



---

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
“DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INVESTIGACIÓN”**

**TÍTULO:**

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL  
PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CALLE LIMA DEL  
ASENTAMIENTO HUMANO SAN PEDRO, DISTRITO PIURA,  
PROVINCIA DE PIURA Y DEPARTAMENTO DE PIURA,  
NOVIEMBRE 2017

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

**AUTOR:**

BACH. ZAPATA DIAZ ALEXANDER MIGUEL

**ASESOR:**

MGTR. CHILÓN MUÑOZ CARMEN

**PIURA – PERÚ**

**2017**

**2. Hoja de firma del Jurado:**

Mgtr. MIGUEL ÁNGEL CHAN HEREDIA  
PRESIDENTE

Mgtr. WILMER OSWALDO CÓRDOVA CÓRDOVA  
MIEMBRO

Ing. ORLANDO VALERIANO SUAREZ ELIAS  
MIEMBRO

### **3. Hoja de Agradecimiento y/o Dedicatoria:**

#### **Agradecimiento**

En primer lugar, agradezco A Dios Jehová por brindarme vida, salud, bienestar y la sabiduría para cumplir con mis metas y anhelos.

A mis padres y hermanos que me apoyaron y aconsejaron para para seguir adelante, me inculcaron los valores que me forjaron para ser una mejor persona en la sociedad.

A mis docentes y asesor ING. Carmen Chilón Muñoz que me transmitieron sus conocimientos y experiencias, a la universidad que es el medio por el cual concluyo mis estudios superiores.

## **Dedicatoria**

Dedicada a mi padre Juan y mi madre Rosa que me dieron vida y me brindaron su apoyo incondicional en el transcurso de mi vida y mis estudios, A mi asesor por sus conocimientos y consejos para la elaboración de esta tesis. A mi tío Ángel Gonzales Imán ya que me aconsejo y motivo para estudiar esta carrera profesional.

## 4. Resumen y Abstract

### Resumen

La presente tesis tiene como finalidad la evaluación y la determinación de las incidencias de las patologías existentes en el pavimento flexible de la calle Lima del asentamiento humano San Pedro del distrito de Piura, Provincia de Piura, Departamento de Piura. La cual permitirá obtener un índice de condición y estado actual del pavimento.

La calle Lima del asentamiento humano San Pedro se ubica entre la av. Don Bosco y la calle Pisco. Teniendo una longitud de 800m y un ancho de calzada de 6m con un área de 4800m<sup>2</sup> de pavimento asfáltico a evaluar, la cual presenta diversos tipos de fallas como huecos, parches, desprendimientos de agregados. Pulimento de agregados, piel de cocodrilo, etc.

Para la determinación y evaluación de las patologías del pavimento flexible de la calle Lima el área de estudio a evaluar se dividió en 21 unidades de muestreo cada una con un área de 228.6 m<sup>2</sup>. Dichas unidades de muestreo fueron evaluadas mediante el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI), donde se realizó un Estudio visual descriptivo para identificar cada tipo de patología presente en el pavimento, teniendo en cuenta el área afectada y grado de severidad.

El pavimento asfáltico de la calle Lima del A.H. San Pedro del distrito Piura de la provincia de Piura obtuvo como resultado. por el método índice de condición del pavimento (PCI) un valor de 56.14 con una clasificación de pavimento en buen estado. Y la patología más predominante en el pavimento

flexible es pulimento de agregados, que tiene una severidad leve en la afectación al deterioro del pavimento.

las patologías como mayor incidencia en el pavimento asfáltico son: f) Pulimento de agregados con un 11.84 % de afectación, h) Ahuellamiento con un 3.98 % de afectación, i) Desprendimiento de agregados con un 6.5 % de afectación.

La solución a la problemática, sería reparar las patologías existentes en el pavimento. Para lograrlo es necesario conocer el estado real en el que se encuentra, para aplicar procedimiento correspondiente. Pero el problema no termina ahí. No basta sólo con reparar las fallas, sino que es necesario evaluar el comportamiento de la vía para darle el mantenimiento continuo correspondiente para evitar repararlo nuevamente e incurrir a gastos innecesarios.

## **Abstract**

The purpose of this test is to evaluate and determine the incidents of existing pathologies in the flexible pavement of Lima Street of the human settlement in San Pedro, Piura district, Piura province, Department of Piura. The quality to obtain an index of condition and real state of the pavement.

The street Lima of the San Pedro human settlement is located between the av. Don Bosco and Pisco street. Having a length of 800m and a road width of 6m with an area of 4800m<sup>2</sup> of asphalt pavement to be evaluated, which has various types of faults such as holes, patches, detachments of aggregates. Aggregate polish, crocodile skin, etc.

For the determination and evaluation of the pathologies of the flexible pavement of Lima Street, the study area to be evaluated was divided into 21 sampling units each with an area of 228.6 m<sup>2</sup>. Sampling units were evaluated using the Pavement Condition Index (PCI) method, where a descriptive visual study was carried out to identify each type of pathology present on the pavement, taking into account the affected area and degree of severity.

The asphalt pavement of Lima street of A.H. San Pedro of the Piura district of the province of Piura obtained as a result. by the pavement condition index (PCI) method, a value of 56.14 with a pavement classification in good condition. And the most predominant pathology in the flexible pavement is aggregate polish, which has a slight severity in the affectation to the deterioration of the pavement.

the pathologies with the highest incidence in asphalt pavement are: f) Polishing of aggregates with an 11.84% affectation, h) Rejection with a 3.98% affectation, i) Detachment of aggregates with a 6.5% affectation.

The solution to the problem, would be to repair the existing pathologies in the pavement. To achieve this, it is necessary to know the real state in which it is located, to apply the corresponding procedure. But the problem does not end there. It is not enough just to repair the faults, but it is necessary to evaluate the behavior of the road to give it the corresponding continuous maintenance to avoid repairing it again and incur unnecessary expenses.



## 5. Contenido.

1. Título.....	i
2. Hoja de firma del Jurado:.....	ii
3. Hoja de Agradecimiento y/o Dedicatoria: .....	iii
4. Resumen y Abstract .....	v
5. Contenido.....	ix
6. Índice de Gráficos, Imágenes, Tablas Y Cuadros.....	xi
I. Introducción .....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	2
a) Caracterización del problema.....	3
b) Enunciado del problema.....	3
1.2. Objetivos de la investigación: .....	4
1.2.1. Objetivo General: .....	4
1.2.2. Objetivo Específicos: .....	4
1.3. Justificación de la investigación.....	4
II. Revisión de la Literatura.....	5
2.1. Antecedentes .....	5
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	5
2.1.2. Antecedentes Nacionales .....	8
2.1.3. Antecedentes Locales.....	12
2.2. Bases Teóricas:.....	14
2.2.1. Pavimentos .....	14
2.2.2. Pavimentos flexibles .....	15
2.2.3. Estructura del pavimento flexible .....	16
2.2.4. Rehabilitación: .....	22
2.2.5. Reparación.....	22
2.2.6. Reparaciones menores.....	22
2.2.7. Conservación vial.....	23
2.2.8. Clasificación de las fallas en los pavimentos .....	24
2.2.9. Tipos de fallas en pavimentos flexibles .....	25

2.2.10.	Meto dodo del Índice de Condición del Pavimento (PCI).	44
III.	Metodología	55
3.1.	Diseño de la investigación	55
3.1.1.	Tipo de la investigación del proyecto.	55
3.1.2.	Nivel de la Investigación	55
3.2.	El universo y muestra del proyecto	56
3.2.1.	Universo o Población	56
3.2.2.	Muestra	56
3.3.	Definición y operacionalización de variables	57
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos del proyecto	57
3.4.1.	Técnicas	57
3.4.2.	Instrumentos	58
3.5.	Plan De Análisis	58
3.6.	Matriz de consistencia	59
3.7.	Principios Éticos	60
IV.	Resultados	61
4.1.	Resultados	61
4.2.	Análisis de Resultados	111
V.	Conclusiones	112
	Aspectos Complementarios	113
	Referencias Bibliográficas	114
	Anexo 01	118
	Anexo 02	147

## **6. Índice de Gráficos, Imágenes, Tablas Y Cuadros**

### **6.1 Índice de Imágenes**

Imagen 1. Estructura típica de un pavimento asfáltico (flexible). .....	16
Imagen 2. Estructura típica de pavimento flexible. ....	17
Imagen 3. Etapas para la preparación de la base. ....	17
Imagen 4. Etapas para la preparación de la subrasante.....	20
Imagen 5. Clasificación de las fallas de los pavimentos flexibles.....	25
Imagen 6. Falla tipo piel de cocodrilo. ....	27
Imagen 7. Falla por exudación.....	28
Imagen 8. Falla por Agrietamiento en bloque .....	29
Imagen 9. Falla por abultamiento .....	31
Imagen 10. Falla por Corrugación .....	32
Imagen 11. Falla por Depresión.....	33
Imagen 12. Falla por Depresión.....	34
Imagen 13. Falla por Depresión.....	35
Imagen 14. Falla por Parcheo y acometidas de servicios públicos.....	36
Imagen 15. Falla por Pulimento de agregados.....	37
Imagen 16. Falla por Hueco.....	38
Imagen 17. Falla por Ahuellamiento .....	39
Imagen 18. Falla por desplazamiento .....	40
Imagen 19. Falla por Grieta parabólica .....	42
Imagen 20. Falla por Hinchamiento .....	43
Imagen 21. Falla por Desprendimiento de agregados.....	44
Imagen 22. Formato de exploración de condición de Pavimento Flexible.....	46
Imagen 23. Formato para las iteraciones del cálculo del CDV. ....	53

Imagen 24. Continuidad del proyecto.....	56
Imagen 25. Ubicación de calle Lima.....	57

## **6.2. Índice de Tablas**

Tabla 1. Requerimientos Granulométricos para Base Granular .....	18
Tabla 2. Valor Relativo de Soporte, CBR .....	18
Tabla 3. Requerimientos del Agregado Grueso de Base Granular .....	19
Tabla 4. Requerimientos del Agregado Fino de Base Granular .....	19
Tabla 5. Requerimientos Granulométricos para Sub-Base Granular.....	21
Tabla 6. Requerimientos de Calidad para Sub-Base Granular .....	21
Tabla 7. Rangos de calificación del PCI.....	45
Tabla 8. Longitudes de unidades de muestreo asfálticas .....	47

## **6.3. Índice de Gráficos.**

Grafica 1. Resultado de los valores deducidos U-1 .....	65
Grafica 2. Curvas de corrección para el valor deducido corregido U-1 .....	67
Grafica 3. Densidades de las patologías U-1 .....	68
Grafica 4. Densidades de las patologías U-2 .....	70
Grafica 5. Densidades de las patologías U-3 .....	72
Grafica 6. Densidades de las patologías U-4 .....	74
Grafica 7. Densidades de las patologías U-5 .....	76
Grafica 8. Densidades de las patologías U-6 .....	78
Grafica 9. Densidades de las patologías U-7 .....	80
Grafica 10. Densidades de las patologías U-8 .....	82
Grafica 11. Densidades de las patologías U-9 .....	84
Grafica 12. Densidades de las patologías U-10 .....	86
Grafica 13. Densidades de las patologías U- 11 .....	88
Grafica 14. Densidades de las patologías U-12 .....	90
Grafica 15. Densidades de las patologías U-13 .....	92
Grafica 16. Obtención del máximo valor reducido U-14 .....	94
Grafica 17. Densidades de las patologías U-15 .....	96

Grafica 18. Densidades de las patologías U-16 .....	98
Grafica 19. Densidades de las patologías U-17 .....	100
Grafica 20. Densidades de las patologías U-18 .....	102
Grafica 21. Densidades de las patologías U-19 .....	104
Grafica 22. Densidades de las patologías U-20 .....	106
Grafica 23. Densidades de las patologías U-21 .....	108
Grafica 24. Densidad de las Patologías del Área de estudio .....	110

#### **6.4. Índice de Cuadros.**

Cuadro 1. Matriz de consistencia.....	60
Cuadro 2. Formato para la inspección encampo .....	63
Cuadro 3. Densidades y valores deducidos de la U-1.....	64
Cuadro 4. Obtención del máximo valor reducido U-1.....	66
Cuadro 5. Densidades y valores deducidos de la U-2.....	69
Cuadro 6. Obtención del máximo valor reducido U-2.....	70
Cuadro 7. Densidades y valores deducidos de la U-3.....	71
Cuadro 8. Obtención del máximo valor reducido U-3.....	72
Cuadro 9. Densidades y valores deducidos de la U-4.....	73
Cuadro 10. Obtención del máximo valor reducido U-4.....	74
Cuadro 11. Densidades y valores deducidos de la U-5.....	75
Cuadro 12. Obtención del máximo valor reducido U-5.....	76
Cuadro 13. Densidades y valores deducidos de la U-6.....	77
Cuadro 14. Obtención del máximo valor reducido U-6.....	78
Cuadro 15. Densidades y valores deducidos de la U-7.....	79
Cuadro 16. Obtención del máximo valor reducido U-7.....	80
Cuadro 17. Densidades y valores deducidos de la U-8.....	81
Cuadro 18. Obtención del máximo valor reducido U-8.....	82
Cuadro 19. Densidades y valores deducidos de la U-9.....	83
Cuadro 20. Obtención del máximo valor reducido U-9.....	84
Cuadro 21. Densidades y valores deducidos de la U-10.....	85
Cuadro 22. Obtención del máximo valor reducido U-10.....	86
Cuadro 23. Densidades y valores deducidos de la U-11.....	87

Cuadro 24. Obtención del máximo valor reducido U-11.....	88
Cuadro 25. Densidades y valores deducidos de la U-12.....	89
Cuadro 26. Obtención del máximo valor reducido U-12.....	89
Cuadro 27. Densidades y valores deducidos de la U-13.....	91
Cuadro 28. Obtención del máximo valor reducido U-13.....	92
Cuadro 29. Densidades y valores deducidos de la U-14.....	93
Cuadro 30. Obtención del máximo valor reducido U-14.....	94
Cuadro 31. Densidades y valores deducidos de la U-15.....	95
Cuadro 32. Obtención del máximo valor reducido U-15.....	96
Cuadro 33. Densidades y valores deducidos de la U-16.....	97
Cuadro 34. Obtención del máximo valor reducido U-16.....	97
Cuadro 35. Densidades y valores deducidos de la U-17.....	99
Cuadro 36. Obtención del máximo valor reducido U-17.....	100
Cuadro 37. Densidades y valores deducidos de la U-18.....	101
Cuadro 38. Obtención del máximo valor reducido U-18.....	102
Cuadro 39. Densidades y valores deducidos de la U-19.....	103
Cuadro 40. Obtención del máximo valor reducido U-19.....	104
Cuadro 41. Densidades y valores deducidos de la U-20.....	105
Cuadro 42. Obtención del máximo valor reducido U-20.....	106
Cuadro 43. Densidades y valores deducidos de la U-21.....	107
Cuadro 44. Obtención del máximo valor reducido U-21.....	108
Cuadro 45. Resultados generales del PCI del pavimento flexible.....	109
Cuadro 46. Incidencias de las patologías.....	110

## **I. Introducción**

La presente tesis de investigación titulada “Determinación y evaluación de las patologías del pavimento flexible de la calle Lima del Asentamiento Humano San Pedro, distrito Piura, provincia de Piura y departamento de Piura, noviembre 2017.” cuya finalidad es determinar el índice de la condición del pavimento flexible, explicar y dar a entender el procedimiento del método del Índice de Condición del Pavimento (PCI).

El pavimento flexible es una estructura que está compuesta por capas apoyadas en la superficie del terreno, “cuya estructura total se deflecta o flexiona dependiendo de las cargas que se transmitan sobre él”<sup>1</sup>, y se utilizan como vía de comunicación terrestre para un mayor confort en la transitabilidad vial.

Los pavimentos en vías urbanas y rurales son un factor importante para el desarrollo social y económico de países, regiones y ciudades. En Piura, la Serviciabilidad de los pavimentos urbanos se encuentran en un pésimo estado, debido a muchos factores como deficiencias constructivas, por fatiga y exceso de carga, además de la variabilidad climática, como son las lluvias de los meses de febrero y marzo y la alta temperatura ambiental predominante en nuestra región, a esto se suma, la carencia de un sistema drenaje pluvial. todos estos factores conforman la causalidad del daño en la condición de pavimento flexible, También se observa que, por falta de organización y coordinación, las empresas de servicios públicos para brindar

sus servicios se abren zanjas y en algunos casos se da en pavimentaciones recién construidas dando origen a parches que con una mala compactación dan origen a patologías más severas.

Por ende, es necesario lograr que las construcciones de pavimentos en el distrito de Piura, se desarrollen con buena calidad y confort para sus habitantes. Es por esto que resulta necesario evaluar el estado actual de los pavimentos, y la determinación de las patologías, conociendo cual es la patología con mayores reiteraciones y establecer su grado de condición mediante el método índice de condición del pavimento (PCI).

### **1.1. Planteamiento del problema**

los pavimentos en el distrito de Piura, se encuentran en muy mal estado ya que tiene deterioros o fallas que pueden ser originadas por fenómenos naturales, la alta temperatura predominante en nuestra región, por defecto de construcción o por condición de tráfico, que son deformaciones que causan deterioros o fallas estructurales. Motivo por el cual se originan es truncamientos en el tránsito vial, El cual afecta a la población

El pavimento flexible de la calle Lima del A.H. San Pedro desde la progresiva km.0+000 al km.0+800 del distrito de Piura. Presenta patologías severas causando la ineficaz transitabilidad de los vehículos por ello es necesario determinar los tipos patologías existentes en el pavimento flexible del distrito, las mismas que serán muestras de inspección visual.



**a) Caracterización del problema**

El pavimento flexible de la calle Lima se ubica en el AH. San Pedro entre la av. Don Bosco y la calle Pisco, del distrito de Piura, departamento de Piura.

La construcción del pavimento tiene un promedio de 7 años de antigüedad. En la actualidad presenta fallas de pulimento de agregados, desprendimiento de agregados, ahuellamientos, huecos, etc. esto se debe a distintas causas como son los cambios climáticos (lluvias), tránsito inadecuado de vehículos pesados.

Por lo tanto, se realizará una inspección a la estructura del pavimento desde la progresiva km.0+000 al km.0+800, para evaluar los diferentes tipos de patologías con el objetivo de determinar un índice de condición y grado de severidad del pavimento flexible utilizando el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI).

**b) Enunciado del problema**

¿Cómo la determinación y la evaluación de las de las patologías existentes en el pavimento flexible de la calle Lima entre las progresiva km.0+000 al km.0+800 del Asentamiento Humano San Pedro del Distrito de Piura de la Provincia de Piura, nos permitirá obtener un índice de condición del estado actual del pavimento, para establecer un adecuado mantenimiento y rehabilitación?

## **1.2. Objetivos de la investigación:**

### **1.2.1. Objetivo General:**

Establecer un Índice de Condición de Pavimento y su estado actual del pavimento flexible de la calle Lima entre las progresiva km.0+000 al km.0+800 del Asentamiento Humano San Pedro, Distrito de Piura, Provincia de Piura, Departamento de Piura, a partir del estudio descriptivo visual y la evaluación de las incidencias de las patologías.

### **1.2.2. Objetivo Específicos:**

1. Identificar y determinar los tipos de patologías existentes en el pavimento flexible de la calle Lima del Asentamiento Humano San Pedro del Distrito de Piura.
2. Evaluar los diferentes tipos de patologías existentes para determinar la patología con mayor incidencia del pavimento flexible de la calle Lima del Asentamiento Humano San Pedro del Distrito de Piura.
3. Determinar el estado actual y el índice de condición en la que se encuentra el pavimento flexible de la calle Lima del Asentamiento Humano San Pedro del Distrito de Piura.

## **1.3. Justificación de la investigación**

La investigación se realiza por la necesidad de evaluar y determinar las patologías presentes en el pavimento asfáltico de la calle Lima del Asentamiento Humano San Pedro del Distrito de Piura. para identificar los tipos de fallas y su grado de severidad.

La presente investigación parte por los tipos de fallas observadas en el pavimento asfáltico, que nos muestra la ineficaz transitabilidad en la vía, esto se ha producido por el uso indebido del pavimento asfáltico. ya que, por las lluvias del fenómeno natural del niño costero del presente año y la reconstrucción de las avenidas y calles de Piura, la calle lima del A.H. San Pedro ha sido utilizada como vía alterna para la circulación de diferentes tipos de vehículos de transporte desde carga pesada a vehículos livianos originando fallas estructurales en el pavimento asfáltico por exceso de carga y fatiga

Asimismo, la presente investigación podría posibilitar y ser útil a las entidades ediles tanto de Piura como de 26 de octubre en el planteamiento de reparación o mantenimiento de los pavimentos flexibles

## **II. Revisión de la Literatura**

### **2.1. Antecedentes**

Particularmente la investigación se sustenta con información de personas de quienes han investigado el tema de pavimentos flexibles

#### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

**a) Pavimentos flexibles, problemática, metodologías de diseño y tendencias - 1998.**

**Rico A., Téllez R., Garnica P.** <sup>2</sup> Donde en ese trabajo se considera la problemática general del comportamiento de los pavimentos flexibles, con estructura usual dentro de la práctica mexicana. Donde analizan las

características del comportamiento mecánico de los materiales térreos utilizados dentro del comportamiento general, considerando el efecto del tránsito y los que provienen del intemperismo y del efecto del agua.

Determina que comportamiento de los pavimentos flexibles depende en gran medida de condiciones no incluidas necesariamente en los métodos de diseño estructural. La temperatura, las condiciones de drenaje regional, la Hidrología y otras pueden jugar papeles muy importantes y frecuentemente pueden ser objeto de consideración del responsable del diseño geométrico y geotécnico de la carretera, con muy adecuadas repercusiones en el resultado final.

Los criterios de deterioro aceptados actualmente incluyen el agrietamiento por fatiga y las deformaciones permanentes. Es usual relacionar el primero con la deformación unitaria máxima a tensión en el plano inferior de la capa asfáltica, y el segundo con la deformación unitaria máxima a compresión en la subrasante únicamente. Sin embargo, se considera que lo más razonable es realizar la acumulación de deformaciones debidas a cada una de las capas del pavimento.

**b) Evaluación de tipos de fallas de la capa de rodadura en pavimentos flexibles - 2010.**

**Lemus J.** <sup>3</sup> Su tesis de Maestría, trata sobre como conocer e identificar las fallas más comunes que presentan los pavimentos flexibles y para su mantenimiento adecuado, con base a lo indicado en el “Manual de Carreteras del Instituto Mexicano de Transporte

Los daños que presenta una estructura de pavimento flexible pueden ser clasificados en:

- Fisuras
- Deformaciones
- Pérdida de capas estructurales
- Daños superficiales

El conocimiento y detección temprana de las fallas que sufren los pavimentos flexibles contribuye enormemente a mejorar su conservación, siendo importante contar con información que permita identificar los tipos de falla, su posible causa y las técnicas para su corrección.

**c) Evaluación y diseño de pavimentos por el método no destructivo - Georadar (gpr) y deflectómetro de la antigua vía a Conocoto - 2014.**

**Herrera V., Veloz M.** <sup>4</sup> Nos da a conocer que en la antigua Vía a Conocoto una importantes sectores del Distrito Metropolitano de Quito, hay una circulación vehicular desde Conocoto y poblaciones aledañas, hacia el sur y centro de la ciudad de Quito, debido a la alta densidad poblacional, el tráfico se ha incrementado y en la actualidad se registra dependencia con las actividades de la ciudad de Quito y congestión en horas pico de tráfico, por ello existe la necesidad de realizar una rehabilitación vial y de esta manera permitir una circulación más fluida, disminuir el tiempo de viaje y los costos de operación vehicular; uno de

sus principales objetivos es Demostrar la importancia y ventajas del mantenimiento vial y la rehabilitación del pavimento en los proyectos viales en servicio.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

**a) Diagnóstico del estado situacional de la vía: AV. Argentina – AV. 24 de junio por el método: Índice de Condición de Pavimentos-2012.**

**Camposano J., García K.** <sup>5</sup> Donde su trabajo de investigación, realiza un diagnostico visual para el tramo de la vía existente Av. 24 de Junio y Av. Argentina, haciendo uso del método Índice de Condición del Pavimento (PCI), según el criterio y parámetros de la Norma ASTM 5340-98 Método de Evaluación del PCI, el cual pretende saber las condiciones actuales de la estructura y la superficie de rodadura, con un trabajo de campo, en el cual se realiza el recorrido de la vía anotando las fallas localizadas y determinando la severidad de las mismas, haciendo uso de instrumentos de medición y el catálogo de fallas para pavimentos asfálticos, después del levantamiento de fallas se realiza el trabajo en gabinete con el cálculo final de PCI, siendo este el primer paso para lograr una vía pavimentada de mejor calidad y que cumpla correctamente su tiempo de vida útil.

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

**b) Diseño estructural del pavimento flexible para el anillo del Óvalo  
Grau– 2014.**

**Gómez S.** <sup>6</sup> Su tesis determina los criterios estructurales según normas y metodologías para diseñar la estructura de un pavimento flexible y así lograr un eficiente nivel de transpirabilidad mejorando las condiciones de vida de la población en toda la zona de influencia.

El Diseño de la Estructura del Pavimento Flexible, del presente proyecto, obedece a parámetros del comportamiento del lugar de emplazamiento, tomando en cuenta, la caracterización del tránsito, las propiedades mecánicas de los materiales y del terreno de fundación, las condiciones climáticas, las condiciones de drenaje y los niveles de serviciabilidad y confiabilidad

En que se emplea el método AASTHO – 93, el cálculo del espesor de la estructura del pavimento relaciona las variables, considerando principalmente los Factores de Equivalentes de ejes tipo de 80 Kn o 18 Kips o ESALs y el Módulo Resiliente de la Subrasante MR, indicando, que dentro del diseño del Pavimento Flexible, siguiendo las recomendaciones del método AASTHO -93

**c) Modelación Geotécnica de Pavimentos Flexibles con Fines de Análisis y Diseño en el Perú - 2007**

**Gutiérrez J.** <sup>7</sup> Concluye que el presente trabajo evalúa la articulación que debe existir entre los métodos y metodologías tradicionales y rutinarias de análisis y diseño para la construcción y/o rehabilitación de carreteras, que actualmente recomienda el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

Se procesa la información recopilada, en las diferentes etapas de evaluación de pavimentos, empleando metodologías foráneas adaptadas a nuestra realidad. Este manejo racional de la información, debe finalizar en recomendaciones coherentes que eviten gastos adicionales a los previstos, basados en un modelamiento estructural de pavimento que permita especular sobre su comportamiento a lo largo del tiempo.

La alternativa para resolver el problema planteado se resume en las actividades siguientes:

- Conducir los resultados obtenidos sistemáticamente, a un modelo tipo hipótesis el cual permita su contrastación con la realidad.
- (Raul & CHUQUE SUASNABAR, 211) Desarrollar los trabajos empleando, a la mecánica de suelos, en la resolución del problema debido a la interacción suelo – estructura.
- Aplicar el modelo a las vías de transportes con superficie de rodadura compuesto por asfalto y agregados pétreos.
- Identificar tendencias o procesar información para obtener parámetros de diseño.



- Encontrar una estructura que absorba los esfuerzos transmitidos por las cargas solicitadas.

**d) La deformación permanente en las mezclas asfálticas y el consecuente deterioro de los pavimentos asfálticos en el Perú - 2011.**

**Huamán N.** <sup>8</sup> El estudio presenta el concepto de la deformación permanente y las diferentes formas que se presenta en las capas del pavimento e inclusive a nivel de subrasante, originando tanto fallas funcionales como estructurales; profundizando además sobre el conocimiento del cemento asfáltico y básicamente sobre su comportamiento reológico que nos permita utilizarlo mejor como parte constituyente de las mezclas asfálticas.

Asimismo, se considera la necesidad de la elección y buen manejo de los agregados en cuanto a su gradación, forma, resistencia, etc., ya que influyen en forma determinante para la deformación permanente.

Finalmente, se determina la necesidad que en el Perú se cuente con equipos de laboratorio y de campo que permitan realizar ensayos para manejar mejor la deformación permanente. Se presentan los ensayos y equipos especializados que se utilizan en otros países en la espera de contar con alguno de ellos en el Perú; concluyéndose sobre la necesidad de efectuar estudios más profundos para el uso de los cementos asfálticos en acuerdo a la geografía y climas de las regiones del Perú.

### **2.1.3. Antecedentes Locales**

#### **a) Análisis patológico de la superficie del pavimento flexible en la calle Loreto cuadra 4 a la 6- Piura, 2015.**

**Domínguez Y.** <sup>9</sup> En su tesis de investigación explica que Para identificar qué técnicas de mantenimiento y reparación son las adecuadas para mejorar la serviciabilidad del pavimento; se debe en primer lugar, evaluar la vía y conocer el estado real en que se encuentra, es decir, realizar un análisis patológico de la superficie del pavimento. Para ello, existen varios métodos de evaluación superficial de pavimentos, uno de ellos es el Método PCI (Pavement Condition Index).

El Método PCI consiste en la determinación de la condición del pavimento a través de inspecciones visuales, identificando clase, severidad y cantidad de fallas encontradas. Con la información de campo obtenida durante la auscultación vial, y siguiendo la metodología indicada en el PCI, se calcula un índice que cuantifica el estado en que se encuentra el pavimento analizado, es decir, señala si el pavimento está fallado, si es malo, muy malo, regular, si es bueno, muy bueno o excelente.

#### **b) Calculo de Índice de Condición aplicado en el pavimento flexible en las Av. las Palmeras de Piura.**

**Gamboa K.** <sup>10</sup> Un buen diseño permite un adecuado funcionamiento del pavimento durante el periodo de vida establecido. Sin embargo existen una serie de razones por las cuales no se llega a cumplir con el período de

diseño, entre ellas tenemos: defectos en la construcción, subdiseño, volumen mayor de tránsito, mal funcionamiento del drenaje, deficiencia en el mantenimiento del pavimento, etc. Esto genera que el pavimento falle y se presenten distintas anomalías empeorando el estado del camino. Para establecer el índice de condición del pavimento se proporciona un peso relativo a cada falla, tomando en cuenta cantidad y severidad. Para poder tomar en cuenta correctamente estos factores se emplea un factor de ponderación que permite indicar con acierto el grado de afectación.

**c) Determinación de las condiciones del pavimento flexible de la Av. José Aguilar Santisteban, tramo Avenida urb. Ignacio Merino II etapa – Urb los Jardines Avifav II etapa Distrito de Piura, Provincia de Piura” - 2016**

**Rosas P.** <sup>11</sup> Explica la necesidad de mejorar el estado en que se encuentran los pavimentos urbanos en la ciudad de Piura, es una preocupación que afecta a todos los ciudadanos en general. La solución más evidente a este problema sería reparar el pavimento dañado y dejarlo en una condición óptima. Para lograrlo es necesario conocer el estado real en el que se encuentra la pista a reparar, para saber exactamente qué técnica aplicar. Un método de evaluación del comportamiento del pavimento es el “Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos” (ASTM D6433-03) o mejor conocido como “Método del PCI” (Pavement

Condition Index); que por medio de inspecciones visuales determina el estado en que se encuentra una vía, dependiendo del tipo, cantidad y severidad de las fallas presentes. Su objetivo principal es de diagnosticar el estado situacional del pavimento de la Av. José Aguilar Santisteban del distrito de Piura, Provincia de Piura, identificando las fallas existentes y determinar el índice de condición del pavimento (PCI).

## **2.2. Bases Teóricas:**

**Monsalve L., Giraldo L., Gaviria J.<sup>12</sup>**

### **2.2.1. Pavimentos**

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

- Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito
- Ser resistente ante los agentes de intemperismo
- Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos, por cuanto ella tiene una

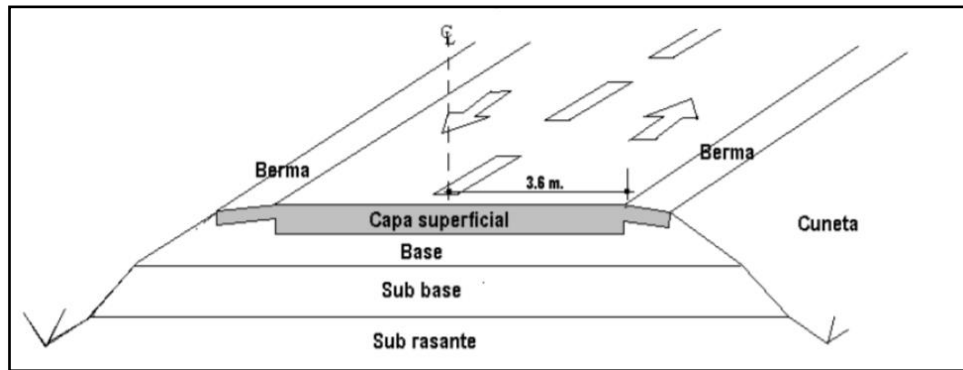
decisiva influencia en la seguridad vial. Además, debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.

- Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal, que permitan una adecuada comodidad a los usuarios en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación.
- Debe ser durable
- Debe ser económico
- El ruido de rodadura, en el interior de los vehículos que afectan al usuario, así como en el exterior, que influyen en el entorno, deber ser adecuadamente moderado.
- Deber poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramiento y ofrecer una adecuada seguridad al tránsito.

### **2.2.2. Pavimentos flexibles**

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

**Imagen 1. Estructura típica de un pavimento asfáltico (flexible).**



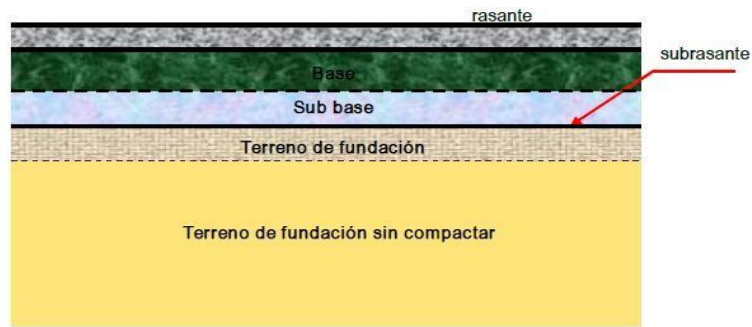
Fuente: Monsalve L., Giraldo L., Gaviria J.

### **2.2.3. Estructura del pavimento flexible**

**Minaya S., Ordóñez A.** <sup>13</sup>

**La carpeta asfáltica** o capa de rodamiento proporciona una superficie uniforme y estable al tránsito, de textura y color adecuado, que debe resistir los efectos abrasivos provenientes del tránsito y del medio ambiente. La nueva Guía de Diseño empírico-mecanístico AASHTO 2002 recomienda que el módulo elástico de la carpeta se evalúe con el Módulo Complejo Dinámico,  $E^*$ . Sin embargo, podemos mencionar que la carpeta es una capa muy rígida con valores altos de módulo. El método de diseño AASHTO 1993 considera como parámetro de diseño de la carpeta asfáltico el módulo resiliente, para mezclas asfálticas en caliente estos valores varían de 400,000 a 450,000 psi (28,000 a 32,000 kg/cm<sup>2</sup>) a 20°C

**Imagen 2. Estructura típica de pavimento flexible.**



Fuente: Minaya S., Ordóñez A. (2006)<sup>13</sup>

**La capa de base**, generalmente granular, es una capa que se apoya sobre la sub base. La función de esta capa es transmitir los esfuerzos provenientes del tráfico, a la sub base y subrasante. Los requisitos de calidad de agregados de base son muy rigurosos. Esta capa está conformada por grava chancada, compactada al 100% de la máxima densidad seca del ensayo proctor modificado. El módulo elástico de la base se evalúa con el módulo resiliente, MR. Una base granular con CBR del 100% tiene aproximadamente un valor MR de 30,000 psi (2,100 kg/cm<sup>2</sup>).

**Imagen 3. Etapas para la preparación de la base.**



Fuente: Miranda R. (2010)<sup>14</sup>.

**(RNE Norma Ce.010 Pavimentos Urbanos)** <sup>15</sup> Estos materiales deberán cumplir los requisitos de gradación establecidos en la siguiente Tabla:

**Tabla 1. Requerimientos Granulométricos para Base Granular**

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A *	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75-95	100	100
9,5 mm (3/8")	30 – 65	40-75	50-85	60-100
4,75 mm (Nº 4)	25 – 55	30-60	35-65	50-85
2,0 mm (Nº 10)	15 – 40	20-45	25-50	40-70
4,25 µm (Nº 40)	8 – 20	15-30	15-30	25-45
75 µm (Nº 200)	2 – 8	5-15	5-15	8-15

Fuente (RNE Norma Ce.010 Pavimentos Urbanos)<sup>15</sup>

\*La curva de gradación "A" deberá emplearse en zonas cuya altitud sea igual o superior a 3000 msnm.

El material de Base Granular deberá cumplir además con las siguientes características físico-mecánicas y químicas que a continuación se indican:

**Tabla 2. Valor Relativo de Soporte, CBR**

NTP 339.145:1999

Vías Locales y Colectoras	Mínimo 80%
Vías Arteriales y Expresas	Mínimo 100%



**Tabla 3. Requerimientos del Agregado Grueso de Base Granular**

Ensayo	Norma	Requerimiento	
		< 3000 msnmm	≥ 3000 msnmm
Partículas con una cara fracturada	MTC E210-2000	80% mínimo	
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E210-2000	40% mínimo	50% mínimo
Abrasión Los Angeles	NTP 400.019:2002	40% máximo	
Sales Solubles	NTP 339.152:2002	0,5% máximo	
Pérdida con Sulfato de Sodio	NTP 400.016:1999	---	12% máximo
Pérdida con Sulfato de Magnesio	NTP 400.016:1999	---	18% máximo

Fuente: (RNE Norma Ce.010 Pavimentos Urbanos)<sup>15</sup>

**Tabla 4. Requerimientos del Agregado Fino de Base Granular**

Ensayo	Norma	Requerimiento	
		< 3000 msnmm	≥ 3000 msnmm
Índice Plástico	NTP 339.129:1999	4% máximo	2% máximo
Equivalente de arena	NTP 339.146:2000	35% mínimo	45% mínimo
Sales solubles	NTP 339.152:2002	0,5% máximo	
Índice de durabilidad	MTC E214-2000	35% mínimo	

Fuente: (RNE Norma Ce.010 Pavimentos Urbanos)<sup>15</sup>

**Minaya s., Ordóñez A.** <sup>13</sup>

**La sub base**, es una capa que según el diseño puede o no colocarse. Se apoya sobre la subrasante y los requisitos de calidad de los materiales que la conforman son menos rigurosos, la razón de esto es que los esfuerzos verticales que se transmiten a través de las capas de pavimentos son mayores en la superficie y van disminuyendo a medida que se

profundizan. La sub base es la capa de material seleccionado, más profunda de la estructura del pavimento, razón por la que los materiales que la conforman cumplen requisitos menos rigurosos. El módulo elástico de la sub base se evalúa con el módulo resiliente, MR. Una sub base granular con CBR del 40% (CBR mínimo para sub bases granulares, según las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG-2000, Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, Oficina de Control de Calidad) tiene un MR de 17,000 psi (1,200 kg/cm<sup>2</sup>).

**Imagen 4. Etapas para la preparación de la subrasante**



Fuente: Miranda R. (2010)<sup>14</sup>

**(RNE Norma Ce.010 Pavimentos Urbanos)<sup>15</sup>**

Estos materiales deberán cumplir los requisitos mínimos establecidos en las siguientes Tablas:

**Tabla 5. Requerimientos Granulométricos para Sub-Base Granular**

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A *	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75-95	100	100
9,5 mm (3/8")	30 – 65	40-75	50-85	60-100
4,75 mm (Nº 4)	25 – 55	30-60	35-65	50-85
2,0 mm (Nº 10)	15 – 40	20-45	25-50	40-70
4,25 µm (Nº 40)	8 – 20	15-30	15-30	25-45
75 µm (Nº 200)	2 – 8	5-15	5-15	8-15

Fuente: (RNE Norma Ce.010 Pavimentos Urbanos)<sup>15</sup>

\*La curva de gradación "A" deberá emplearse en zonas cuya altitud sea igual o superior a 3000 msnmm.

Además, el material también deberá cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

**Tabla 6. Requerimientos de Calidad para Sub-Base Granular**

Ensayo	Norma	Requerimiento	
		< 3000 msnmm	≥ 3000 msnmm
Abrasión Los Angeles	NTP 400.019:2002	50 % máximo	
CBR de laboratorio	NTP 339.145:1999	30-40 % mínimo*	
Límite Líquido	NTP 339.129:1999	25% máximo	
Índice de Plasticidad	NTP 339.129:1999	6% máximo	4% máximo
Equivalente de Arena	NTP 339.146:2000	25% mínimo	35% mínimo
Sales Solubles Totales	NTP 339.152:2002	1% máximo	

Fuente: (RNE Norma Ce.010 Pavimentos Urbanos)<sup>15</sup>

\* 30% para pavimentos rígidos y de adoquines. 40% para pavimentos flexibles.

**Minaya s., Ordóñez A.** <sup>13</sup>

**El terreno de fundación**, puede estar conformado por un terraplén (caso de rellenos) o terreno natural en el caso de cortes, para ambos casos, la cota geométrica superior se denomina subrasante. El módulo elástico asociado al terreno de fundación es el módulo resiliente, este parámetro ha sido ampliamente investigado por las diferentes agencias de transportes de los Estados Unidos, correlacionándolo con el CBR.

Así también el “**Manual de Carreteras-Conservación Vial**” del **Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú** <sup>16</sup>, define los siguientes términos:

#### **2.2.4. Rehabilitación:**

Ejecución de las obras necesarias para devolver a la infraestructura vial sus características originales y adecuarla a su nuevo periodo de servicio; las cuales están referidas principalmente a reparación, refuerzo y/o recuperación de pavimentos, puentes, túneles, obras de drenaje y de ser el caso movimiento de tierras en zonas puntuales y otros.

#### **2.2.5. Reparación**

Consiste en arreglar, enmendar o recuperar cualquier elemento de la infraestructura vial que se encuentre en mal estado por efectos del tránsito o carga vial o ha sido dañada por efectos de la naturaleza o por terceros.

#### **2.2.6. Reparaciones menores**

Son actividades que corresponden a la conservación rutinaria que el contratista debe ejecutar para corregir defectos en las obras de drenaje, señales, elementos de seguridad, calzada, bermas etc., siempre que estos tengan carácter puntual o localizado y no comprometan ni representen solución a problemas de tipo estructural o problemas que deberían resolverse con una conservación periódica o de rehabilitación.

### **2.2.7. Conservación vial**

Conjunto de actividades técnicas destinadas a preservar en forma continua y sostenida el buen estado de la infraestructura vial, de modo que se garantice un servicio óptimo al usuario, puede ser de naturaleza rutinaria o periódica.

#### **2.2.7.1. Conservación rutinaria**

Es el conjunto de actividades que se realizan en las vías con carácter permanente para conservar sus niveles de ser servicio. Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas principalmente a labores de limpieza, bacheo, perfilado, roce, eliminación de derrumbes de pequeña magnitud; así como limpieza o reparación de señales y/o elementos de seguridad, limpieza o reparación de juntas de dilatación, elementos de apoyo, pintura de elementos específicos de puentes y drenaje en la superestructura y subestructura de los puentes.

### **2.2.7.2. Conservación periódica**

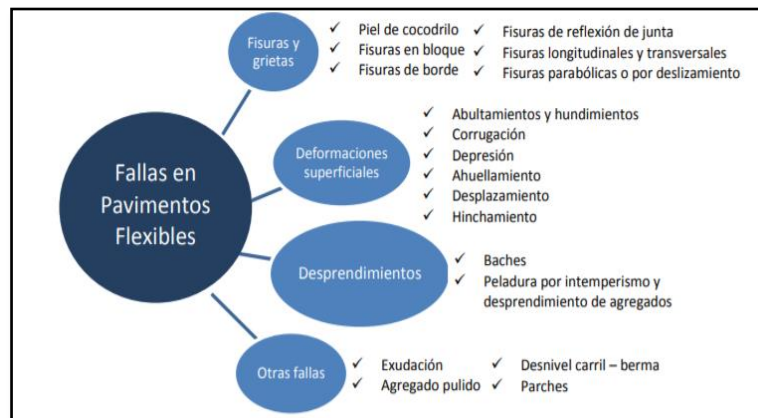
Es el conjunto de actividades, programables cada cierto periodo, que se realizan en las vías para recuperar sus condiciones de servicio estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas principalmente a: i) reposición de capas de rodadura, colocación de capas nivelantes y sello, ii) reparación o reconstrucción puntual de capas inferiores del pavimento, iii) reparación o reconstrucción puntual de túneles, muros, obras de drenaje, iv) reposición o instalación de elementos de seguridad vial y señalización, v) reparación o reconstrucción puntual de la plataforma de carretera y vi) reparación o reconstrucción puntual de los componentes de los puentes tanto de la superestructura como de la subestructura y pintado general del puente.

### **2.2.8. Clasificación de las fallas en los pavimentos**

Según el **“Manual para la inspección Visual de pavimentos flexibles”**. **Bogotá, 2006** <sup>17</sup> los daños que presenta una estructura de pavimento flexible pueden ser clasificada en cuatro categorías.

- Fisuras.
- Deformaciones
- Pérdida de capas estructurales.
- Daños superficiales.
- Otros daños.

**Imagen 5. Clasificación de las fallas de los pavimentos flexibles**



Fuente: Rodríguez E. (2009)<sup>18</sup>

### 2.2.9. Tipos de fallas en pavimentos flexibles

(Vásquez L.)<sup>19</sup> Define las siguientes patologías en los pavimentos flexibles.

#### 2.2.9.1. Piel de cocodrilo.

Descripción: Las grietas de fatiga o piel de cocodrilo son una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo acción repetida de las cargas de tránsito. El agrietamiento se inicia en el fondo de la capa asfáltica (o base estabilizada) donde los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión son mayores bajo la carga de una rueda. Inicialmente, las grietas se propagan a la superficie como una serie de grietas longitudinales paralelas. Después de repetidas cargas de tránsito, las grietas se conectan formando polígonos con ángulos agudos que desarrollan un patrón que se asemeja a una malla de gallinero o a la

piel de cocodrilo. Generalmente, el lado más grande de las piezas no supera los 0.60 m.

El agrietamiento de piel de cocodrilo ocurre únicamente en áreas sujetas a cargas repetidas de tránsito tales como las huellas de las llantas. Por lo tanto, no podría producirse sobre la totalidad de un área a menos que esté sujeta a cargas de tránsito en toda su extensión. (Un patrón de grietas producido sobre un área no sujeta a cargas se denomina como “grietas en bloque”, el cual no es un daño debido a la acción de la carga).

La piel de cocodrilo se considera como un daño estructural importante y usualmente se presenta acompañado por ahuellamiento.

#### **Niveles de severidad**

- L (Low: Bajo): Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela con unas pocas o ninguna interconectadas. Las grietas no están descascaradas, es decir, no presentan rotura del material a lo largo de los lados de la grieta.
- M (Medium: Medio): Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel L, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas.
- H (High: Alto): Red o patrón de grietas que ha evolucionado de tal forma que las piezas o pedazos están bien definidos y



descascarados los bordes. Algunos pedazos pueden moverse bajo el tránsito.

**Imagen 6. Falla tipo piel de cocodrilo.**



Fuente: Manual para la inspección Visual de pavimentos flexibles

#### **2.2.9.2. Exudación.**

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. La exudación es originada por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de aplicación de un sellante asfáltico o un bajo contenido de vacíos de aire. Ocurre cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla en medio de altas temperaturas ambientales y entonces se expande en la superficie del pavimento. Debido a que el proceso de exudación no es reversible durante el tiempo frío, el asfalto se acumulará en la superficie.

#### **Niveles de severidad.**

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

**Imagen 7. Falla por exudación**



Fuente: Manual para la inspección Visual de pavimentos flexibles

### **2.2.9.3. Agrietamiento en bloque.**

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 (lo cual origina ciclos diarios de esfuerzo / deformación unitaria).

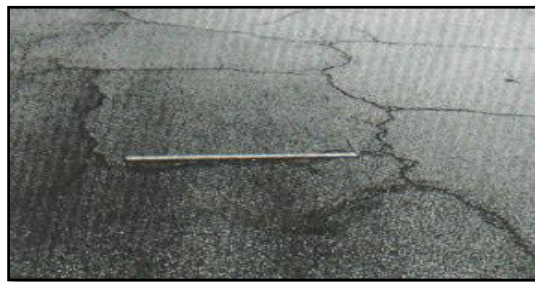
Las grietas en bloque no están asociadas a cargas e indican que el asfalto se ha endurecido significativamente.

Normalmente ocurre sobre una gran porción del pavimento, pero algunas veces aparecerá únicamente en áreas sin tránsito. Este tipo de daño difiere de la piel de cocodrilo en que este último forma pedazos más pequeños, de muchos lados y con ángulos agudos. También, a diferencia de los bloques, la piel de cocodrilo es originada por cargas repetidas de tránsito y, por lo tanto, se encuentra únicamente en áreas sometidas a cargas vehiculares (por lo menos en su primera etapa).

#### **Niveles 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.

**Imagen 8. Falla por Agrietamiento en bloque**



fuelle: Vázquez L. (2002)

#### **2.2.9.4. Abultamientos y hundimientos.**

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, que incluyen:

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

Los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento.

Las distorsiones y desplazamientos que ocurren sobre grandes áreas del pavimento, causando grandes o largas depresiones en el mismo, se llaman “ondulaciones” (hinchamiento: swelling).

#### **Niveles de severidad**

- L: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de baja severidad.
- M: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad media.
- H: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad alta.

**Imagen 9. Falla por Hundimiento**



Fuente: Manual para la inspección Visual de pavimentos flexibles

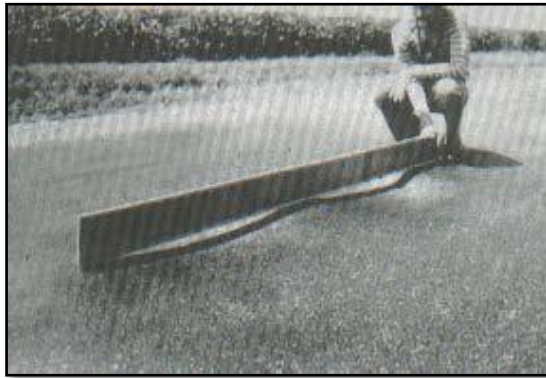
#### **2.2.9.5. Corrugación.**

Descripción: La corrugación (también llamada “lavadero”) 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.

#### **Niveles 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.

**Imagen 10. Falla por Corrugación**



fuelle: Vázquez L. (2002)

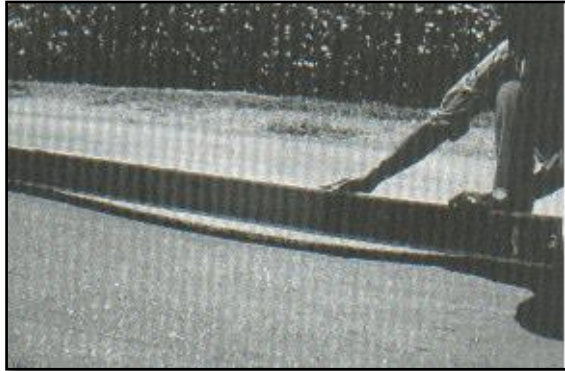
#### **2.2.9.6. Depresión.**

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” (bird bath). En el pavimento seco las depresiones pueden ubicarse gracias a las manchas causadas por el agua almacenada. Las depresiones son formadas por el asentamiento de la subrasante o por una construcción incorrecta. Originan alguna rugosidad y cuando son suficientemente profundas o están llenas de agua pueden causar hidropilano. Los hundimientos a diferencia de las depresiones, son las caídas bruscas del nivel.

**Niveles de severidad:** Máxima profundidad de la depresión:

- L: 13.0 a 25.0 mm.
- M: 25.0 a 51.0 mm.
- H: Más de 51.0 mm.

**Imagen 11. Falla por Depresión**



fuelle: Vázquez L. (2002)

#### **2.2.9.7. Grieta de borde.**

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).

#### **Niveles 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.

**Imagen 12. Falla por Depresión**



fuelle: Vásquez L. (2002)

#### **2.2.9.8. Desnivel carril / berma.**

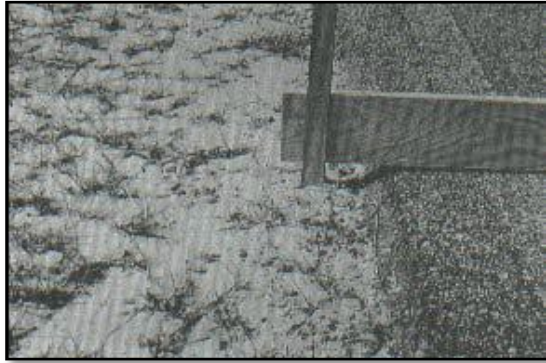
Descripción: El desnivel carril / berma es una diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma. Este daño se debe a la erosión de la berma, el asentamiento berma o la colocación de sobre carpetas en la calzada sin ajustar el nivel de la berma.

#### **Niveles 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.



**Imagen 13. Falla por Depresión**



fuelle: Vázquez L. (2002)

#### **2.2.9.9. Parcheo y acometidas de servicios públicos.**

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 (usualmente, un área parchada o el área adyacente no se comportan tan bien como la sección original de pavimento). Por lo general se encuentra alguna rugosidad está asociada con este daño.

#### **Niveles de Severidad.**

- L: El parche está en buena condición buena y es satisfactorio. La calidad del tránsito se califica como de baja severidad o mejor.
- M: El parche está moderadamente deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de severidad media.
- H: El parche está muy deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de alta severidad. Requiere pronta sustitución.

**Imagen 14. Falla por Parcheo y acometidas de servicios públicos**



Fuente: Manual para la inspección Visual de pavimentos flexibles

#### **2.2.9.10. Pulimento de agregados.**

Descripción: Este daño es causado por la repetición de cargas de tránsito. Cuando el agregado en la superficie se vuelve suave al tacto, la adherencia con las llantas del vehículo se reduce considerablemente. Cuando la porción de agregado que está sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye de manera significativa a reducir la velocidad del vehículo. El pulimento de agregados debe contarse cuando un examen revela que el agregado que se extiende sobre la superficie es degradable y que la superficie del mismo es suave al tacto. Este tipo de daño se indica cuando el valor de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha caído significativamente desde una evaluación previa.

#### **Niveles de severidad.**

- No se define ningún nivel de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de ser

incluido en una evaluación de la condición y contabilizado como defecto.

**Imagen 15. Falla por Pulimento de agregados**



Fuente: Manual para la inspección Visual de pavimentos flexibles

#### **2.2.9.11. Huecos.**

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

## Niveles de severidad

- Los niveles de severidad para los huecos de diámetro menor que 762 mm están basados en la profundidad y el diámetro de los mismos, de acuerdo con el siguiente cuadro.

Cuadro n° 1. Niveles de severidad para huecos.

Profundidad máxima del hueco.	Diámetro medio (mm)		
	102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm
12.7 a 25.4 mm	L	L	M
> 25.4 a 50.8 mm	L	M	H
> 50.8 mm	M	M	H

Fuente: Vásquez Varela Luis (2002)

- Si el diámetro del hueco es mayor que 762 mm, debe medirse el área en pies cuadrados (o metros cuadrados) y dividirla entre 5 pies<sup>2</sup> (0.47 m<sup>2</sup>) para hallar el número de huecos equivalentes. Si la profundidad es menor o igual que 25.0 mm, los huecos se consideran como de severidad media. Si la profundidad es mayor que 25.0 mm la severidad se considera como alta.

**Imagen 16. Falla por Hueco**



fuentes: Vásquez L. (2002)

### **2.2.9.12. Ahuellamiento.**

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. El ahuellamiento se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante, usualmente producida por consolidación o movimiento lateral de los materiales debidos a la carga del tránsito. Un ahuellamiento importante puede conducir a una falla estructural considerable del pavimento.

#### **Niveles de severidad**

Profundidad media del ahuellamiento:

- L: 6.0 a 13.0 mm.
- M: >13.0 mm a 25.0 mm.
- H: > 25.0 mm.

**Imagen 17. Falla por Ahuellamiento**



Fuente: Manual para la inspección Visual de pavimentos flexibles

### **2.2.9.13. Desplazamiento.**

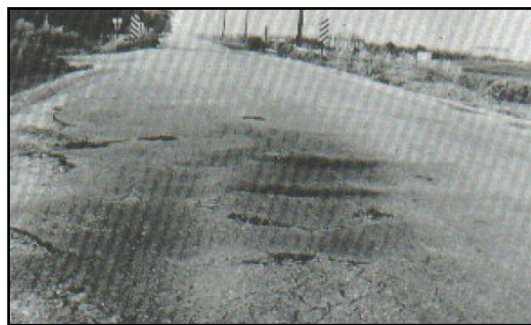
Descripción: El desplazamiento es un corrimiento longitudinal y permanente de un área localizada de la superficie del pavimento producido por las cargas del tránsito. Cuando el tránsito empuja contra el pavimento, produce una onda corta y abrupta en la superficie. Normalmente, este daño sólo ocurre en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

Los desplazamientos también ocurren cuando pavimentos de concreto asfáltico confinan pavimentos de concreto de cemento Pórtland. La longitud de los pavimentos de concreto de cemento Pórtland se incrementa causando el desplazamiento.

#### **Niveles de severidad**

- L: El desplazamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.
- M: El desplazamiento causa calidad de tránsito de severidad media.
- H: El desplazamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

**Imagen 18. Falla por desplazamiento**



#### **2.2.9.14. Grietas parabólicas (slippage).**

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

##### **Nivel de severidad**

- L: Ancho promedio de la grieta menor que 10.0 mm.
- M: Existe una de las siguientes condiciones:
  1. Ancho promedio de la grieta entre 10.0 mm y 38.0 mm.
  2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pequeños pedazos ajustados.
- H: Existe una de las siguientes condiciones:
  1. Ancho promedio de la grieta mayor que 38.0 mm.
  2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pedazos fácilmente removibles.

**Imagen 19. Falla por Grieta parabólica**



fuelle: Vásquez L. (2002)

#### **2.2.9.15. Hinchamiento.**

Descripción: El hinchamiento se caracteriza por un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento – una onda larga y gradual con una longitud mayor que 3.0 m. El hinchamiento puede estar acompañado de agrietamiento superficial. Usualmente, este daño es causado por el congelamiento en la subrasante o por suelos potencialmente expansivos.

##### **Nivel de severidad**

- L: El hinchamiento causa calidad de tránsito de baja severidad. El hinchamiento de baja severidad no es siempre fácil de ver, pero puede ser detectado conduciendo en el límite de velocidad sobre la sección de pavimento. Si existe un hinchamiento se producirá un movimiento hacia arriba.
- M: El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.
- H: El hinchamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.



### **Imagen 20. Falla por Hinchamiento**



fuelle: Vásquez L. (2002)

#### **2.2.9.16. Meteorización / desprendimiento de agregados.**

Descripción: La meteorización y el desprendimiento son la pérdida de la superficie del pavimento debida a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado. Este daño indica que, o bien el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable, o que la mezcla presente es de pobre calidad. Además, el desprendimiento puede ser causado por ciertos tipos de tránsito, por ejemplo, vehículos de orugas. El ablandamiento de la superficie y la pérdida de los agregados debidos al derramamiento de aceites también se consideran como desprendimiento.

#### **Niveles de severidad**

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

- M: Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada. En el caso de derramamiento de aceite, la superficie es suave y puede penetrarse con una moneda.
- H: Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores que 10.0 mm y profundidades menores que 13.0 mm; áreas ahuecadas mayores se consideran huecos. En el caso de derramamiento de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto ligante y el agregado está suelto.

**Imagen 21. Falla por Desprendimiento de agregados**



fuelle: Vásquez L. (2002)

#### **2.2.10. Método del Índice de Condición del Pavimento (PCI).**

**Vásquez L.** <sup>17</sup> Su investigación trata sobre pavement condition index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.

El deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La formulación de

un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los “valores deducidos”, como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento. El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En el Tabla 7 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

**Tabla 7. Rangos de calificación 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

fuelle: Vázquez L. (2002)

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

## 1. Procedimiento de Evaluación de la Condición del Pavimento

La primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin. La imagen 22 ilustra el formato para la inspección de pavimentos asfálticos.

**Imagen 22. Formato de exploración de condición de Pavimento Flexible**

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
ZONA			UNIDAD DE MUESTREO			ESQUEMA				
INSPECCIONADO POR			ÁREA DE MUESTREO (m <sup>2</sup> )							
PROG. INICIAL		PROG. FINAL		FECHA						
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	Densidad (%)	Valor deducido	

fuelle: Propia.

### a) Unidades de Muestreo:

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

- Carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30 m:

El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango **230.0 ± 93.0**

m<sup>2</sup>. En la tabla 8. Se presentan algunas relaciones longitud – ancho de calzada pavimentada.

Tabla 8. Longitudes de unidades de muestreo asfálticas

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

fuelle: Vásquez L. (2002)

**b) Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación:**

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

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

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

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e: Error admisible en el estimado del PCI de la sección (e = 5%)

$\sigma$ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (s) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25) y de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de 35) En inspecciones subsecuentes se usará la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deben evaluarse.

Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco (n < 5), todas las unidades deberán evaluarse.

**c) Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección:**

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

- El intervalo de muestreo (i) se expresa mediante la Ecuación 2:

$$i = \frac{N}{n} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

$i$  : Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior (por ejemplo, 3.7 se redondea a 3)

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

Así, si  $i = 3$ , la unidad inicial de muestreo a inspeccionar puede estar entre 1 y 3. Las unidades de muestreo para evaluación se identifican como (S), (S + 1), (S + 2), etc.

Siguiendo con el ejemplo, si la unidad inicial de muestreo para inspección seleccionada es 2 y el intervalo de muestreo ( $i$ ) es igual a 3, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serían 5, 8, 11, 14, etc.

Sin embargo, si se requieren cantidades de daño exactas para pliegos de licitación (rehabilitación), todas y cada una de las unidades de muestreo deberán ser inspeccionadas.

#### **d) Selección de Unidades de Muestreo Adicionales:**

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

Para evitar lo anterior, la inspección deberá establecer cualquier unidad de muestreo inusual e inspeccionarla como una “unidad adicional” en lugar

de una “unidad representativa” o aleatoria. Cuando se incluyen unidades de muestreo adicionales, el cálculo del PCI es ligeramente modificado para prevenir la extrapolación de las condiciones inusuales en toda la sección.

**e) Evaluación de la Condición:**

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

La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

**a. Equipo.**

- Odómetro manual para medir las longitudes y las áreas de los daños.
- Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.
- Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.

**b. Procedimiento.** Se inspecciona una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo con el Manual de Daños, y se registra la información en el formato correspondiente. Se deben conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimientos de medida los daños. Se usa un formulario u “hoja de información de exploración de la condición” para cada unidad



muestreo y en los formatos cada renglón se usa para registrar un daño, su extensión y su nivel de severidad.

c. El equipo de inspección deberá implementar todas las medidas de seguridad para su desplazamiento en la vía inspeccionada, tales como dispositivos de señalización y advertencia para el vehículo acompañante y para el personal en la vía.

## **2. Cálculo del PCI de las unidades de muestreo**

Al completar la inspección de campo, la información sobre los daños se utiliza para calcular el PCI. El cálculo puede ser manual o computarizado y se basa en los “Valores Deducidos” de cada daño de acuerdo con la cantidad y severidad reportadas.

a) Cálculo para Carreteras con Capa de Rodadura Asfáltica:

**Etapas 1.** Cálculo de los Valores Deducidos:

**1. a.** Totalice cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo en la columna TOTAL del formato PCI-01. El daño puede medirse en área, longitud ó por número según su tipo.

**1. b.** Divida la CANTIDAD de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el ÁREA TOTAL de la unidad de muestreo y exprese el resultado como porcentaje. Esta es la DENSIDAD del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.

**1. c.** Determine el VALOR DEDUCIDO para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “**Valor Deducido**”

**del Daño”** que se adjuntan al final de este documento, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

**Etapa 2.** Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m)

**2. a.** Si ninguno ó tan sólo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido”, CDV, obtenido en la Etapa 4. De lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b. y 2.c.

**2. b.** Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.

**2. c.** Determine el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m), utilizando la Ecuación 3:

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

Ecuación 3. Carreteras pavimentadas

Donde:

**m<sub>i</sub>**: Número máximo admisible de “valores deducidos”, incluyendo fracción, para la unidad de muestreo *i*.

**HDV<sub>i</sub>**: El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo.

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

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

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

**3. a.** Determine el número de valores deducidos,  $q$ , mayores que 2.0.

**3. b.** Determine el “Valor Deducido Total” sumando TODOS los valores deducidos individuales.

**3. c.** Determine el CDV con  $q$  y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.

**3. d.** Reduzca a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas 3.a. a 3.c. hasta que  $q$  sea igual a 1.

**3. e.** El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

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

**Imagen 23. Formato para las iteraciones del cálculo del CDV.**

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO  
FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

N°	Valores deducidos							Total	q	CDV

fuelle: Propia.

### 3. Cálculo del PCI de una sección de pavimento.

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

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

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

Donde:

PCI<sub>S</sub>: PCI de la sección del pavimento.

PCI<sub>R</sub>: PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas.

PCI<sub>A</sub>: PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección.

A: Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas.

### **III. Metodología**

#### **3.1. Diseño de la investigación**

##### **3.1.1. Tipo de la investigación del proyecto.**

La presente investigación por realizarse será de tipo descriptivo visual, analítica, no experimental y de corte transversal.

- Es descriptivo porque describe la realidad actual del estado del pavimento asfáltico, sin alterarla.
- Analítica porque estudia los detalles de cada patología y establece las posibles causas.
- No experimental porque se estudia el problema y se analiza sin recurrir a laboratorio.
- Es de corte transversal porque se está analizando en el periodo del 2017.

##### **3.1.2. Nivel de la Investigación**

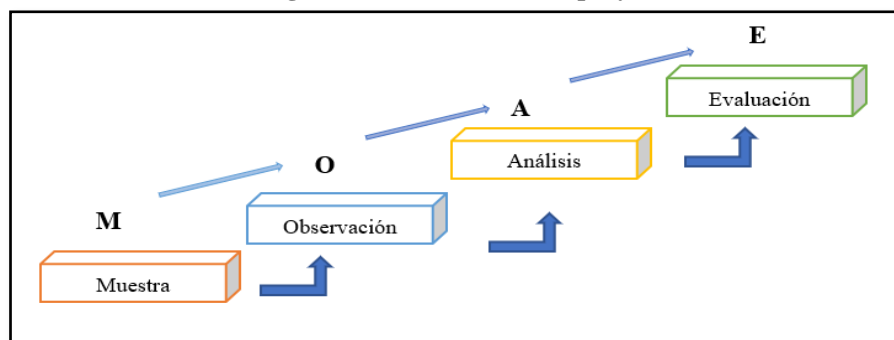
La investigación es de nivel aplicativo descriptivo ya que se aplica en la solución del problema para el mejoramiento y rehabilitación de la vía por medio de la descripción visual del problema.

El análisis para la evaluación es de tipo visual descriptivo y personalizada. El procesamiento de la información se hizo de manera manual.

La metodología de este proyecto se desarrolla en base a la recopilación de antecedentes preliminares:

- En esta etapa se realizó la búsqueda el ordenamiento, análisis y validación de los datos existentes y de toda la información necesaria que ayudo a cumplir con los objetivos de este proyecto.
- Para el análisis de las muestras se tomó las fotos respectivas del pavimento flexible de la calle Lima del A.H. San Pedro, distrito Piura.

**Imagen 24. Continuidad del proyecto.**



Fuente: propia.

## 3.2. El universo y muestra del proyecto

### 3.2.1. Universo o Población

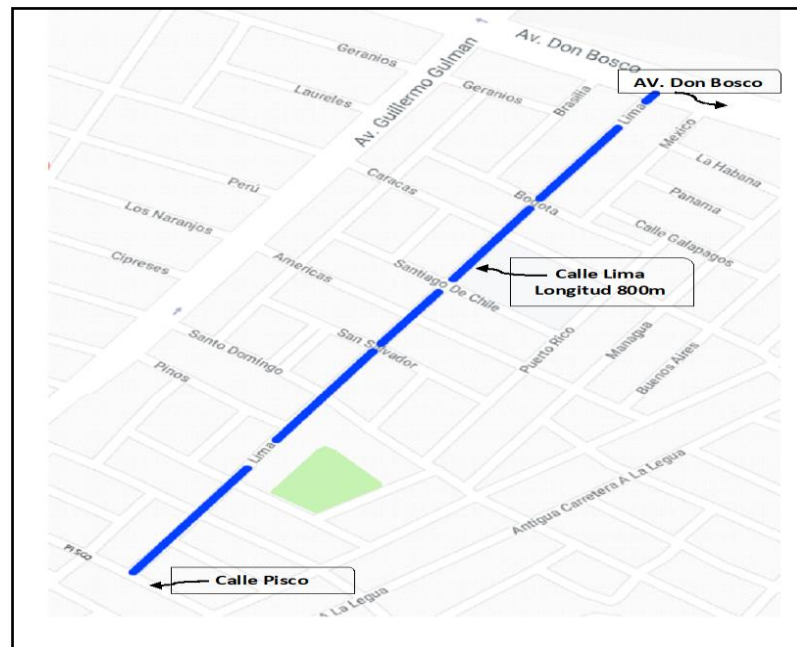
La presente Investigación está dado por la delimitación geográfica entre la AV. Don Bosco y la calle Pisco desde la progresiva km.0+000 hasta la progresiva km.0+800 del AH, San Pedro, distrito de Piura, Provincia de Piura, departamento de Piura.

### 3.2.2. Muestra

La vía a evaluar de la calle Lima tiene una longitud de 800 m y un ancho de 6m, lo cual nos da un área total de 4800m<sup>2</sup> que fueron divididas en

21 unidades de muestreo teniendo un área de 228.6 m<sup>2</sup> cada unidad, para su evaluación mediante el método del PCI.

**Imagen 25. Ubicación de calle Lima.**



Fuente: Elaboración propia.

### **3.3. Definición y operacionalización de variables**

#### **3.3.1. Variable**

Determinación y evaluación de las patologías del pavimento flexible de la calle Lima del A.H. San Pedro del distrito Piura, provincia de Piura, Departamento de Piura.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos del proyecto**

#### **3.4.1. Técnicas**

Las técnicas a utilizar en la investigación son:

- El Análisis Visual y toma de datos es a través del formato de la ficha técnica del PCI como instrumento de recolección de datos en la muestra según el muestreo establecido.
- Tomar todas las medidas de seguridad para la recopilación de los datos del pavimento flexible.

#### **3.4.2. Instrumentos**

- Se tomó como guía el Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.
- Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los huecos, ahuellamientos o depresiones.

#### **3.5. Plan De Análisis**

Los resultados estarán comprendidos en lo siguiente:

- La Ubicación del área de estudio.
- Los Tipos de patologías existentes en el pavimento flexible.
- El Nivel de Índice de Condición de condición de pavimento (PCI)
- Cuadros del ámbito de la investigación.
- Cuadros estadísticos de las Patologías existentes.



### 3.6. Matriz de consistencia.

<p>“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CALLE LIMA DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN PEDRO, DISTRITO PIURA, PROVINCIA DE PIURA Y DEPARTAMENTO DE PIURA, NOVIEMBRE 2017.”</p>	
<b>Enunciado del problema</b>	<p>los pavimentos en el distrito de Piura, se encuentran en muy mal estado ya que tiene deterioros o fallas que pueden ser originadas por fenómenos naturales, la alta temperatura predominante en nuestra región, por defecto de construcción o por condición de tráfico, que son deformaciones que causan deterioros o fallas estructurales. Motivo por el cual se originan es truncamientos en el tránsito vial, El cual afecta a la población.</p> <p>Siendo el enunciado del problema ¿Cómo la determinación y la evaluación de las de las patologías existentes en el pavimento flexible de la calle Lima entre las progresiva km.0+000 al km.0+800 del A.H. San Pedro del Distrito de Piura de la Provincia de Piura, nos permitirá obtener un índice de condición del estado actual del pavimento, para establecer un adecuado mantenimiento y rehabilitación?</p>
<b>Objetivos</b>	<p><b>Objetivo General</b> Establecer un Índice de Condición de Pavimento y su estado actual del pavimento flexible de la calle Lima entre las progresivas km.0+000 al km.0+800 del A.H. San Pedro, distrito Piura, Provincia de Piura, Departamento de Piura, a partir del estudio descriptivo visual y la evaluación de las incidencias de las patologías.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar y determinar los tipos de patologías existentes en el pavimento flexible de la calle Lima del AH. San Pedro del Distrito de Piura.</li> <li>- Evaluar los diferentes tipos de patologías existentes para determinar la patología con mayor incidencia del pavimento flexible de la calle Lima del A.H. San Pedro del Distrito de Piura.</li> <li>- Determinar el estado actual y el índice de condición en la que se encuentra el pavimento flexible de la calle Lima del A.H. San Pedro del Distrito de Piura.</li> </ul>
<b>VARIABLES</b>	<p><b>Variable Independiente (X)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Patologías del pavimento flexible.</li> </ul> <p><b>Variable dependiente (X)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinación y evaluación del pavimento flexible de la calle Lima del A.H. San Pedro, distrito Piura, Provincia de Piura, Departamento de Piura.</li> </ul>
<b>Metodología</b>	<p>En general La investigación a realizarse será de tipo descriptivo visual, analítica, no experimental y de corte transversal.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Es descriptivo porque describe la realidad del estado del pavimento, sin alterarla.</li> <li>- Analítica porque estudia los detalles de cada patología y establece las posibles causas.</li> <li>- No experimental porque se estudia el problema y se analiza sin recurrir a laboratorio.</li> <li>- Es de corte transversal porque se está analizando en el periodo del 2017.</li> </ul>

## Cuadro 1. Matriz de consistencia

### 3.7. Principios Éticos

Para la presente tesis de investigación se consultará y tomará artículos, trabajos de investigación, textos y otros documentos relacionados al tema respetando la autoría de cada uno de ellos.

#### 3.7.1. Ética para el inicio de la evaluación:

- Realizar y organizar de forma ordenada los materiales y equipos que emplearan para la determinación y evaluación del pavimento.

#### 3.7.2. Ética en la recolección de datos:

- Tener el conocimiento para identificar y clasificar la falla o patología en el área de estudio
- Contar con el adecuado equipo y material para recolectar la información de cada patología presente en el pavimento.

#### 3.7.3. Ética para la solución de análisis:

- Tener en cuenta la clasificación de cada patología a evaluar para cada unidad de muestreo.

#### 3.7.4. Ética en la solución de resultados:

- Tener el conocimiento adecuado y preciso para determinar el estado actual del pavimento según la cantidad, área y tipos de patologías recolectadas y evaluadas existentes en el pavimento.

## IV. Resultados

### 4.1. Resultados

La recopilación de los tipos de patología, medidas y grado de severidad del pavimento asfáltico, se realizó en la calle Lima del Asentamiento humano San Pedro, distrito de Piura, provincia de Piura, Entre la avenida circunvalación y la calle pisco, desde la progresiva Km 0+000 al 0+800, con la finalidad de determinar un índice de condición actual del pavimento. Mediante el método del PCI.

#### Unidad de Muestreo

la vía a evaluar es dividida en secciones o “unidades de muestreo”, cuyas dimensiones varían de acuerdo al tipo de pavimento y ancho de calzada.

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

fuelle: Vásquez Varela Luis (2002)

La sección del pavimento flexible a evaluar es de 800 m con un ancho de la calzada de 6.00 m. el cual tendremos un área de estudio de 4800 m<sup>2</sup>, esta será dividida en 21 unidades de muestreo, contando con áreas iguales de 228.6 m<sup>2</sup> con una longitud de 38.1m para cada unidad de muestreo, que se analizará y evaluará para determinar el índice y condición del pavimento.

Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación:

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

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e: Error admisible en el estimado del PCI de la sección (e = 5%)

$\sigma$ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

**Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento (N).**

$$N = \frac{800}{38.1} = 20.997 \quad \longrightarrow \quad N = 21$$

Se asumirá una desviación estándar (s) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25). Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco ( $n < 5$ ), todas las unidades deberán evaluarse.

Entonces:

$$n = \frac{21 \cdot (10)^2}{\frac{5^2}{4} \times (21 - 1) + 10^2} = 9.333$$

Como el resultado  $n = 9.333 < 5$ , es mayor que 5 se realizara la selección de las unidades de muestreo para la inspección.

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

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

i : Intervalo de muestreo, se redondea al numero entero inferior

$$i = \frac{21}{9.33} = 2.25 \longrightarrow i = 2$$

Se deberá analizar en intervalos cada 2 unidades de muestreo, para un 95% de confiabilidad, en esta investigación para 100% de confiabilidad analizaremos todas las 21 unidades de muestreo, en la que se recolectaron la información de cada anomalía, su área y grado de severidad para así determinar su índice de cada unidad de muestreo.

**Cuadro 2. Formato para la inspección encampo**

TOMA DE MUESTRAS DE LAS PATOLOGIAS EN EL PAVIMENTO ASFÁLTICO.						
ZONA:			UNIDAD DE MUESTREO:			
Calle Lima, A.H. San Pedro			U-1			
PROG. INICIAL:			PROG. FINAL:			
0+000			0+038.1			
ÁREA DE MUESTREO (m2):						
228.6						
No.	Daño	Unidades	Cantidad			
1	Piel de cocodrilo	m2				
2	Exudación	m2				
3	Agrietamiento en bloque	m2				
4	Abultamientos y hundimientos	m				
5	Corrugación	m2				
6	Depresión	m2				
7	Grieta de borde	m				
8	Grieta de reflexión de junta.	m				
9	Desnivel carril / berma	m				
10	Grietas long y transversal	m				
11	Parqueo	m2				
12	Pulimento de agregados	m2	8.3 L	9.5 L	15.2 L	
13	Huecos	m2	0.72 M	0.64 M		
14	Cruce de vía férrea	m2				
15	Ahuellamiento	m2	6.2 L	5.4 M		
16	Desplazamiento	m2				
17	Grieta parabólica (slippage)	m2				
18	Hinchamiento	m2				
19	Desprendimiento de agregados	m2	7.8 L	6.5 H		

Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos del pavimento flexible en cada unidad de muestreo se llevan al formato del PCI donde se ordena según la clase, tipo y severidad de patología.

**Cuadro 3. Densidades y valores deducidos de la U-1**

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
ZONA			UNIDAD DE MUESTREO			ESQUEMA				
Calle Lima, A.H. San Pedro			U-1							
INSPECCIONADO POR			ÁREA DE MUESTREO (m2)							
Alexander Miguel Zapata Díaz			228.6							
PROG. INICIAL		PROG. FINAL		FECHA						
0+000		0+038.1		13/12/2017						
No.	Daño		No.	Daño						
1	Piel de cocodrilo		11	Parqueo						
2	Exudación		12	Pulimento de agregados						
3	Agrietamiento en bloque		13	Huecos						
4	Abultamientos y hundimientos		14	Cruce de vía férrea						
5	Corrugación		15	Ahuellamiento						
6	Depresión		16	Desplazamiento						
7	Grieta de borde		17	Grieta parabólica (slippage)						
8	Grieta de reflexión de junta.		18	Hincharamiento						
9	Desnivel carril / berma		19	Desprendimiento de agregados						
10	Grietas long y transversal									
Daño	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido	
12	L	8.30	9.50	15.20			33.00	14.44	4.00	
13	M	0.72	0.64				1.36	0.59	24.00	
15	L	6.20					6.20	2.71	16.00	
15	M	5.40	3.75				9.15	4.00	32.00	
19	L	7.80					7.80	3.41	2.00	
19	H	6.50					6.50	2.84	39.00	

Fuente: Elaboración propia

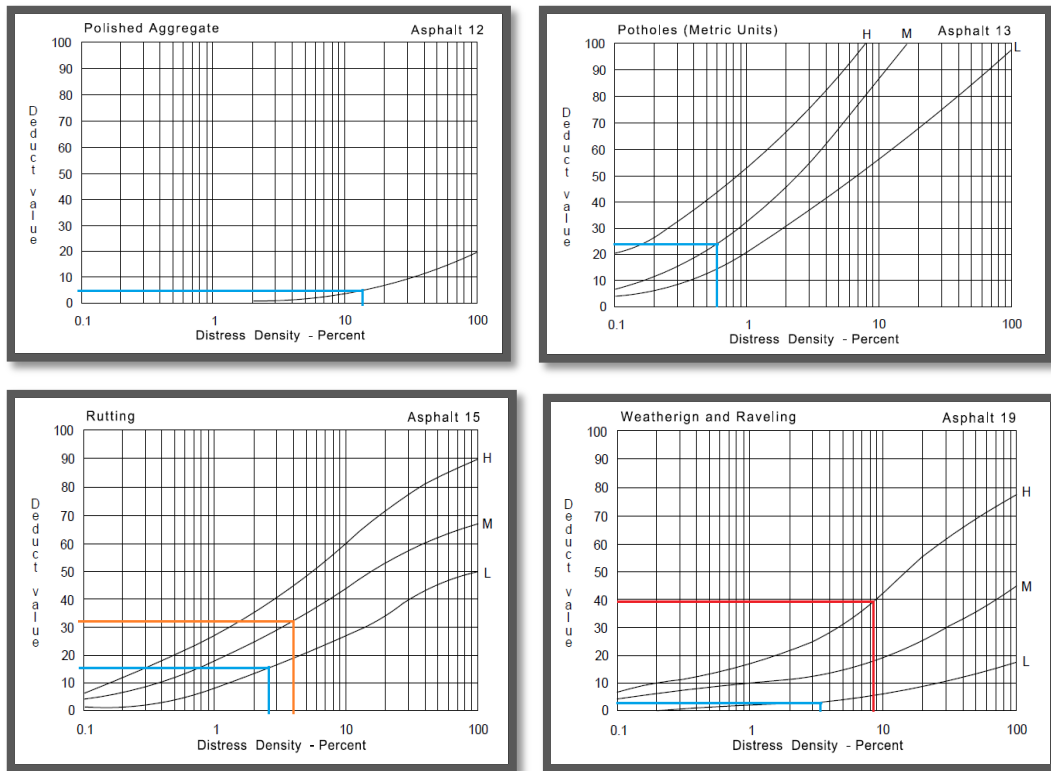
La densidad es el la división de la suma total de las cantidades parciales de cada patología entre el área de muestreo y multiplicado por 100, esta representa en porcentaje la cantidad de afectación en el área de la unidad de muestreo.

- Patología 12 L su densidad es: 
$$D = \frac{33}{228.6} * 100 = 14.44 \%$$

- Patología 13 M su densidad es: 
$$D = \frac{1.36}{228.6} * 100 = 0.59 \%$$

- Patología 15 L su densidad es:  $D = \frac{6.2}{228.6} * 100 = 2.71 \%$
- Patología 15 M su densidad es:  $D = \frac{9.15}{228.6} * 100 = 4.0 \%$
- Patología 19 L su densidad es:  $D = \frac{7.8}{228.6} * 100 = 3.41 \%$
- Patología 19 H su densidad es:  $D = \frac{6.5}{228.6} * 100 = 2.84 \%$

**Grafica 1. Resultado de los valores deducidos U-1**



El valor deducido se determina mediante las curvas denominadas “valor deducido del daño” según la clase, tipo y severidad de la patología.

**Determinamos el Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m).**

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i) \quad m_i = 1.00 \frac{9}{98} (100 - 39) = 6.60$$

Donde:

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

**HDV<sub>i</sub>**: El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo.

El Número Máximo Admisible de Valores Deducidos es 6 inclusive la parte fraccionaria, como se dispone de menos valores deducidos que  $m$  se utilizan todos.

**CÁLCULO DEL “MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO”, CDV.**

Se determina el número de valores deducidos  $q$ , mayores que 2.0.

El “Valor Deducido Total” es la suma de todos los valores individuales deducidos.

**Cuadro 4. Obtención del máximo valor reducido U-1.**

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO  
FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO**

N°	Valores deducidos							Total	q	CDV
1	39.00	32.00	24.00	16.00	4.00	2.00		117.00	5	61.50
2	39.00	32.00	24.00	16.00	2.00	2.00		115.00	4	<b>66.00</b>
3	39.00	32.00	24.00	2.00	2.00	2.00		101.00	3	64.00
4	39.00	32.00	2.00	2.00	2.00	2.00		79.00	2	57.00
5	39.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		49.00	1	49.00

<b>Máximo valor deducido corregido</b>	<b>66.00</b>
<b>Índice de condición del pavimento</b>	<b>34.00</b>
<b>Estado del pavimento flexible</b>	<b>Malo</b>

El valor deducido corregido **CDV** se determina mediante las curvas de corrección teniendo el valor de “ $q$ ” y el “valor deducido total”.

El máximo valor deducido es el mayor valor de **CDV**, que se tomara para el cálculo del PCI para la unidad de muestreo.

CALCULO DEL PCI =  $100 - 66 = 34$  se encuentra en estado regular.

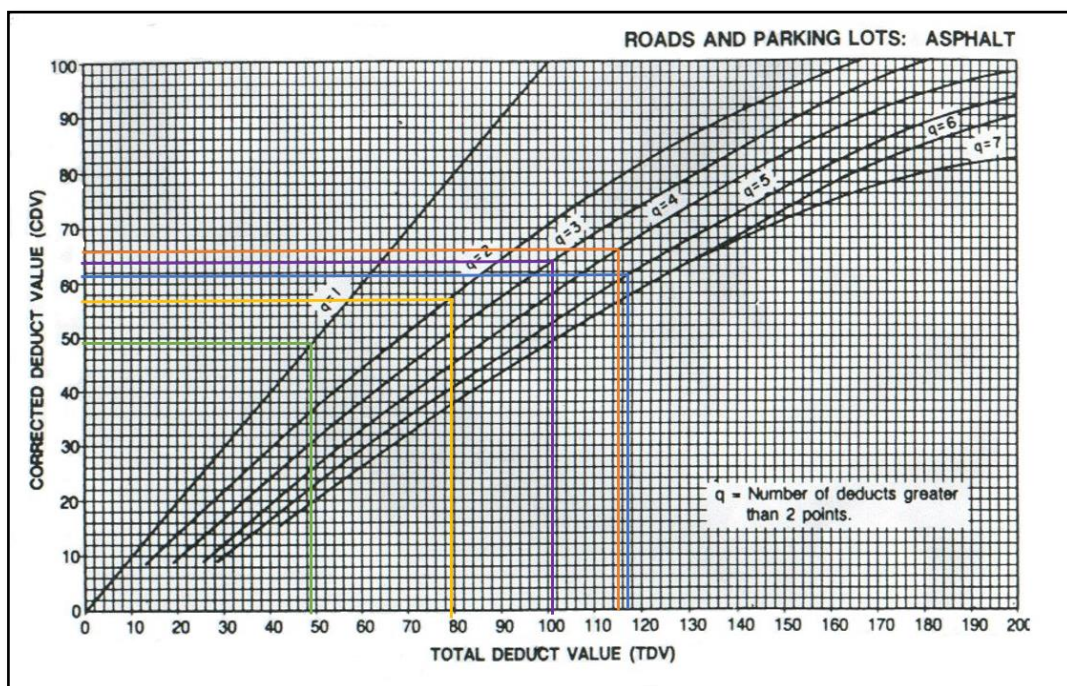
Cuadro n° 02. Rangos de calificación del PCI.



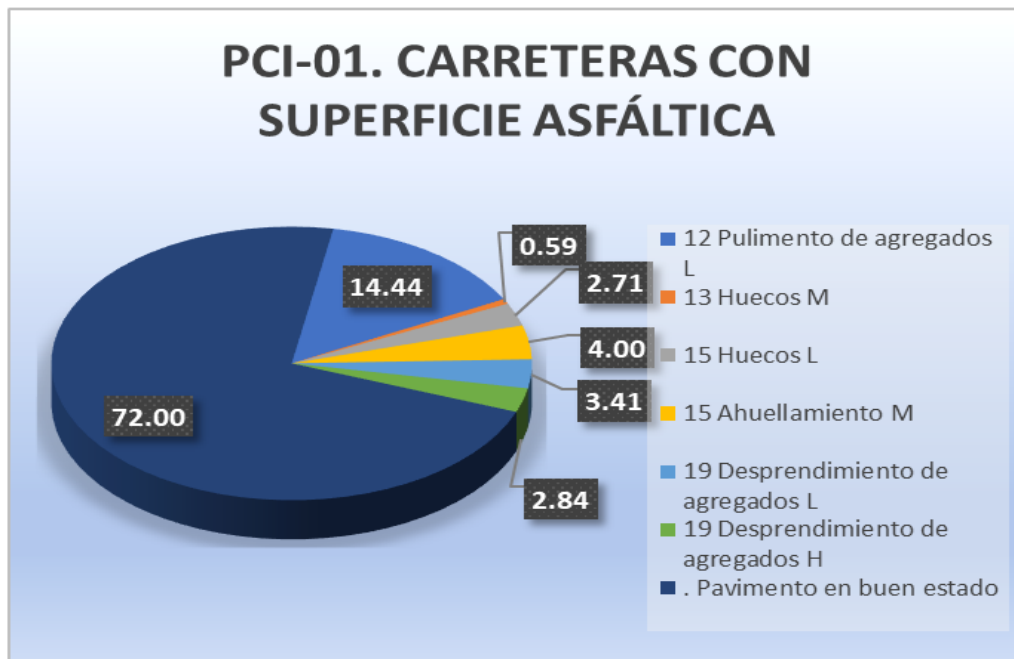
RANGO	CLASIFICACIÓN
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

fuelle: Vázquez L. (2002)

Grafica 2. Curvas de corrección para el valor deducido corregido U-1



**Grafica 3. Densidades de las patologías U-1**

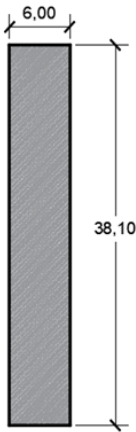


Podemos concluir del gráfico, que la patología con mayor densidad en la U-1, es el pulimento de agregados con 14.44%.

**Cuadro 5. Densidades y valores deducidos de la U-2**

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA**

**EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO**

<b>ZONA</b> Calle Lima, A.H. San Pedro		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b> U-2		<b>ESQUEMA</b> 				
<b>INSPECCIONADO POR</b> Alexander Miguel Zapata Díaz		<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b> 228.6						
<b>PROG. INICIAL</b> 0+038.1	<b>PROG. FINAL</b> 0+076.2	<b>FECHA</b> 13/12/2017						
<b>No.</b>	<b>Daño</b>	<b>No.</b>	<b>Daño</b>					
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo					
2	Exudación	12	Pulimento de agregados					
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos					
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea					
5	Corrugación	15	Ahuellamiento					
6	Depresión	16	Desplazamiento					
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)					
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento					
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados					
10	Grietas long y transversal							
<b>Daño</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>				<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor deducido</b>
12	L	12.50	14.40			26.90	11.77	3.50
13	L	0.45				0.45	0.20	11.00
13	M	0.80	0.57			1.37	0.60	24.00
15	L	2.15				2.15	0.94	8.00
15	M	3.25	3.78	4.30		11.33	4.96	34.00
19	L	6.20	5.40			11.60	5.07	4.00

Podemos observar en la unidad de muestro U-2, las patologías que afectan al deterioro del pavimento flexible son:

- el ahuellamiento (15 M) con un valor deducido de 34.
- huecos (13M) con un valor deducido de 24.

Las patologías menos influyentes en el pavimento flexible son el pulimento de agregados y desprendimiento de agregados.

- **Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m).**

$$m_i = 1.00 \frac{9}{98} (100 - 34) = 7.06$$

### Cuadro 6. Obtención del máximo valor reducido U-2

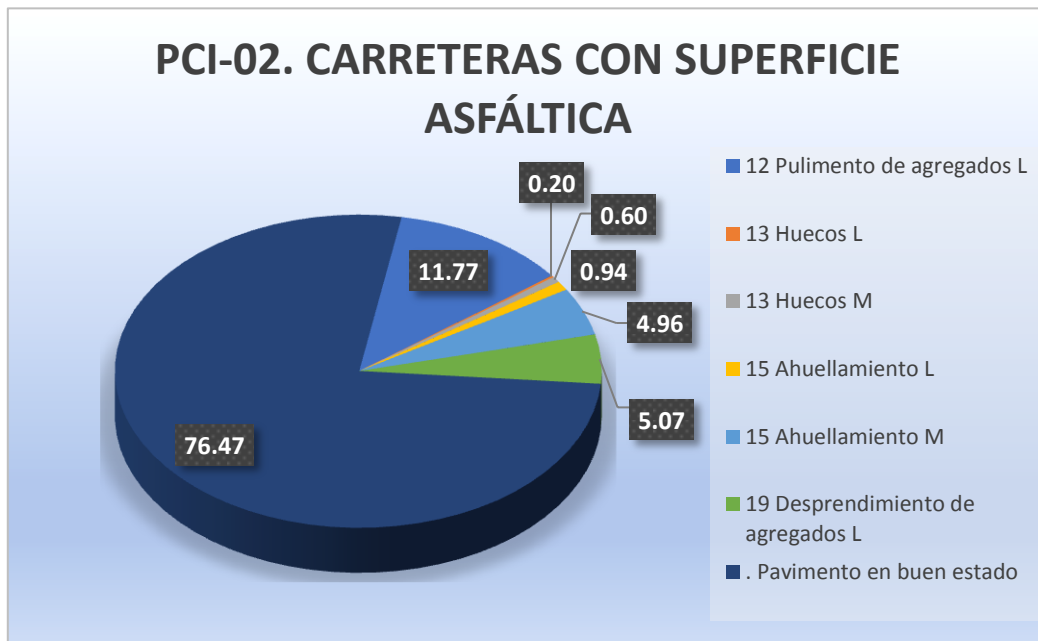
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO  
FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

N°	Valores deducidos						Total	q	CDV
1	34.00	24.00	11.00	8.00	4.00	3.50	84.50	6	40.00
2	34.00	24.00	11.00	8.00	4.00	2.00	83.00	5	43.00
3	34.00	24.00	11.00	8.00	2.00	2.00	81.00	4	46.00
4	34.00	24.00	11.00	2.00	2.00	2.00	75.00	3	51.00
5	34.00	24.00	2.00	2.00	2.00	2.00	66.00	2	54.00
6	34.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	44.00	1	44.00

Maximo valor deducido corregido	54.00
Índice de condición del pavimento	46.00
Estado del pavimento flexible	Regular

Podemos observar que el resultado de la U-2, el pavimento asfáltico se encuentra en estado regular.

### Grafica 4. Densidades de las patologías U-2



Podemos concluir del gráfico, que la patología con mayor densidad en la U-2, es pulimento de agregados con 11.77%.

**Cuadro 7. Densidades y valores deducidos de la U-3**

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-03. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
<b>ZONA</b>			<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>			<b>ESQUEMA</b>			
Calle Lima, A.H. San Pedro			U-3						
<b>INSPECCIONADO POR</b>			<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b>						
Alexander Miguel Zapata Diaz			228.6						
<b>PROG. INICIAL</b>		<b>PROG. FINAL</b>		<b>FECHA</b>					
0+076.2		0+114.3		13/12/2017					
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	Hinchariento					
9	Desnivel carril / berma		19	Desprendimiento de agregados					
10	Grietas long y transversal								
Daño	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido
11	L	1.20					1.20	0.52	2.00
12	L	9.45	15.40				24.85	10.87	4.00
13	L	0.73	0.68	0.73	0.26		2.40	1.05	22.00
15	M	3.78	4.50	6.74	4.32		19.34	8.46	42.00
19	H	16.00					16.00	7.00	36.00

Podemos observar en la unidad de muestro U-3, las patologías que afectan al deterioro del pavimento flexible son:

- Desprendimiento de agregado (19 H), con un valor deducido de 36
- Ahuellamiento (15 M), con un valor deducido de 34.
- Huecos (13 M), con un valor deducido de 24.

Las patologías menos influyentes en el pavimento flexible son el pulimento de agregados y parcheo.

- **Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m).**

$$m_i = 1.00 \frac{9}{98} (100 - 36) = 6.87$$

### Cuadro 8. Obtención del máximo valor reducido U-3

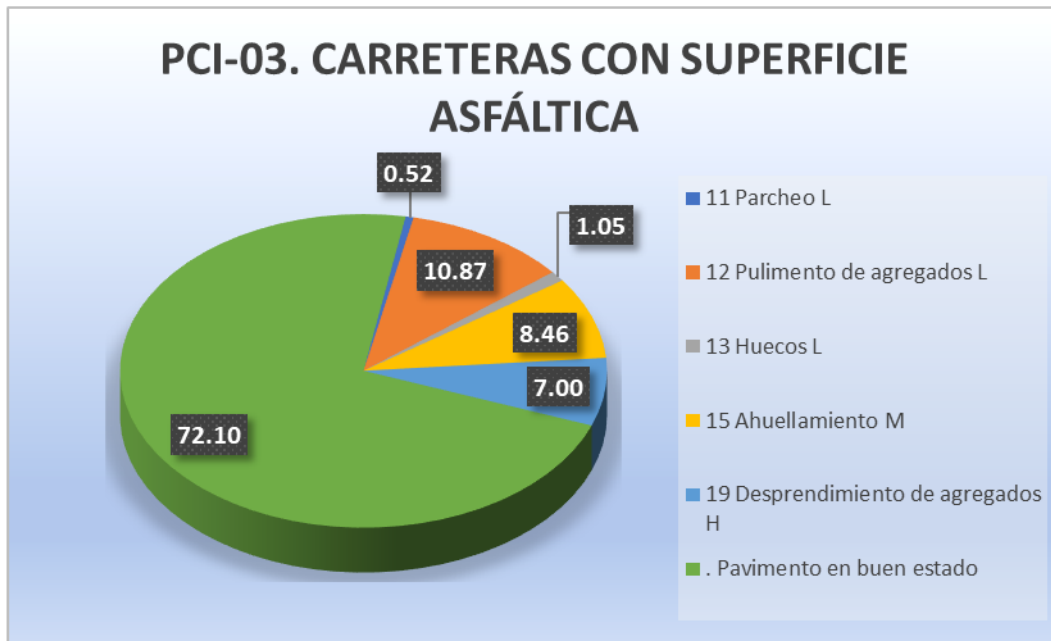
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO  
FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

N°	Valores deducidos						Total	q	CDV
1	42.00	36.00	22.00	4.00	2.00		106.00	4	61.00
2	42.00	36.00	22.00	2.00	2.00		104.00	3	<b>66.00</b>
3	42.00	36.00	2.00	2.00	2.00		84.00	2	61.00
4	42.00	2.00	2.00	2.00	2.00		50.00	1	50.00

Maximo valor deducido corregido	66.00
Índice de condición del pavimento	34.00
Estado del pavimento flexible	Malo

Podemos observar que el resultado de la U-3, el pavimento asfáltico se encuentra en estado malo.

### Grafica 5. Densidades de las patologías U-3



Podemos concluir del gráfico, que la patología con mayor densidad en la U-3, es pulimento de agregados con 10.87%.

**Cuadro 9. Densidades y valores deducidos de la U-4**

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										
PCI-04. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
<b>ZONA</b>			<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>			<b>ESQUEMA</b>				
Calle Lima, A.H. San Pedro			U-4							
<b>INSPECCIONADO POR</b>			<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b>							
Alexander Miguel Zapata Díaz			228.6							
<b>PROG. INICIAL</b>		<b>PROG. FINAL</b>		<b>FECHA</b>						
0+114.3		0+152.4		13/12/2017						
<b>No.</b>	<b>Daño</b>	<b>No.</b>	<b>Daño</b>							
1	Piel de cocodrilo	11	Parcheo							
2	Exudación	12	Pulimento de agregados							
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos							
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea							
5	Corrugación	15	Ahuellamiento							
6	Depresión	16	Desplazamiento							
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)							
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hincharamiento							
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados							
10	Grietas long y transversal									
<b>Daño</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>					<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor deducido</b>	
11	M	3.20					3.20	1.40	12.00	
12	L	7.80	8.90				16.70	7.31	2.50	
13	M	0.58	0.65	0.70			1.93	0.84	29.50	
15	L	2.50	6.10	4.20	4.60		17.40	7.61	24.00	
19	M	8.68	3.20				11.88	5.20	16.00	

Podemos observar en la unidad de muestro U-4, las patologías que afectan al deterioro del pavimento flexible son:

- Huecos (13 M), con un valor deducido de 29.
- Ahuellamiento (15 M), con un valor deducido de 24.
- Desprendimiento (19 M), con un valor deducido de 16.

Las patologías menos influyentes en el pavimento flexible son el pulimento de agregados y parcheo.

- **Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m).**

$$m_i = 1.00 \frac{9}{98} (100 - 29) = 7.52$$

**Cuadro 10. Obtención del máximo valor reducido U-4**

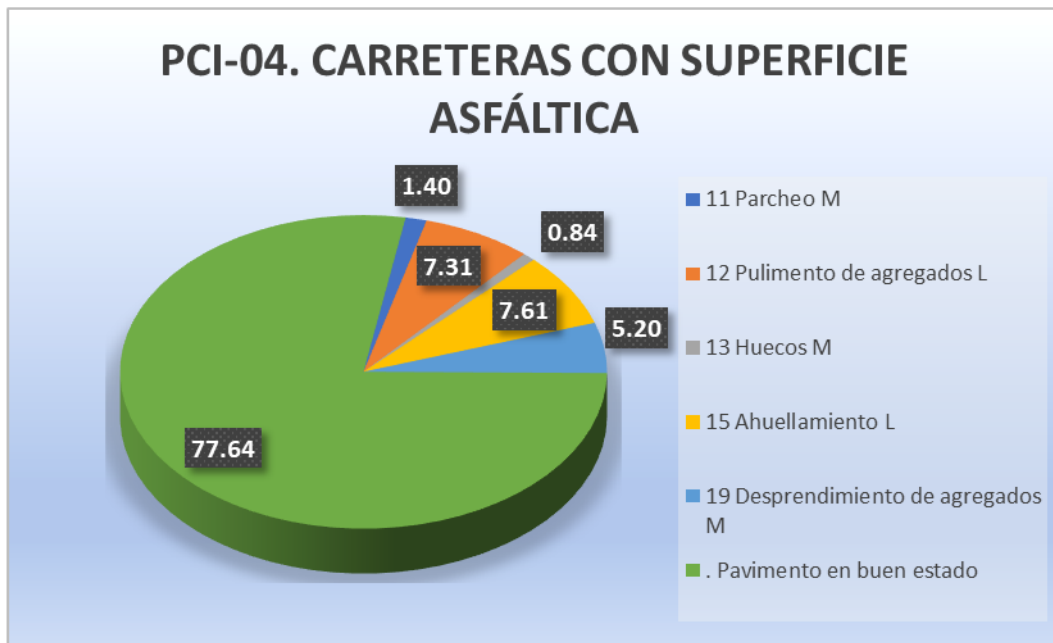
**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO  
FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO**

N°	Valores deducidos						Total	q	CDV
1	29.50	24.00	16.00	12.00	2.50		84.00	5	43.00
2	29.50	24.00	16.00	12.00	2.00		83.50	4	<b>47.00</b>
3	29.50	24.00	16.00	2.00	2.00		73.50	3	46.00
4	29.50	24.00	2.00	2.00	2.00		59.50	2	44.00
5	29.50	2.00	2.00	2.00	2.00		37.50	1	37.00

<b>Maximo valor deducido corregido</b>	<b>47.00</b>
<b>Índice de condición del pavimento</b>	<b>53.00</b>
<b>Estado del pavimento flexible</b>	<b>Regular</b>

Podemos observar que el resultado de la U-4, el pavimento asfáltico se encuentra en estado regular.

**Grafica 6. Densidades de las patologías U-4**



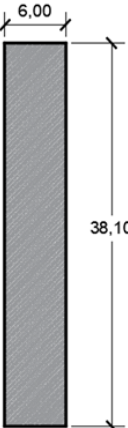
Podemos concluir del gráfico, que la patología con mayor densidad en la U-4, es el ahuellamiento con 7.61%.



**Cuadro 11. Densidades y valores deducidos de la U-5**

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO  
PCI-05. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA**

**EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO**

<b>ZONA</b> Calle Lima, A.H. San Pedro		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b> U-5		<b>ESQUEMA</b> 				
<b>INSPECCIONADO POR</b> Alexander Miguel Zapata Díaz		<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b> 228.6						
<b>PROG. INICIAL</b> 0+152.4	<b>PROG. FINAL</b> 0+190.5	<b>FECHA</b> 13/12/2017						
<b>No.</b>	<b>Daño</b>	<b>No.</b>	<b>Daño</b>					
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo					
2	Exudación	12	Pulimento de agregados					
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos					
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea					
5	Corrugación	15	Ahuellamiento					
6	Depresión	16	Desplazamiento					
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)					
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento					
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados					
10	Grietas long y transversal							
<b>Daño</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>				<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor deducido</b>
4	L	5.40				5.40	2.36	7.00
12	L	7.80	11.20			19.00	8.31	2.00
13	M	0.72				0.72	0.31	16.00
15	L	6.46	4.20			10.66	4.66	20.00
19	L	10.24	5.40			15.64	6.84	5.00
19	M	8.20				8.20	3.59	14.00

Podemos observar en la unidad de muestro U-5, las patologías que afectan al deterioro del pavimento flexible son:

- Ahuellamiento (15 L), con un valor deducido de 20.
- Huecos (13 M), con un valor deducido de 16.

Las patologías menos influyentes en el pavimento flexible son el pulimento de agregados y hundimientos.

- **Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m).**

$$m_i = 1.00 \frac{9}{98} (100 - 20) = 8.34$$

**Cuadro 12. Obtención del máximo valor reducido U-5**

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO  
FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO**

N°	Valores deducidos						Total	q	CDV
1	20.00	16.00	14.00	7.00	5.00	2.00	64.00	5	32.00
2	20.00	16.00	14.00	7.00	2.00	2.00	61.00	4	34.00
3	20.00	16.00	14.00	2.00	2.00	2.00	56.00	3	<b>35.00</b>
4	20.00	16.00	2.00	2.00	2.00	2.00	44.00	2	33.00
5	20.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	30.00	1	30.00

Maximo valor deducido corregido	<b>35.00</b>
Índice de condición del pavimento	<b>65.00</b>
Estado del pavimento flexible	<b>Bueno</b>

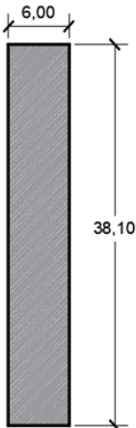
Podemos observar que el resultado de la U-5, el pavimento asfáltico se encuentra en estado bueno.

**Grafica 7. Densidades de las patologías U-5**



Podemos concluir del gráfico, que la patología con mayor densidad en la U-5 es el pulimento de agregados con 8.31%.

**Cuadro 13. Densidades y valores deducidos de la U-6**

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-06. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
<b>ZONA</b> Calle Lima, A.H. San Pedro			<b>UNIDAD DE MUESTREO</b> U-6			<b>ESQUEMA</b> 			
<b>INSPECCIONADO POR</b> Alexander Miguel Zapata Díaz			<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b> 228.6						
<b>PROG. INICIAL</b> 0+190.5		<b>PROG. FINAL</b> 0+228.6		<b>FECHA</b> 13/12/2017					
<b>No.</b>	<b>Daño</b>	<b>No.</b>	<b>Daño</b>						
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo						
2	Exudación	12	Pulimento de agregados						
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos						
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea						
5	Corrugación	15	Ahuellamiento						
6	Depresión	16	Desplazamiento						
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)						
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento						
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados						
10	Grietas long y transversal								
<b>Daño</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>				<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor deducido</b>	
12	L	14.20	15.00			29.20	12.77	4.00	
15	L	3.50	3.40			6.90	3.02	17.00	
19	L	6.70	10.40			17.10	7.48	5.00	

Podemos observar en la unidad de muestro U-6, las patologías que afectan al deterioro del pavimento flexible son:

- Ahuellamiento (15 L), con un valor deducido de 17.

Las patologías menos influyentes en el pavimento flexible son el pulimento de agregados y desprendimientos de agregados.

- **Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m).**

$$m_i = 1.00 \frac{9}{98} (100 - 17) = 8.62$$

**Cuadro 14. Obtención del máximo valor reducido U-6**

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO  
FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO**

N°	Valores deducidos						Total	q	CDV
1	17.00	5.00	4.00				26.00	3	14.00
2	17.00	5.00	2.00				24.00	2	17.00
3	17.00	2.00	2.00				21.00	1	<b>19.00</b>

<b>Maximo valor deducido corregido</b>	<b>19.00</b>
<b>Índice de condición del pavimento</b>	<b>81.00</b>
<b>Estado del pavimento flexible</b>	<b>Muy Bueno</b>

Podemos observar que el resultado de la U-6, el pavimento asfáltico se encuentra en estado muy bueno.

**Grafica 8. Densidades de las patologías U-6**



Podemos concluir del gráfico, que la patología con mayor densidad en la U-6 es el pulimento de agregados con 12.77%.

**Cuadro 15. Densidades y valores deducidos de la U-7**

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-07. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
<b>ZONA</b>			<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>			<b>ESQUEMA</b>			
Calle Lima, A.H. San Pedro			U-7						
<b>INSPECCIONADO POR</b>			<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b>						
Alexander Miguel Zapata Díaz			228.6						
<b>PROG. INICIAL</b>		<b>PROG. FINAL</b>		<b>FECHA</b>					
0+228.6		0+266.7		13/12/2017					
<b>No.</b>	<b>Daño</b>	<b>No.</b>	<b>Daño</b>						
1	Piel de cocodrilo	11	Parcheo						
2	Exudación	12	Pulimento de agregados						
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos						
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea						
5	Corrugación	15	Ahuellamiento						
6	Depresión	16	Desplazamiento						
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)						
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento						
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados						
10	Grietas long y transversal								
<b>Daño</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>				<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor deducido</b>	
12	L	12.50	8.50	4.00		25.00	10.94	3.00	
13	M	0.46	0.52			0.98	0.43	19.00	
15	M	5.20	4.14			9.34	4.09	33.00	
19	H	6.28				6.28	2.75	23.00	

Podemos observar en la unidad de muestro U-7, las patologías que afectan al deterioro del pavimento flexible son:

- Ahuellamiento (15 M), con un valor deducido de 33.
- Desprendimiento de agregados (19 H), con un valor deducido de 23.
- Huecos (13 M), con un valor deducido de 19.

La patología menos influyente en el pavimento flexible es el pulimento de agregados.

- **Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m).**

$$m_i = 1.00 \frac{9}{98} (100 - 33) = 7.15$$

**Cuadro 16. Obtención del máximo valor reducido U-7**

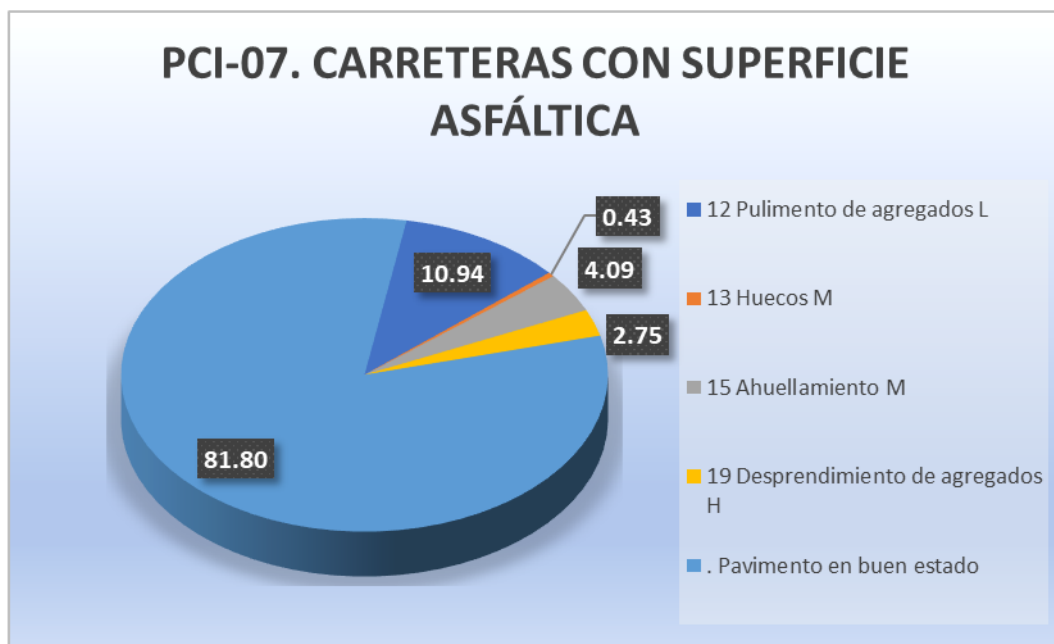
**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO  
FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO**

N°	Valores deducidos						Total	q	CDV
1	33.00	23.00	19.00	3.00			78.00	4	44.00
2	33.00	23.00	19.00	2.00			77.00	3	<b>49.50</b>
3	33.00	23.00	2.00	2.00			60.00	2	43.00
4	33.00	2.00	2.00	2.00			39.00	1	35.00

<b>Maximo valor deducido corregido</b>	<b>49.50</b>
<b>Índice de condición del pavimento</b>	<b>50.50</b>
<b>Estado del pavimento flexible</b>	<b>Regular</b>

Podemos observar que el resultado de la U-7, el pavimento asfáltico se encuentra en estado regular.

**Grafica 9. Densidades de las patologías U-7**



Podemos concluir del gráfico, que la patología con mayor densidad en la U-7 es el pulimento de agregados con 10.94%.

**Cuadro 17. Densidades y valores deducidos de la U-8**

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										
PCI-08. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
<b>ZONA</b>			<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>			<b>ESQUEMA</b>				
Calle Lima, A.H. San Pedro			U-8							
<b>INSPECCIONADO POR</b>			<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b>							
Alexander Miguel Zapata Díaz			228.6							
<b>PROG. INICIAL</b>		<b>PROG. FINAL</b>		<b>FECHA</b>						
0+266.7		0+304.8		13/12/2017						
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	Hincharamiento						
9	Desnivel carril / berma		19	Desprendimiento de agregados						
10	Grietas long y transversal									
Daño	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido	
4	L	2.44					2.44	1.07	3.50	
12	L	6.40	7.20	8.40			22.00	9.62	4.00	
13	M	0.72	0.78				1.50	0.66	25.00	
15	M	3.60	4.50				8.10	3.54	30.50	
19	L	12.00	8.46				20.46	8.95	5.00	
19	H	15.00					15.00	6.56	34.00	

Podemos observar en la unidad de muestro U-8, las patologías que afectan al deterioro del pavimento flexible son:

- Desprendimiento de agregados (19 H), con un valor deducido de 34.
- Ahuellamiento (15 M), con un valor deducido de 30.
- Huecos (13 M), con un valor deducido de 25.

Las patologías menos influyentes en el pavimento flexible es el pulimento de agregados y hundimientos.

- **Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m).**

$$m_i = 1.00 \frac{9}{98} (100 - 34) = 7.06$$

**Cuadro 18. Obtención del máximo valor reducido U-8**

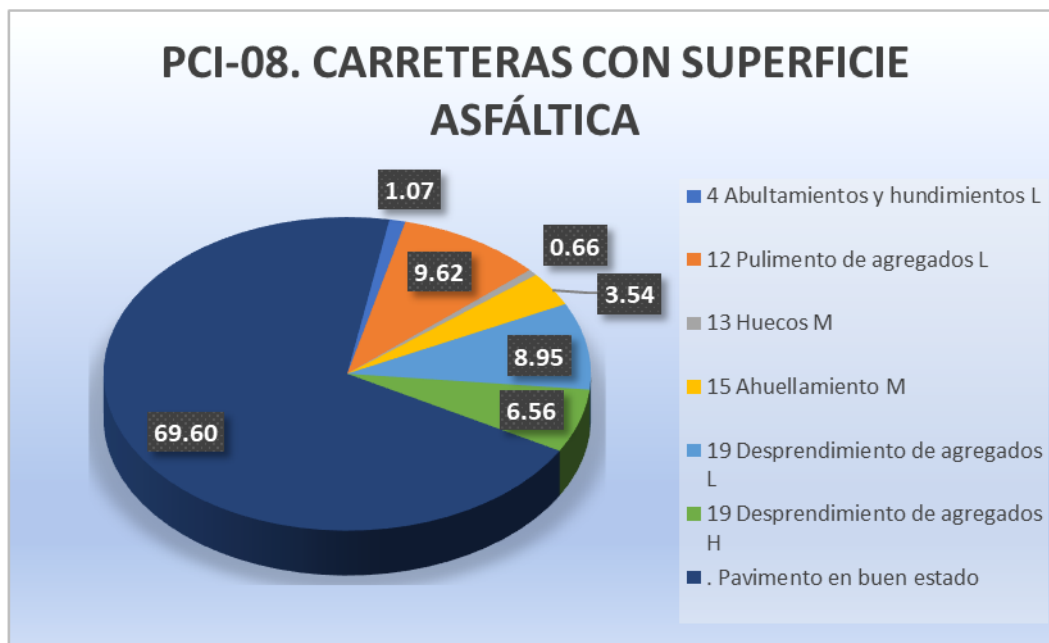
**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO  
FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO**

N°	Valores deducidos							Total	q	CDV
1	34.00	30.50	25.00	5.00	4.00	3.50		102.00	6	50.00
2	34.00	30.50	25.00	5.00	4.00	2.00		100.50	5	52.00
3	34.00	30.50	25.00	5.00	2.00	2.00		98.50	4	60.00
4	34.00	30.50	25.00	2.00	2.00	2.00		95.50	3	62.00
5	34.00	30.50	2.00	2.00	2.00	2.00		72.50	2	<b>63.00</b>
6	34.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		44.00	1	44.00

Maximo valor deducido corregido	<b>63.00</b>
Índice de condición del pavimento	<b>37.00</b>
Estado del pavimento flexible	<b>Malo</b>

Podemos observar que el resultado de la U-8, el pavimento asfáltico se encuentra en estado malo.

**Grafica 10. Densidades de las patologías U-8**



Podemos concluir del gráfico, que la patología con mayor densidad en la U-8 es el pulimento de agregados con 9.62 %.



**Cuadro 19. Densidades y valores deducidos de la U-9**

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-09. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
<b>ZONA</b>			<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>			<b>ESQUEMA</b>			
Calle Lima, A.H. San Pedro			U-9						
<b>INSPECCIONADO POR</b>			<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b>						
Alexander Miguel Zapata Diaz			228.6						
<b>PROG. INICIAL</b>		<b>PROG. FINAL</b>		<b>FECHA</b>					
0+304.8		0+342.9		13/12/2017					
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	Hincharamiento					
9	Desnivel carril / berma		19	Desprendimiento de agregados					
10	Grietas long y transversal								
Daño	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido
	L	15.60	12.80				28.40	12.42	10.00
	M	2.80	6.60	3.96	4.00		17.36	7.59	40.00
	H	51.60					51.60	22.57	56.00

Podemos observar en la unidad de muestro U-9, las patologías que afectan al deterioro del pavimento flexible son:

- Desprendimiento de agregados (19 H), con un valor deducido de 56.
- Ahuellamiento (15 M), con un valor deducido de 40.

La patología menos influyente en el pavimento flexible es el pulimento de agregados.

- **Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m).**

$$m_i = 1.00 \frac{9}{98} (100 - 56) = 5.04$$

### Cuadro 20. Obtención del máximo valor reducido U-9

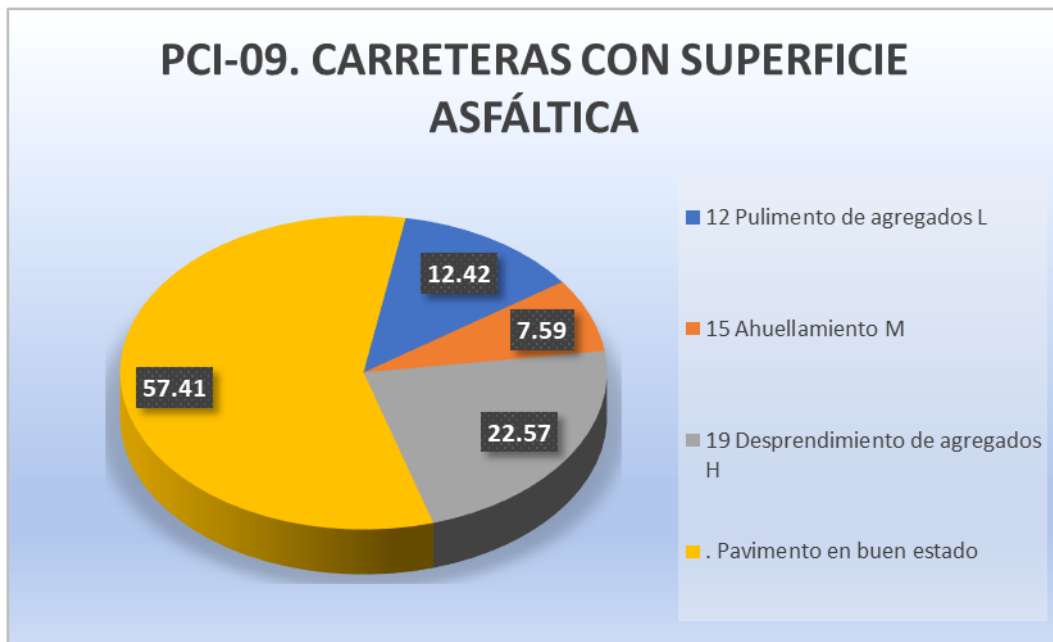
**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO  
FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO**

N°	Valores deducidos						Total	q	CDV
1	56.00	40.00	10.00				106.00	3	67.00
2	56.00	40.00	2.00				98.00	2	<b>69.00</b>
3	56.00	2.00	2.00				60.00	1	60.00

<b>Maximo valor deducido corregido</b>	<b>69.00</b>
<b>Índice de condición del pavimento</b>	<b>31.00</b>
<b>Estado del pavimento flexible</b>	<b>Malo</b>

Podemos observar que el resultado de la U-9, el pavimento asfáltico se encuentra en estado malo.

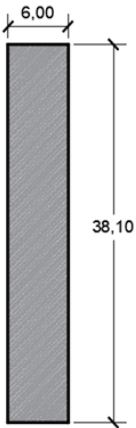
### Grafica 11. Densidades de las patologías U-9



Podemos concluir del gráfico, que la patología con mayor densidad en la U-9 es el desprendimiento de agregados con 22.57 %.

**Cuadro 21. Densidades y valores deducidos de la U-10**

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO  
PCI-10. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
ZONA				UNIDAD DE MUESTREO			ESQUEMA		
Calle Lima, A.H. San Pedro				U-10					
INSPECCIONADO POR				ÁREA DE MUESTREO (m2)					
Alexander Miguel Zapata Diaz				228.6					
PROG. INICIAL		PROG. FINAL		FECHA					
0+342.9		0+381		13/12/2017					
No.	Daño			No.	Daño				
1	Piel de cocodrilo			11	Parqueo				
2	Exudación			12	Pulimento de agregados				
3	Agrietamiento en bloque			13	Huecos				
4	Abultamientos y hundimientos			14	Cruce de vía férrea				
5	Corrugación			15	Ahuellamiento				
6	Depresión			16	Desplazamiento				
7	Grieta de borde			17	Grieta parabólica (slippage)				
8	Grieta de reflexión de junta.			18	Hinchamiento				
9	Desnivel carril / berma			19	Desprendimiento de agregados				
10	Grietas long y transversal								
Daño	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido
7	H	1.60					1.60	0.70	8.00
12	L	8.60	10.20	6.40			25.20	11.02	4.00
13	M	0.52	0.46	0.56			1.54	0.67	26.00
19	L	5.24	4.18	4.40			13.82	6.05	5.00

Podemos observar en la unidad de muestro U-10, las patologías que afectan al deterioro del pavimento flexible son:

- Huecos (13 M), con un valor deducido de 26.

Las patologías menos influyentes en el pavimento flexible es el pulimento de agregados, desprendimiento de agregados y grieta de borde.

- **Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m).**

$$m_i = 1.00 \frac{9}{98} (100 - 26) = 7.79$$

**Cuadro 22. Obtención del máximo valor reducido U-10**

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO  
FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO**

N°	Valores deducidos						Total	q	CDV
1	26.00	8.00	5.00	4.00			43.00	4	21.50
2	26.00	8.00	5.00	2.00			41.00	3	25.00
3	26.00	8.00	2.00	2.00			38.00	2	28.00
4	26.00	2.00	2.00	2.00			32.00	1	<b>32.00</b>

<b>Maximo valor deducido corregido</b>	<b>32.00</b>
<b>Índice de condición del pavimento</b>	<b>68.00</b>
<b>Estado del pavimento flexible</b>	<b>Bueno</b>

Podemos observar que el resultado de la U-10, el pavimento asfáltico se encuentra en estado bueno.

**Grafica 12. Densidades de las patologías U-10**



Podemos concluir del gráfico, que la patología con mayor densidad en la U-10 es el pulimento de agregados con 11.02 %.

**Cuadro 23. Densidades y valores deducidos de la U-11**

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										
PCI-11. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
<b>ZONA</b>			<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>			<b>ESQUEMA</b>				
Calle Lima, A.H. San Pedro			U-11							
<b>INSPECCIONADO POR</b>			<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b>							
Alexander Miguel Zapata Diaz			228.6							
<b>PROG. INICIAL</b>		<b>PROG. FINAL</b>		<b>FECHA</b>						
0+381		0+419.1		13/12/2017						
<b>No.</b>	<b>Daño</b>	<b>No.</b>	<b>Daño</b>							
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo							
2	Exudación	12	Pulimento de agregados							
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos							
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea							
5	Corrugación	15	Ahuellamiento							
6	Depresión	16	Desplazamiento							
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)							
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento							
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados							
10	Grietas long y transversal									
<b>Daño</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>					<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor deducido</b>	
12	L	8.40	6.20	6.60			21.20	9.27	3.00	
15	M	3.60	3.80	3.76			11.16	4.88	35.00	
19	M	1.80					1.80	0.79	9.00	
19	H	1.50					1.50	0.66	15.00	

Podemos observar en la unidad de muestro U-11, las patologías que afectan al deterioro del pavimento flexible son:

- Ahuellamiento (15 M), con un valor deducido de 35.
- Desprendimiento de agregados (19 H), con un valor deducido de 15.

La patología menos influyente en el pavimento flexible es el pulimento de agregados.

- **Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m).**

$$m_i = 1.00 \frac{9}{98} (100 - 35) = 6.96$$

**Cuadro 24. Obtención del máximo valor reducido U-11**

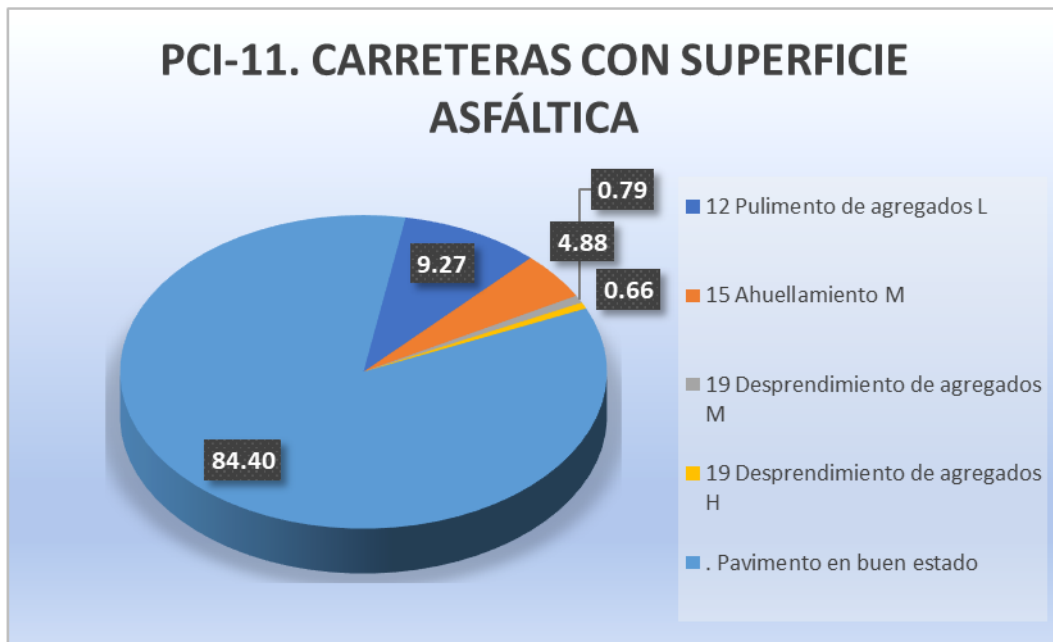
**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO  
FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO**

N°	Valores deducidos						Total	q	CDV
1	35.00	15.00	9.00	3.00			62.00	4	34.00
2	35.00	15.00	9.00	2.00			61.00	3	39.00
3	35.00	15.00	2.00	2.00			54.00	2	40.00
4	35.00	2.00	2.00	2.00			41.00	1	<b>41.00</b>

<b>Maximo valor deducido corregido</b>	<b>41.00</b>
<b>Índice de condición del pavimento</b>	<b>59.00</b>
<b>Estado del pavimento flexible</b>	<b>Bueno</b>

Podemos observar que el resultado de la U-11, el pavimento asfáltico se encuentra en estado bueno.

**Grafica 13. Densidades de las patologías U- 11**

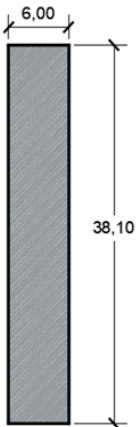


Podemos concluir del gráfico, que la patología con mayor densidad en la U-11 es el pulimento de agregados con 9.27 %.

**Cuadro 25. Densidades y valores deducidos de la U-12**

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO  
PCI-12. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA**

**EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO**

<b>ZONA</b> Calle Lima, A.H. San Pedro		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b> U-12		<b>ESQUEMA</b> 				
<b>INSPECCIONADO POR</b> Alexander Miguel Zapata Díaz		<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b> 228.6						
<b>PROG. INICIAL</b> 0+419.1	<b>PROG. FINAL</b> 0+457.2	<b>FECHA</b> 13/12/2017						
<b>No.</b>	<b>Daño</b>	<b>No.</b>	<b>Daño</b>					
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo					
2	Exudación	12	Pulimento de agregados					
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos					
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea					
5	Corrugación	15	Ahuellamiento					
6	Depresión	16	Desplazamiento					
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)					
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento					
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados					
10	Grietas long y transversal							
<b>Daño</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>				<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor deducido</b>
12	L	15.60	8.40	10.40		34.40	15.05	5.00
13	M	0.60	0.54	0.72		1.86	0.81	28.50
15	L	2.80	2.60			5.40	2.36	15.00
19	M	4.50	38.00	4.20		46.70	20.43	25.00

Podemos observar en la unidad de muestro U-12, las patologías que afectan al deterioro del pavimento flexible son:

- Huecos (13 M), con un valor deducido de 28.
- Desprendimiento de agregados (19 M), con un valor deducido de 25.
- Ahuellamiento (15 L), con un valor deducido de 15.

La patología menos influyente en el pavimento flexible es el pulimento de agregados.

- **Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m).**

$$m_i = 1.00 \frac{9}{98} (100 - 28) = 7.61$$

**Cuadro 26. Obtención del máximo valor reducido U-12**

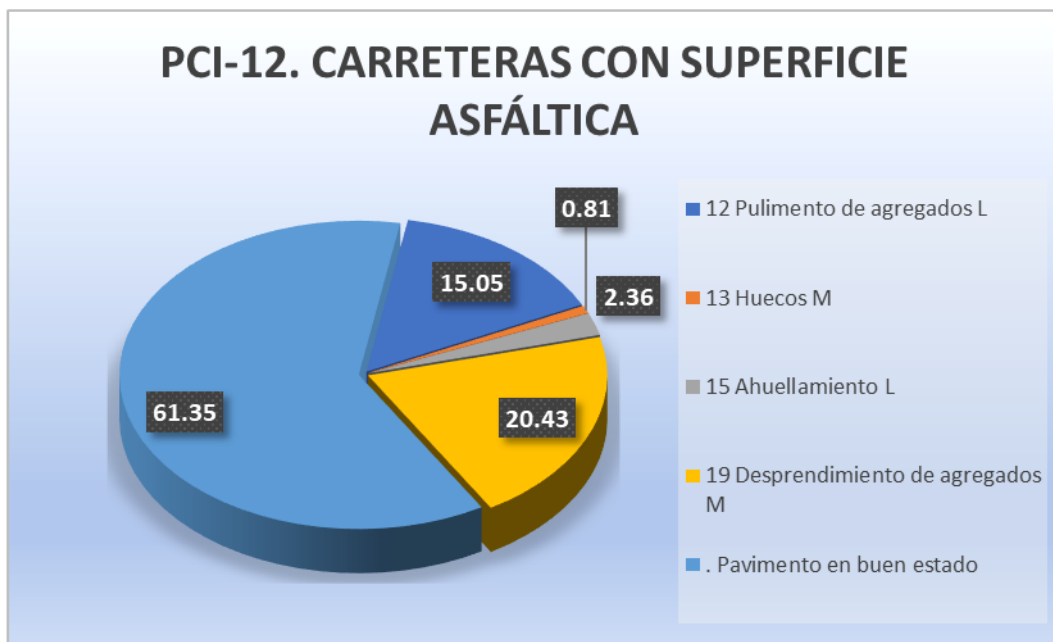
**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO  
FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO**

N°	Valores deducidos						Total	q	CDV
1	28.50	25.00	15.00	5.00			73.50	4	41.00
2	28.50	25.00	15.00	2.00			70.50	3	<b>45.50</b>
3	28.50	25.00	2.00	2.00			57.50	2	42.50
4	28.50	2.00	2.00	2.00			34.50	1	34.50

<b>Maximo valor deducido corregido</b>	<b>45.50</b>
<b>Índice de condición del pavimento</b>	<b>54.50</b>
<b>Estado del pavimento flexible</b>	<b>Regular</b>

Podemos observar que el resultado de la U-12, el pavimento asfáltico se encuentra en estado regular.

**Grafica 14. Densidades de las patologías U-12**

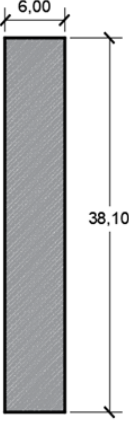


Podemos concluir del gráfico, que la patología con mayor densidad en la U-12 es el desprendimiento de agregados con 20.43 %.



**Cuadro 27. Densidades y valores deducidos de la U-13**

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO  
PCI-13. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
<b>ZONA</b> Calle Lima, A.H. San Pedro			<b>UNIDAD DE MUESTREO</b> U-13				<b>ESQUEMA</b> 		
<b>INSPECCIONADO POR</b> Alexander Miguel Zapata Díaz			<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b> 228.6						
<b>PROG. INICIAL</b> 0+457.2		<b>PROG. FINAL</b> 0+495.3		<b>FECHA</b> 13/12/2017					
No.	Daño	No.	Daño						
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo						
2	Exudación	12	Pulimento de agregados						
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos						
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea						
5	Corrugación	15	Ahuellamiento						
6	Depresión	16	Desplazamiento						
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)						
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento						
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados						
10	Grietas long y transversal								
Daño	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido
7	H	2.40					2.40	1.05	9.00
12	L	7.80	10.50	7.90			26.20	11.46	5.00
15	L	3.56	3.00				6.56	2.87	7.00
19	M	3.70	3.50				7.20	3.15	13.00
19	H	7.50					7.50	3.28	26.00

Podemos observar en la unidad de muestro U-13, las patologías que afectan al deterioro del pavimento flexible son:

- Desprendimiento de agregados (19 H), con un valor deducido de 26.
- Desprendimiento de agregados (19 M), con un valor deducido de 13.

Las patologías menos influyentes en el pavimento flexible es el pulimento de agregados y ahuellamiento.

- **Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m).**

$$m_i = 1.00 \frac{9}{98} (100 - 26) = 7.79$$

**Cuadro 28. Obtención del máximo valor reducido U-13**

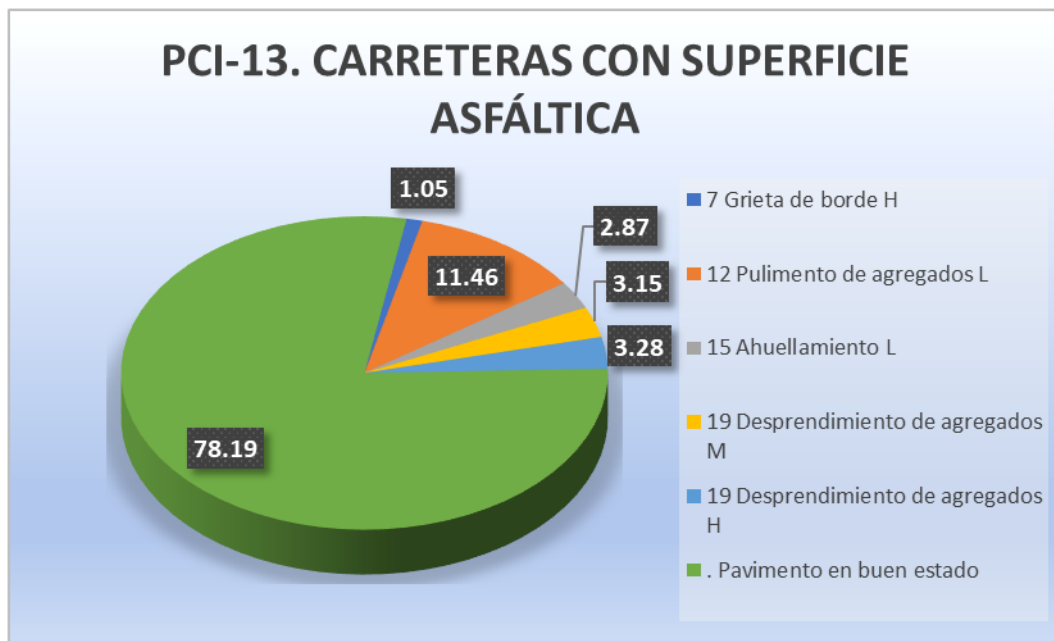
**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO  
FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO**

N°	Valores deducidos						Total	q	CDV
1	26.00	13.00	9.00	7.00	5.00		60.00	5	29.50
2	26.00	13.00	9.00	7.00	2.00		57.00	4	31.00
3	26.00	13.00	9.00	2.00	2.00		52.00	3	33.00
4	26.00	13.00	2.00	2.00	2.00		45.00	2	33.50
5	26.00	2.00	2.00	2.00	2.00		34.00	1	<b>34.00</b>

<b>Maximo valor deducido corregido</b>	<b>34.00</b>
<b>Índice de condición del pavimento</b>	<b>66.00</b>
<b>Estado del pavimento flexible</b>	<b>Bueno</b>

Podemos observar que el resultado de la U-13, el pavimento asfáltico se encuentra en estado bueno.

**Grafica 15. Densidades de las patologías U-13**



Podemos concluir del gráfico, que la patología con mayor densidad en la U-13 es el pulimento de agregados con 11.46 %.

**Cuadro 29. Densidades y valores deducidos de la U-14**

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-14. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
<b>ZONA</b> Calle Lima, A.H. San Pedro			<b>UNIDAD DE MUESTREO</b> U-14			<b>ESQUEMA</b>			
<b>INSPECCIONADO POR</b> Alexander Miguel Zapata Diaz			<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b> 228.6						
<b>PROG. INICIAL</b> 0+495.3		<b>PROG. FINAL</b> 0+533.4		<b>FECHA</b> 13/12/2017					
<b>No.</b>	<b>Daño</b>	<b>No.</b>	<b>Daño</b>						
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo						
2	Exudación	12	Pulimento de agregados						
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos						
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea						
5	Corrugación	15	Ahuellamiento						
6	Depresión	16	Desplazamiento						
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)						
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento						
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados						
10	Grietas long y transversal								
<b>Daño</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>				<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor deducido</b>	
12	L	15.40	8.24	8.60		32.24	14.10	3.50	
13	M	0.78				0.78	0.34	16.00	
15	L	3.20	4.20	2.90		10.30	4.51	20.00	
15	M	6.16				6.16	2.69	27.00	
19	M	14.70				14.70	6.43	17.00	

Podemos observar en la unidad de muestro U-14, las patologías que afectan al deterioro del pavimento flexible son:

- Ahuellamiento (15 M), con un valor deducido de 27.
- Ahuellamiento (15 L), con un valor deducido de 20.
- Desprendimiento de agregados (19 M), con un valor deducido de 17.
- Huecos (13 M), con un valor deducido de 16.

La patología menos influyente en el pavimento flexible es el pulimento de agregados.

- **Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m).**

$$m_i = 1.00 \frac{9}{98} (100 - 27) = 7.70$$

**Cuadro 30. Obtención del máximo valor reducido U-14**

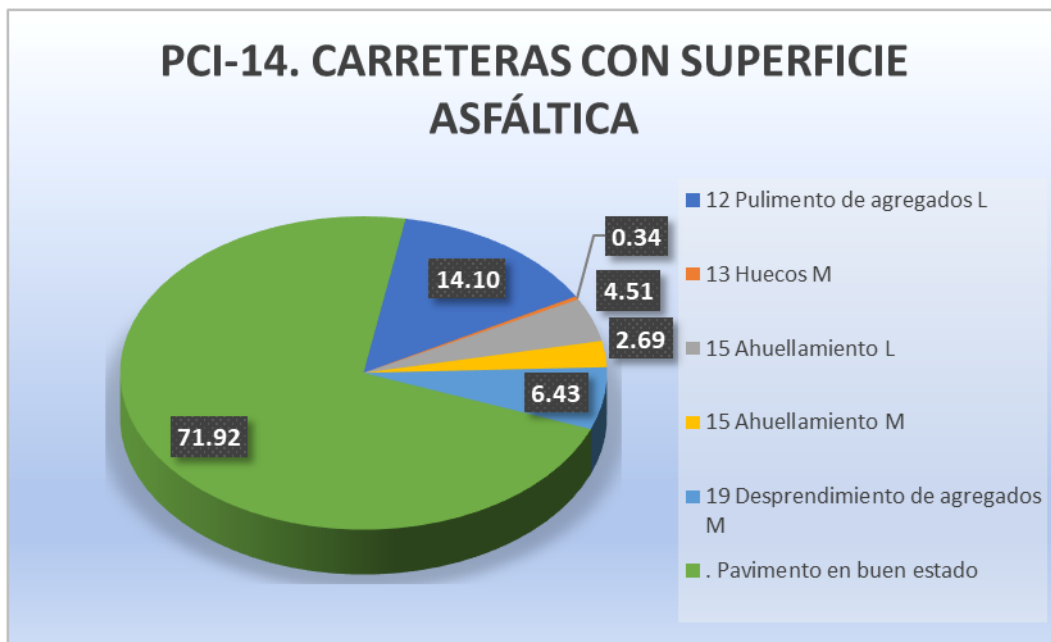
**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO  
FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO**

N°	Valores deducidos						Total	q	CDV
1	27.00	20.00	17.00	16.00	3.50		83.50	5	43.00
2	27.00	20.00	17.00	16.00	2.00		82.00	4	<b>46.50</b>
3	27.00	20.00	17.00	2.00	2.00		68.00	3	43.50
4	27.00	20.00	2.00	2.00	2.00		53.00	2	39.50
5	27.00	2.00	2.00	2.00	2.00		35.00	1	35.00

<b>Maximo valor deducido corregido</b>	<b>46.50</b>
<b>Índice de condición del pavimento</b>	<b>53.50</b>
<b>Estado del pavimento flexible</b>	<b>Regular</b>

Podemos observar que el resultado de la U-14, el pavimento asfáltico se encuentra en estado regular.

**Grafica 16. Obtención del máximo valor reducido U-14**

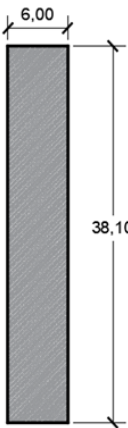


Podemos concluir del gráfico, que la patología con mayor densidad en la U-14 es el pulimento de agregados con 14.10 %.

**Cuadro 31. Densidades y valores deducidos de la U-15**

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO  
PCI-15. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA**

**EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO**

<b>ZONA</b> Calle Lima, A.H. San Pedro		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b> U-15		<b>ESQUEMA</b> 				
<b>INSPECCIONADO POR</b> Alexander Miguel Zapata Díaz		<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b> 228,6						
<b>PROG. INICIAL</b> 0+533.4	<b>PROG. FINAL</b> 0+571.5	<b>FECHA</b> 13/12/2017						
<b>No.</b>	<b>Daño</b>	<b>No.</b>	<b>Daño</b>					
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo					
2	Exudación	12	Pulimento de agregados					
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos					
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea					
5	Corrugación	15	Ahuellamiento					
6	Depresión	16	Desplazamiento					
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)					
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento					
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados					
10	Grietas long y transversal							
<b>Daño</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>				<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor deducido</b>
		10.00	7.20	11.40		28.60	12.51	3.00
		2.40	3.20	3.80		9.40	4.11	35.00
		1.50				1.50	0.66	30.00

Podemos observar en la unidad de muestro U-15, las patologías que afectan al deterioro del pavimento flexible son:

- Ahuellamiento (15 M), con un valor deducido de 35.
- Desprendimiento de agregados (19 H), con un valor deducido de 30.

La patología menos influyente en el pavimento flexible es el pulimento de agregados.

- **Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m).**

$$m_i = 1.00 \frac{9}{98} (100 - 35) = 6.96$$

### Cuadro 32. Obtención del máximo valor reducido U-15

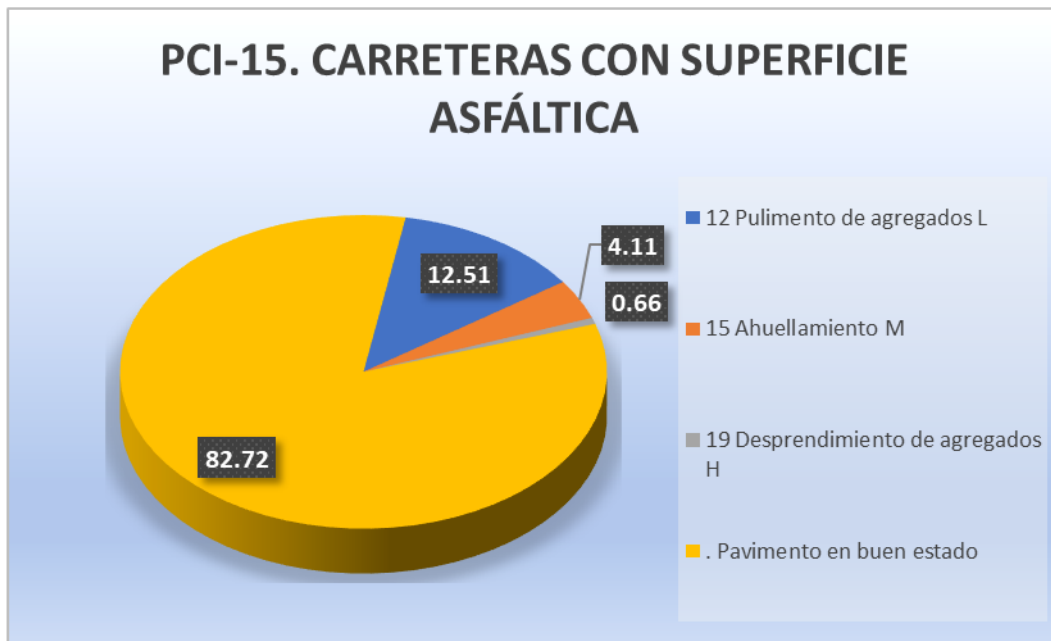
**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO  
FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO**

N°	Valores deducidos						Total	q	CDV
1	35.00	30.00	3.00				68.00	3	43.50
2	35.00	30.00	2.00				67.00	2	<b>49.00</b>
3	35.00	2.00	2.00				39.00	1	39.00

<b>Maximo valor deducido corregido</b>	<b>49.00</b>
<b>Índice de condición del pavimento</b>	<b>51.00</b>
<b>Estado del pavimento flexible</b>	<b>Regular</b>

Podemos observar que el resultado de la U-15, el pavimento asfáltico se encuentra en estado regular.

**Grafica 17. Densidades de las patologías U-15**



Podemos concluir del gráfico, que la patología con mayor densidad en la U-15 es el pulimento de agregados con 12.51 %.

**Cuadro 33. Densidades y valores deducidos de la U-16**

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-16. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
<b>ZONA</b>			<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>			<b>ESQUEMA</b>			
Calle Lima, A.H. San Pedro			U-16						
<b>INSPECCIONADO POR</b>			<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b>						
Alexander Miguel Zapata Diaz			228.6						
<b>PROG. INICIAL</b>		<b>PROG. FINAL</b>		<b>FECHA</b>					
0+571.5		0+609.6		13/12/2017					
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	Hincharamiento					
9	Desnivel carril / berma		19	Desprendimiento de agregados					
10	Grietas long y transversal								
Daño	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido
12	L	12.40	16.80				29.20	12.77	4.00
13	M	0.80					0.80	0.35	17.00
15	L	1.60	2.80	1.80			6.20	2.71	16.00
15	H	3.40					3.40	1.49	22.00
19	L	3.60					3.60	1.57	2.00

Podemos observar en la unidad de muestro U-16, las patologías que afectan al deterioro del pavimento flexible son:

- Ahuellamiento (15 H), con un valor deducido de 22.
- Huecos (13 M), con un valor deducido de 17.
- Ahuellamiento (15 L), con un valor deducido de 16.

Las patologías menos influyentes en el pavimento flexible es el pulimento de agregados y desprendimiento de agregados.

- **Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m).**

$$m_i = 1.00 \frac{9}{98} (100 - 22) = 8.16$$

**Cuadro 34. Obtención del máximo valor reducido U-16**

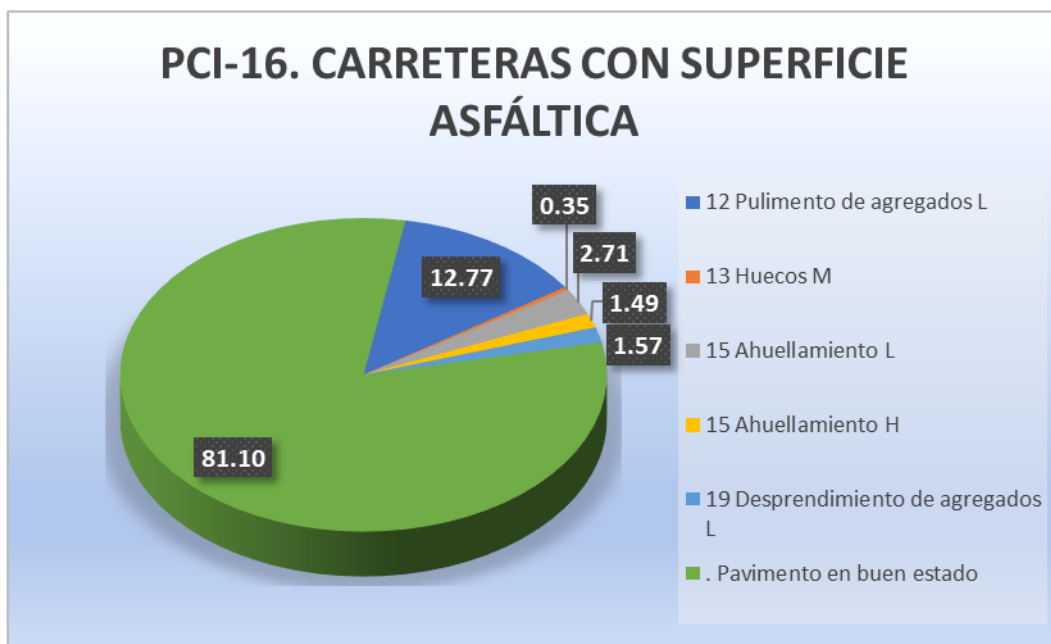
**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO  
FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO**

N°	Valores deducidos						Total	q	CDV
1	22.00	17.00	16.00	4.00	2.00		61.00	4	33.50
2	22.00	17.00	16.00	2.00	0.00		57.00	3	<b>36.00</b>
3	22.00	17.00	2.00	2.00	0.00		43.00	2	32.00
4	22.00	2.00	2.00	2.00	0.00		28.00	1	28.00

<b>Maximo valor deducido corregido</b>	<b>36.00</b>
<b>Índice de condición del pavimento</b>	<b>64.00</b>
<b>Estado del pavimento flexible</b>	<b>Bueno</b>

Podemos observar que el resultado de la U-16, el pavimento asfáltico se encuentra en estado bueno.

**Grafica 18. Densidades de las patologías U-16**



Podemos concluir del gráfico, que la patología con mayor densidad en la U-16 es el pulimento de agregados con 12.77 %.



**Cuadro 35. Densidades y valores deducidos de la U-17**

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										
PCI-17. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
<b>ZONA</b>			<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>			<b>ESQUEMA</b>				
Calle Lima, A.H. San Pedro			U-17							
<b>INSPECCIONADO POR</b>			<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b>							
Alexander Miguel Zapata Díaz			228.6							
<b>PROG. INICIAL</b>		<b>PROG. FINAL</b>		<b>FECHA</b>						
0+609.6		0+647.7		13/12/2017						
No.	Daño		No.	Daño						
1	Piel de cocodrilo		11	Parqueo						
2	Exudación		12	Pulimento de agregados						
3	Agrietamiento en bloque		13	Huecos						
4	Abultamientos y hundimientos		14	Cruce de vía férrea						
5	Corrugación		15	Ahuellamiento						
6	Depresión		16	Desplazamiento						
7	Grieta de borde		17	Grieta parabólica (slippage)						
8	Grieta de reflexión de junta.		18	Hinchariento						
9	Desnivel carril / berma		19	Desprendimiento de agregados						
10	Grietas long y transversal									
Daño	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido	
12	L	10.30	12.60	11.40			34.30	15.00	5.00	
13	M	0.70					0.70	0.31	16.00	
15	L	2.40	2.10				4.50	1.97	26.00	
15	M	3.60	3.24				6.84	2.99	40.00	
19	M	7.26	2.60				9.86	4.31	4.00	

Podemos observar en la unidad de muestro U-17, las patologías que afectan al deterioro del pavimento flexible son:

- Ahuellamiento (15 M), con un valor deducido de 40.
- Ahuellamiento (15 L), con un valor deducido de 26.
- Huecos (13 M), con un valor deducido de 16.

Las patologías menos influyentes en el pavimento flexible es el pulimento de agregados y desprendimiento de agregados.

- **Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m).**

$$m_i = 1.00 \frac{9}{98} (100 - 40) = 6.51$$

**Cuadro 36. Obtención del máximo valor reducido U-17**

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO**

N°	Valores deducidos						Total	q	CDV
1	40.00	26.00	16.00	5.00	4.00		91.00	5	47.00
2	40.00	26.00	16.00	5.00	2.00		89.00	4	51.00
3	40.00	26.00	16.00	2.00	2.00		86.00	3	<b>55.00</b>
4	40.00	26.00	2.00	2.00	2.00		72.00	2	53.00
5	40.00	2.00	2.00	2.00	2.00		48.00	1	48.00

Maximo valor deducido corregido	55.00
Índice de condición del pavimento	45.00
Estado del pavimento flexible	Regular

Podemos observar que el resultado de la U-17, el pavimento asfáltico se encuentra en estado regular.

**Grafica 19. Densidades de las patologías U-17**



Podemos concluir del gráfico, que la patología con mayor densidad en la U-17 es el pulimento de agregados con 15 %.

**Cuadro 37. Densidades y valores deducidos de la U-18**

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										
PCI-18. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
<b>ZONA</b>			<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>			<b>ESQUEMA</b>				
Calle Lima, A.H. San Pedro			U-18							
<b>INSPECCIONADO POR</b>			<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b>							
Alexander Miguel Zapata Diaz			228.6							
<b>PROG. INICIAL</b>		<b>PROG. FINAL</b>		<b>FECHA</b>						
0+647.7		0+685.8		13/12/2017						
<b>No.</b>	<b>Daño</b>	<b>No.</b>	<b>Daño</b>							
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo							
2	Exudación	12	Pulimento de agregados							
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos							
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea							
5	Corrugación	15	Ahuellamiento							
6	Depresión	16	Desplazamiento							
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)							
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento							
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados							
10	Grietas long y transversal									
<b>Daño</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>					<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor deducido</b>	
4	L	3.12					3.12	1.36	3.00	
12	L	9.80	8.60	10.80			29.20	12.77	4.00	
15	M	3.32					3.32	1.45	22.00	
19	L	6.20					6.20	2.71	2.50	

Podemos observar en la unidad de muestro U-18, la patología que afecta al deterioro del pavimento flexible es:

- Ahuellamiento (15 M), con un valor deducido de 22.

Las patologías menos influyentes en el pavimento flexible es el pulimento de agregados, desprendimiento de agregados y hundimientos.

- **Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m).**

$$m_i = 1.00 \frac{9}{98} (100 - 22) = 8.16$$

**Cuadro 38. Obtención del máximo valor reducido U-18**

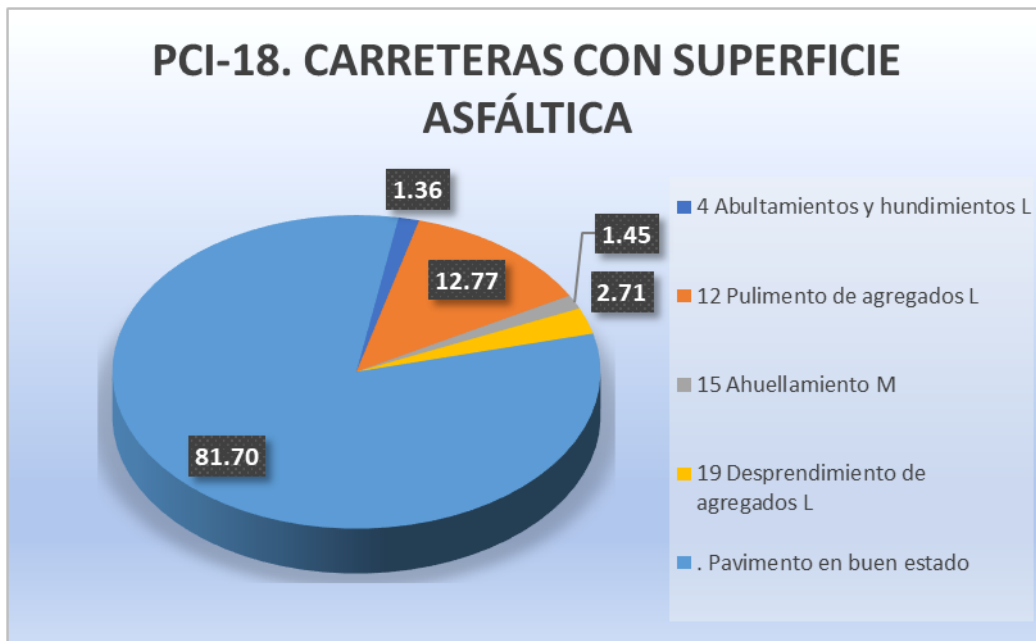
**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO  
FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO**

N°	Valores deducidos						Total	q	CDV
1	22.00	4.00	3.00	2.50			31.50	4	13.00
2	22.00	4.00	3.00	2.00			31.00	3	17.50
3	22.00	4.00	2.00	2.00			30.00	2	22.00
4	22.00	2.00	2.00	2.00			28.00	1	<b>28.00</b>

Maximo valor deducido corregido	<b>28.00</b>
Índice de condición del pavimento	<b>72.00</b>
Estado del pavimento flexible	<b>Muy bueno</b>

Podemos observar que el resultado de la U-18, el pavimento asfáltico se encuentra en estado muy bueno.

**Grafica 20. Densidades de las patologías U-18**



Podemos concluir del gráfico, que la patología con mayor densidad en la U-18 es el pulimento de agregados con 12.77 %.

**Cuadro 39. Densidades y valores deducidos de la U-19**

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-19. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
<b>ZONA</b>			<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>			<b>ESQUEMA</b>			
Calle Lima, A.H. San Pedro			U-19						
<b>INSPECCIONADO POR</b>			<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b>						
Alexander Miguel Zapata Diaz			228.6						
<b>PROG. INICIAL</b>		<b>PROG. FINAL</b>		<b>FECHA</b>					
0+685.8		0+723.9		13/12/2017					
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	Densidad (%)	Valor deducido
2	L	32.40					32.40	14.17	6.00
12	L	13.40	8.62				22.02	9.63	4.00
13	M	0.72					0.72	0.31	16.00
19	L	5.60					5.60	2.45	3.00

Podemos observar en la unidad de muestro U-19, la patología que afecta al deterioro del pavimento flexible es:

- Huecos (13 M), con un valor deducido de 16.

Las patologías menos influyentes en el pavimento flexible es el pulimento de agregados, desprendimiento de agregados y exudación.

- **Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m).**

$$m_i = 1.00 \frac{9}{98} (100 - 16) = 8.71$$

**Cuadro 40. Obtención del máximo valor reducido U-19**

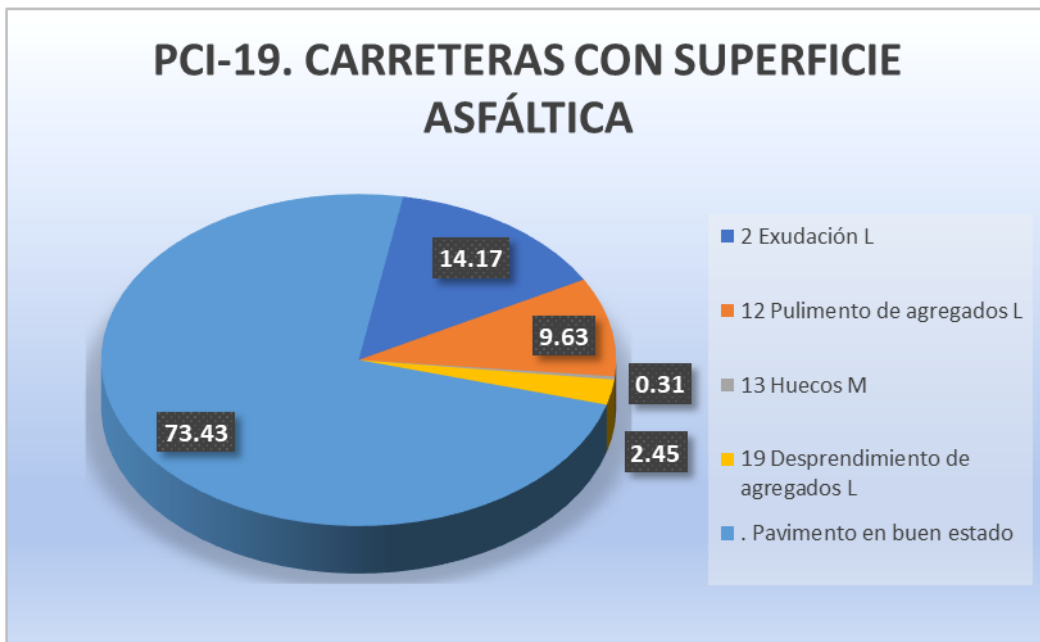
**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO  
FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO**

N°	Valores deducidos						Total	q	CDV
1	16.00	6.00	4.00	3.00			29.00	4	12.00
2	16.00	6.00	4.00	2.00			28.00	3	15.50
3	16.00	6.00	2.00	2.00			26.00	2	19.00
4	16.00	2.00	2.00	2.00			22.00	1	<b>22.00</b>

<b>Maximo valor deducido corregido</b>	<b>22.00</b>
<b>Índice de condición del pavimento</b>	<b>78.00</b>
<b>Estado del pavimento flexible</b>	<b>Muy bueno</b>

Podemos observar que el resultado de la U-19, el pavimento asfáltico se encuentra en estado muy bueno.

**Gráfica 21. Densidades de las patologías U-19**



Podemos concluir del gráfico, que la patología con mayor densidad en la U-19 es la exudación con 14.17%.

**Cuadro 41. Densidades y valores deducidos de la U-20**

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-20. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
<b>ZONA</b>			<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>			<b>ESQUEMA</b>			
Calle Lima, A.H. San Pedro			U-20						
<b>INSPECCIONADO POR</b>			<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b>						
Alexander Miguel Zapata Diaz			228.6						
<b>PROG. INICIAL</b>		<b>PROG. FINAL</b>		<b>FECHA</b>					
0+723.9		0+762		13/12/2017					
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	Densidad (%)	Valor deducido
2	L	12.00					12.00	5.25	2.50
12	L	18.00	20.00				38.00	16.62	6.00
13	M	0.50					0.50	0.22	12.00

Podemos observar en la unidad de muestro U-20, la patología que afecta al deterioro del pavimento flexible es:

- Huecos (13 M), con un valor deducido de 12.

Las patologías menos influyentes en el pavimento flexible es el pulimento de agregados y exudación.

- **Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m).**

$$m_i = 1.00 \frac{9}{98} (100 - 12) = 9.08$$

### Cuadro 42. Obtención del máximo valor reducido U-20

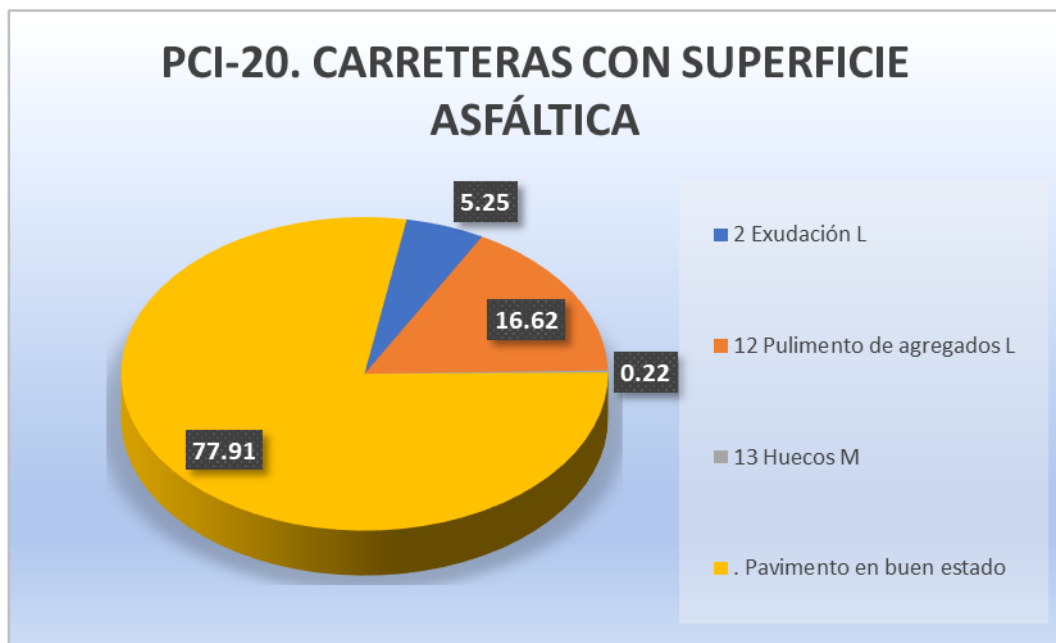
**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO  
FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO**

N°	Valores deducidos						Total	q	CDV
1	12.00	6.00	2.50				20.50	3	10.50
2	12.00	6.00	2.00				20.00	2	14.00
3	12.00	2.00	2.00				16.00	1	16.00
4									

Maximo valor deducido corregido	16.00
Índice de condición del pavimento	84.00
Estado del pavimento flexible	Muy bueno

Podemos observar que el resultado de la U-20, el pavimento asfáltico se encuentra en estado muy bueno.

**Grafica 22. Densidades de las patologías U-20**



Podemos concluir del gráfico, que la patología con mayor densidad en la U-20 es el pulimento de agregados con 16.62 %.



**Cuadro 43. Densidades y valores deducidos de la U-21**

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-21. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
<b>ZONA</b>			<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>			<b>ESQUEMA</b>			
Calle Lima, A.H. San Pedro			U-21						
<b>INSPECCIONADO POR</b>			<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b>						
Alexander Miguel Zapata Díaz			228.6						
<b>PROG. INICIAL</b>		<b>PROG. FINAL</b>		<b>FECHA</b>					
0+762		0+800		13/12/2017					
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	Densidad (%)	Valor deducido
1	L	1.56	1.60				3.16	1.38	12.00
12	L	10.50	12.40				22.90	10.02	3.00
13	M	0.76					0.76	0.33	16.50
19	L	3.86					3.86	1.69	11.00

Podemos observar en la unidad de muestro U-21, las patologías que afectan al deterioro del pavimento flexible son:

- Huecos (13 M), con un valor deducido de 16,5.
- Piel de cocodrilo (1 L), con un valor deducido de 12.
- Desprendimiento de agregados (19 L), con un valor deducido de 11.

La patología menos influyente en el pavimento flexible es el pulimento de agregados.

- **Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m).**

$$m_i = 1.00 \frac{9}{98} (100 - 16) = 8.71$$

**Cuadro 44. Obtención del máximo valor reducido U-21**

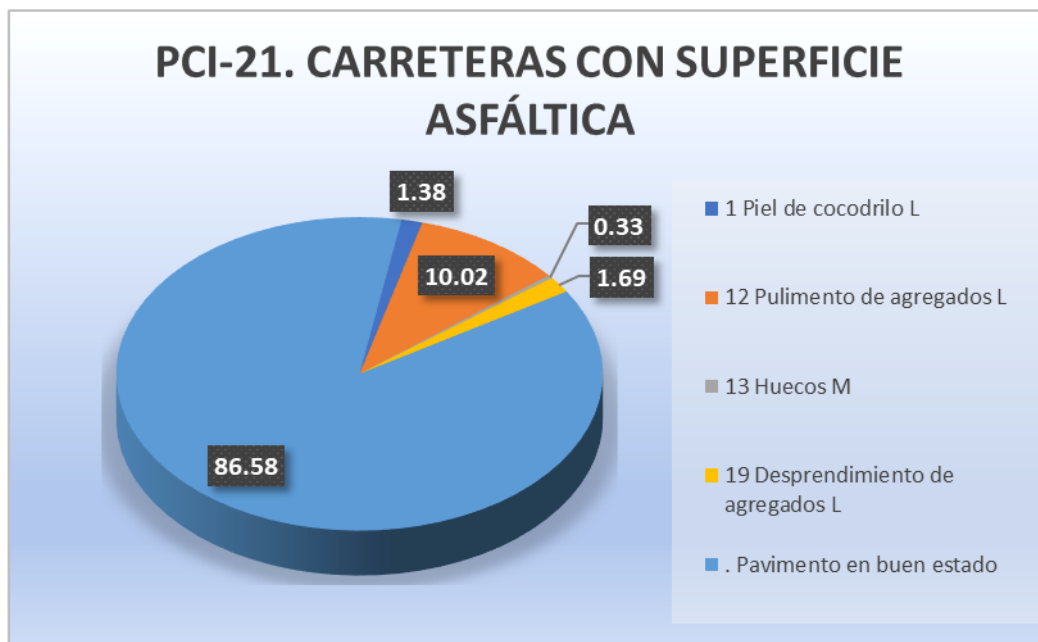
**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO  
FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO**

N°	Valores deducidos						Total	q	CDV
1	16.50	12.00	11.00	3.00			42.50	4	21.00
2	16.50	12.00	11.00	2.00			41.50	3	<b>25.00</b>
3	16.50	12.00	2.00	2.00			32.50	2	23.50
4	16.50	2.00	2.00	2.00			22.50	1	22.50

Maximo valor deducido corregido	25.00
Índice de condición del pavimento	75.00
Estado del pavimento flexible	Muy bueno

Podemos observar que el resultado de la U-21, el pavimento asfáltico se encuentra en estado muy bueno.

**Grafica 23. Densidades de las patologías U-21**



Podemos concluir del gráfico, que la patología con mayor densidad en la U-21 es el pulimento de agregados con 10.02 %.

**Cuadro 45. Resultados generales del PCI del pavimento flexible**

Unidad de muestreo	Longitud	Área	PCI	Descripción
U-1	38.1	228.6	34.00	Malo
U-2	38.1	228.6	46.00	Regular
U-3	38.1	228.6	34.00	Malo
U-4	38.1	228.6	53.00	Regular
U-5	38.1	228.6	65.00	Bueno
U-6	38.1	228.6	81.00	Muy Bueno
U-7	38.1	228.6	50.50	Regular
U-8	38.1	228.6	37.00	Malo
U-9	38.1	228.6	31.00	Malo
U-10	38.1	228.6	68.00	Bueno
U-11	38.1	228.6	59.00	Bueno
U-12	38.1	228.6	54.50	Regular
U-13	38.1	228.6	66.00	Bueno
U-14	38.1	228.6	53.50	Regular
U-15	38.1	228.6	51.00	Regular
U-16	38.1	228.6	64.00	Bueno
U-17	38.1	228.6	45.00	Regular
U-18	38.1	228.6	72.00	Muy bueno
U-19	38.1	228.6	78.00	Muy bueno
U-20	38.1	228.6	84.00	Muy bueno
U-21	38.1	228.6	75.00	Muy bueno
<b>Promedio</b>			<b>57.21</b>	<b>BUENO</b>

El índice de la condición del pavimento de la sección de estudio es de 51,21 correspondiendo a un estado bueno de la tabla de rangos del manual del PCI.

Cuadro No.2

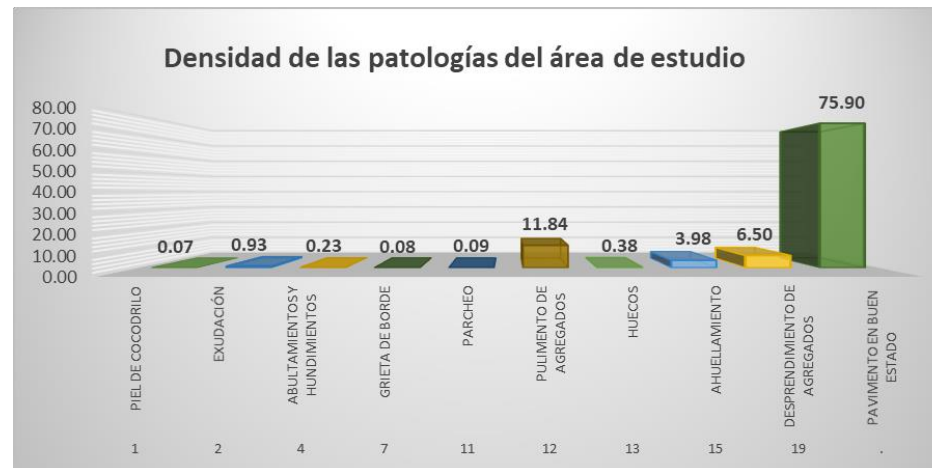
<b>RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI</b>	
<b>Rango</b>	<b>Clasificación</b>
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

fuelle: Vásquez Varela Luis (2002)

**Cuadro 46. Incidencias de las patologías**

No.	daño	cantidades parciales																			Cantidad total	Densidad (%)		
		U-1	U-2	U-3	U-4	U-5	U-6	U-7	U-8	U-9	U-10	U-11	U-12	U-13	U-14	U-15	U-16	U-17	U-18	U-19			U-20	U-21
1	Piel de cocodrilo																					3.16	3.16	0.07
2	Exudación																			32.40	12.00		44.40	0.93
4	Abultamientos y hundimientos					5.40			2.44										3.12				10.96	0.23
7	Grieta de borde										1.60			2.40									4.00	0.08
11	Parqueo			1.20	3.20																		4.40	0.09
12	Pulimento de agregados	33.00	26.90	24.85	16.70	19.00	29.20	25.00	22.00	28.40	25.20	21.20	34.40	26.20	32.24	28.60	29.20	34.30	29.20	22.02	38.00	22.90	568.51	11.84
13	Huecos	1.36	1.82	2.40	1.93	0.72		0.98	1.50		1.54		1.86		0.78		0.80	0.70		0.72	0.50	0.76	18.37	0.38
15	Ahuellamiento	15.35	13.48	19.34	17.40	10.66	6.90	9.34	8.10	17.36		11.16	5.40	6.56	16.46	9.40	9.60	11.34	3.32				191.17	3.98
19	Desprendimiento de agregados	14.30	11.60	16.00	11.88	23.84	17.10	6.28	35.46	51.60	13.82	3.30	46.70	14.70	14.70	1.50	3.60	9.86	6.20	5.60		3.86	311.90	6.50
		<b>Pavimento en buen estado</b>																			<b>3643.13</b>	<b>75.90</b>		
		<b>Total</b>																			<b>4800</b>	<b>100.00</b>		

**Grafica 24. Densidad de las Patologías del Área de estudio**



se observa que la patologia con mayor incidencia en la seccion de pavimento asfáltico es pulimento de agregados con 11.84%

## 4.2. Análisis de Resultados

- la presente investigación ha evaluado la calle Lima del A.H. San Pedro entre la av. Circunvalación y la calle Pisco del distrito de Piura de la provincia de Piura. Después de la observación y recojo de información de las fallas del pavimento flexible de la progresiva 0+000 a la progresiva 0+800 de la calle Lima, se determina que el pavimento asfáltico presenta patologías de Piel de Cocodrilo con 0.07%, Exudación con 0.93%, Abultamientos y hundimientos con 0.23%, Grieta de borde con 0.8%, Parcheo con 0.09%, Pulimento de agregados con 11.84%, Huecos con 0.38%, Ahuellamiento con 3.98%, Desprendimiento de agregados con 6.5%. de los resultados se observa que, si no se desarrolla un plan de mantenimiento para el pavimento, este puede llegar a la evolución de mayores deterioros que afecte la transitabilidad vial.
- Mediante el método del PCI el pavimento flexible de la calle lima del A.H. San pedro está dividida en 21 unidades de muestreo para su evaluación, el análisis determino un índice de condición de pavimento para cada unidad de muestreo, donde obtuvimos como resultado que la Unidad de muestreo 3, 8 y 9 están en un estado malo.
- El PCI de todo el pavimento es el promedio de todas las unidades de muestreo, donde se obtuvo que el pavimento flexible de la calle lima tiene un índice de 57.21 donde podemos decir que su estado del pavimento de la calle Lima es bueno.

## V. Conclusiones

1. Queda claro que el PCI del pavimento asfáltico de la calle Lima del A.H. San Pedro del distrito Piura de la provincia de Piura tiene un índice de condición de 56.14 % con un estado de clasificación de pavimento bueno.
2. Se concluye que las patologías encontradas en el pavimento asfáltico de la calle Lima del A.H. San Pedro del distrito Piura de la provincia de Piura, son:
  - a) Piel de Cocodrilo 0.07%.
  - b) Exudación 0.93%.
  - c) Abultamientos y hundimientos 0.93%.
  - d) Grieta de borde 0.8%.
  - e) Parcheo 0.09%.
  - f) Pulimento de agregados 11.84%.
  - g) Huecos 0.38%.
  - h) Ahuellamiento 3.98%.
  - i) Desprendimiento de agregados 6.5%.
3. las patologías como mayor incidencia en el pavimento asfáltico de la calle Lima del A.H. San Pedro del distrito Piura de la provincia de Piura son: f) Pulimento de agregados con un 11.84 % de afectación, h) Ahuellamiento con un 3.98 % de afectación, i) Desprendimiento de agregados con un 6.5 % de afectación.
4. La patología más acentuada en el pavimento asfáltico es: f) pulimento de agregados con un 11.84 % de afectación, con grado de severidad leve.
5. Las patologías que afectan al deterioro del pavimento son: h) Ahuellamiento con un 3.98 % de afectación, i) Desprendimiento de agregados con un 6.5 % de afectación.

6. Las unidades de muestreo 3, 8 y 9 están en mal estado, por presentar patologías de severidad alta que afectan al deterioro del pavimento.

### **Aspectos Complementarios**

- Por las patologías encontradas en el pavimento asfáltico y por la variabilidad de las mismas que afectan al deterioro del pavimento, es recomendable que las entidades encargadas realicen verificaciones rutinarias permanentemente, con el fin de que dichas patologías no se extiendan o evolucionen a patologías más severas.
- Se recomienda el mantenimiento y limpieza del pavimento asfáltico de la calle Lima del A.H. San Pedro, pues actualmente es vía alterna para las distintas unidades de transporte, ya que Piura está en la reconstrucción de sus la calles y avenidas por fenómenos naturales que afectaron a esta ciudad.
- Es recomendable tener en cuenta en los diseños de los pavimentos asfáltico el drenaje de aguas pluviales, ya que este es uno de los factores más perjudiciales para capa de rodadura asfáltica.
- Se recomienda que las entidades de servicios públicos de agua potable y alcantarillado al realizar una nueva conexión, deberá realizar una buena compactación y dosificación del concreto asfaltico a reparar para evitar hundimiento en el pavimento.

## Referencias Bibliográficas

- (1) Sánchez G. “Urbanismo.com. Pavimentos Flexibles”. [seriada en línea] 2012 [citado 2017 noviembre], disponible en:  
<http://www.urbanismo.com/pavimentos-flexibles/>
- (2) Rico A., Téllez R., Garnica P. “Pavimentos flexibles, problemática, metodologías de diseño y tendencias” [Secretaria de Comunicaciones y Transporte Instituto Mexicano del transporte] Sanfandila, Qro - México 1998. [citado 2017 noviembre], disponible en:  
<http://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt104.pdf>
- (3) Lemus J. “Evaluación de tipos de fallas de la capa de rodadura en pavimentos flexibles” [Tesis para optar al Título Maestro en ingeniería vial]. Guatemala 2010 [citado 2017 noviembre], disponible en:  
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/5157/1/JOS%C3%89%20HAROLDO%20L%C3%89MUS%20N%C3%81JERA.pdf>
- (4) Herrera V., Veloz M. “Evaluación y diseño de pavimentos por el método no destructivo - Georadar (GPR) y deflectómetro de la antigua vía a Conocoto”. [Tesis para optar al Título de Ingeniero Civil]. Quito – Ecuador. [seriada en línea] 2014 [citado 2017 noviembre], disponible en:  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/293>
- (5) Camposano J., Garcia K. “Diagnóstico del estado situacional de la vía: avenida argentina – av. 24 de junio por el método: índice de condición de pavimentos-2012”. [Tesis para optar al Título de Ingeniero Civil]. Huancayo, Perú [seriada en línea] 2012 [citado 2017 noviembre], disponible en:



<http://cip.org.pe/imagenes/temp/tesis/45203801.pdf>

- (6) Gómez S. “Diseño estructural del pavimento flexible para el anillo vial del óvalo Grau - Trujillo”, [Tesis para optar al Título de Ingeniero Civil]. La Libertad, Perú [seriada en línea] 2005 [citado 2017 noviembre], disponible en:

<http://docslide.us/documents/gomez-susan-pavimento-flexible-ovalo-tesis-trujillo.html>

- (7) Gutiérrez J. “Modelación Geotécnica de Pavimentos Flexibles con Fines de Análisis y Diseño en el Perú”, [Tesis para optar el Grado de Magister en Ciencias con Mención en Ingeniería Geotécnica]. Lima, Perú [seriada en línea] 2007 [citado 2017 noviembre], disponible en:

<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/809>

- (8) Huamán N. “La deformación permanente en las mezclas asfálticas y el consecuente deterioro de los pavimentos asfálticos en el Perú”. [Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Ciencias con Mención en Ingeniería de transporte]. Lima, Perú [seriada en línea] 2011 [citado 2017 noviembre], disponible en:

[http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/819/1/huaman\\_gn.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/819/1/huaman_gn.pdf)

- (9) Domínguez Y. “Análisis patológico de la superficie del pavimento flexible en la calle Loreto cuadra 4 a la 6- Piura, 2015.”. [Tesis para optar al Título de Ingeniero Civil]. Piura, Perú [seriada en línea] 2015 [citado 2017 noviembre], disponible en:

[http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/641/PATOLOGIAS\\_DE\\_SUPERFICIE\\_DOMINGUEZ\\_SILUPU\\_YULY\\_MARICEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/641/PATOLOGIAS_DE_SUPERFICIE_DOMINGUEZ_SILUPU_YULY_MARICEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- (10) Gamboa K.<sup>10</sup> “Calculo de Índice de Condición aplicado en el pavimento flexible en las Av. las Palmeras de Piura”. [Tesis para optar al Título de

Ingeniero Civil]. Piura, Perú [seriada en línea] 2009 [citado 2017 noviembre], disponible en:

[https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1351/ICI\\_181.pdf](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1351/ICI_181.pdf)

- (11) Rosas P. “Determinación de las condiciones del pavimento flexible de la AV. José Aguilar Santisteban, tramo avenida Urb. Ignacio Merino II etapa – Urb. Los Jardines AVIFAV II etapa Distrito de Piura, Provincia de Piura”. [Tesis para optar al Título de Ingeniero Civil]. Piura, Perú [seriada en línea] 2016 [citado 2017 noviembre], disponible en:

<http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/565/CIV-ROS-JIM-16.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- (12) Monsalve L., Giraldo L., Gaviria J. “Diseño de Pavimento Flexible y Rígido”. [Programa de Ingeniería Civil]. Armenia [seriada en línea] 2012 [citado 2017 Noviembre], disponible en:

[https://es.slideshare.net/rosabeatrizvillaloboshuaman/diseo-de-pavimento-flexible-y-rigido?from\\_action=save](https://es.slideshare.net/rosabeatrizvillaloboshuaman/diseo-de-pavimento-flexible-y-rigido?from_action=save)

- (13) Minaya S., Ordóñez A. “Diseño Moderno de Pavimentos Asfálticos”. [Instituto de la Construcción y Gerencia]. Lima, Perú [Segunda Edición] 2006 [citado 2017 noviembre], disponible en:

<https://es.slideshare.net/soyeralex/libro-de-pavimentos-2015uniperu>

- (14) Miranda, R. “Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos-Valdivia” – Chile. [seriado en línea] 2010. [citado 2017 noviembre], disponible en:

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf>

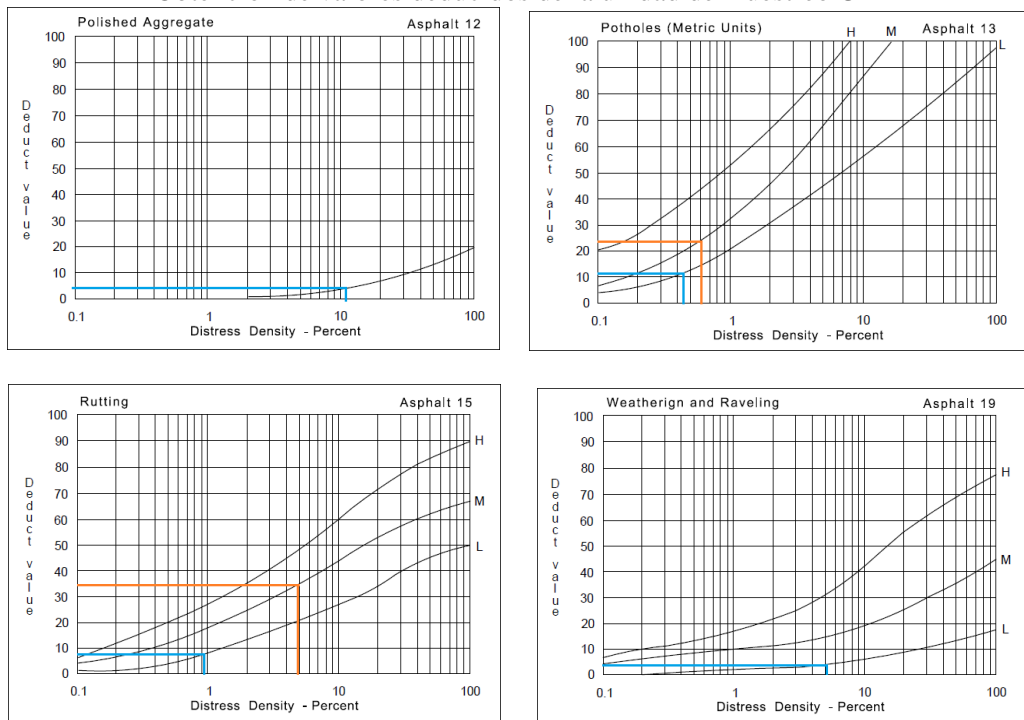
- (15) Reglamento Nacional De Edificaciones Norma Ce.010 Pavimentos Urbanos, [citado 2017 noviembre], disponible en:

<http://www.urbanistasperu.org/rne/pdf/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>

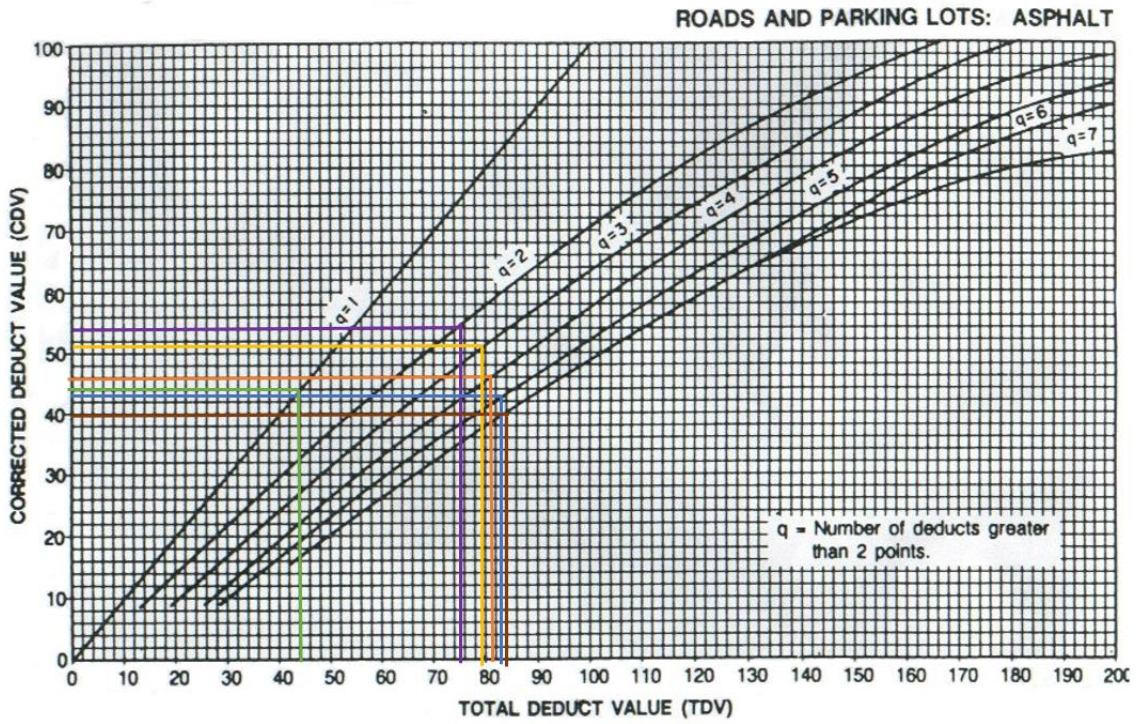
- (16) Ministerio de Transportes y Comunicaciones. “Manual de Carreteras Conservación Vial”. [Volumen N° 1]. Perú [seriada en línea] 2013 [citado 2017 noviembre], disponible en:  
[http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4877.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4877.pdf)
- (17) Ministerio de Transporte Instituto Nacional de Vías. “Manual para la inspección Visual de pavimentos flexibles”. [Volumen 1]. Bogotá, Colombia [seriada en línea] 2006 [citado 2017 noviembre], disponible en:  
<https://es.slideshare.net/Ektwr1982/manual-para-la-inspeccion-visual-de-pavimentos-flexibles>
- (18) Rodríguez E. “cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis montero, distrito de castilla”. [Tesis para optar al Título de Ingeniero Civil]. Piura, Perú [seriada en línea] 2009 [citado 2017 Noviembre], disponible en:  
[https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1350/ICI\\_180.pdf?sequence=1](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1350/ICI_180.pdf?sequence=1)
- (19) Velásquez L. “Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras”. Manizales, Colombia [seriada en línea] 2002 [citado 2017 Noviembre], disponible en:  
<https://es.scribd.com/document/55041139/Manual-PCI>

## Anexo 01

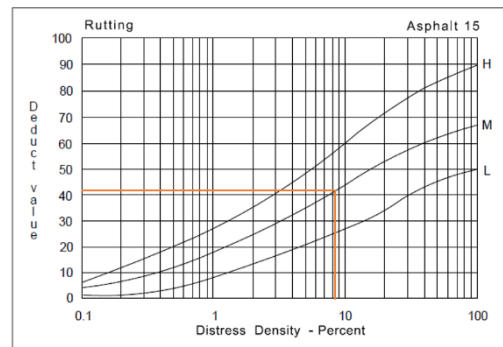
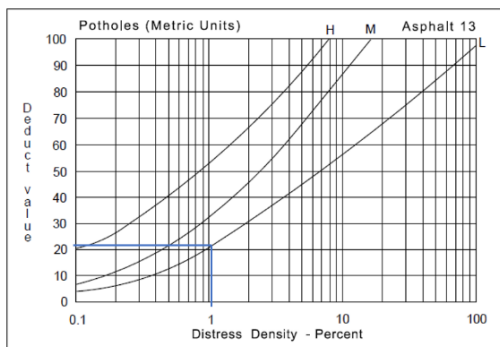
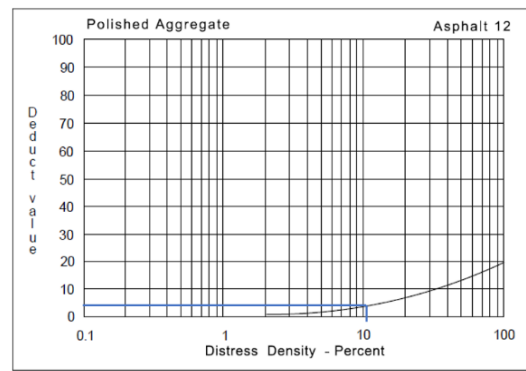
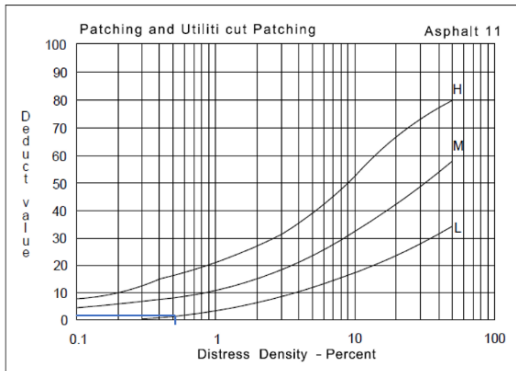
### Obtención de valores deducidos de la unidad de muestreo U-2

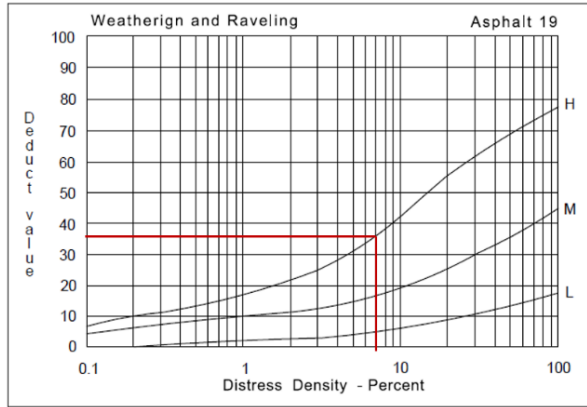


### Obtención de valores deducidos corregidos de la unidad de muestreo U-2

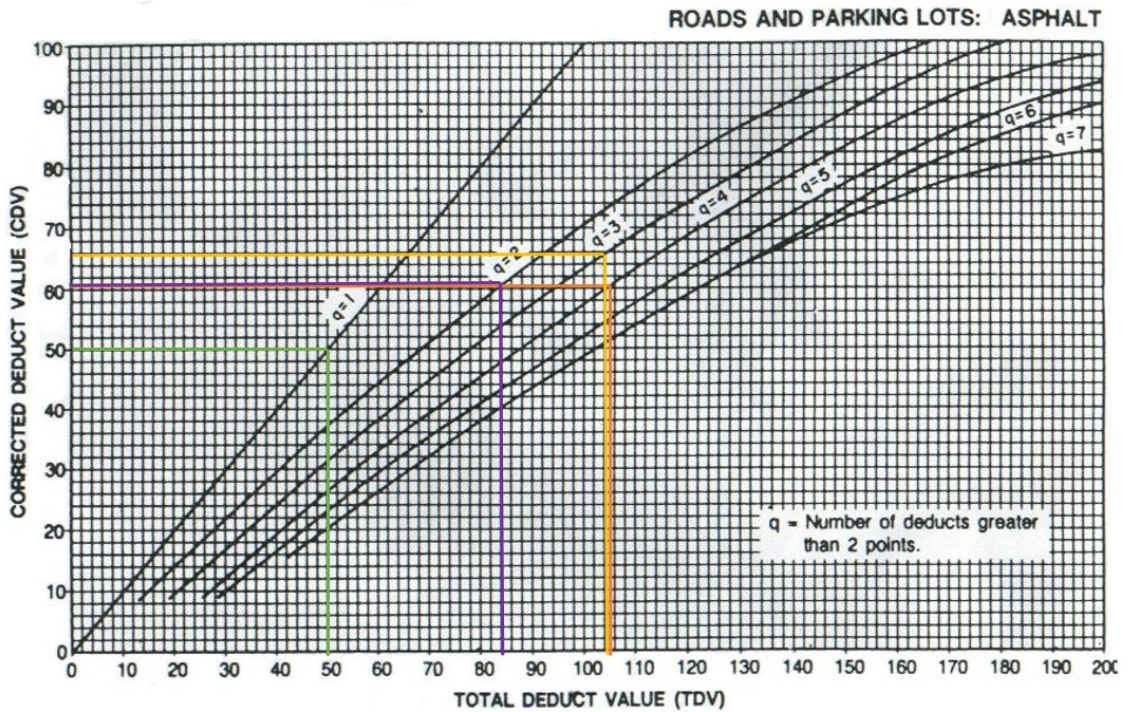


Obtención de valores deducidos de la unidad de muestreo U-3

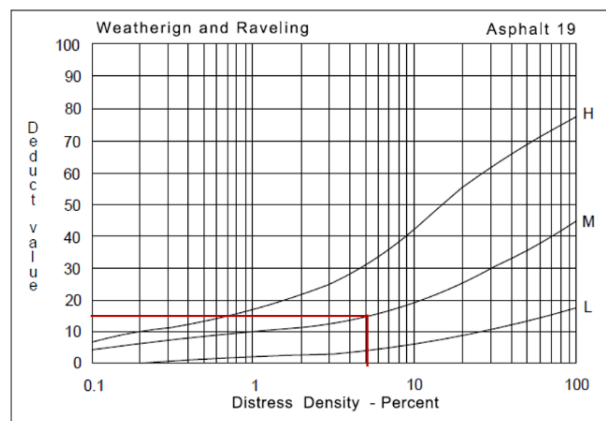
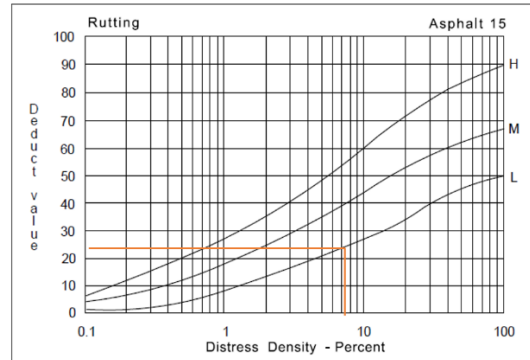
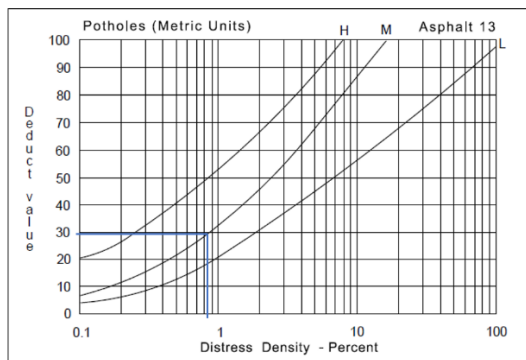
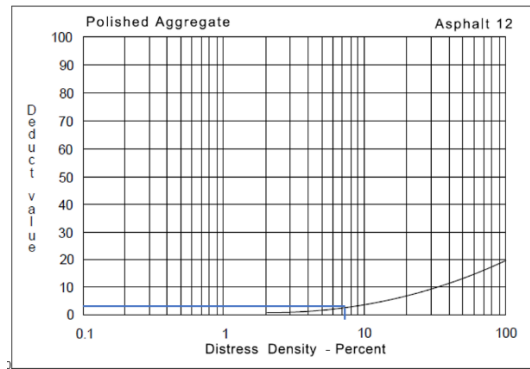
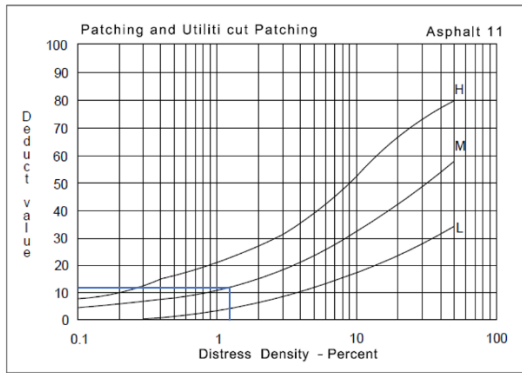




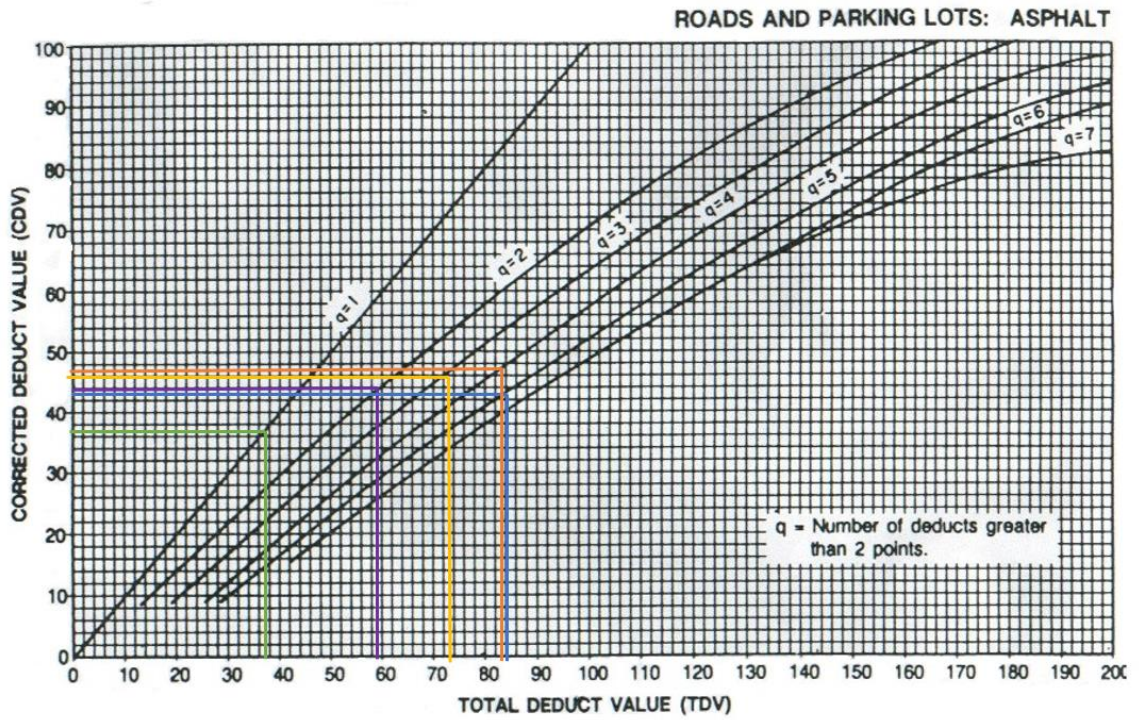
Obtención de valores deducidos corregidos de la unidad de muestreo U-3



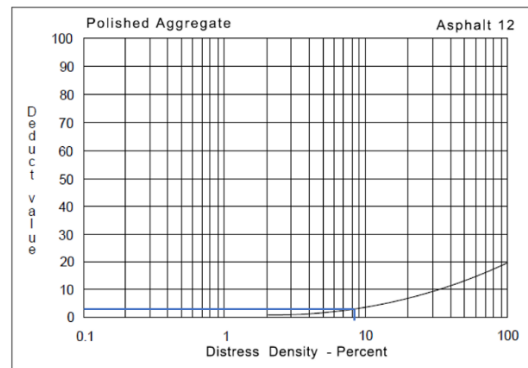
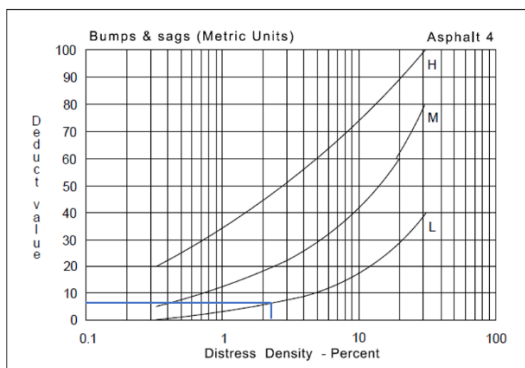
Obtención de valores deducidos de la unidad de muestreo U-4



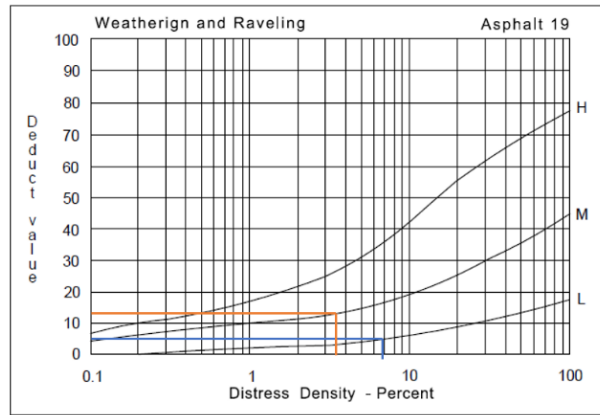
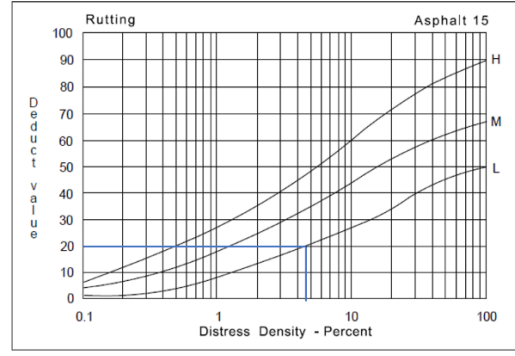
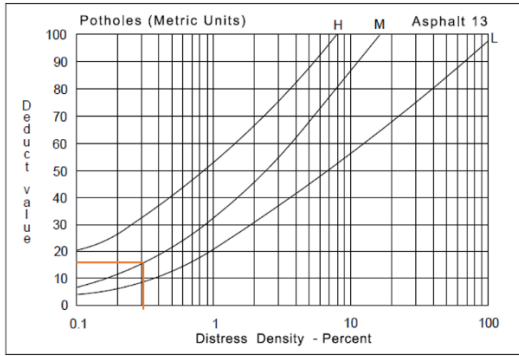
Obtención de valores deducidos corregidos de la unidad de muestreo U-4



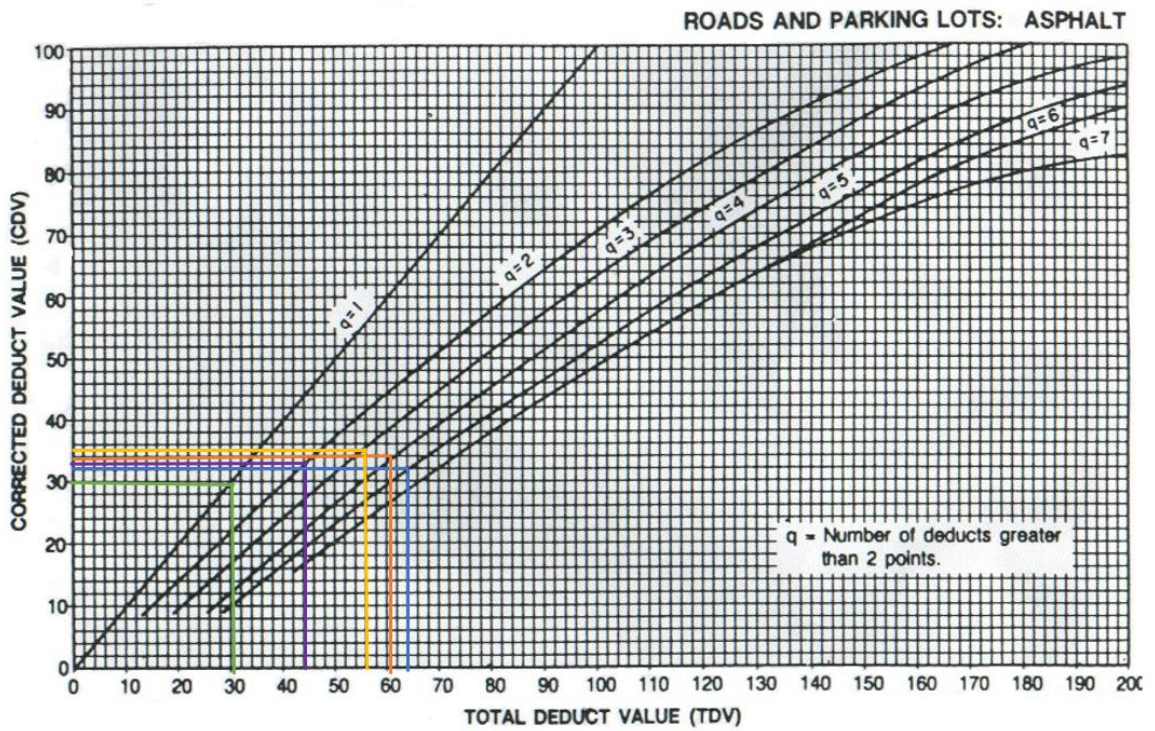
Obtención de valores deducidos de la unidad de muestreo U-5



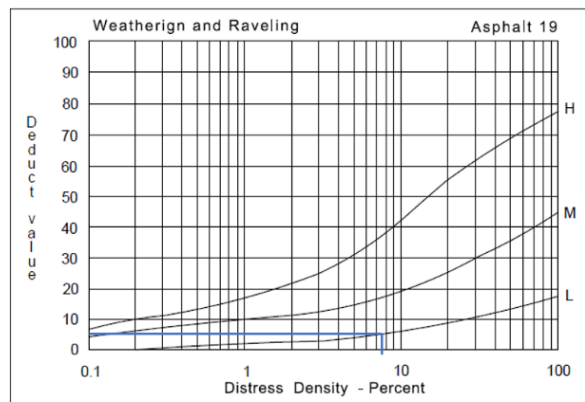
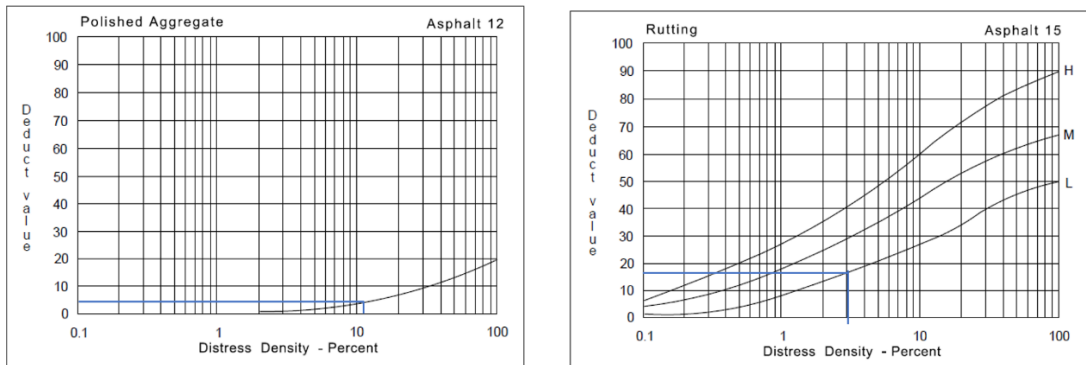




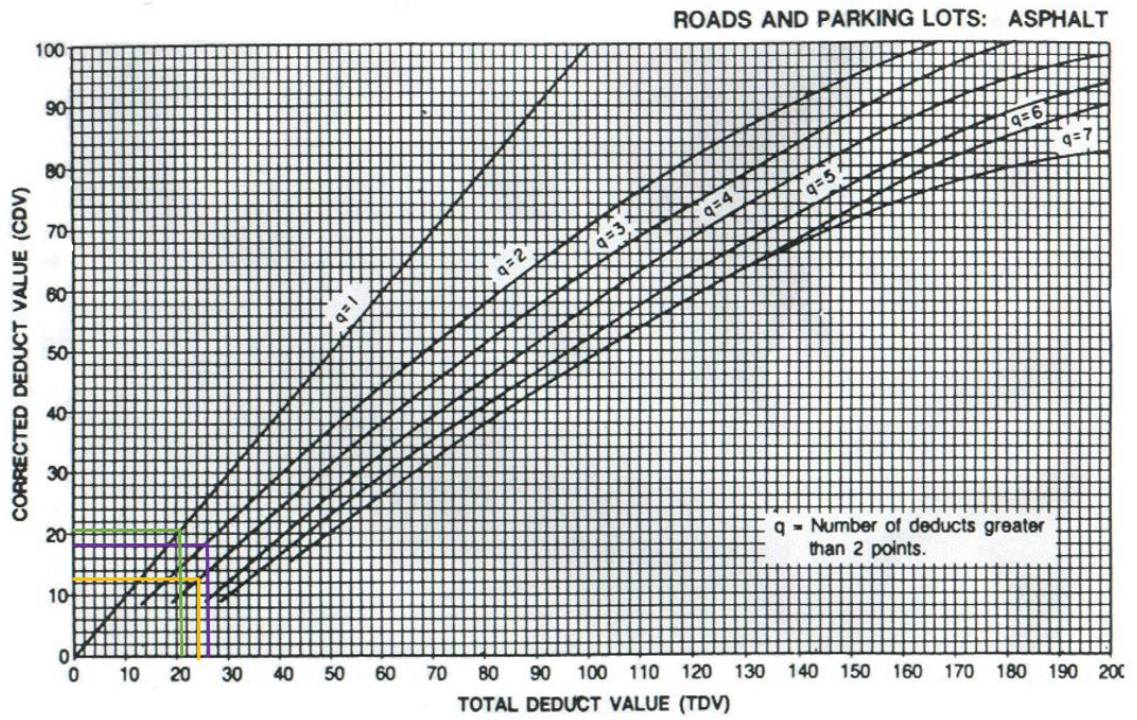
Obtención de valores deducidos corregidos de la unidad de muestreo U-5



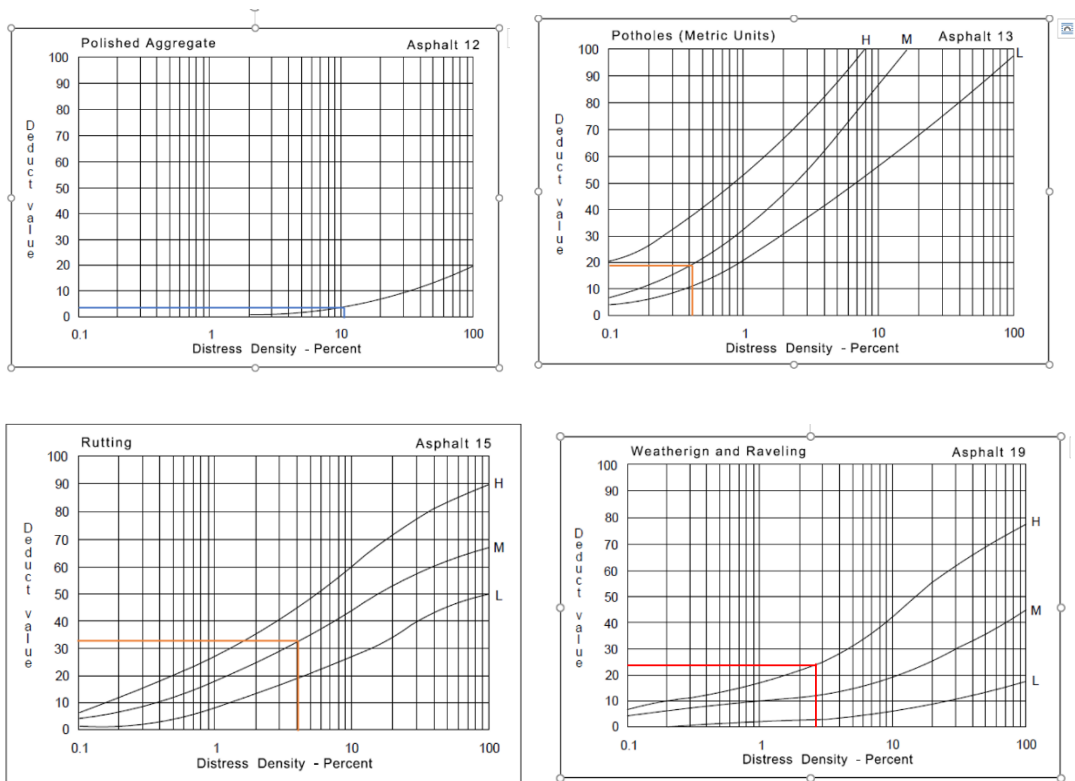
Obtención de valores deducidos de la unidad de muestreo U-6



Obtención de valores deducidos corregidos de la unidad de muestreo U-6

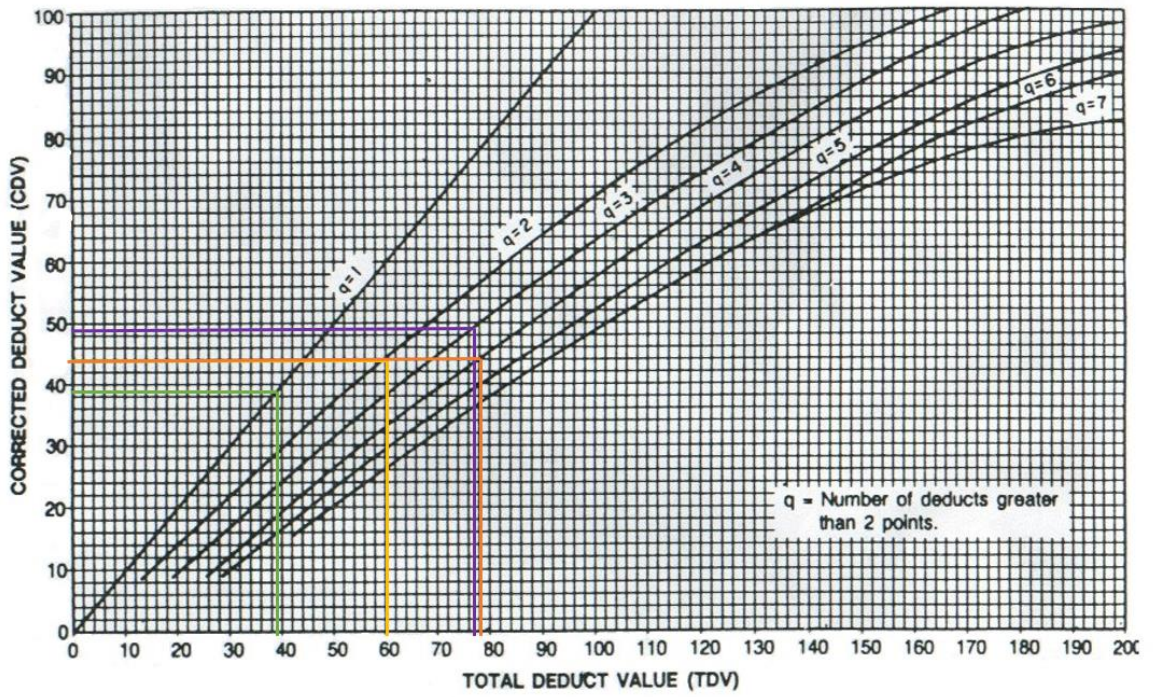


Obtención de valores deducidos de la unidad de muestreo U-7

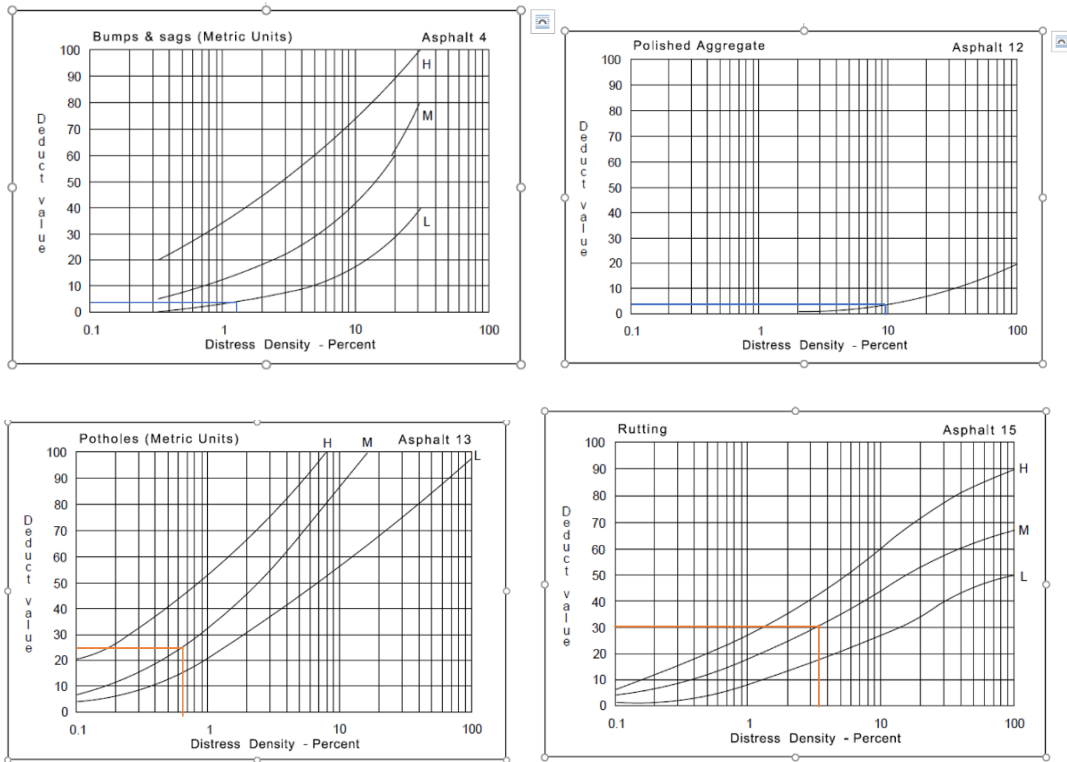


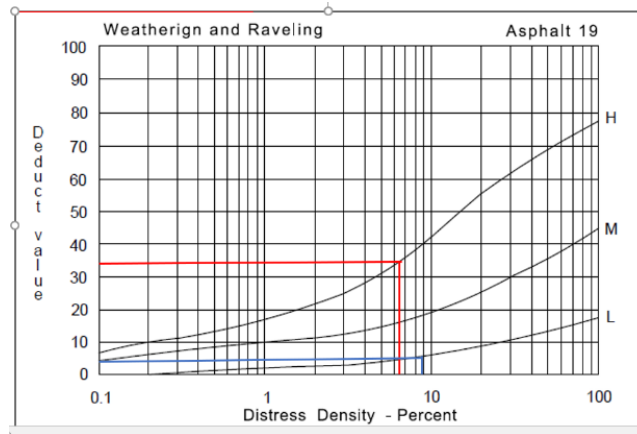
Obtención de valores deducidos corregidos de la unidad de muestreo U-7

ROADS AND PARKING LOTS: ASPHALT

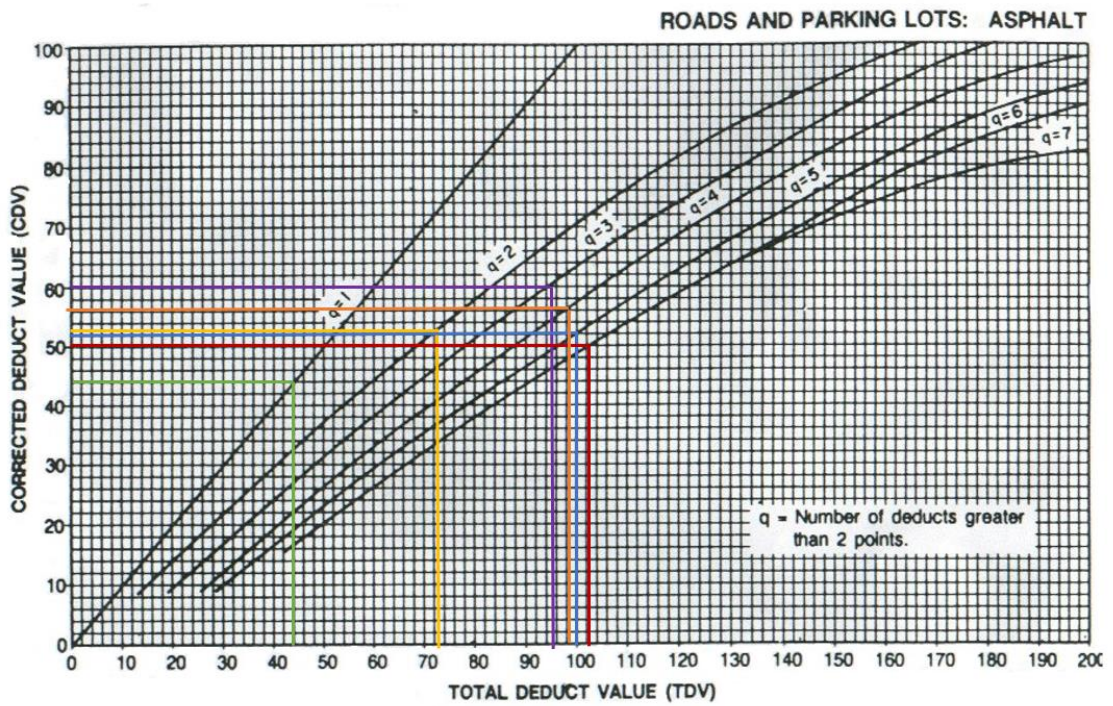


Obtención de valores deducidos de la unidad de muestreo U-8

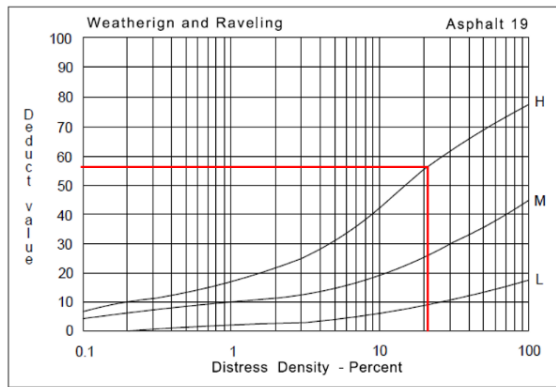
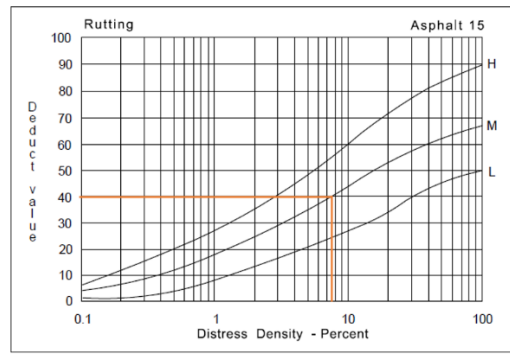
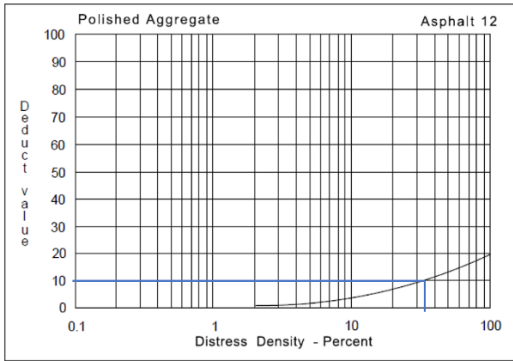




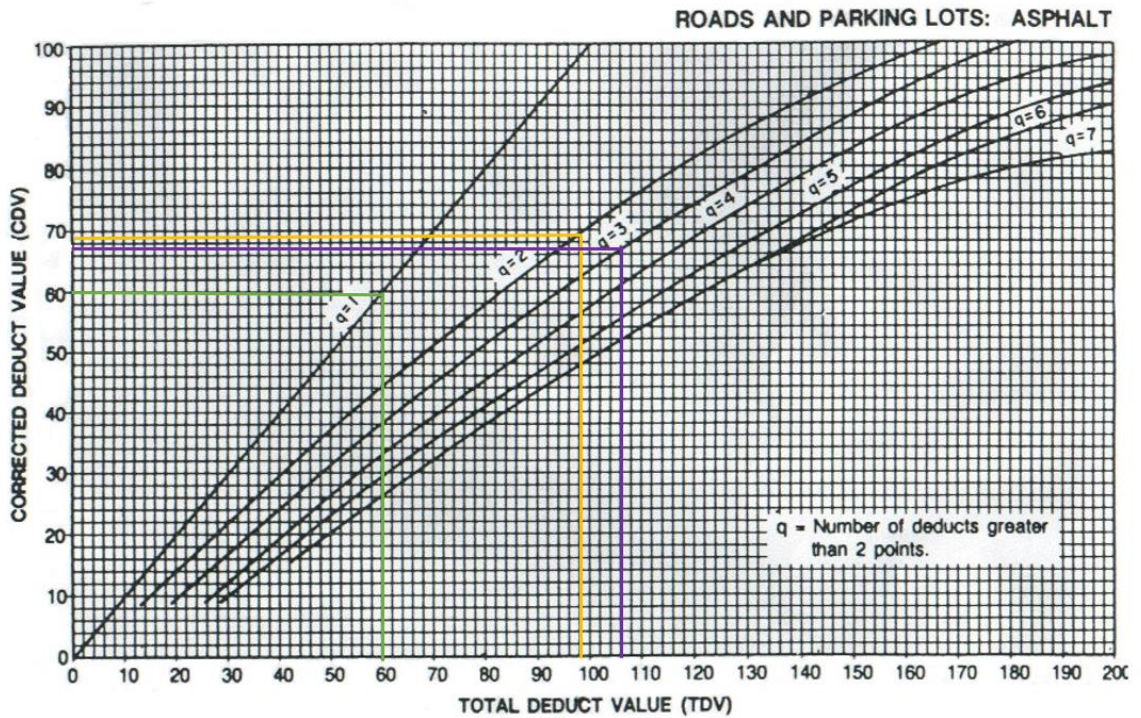
Obtención de valores deducidos corregidos de la unidad de muestreo U-8



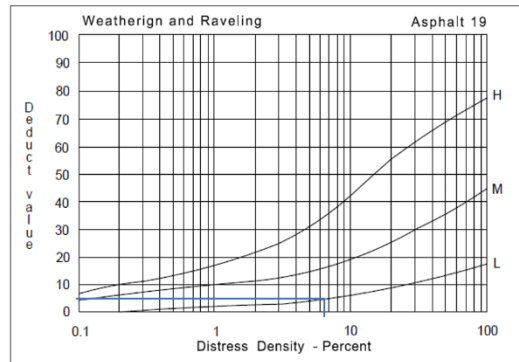
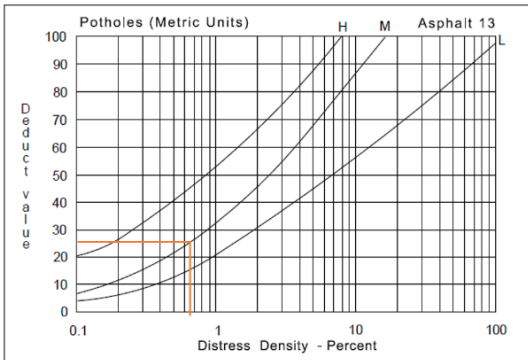
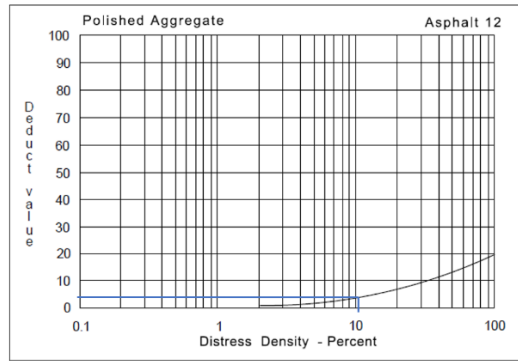
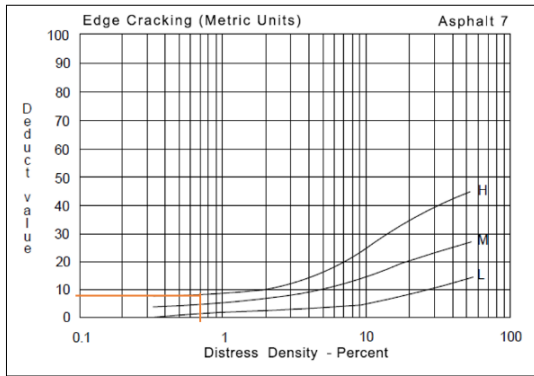
Obtención de valores deducidos de la unidad de muestreo U-9



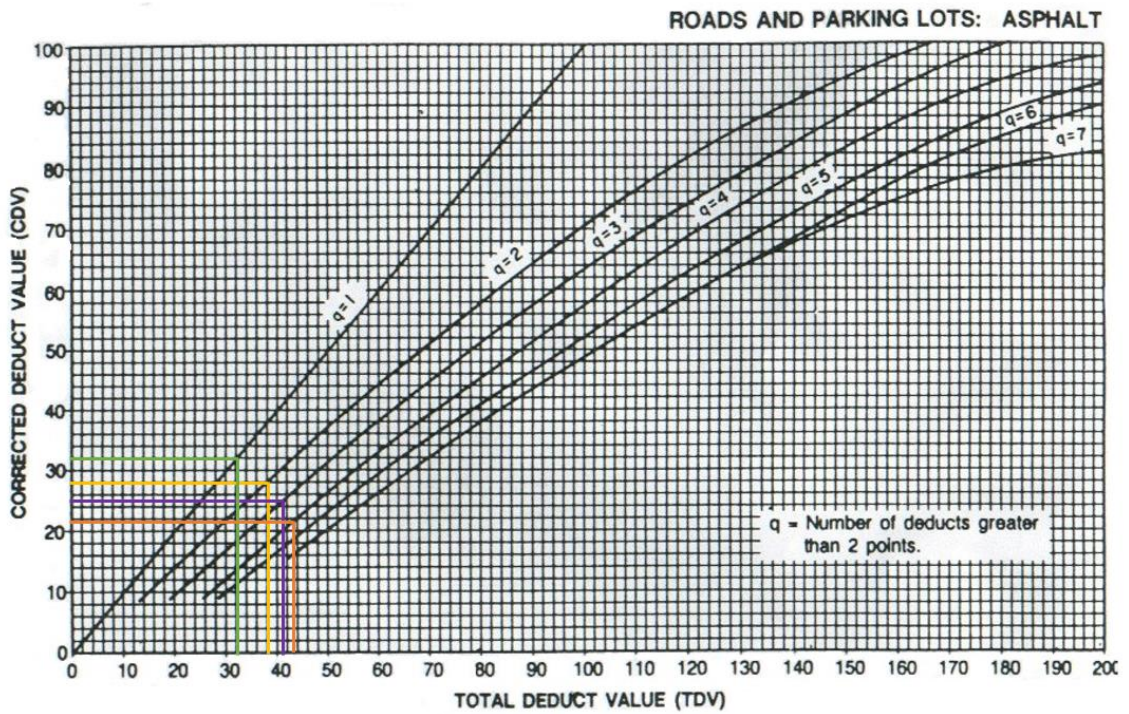
Obtención de valores deducidos corregidos de la unidad de muestreo U-9



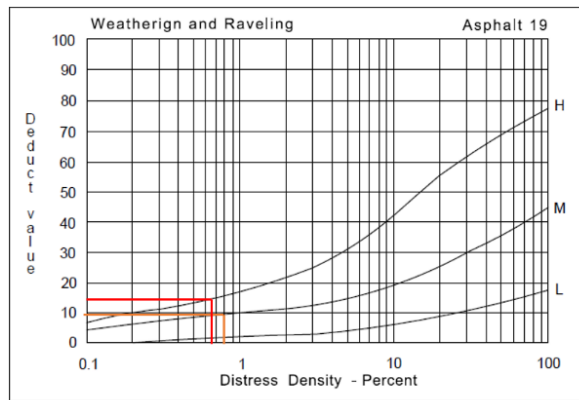
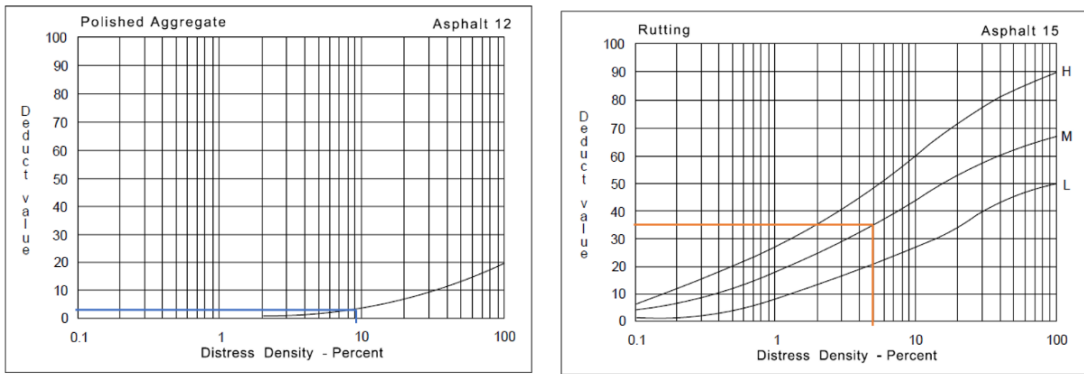
Obtención de valores deducidos de la unidad de muestreo U-10



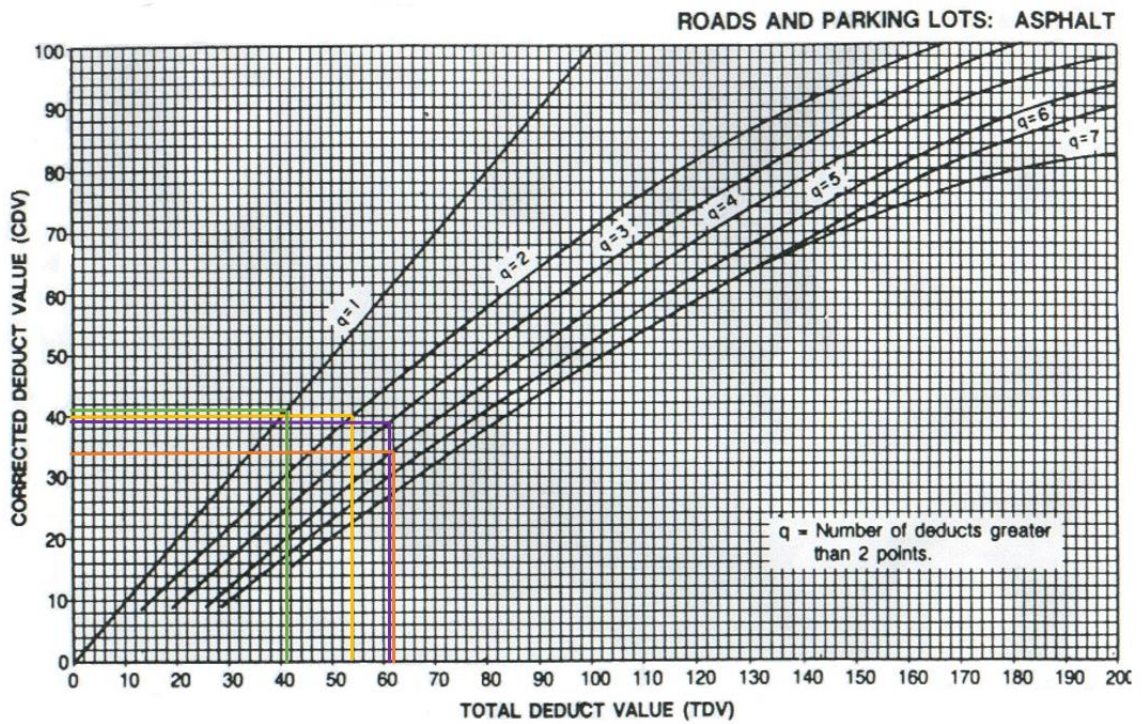
Obtención de valores deducidos corregidos de la unidad de muestreo U-10



Obtención de valores deducidos de la unidad de muestreo U-11

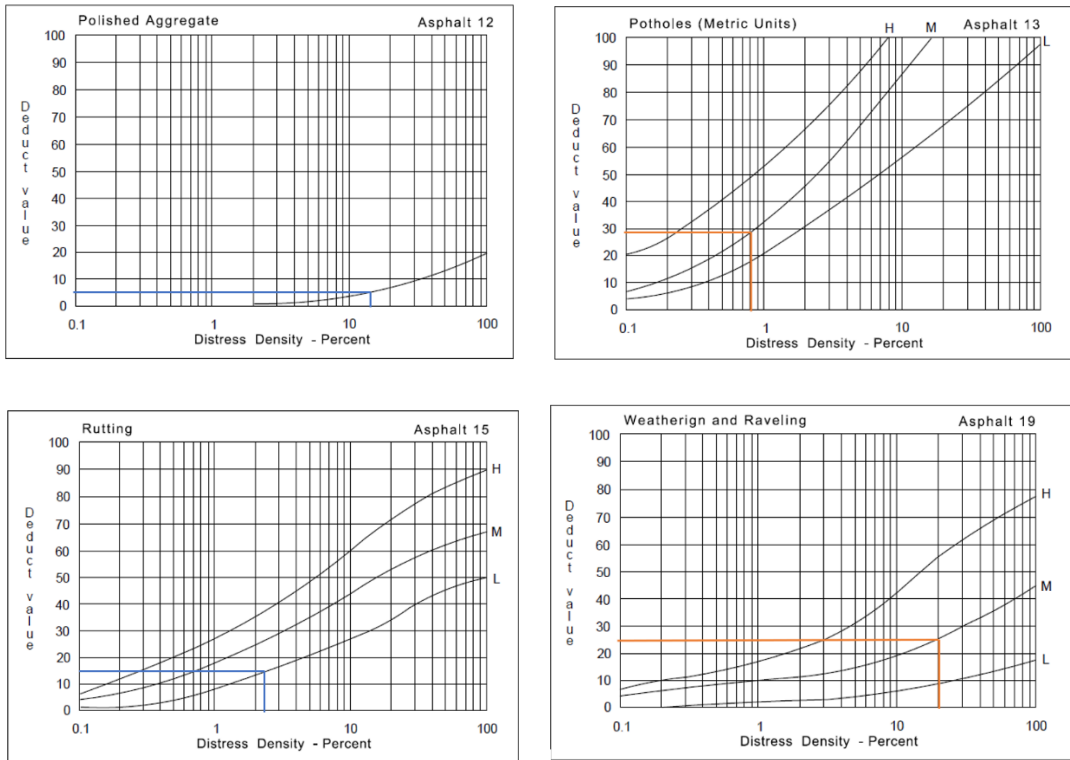


Obtención de valores deducidos corregidos de la unidad de muestreo U-11

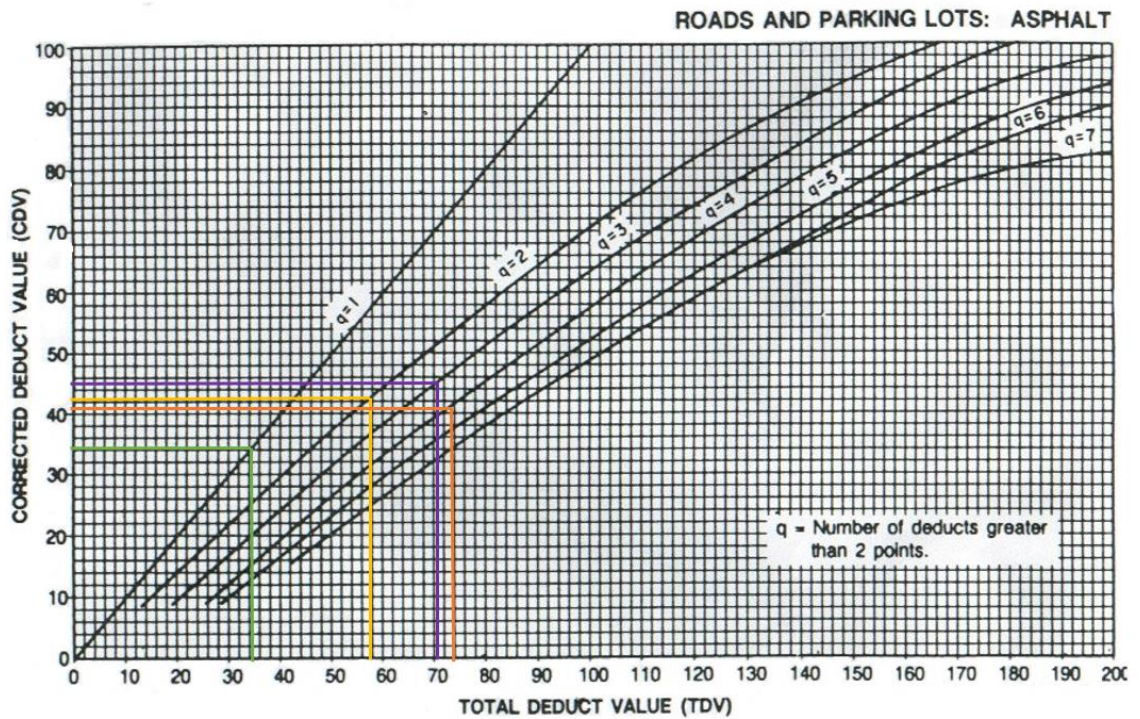




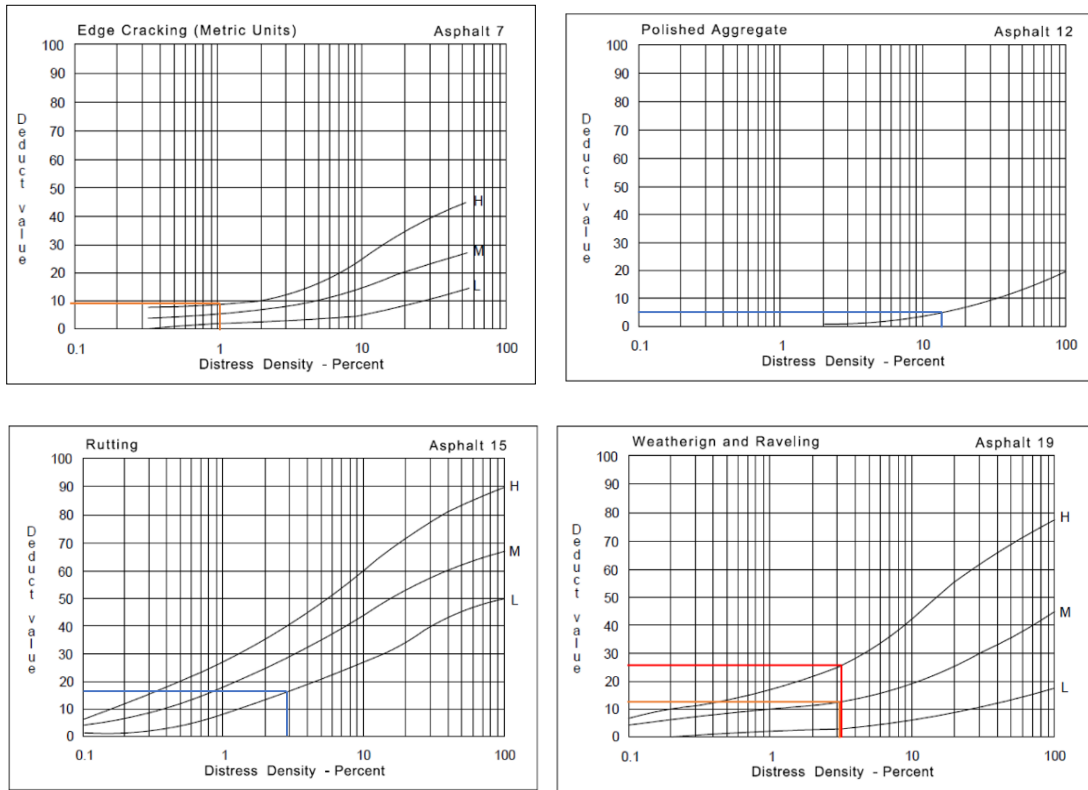
Obtención de valores deducidos de la unidad de muestreo U-12



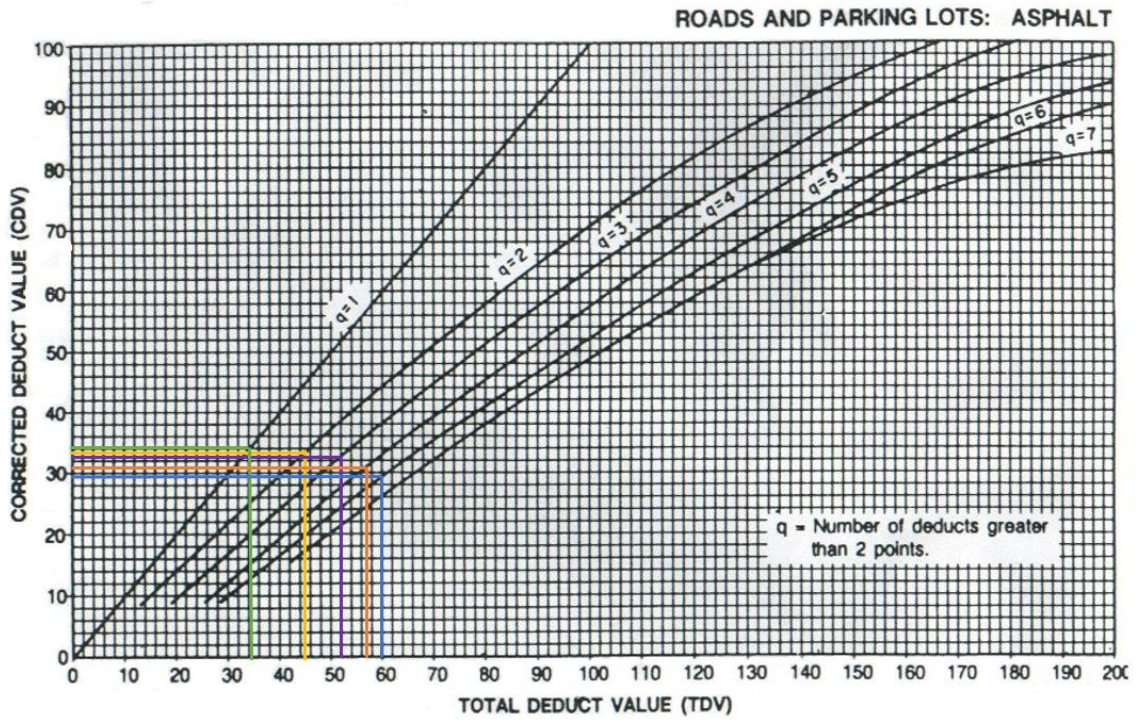
Obtención de valores deducidos corregidos de la unidad de muestreo U-12



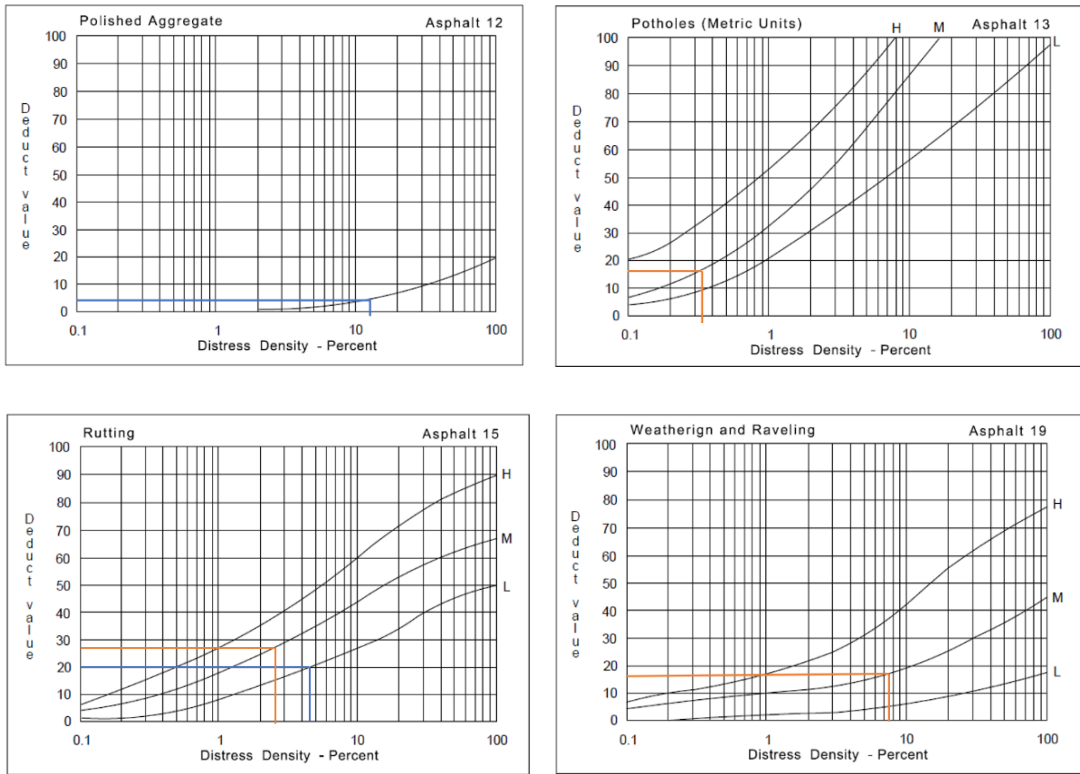
Obtención de valores deducidos de la unidad de muestreo U-13



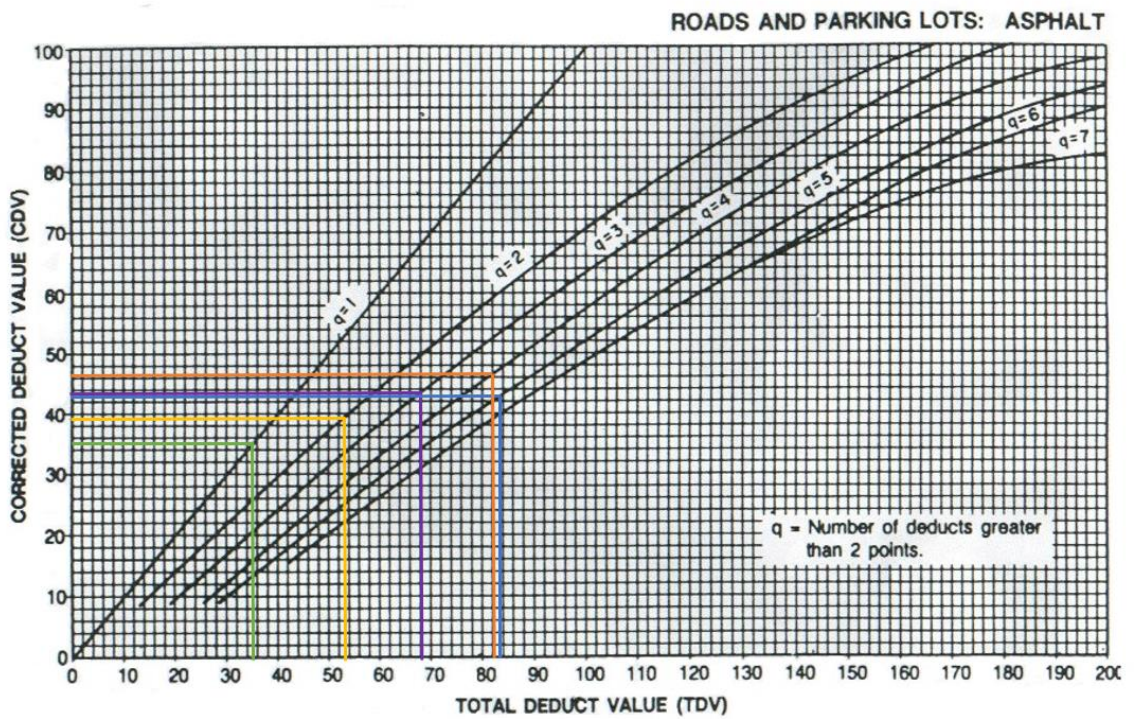
Obtención de valores deducidos corregidos de la unidad de muestreo U-13



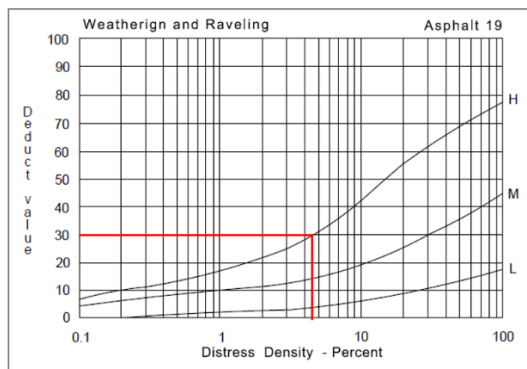
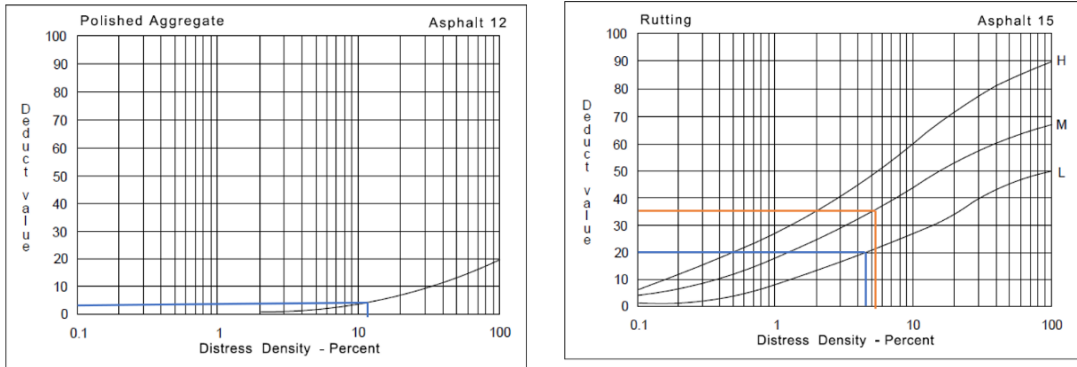
Obtención de valores deducidos de la unidad de muestreo U-14



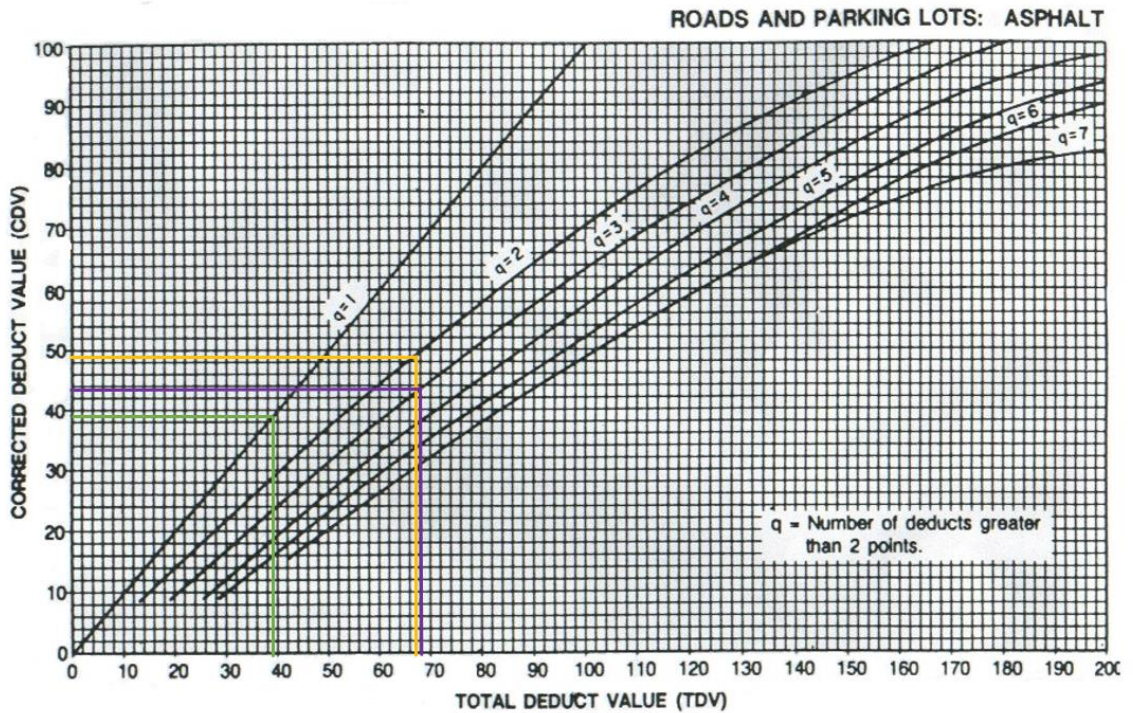
Obtención de valores deducidos corregidos de la unidad de muestreo U-14



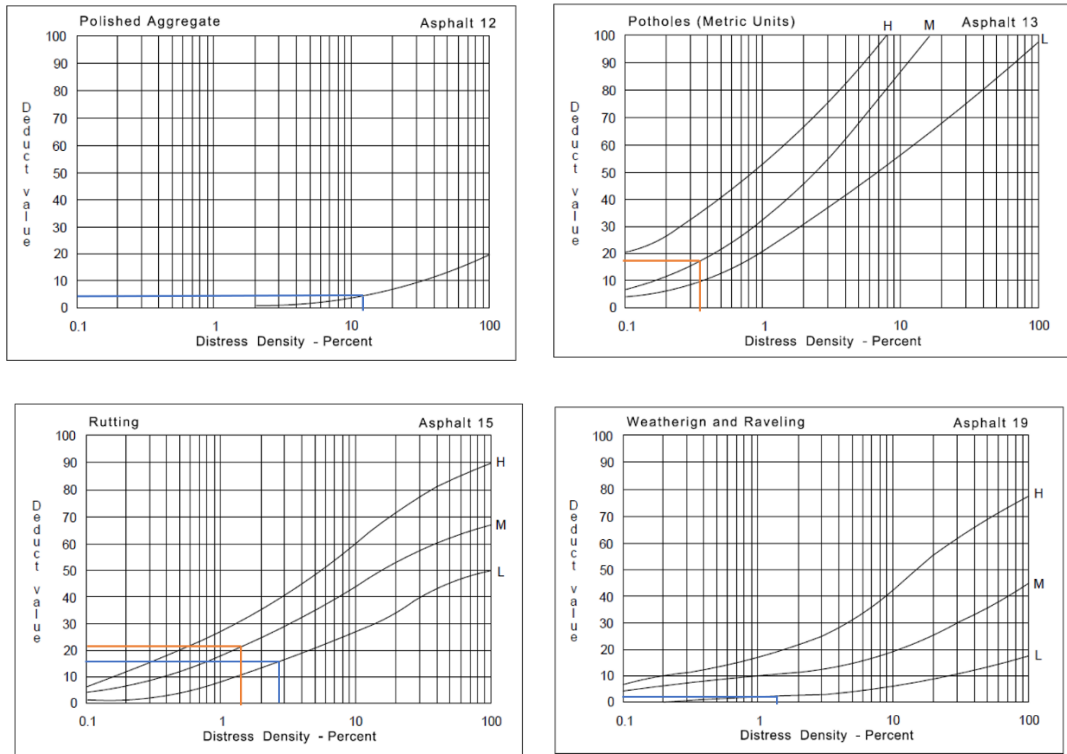
Obtención de valores deducidos de la unidad de muestreo U-15



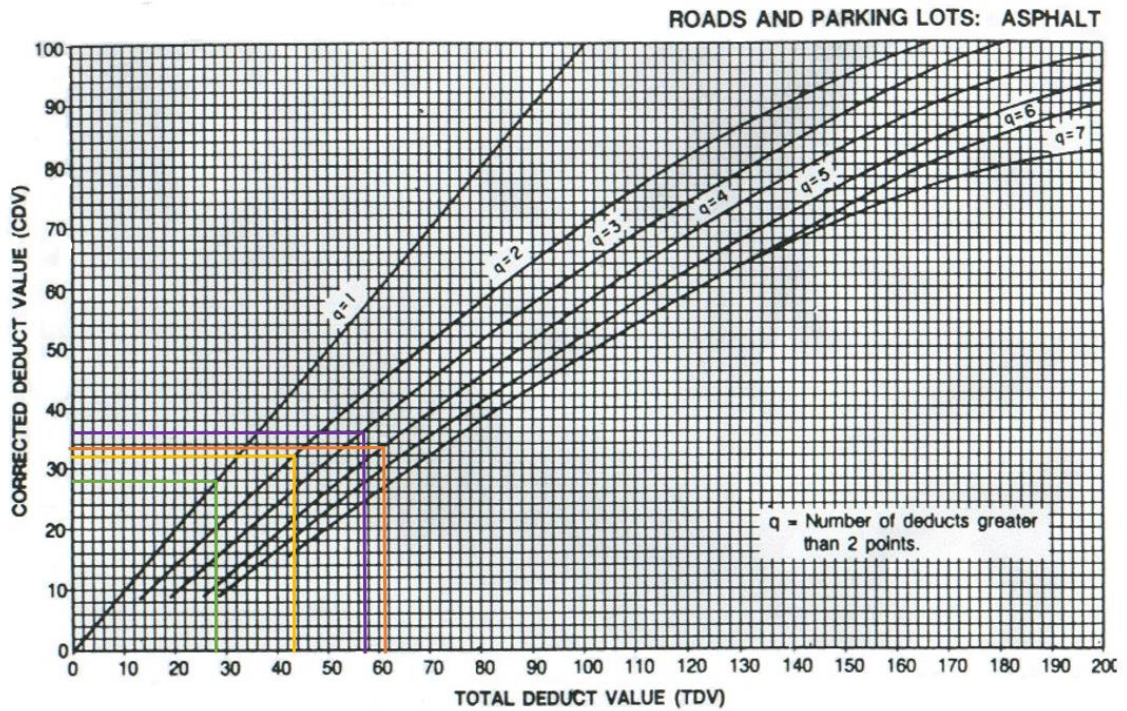
Obtención de valores deducidos corregidos de la unidad de muestreo U-15



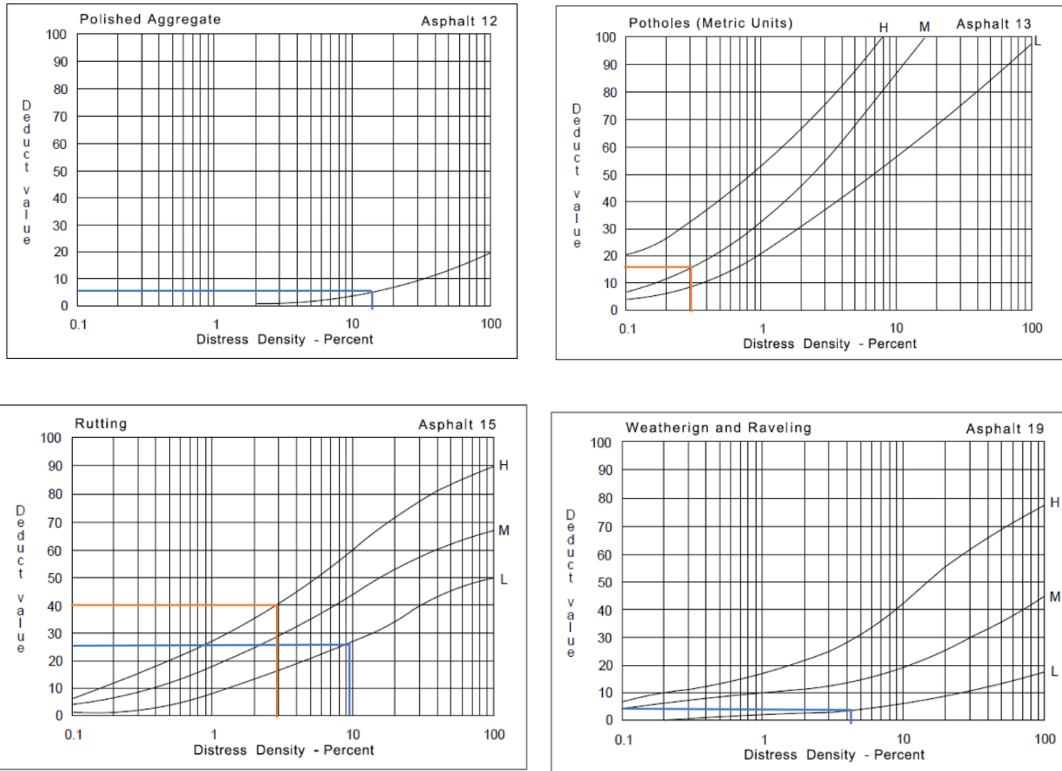
Obtención de valores deducidos de la unidad de muestreo U-16



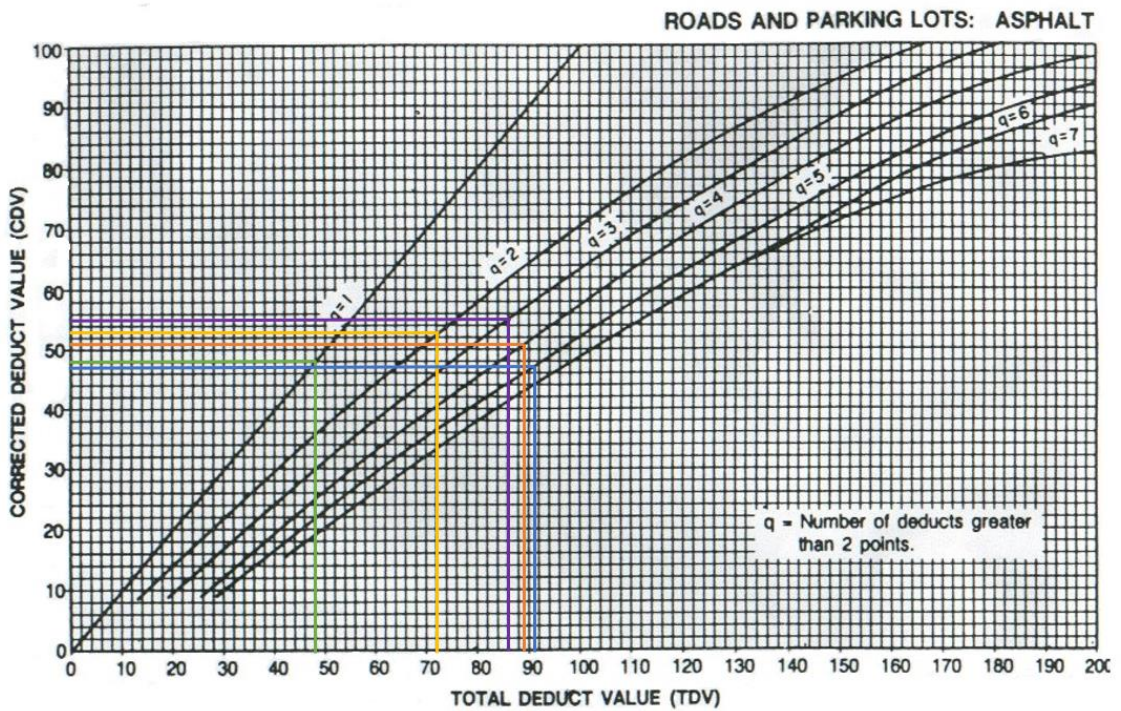
Obtención de valores deducidos corregidos de la unidad de muestreo U-16



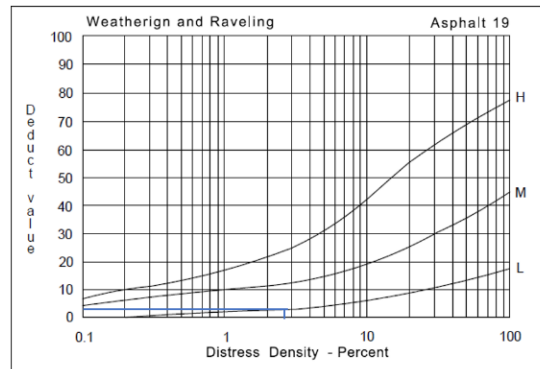
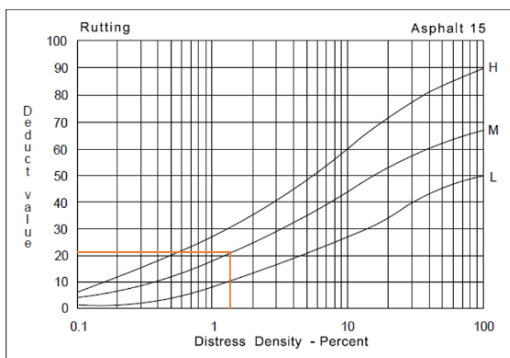
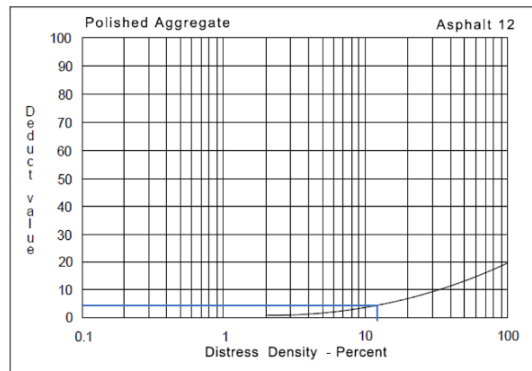
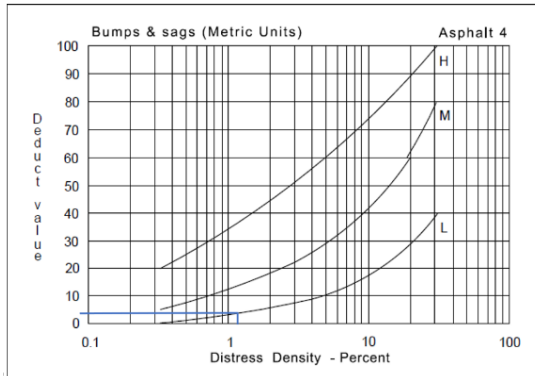
Obtención de valores deducidos de la unidad de muestreo U-17



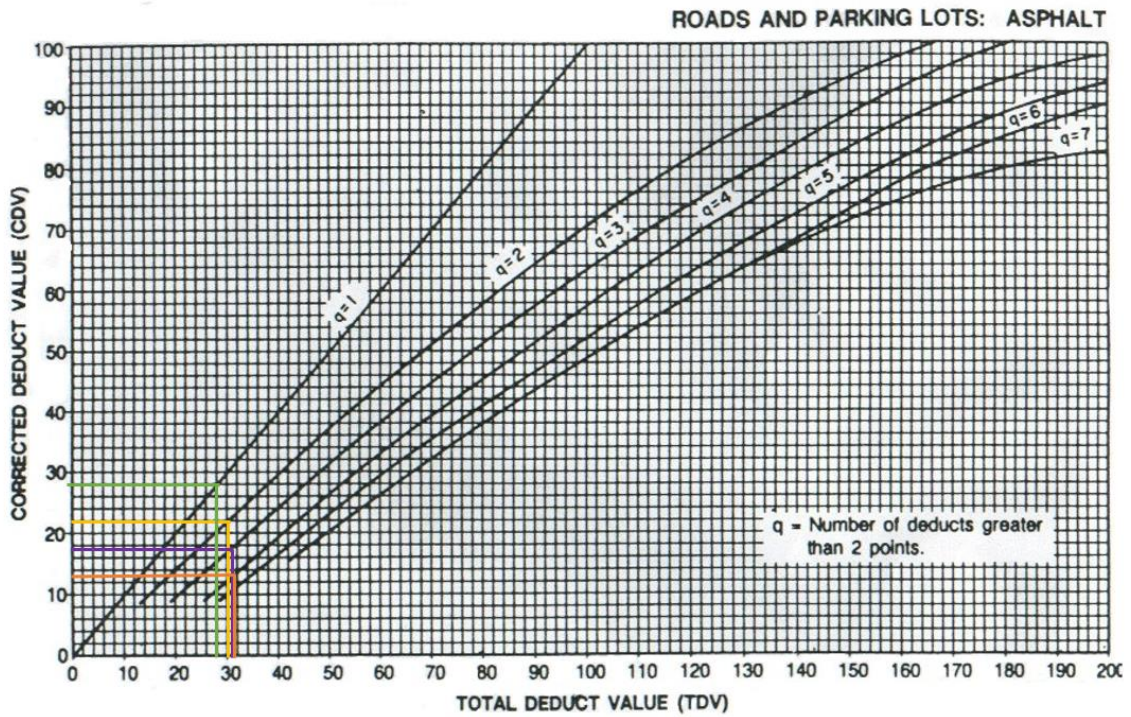
Obtención de valores deducidos corregidos de la unidad de muestreo U-17



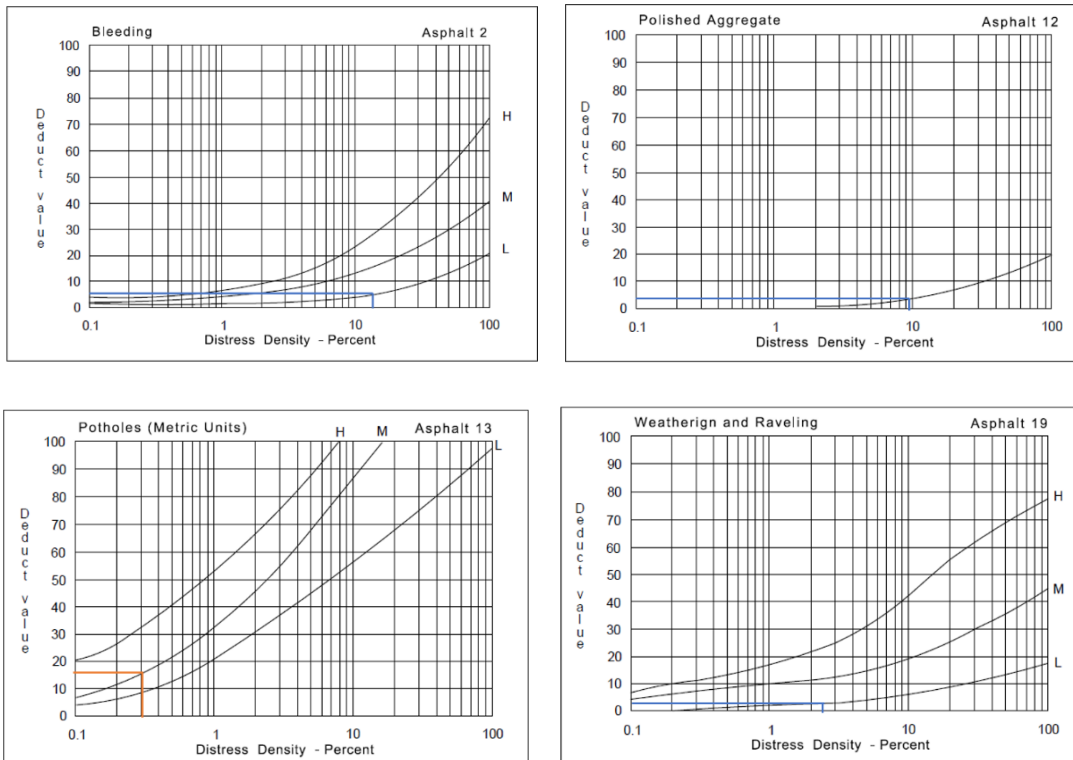
Obtención de valores deducidos de la unidad de muestreo U-18



Obtención de valores deducidos corregidos de la unidad de muestreo U-18



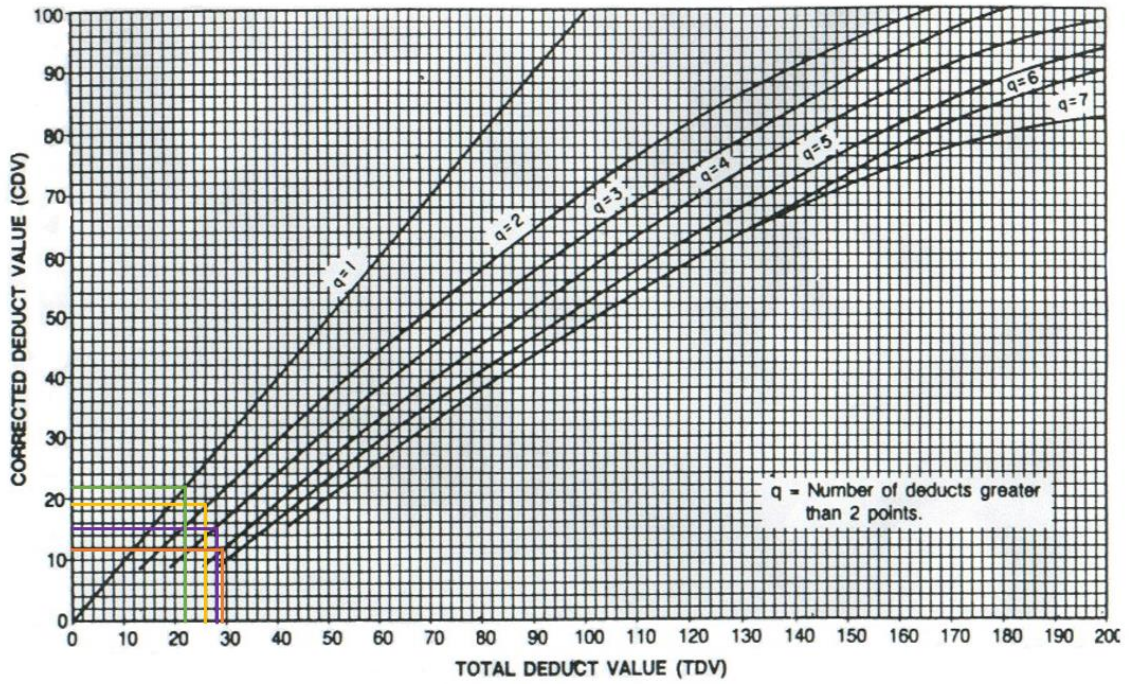
**Obtención de valores deducidos de la unidad de muestreo U-19**



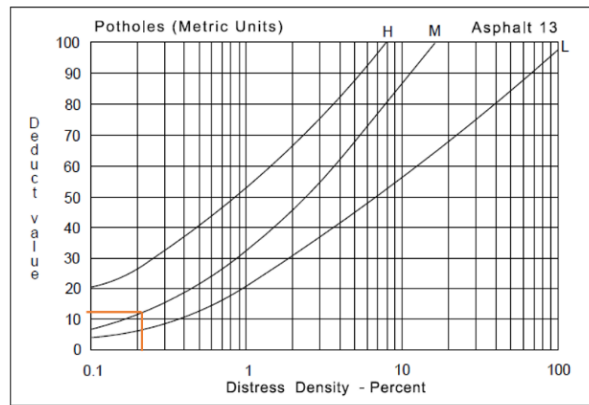
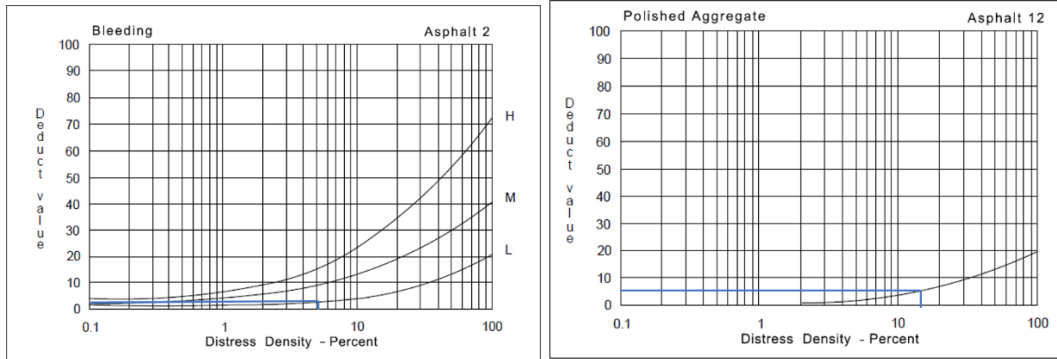
**Obtención de valores deducidos corregidos de la unidad de muestreo U-19**



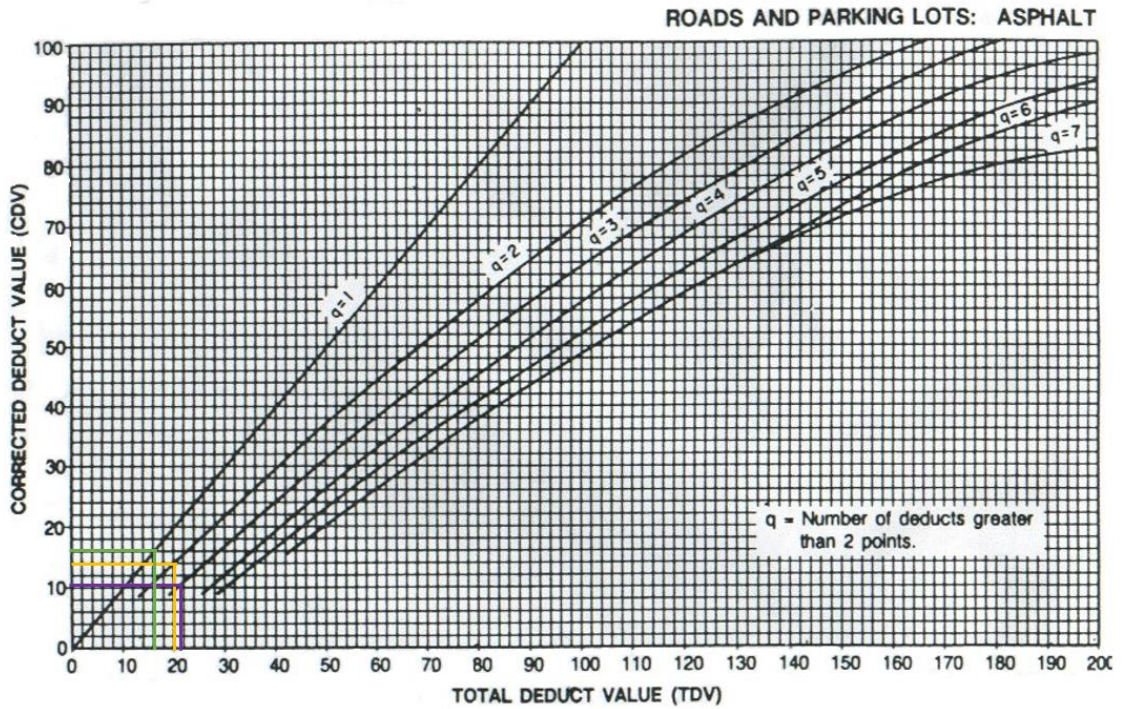
ROADS AND PARKING LOTS: ASPHALT



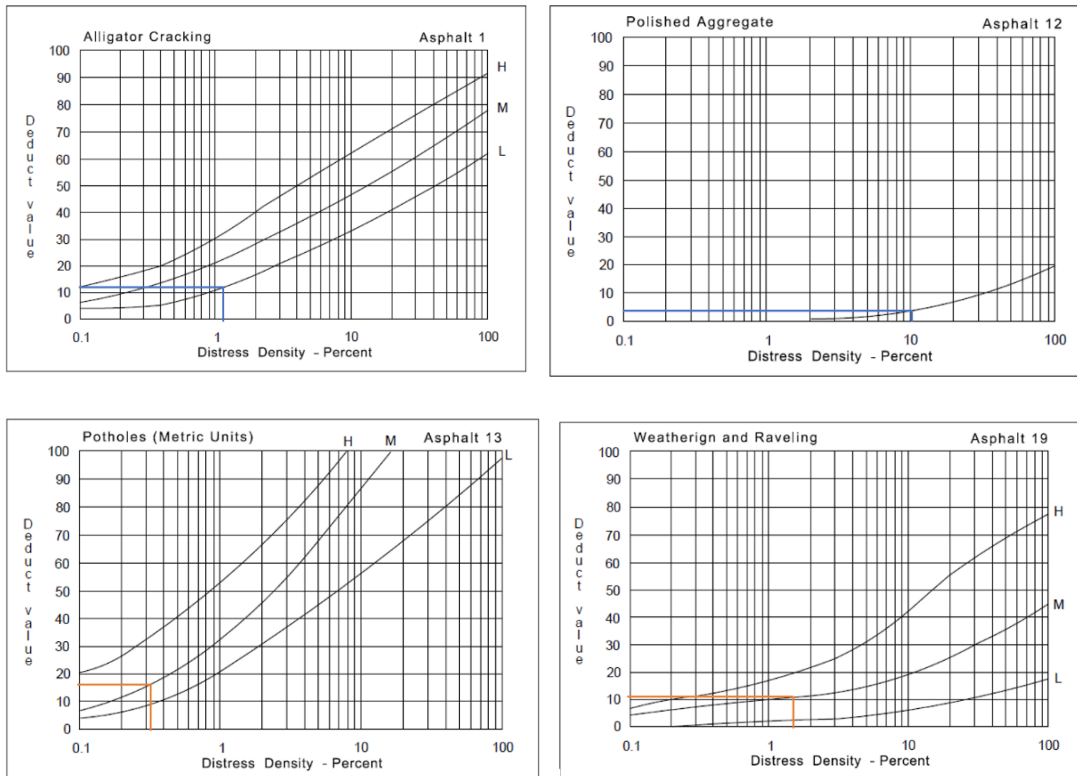
Obtención de valores deducidos de la unidad de muestreo U-20



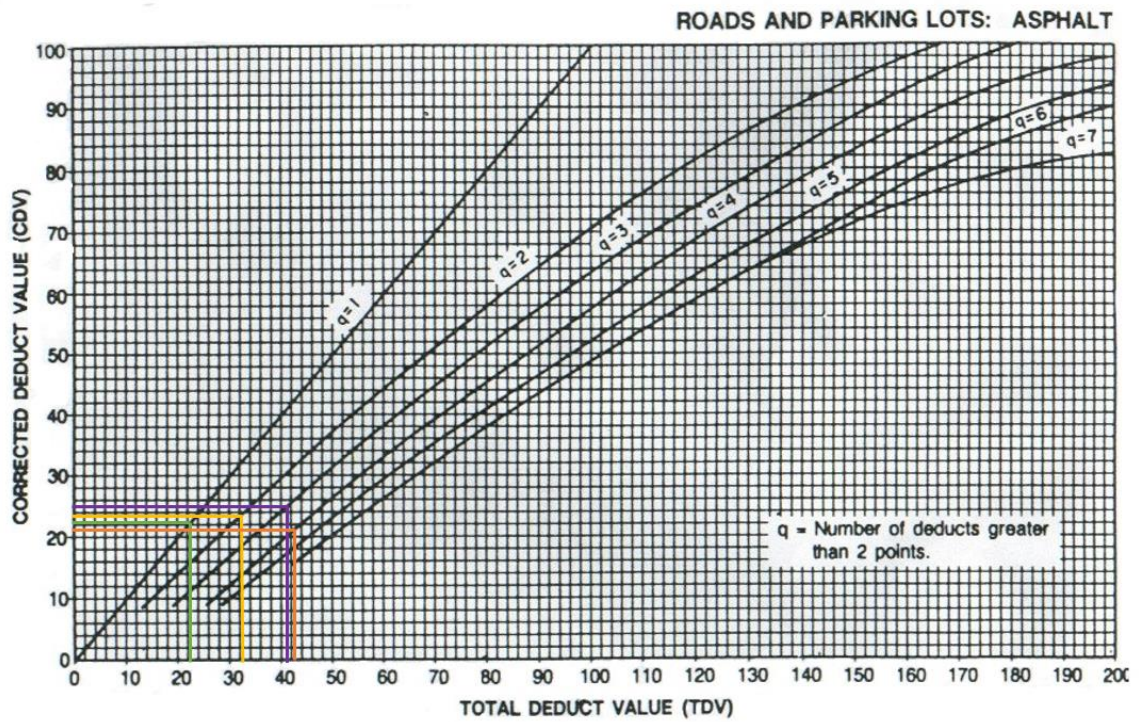
Obtención de valores deducidos corregidos de la unidad de muestreo U-20



Obtención de valores deducidos de la unidad de muestreo U-21



Obtención de valores deducidos corregidos de la unidad de muestreo U-21



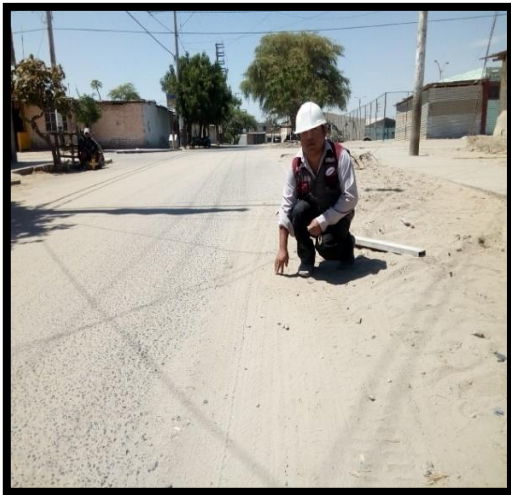
Calle Lima ubicada entre la AV. Don Bosco y Calle Pisco. Donde podemos apreciar el desgaste de la capa asfáltica. Fuente propia.



Se observa la patología de hundimiento, esta se origina por el tránsito de vehículos de carga pesada. Fuente propia



En la imagen se muestra la falla de piel de cocodrilo. Fuente propia



Se observa la patología pulimento de agregados, que es el desgaste de la capa superficial por la pérdida del ligante asfáltico, que es causada por el constante tráfico vehicular. Fuente propia.





Se observa la patología Huecos que se producen cuando pavimento pierde estratos de la superficie del pavimento. Fuente propia.





Podemos apreciar la patología de ahuellamiento causada por depresión que se presenta en el sentido al tráfico bajo a las huellas de los vehículos de carga pesada, originando esta patología por exceso de carga o fatiga. Fuente propia.

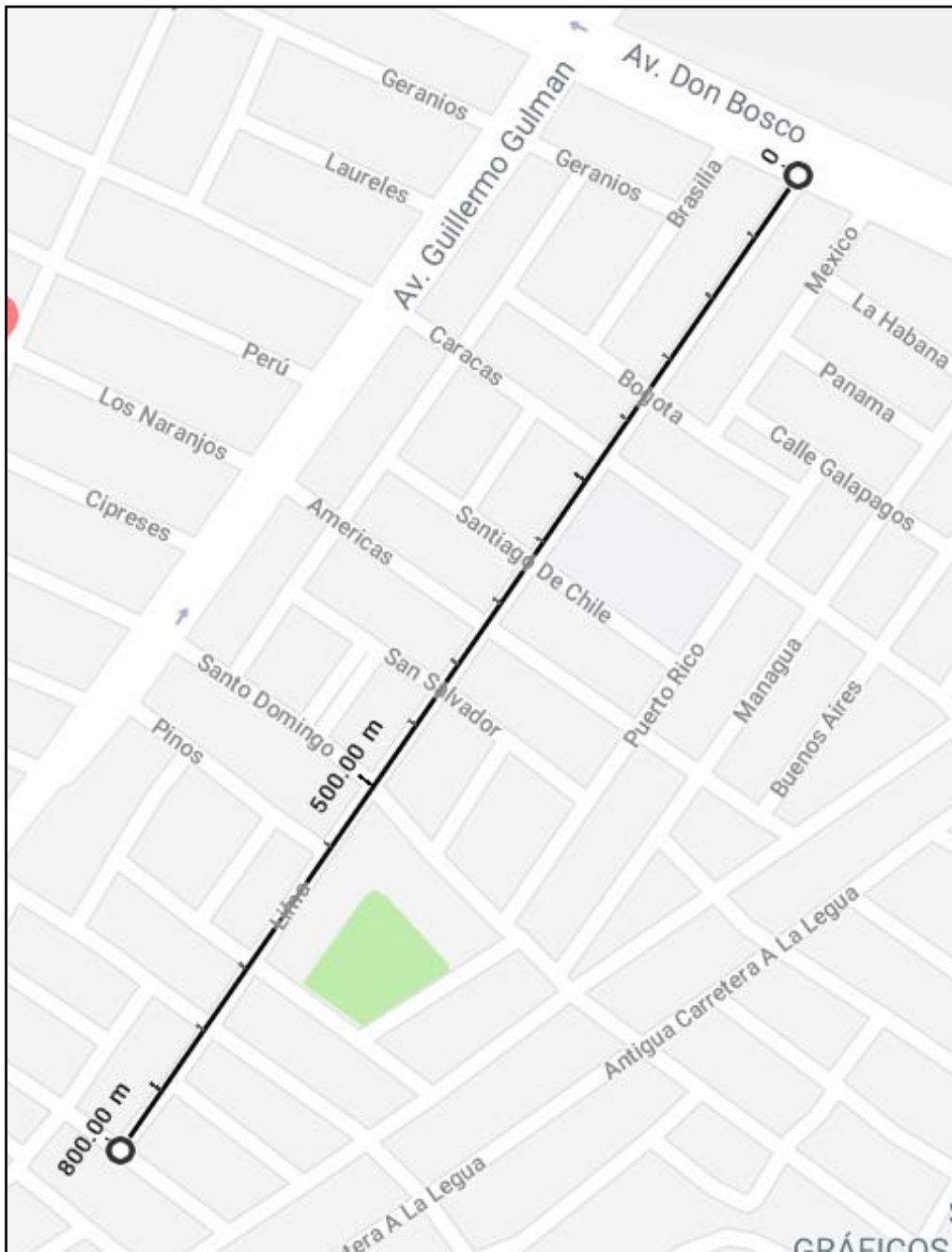




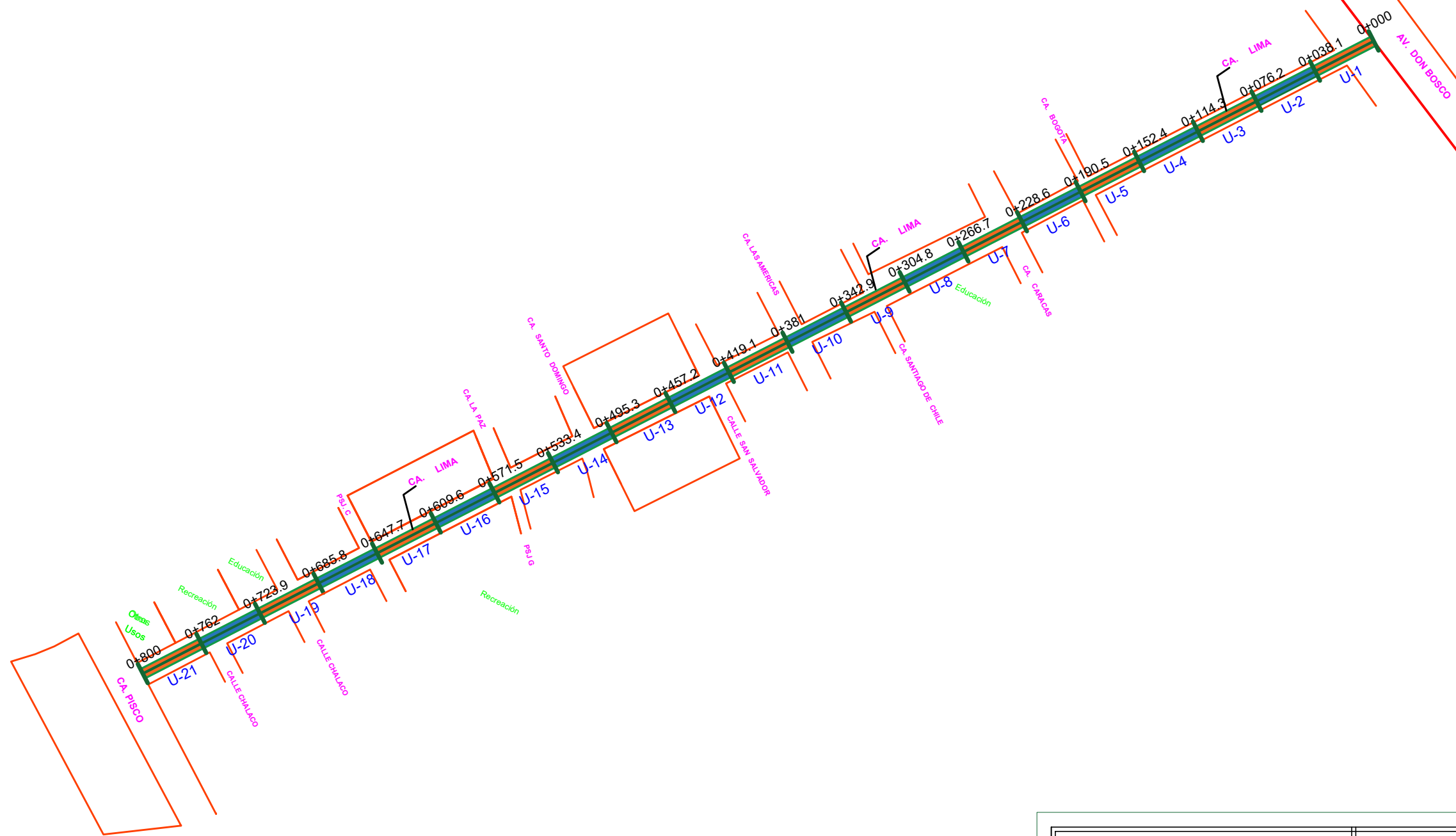
Podemos observar la falla desprendimiento de agregados que es la pérdida del ligante asfáltico y origina partículas sueltas de agregado en la superficie del pavimento. Fuente propia.



**Anexo 02 Plano de ubicación.**



Calle Lima ubicada entre la AV. Don Bosco y la calle Pisco, desde la progresiva km.0+000 al km. 0+800. Fuente propia.



# ULADECH

NOBRE

ZAPATA DIAZ ALEXANDER MIGUEL

UBICACION: DEPARTAMENTO: PIURA  
 PROVINCIA : PIURA  
 DISTRITO : PIURA

PLANO:

PLANO DE UBICACIÓN



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
 CHIMBOTE

ESCALA:

1 : 50

FECHA:

FEBRERO - 2018

