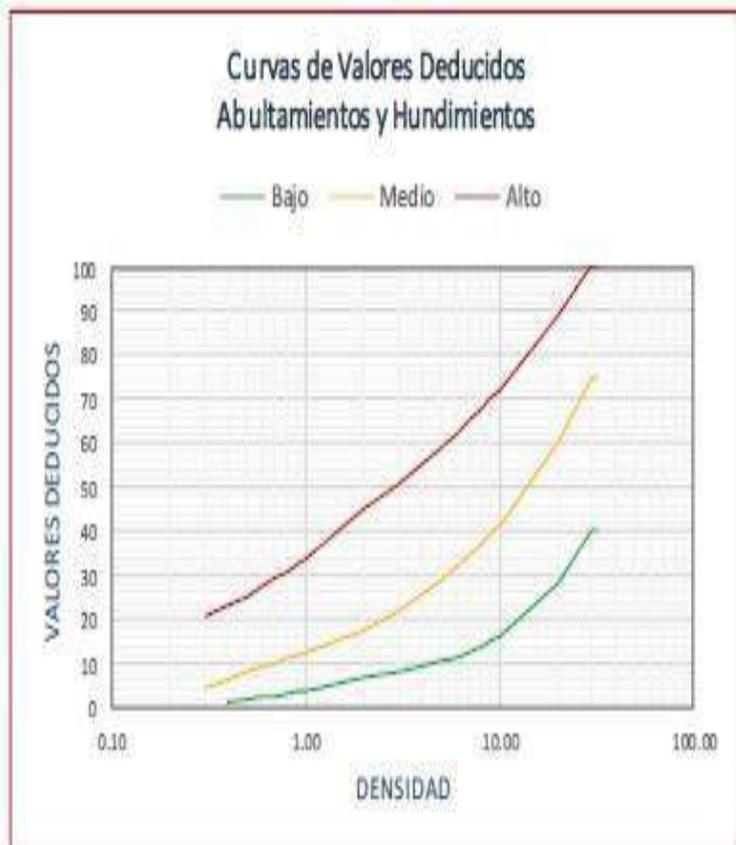


Fuente: manual del PCI.

### Curva Deducidas 4: Para Abultamiento Y Hundimiento

#### 4. ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30		4.40	20.50
0.40	0.90	6.40	23.10
0.50	1.60	7.90	25.30
0.60	2.20	9.20	27.30
0.70	2.70	10.20	29.10
0.80	3.20	11.20	30.80
0.90	3.60	12.00	32.30
1.00	3.90	12.70	33.70
2.00	6.80	17.60	44.80
3.00	8.00	21.90	50.50
4.00	9.20	25.50	55.00
5.00	10.40	28.70	58.80
6.00	11.50	31.70	62.10
7.00	12.70	34.40	65.00
8.00	13.90	36.90	67.60
9.00	15.10	39.30	70.00
10.00	16.30	41.60	72.30
20.00	28.10	60.20	88.80
30.00	39.90	74.80	100.20
32.00	40.00	75.00	100.30
50.00			
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			

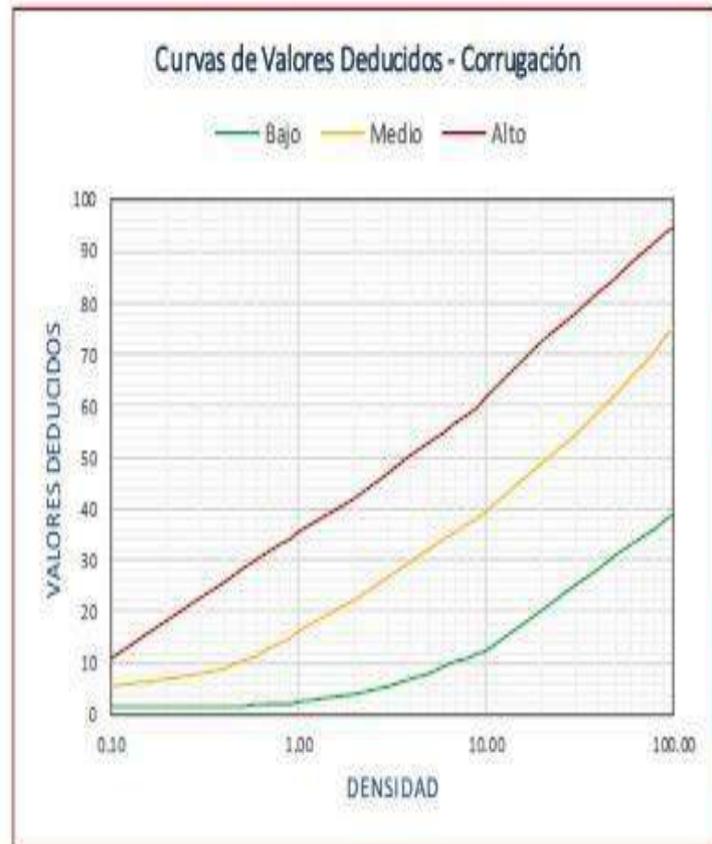


Fuente: manual del PCI.

### Curva Deducidas 5: Para Corrugación

#### 5. CORRUGACION

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	1.40	5.50	10.90
0.20	1.50	6.70	18.30
0.30	1.60	7.90	22.60
0.40	1.60	9.00	25.70
0.50	1.70	10.20	28.00
0.60	1.80	11.40	30.00
0.70	1.80	12.60	31.60
0.80	1.90	13.80	33.00
0.90	2.00	15.00	34.30
1.00	2.40	16.20	35.50
2.00	4.20	22.40	41.90
3.00	5.60	26.70	46.70
4.00	6.90	29.70	50.10
5.00	8.10	32.00	52.80
6.00	9.20	33.90	55.00
7.00	10.30	35.50	56.80
8.00	11.10	36.90	58.40
9.00	11.80	38.10	59.80
10.00	12.50	39.50	61.60
20.00	20.40	48.80	72.30
30.00	25.00	54.40	78.00
40.00	28.30	58.80	82.00
50.00	30.90	62.40	85.10
60.00	32.90	65.50	87.60
70.00	34.70	68.30	89.80
80.00	36.20	70.80	91.70
90.00	37.60	73.00	93.30
100.00	38.80	75.10	94.80

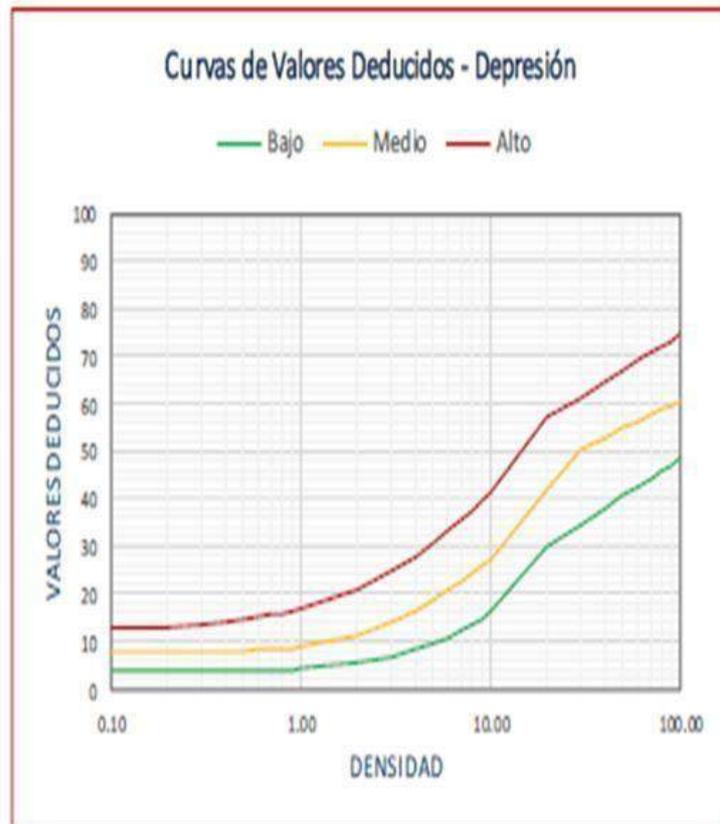


Fuente: manual del PCI.

### Curva Deducidas 6: Para Depresión

#### 6. DEPRESION

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	3.80	7.80	12.60
0.20	3.90	7.80	13.00
0.30	3.90	7.80	13.50
0.40	3.90	7.90	14.00
0.50	3.90	8.00	14.50
0.60	3.90	8.10	15.00
0.70	4.00	8.10	15.50
0.80	4.00	8.20	15.90
0.90	4.00	8.30	16.40
1.00	4.10	9.00	17.00
2.00	5.40	11.20	20.70
3.00	6.80	14.00	24.60
4.00	8.10	16.40	27.80
5.00	9.40	18.60	30.60
6.00	10.80	20.60	33.10
7.00	12.10	22.40	35.40
8.00	13.50	24.10	37.50
9.00	14.80	25.70	39.40
10.00	16.20	27.30	41.30
20.00	29.80	42.00	56.90
30.00	34.50	50.30	61.30
40.00	37.80	52.70	64.50
50.00	40.40	54.60	66.90
60.00	42.50	56.20	68.90
70.00	44.30	57.50	70.60
80.00	45.90	58.60	72.00
90.00	47.20	59.60	73.30
100.00	48.40	60.50	74.50

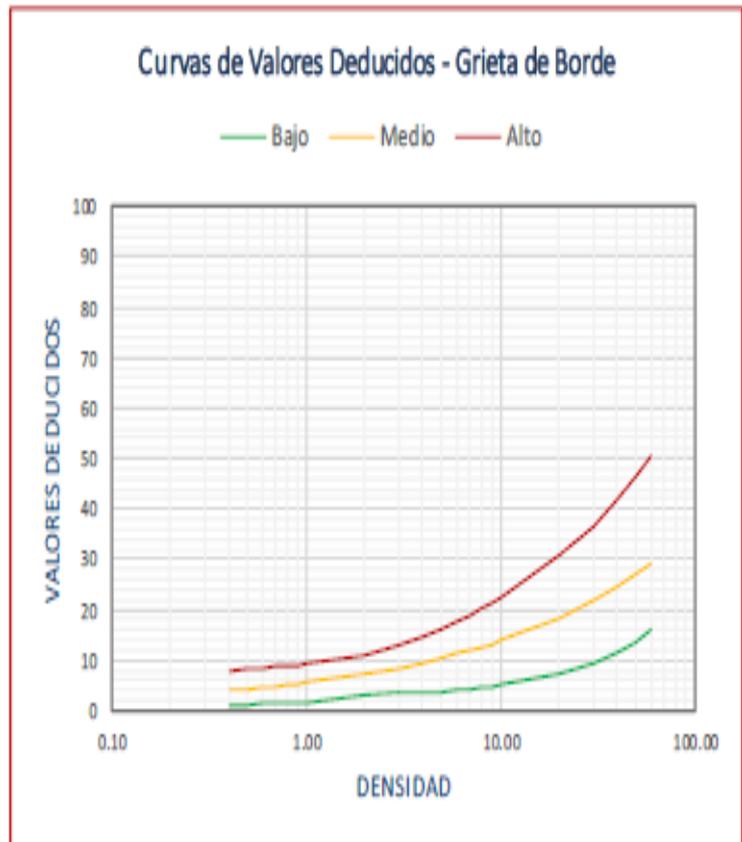


Fuente: manual del PCI.

## Curva Deducidas 7: Para Grieta De Bloque

### 7. GRIETA DE BORDE

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40	1.20	3.90	7.90
0.50	1.20	4.30	8.20
0.60	1.30	4.60	8.40
0.70	1.40	4.80	8.60
0.80	1.50	5.10	8.80
0.90	1.60	5.30	9.00
1.00	1.70	5.50	9.20
2.00	3.20	7.10	10.70
3.00	3.40	8.40	12.90
4.00	3.60	9.50	14.70
5.00	3.80	10.40	16.20
6.00	4.00	11.20	17.60
7.00	4.30	11.90	18.90
8.00	4.50	12.60	20.10
9.00	4.70	13.20	21.20
10.00	4.90	13.80	22.30
20.00	7.10	18.40	30.50
30.00	9.30	21.80	36.70
40.00	11.50	24.60	41.90
50.00	13.70	26.90	46.40
60.00	15.90	29.10	50.40
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			

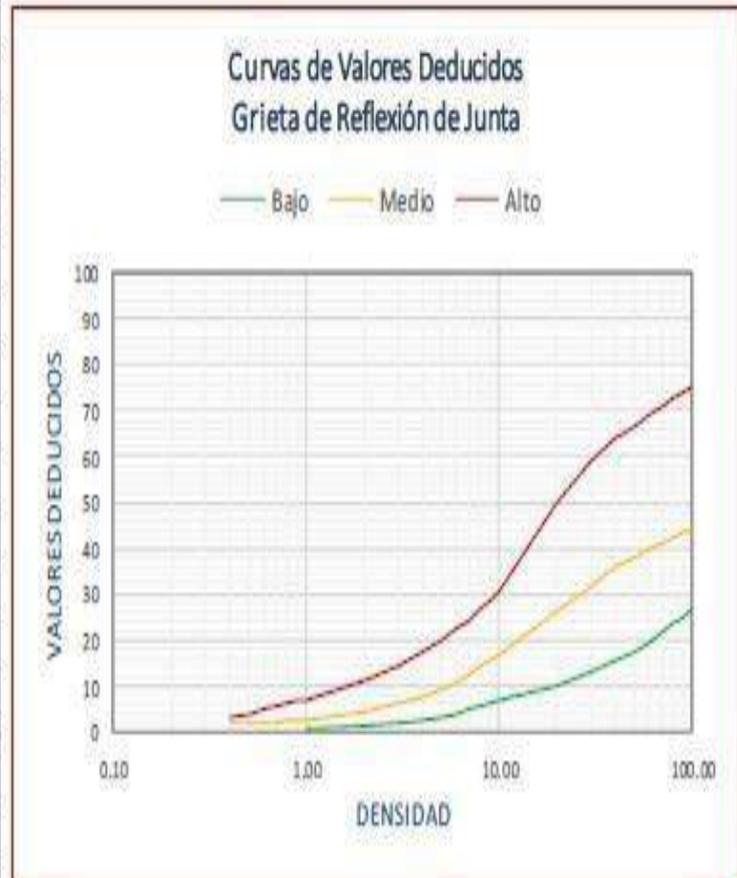


Fuente: manual del PCI.

**Curva Deducidas 8: Para Grieta de Reflexión de Junta**

**8. GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA**

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40		1.60	2.80
0.50		1.80	4.00
0.60		2.00	5.00
0.70		2.10	5.80
0.80		2.30	6.50
0.90		2.50	7.10
1.00	0.40	2.60	7.10
2.00	1.10	4.30	11.20
3.00	1.90	5.90	14.40
4.00	2.60	7.50	17.30
5.00	3.30	9.20	19.90
6.00	4.00	10.80	22.30
7.00	4.70	12.50	24.50
8.00	5.40	14.10	26.70
9.00	6.10	15.70	28.70
10.00	6.60	16.60	30.70
20.00	10.10	26.20	49.50
30.00	12.90	31.80	59.00
40.00	15.30	36.10	63.80
50.00	17.50	38.10	66.60
60.00	19.50	39.80	68.90
70.00	21.50	41.20	70.80
80.00	23.30	42.20	72.50
90.00	25.00	43.50	73.90
100.00	26.60	44.40	75.30

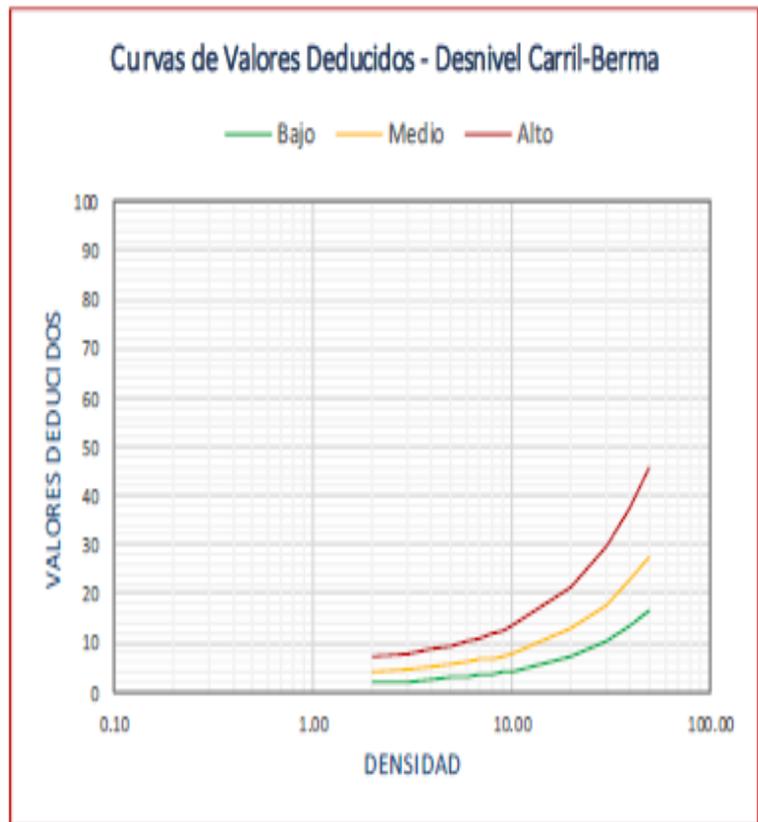


Fuente: manual del PCI.

**Curva Deducidas 9: Para Carril - Berma**

**9. DESNIVEL CARRIL-BERMA**

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00			
2.00	1.90	3.90	7.00
3.00	2.20	4.40	7.80
4.00	2.50	4.90	8.60
5.00	2.80	5.40	9.40
6.00	3.10	5.90	10.20
7.00	3.40	6.40	11.00
8.00	3.70	6.90	11.80
9.00	4.00	7.40	12.60
10.00	4.30	7.90	13.40
20.00	7.30	12.80	21.50
30.00	10.30	17.80	29.60
40.00	13.40	22.70	37.60
50.00	16.40	27.70	45.70
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			

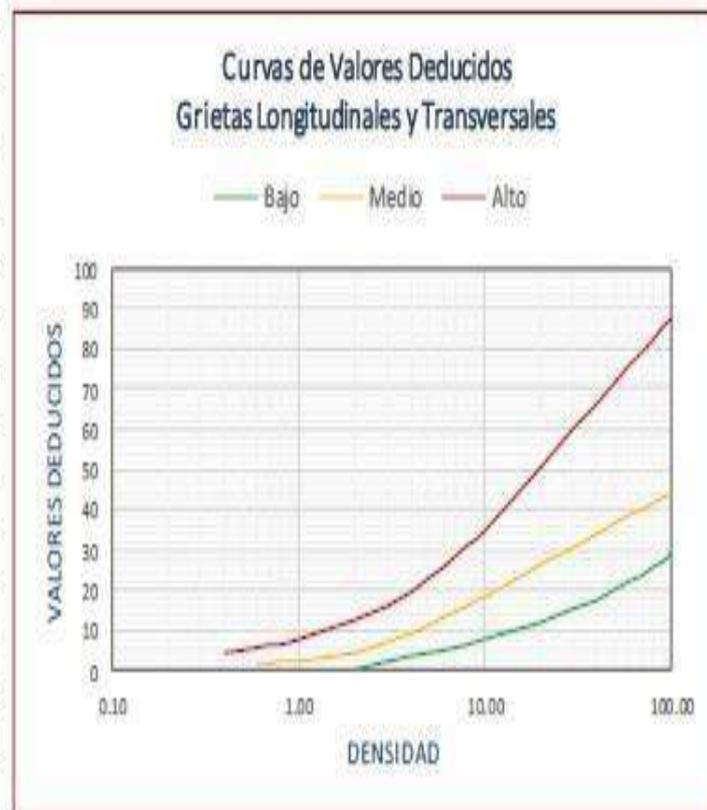


**Fuente: manual del PCI.**

## Curva Deducidas 10: Para Grieta Longitudinales Y Transversales

### 10. GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			4.30
0.50			4.90
0.60		1.40	5.60
0.70		1.70	6.20
0.80		1.90	6.70
0.90		2.10	7.30
1.00		2.40	7.80
2.00	0.10	4.60	12.30
3.00	2.00	6.90	16.10
4.00	3.30	9.20	19.50
5.00	4.30	11.50	22.60
6.00	5.10	13.00	25.50
7.00	5.80	14.30	28.20
8.00	6.40	15.80	30.80
9.00	7.00	17.10	32.50
10.00	8.00	18.30	34.30
20.00	12.20	26.10	50.30
30.00	15.10	30.60	59.70
40.00	17.70	33.90	66.30
50.00	19.90	36.40	71.50
60.00	22.00	38.40	75.70
70.00	23.90	40.10	79.30
80.00	25.60	41.60	82.30
90.00	27.30	43.00	85.10
100.00	28.90	44.20	87.50

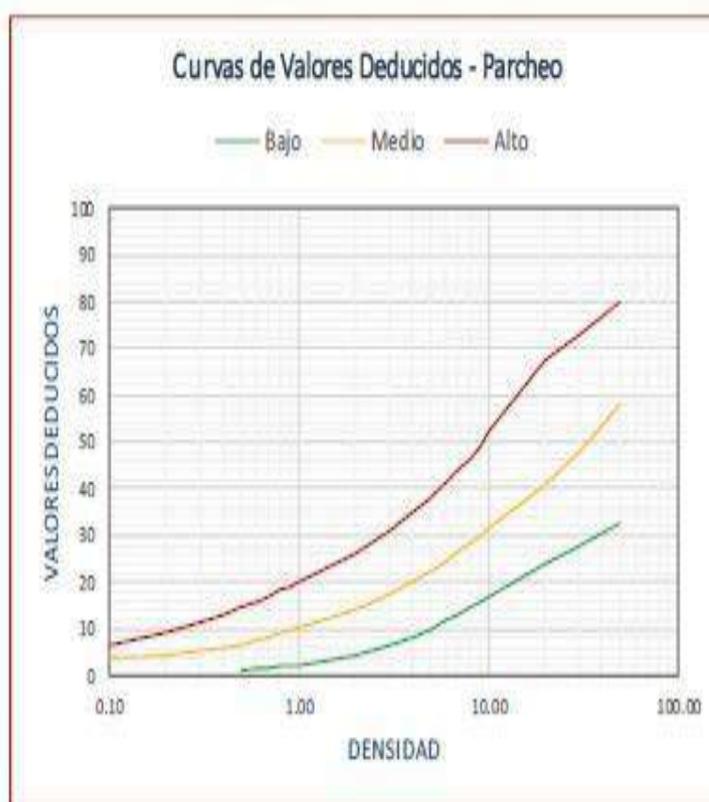


**Fuente: manual del PCI.**

## Curva Deducidas: 11 Para Parcheo

### 11. PARCHEO

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10		3.70	6.50
0.20		4.50	9.20
0.30		5.20	11.20
0.40		6.00	12.90
0.50	1.20	6.70	14.40
0.60	1.40	7.50	15.80
0.70	1.60	8.20	17.10
0.80	1.90	9.00	18.30
0.90	2.10	9.70	19.00
1.00	2.30	10.10	20.00
2.00	4.40	14.30	26.00
3.00	6.60	17.40	30.80
4.00	8.00	20.10	34.80
5.00	9.90	22.40	38.20
6.00	11.70	24.60	41.20
7.00	13.20	26.50	44.00
8.00	14.60	28.30	46.50
9.00	15.70	30.00	48.90
10.00	16.80	31.50	52.00
20.00	23.70	41.00	67.50
30.00	27.80	47.90	73.10
40.00	30.70	53.40	77.00
50.00	32.90	58.20	80.10
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			

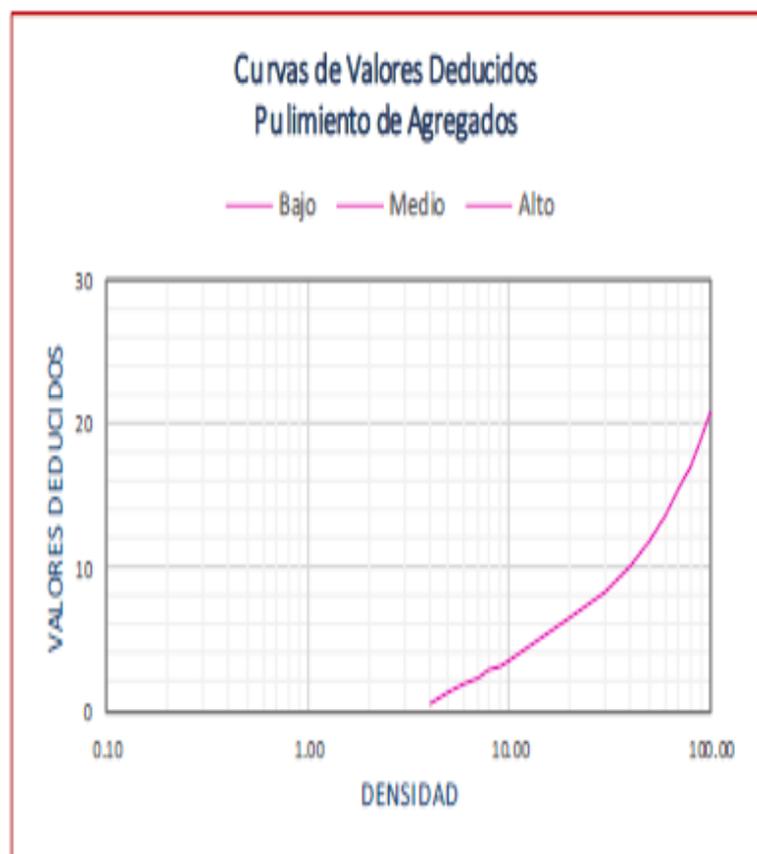


**Fuente: manual del PCI.**

## Curva Deducidas 12: Para Pulimento De Agregados

### 12. PULIMIENTO DE AGREGADOS

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00			
2.00			
3.00			
4.00		0.50	
5.00		1.20	
6.00		1.80	
7.00		2.30	
8.00		2.80	
9.00		3.10	
10.00		3.50	
20.00		6.50	
30.00		8.30	
40.00		10.10	
50.00		11.80	
60.00		13.60	
70.00		15.40	
80.00		17.10	
90.00		18.90	
100.00		20.70	



**Fuente: manual del PCI.**

### Curva Deducidas 13: Para Huevo

#### 13. HUECOS

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	3.50	5.20	19.90
0.20	5.30	9.40	26.70
0.30	7.20	13.40	31.70
0.40	9.10	17.20	35.80
0.50	10.90	20.50	39.40
0.60	12.80	23.90	42.50
0.70	14.60	25.90	45.40
0.80	16.50	27.80	48.00
0.90	18.30	30.00	50.50
1.00	18.80	32.00	51.40
2.00	29.70	46.00	66.90
3.00	36.10	55.00	76.00
4.00	40.60	62.10	82.40
5.00	44.10	67.60	87.40
6.00	46.90	72.10	91.50
7.00	50.00	75.50	95.00
8.00	52.00	79.10	100.0
9.00	53.30	82.00	
10.00	55.00	86.50	
15.00	62.00	100.00	
30.00	74.30		
40.00	79.50		
50.00	83.60		
60.00	87.00		
70.00	89.80		
80.00	92.20		
90.00	94.40		
100.00	96.30		

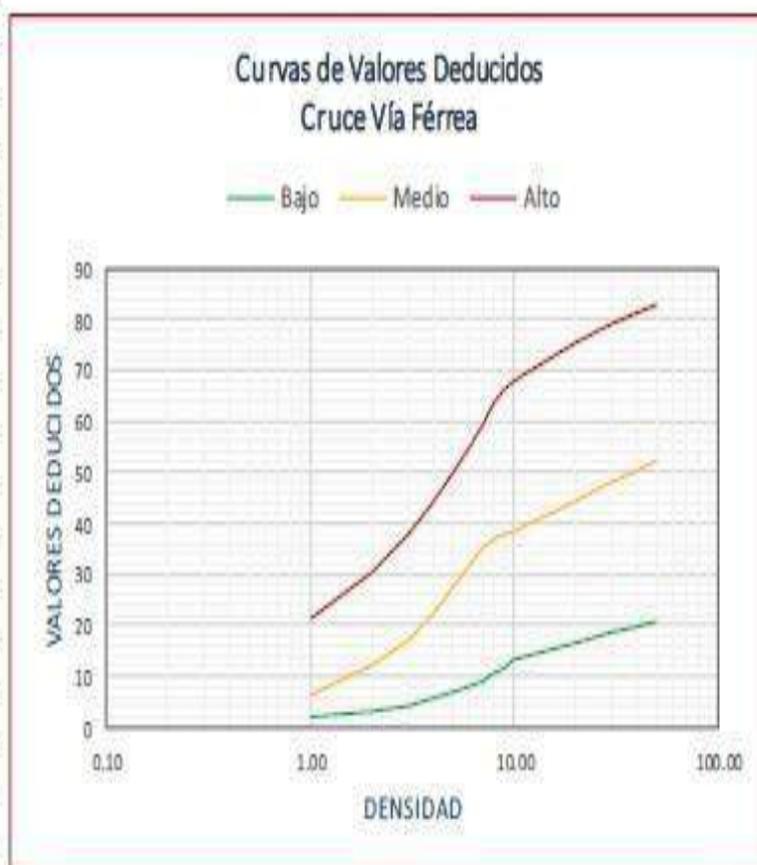


Fuente: manual del PCI.

**Curva Deducidas 14: Para Cruce de Vía Férrea**

**14. CRUCE DE VÍA FÉRREA**

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00	2.00	6.50	21.20
2.00	3.20	12.10	30.60
3.00	4.40	17.20	37.90
4.00	5.60	22.20	44.20
5.00	6.80	27.00	49.70
6.00	8.00	31.70	54.70
7.00	9.20	35.00	59.40
8.00	10.50	36.80	63.80
9.00	11.70	37.70	66.00
10.00	13.10	38.60	68.00
20.00	16.50	44.50	75.60
30.00	18.50	48.00	78.90
40.00	19.90	50.40	81.20
50.00	20.90	52.30	83.10
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			

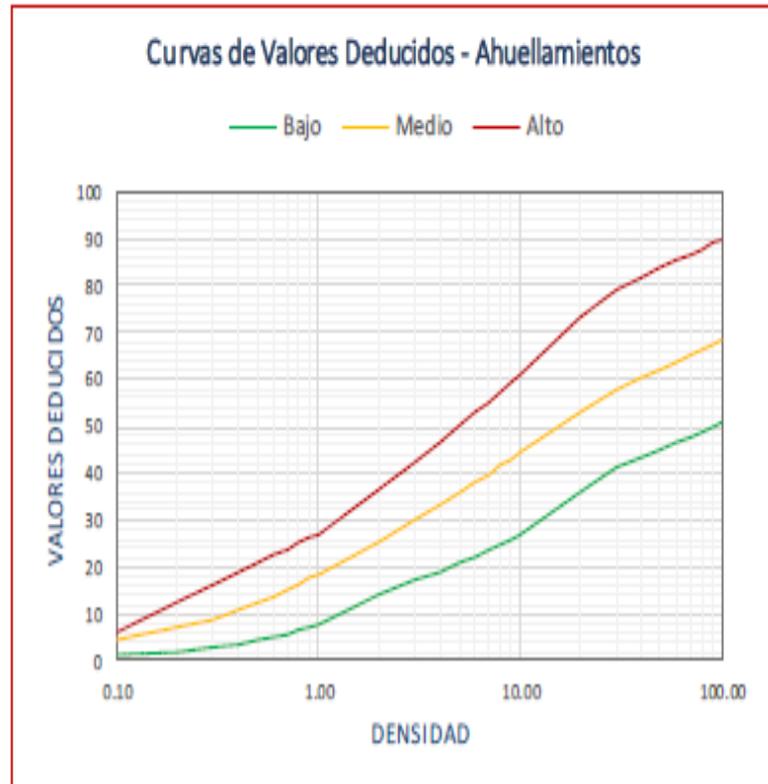


Fuente: manual del PCI.

### Curva Deducidas 15: Para Ahuellamiento

#### 15. AHUELLAMIENTO

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	1.10	4.60	6.00
0.20	2.00	7.10	12.40
0.30	2.80	9.00	16.10
0.40	3.60	10.80	18.80
0.50	4.30	12.30	20.80
0.60	5.10	13.80	22.50
0.70	5.80	15.10	23.90
0.80	6.50	16.40	25.20
0.90	7.20	17.60	26.20
1.00	7.90	18.20	26.70
2.00	14.00	25.30	36.20
3.00	17.10	30.10	42.40
4.00	19.10	33.40	46.80
5.00	20.80	36.10	50.20
6.00	22.30	38.20	53.00
7.00	23.60	39.80	55.30
8.00	24.90	41.60	57.40
9.00	26.00	42.90	59.20
10.00	27.10	44.20	60.80
20.00	35.90	53.00	73.00
30.00	41.40	57.90	79.30
40.00	43.40	60.30	81.80
50.00	45.10	62.10	83.80
60.00	46.50	63.70	85.40
70.00	47.70	65.10	86.80
80.00	48.80	66.30	87.90
90.00	49.70	67.40	89.00
100.00	50.60	68.40	89.90

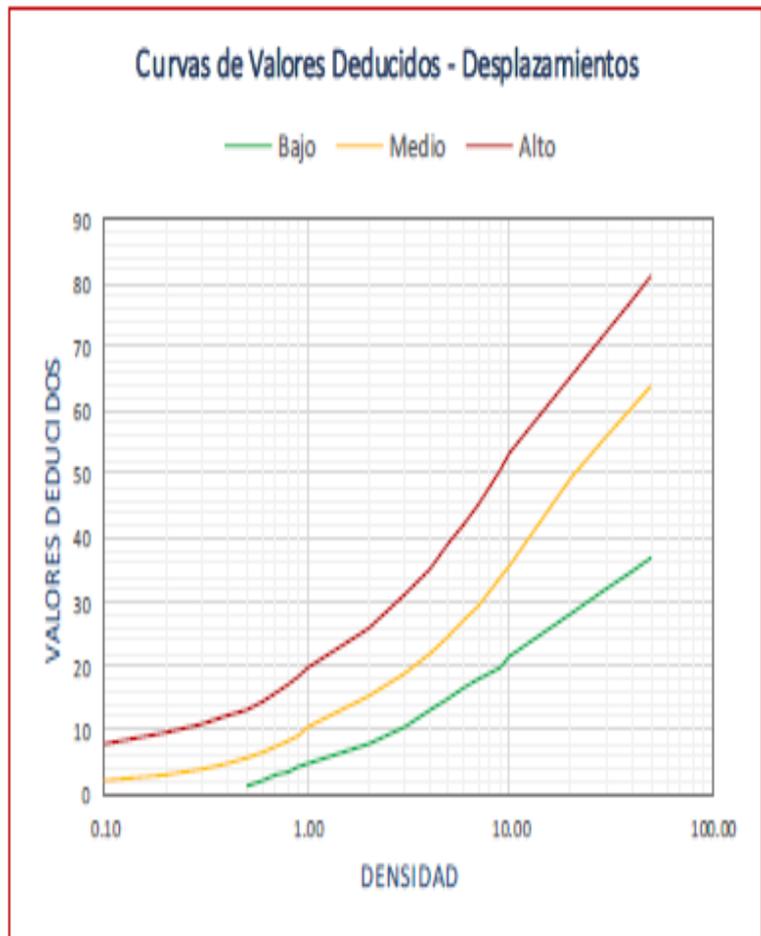


Fuente: manual del PCI.

**Curva Deducidas 16: Para Desplazamiento**

**16. DESPLAZAMIENTO**

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10		2.20	8.00
0.20		3.10	9.63
0.30		4.00	10.70
0.40		4.80	12.00
0.50	1.10	5.70	13.30
0.60	2.00	6.60	14.60
0.70	2.80	7.50	15.90
0.80	3.50	8.30	17.20
0.90	4.10	9.20	18.60
1.00	4.60	10.50	19.50
2.00	7.70	15.40	26.10
3.00	10.60	19.00	31.20
4.00	13.00	22.10	35.40
5.00	14.90	24.80	39.00
6.00	16.50	27.30	42.30
7.00	17.80	29.60	45.20
8.00	18.90	31.70	48.00
9.00	19.90	33.70	50.50
10.00	21.30	35.60	53.10
20.00	28.00	49.30	65.20
30.00	31.90	55.90	72.30
40.00	34.60	60.50	77.30
50.00	36.80	64.10	81.20
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			



Fuente: manual del PCI.

## Curva Deducidas 17: Para Grietas Parabólica

### 17. GRIETAS PARABÓLICAS

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10		1.00	4.00
0.20	0.80	3.60	6.50
0.30	1.60	5.20	8.60
0.40	2.10	6.30	10.60
0.50	2.50	7.20	12.40
0.60	2.90	7.90	14.00
0.70	3.20	8.50	15.60
0.80	3.40	9.00	17.20
0.90	3.70	9.50	18.70
1.00	4.30	10.60	20.00
2.00	10.20	19.30	30.20
3.00	14.20	25.30	37.50
4.00	17.10	29.60	43.60
5.00	19.30	32.90	49.10
6.00	21.10	35.60	54.10
7.00	22.60	37.80	58.80
8.00	24.00	40.00	63.10
9.00	25.10	42.00	67.20
10.00	27.20	44.00	69.90
20.00	35.40	52.70	78.00
30.00	40.20	57.20	81.00
40.00	43.60	60.40	83.20
50.00	46.20	62.90	85.40
60.00	48.40	64.90	87.10
70.00	50.20	66.70	88.60
80.00	51.80	68.20	89.90
90.00	53.20	69.50	91.10
100.00	54.40	70.60	92.10

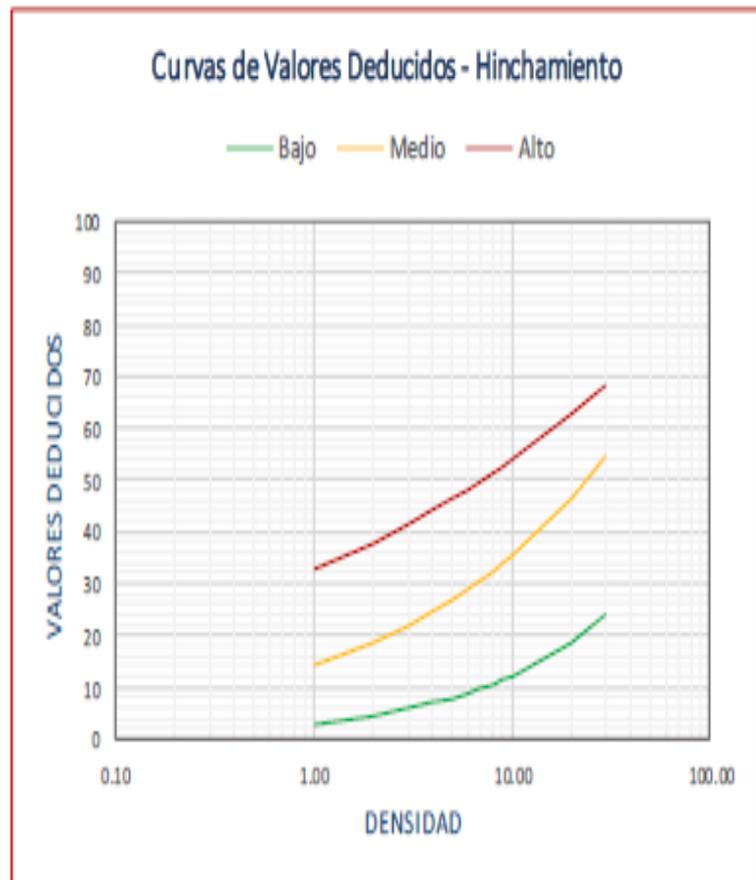


**Fuente: manual del PCI.**

### Curva Deducidas 18 Para Hinchamiento

#### 18. HINCHAMIENTO

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00	2.80	14.10	32.50
2.00	4.40	18.50	37.80
3.00	5.70	21.80	41.30
4.00	6.80	24.40	44.00
5.00	7.80	26.70	46.20
6.00	8.70	28.70	48.10
7.00	9.60	30.50	49.80
8.00	10.50	32.20	51.30
9.00	11.30	33.80	52.60
10.00	12.00	35.20	53.80
20.00	18.60	46.40	62.70
30.00	23.90	54.60	68.50
40.00			
50.00			
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			

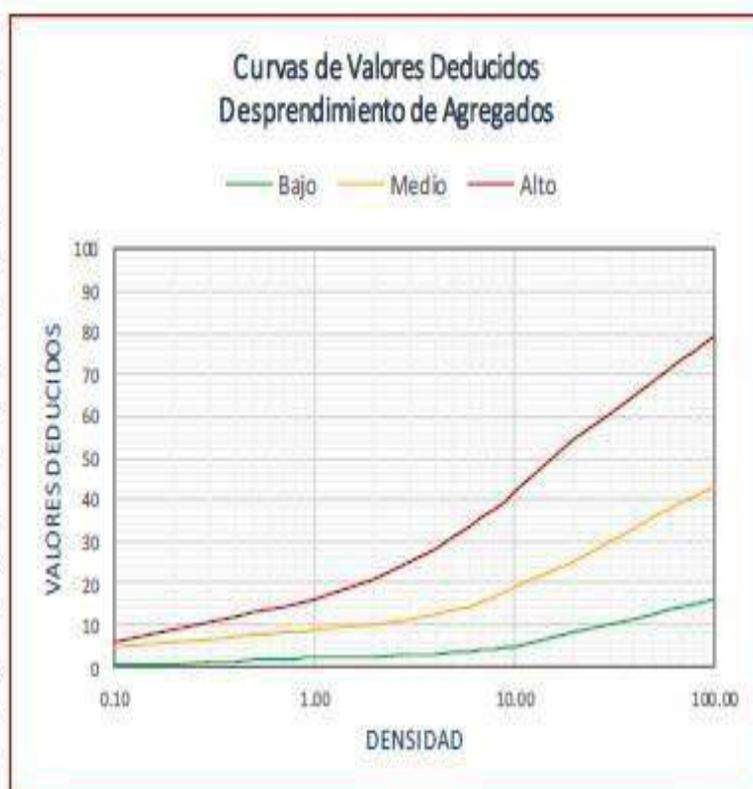


Fuente: manual del PCI.

## Curva Deducidas 19: Para Desprendimiento De Agregado

### 19. DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	0.30	4.40	5.70
0.20	0.40	5.70	8.80
0.30	0.80	6.50	10.60
0.40	1.20	7.00	11.90
0.50	1.40	7.40	12.90
0.60	1.60	7.80	13.70
0.70	1.70	8.10	14.40
0.80	1.90	8.30	15.00
0.90	2.00	8.50	15.50
1.00	2.00	8.90	16.00
2.00	2.30	10.00	21.00
3.00	2.70	11.20	24.90
4.00	3.00	12.30	28.20
5.00	3.30	13.40	30.90
6.00	3.70	14.50	33.40
7.00	4.00	15.70	35.60
8.00	4.30	16.80	37.70
9.00	4.60	17.90	39.60
10.00	4.60	19.00	42.00
20.00	8.00	25.30	54.50
30.00	10.00	29.90	60.60
40.00	11.40	33.10	65.00
50.00	12.50	35.60	68.40
60.00	13.40	37.60	71.10
70.00	14.10	39.30	73.50
80.00	14.80	40.80	75.50
90.00	15.30	42.10	77.30
100.00	15.80	43.30	78.90



**Fuente: manual del PCI.**

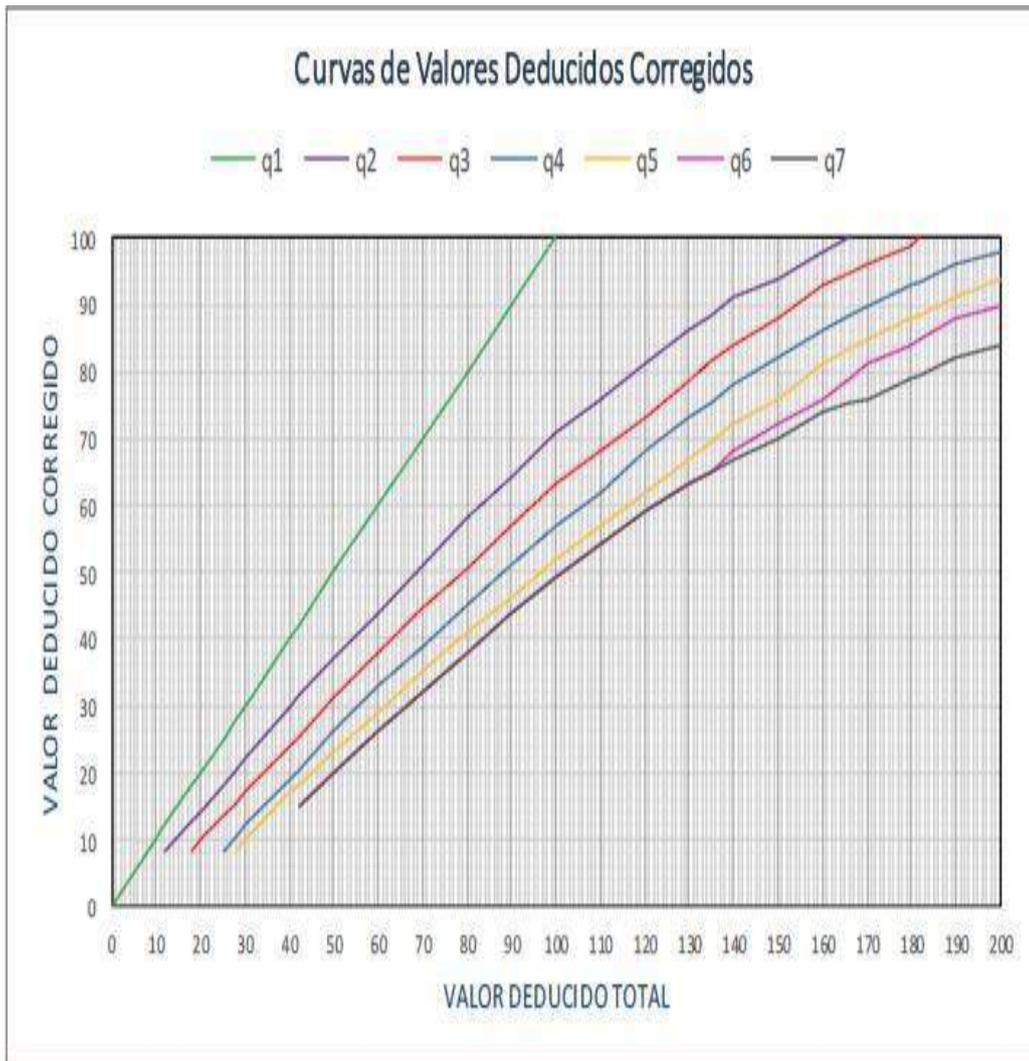
**Curva Deducidas 20 Valores Deducidos Corregidos**

**VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**

VDT	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO						
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7
0.0	0.0						
10.0	10.0						
12.0	12.0	8.0					
18.0	18.0	12.5	8.0				
20.0	20.0	14.0	10.0				
25.0	25.0	18.0	13.5	8.0			
28.0	28.0	20.4	15.6	10.4	8.0		
30.0	30.0	22.0	17.0	12.0	10.0		
40.0	40.0	30.0	24.0	19.0	17.0		
42.0	42.0	31.4	25.4	20.4	18.2	15.0	15.0
50.0	50.0	37.0	31.0	26.0	23.0	20.0	20.0
60.0	60.0	44.0	38.0	33.0	29.0	26.0	26.0
70.0	70.0	51.0	44.5	39.0	35.0	32.0	32.0
80.0	80.0	58.0	50.5	45.0	41.0	38.0	38.0
90.0	90.0	64.0	57.0	51.0	46.0	44.0	44.0
100.0	100.0	71.0	63.0	57.0	52.0	49.0	49.0
110.0		76.0	68.0	62.0	57.0	54.0	54.0
120.0		81.0	73.0	68.0	62.0	59.0	59.0
130.0		86.0	78.5	73.0	67.0	63.0	63.0
135.0		88.5	81.5	75.5	69.5	65.0	65.0
140.0		91.0	84.0	78.0	72.0	68.0	67.0
150.0		94.0	88.0	82.0	76.0	72.0	70.0
160.0		98.0	93.0	86.0	81.0	76.0	74.0
166.0		100.0	94.8	88.4	83.4	79.0	75.2
170.0			96.0	90.0	85.0	81.0	76.0
180.0			99.0	93.0	88.0	84.0	79.0
182.0			100.0	93.6	88.6	84.8	79.6
190.0				96.0	91.0	88.0	82.0
200.0				98.0	94.0	90.0	84.0

*Fuente: manual del PCI.*

### Curva Deducidas 21: Valores Deducidos Corregidos



Fuente: manual del PCI.