



EN LA UAP  
TÚ ERES PARTE  
DEL CAMBIO

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE LA CARPETA ASFÁLTICA  
APLICANDO EL MÉTODO PCI PARA DETERMINAR EL  
NIVEL DE CONSERVACIÓN VIAL DE LA VIA TA-104  
KM 2+000 AL 3+000, REGION TACNA - 2022**

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

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

**ALEX KENYI MAMANI MAMANI**

**ORCID 0000-0002-4219-577X**

**ASESOR**

**MTR. ENRIQUE ESPINOZA MOSCOSO**

**ORCID 0000-0001-9535-6656**

**LIMA – PERÚ, 2022**

## **DEDICATORIA**

A la Bach. Guadalupe Shadit Mamani Mamani, hermana y amiga quien siempre estuvo a mi lado y a su manera nunca dejo de recordarme que debo superarme constantemente.

A mis padres quienes se esforzarnos por mantenerme saludable.

A mis hermanos quienes me enseñaron desde que tengo razón y corrigieron mis errores.

“La vida es como un lápiz que seguro se acabará, pero dejará la hermosa escritura de la vida”

## **AGRADECIMIENTO**

A mi hermana por acompañarme y guiarme desde que tengo uso de razón.

A mis padres, por llenar de alegría día tras día, por todos los consejos brindados y el constante apoyo.

A mis amistades por aconsejarme en estos últimos meses.

Al Mtr. Enrique Espinoza Moscoso quien me brindo y compartió sus conocimiento y experiencias para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se orienta al desarrollo de una guía práctica en la evaluación superficial de la condición actual de la carpeta asfáltica en la vía TA-104 km 2+000 al 3+000, en la región de Tacna en el presente año y determinar el nivel de conservación vial superficial de la carpeta asfáltica.

Para llegar a determinar el nivel de conservación vial, en el análisis, se realizó con la Metodología PCI según la clase de falla, severidad y extensión del mismo y el uso de herramientas informáticas; que permitan las operaciones en el procesamiento de datos recolectados en campo y proveer resultados finales para su posterior análisis. Las muestras se obtuvieron estratégicamente para obtener resultados representativos.

Las fallas existentes durante la evaluación superficial se determinaron que, son elevaciones y hundimiento (4%), grietas longitudinales y transversales (12%), parcheo (4%), huecos (4%), ahuellamiento (12%) y desprendimiento de agregados (65%), se encuentra en un estado regular con puntos pobres, muy pobre y satisfactorio, abriendo paso a realizar los estudios especializados a la estructura de la carpeta asfáltica en la vía TA-104 km 2+000 al 3+000, región de Tacna – 2022.

**Palabras claves:** Muestreo, Intervalo, Máximo Valor Admisible, Valor deducido corregido, PCI

## **ABSTRACT**

The present research work is oriented to the development of a practical guide in the superficial evaluation of the current condition of the asphalt layer in the road TA-104 km 2+000 to 3+000, in the region of Tacna in the present year and to determine the level of superficial road maintenance of the asphalt layer.

In order to determine the level of road maintenance, the analysis was carried out with the PCI Methodology according to the type of failure, severity and extent of the same and the use of computer tools that allow operations in the processing of data collected in the field and provide final results for subsequent analysis. The samples were obtained strategically to obtain representative results.

The existing faults during the surface evaluation were determined to be elevations and subsidence (4%), longitudinal and transversal cracks (12%), patching (4%), voids (4%), rutting (12%) and detachment of aggregates (65%), in a regular state with poor, very poor and satisfactory points, opening the way to carry out specialized studies on the structure of the asphalt layer in the TA-104 km 2+000 to 3+000, Tacna region - 2022.

**Key words:** Sampling, Interval, Maximum Allowable Value, Corrected Deduced Value, PCI.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad se presentan deficiencias en la infraestructura vial de las avenidas esenciales y concurridas en la región de Tacna y una de ellas es la vía TA-104 km 2+000 al 3+000, el cual a percepción de la población se visualiza la falta de mantenimiento adecuado, es necesario por ello la evaluación superficial de la carpeta asfáltica en medida que con ello tendremos fundamentos técnicos donde especifiquen los niveles de deterioro del pavimento, con relación a la su vida útil.

El presente trabajo de suficiencia profesional presenta por objetivo de clasificar el nivel del índice de condición vial en la carpeta asfáltica para poder realizar una adecuada intervención y que nos permita optimizar el estado operacional de la carpeta asfáltica a través de la evaluación de fallas superficiales en un tramo la vía TA-104 km 2+000 al 3+000, región de Tacna – 2022.

Se pretende conseguir un análisis superficial determinando las causas probables que causaron el deterioro del pavimento aplicando la metodología PCI (Índice de Condición del Pavimento) de la vía TA-104 km 2+000 al 3+000 en la región de Tacna. El cual será de gran utilidad para crear una calificación que nos permita definir y plantear la solución de mantenimientos o rehabilitaciones óptimas en la vía en estudio.

# TABLA DE CONTENIDOS

## CARATULA

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
INTRODUCCIÓN.....	vi
TABLA DE CONTENIDOS.....	vii
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....</b>	<b>1</b>
1.1. Perfil de la empresa.....	1
1.2. Actividades de la empresa.....	1
1.2.1 Misión.....	2
1.2.2 Visión.....	2
1.2.3 Proyectos Similares.....	2
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>3</b>
<b>REALIDAD PROBLEMÁTICA.....</b>	<b>3</b>
2.1. Descripción de la Realidad Problemática.....	3
2.2. Formulación del Problema.....	5
2.2.1. Problema General.....	5
2.2.2. Problemas Específicos.....	6
2.3. Objetivos del Proyecto.....	6

2.3.1. Objetivos General .....	6
2.3.2. Objetivos Específicos.....	6
2.4. Justificación .....	7
2.5. Limitantes de la Investigación .....	7
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>9</b>
<b>DESARROLLO DEL PROYECTO .....</b>	<b>9</b>
3.1. Descripción Y Diseño del Proceso Desarrollado .....	9
3.1.1. Requerimientos.....	9
3.1.2. Cálculos.....	9
3.1.3. Dimensionamiento .....	12
3.1.4. Equipos utilizados.....	13
3.1.5. Conceptos Básicos para el Diseño del Piloto.....	14
3.1.6. Estructura .....	17
3.1.7. Elementos y Funciones.....	17
3.1.8. Planificación del Proyecto .....	18
3.1.9. Servicios y Aplicaciones.....	19
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>58</b>
<b>DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	<b>58</b>
4.1. Tipo y diseño de Investigación .....	58
4.2. Método de Investigación .....	58
4.3. Población y Muestra.....	58
4.4. Lugar de Estudio.....	59

4.5. Técnica e Instrumentos para la recolección de la Información .....	60
4.6. Análisis y Procesamiento de datos.....	61
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>62</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>62</b>
5.1. Conclusiones .....	62
5.2. Recomendaciones .....	63
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>64</b>
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS Y REFERENCIAS .....</b>	<b>64</b>
6.1. Glosario de Términos.....	64
6.2. Libros .....	66
6.3. Electrónica .....	66
<b>CAPÍTULO VII.....</b>	<b>67</b>
<b>ÍNDICES .....</b>	<b>67</b>
7.1. Índices de Gráficos .....	67
7.2. Índice de Tablas.....	67
7.3. Índice de Fotos.....	67
7.4. Índice de Direcciones Web.....	68
7.5. Índice de Elaboración Propia.....	68
<b>CAPÍTULO VIII.....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>71</b>
8.1. Anexo 1 – Costo Total De La Investigación E Instalación Del Proyecto Piloto. 71	
8.2. Anexo 2 – Diapositivas Utilizadas En La Sustentación .....	72

# **CAPÍTULO I**

## **GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

### **1.1. Perfil de la empresa**

La Municipalidad Distrital de Ilabaya a través de sus dos unidades ejecutoras, Gerencia de Inversiones y Desarrollo Urbano Rural (GIDUR) y la Gerencia de Desarrollo Económico y Social (GDES), ven por conveniente ejecutar Proyectos, Obras, IOARR y Mantenimientos dentro del marco normativo del acuerdo de Concejo Municipal N°006-2020-MDI, se acuerda en su artículo primero aprobar la Directiva N°001-2020-MDI/GPP “Distribución y Uso de Costos Indirectos en los presupuestos de las Inversiones y Mantenimientos de Infraestructura Pública en la Municipalidad Distrital de Ilabaya”.

### **1.2. Actividades de la empresa.**

La Municipalidad Distrital de Ilabaya está ubicado en la provincia de Jorge Basadre, región de Tacna, con RUC 20171895147, es un órgano de gobierno local iniciando sus labores en 1980.

### 1.2.1 Misión

La misión de la municipalidad distrital de Ilabaya es mejorar la calidad y estilo de vida de las familias que tiene bajo su jurisdicción, proporcionando servicios de calidad, fomentando la igualdad de oportunidades y beneficios para alcanzar un buen desarrollo económico social y ambiental, gestionando comprometidamente y transparentemente los recursos que tiene la entidad pública.

### 1.2.2 Visión

El municipio de Ilabaya, busca gestionar democráticamente y con liderazgo un desarrollo sostenible para su población del mismo modo primando la incorporación de la población más joven al distrito. Una gestión responsable, limpio y estratégica de los recursos públicos de manera que pueda crear sinergias en base a su financiamiento, en busca de promover una mejora continua en la calidad en la condición de vida de su población.

### 1.2.3 Proyectos Similares

**Tabla 1.**

*Proyectos similares desarrollados y ejecutados por Municipalidad Distrital de Ilabaya*

Código Único	Nombre del Proyecto	Monto de Inversión Aprobado
2440912	Renovación de vías vecinales, badenes y muro de contención; en el (la) Vía Ta-515 (Prog. 38+160 hasta 38+380), (Prog. 38+450 hasta 38+620), (Prog. 46+815 hasta 46+859), (Prog. 50+120), (Prog. 53+310.51 hasta 53+375.11) Distrito de Ilabaya, Provincia Jorge Basadre, Departamento Tacna.	S/. 1,789,685.93
2463222	Mejoramiento de la Vía Vecinal TA-527 (Prog 0+000 - 1+543) en la localidad de Borogueña del Distrito de Ilabaya - Provincia de Jorge Basadre - Departamento de Tacna.	S/. 1,978,483.89

Fuente: Autor del T. S. P. (2022).

## **CAPÍTULO II**

### **REALIDAD PROBLEMÁTICA**

#### **2.1. Descripción de la Realidad Problemática**

El estado actual en la infraestructura vial en la vía TA-104 km 2+000 al 3+000 en el Anexo de Ticapampa, región de Tacna, presenta en gran parte de la vía un estado no óptimo a comparación de las demás vías en el distrito, originado principalmente por la carencia de falta de un mantenimiento periódico en la vida útil de la infraestructura vial, esto provoca diversas fallas que se presentan luego de su construcción.

El presente trabajo de suficiencia profesional es identificar y evaluar superficial el daño y sus causas en el pavimento en la vía TA-104 km 2+000 al 3+000 en el Anexo de Ticapampa, región de Tacna, para lo cual se determinarán empleando la metodología PCI se identificará nivel del estado real de conservación vial.

#### **Realidad Problemática Internacional.**

En Ecuador, (Morocho, 2021) desarrollo el trabajo de investigación de nivel pregrado para obtención del título de Ingeniero Civil en la Universidad de Cuenca denominado: “Plan de intervención vial en base a la evaluación del PCI (Pavement

Condition Index), caso de estudio Quinta Chica Baja, Cuenca-Ecuador” donde se afirma la siguiente realidad problemática:

La ciudad de Cuenca cuenta bajo su demarcación territorial cerca de 3,739.9 kilómetros de los cuales 1,150 kilómetros pertenecen a las vías urbanas según el Consejo Cantonal de Cuenca realizado el 2018. En tal sentido, surge como necesidad, para que la infraestructura vial se encuentre en óptimas condiciones se deberá proponer un mantenimiento rutinario o periódico según los resultados obtenidos desarrollando el método PCI, puesto a que se usa ampliamente en ese tipo de infraestructura.

### **Realidad Problemática Nacional.**

En la tesis de pregrado del autor (Humpiri, 2015) “Análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías en la región de Puno” nombra la siguiente realidad problemática:

En la región de Puno, la infraestructura vial se encuentra entre los principales problemas de la región siendo éstos mayormente en los pavimentos flexibles, cuentan con diversas fallas y deterioros post construcción. Así mismo para conservar adecuadamente la infraestructura vial sin daños de severidad a gran escala, se realizan las propuestas de mantenimiento correctivos o rutinarios para preservar su vida útil en la cual fueron diseñados y así evitar accidentes durante su uso. Un correcto mantenimiento puede evitar un daño considerable en la vida útil del pavimento flexible.

En la región de Puno la dirección de mantenimiento vial no se abastece proporcionadamente como para evadir las patologías que al paso del tiempo se

puedan llegar a presentarse, que las mismas condiciones propias de la zona causan su deterioro.

### **Realidad Problemática Local.**

En el documento de pregrado de los autores (Alanguia & Salas 2018) “Evaluación del deterioro superficial de la carpeta asfáltica de la avenida Soldado Estanislao Córdor entre la avenida N° 8 y la avenida los molles, del distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa – Tacna, 2018” hace mención a la siguiente realidad problemática:

La vía diseñada en la avenida Soldado Estanislao Córdor, fue con propósito mejorar las condiciones de vida de en medida que la población fue creciendo según el Instituto Nacional de Estadística e Informática. Según los estudios de tráfico vehículos se diseñó para vehículos livianos. La avenida Soldado Estanislao Córdor no es muy transitada sin embargo es una vía de gran importancia que se debe preservar el diseño del pavimento asfáltico adecuado y el cual alcance su periodo de diseño óptimo evitando alguna falla prematura.

En el análisis de la condición vial se determinó varias fallas que para su corto periodo post construcción no son normales que estos se manifiesten, puesto la condición vial puede aumentar las probabilidades que las personas que hacen de su uso sufran algún tipo de accidente.

## **2.2. Formulación del Problema**

### **2.2.1. Problema General**

¿Cómo la evaluación superficial de la carpeta asfáltica aplicando el método PCI determinara el nivel de conservación vial de la vía TA-104 km 2+000 al 3+000, región Tacna - 2022?

## **2.2.2. Problemas Específicos**

- a) ¿Cómo se determina los parámetros de evaluación aplicando el método PCI de la carpeta asfáltica de la vía TA-104 km 2+000 al 3+000, región Tacna - 2022?
- b) ¿Cómo son los tipos de fallas de la carpeta asfáltica aplicando el método PCI de la vía TA-104 km 2+000 al 3+000, región Tacna - 2022?
- c) ¿Cómo afectara los diferentes niveles de grados de severidad de las fallas aplicando el método PCI en la carpeta asfáltica de la vía TA-104 km 2+000 al 3+000, región Tacna - 2022?
- d) ¿Cuál es el nivel de conservación vial de la carpeta asfáltica aplicando el método PCI de la vía TA-104 km 2+000 al 3+000, región Tacna - 2022?

## **2.3. Objetivos del Proyecto**

### **2.3.1. Objetivos General**

Evaluar superficialmente la carpeta asfáltica aplicando el método PCI para determinar el nivel de conservación vial de la ta-104 km 2+000 al 3+000, región Tacna – 2022.

### **2.3.2. Objetivos Específicos**

- a) Determinar los parámetros de evaluación aplicando el método PCI de la carpeta asfáltica de la vía TA-104 km 2+000 al 3+000, región Tacna – 2022.
- b) Identificar los tipos de fallas en la carpeta asfáltica aplicando el método PCI de la vía TA-104 km 2+000 al 3+000, región Tacna – 2022.
- c) Medir los diferentes niveles de grados de severidad de las fallas a la carpeta asfáltica aplicando el método PCI en la carpeta asfáltica de la vía TA-104 km 2+000 al 3+000, región Tacna – 2022.

- d) Determinar el nivel de conservación vial de la carpeta asfáltica aplicando el método PCI de la vía TA-104 km 2+000 al 3+000, región Tacna – 2022.

#### **2.4. Justificación**

El presente trabajo de investigación sobre la evaluación superficial del pavimento en la vía TA-104, se evaluará la condición vial de la carpeta asfáltica aplicando la metodología PCI desde el km 2+000 al 3+000, región de Tacna, busca determinar el nivel de conservación vial identificando las causas por las cuales se generaron el deterioro del pavimento y en base a esto proponer un mantenimiento correctivo, construcción o mejoramiento de la infraestructura vial que se ha investigado, la Municipalidad Provincial de Jorge Basadre, entidad responsable de promover la política de conservación de todas las vías vecinales del distrito de Ilabaya, así mismo deberá adecuarse a normativa vigente emitida por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones para el crecimiento de las obras viales, así como la ejecución de las nuevas metodologías técnicas para la construcción de vías y pavimentos.

La programación y la constante evaluación de la infraestructura vial en el distrito de Ilabaya, contribuirá a una mejor calidad y estilo de vida de las familias beneficiarias, serenar el tráfico vehicular, disminuir el riesgo de accidentes vehiculares y minimizar el desgaste de los vehículos automotores del distrito que en sí ha aumentado considerablemente.

#### **2.5. Limitantes de la Investigación**

La carencia de presupuesto es una de las limitaciones que se interfieren en realizar a mayor detalle nuestro estudio de investigación, puesto a que hay métodos en las

cuales se usan equipos especiales para medir los daños de la carpeta asfáltica el cual aportarían en el estudio a realizar.

El incremento del tráfico vehicular en la Vía TA-104 región de Tacna ha incrementado en los vehículos pesados, esto se debe que a la fecha actual de la presente investigación se identificó que se viene ejecutando el proyecto con el Código Único de Inversiones 2526806.

# CAPÍTULO III

## DESARROLLO DEL PROYECTO

### 3.1. Descripción y Diseño del Proceso Desarrollado

#### 3.1.1. Requerimientos

**Tabla 2.**

*Normativa necesaria para el trabajo de suficiencia profesional.*

Normativa	Descripción
ASTM D6433	Standard Practice for Roads and Parking Lost Pavement Condition Index

Nota: Índice de condición del pavimento (PCI)

Fuente: Autor del T. S. P. (2022).

#### 3.1.2. Cálculos

Para el desarrollo del análisis superficial de la condición del pavimento se empleará la metodología PCI en la carpeta asfáltica de la vía TA-104, provincia de Jorge Basadre, región de Tacna, se desarrollaron los siguientes cálculos en relación a la información levantado en campo.

#### Determinación de las unidades mínimas de muestreo

Para la infraestructura vial a analizar se determinará las unidades de muestreo mínimas, considerando la siguiente ecuación:

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

Donde:

n = Número mínimo de muestras.

N = Número total de muestras.

e = Error admisible (e=5.00%)

$\sigma$  = Desviación estándar ( $\sigma = 10$ )

Primero se debe determinar el número de muestra totales “N” en el ámbito de intervención.

$$N = \frac{\text{Longitud total de la vía (m)}}{\text{Longitud de la unidad de muestra (m)}} \dots\dots\dots \text{(Ecuación 2)}$$

Donde:

N: Números total de muestras.

**Cálculo de los intervalos entre cada unidad de muestreo.**

Se calculará un intervalo de evaluación, mediante la siguiente ecuación:

$$i = \frac{N}{n} \dots\dots\dots \text{(Ecuación 3)}$$

Donde:

n = Número mínimo.

N = Número total.

i = Intervalo entre muestras

**Cálculo del número máximo de admisible V.D.**

Se determinará el número de máximo de valores aceptables deducidos en metros, en tal sentido se desarrollará la presente ecuación:

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

Donde:

$m_i$  = Número máximo aceptable de valores deducidos, conteniendo fracción, para la unidad de muestreo  $i$ .

$HDV_i$  = La unidad de muestreo más alta deducida  $i$ .

### **Cálculo del máximo valor deducido corregido CDV.**

El máximo CDV se determina mediante el procedimiento siguiente:

- a) Se determinará el número de valores deducidos,  $q$ , mayores a 2.0.
- b) Se sumará todos los valores deducidos para hallar el valor deducido total
- c) Con los ábacos de corrección según el tipo de pavimento, se determinará el máximo valor deducido con “ $q$ ” y el valor deducido total.
- d) Reduzca a 2.0 el menor de los “valores deducidos” individuales que sean mayor que 2.0 y repita la etapa a) y c) hasta que “ $q$ ” sea igual a 1.

### **Cálculo del PCI (-100 el máximo CDV)**

Una sección de pavimento abarca varias unidades de muestreo. Cuando se analiza unidades de nuestros anexos se usa un promedio ponderado según siguiente ecuación:

$$PCI = 100 - MAX.CDV \dots\dots\dots (Ecuación 5)$$

Donde:

PCI = Índice de condición del pavimento.

MAX.CDV = Máximo valor deducido corregido.

### 3.1.3. Dimensionamiento

**Tabla 3.**

*Datos de las unidades de muestra evaluadas.*

Unidades de muestra	Progresiva Inicial	Progresiva Final	Sentido	Ancho de carril (m)	Longitud de muestra (m)	Área (m <sup>2</sup> )
UM - 01	2+213.90	2+249.30	O - E	6.50	35.40	230.10
UM - 02	2+300.00	2+335.40	O - E	6.50	35.40	230.10
UM - 03	2+373.42	2+408.82	O - E	6.50	35.40	230.10
UM - 04	2+444.68	2+480.08	O - E	6.50	35.40	230.10
UM - 05	2+506.68	2+542.08	O - E	6.50	35.40	230.10
UM - 06	2+588.30	2+623.70	O - E	6.50	35.40	230.10
UM - 07	2+660.00	2+695.40	O - E	6.50	35.40	230.10
UM - 08	2+731.93	2+767.33	O - E	6.50	35.40	230.10
UM - 09	2+811.62	2+847.02	O - E	6.50	35.40	230.10
UM - 10	2+888.61	2+924.01	O - E	6.50	35.40	230.10
UM - 11	2+964.60	3+000.00	O - E	6.50	35.40	230.10

Nota: Unidades de muestreo utilizadas de la Vía TA-104 región de Tacna desde el km 2+000 al 3+000.

Fuente: Elaboración Propia



**Foto 1.** Ubicación del lugar de estudio, 1000 metros.

Fuente: Autor del T. S. P. (2022).

### 3.1.4. Equipos utilizados

Para el desarrollo de la evaluación superficial en la vía TA-104 región de Tacna, se utilizó dos grupos de trabajo, las cuales son mencionadas en las siguientes tablas.

**Tabla 4.**  
*Equipos utilizados en campo.*

Equipo utilizado	Descripción teórica
Wincha métrica (50m y 8m)	Instrumento utilizado para la medición.
Conos de seguridad (color naranja)	Nos permitirá salvaguardar nuestra integridad durante la evaluación de cada unidad de muestra.
Regla metálica	Instrumento para tomar datos donde existan deformaciones de la carpeta asfáltica (huecos, parcheo, hinchamientos, etc.).
Yeso	Material utilizado para demarcar las zonas de estudio.
Equipos de Protección Personal	EPP para reducir riesgos de accidentes y minimizar los daños a la integridad física de uno mismo.
GPSMAP 64s - Garmin	Equipo que permite conocer con mayor exactitud las coordenadas geográficas de la posición donde uno se encuentre sobre un mapa.
Smartphone Xiaomi Poco X3 NFC	Celular de gama de media, cuenta con un almacenamiento de 128GB, smartphone libre de uso para cualquier operador con una cámara cuádruple y capacidad de batería con una duración mayor a 4 horas.
Formato para toma de datos	Nos permitirá registrar todas las patologías encontradas durante la evaluación de la carpeta asfáltica.

Nota: Se describe los equipos utilizados en campo para la recopilación de datos.  
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.**  
*Equipos utilizados en gabinete.*

Equipo utilizado	Descripción teórica
Portátil OMEN 15-ce003la	Laptop de uso personal cuenta con una pantalla de 15.6" pulgadas, microprocesador Intel(R) Core (TM) i5-7300HQ CPU @ 2.50GHz, Memoria RAM de 16 GB DDR4, Memoria secundaria de 1TB, SSD M.2 de 250 GB y tarjeta gráfica NVIDIA GeForce GTX 1050.
Microsoft Excel	Permitirá consolidar la información y plasmarla mediante tablas estadísticas.
AutoCAD	Es un software utilizado para el dibujo por el ordenador en dos y tres dimensiones, según lo requiera el usuario, utilizado mayormente para la elaboración de planos genéricos, documentar algún proyecto de ingeniería o arquitectura.

Nota: Se describe los equipos utilizados en gabinete para el procesamiento de datos.  
Fuente: Autor del T. S. P. (2022).

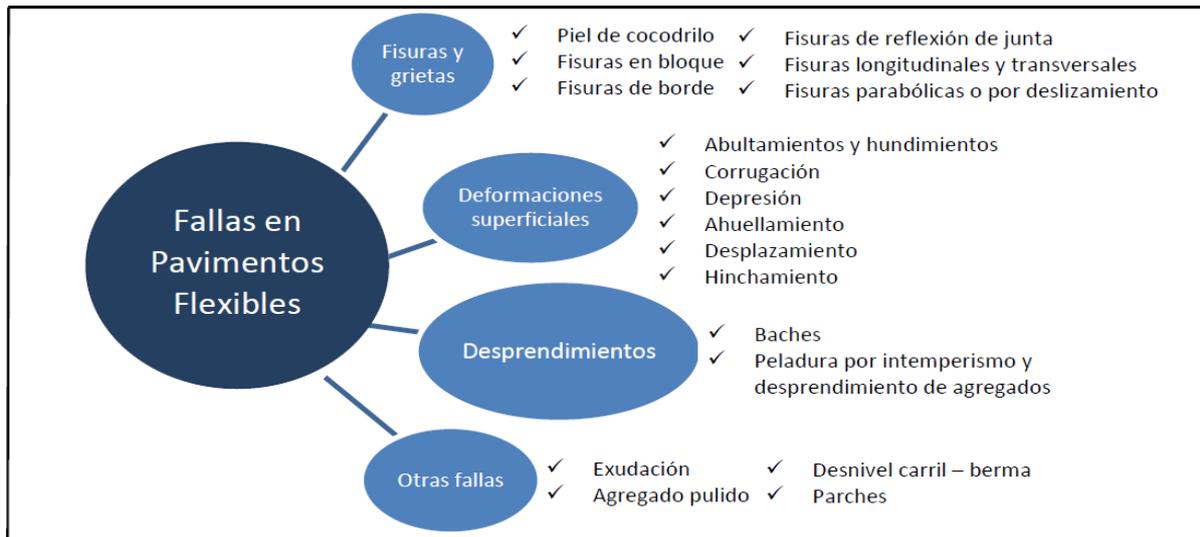
### **3.1.5. Conceptos Básicos para el Diseño del Piloto**

#### **Carpeta Asfáltica**

Según (Bardales & Cheng, 2013), Lo define de la siguiente manera: es la capa de rodadura ubicada sobre la base granular, soporta y transfiere todas las cargas que ocasionan los vehículos automotores en el pavimento y tiende a transferir una proporción de los esfuerzos afectados a las demás capas inferiores, su principal función es impermeabilizar toda la sección de la parte superior para evitar que algún objeto o sustancia extraña pueda ingresar algún y que dañe la estructura. Según sea los parámetros de diseño de la vía, el espesor oscila entre 2.50 cm a 6.00 cm.

#### **Fallas en el Pavimento**

Según (ASTM D6433, 2016) lo describe así: Las fallas o patologías en el pavimento son estructurales cuando estas tienen relación claramente con la formación de algún tipo de daños en la estructura inferior y superior, cuando ninguna de estas están vinculadas directamente con las capas inferiores solo se formaran en la parte superficial de la carpeta asfáltica, la disimilitud comprende la restauración de los daños presentados, debido que el tratamiento de los daños en las capas inferiores tiene un costo superior a comparación de los tratamientos superficiales, donde solo se habría tenido que ejecutar algún programa de mantenimiento acorde al diseño de los profesionales encargados.



**Gráfico 1.**Falla en el pavimento flexible.  
Fuente: Rodríguez Velásquez (2009).

## Fallas superficiales

Para determinar las fallas en los pavimentos y comprobar las causales, se realiza una investigación de reconocimiento una vez al año. En dicho reconocimiento se tendrá que determinar el nivel de severidad de cada falla o patología. Para indicar el nivel de conservación vial, se realizará un análisis superficial post construcción determinando las posibles causas que llevaron a su deterioro. Además del reconocimiento óptico, pueden usar pruebas a las capas inferiores para establecer las condiciones estructurales y los contextos del material debajo de la superficie del pavimento.

## Evaluación

Según ASSTHO 93, indica que es la acción de apreciar un valor sobre la información obtenida.

## Calzada

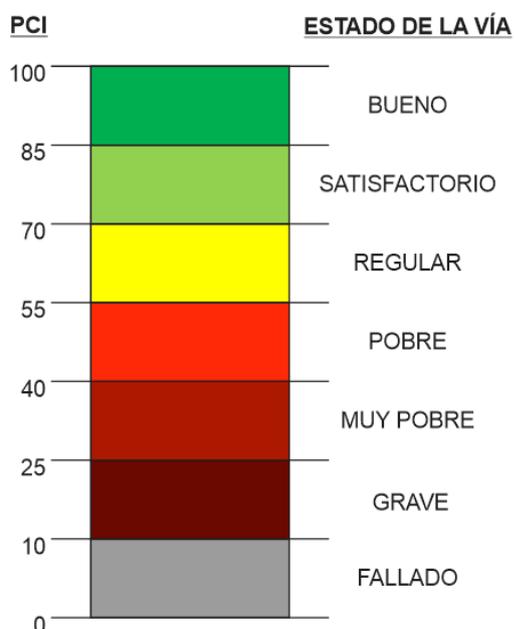
Según ASSTHO 93, indica que es la acción de apreciar un valor sobre la información obtenida.

## Rehabilitación

Actividad que consiste en la ejecución de trabajos útiles indispensables que tiende como finalidad recomponer las condiciones óptimas iniciales de la carretera (Pereda Huamán, 2014).

## Índice de condición del pavimento PCI

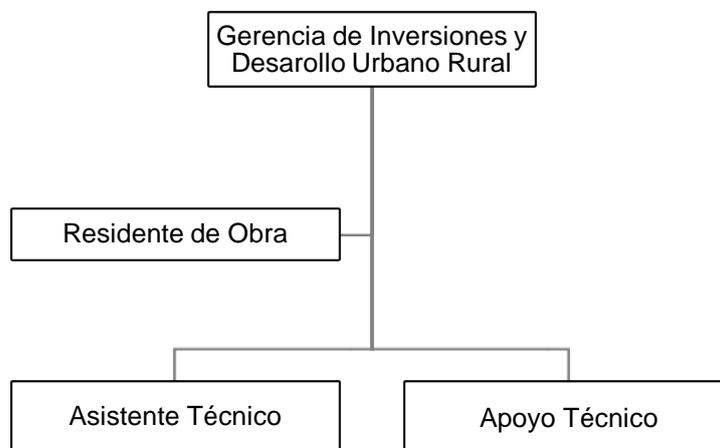
Es un dato numérico del estado actual en la carpeta asfáltica, donde puede llegar a variar desde (0) que son pavimentos fallado o en un estado crítico, hasta llegar a cien (100) como valor máximo donde representar un pavimento en condiciones perfectas. Cada rango del PCI contiene su propia representación cualitativa según sea su valor.



**Gráfico 2.** Índice de condición del Pavimento (PCI) y escala de Graduación.  
Fuente: ASTM D6433

### 3.1.6. Estructura

La municipalidad distrital de Ilabaya tiene una adecuada estructura orgánica para el correcto progreso de sus acciones como entidad pública, para nuestro trabajo de investigación lo definiremos de la siguiente manera.



**Gráfico 3.** Organigrama para el T.S.P.  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.7. Elementos y funciones

Según lo especificado en el punto 3.1.6., cabe especificar que la municipalidad distrital de Ilabaya, es una entidad pública, ubicada geográficamente en la provincia de Jorge Basadre, región de Tacna. Por lo tanto, se ha tomado en cuenta las áreas que intervienen en el progreso en la ejecución y formulación de proyectos y obras de inversión enmarcada en el sistema INVIERTE.PE, en tal sentido se especifica las áreas destinadas a atender las necesidades encontradas en el distrito de Ilabaya, concretamente al área de influencia enmarcada en el TA-104 del km 2+000 al 3+000.

#### **Gerencia de Inversiones y Desarrollo Urbano Rural**

Esta área se encuentra encargada de velar por la adecuada gestión de los proyectos, obras y IOARR de inversión pública en el distrito, cuya finalidad es satisfacer las necesidades de la población ilabaña.

## Residente de Obra

Profesional calificado titulado y colegiado el cual realiza las coordinaciones con el supervisor, personal técnico y administrativo sobre los avances de obra según su cronograma propuesto y aprobado a la vez, supervisa las medidas de seguridad del personal en obra.

## Asistente Técnico

Personal calificado que tiene la función de asistir al residente de obra en la ejecución física y financiera de la obra.

## Apoyo Técnico

Tiene la función de asistir al asistente técnico en la recopilación de datos in situ.

### 3.1.8. Planificación del proyecto

Para obtener buenos resultados para la ejecución del trabajo de suficiencia profesional se plantea un cronograma de actividades en el cual se detalla las acciones a desarrollar durante el tiempo de ejecución del informe, para lo cual se presenta la siguiente tabla.

**Tabla 6.**

*Planificación del proyecto de suficiencia profesional.*

Actividad	Primera Semana	Segunda Semana	Tercera Semana	Cuarta Semana
Identificación de muestras y evaluación de datos en campo.	■			
Análisis en oficina para el análisis y determinación del índice de condición de pavimento.		■		
Evaluación de resultados obtenidos sobre los estados de preservación de la carpeta asfáltica.			■	
Elaboración de informe final de suficiencia profesional.		■		
Presentación del Informe final de suficiencia profesional.				■

Nota: Cronograma de actividades propuesta para un óptimo desarrollo del T. S. P.  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.9. Servicios y Aplicaciones

La evaluación superficial de la condición del pavimento empleando el método del PCI, comprende las siguientes etapas para conocer el estado de conservación vial de la vía TA-104 del km 2+000 al 3+000, región Tacna – 2022.

#### a) Determinar los parámetros de evaluación aplicando el método PCI

La metodología PCI es un índice cualitativo numéricamente empleado para conseguir el valor de la alteración superficial tanto como pavimentos flexibles como pavimentos rígidos.

**Tabla 7.**  
*Clasificación del PCI.*

RANGO	CLASIFICACIÓN
100 – 85	Bueno
85 – 70	Satisfactorio
70 – 55	Regular
55 – 40	Pobre
40 – 25	Muy pobre
25 – 10	Grave
10 – 0	Fallado

Nota: Se evaluará bajo los siguientes niveles la calificación del PCI.  
Fuente: Elaboración propia.

La presente investigación registrara todo tipo de información necesaria en los formatos establecidos en la normativa ASTM D6433.

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

**Gráfico 4.** Formato de registro de patologías en la carpeta asfáltica.  
Fuente: Vásquez (2002).

### Determinación de la longitud de muestra

Se seccionará la vía en fracciones llamadas unidades de muestreo, de las cuales las medidas varían según el tipo de vía, del pavimento asfáltico y un ancho de la calzada menor a 7.30 metros.

**Tabla 8.**

*Longitudes de unidades de muestreo asfálticas.*

Ancho de la Calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Nota: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango  $230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$   
Fuente: Elaboración propia.

Para la vía TA-104 km 2+000 al 3+000, región de Tacna, se identificó una calzada de 6.50 metros y se obtiene una longitud de la unidad de muestro de 35.40 metros.

## Determinación de las Unidad de Muestreo

La zona de investigación abarca la vía TA-104 del km 2+000 al 3+000, región de Tacna, se analizará 1,000.00 metros lineales y aplicando la Ecuación 2 obtenemos lo siguiente:

$$N = \frac{1000}{35.40} \quad \rightarrow \quad N = 28.24 \quad \rightarrow \quad N = 29 \text{ U/M}$$

Para determinar las unidades de muestreo mínimas para nuestro trabajo se aplicará la Ecuación 1, donde se obtiene lo siguiente:

$$n = \frac{29 \cdot 10^2}{\frac{5^2}{4} \cdot (29-1) + 10^2} \quad \rightarrow \quad n = 10.54 \quad \rightarrow \quad n = 11$$

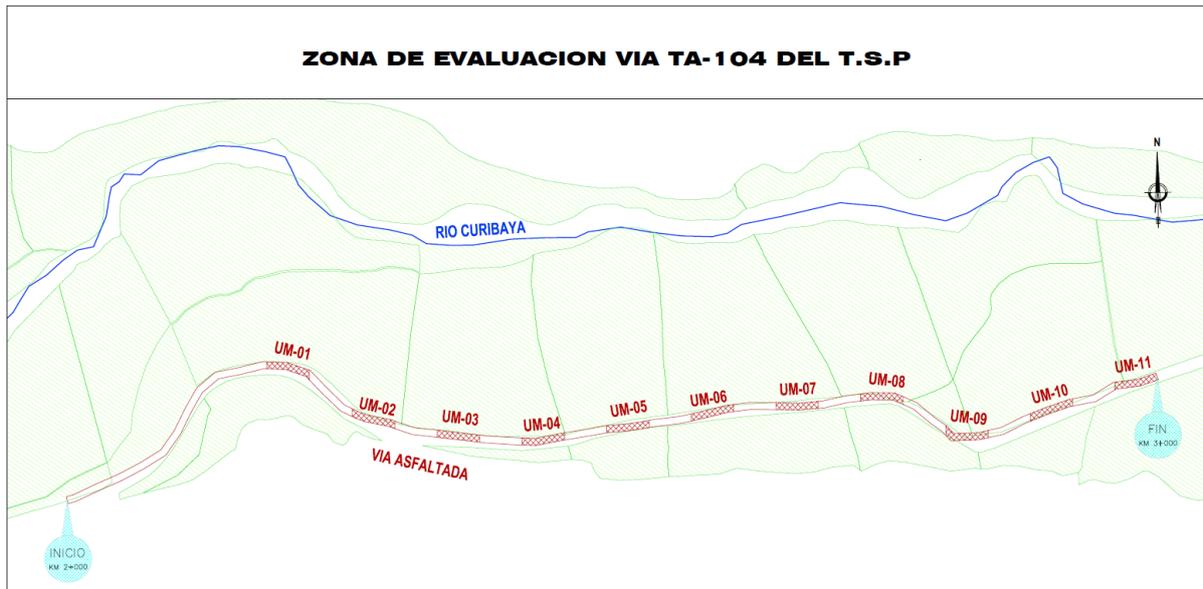
Para la vía TA-104 km 2+000 al 3+000, región de Tacna, se determinó un total de 11 unidades de muestreo, en caso de tomar un número mayor de unidades de muestreo mínimas, estas serán denominadas unidades de muestreo adicional.

## Cálculo de intervalo entre muestras

Se determina mediante la Ecuación 3, donde podemos realizar la siguiente operación:

$$i = \frac{29}{11} \quad \rightarrow \quad i = 2.63 \quad \rightarrow \quad i = 2$$

Para la vía TA-104 km 2+000 al 3+000, región de Tacna, se determinó que se evaluará las unidades de muestra a cada dos intervalos, los cuales se representan en la Tabla 3 de la presente investigación.



**Gráfico 5.** Ubicación de las unidades de muestra.  
Fuente: Autor del T. S. P. (2022).

En el presente plano se aprecia las unidades de muestra que en total son 18 U/M, para el Trabajo de Suficiencia Profesional se determinó 11 U/M a analizar aplicando el método PCI, las muestras a escoger fueron de manera aleatoria y se proceden a identificar las patologías de la carpeta asfáltica de la vía TA-104 del km 2+000 al 3+000, región de Tacna.

### **b) Tipos de fallas en la carpeta asfáltica aplicando el método PCI**

La evaluación superficial de la carpeta asfáltica empleando la metodología del PCI, comprende la identificación de las siguientes fallas o patologías encontradas en la vía TA-104 del km 2+000 al 3+000, región de Tacna.

#### **Elevaciones y Hundimiento**

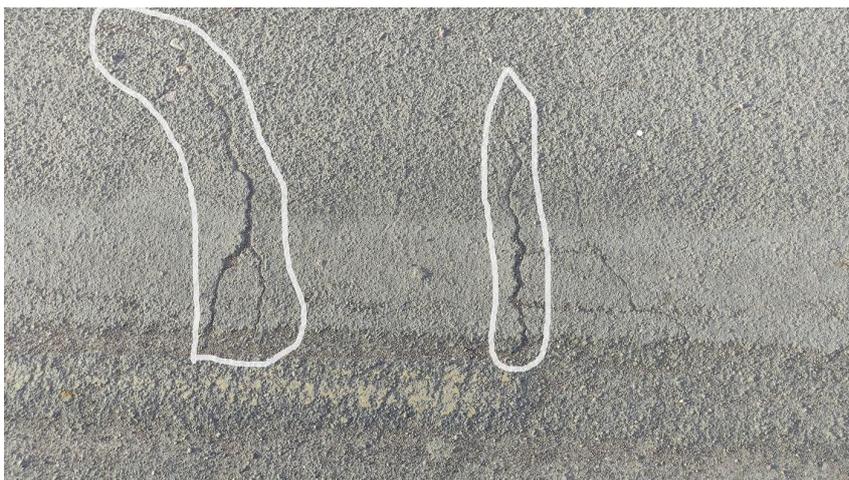
Los abultamientos o elevaciones son pequeños deslizamientos hacia encima de la superficie del pavimento. El hundimiento son las deformaciones hacia abajo pequeños y abruptos de la superficie del pavimento.



**Foto 2.** Se presentan los daños por hundimiento con mayor gravedad en la calzada derecha en la U/M 08 de la vía TA-104 del km 2+000 al 3+000, región de Tacna.  
Fuente: Elaboración propia.

### **Grietas Longitudinales y Transversales**

El eje del pavimento es paralelo a las grietas longitudinales. Las grietas transversales se desarrollan perpendicularmente al eje del pavimento o a la dirección de construcción. Normalmente esta patología no está asociada con cargas.



**Foto 3.** Se presentan los daños por grietas longitudinales y transversales con mayor severidad en la calzada derecha en la U/M 02 de la vía TA-104 del km 2+000 al 3+000, región de Tacna.  
Fuente: Elaboración propia.

### **Parcheo**

Un parche es un área de pavimento la cual ha sido sustituida con material nuevo para subsanar la carpeta asfáltica existente.



**Foto 4.** Se presentan la patología de parcheo con mayor severidad en la calzada derecha en la U/M 07 de la vía TA-104 del km 2+000 al 3+000, región de Tacna.  
Fuente: Elaboración propia.

## Huecos

Es la pérdida de pequeñas áreas de la carpeta asfáltica en la superficie, usualmente con diámetros menores que 0.90 m y con forma de tazón.



**Foto 5.** Se presentan la patología de huecos con mayor severidad en la calzada derecha en la U/M 11 de la vía TA-104 del km 2+000 al 3+000, región de Tacna.  
Fuente: Elaboración propia.

## Ahuellamiento

Es la depresión en la superficie de los neumáticos de los vehículos ligeros y pesados, se presenta el levantamiento de la carpeta asfáltica a lo largo de la vía.



**Foto 6.** Se presentan la patología de ahuellamiento con mayor severidad en la calzada derecha en la U/M 09 de la vía TA-104 del km 2+000 al 3+000, región de Tacna.  
Fuente: Elaboración propia.

### **Desprendimiento de agregados**

Es la pérdida de la superficie de la carpeta asfáltica debido a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado.



**Foto 7.** Se presentan la patología de huecos con mayor severidad en la calzada derecha en la U/M 09 de la vía TA-104 del km 2+000 al 3+000, región de Tacna.  
Fuente: Elaboración propia.

### **c) Niveles de grados de severidad de las fallas**

Para el desarrollo del presente trabajo, por cada patología y/o fallas identificadas en la vía TA-104 del km 2+000 al 3+000, región de Tacna, se clasifica tres tipos de

niveles de severidad las cuales son identificadas en cada unidad de muestra con las siguientes nomenclaturas.

L: Severidad Baja

M: Severidad Media

H: Severidad Alta

**Tabla 9.**  
*Grado de Severidad.*

Tipo de Falla	SEVERIDAD		
	Low (L)	Medium (M)	High (H)
Elevaciones y Hundimiento	originan una calidad de tránsito de baja severidad	originan una calidad de tránsito de severidad media	originan una calidad de tránsito de severidad alta
Grietas longitudinales y transversales	Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm Grieta con relleno de condición satisfactoria del material llenante	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. Grieta rellena de cualquier ancho, rodeada de grietas aleatorias pequeñas.	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 Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas
Parqueo	El parche está en buena condición buena y es satisfactorio	“El parche está moderadamente deteriorado”	El parche está muy deteriorado
Huecos	102mm<d<203mm 25.4mm<h<50.8mm	203mm<d<457mm 25.4mm<h<50.8mm	457mm<d<762mm 25.4mm<h<50.8mm
Ahuellamiento	6.0 a 13.0 mm	>13.0 mm a 25.0 mm	> 25.0 mm
Desprendimientos de agregados	Han comenzado a perderse los agregados o el ligante.	“Se han perdido los agregados o el ligante	Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante

Nota: Parámetros para la clasificación de severidad según cada falla o patología donde d= diámetro y h: profundidad.

Fuente: Elaboración propia.

Luego de haber inspeccionado y evaluado las unidades de muestreo se obtiene los siguientes resultados de campo.

**Tabla 10.**

*Resumen de Fallas y Niveles de Severidad por Unidad de Muestra.*

Ubicación	Daño	Severidad
UM-01	19	M
UM-01	19	H
UM-02	19	H
UM-02	19	M
UM-02	10	M
UM-03	10	M
UM-03	19	M
UM-03	19	H
UM-04	19	H
UM-04	19	M
UM-04	10	M
UM-05	19	M
UM-06	19	L
UM-06	19	H
UM-07	19	H
UM-07	15	L
UM-07	11	M
UM-07	19	M
UM-08	19	H
UM-08	4	L
UM-09	19	H
UM-10	19	M
UM-10	15	L
UM-11	13	L
UM-11	19	M
UM-11	15	L

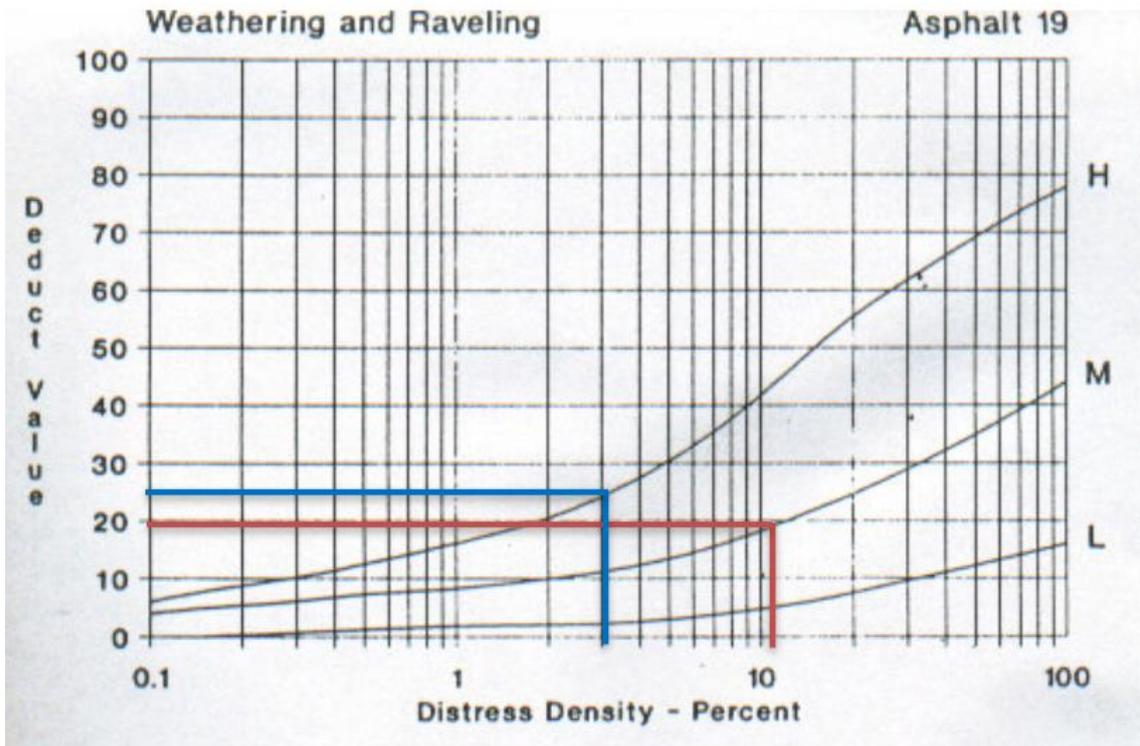
Nota: Se presenta el resumen de las fallas identificadas en la vía TA-104 del km 2+000 al 3+000  
Fuente: Elaboración propia.

### **Procesamiento de datos para la metodología PCI**

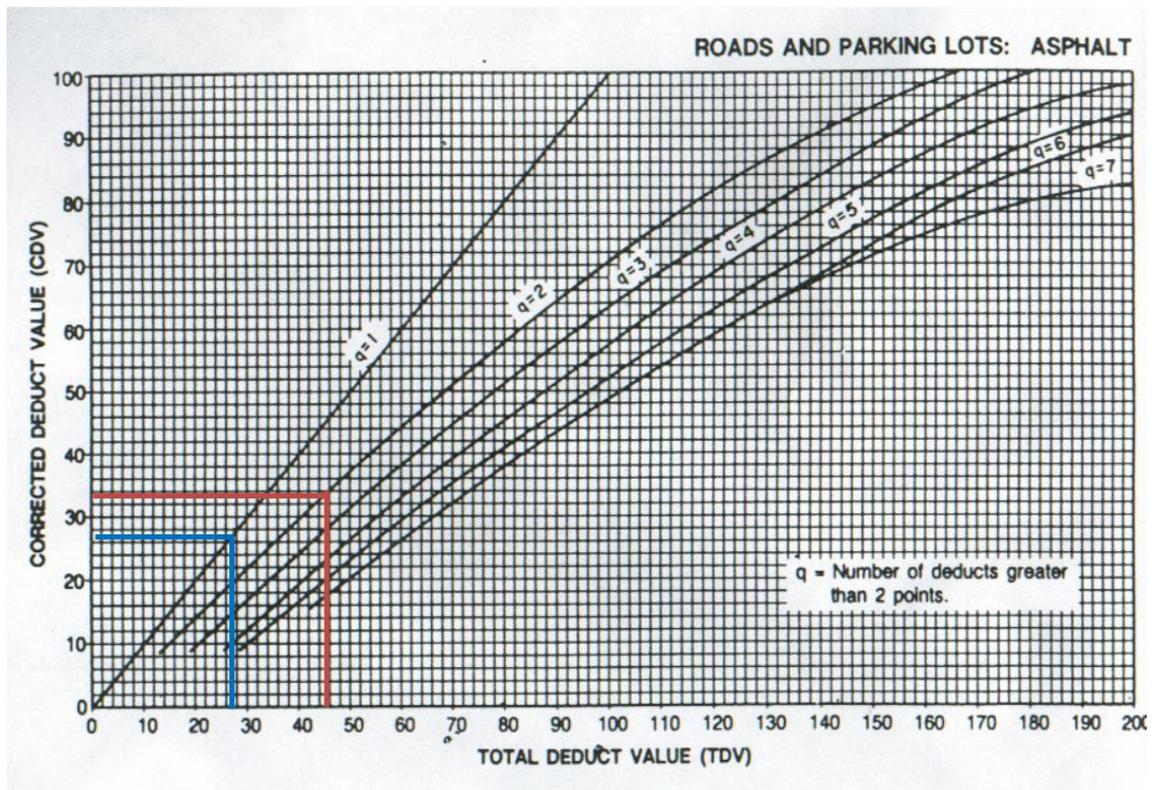
El análisis se realizó mediante los formatos establecidos en la normativa ASTM D 6433 (Pavement Condition Index), luego de una inspección visual de las patologías en la superficie de la carpeta asfáltica, con la ayuda de algunas herramientas manuales y materiales, así mismo el trabajo en gabinete con la ayuda de software de informática y estadística, se determinó los siguientes resultados producto del trabajo en campo y gabinete el cual se muestra a continuación.



CURVAS PARA PARÁMETROS DEL VALOR DEDUCIDO

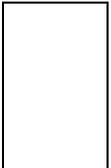


CALCULO DEL VALOR DECUDICO CORREGIDO

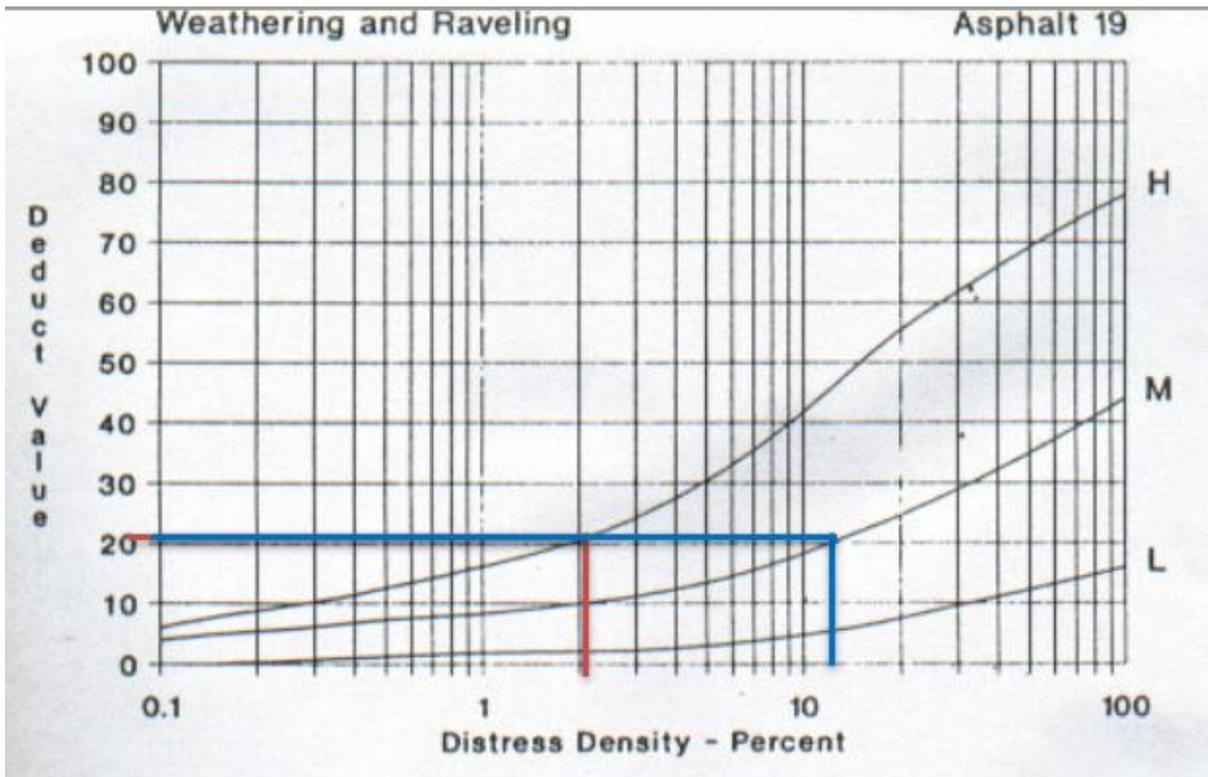


**Tabla 12.**

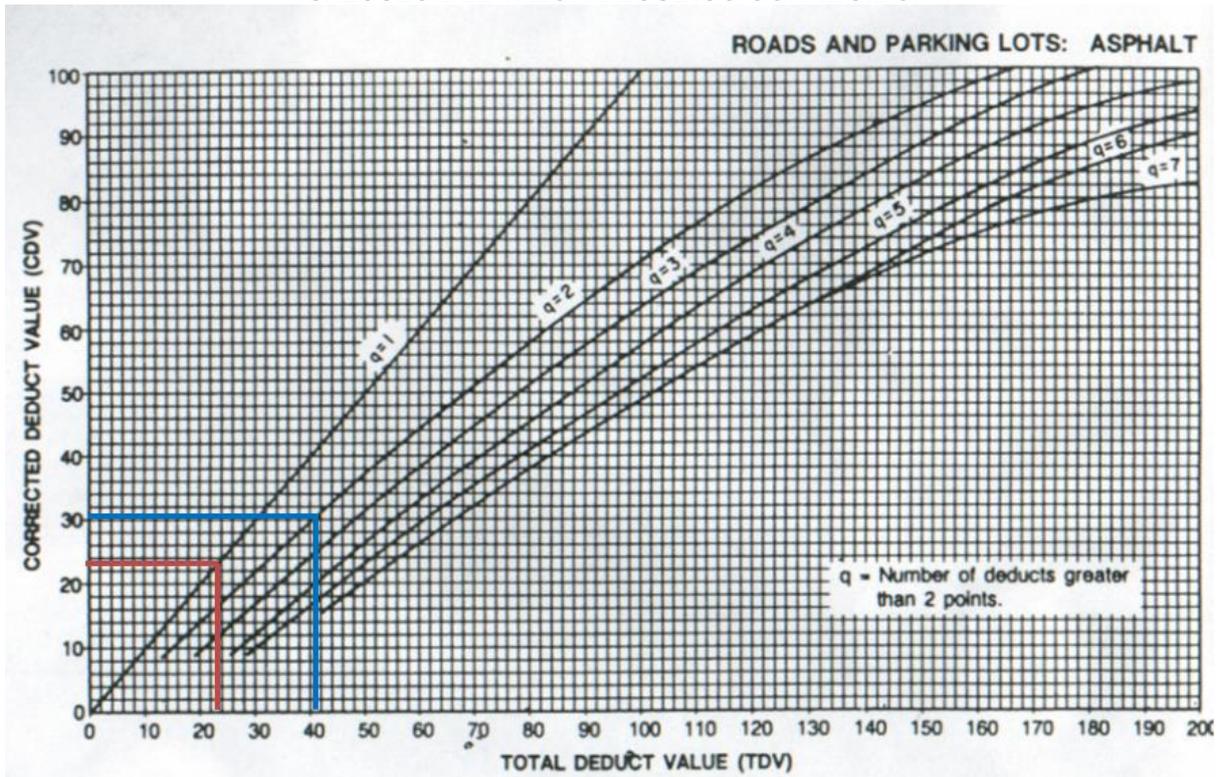
Unidad de Muestreo-02.

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE LA CARPETA ASFÁLTICA APLICANDO EL MÉTODO PCI PARA DETERMINAR EL NIVEL DE CONSERVACIÓN VIAL DE LA VÍA TA-104 KM 2+000 AL 3+000, REGIÓN TACNA - 2022							
Código de la vía: TA-104				Region: Tacna			Fecha: 29/09/2022		
Lado:	Unidad muestrada:	UM-02	Abcisa inicial:	2+373.42	Abcisa final:	2+408.82			
Area de la muestra (m²):		230.10	Inspeccionado por: Alex Kenyi Mamani Mamani						
Tipos de fallas									
OBSERVACIONES	1. PC	(m²)	11. PA	(m²)	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES B= 6.50 mts  L= 35.40 mts				
	2. EX	(m²)	12. PU	(m²)					
	3. BLO	(m²)	13. HUE	(und)					
	4. ABH	(m²)	14. CF	(m²)					
	5. COR	(m²)	15. AHU	(m²)					
	6. DEP	(m²)	16. DES	(m²)					
	7. GB	(m)	17. GP	(m²)					
	8. GR	(m)	18. HINC	(m²)					
	9. DN	(m)	19. DA	(m²)					
	10. GLT	(m)							
FALLAS ENCONTRADAS									
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
19	H	2.34	2.40			4.74	2.06	21.00	
19	M	18.00	14.40			32.40	14.08	20.00	
10	M	0.80				0.80	0.35	1.00	
							<b>MAX V.D.=</b>	<b>21.00</b>	
CÁLCULO DEL NUMERO MAXIMO ADMINISBLE									
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$				mi =		8.26	Número de valores deducidos >2 (q)		
N°	CÁLCULO DE LOS VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	Q	C.V.D	
1	21.00	20.00				41.00	2.00	31	
2	21.00	2.00				23.00	1.00	23	
							<b>MAX V.D.=</b>	<b>31.00</b>	
<b>PCI</b>	$PCI = 100 - MAX.CDV$			PCI =	69.00	<b>REGULAR</b>			

CURVAS PARA PARÁMETROS DEL VALOR DEDUCIDO

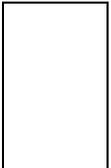


CALCULO DEL VALOR DECUDICO CORREGIDO

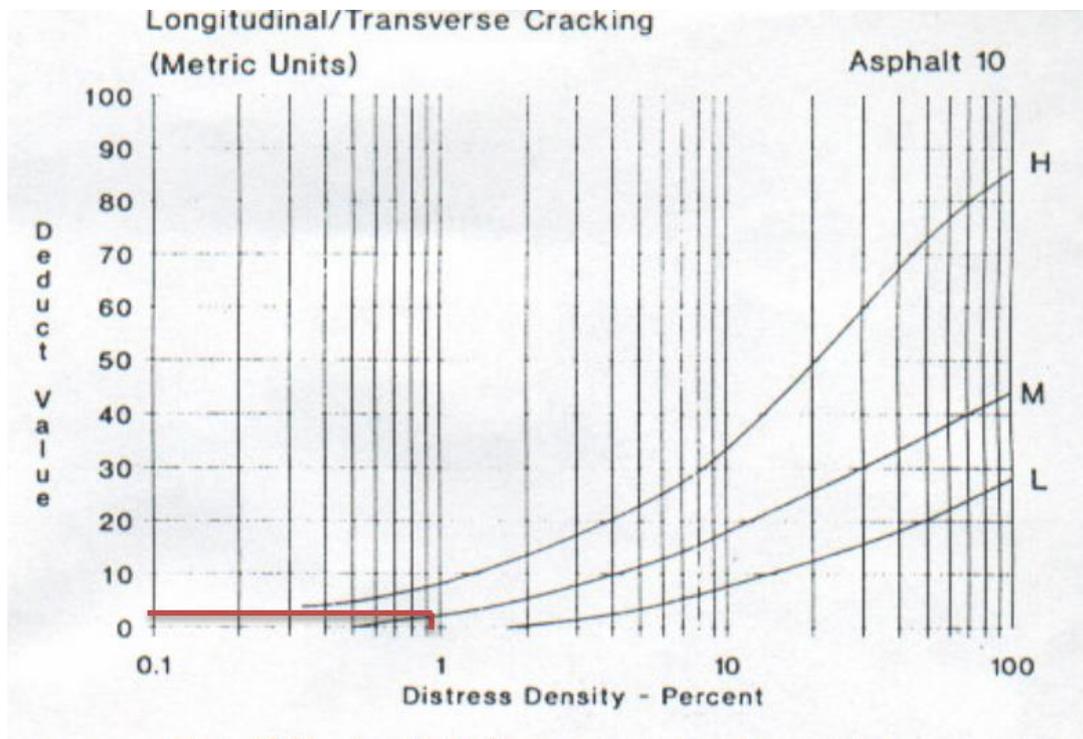
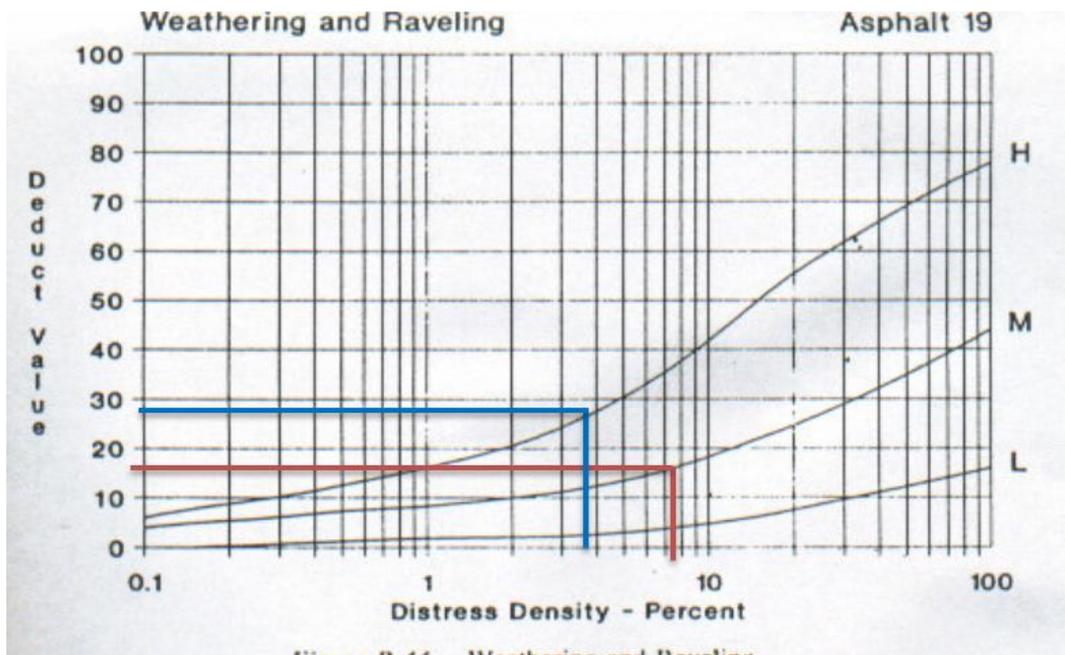


**Tabla 13.**

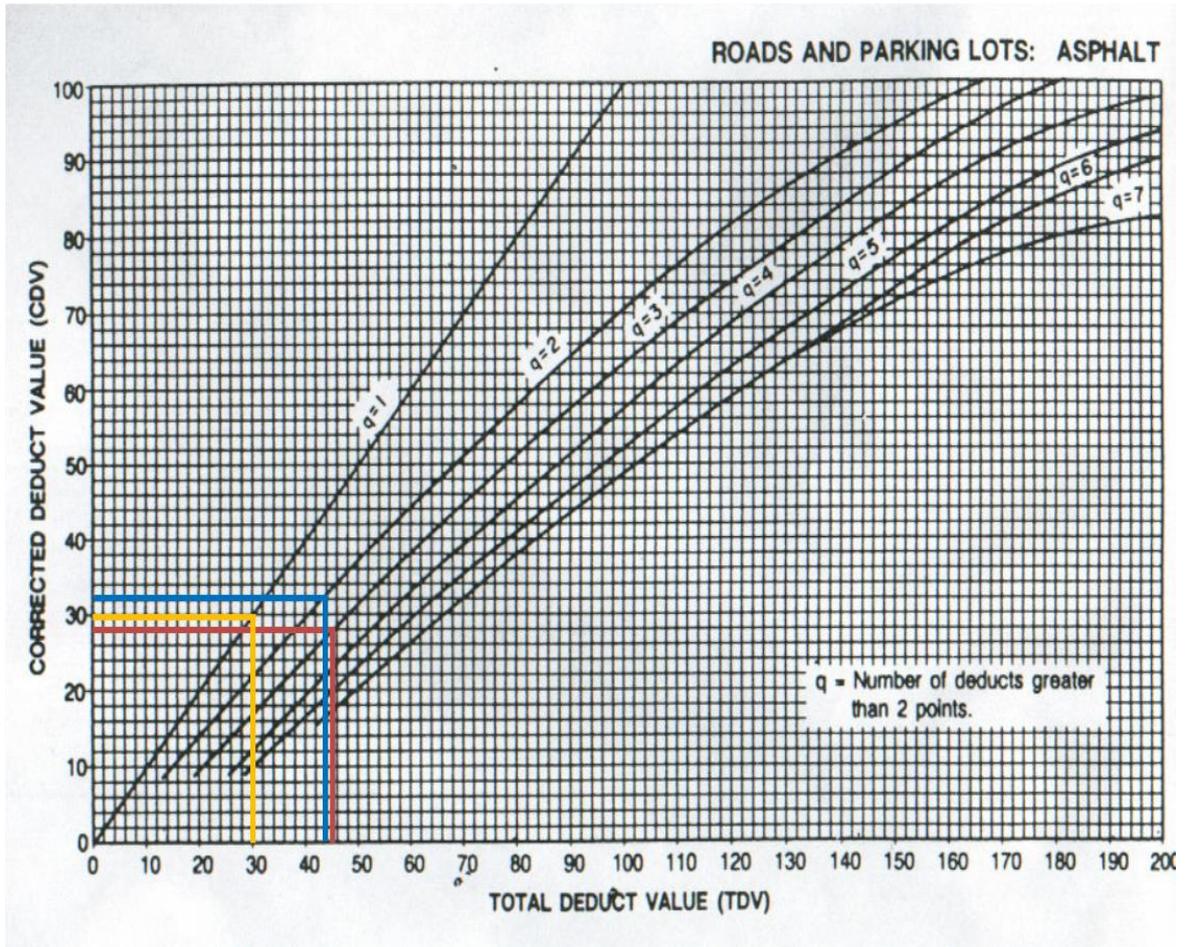
Unidad de Muestreo-03.

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE LA CARPETA ASFÁLTICA APLICANDO EL MÉTODO PCI PARA DETERMINAR EL NIVEL DE CONSERVACIÓN VIAL DE LA VÍA TA-104 KM 2+000 AL 3+000, REGIÓN TACNA - 2022							
Código de la vía: TA-104				Region: Tacna			Fecha: 29/09/2022		
Lado:	Unidad mustrada:	UM-03	Abcisa inicial:	2+373.42	Abcisa final:	2+408.82			
Area de la muestra (m²):		230.10	Inspeccionado por: Alex Kenyi Mamani Mamani						
Tipos de fallas									
OBSERVACIONES	1. PC	(m²)	11. PA	(m²)	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES B= 6.50 mts  L= 35.40 mts				
	2. EX	(m²)	12. PU	(m²)					
	3. BLO	(m²)	13. HUE	(und)					
	4. ABH	(m²)	14. CF	(m²)					
	5. COR	(m²)	15. AHU	(m²)					
	6. DEP	(m²)	16. DES	(m²)					
	7. GB	(m)	17. GP	(m²)					
	8. GR	(m)	18. HINC	(m²)					
	9. DN	(m)	19. DA	(m²)					
	10. GLT	(m)							
FALLAS ENCONTRADAS									
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
10	M	2.28				2.28	0.99	3.00	
19	M	16.00				16.00	6.95	16.00	
19	H	6.00	0.24	0.80	0.48	7.52	3.27	26.00	
							<b>MAX V.D.=</b>	<b>26.00</b>	
CÁLCULO DEL NUMERO MAXIMO ADMINISBLE									
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$			mi =		7.80	Número de valores deducidos >2 (q)			
N°	CÁLCULO DE LOS VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	Q	C.V.D	
1	26.00	16.00	3.00			45.00	3.00	<b>28</b>	
2	26.00	16.00	2.00			44.00	2.00	<b>32</b>	
3	26.00	2.00	2.00			30.00	1.00	<b>29</b>	
							<b>MAX V.D.=</b>	<b>32.00</b>	
<b>PCI</b>	$PCI = 100 - MAX.CDV$		PCI =	68.00		<b>REGULAR</b>			

CURVAS PARA PARÁMETROS DEL VALOR DEDUCIDO

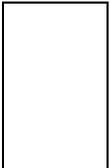


# CALCULO DEL VALOR DECUDICO CORREGIDO

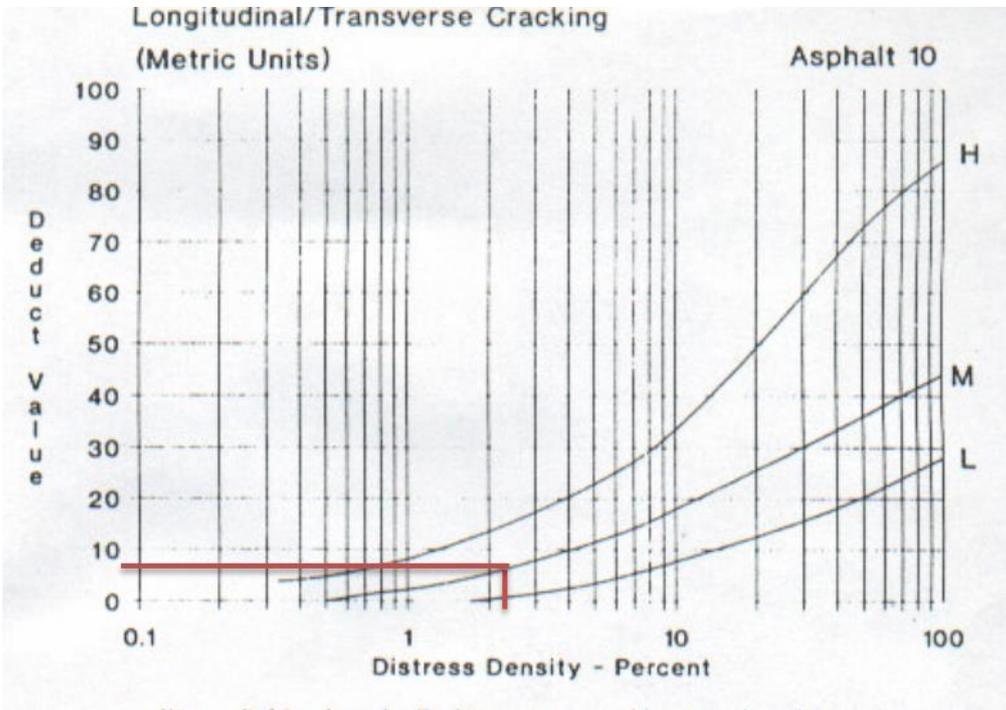
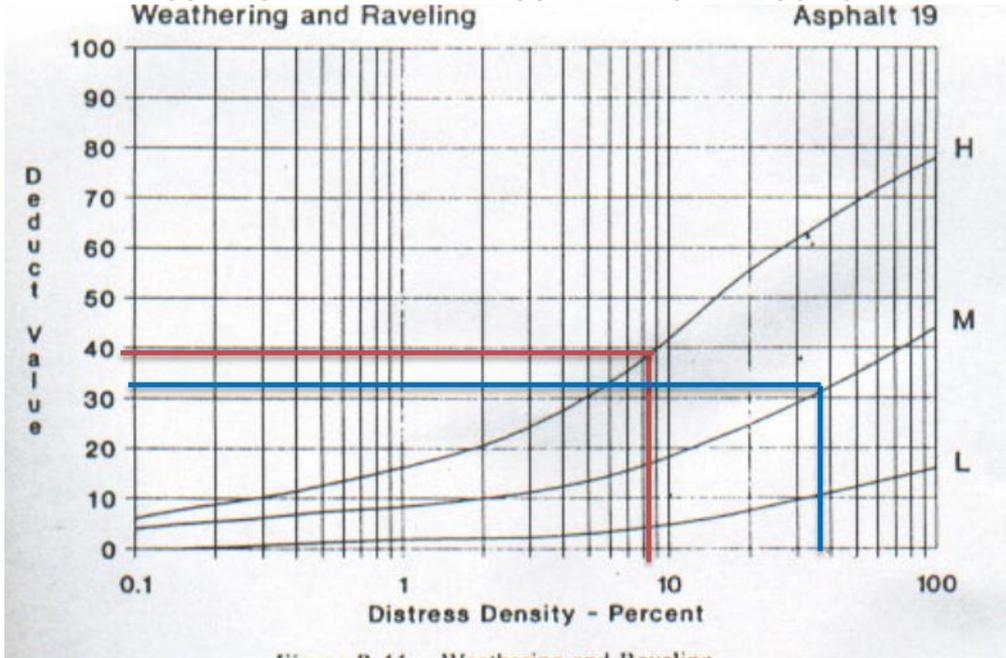


**Tabla 14.**

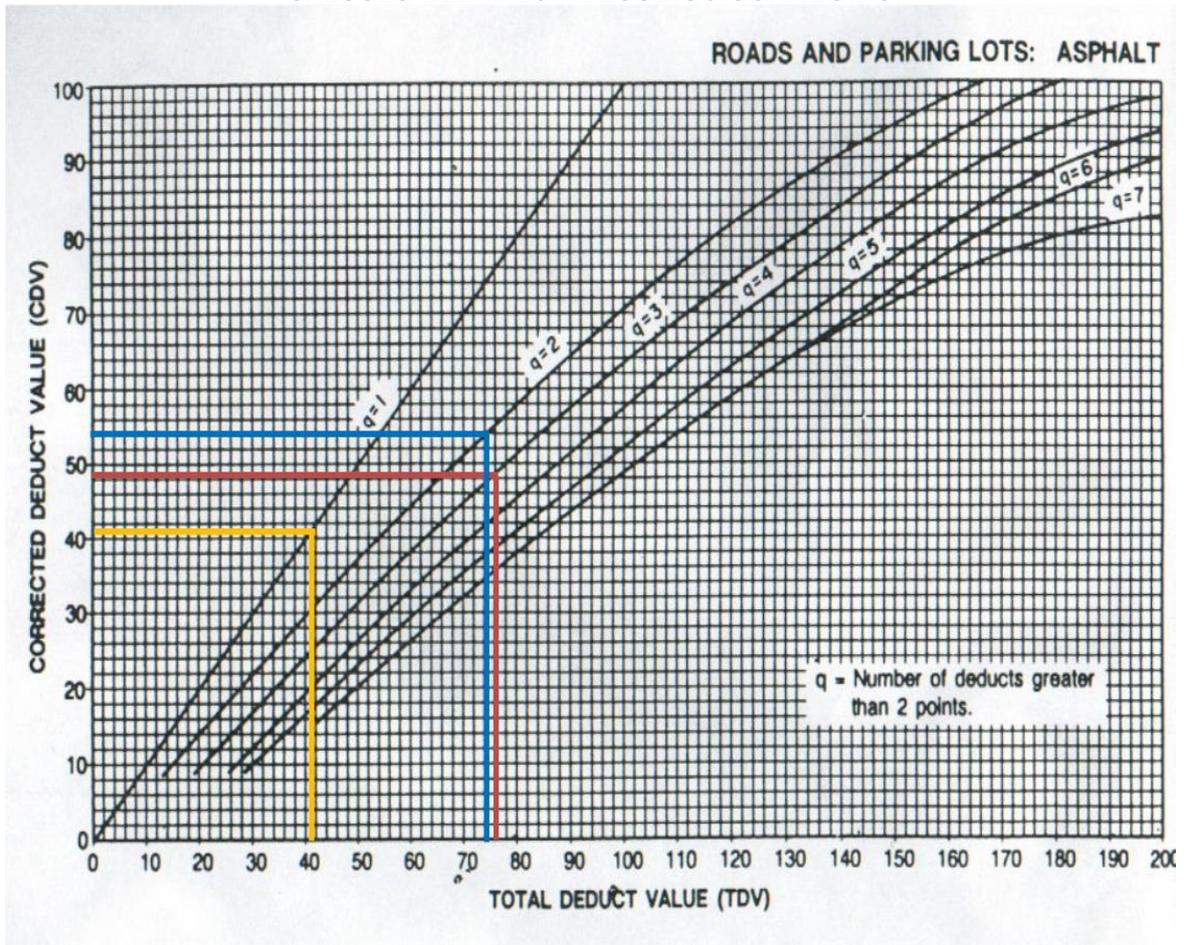
Unidad de Muestreo-04.

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE LA CARPETA ASFÁLTICA APLICANDO EL MÉTODO PCI PARA DETERMINAR EL NIVEL DE CONSERVACIÓN VIAL DE LA VÍA TA-104 KM 2+000 AL 3+000, REGIÓN TACNA - 2022							
Código de la vía: TA-104				Region: Tacna			Fecha: 29/09/2022		
Lado:	Unidad mustrada:	UM-04	Abcisa inicial:	2+444.68	Abcisa final:	2+480.08			
Area de la muestra (m²):		230.10	Inspeccionado por: Alex Kenyi Mamani Mamani						
Tipos de fallas									
OBSERVACIONES	1. PC	(m²)	11. PA	(m²)	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES B= 6.50 mts  L= 35.40 mts				
	2. EX	(m²)	12. PU	(m²)					
	3. BLO	(m²)	13. HUE	(und)					
	4. ABH	(m²)	14. CF	(m²)					
	5. COR	(m²)	15. AHU	(m²)					
	6. DEP	(m²)	16. DES	(m²)					
	7. GB	(m)	17. GP	(m²)					
	8. GR	(m)	18. HINC	(m²)					
	9. DN	(m)	19. DA	(m²)					
	10. GLT	(m)							
FALLAS ENCONTRADAS									
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
19	H	18.00	2.10			20.10	8.74	39.00	
19	M	56.64	33.90			90.54	39.35	33.00	
10	M	10.50				10.50	4.56	4.00	
							<b>MAX V.D.=</b>	<b>39.00</b>	
CÁLCULO DEL NUMERO MAXIMO ADMINISBLE									
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$				mi =		6.60	Número de valores deducidos >2 (q)		
N°	CÁLCULO DE LOS VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	Q	C.V.D	
1	39.00	33.00	4.00			76.00	3.00	<b>49</b>	
2	39.00	33.00	2.00			74.00	2.00	<b>54</b>	
3	39.00	2.00				41.00	1.00	<b>41</b>	
							<b>MAX V.D.=</b>	<b>54.00</b>	
<b>PCI</b>	$PCI = 100 - MAX.CDV$			PCI =	46.00	<b>POBRE</b>			

CURVAS PARA PARÁMETROS DEL VALOR DEDUCIDO

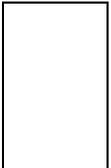


CALCULO DEL VALOR DECUDICO CORREGIDO

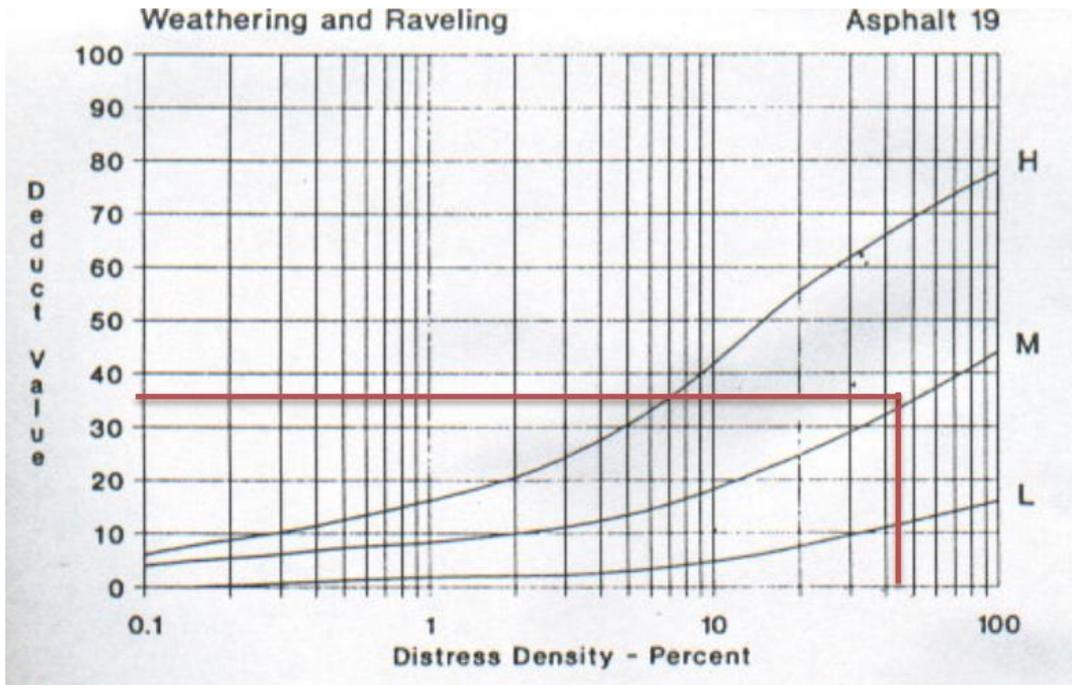


**Tabla 15.**

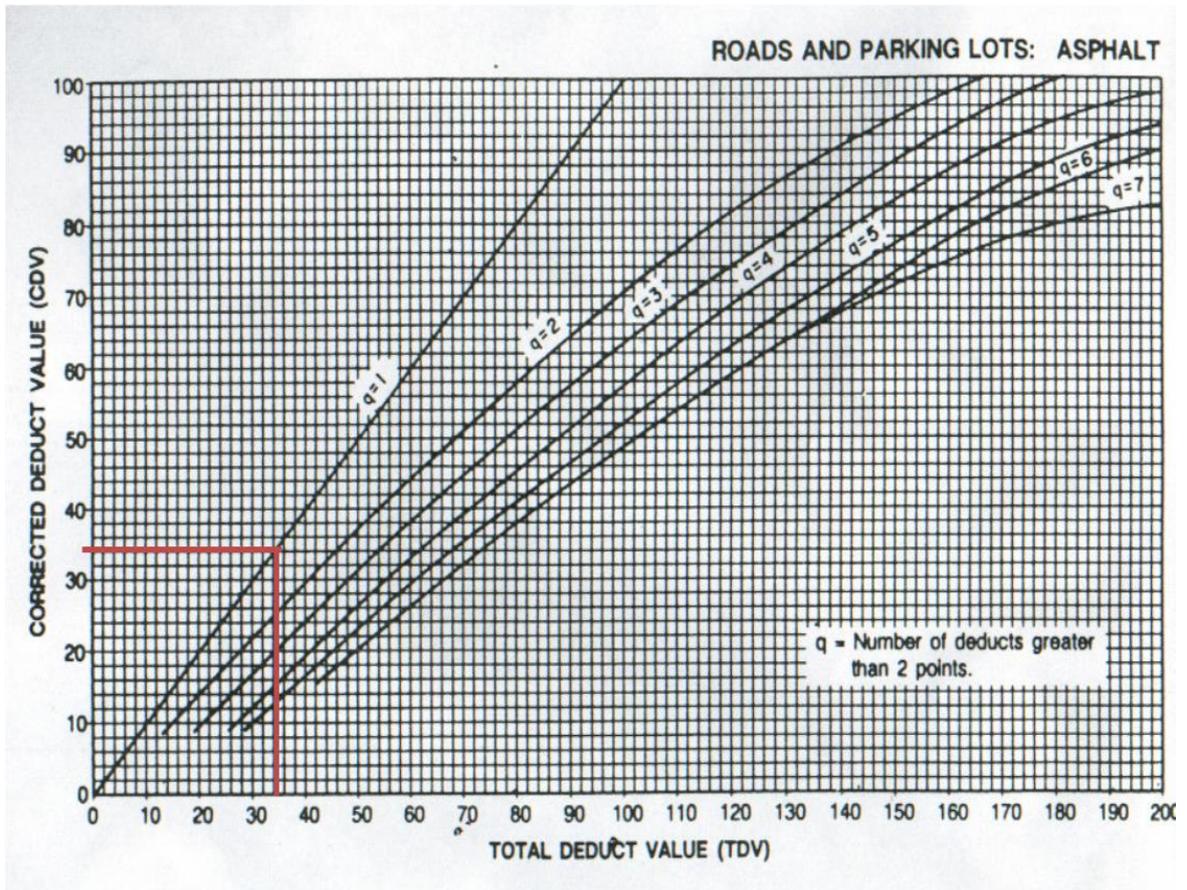
Unidad de Muestreo-05.

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE LA CARPETA ASFÁLTICA APLICANDO EL MÉTODO PCI PARA DETERMINAR EL NIVEL DE CONSERVACIÓN VIAL DE LA VÍA TA-104 KM 2+000 AL 3+000, REGIÓN TACNA - 2022							
Código de la vía: TA-104				Region: Tacna			Fecha: 29/09/2022		
Lado:	Unidad muestrada:	UM-05	Abcisa inicial:	2+506.68	Abcisa final:	2+542.08			
Area de la muestra (m²):		230.10	Inspeccionado por: Alex Kenyi Mamani Mamani						
Tipos de fallas									
OBSERVACIONES	1. PC	(m²)	11. PA	(m²)	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES B= 6.50 mts  L= 35.40 mts				
	2. EX	(m²)	12. PU	(m²)					
	3. BLO	(m²)	13. HUE	(und)					
	4. ABH	(m²)	14. CF	(m²)					
	5. COR	(m²)	15. AHU	(m²)					
	6. DEP	(m²)	16. DES	(m²)					
	7. GB	(m)	17. GP	(m²)					
	8. GR	(m)	18. HINC	(m²)					
	9. DN	(m)	19. DA	(m²)					
	10. GLT	(m)							
FALLAS ENCONTRADAS									
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
19	M	96.00	12.00			108.00	46.94	34.00	
							<b>MAX V.D.=</b>	<b>34.00</b>	
CÁLCULO DEL NUMERO MAXIMO ADMINISBLE									
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$				mi =		7.06	Número de valores deducidos >2 (q)		
N°	CÁLCULO DE LOS VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	Q	C.V.D	
1	34.00					34.00	1.00	34	
							<b>MAX V.D.=</b>	<b>34.00</b>	
<b>PCI</b>	$PCI = 100 - MAX.CDV$			PCI =	66.00	<b>REGULAR</b>			

CURVAS PARA PARÁMETROS DEL VALOR DEDUCIDO

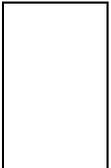


CALCULO DEL VALOR DECUDIDO CORREGIDO

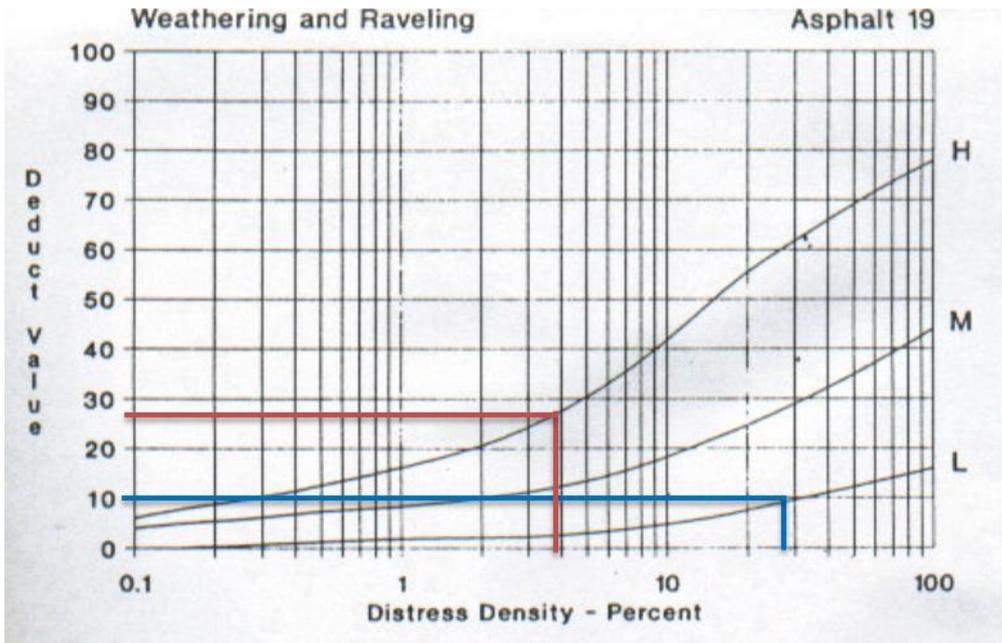


**Tabla 16.**

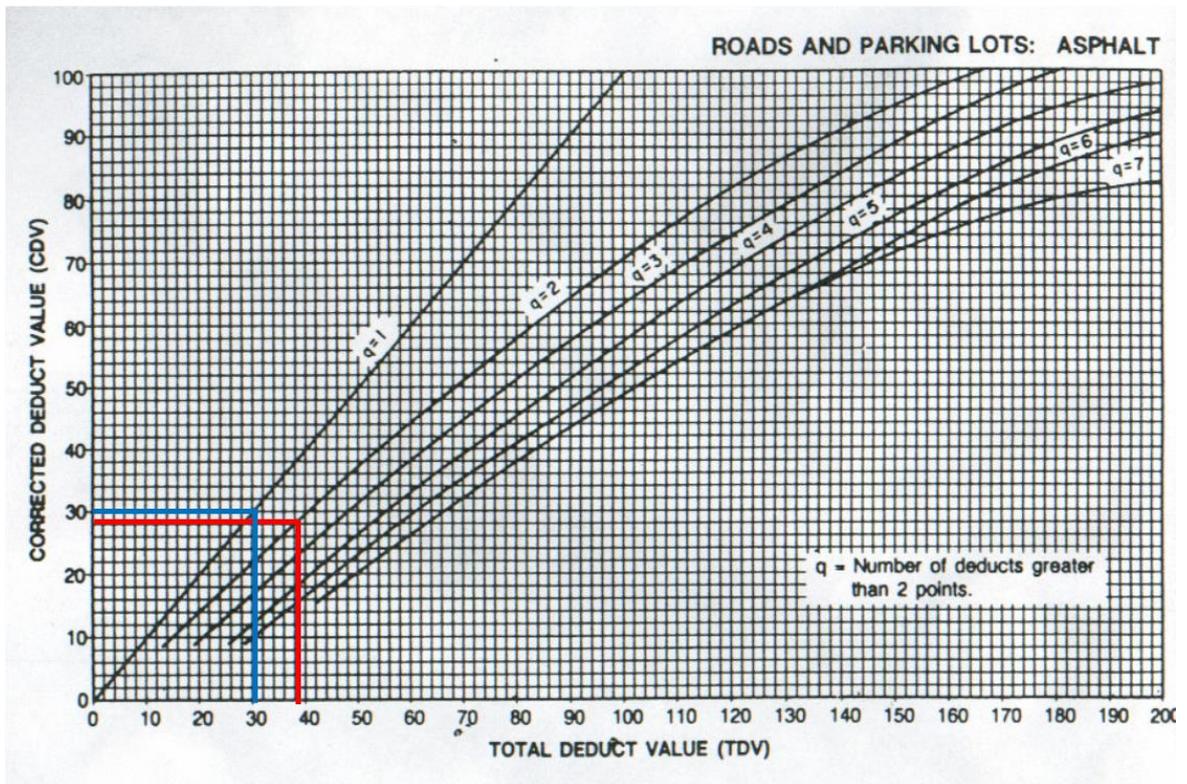
Unidad de Muestreo-06.

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE LA CARPETA ASFÁLTICA APLICANDO EL MÉTODO PCI PARA DETERMINAR EL NIVEL DE CONSERVACIÓN VIAL DE LA VÍA TA-104 KM 2+000 AL 3+000, REGIÓN TACNA - 2022							
Código de la vía: TA-104				Region: Tacna			Fecha: 29/09/2022		
Lado:	Unidad mustrada:	UM-06	Abcisa inicial:	2+588.30	Abcisa final:	2+623.70			
Area de la muestra (m²):		230.10	Inspeccionado por: Alex Kenyi Mamani Mamani						
Tipos de fallas									
OBSERVACIONES	1. PC	(m²)	11. PA	(m²)	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES B= 6.50 mts  L= 35.40 mts				
	2. EX	(m²)	12. PU	(m²)					
	3. BLO	(m²)	13. HUE	(und)					
	4. ABH	(m²)	14. CF	(m²)					
	5. COR	(m²)	15. AHU	(m²)					
	6. DEP	(m²)	16. DES	(m²)					
	7. GB	(m)	17. GP	(m²)					
	8. GR	(m)	18. HINC	(m²)					
	9. DN	(m)	19. DA	(m²)					
	10. GLT	(m)							
FALLAS ENCONTRADAS									
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
19	L	63.00	0.14			63.14	27.44	10.00	
19	H	9.00				9.00	3.91	28.00	
							<b>MAX V.D.=</b>	<b>28.00</b>	
CÁLCULO DEL NUMERO MAXIMO ADMINISBLE									
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$			mi =		7.61	Número de valores deducidos >2 (q)			
N°	CÁLCULO DE LOS VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	Q	C.V.D	
1	28.00	10.00				38.00	2.00	<b>38</b>	
2	28.00	2.00				30.00	1.00	<b>30</b>	
							<b>MAX V.D.=</b>	<b>38.00</b>	
<b>PCI</b>	$PCI = 100 - MAX.CDV$		PCI =	62.00	<b>REGULAR</b>				

### CURVAS PARA PARÁMETROS DEL VALOR DEDUCIDO

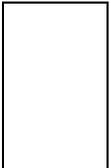


### CALCULO DEL VALOR DECUDICO CORREGIDO

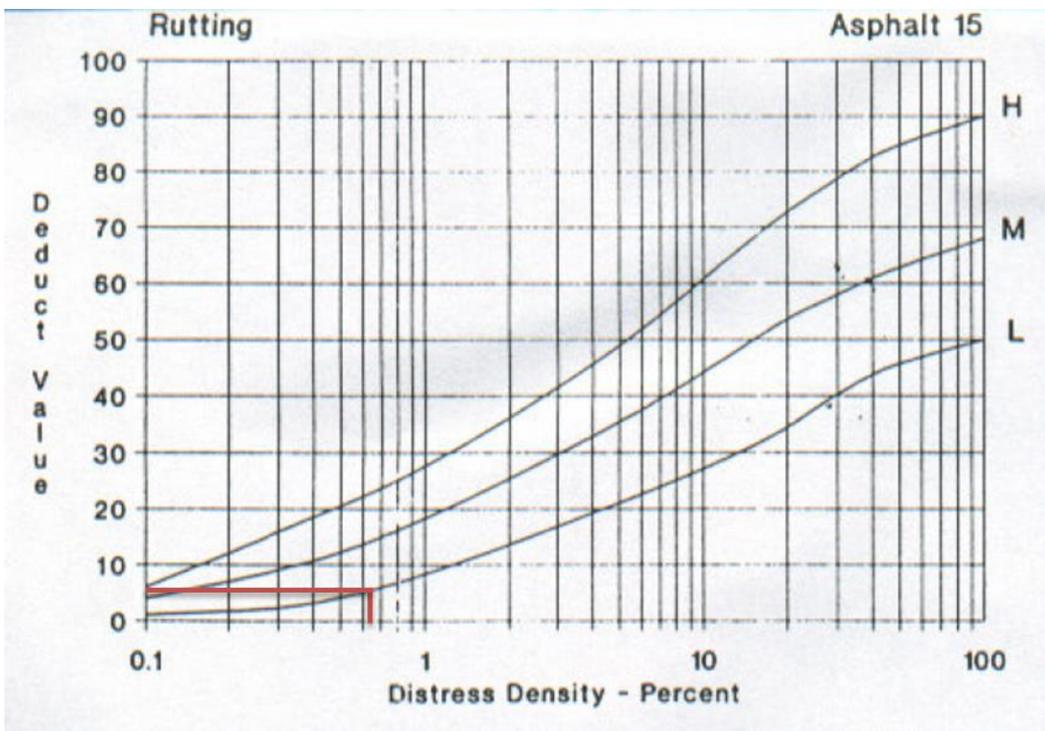
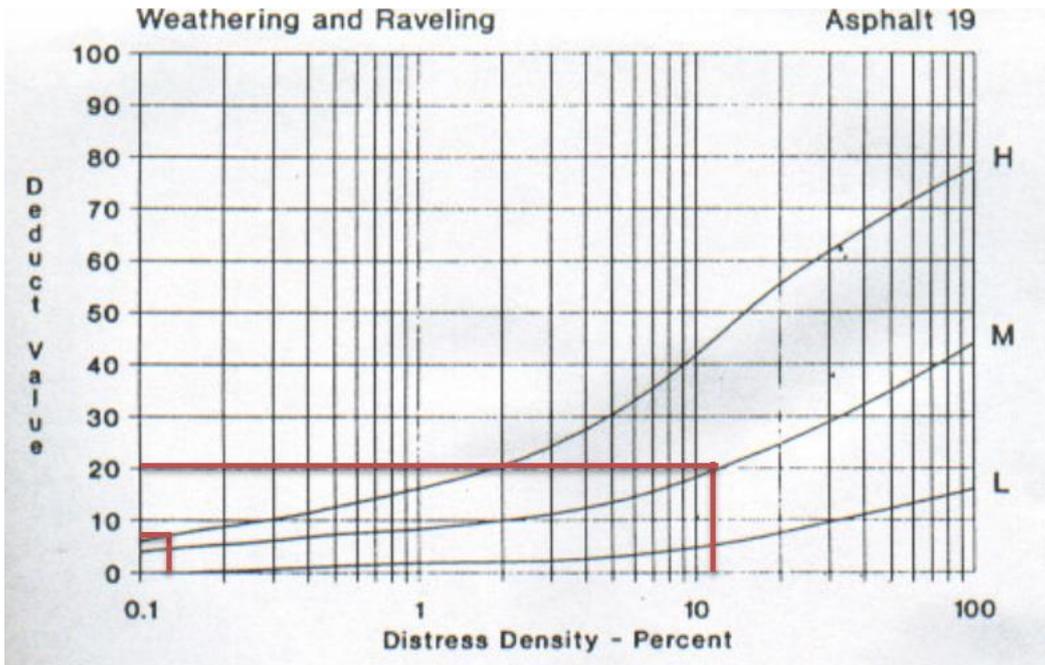


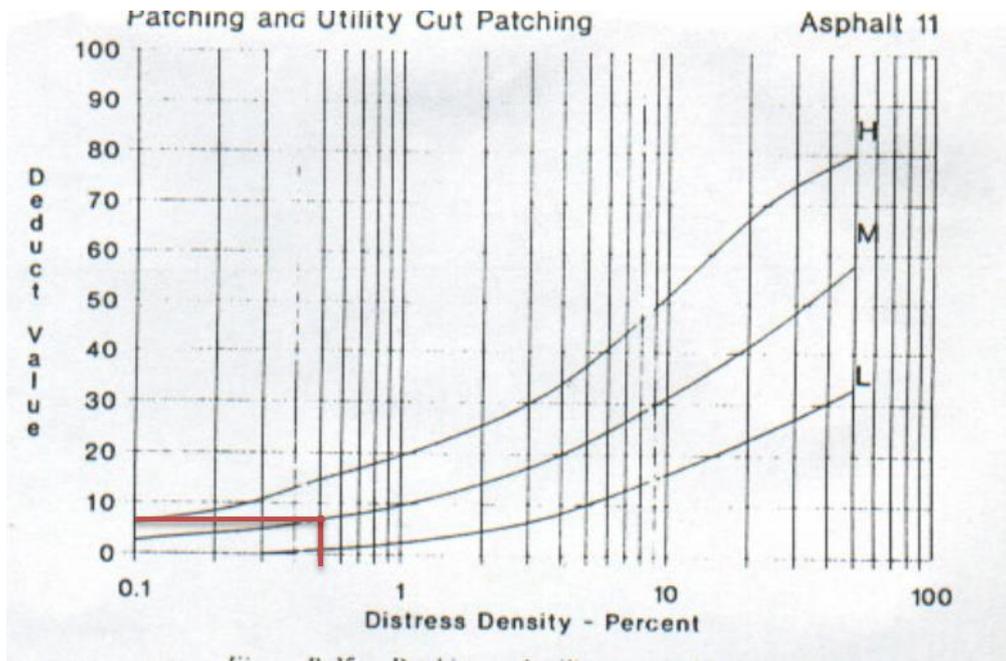
**Tabla 17.**

Unidad de Muestreo-07.

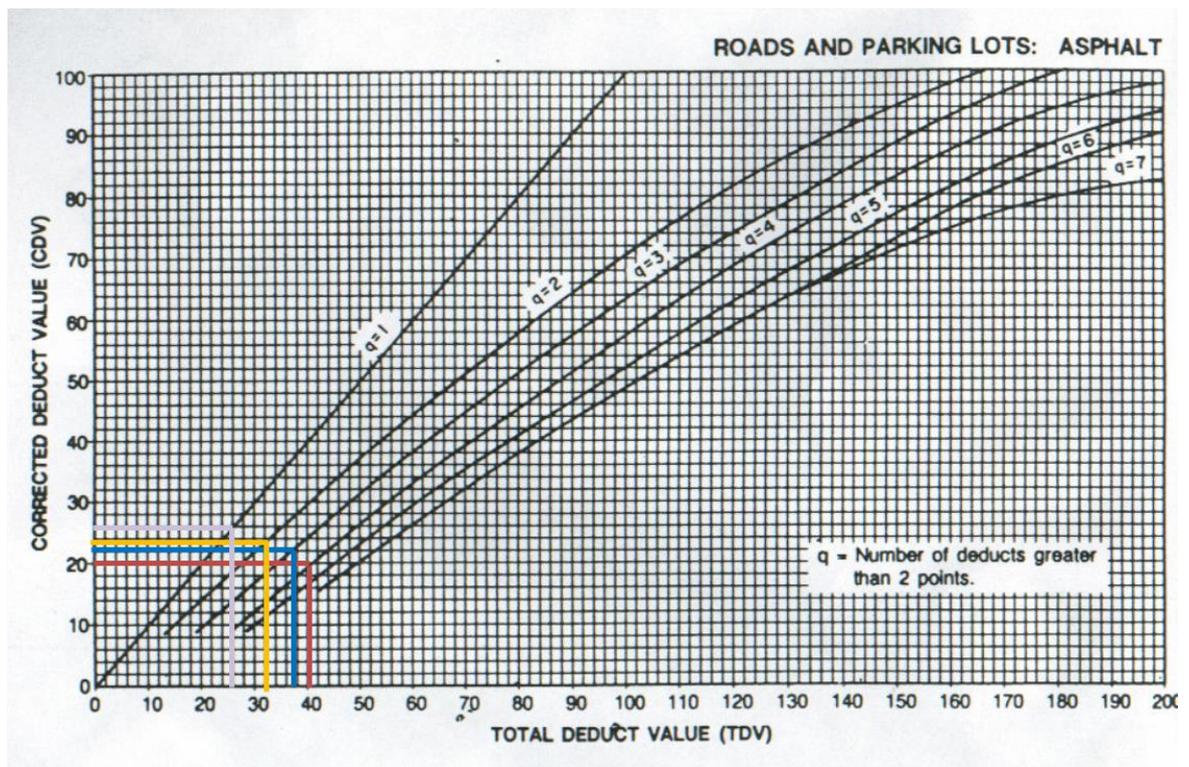
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE LA CARPETA ASFÁLTICA APLICANDO EL MÉTODO PCI PARA DETERMINAR EL NIVEL DE CONSERVACIÓN VIAL DE LA VÍA TA-104 KM 2+000 AL 3+000, REGIÓN TACNA - 2022																		
Código de la vía: TA-104				Region: Tacna			Fecha: 29/09/2022													
Lado:	Unidad mustrada:	UM-07	Abcisa inicial:	2+660.00	Abcisa final:	2+695.40														
Area de la muestra (m²):		230.10	Inspeccionado por: Alex Kenyi Mamani Mamani																	
Tipos de fallas																				
OBSERVACIONES	1. PC (m²)	2. EX (m²)	3. BLO (m²)	4. ABH (m²)	5. COR (m²)	6. DEP (m²)	7. GB (m)	8. GR (m)	9. DN (m)	10. GLT (m)	11. PA (m²)	12. PU (m²)	13. HUE (und)	14. CF (m²)	15. AHU (m²)	16. DES (m²)	17. GP (m²)	18. HINC (m²)	19. DA (m²)	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES B= 6.50 mts L= 35.40 mts 
FALLAS ENCONTRADAS																				
Daño	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad (%)	Valor Deducido											
19	H	0.30	0.12				0.42	0.18	7.00											
15	L	16.10					16.10	7.00	8.00											
11	M	0.03	0.12				0.15	0.07	5.00											
19	M	36.00					36.00	15.65	20.00											
								<b>MAX V.D.=</b>	<b>20.00</b>											
CÁLCULO DEL NUMERO MAXIMO ADMINISBLE																				
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$					mi =		8.35	Número de valores deducidos >2 (q)												
N°	CÁLCULO DE LOS VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	Q	C.V.D												
1	20.00	8.00	7.00	5.00		40.00	4.00	<b>20</b>												
2	20.00	8.00	7.00	2.00		37.00	3.00	<b>22</b>												
3	20.00	8.00	2.00	2.00		32.00	2.00	<b>24</b>												
4	20.00	2.00	2.00	2.00		26.00	1.00	<b>26</b>												
								<b>MAX V.D.=</b>	<b>26.00</b>											
<b>PCI</b>		$PCI = 100 - MAX.CDV$			PCI =	74.00	<b>SATISFACTORIO</b>													

CURVAS PARA PARÁMETROS DEL VALOR DEDUCIDO



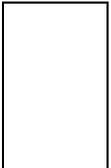


CALCULO DEL VALOR DECUDICO CORREGIDO

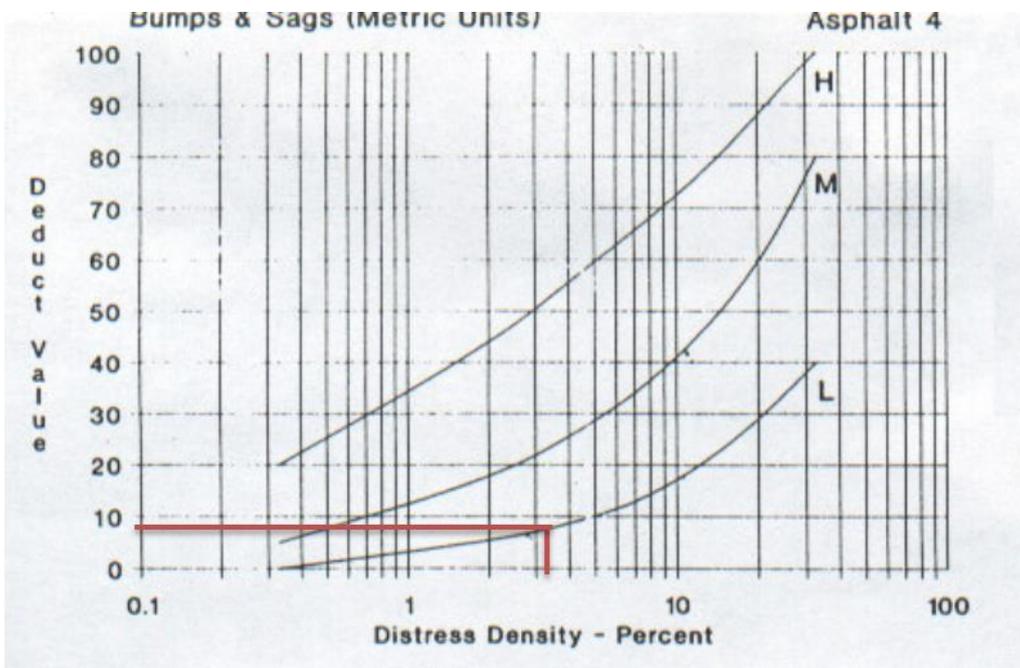
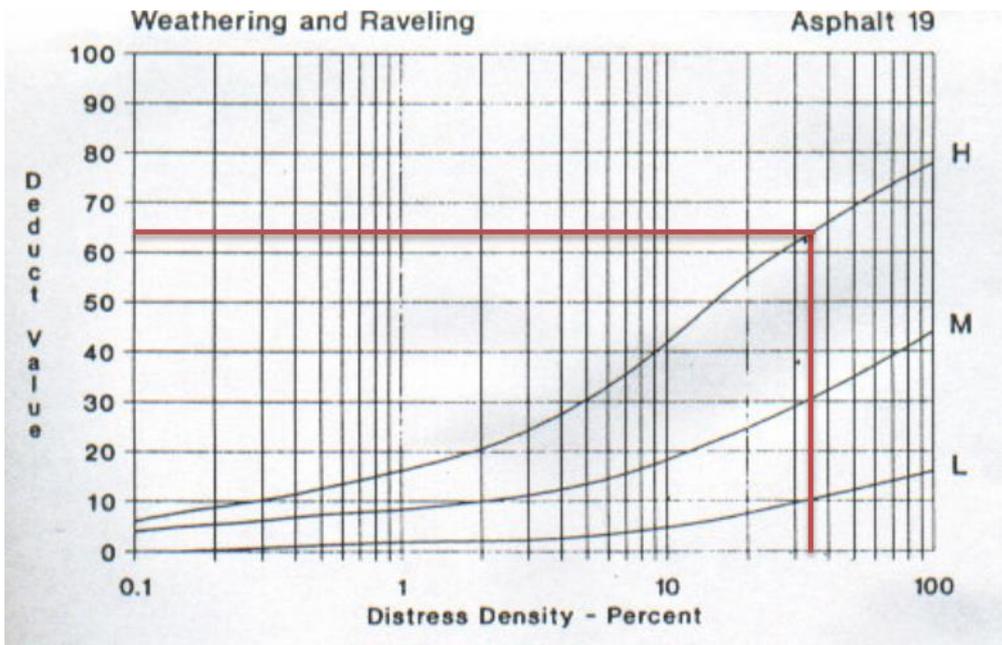


**Tabla 18.**

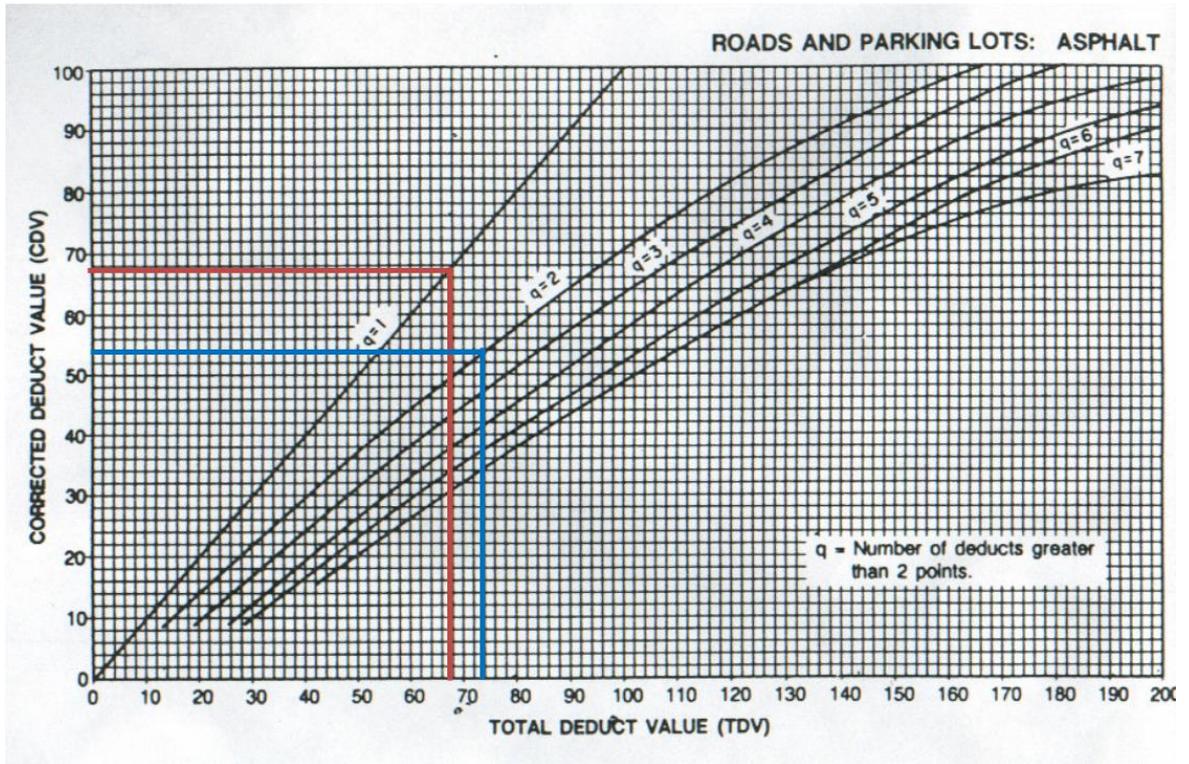
Unidad de Muestreo-08.

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE LA CARPETA ASFÁLTICA APLICANDO EL MÉTODO PCI PARA DETERMINAR EL NIVEL DE CONSERVACIÓN VIAL DE LA VÍA TA-104 KM 2+000 AL 3+000, REGIÓN TACNA - 2022							
Código de la vía: TA-104				Region: Tacna			Fecha: 29/09/2022		
Lado:	Unidad mustrada:	UM-08	Abcisa inicial:	2+731.93	Abcisa final:	2+767.33			
Area de la muestra (m²):		230.10		Inspeccionado por: Alex Kenyi Mamani Mamani					
Tipos de fallas									
OBSERVACIONES	1. PC	(m²)	11. PA	(m²)	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES B= 6.50 mts  L= 35.40 mts				
	2. EX	(m²)	12. PU	(m²)					
	3. BLO	(m²)	13. HUE	(und)					
	4. ABH	(m²)	14. CF	(m²)					
	5. COR	(m²)	15. AHU	(m²)					
	6. DEP	(m²)	16. DES	(m²)					
	7. GB	(m)	17. GP	(m²)					
	8. GR	(m)	18. HINC	(m²)					
	9. DN	(m)	19. DA	(m²)					
	10. GLT	(m)							
FALLAS ENCONTRADAS									
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
19	H	73.50	1.20	1.20		75.90	32.99	65.00	
4	L	0.78				0.78	0.34	8.00	
							<b>MAX V.D.=</b>	<b>65.00</b>	
CÁLCULO DEL NUMERO MAXIMO ADMINISBLE									
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$				mi =		4.21	Número de valores deducidos >2 (q)		
N°	CÁLCULO DE LOS VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	Q	C.V.D	
1	65.00	8.00				73.00	2.00	<b>54</b>	
2	65.00	2.00				67.00	1.00	<b>67</b>	
							<b>MAX V.D.=</b>	<b>67.00</b>	
<b>PCI</b>	$PCI = 100 - MAX.CDV$			PCI =	33.00	<b>MUY POBRE</b>			

CURVAS PARA PARÁMETROS DEL VALOR DEDUCIDO

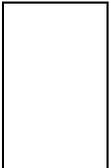


# CALCULO DEL VALOR DECUDICO CORREGIDO

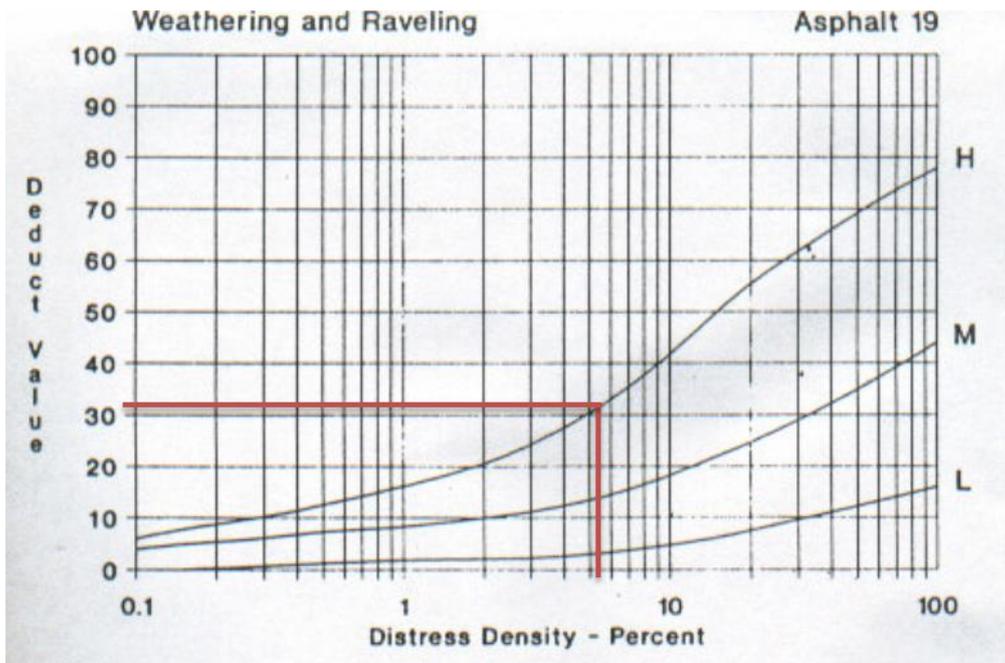


**Tabla 19.**

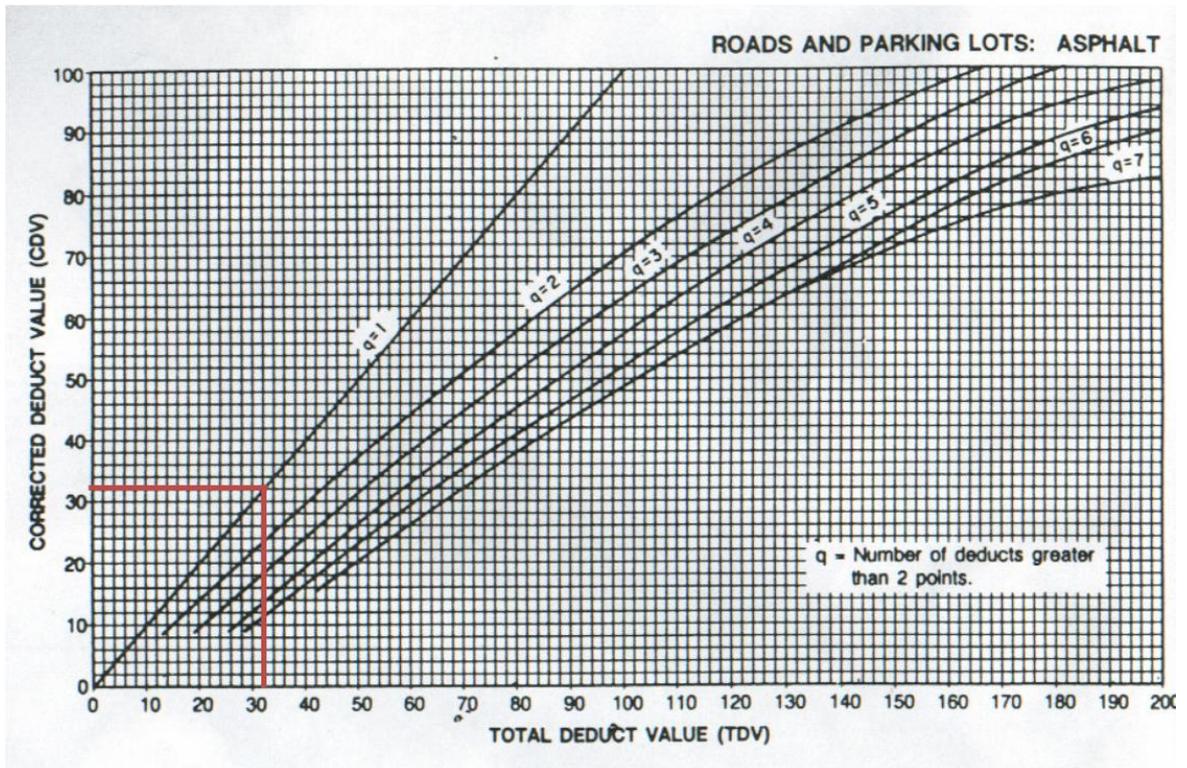
Unidad de Muestreo-09.

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE LA CARPETA ASFÁLTICA APLICANDO EL MÉTODO PCI PARA DETERMINAR EL NIVEL DE CONSERVACIÓN VIAL DE LA VÍA TA-104 KM 2+000 AL 3+000, REGIÓN TACNA - 2022							
Código de la vía: TA-104				Region: Tacna			Fecha: 29/09/2022		
Lado:	Unidad mustrada:	UM-09	Abcisa inicial:	2+811.62	Abcisa final:	2+847.02			
Area de la muestra (m²):		230.10	Inspeccionado por: Alex Kenyi Mamani Mamani						
Tipos de fallas									
OBSERVACIONES	1. PC	(m²)	11. PA	(m²)	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES B= 6.50 mts  L= 35.40 mts				
	2. EX	(m²)	12. PU	(m²)					
	3. BLO	(m²)	13. HUE	(und)					
	4. ABH	(m²)	14. CF	(m²)					
	5. COR	(m²)	15. AHU	(m²)					
	6. DEP	(m²)	16. DES	(m²)					
	7. GB	(m)	17. GP	(m²)					
	8. GR	(m)	18. HINC	(m²)					
	9. DN	(m)	19. DA	(m²)					
	10. GLT	(m)							
FALLAS ENCONTRADAS									
Daño	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad (%)	Valor Deducido
19	H	10.50	0.60	0.65	0.30	0.08	12.13	5.27	32.00
								<b>MAX V.D.=</b>	<b>32.00</b>
CÁLCULO DEL NUMERO MAXIMO ADMINISBLE									
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$				mi =		7.24		Número de valores deducidos >2 (q)	
N°	CÁLCULO DE LOS VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	Q	C.V.D
1	32.00						32.00	1.00	32
								<b>MAX V.D.=</b>	<b>32.00</b>
<b>PCI</b>	$PCI = 100 - MAX.CDV$			PCI =	68.00			<b>REGULAR</b>	

CURVAS PARA PARÁMETROS DEL VALOR DEDUCIDO

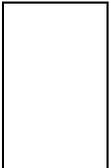


CALCULO DEL VALOR DECUDICO CORREGIDO

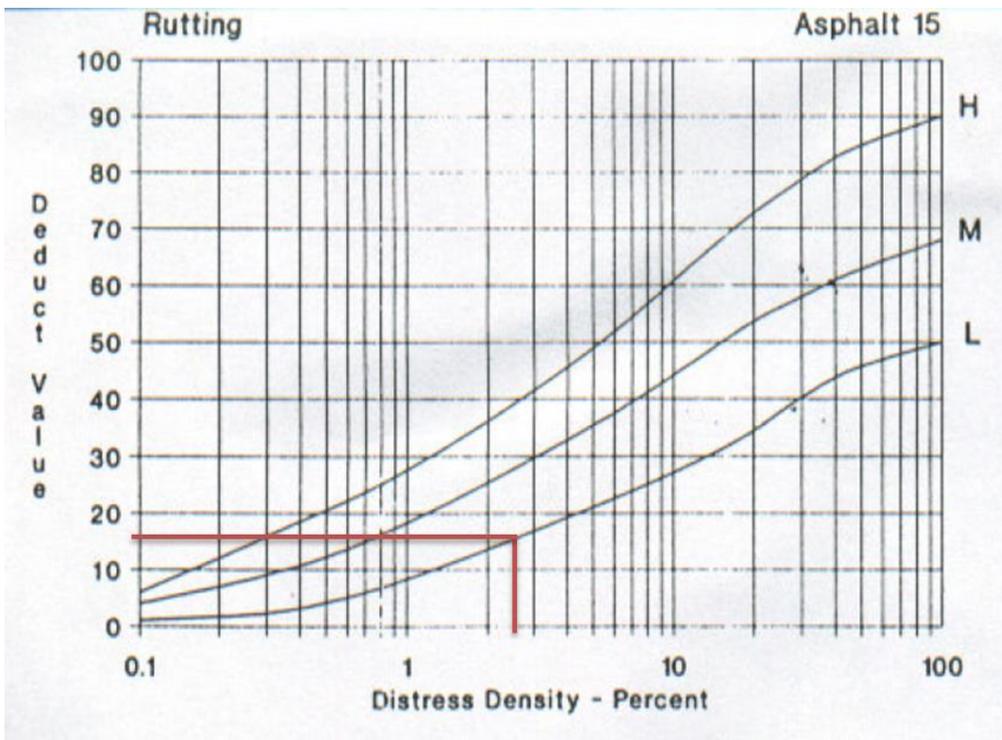
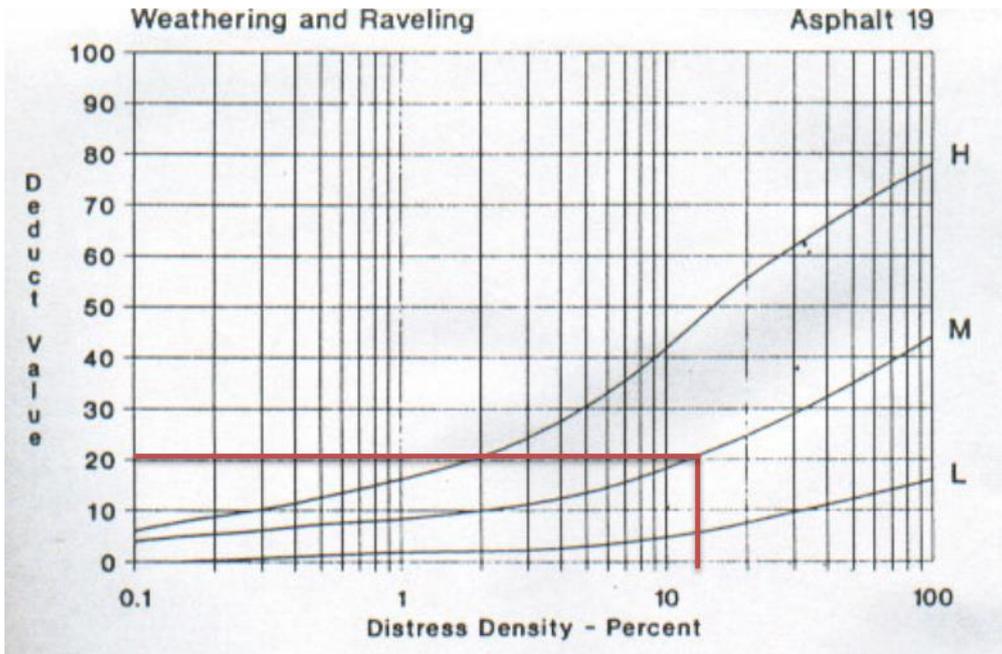


**Tabla 20.**

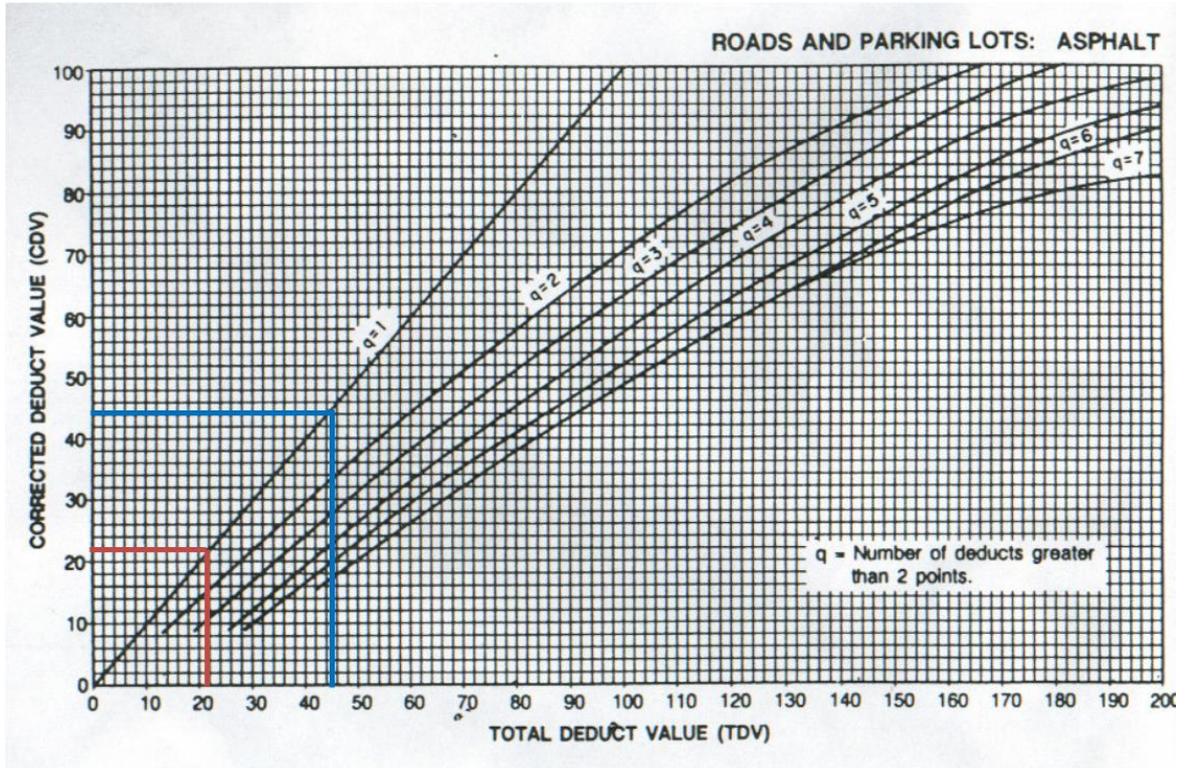
Unidad de Muestreo-10.

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE LA CARPETA ASFÁLTICA APLICANDO EL MÉTODO PCI PARA DETERMINAR EL NIVEL DE CONSERVACIÓN VIAL DE LA VÍA TA-104 KM 2+000 AL 3+000, REGIÓN TACNA - 2022							
Código de la vía: TA-104				Region: Tacna			Fecha: 29/09/2022		
Lado:	Unidad mustrada:	UM-10	Abcisa inicial:	2+888.61	Abcisa final:	2+924.01			
Area de la muestra (m²):		230.10	Inspeccionado por: Alex Kenyi Mamani Mamani						
Tipos de fallas									
OBSERVACIONES	1. PC	(m²)	11. PA	(m²)	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES B= 6.50 mts  L= 35.40 mts				
	2. EX	(m²)	12. PU	(m²)					
	3. BLO	(m²)	13. HUE	(und)					
	4. ABH	(m²)	14. CF	(m²)					
	5. COR	(m²)	15. AHU	(m²)					
	6. DEP	(m²)	16. DES	(m²)					
	7. GB	(m)	17. GP	(m²)					
	8. GR	(m)	18. HINC	(m²)					
	9. DN	(m)	19. DA	(m²)					
	10. GLT	(m)							
FALLAS ENCONTRADAS									
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
19	M	60.00				60.00	26.08	20.00	
15	L	6.00				6.00	2.61	15.00	
							<b>MAX V.D.=</b>	<b>20.00</b>	
CÁLCULO DEL NUMERO MAXIMO ADMINISBLE									
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$			mi =		8.35	Número de valores deducidos >2 (q)			
N°	CÁLCULO DE LOS VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	Q	C.V.D	
1	20.00	15.00				35.00	2.00	<b>36</b>	
2	20.00	2.00				22.00	1.00	<b>22</b>	
							<b>MAX V.D.=</b>	<b>36.00</b>	
<b>PCI</b>	$PCI = 100 - MAX.CDV$		PCI =	64.00	<b>REGULAR</b>				

CURVAS PARA PARÁMETROS DEL VALOR DEDUCIDO

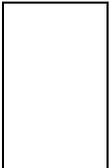


# CALCULO DEL VALOR DECUDICO CORREGIDO

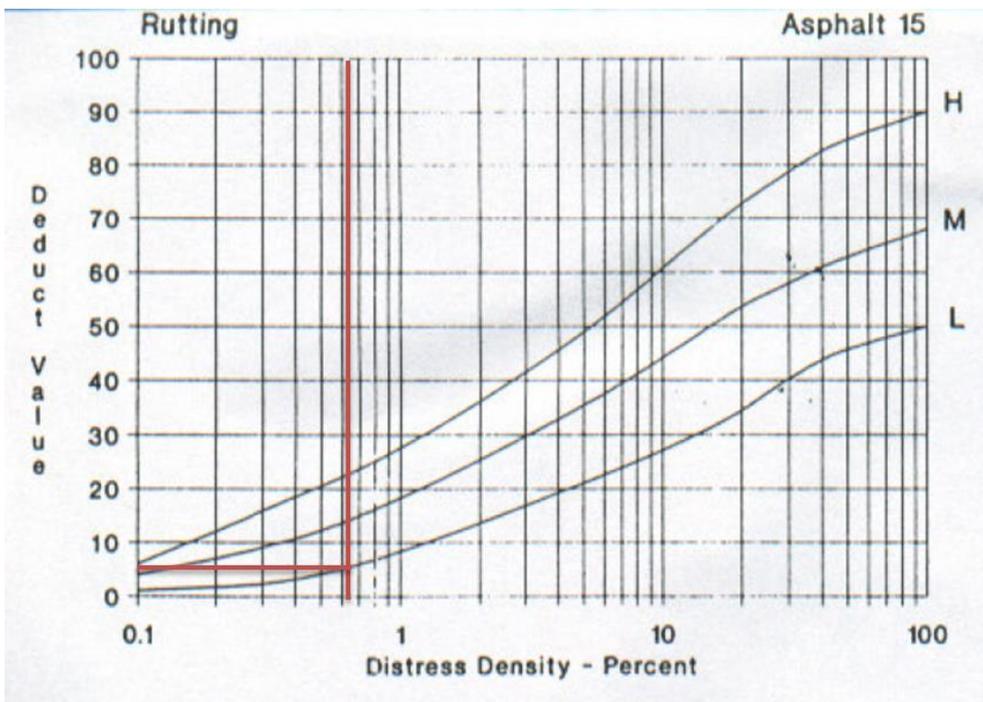
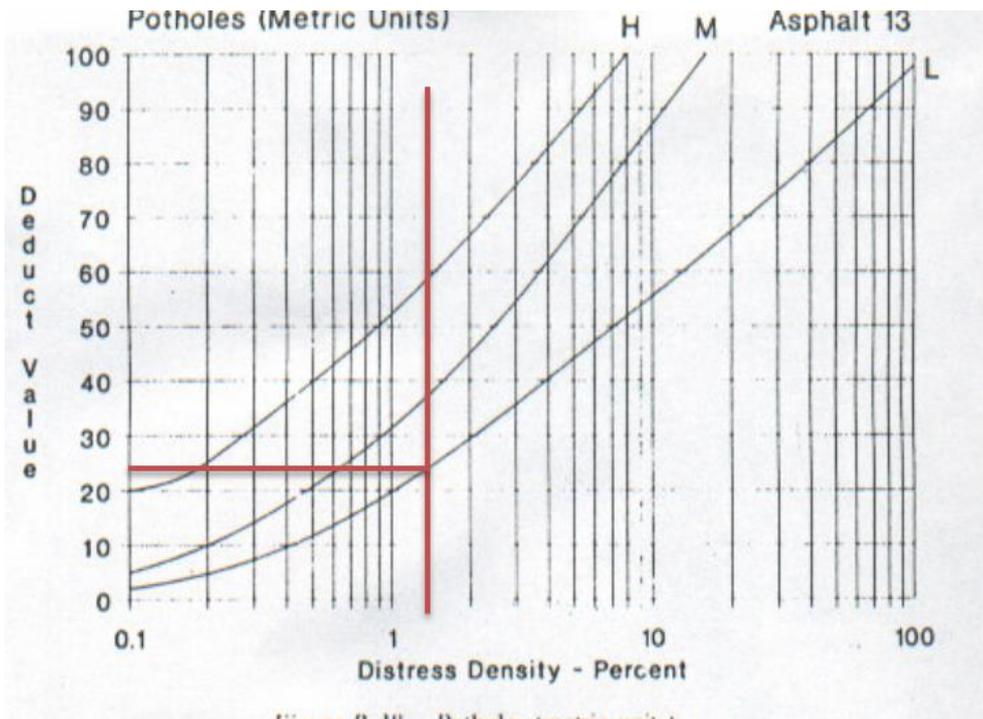


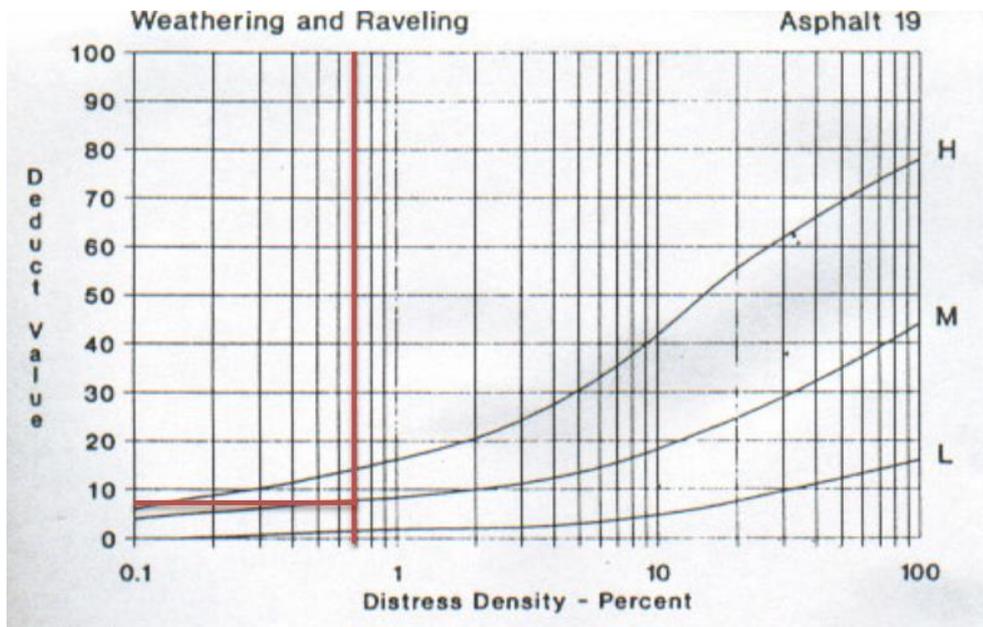
**Tabla 21.**

Unidad de Muestreo-11.

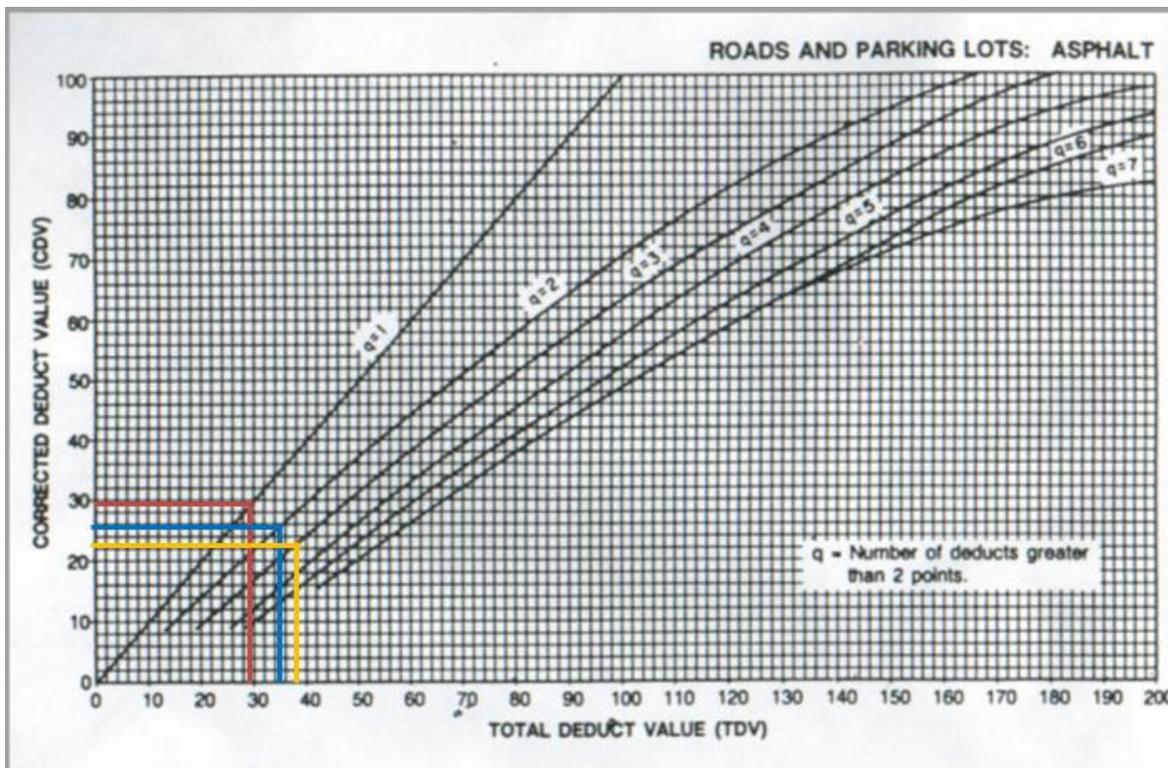
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE LA CARPETA ASFÁLTICA APLICANDO EL MÉTODO PCI PARA DETERMINAR EL NIVEL DE CONSERVACIÓN VIAL DE LA VÍA TA-104 KM 2+000 AL 3+000, REGIÓN TACNA - 2022							
Código de la vía: TA-104				Region: Tacna			Fecha: 29/09/2022		
Lado:	Unidad muestrada:	UM-11	Abcisa inicial:	2+964.60	Abcisa final:	3+000.00			
Area de la muestra (m²):		230.10	Inspeccionado por: Alex Kenyi Mamani Mamani						
Tipos de fallas									
OBSERVACIONES	1. PC	(m²)	11. PA	(m²)	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES B= 6.50 mts  L= 35.40 mts				
	2. EX	(m²)	12. PU	(m²)					
	3. BLO	(m²)	13. HUE	(und)					
	4. ABH	(m²)	14. CF	(m²)					
	5. COR	(m²)	15. AHU	(m²)					
	6. DEP	(m²)	16. DES	(m²)					
	7. GB	(m)	17. GP	(m²)					
	8. GR	(m)	18. HINC	(m²)					
	9. DN	(m)	19. DA	(m²)					
	10. GLT	(m)							
FALLAS ENCONTRADAS									
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
13	L	3.00				3.00	1.30	25.00	
19	M	0.40				0.40	0.17	8.00	
15	L	1.50				1.50	0.65	5.00	
							<b>MAX V.D.=</b>	<b>25.00</b>	
CÁLCULO DEL NUMERO MAXIMO ADMINISBLE									
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$				mi =		7.89	Número de valores deducidos >2 (q)		
N°	CÁLCULO DE LOS VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	Q	C.V.D	
1	25.00	8.00	5.00			38.00	3.00	<b>23</b>	
2	25.00	8.00	2.00			35.00	2.00	<b>26</b>	
3	25.00	2.00	2.00			29.00	1.00	<b>29</b>	
							<b>MAX V.D.=</b>	<b>29.00</b>	
<b>PCI</b>	$PCI = 100 - MAX.CDV$			PCI =	71.00	<b>SATISFACTORIO</b>			

CURVAS PARA PARÁMETROS DEL VALOR DEDUCIDO





CALCULO DEL VALOR DECUDICO CORREGIDO



#### d) Niveles de conservación Vial

Del análisis y evaluación de la superficie de la carpeta asfáltica de la vía TA-104 del km 2+000 al 3+000, región de Tacna, aplicando la metodología de Índice de Condición del Pavimento (PCI) asistido con software de informática, se obtiene los siguientes resultados

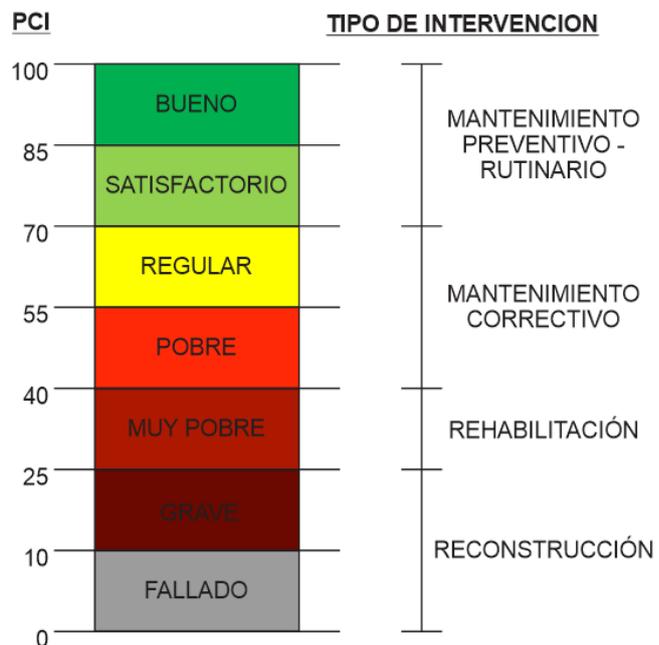
**Tabla 22.**  
*Resumen de las Unidades de Muestreo.*

N°	Área	Abscisa inicial	Abscisa final	PCI	Clasificación
1	230.10	2+213.90	2+249.30	66	Regular
2	230.10	2+300.00	2+335.40	69	Regular
3	230.10	2+373.42	2+408.82	68	Regular
4	230.10	2+444.68	2+780.08	46	Pobre
5	230.10	2+506.68	2+542.08	66	Regular
6	230.10	2+588.30	2+623.70	62	Regular
7	230.10	2+660.00	2+695.40	74	Satisfactorio
8	230.10	2+731.93	2+767.33	33	Muy Pobre
9	230.10	2+811.62	2+847.02	68	Regular
10	230.10	2+888.61	2+924.01	64	Regular
11	230.10	2+964.60	3+000.00	71	Satisfactorio
<b>PROMEDIO</b>				<b>62</b>	<b>Regular</b>

Nota: Se presenta la tabla de resumen de las unidades de muestreo totales.

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados obtenidos se concluye que el nivel de conservación Vial para la vía TA-104 del km 2+000 al 3+000, región de Tacna, se obtiene un Índice de Condición del Pavimento igual a 62 con una clasificación según la normativa ASTM D 6433 el estado de la vía es regular representado con el color amarillo, para lo cual se procede a realizar el análisis y determinación del nivel de intervención de la vía según la siguiente gráfica.



**Gráfico 6.** Niveles del estado de la vía y el tipo de intervención recomendado.  
Fuente: Elaboración propia.

Luego analizar la figura 13, se concluye que para la vía TA-104 del km 2+000 al 3+000, región de Tacna, se debe realizar un mantenimiento correctivo para la carpeta asfáltica.

## **CAPITULO IV**

### **DISEÑO METODOLÓGICO**

#### **4.1. Tipo y diseño de Investigación**

Según su finalidad es básica-aplicada; nuestra investigación tiene como objetivo buscar alternativas de solución para mejorar la condición vial y se aplicara las según la metodología (PCI).

Según su diseño en la investigación es no experimental.

Según su enfoque es mixto, de manera cualitativa se describirá los resultados del PCI y cuantitativamente se comparará los resultados con la escala de nivel de conservación que nos proporciona la metodología PCI

#### **4.2. Método de Investigación**

Se utilizó el método inductivo ya que se basa en la observación para establecer conclusiones y tiene el objetivo de generar nuevo conocimiento.

Según su alcance en la investigación es descriptiva.

#### **4.3. Población y Muestra**

##### **Población**



## **4.5. Técnica e Instrumentos para la recolección de la información**

### **Técnica**

Análisis de contenido.

Observación.

### **Instrumentos**

Cuadro de registro y clasificación de las categorías.

Escala de estimación.

Diario de Campo.

Cámara fotográfica.

## 4.6. Análisis y Procesamiento de datos

**Tabla 23.**

*Matriz de consistencia.*

MATRIZ DE CONSISTENCIA – TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL “EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE LA CARPETA ASFÁLTICA APLICANDO EL MÉTODO PCI PARA DETERMINAR EL NIVEL DE CONSERVACIÓN VIAL DE LA VÍA TA-104 KM 2+000 AL 3+000, REGION TACNA – 2022”		
PROBLEMA	OBJETIVOS	METODOLOGIA
<p><b>Problema Principal</b> a) ¿Cómo la evaluación superficial de la carpeta asfáltica aplicando el método PCI determinara el nivel de conservación vial de la vía TA-104 km 2+000 al 3+000, región Tacna - 2022?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Evaluar superficialmente la carpeta asfáltica aplicando el método PCI para determinar el nivel de conservación vial de la ta-104 km 2+000 al 3+000, región Tacna – 2022.</p>	<p><b>Tipo de investigación</b> Básica Aplicada</p>
<p><b>Problema Específico</b> a) ¿Cómo se determina los parámetros de evaluación aplicando el método PCI de la carpeta asfáltica de la vía TA-104 km 2+000 al 3+000, región Tacna - 2022? b) ¿Cómo son los tipos de fallas de la carpeta asfáltica aplicando el método PCI de la vía TA-104 km 2+000 al 3+000, región Tacna - 2022? c) ¿Cómo afectara los diferentes niveles de grados de severidad de las fallas aplicando el método PCI en la carpeta asfáltica de la vía TA-104 km 2+000 al 3+000, región Tacna - 2022? d) ¿Cuál es el nivel de conservación vial de la carpeta asfáltica aplicando el método PCI de la vía TA-104 km 2+000 al 3+000, región Tacna - 2022?</p>	<p><b>Objetivo Específico</b> a) Determinar los parámetros de evaluación aplicando el método PCI de la carpeta asfáltica de la vía TA-104 km 2+000 al 3+000, región Tacna – 2022. b) Identificar los tipos de fallas en la carpeta asfáltica aplicando el método PCI de la vía TA-104 km 2+000 al 3+000, región Tacna – 2022. c) Medir los diferentes niveles de grados de severidad de las fallas a la carpeta asfáltica aplicando el método PCI en la carpeta asfáltica de la vía TA-104 km 2+000 al 3+000, región Tacna – 2022. d) Determinar el nivel de conservación vial de la carpeta asfáltica aplicando el método PCI de la vía TA-104 km 2+000 al 3+000, región Tacna – 2022.</p>	<p><b>Diseño de Investigación</b> No experimental <b>Población</b> Vía TA-104  <b>Muestra</b> KM 2+000 al 3+000  <b>Técnica</b> Análisis de contenido. Observación.  <b>Instrumentos</b> Cuadro de registro y clasificación de las categorías, escala de estimación, diario de campo y cámara fotográfica.</p>

**Fuente:** Elaboración propia

# CAPÍTULO V

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

- a) Se concluye que los parámetros para la evaluación de la carpeta asfáltica aplicando el método PCI fueron 11 unidades de muestreo, cada unidad de muestreo comprende un área de 230.10 m<sup>2</sup> con un intervalo de 2 unidades de muestreo para la carpeta asfáltica de la vía TA-104 km 2+000 al 3+000, región de Tacna – 2022.
- b) Se concluye que se identificaron seis (06) tipos de patologías o fallas mediante una evaluación superficial utilizando el método PCI, las cuales son elevaciones y hundimiento (4%), grietas longitudinales y transversales (12%), parcheo (4%), huecos (4%), ahuellamiento (12%) y desprendimiento de agregados (65%), estas se presentan en la carpeta asfáltica de la vía TA-104 km 2+000 al 3+000, región Tacna – 2022, como se detalla a continuación.
- c) Se concluye que el análisis de los niveles de severidad en base a las patologías encontradas en la vía TA-104 km 2+000 al 3+000, región de Tacna – 2022, son medianas ya que se obtuvo como resultado de la condición del pavimento, que gran parte del área en estudio se encuentra en un estado regular.
- d) Se concluye que el nivel de conservación vial de la carpeta asfáltica de la vía TA-104 km 2+000 al 3+000, región de Tacna – 2022, tomando aleatoriamente las unidades de muestreo y analizando cada una de ellas, se calcula el PCI ponderado de los 1000 metros de la vía de dos sentidos, resultado igual a 62 o regular, es decir, que el estado real de la carpeta asfáltica de la vía requiere un mantenimiento correctivo.

## **5.2. Recomendaciones**

- a)** Se recomienda a las autoridades locales y/o tesisistas a continuar con más ensayos de forma aleatoria a la vía TA-104 región de Tacna, en los tramos restantes, considerar analizar un valor extra a las unidades de muestro mínimas denominadas unidades de muestro adicionales, así mismo los parámetros de evaluación deberá realizarse por un personal capacitado y sobre todo responsable.
- b)** Identificado las seis (06) tipos de patologías mediante la evaluación superficial que se presenta en el pavimento flexible de la vía TA-104 km 2+000 al 3+000 región de Tacna, se recomienda que se desarrollen estudios especializados donde se obtengan índices de rugosidad y/o deformaciones verticales para contar con un estudio más sólido en cuanto a evaluación de pavimentos.
- c)** En el análisis de los niveles de severidad se concluye que los niveles con mayor incidencia son medianos, para lo cual es recomendable tener en cuenta el parámetro del nivel para proponer una alternativa de solución óptima.
- d)** Con la identificación de la alternativa de intervención que se requiere para la rehabilitación de la infraestructura de la carpeta asfáltica en la vía TA-104 km 2+000 al 3+000, en la región de Tacna, Se recomienda a las autoridades locales tener en cuenta la propuesta de solución indicada en el presente trabajo.

# CAPÍTULO VI

## GLOSARIO DE TÉRMINOS y REFERENCIAS

### 6.1. Glosario de Términos

**Pavimento:** Es una estructura vial que está conformada por una capa asfáltica que descansa sobre capas de menor rigidez, su composición normalmente es con materiales granulares no tratados o ligados, existen pavimentos rígidos, flexibles y semirrígidos. (Quintana & Lizcano, 2015).

**Conservación Vial:** Es el grupo de tareas técnicas con el fin de conservar en forma continua y sostenida el en condiciones óptimas la infraestructura vial, a fin de garantizar un servicio optimo a los beneficiarios, puede ser de naturaleza rutinaria o periódica. (MTC, 2013).

**Índice de Condición del Pavimento (PCI):** es un índice número entre cero para un pavimento fallado hasta cien donde el pavimento está en un estado de conservación perfecto. (Vásquez, 2002).

**Unidad de Muestra de Pavimento:** es una subdivisión de vía pavimentada que tiene un rango que varía según el ancho de la calzada. (Vásquez, 2002).

**Fallas del Pavimento:** Indicador del deterioro de la carpeta asfáltica afectado por las cargas, factores ambientales y deficiencias constructivas. (Vásquez, 2002)

**Tráfico:** Es el volumen y la fuerza de carga del tráfico, estas deben ser consistentes en cada sección particular. Para cada tipo de vía, la consideración primaria debe ser dada al tráfico de vehículos pesados.

**PC:** Piel de cocodrilo.

**EX:** Exudación.

**BLO:** Agrietamiento en bloque.

**ABH:** Abultamiento y hundimiento.

**COR:** Corrugación.

**DEP:** Depresión.

**GB:** Grieta de Borde.

**GR:** Grieta de Reflexión de Junta.

**DN:** Desnivel de carril berma.

**GLT:** Grietas longitudinales y transversales.

**PA:** Parcheo.

**PU:** Pulimiento de agregados.

**HUE:** Huecos.

**CF:** Cruce de vía férrea.

**AHU:** Ahuellamiento.

**DES:** Desplazamiento.

**GP:** Grietas parabólica.

**HINC:** Hinchamiento.

**DA:** Desprendimiento de agregados.

## 6.2. Libros

- Alanguia, L. S., & Salas, D. R. J. (2018). "*Evaluación del Deterioro Superficial de la Carpeta Asfáltica de la Avenida Soldado Estanislao Condor entre la Avenida N° 8 y la Avenida los Molles, del Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, 2018*". Universidad Privada de Tacna, Tacna, Perú.
- Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. (2007). *Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales Para La Conservación de Carreteras"*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Humpiri, K. (2015). "*Análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías en la región de Puno*". Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez", Puno, Perú.
- MTC. (2013). *Manual de Carreteras - conservación vial*. MTC.
- Morocho, C. O. (2021). "Plan de intervención vial en base a la evaluación del PCI (Pavement Condition Index), caso de estudio Quinta Chica Baja", Cuenca-Ecuador. Universidad de Cuenca, Ecuador.
- Quintana, H. A., & Lizcano, F. A. (2015). *Pavimentos, materiales, construcción y diseño*. Ecoe Ediciones Ltda.
- Vásquez, L. R. (2002). *Pavement Condition Index (PCI) - Para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras*. ingepav.

## 6.3. Electrónica

- Rodríguez Velásques, E. D. (2009). Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla. Piura. In *Universidad de Piura*. [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1350/ICI\\_180.pdf](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1350/ICI_180.pdf)

# CAPÍTULO VII

## ÍNDICES

### 7.1. Índices de Gráficos

<b>Gráfico 1.</b> Falla en el pavimento flexible.....	15
<b>Gráfico 2.</b> Índice de condición del Pavimento (PCI) y escala de Graduación. ....	16
<b>Gráfico 3.</b> Organigrama para el T.S.P.....	17
<b>Gráfico 4.</b> Formato de registro de patologías en la carpeta asfáltica. ....	20
<b>Gráfico 5.</b> Ubicación de las unidades de muestra. ....	22
<b>Gráfico 6.</b> Niveles del estado de la vía y el tipo de intervención recomendado. ....	57
<b>Gráfico 7.</b> Ubicación de la zona de estudio. ....	59

### 7.2. Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Proyectos similares desarrollados y ejecutados por Municipalidad Distrital de Ilabaya .....	2
<b>Tabla 2.</b> Normativa necesaria para el trabajo de suficiencia profesional.....	9
<b>Tabla 3.</b> Datos de las unidades de muestra evaluadas.....	12
<b>Tabla 4.</b> Equipos utilizados en campo. ....	13
<b>Tabla 5.</b> Equipos utilizados en gabinete. ....	13
<b>Tabla 6.</b> Planificación del proyecto de suficiencia profesional.....	18
<b>Tabla 7.</b> Clasificación del PCI.....	19
<b>Tabla 8.</b> Longitudes de unidades de muestreo asfálticas. ....	20
<b>Tabla 9.</b> Grado de Severidad.....	26
<b>Tabla 10.</b> Resumen de Fallas y Niveles de Severidad por Unidad de Muestra. ....	27
<b>Tabla 11.</b> Unidad de Muestreo-01 .....	28
<b>Tabla 12.</b> Unidad de Muestreo-02. ....	30
<b>Tabla 13.</b> Unidad de Muestreo-03 .....	32
<b>Tabla 14.</b> Unidad de Muestreo-04 .....	35
<b>Tabla 15.</b> Unidad de Muestreo-05 .....	38
<b>Tabla 16.</b> Unidad de Muestreo-06 .....	40
<b>Tabla 17.</b> Unidad de Muestreo-07 .....	42
<b>Tabla 18.</b> Unidad de Muestreo-08 .....	45
<b>Tabla 19.</b> Unidad de Muestreo-09 .....	48
<b>Tabla 20.</b> Unidad de Muestreo-10 .....	50
<b>Tabla 21.</b> Unidad de Muestreo-11 .....	53
<b>Tabla 22.</b> Resumen de las Unidades de Muestreo. ....	56
<b>Tabla 23.</b> Matriz de consistencia. ....	61
<b>Tabla 24.</b> Presupuesto empleado para el desarrollo del T.S.P. ....	71

### 7.3. Índice de Fotos

<b>Foto 1.</b> Ubicación de la zona de estudio, 1000 metros. ....	12
---	----

**Foto 2.** Se presentan los daños por hundimiento con mayor gravedad en la calzada derecha en la U/M 08 de la vía TA-104 del km 2+000 al 3+000, región de Tacna. . 23

**Foto 3.** Se presentan los daños por grietas longitudinales y transversales con mayor severidad en la calzada derecha en la U/M 02 de la vía TA-104 del km 2+000 al 3+000, región de Tacna.. ..... 23

**Foto 4.** Se presentan la patología de parcheo con mayor severidad en la calzada derecha en la U/M 07 de la vía TA-104 del km 2+000 al 3+000, región de Tacna.. 24

**Foto 5.** Se presentan la patología de huecos con mayor severidad en la calzada derecha en la U/M 11 de la vía TA-104 del km 2+000 al 3+000, región de Tacna.. 24

**Foto 6.** Se presentan la patología de ahuellamiento con mayor severidad en la calzada derecha en la U/M 09 de la vía TA-104 del km 2+000 al 3+000, región de. 25

**Foto 7.** Se presentan la patología de huecos con mayor severidad en la calzada derecha en la U/M 09 de la vía TA-104 del km 2+000 al 3+000, región de Tacna.. 25

#### 7.4. Índice de Direcciones Web

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/35977>

<https://core.ac.uk/download/pdf/249337494.pdf>

<https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1048>

#### 7.5. Índice de Elaboración Propia

**Foto 1.** Ubicación de la zona de estudio, 1000 metros..... 12

**Foto 2.** Se presentan los daños por hundimiento con mayor gravedad en la calzada derecha en la U/M 08 de la vía TA-104 del km 2+000 al 3+000, región de Tacna. . 23

<b>Foto 3.</b> Se presentan los daños por grietas longitudinales y transversales con mayor severidad en la calzada derecha en la U/M 02 de la vía TA-104 del km 2+000 al 3+000, región de Tacna. ....	23
<b>Foto 4.</b> Se presentan la patología de parcheo con mayor severidad en la calzada derecha en la U/M 07 de la vía TA-104 del km 2+000 al 3+000, región de Tacna. .	24
<b>Foto 5.</b> Se presentan la patología de huecos con mayor severidad en la calzada derecha en la U/M 11 de la vía TA-104 del km 2+000 al 3+000, región de Tacna. .	24
<b>Foto 6.</b> Se presentan la patología de ahuellamiento con mayor severidad en la calzada derecha en la U/M 09 de la vía TA-104 del km 2+000 al 3+000, región de Tacna.....	25
<b>Foto 7.</b> Se presentan la patología de huecos con mayor severidad en la calzada derecha en la U/M 09 de la vía TA-104 del km 2+000 al 3+000, región de Tacna. .	25
<b>Gráfico 1.</b> Falla en el pavimento flexible.....	15
<b>Gráfico 2.</b> Índice de condición del Pavimento (PCI) y escala de Graduación. ....	16
<b>Gráfico 3.</b> Organigrama para el T.S.P. ....	17
<b>Gráfico 4.</b> Formato de registro de patologías en la carpeta asfáltica. ....	20
<b>Gráfico 5.</b> Ubicación de las unidades de muestra. ....	22
<b>Gráfico 6.</b> Niveles del estado de la vía y el tipo de intervención recomendado. ....	57
<b>Gráfico 7.</b> Ubicación de la zona de estudio. ....	59
<b>Tabla 1.</b> Proyectos similares desarrollados y ejecutados por Municipalidad Distrital de Ilabaya .....	2
<b>Tabla 2.</b> Normativa necesaria para el trabajo de suficiencia profesional.....	9
<b>Tabla 3.</b> Datos de las unidades de muestra evaluadas.....	12
<b>Tabla 4.</b> Equipos utilizados en campo. ....	13
<b>Tabla 5.</b> Equipos utilizados en gabinete. ....	13
<b>Tabla 6.</b> Planificación del proyecto de suficiencia profesional.....	18
<b>Tabla 7.</b> Clasificación del PCI.....	19

<b>Tabla 8.</b> Longitudes de unidades de muestreo asfálticas. ....	20
<b>Tabla 9.</b> Grado de Severidad.....	26
<b>Tabla 10.</b> Resumen de Fallas y Niveles de Severidad por Unidad de Muestra. ....	27
<b>Tabla 11.</b> Unidad de Muestreo-01 .....	28
<b>Tabla 12.</b> Unidad de Muestreo-02. ....	30
<b>Tabla 13.</b> Unidad de Muestreo-03 .....	32
<b>Tabla 14.</b> Unidad de Muestreo-04 .....	35
<b>Tabla 15.</b> Unidad de Muestreo-05 .....	38
<b>Tabla 16.</b> Unidad de Muestreo-06 .....	40
<b>Tabla 17.</b> Unidad de Muestreo-07 .....	42
<b>Tabla 18.</b> Unidad de Muestreo-08 .....	45
<b>Tabla 19.</b> Unidad de Muestreo-09 .....	48
<b>Tabla 20.</b> Unidad de Muestreo-10 .....	50
<b>Tabla 21.</b> Unidad de Muestreo-11 .....	53
<b>Tabla 22.</b> Resumen de las Unidades de Muestreo. ....	56
<b>Tabla 23.</b> Matriz de consistencia. ....	61
<b>Tabla 24.</b> Presupuesto empleado para el desarrollo del T.S.P. ....	71

# CAPÍTULO VIII

## ANEXOS

### 8.1. ANEXO 1 – Costo Total de la Investigación e Instalación del Proyecto

#### Piloto.

Respecto a la fuente de financiamiento del presente trabajo de suficiencia profesional, fue elaborado con medios propios del bachiller, en tal sentido a continuación se presenta el presupuesto base considerado:

**Tabla 24.**

*Presupuesto empleado para el desarrollo del T.S.P.*

ITEMS	ACTIVIDAD	COSTO
1	Búsqueda de Información	S/. 300
2	Asesoramiento	S/. 1,000
3	Elaboración del formato para las inspecciones visuales	S/. 250
4	Revisión de la metodología	S/. 500
5	Desarrollo del levantamiento de información	S/. 350
6	Discusión y Trabajo de investigación	S/. 300
7	Entrega de informe final de TSP.	S/. 200
8	Revisión de resultados	S/. 500
PRESUPUESTO TOTAL		S/. 3,700

Fuente: Elaboración Propia

## **8.2. ANEXO 2 – Diapositivas utilizadas en la sustentación**