

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO EN CALLE
TARAPACÁ TRAMO OVALO CUZCO HASTA AVENIDA
GUSTAVO PINTO, DISTRITO DE TACNA - 2021”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. JEAN PAUL JESÚS AGUIRRE ALVARADO

Bach. DIEGO ALFREDO CHAMBILLA ADUVIRE

TACNA – PERÚ

2021

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**“EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO EN CALLE
TARAPACÁ TRAMO OVALO CUZCO HASTA AVENIDA
GUSTAVO PINTO, DISTRITO DE TACNA - 2021”**

Tesis sustentada el 10 de Abril del 2021 estando el jurado
calificador integrado por:

PRESIDENTE: Mag. Alfonso Oswaldo Flores Mello

SECRETARIO: Ing. Cesar Armando Urteaga Ortiz

VOCAL: Ing. Cesar Julio Cruz Espinoza

ASESOR: Mtro. Rolando Gonzalo Salazar Calderón Juárez

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo Jean Paul Jesús Aguirre Alvarado, Diego Alfredo Chambilla Aduvire, en calidad de: Bachiller en Ingeniería Civil de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado(a) con DNI 70074851, 47729365

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada: “Evaluación superficial del pavimento en calle Tarapacá tramo Ovalo Cuzco hasta Avenida Gustavo Pinto, distrito de Tacna - 2021” la misma que presento para optar: TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causa en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Lugar y fecha: Tacna 10 de abril del 2021

TACNA- PERU

2021



.....
Jean Paul Jesús
Aguirre Alvarado
70074851



.....
Diego Alfredo
Chambilla Aduvire
47729365

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis a mi madre Nery, quien hizo posible este logro, a través de su apoyo incondicional y paciencia; de igual manera a mis estimadas tías Mercedes y Elvira por apoyarme durante mi vida estudiantil, así también a los docentes por el conocimiento brindado en mi etapa universitaria y por encaminarme para ser un buen profesional.

Jean Paul Jesús Aguirre Alvarado

Ante todo, agradecer a mis padres por darme un buen cimiento para mi carrera profesional, a los docentes que a lo largo de la vida educativa fueron los que me instruyeron hacia el camino de ser ingeniero, a los que ahora son colegas quienes con ejemplos me guiaron para ser un buen profesional, a cada amigo que estuvo ahí dándome fuerzas para seguir adelante.

Diego Alfredo Chambilla Aduvire

AGRADECIMIENTO

El último gran paso en nuestra vida universitaria es obtener el título. Así, todo el fruto de nuestros esfuerzos, cada paso dado en cada materia aprendida, los consejos de los Ingenieros que nos impartieron clases, formaran parte de nuestra base profesional, tanto en campo como en nuestra propia vida personal.

Le agradezco a los Ingenieros y a nuestra amada universidad por darnos la oportunidad de seguir esta maravillosa carrera y que finalmente pudiéramos graduarnos como unos competentes profesionales.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	16
CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.1 Descripción del Problema.....	17
1.2 Formulación del Problema.....	19
1.2.1 Problema General.....	19
1.2.2 Problema Específicos	19
1.3 Justificación e Importancia.....	20
1.4 Objetivos.....	20
1.4.1 Objetivo General	20
1.4.2 Objetivos Específicos.....	20
1.5 Hipótesis	21
1.5.1 Hipótesis General	21
1.5.2 Hipótesis Específicas	21
CAPITULO II MARCO TEÓRICO.....	22
2.1 Antecedentes del Estudio	22
2.1.1 Antecedentes Internacional.....	22
2.1.2 Antecedentes Nacionales	23
2.1.2 Antecedentes Locales.....	24
2.2 Bases Teóricas.....	25
2.2.1 Evaluación Superficial de Pavimentos	25
2.2.2 Pavimento	26
2.2.3 Tipos de Fallas.....	30
2.2.4 Pavement Condition Index (PCI).....	40
2.2.5 Índice de Rugosidad Internacional (IRI).....	46

2.3 Definición de términos	50
CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO	52
3.1 Tipo y Nivel de la Investigación.....	52
3.2 Población y/o Muestra de Estudio.....	52
3.3 Operacionalización de Variables.....	52
3.4 Técnicas e Instrumentos para la recolección de datos	53
3.4.1 Técnicas.....	53
3.4.2 Instrumentos	53
3.5 Procesamiento y análisis de datos.....	53
CAPITULO IV RESULTADOS	54
4.1 Resultados aplicando el método del pci.....	54
4.1.2 Resultados del método pci.....	56
4.1.3 Resumen de resultados utilizando el método pci.....	73
4.2 Resultado aplicando metodo merlin	74
4.2.1 Resultados del método iri.....	74
CAPITULO V DISCUSIÓN.....	102
CONCLUSIONES	108
RECOMENDACIONES.....	109
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	110
Anexo 1. Panel Fotográfico PCI.....	115
Anexo 2. Panel Fotográfico IRI	122
Anexo 3. Principales Causas de Deterioro	126
Anexo 5. Matriz de Consistencia.....	139

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Rangos de calificación del PCI.	41
Tabla 2	Longitudes de unidades de muestreo asfálticas	42
Tabla 3	Intervención de acuerdo al PCI.....	46
Tabla 4	Equipos utilizados para la medición la rugosidad.....	47
Tabla 5	Resumen de los resultados del Índices de Condición de Pavimento	73
Tabla 6	Estado del Pavimento.....	103
Tabla 7	Resumen de resultados del PCI, U-004 – U-064	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Zona de Investigación, Av. Tarapacá L=2.450 Km	17
Figura 2 Zona de Investigación, presencia de Fisuras en el Pavimento	18
Figura 3 Zona de Investigación, presencia de Baches y Desprendimiento de Agregado en el Pavimento	18
Figura 4 Zona de Investigación, presencia de Fisura de Borde en el Pavimento ...	19
Figura 5 Sección típica de los Pavimentos de concreto asfáltico	27
Figura 6 Sección típica de los Pavimentos de concreto hidráulico	28
Figura 7 Tipos de pavimentos mixtos.	28
Figura 8 Distribución de cargas sobre el pavimento	29
Figura 9 Deterioros o fallas de los pavimentos asfálticos.	30
Figura 10 Piel de Cocodrilo con distintos niveles de severidad	31
Figura 11 Exudación con distintos niveles de severidad	31
Figura 12 Agrietamiento en bloque de severidad media.....	32
Figura 13 Abultamientos y hundimientos con distintos niveles de severidad.....	32
Figura 14 Corrugación con distintos niveles de severidad.....	33
Figura 15 Depresión con distintos niveles de severidad.....	33
Figura 16 Grieta de borde con distintos niveles de severidad	34
Figura 17 Grieta de reflexión de severidad con distintos niveles de severidad.....	34
Figura 18 Desnivel carril / berma con distintos niveles de severidad.....	35
Figura 19 Grietas longitudinales y transversales	35
Figura 20 Parcheo y acometidas de servicios con distintos niveles de severidad ..	36
Figura 21 Pulimento de agregados	36
Figura 22 Huevo con distintos niveles de severidad.....	37
Figura 23 Cruce de vía férrea con distintos niveles de severidad.....	37
Figura 24 Ahuellamiento con distintos niveles de severidad	38
Figura 25 Desplazamiento con distintos niveles de severidad.....	38
Figura 26 Grieta parabólica (slippage) con distintos niveles de severidad.....	39
Figura 27 Hinchamiento Nivel de severidad media	39
Figura 28 Meteorización / desprendimiento de agregados	40
Figura 29 Formato para la inspección de pavimentos	41
Figura 30 Medición de las desviaciones de la superficie del pavimento respecto de la cuerda promedio.	47
Figura 31 Histograma de la distribución de frecuencias de una Muestra de 200 desviaciones medidas en forma consecutiva.	48
Figura 32 Esquema del Rugosímetro de MERLIN.....	49

Figura 33 Corte del Esquema del Rugosímetro de MERLIN	50
Figura 34 Operacionalización de Variables	52
Figura 35 Longitud recomendada de la unidad de muestra.....	54
Figura 36 Unidades de muestreo	56
Figura 37 Hoja de registro - Unidad de Muestra 004	57
Figura 38 Calculo del PCI - Unidad de Muestra 004	58
Figura 39 Hoja de registro - Unidad de Muestra 008	58
Figura 40 Calculo del PCI - Unidad de Muestra 008	59
Figura 41 Hoja de registro - Unidad de Muestra 012.....	59
Figura 42 Calculo del PCI - Unidad de Muestra 012	60
Figura 43 Hoja de registro - Unidad de Muestra 016.....	60
Figura 44 Calculo del PCI - Unidad de Muestra 016.....	61
Figura 45 Hoja de registro - Unidad de Muestra 020.....	61
Figura 46 Calculo del PCI - Unidad de Muestra 020.....	62
Figura 47 Hoja de registro - Unidad de Muestra 024.....	62
Figura 48 Calculo del PCI - Unidad de Muestra 024	63
Figura 49 Hoja de registro - Unidad de Muestra 028.....	63
Figura 50 Calculo del PCI - Unidad de Muestra 028	64
Figura 51 Hoja de registro - Unidad de Muestra 032.....	64
Figura 52 Calculo del PCI - Unidad de Muestra 032	65
Figura 53 Hoja de registro - Unidad de Muestra 036.....	65
Figura 54 Calculo del PCI - Unidad de Muestra 036.....	66
Figura 55 Hoja de registro - Unidad de Muestra 040.....	66
Figura 56 Calculo del PCI - Unidad de Muestra 040.....	67
Figura 57 Hoja de registro - Unidad de Muestra 044	67
Figura 58 Calculo del PCI - Unidad de Muestra 044.....	68
Figura 59 Hoja de registro - Unidad de Muestra 048.....	68
Figura 60 Calculo del PCI - Unidad de Muestra 048.....	69
Figura 61 Hoja de registro - Unidad de Muestra 052.....	69
Figura 62 Calculo del PCI - Unidad de Muestra 052.....	70
Figura 63 Hoja de registro - Unidad de Muestra 056.....	70
Figura 64 Calculo del PCI - Unidad de Muestra 056.....	71
Figura 65 Hoja de registro - Unidad de Muestra 060.....	71
Figura 66 Calculo del PCI - Unidad de Muestra 060.....	72
Figura 67 Hoja de registro - Unidad de Muestra 064.....	72
Figura 68 Calculo del PCI - Unidad de Muestra 064.....	72

Figura 69	Datos de campo para la medición de la rugosidad, carril derecho – 01	74
Figura 70	Distribución de frecuencias Carril Derecho - 01	74
Figura 71	Resultado del IRI – Carril derecho – 01	75
Figura 72	Datos de campo para la medición de la rugosidad, carril derecho - 02	76
Figura 73	Distribución de frecuencias Carril Derecho - 02	76
Figura 74	Resultado del IRI – Carril derecho – 02	77
Figura 75	Datos de campo para la medición de la rugosidad, carril derecho - 03	78
Figura 76	Distribución de frecuencias Carril Derecho - 03	78
Figura 77	Resultado del IRI – Carril derecho – 03	79
Figura 78	Datos de campo para la medición de la rugosidad, carril derecho - 04	80
Figura 79	Distribución de frecuencias Carril Derecho - 04	80
Figura 80	Resultado del IRI – Carril derecho – 04	81
Figura 81	Datos de campo para la medición de la rugosidad, carril derecho – 05	82
Figura 82	Distribución de frecuencias Carril Derecho - 05	82
Figura 83	Resultado del IRI – Carril derecho – 05	83
Figura 84	Datos de campo para la medición de la rugosidad, carril derecho - 06	84
Figura 85	Distribución de frecuencias Carril Derecho - 06	84
Figura 86	Resultado del IRI – Carril derecho – 06	85
Figura 87	Datos de campo para la medición de la rugosidad, carril derecho - 07	86
Figura 88	Distribución de frecuencias Carril Derecho - 07	86
Figura 89	Resultado del IRI – Carril derecho – 07	87
Figura 90	Datos de campo para la medición de la rugosidad, carril izquierdo - 01	88
Figura 91	Distribución de frecuencias Carril Izquierdo - 01	88
Figura 92	Resultado del IRI – Carril Izquierdo – 01	89
Figura 93	Datos de campo para la medición de la rugosidad, carril izquierdo - 02	90
Figura 94	Distribución de frecuencias Carril Izquierdo - 02	90
Figura 95	Resultado del IRI – Carril Izquierdo – 02	91
Figura 96	Datos de campo para la medición de la rugosidad, carril izquierdo - 03	92
Figura 97	Distribución de frecuencias Carril Izquierdo - 03	92
Figura 98	Resultado del IRI – Carril Izquierdo – 03	93
Figura 99	Datos de campo para la medición de la rugosidad, carril izquierdo - 04	94
Figura 100	Distribución de frecuencias Carril Izquierdo - 04	94
Figura 101	Resultado del IRI – Carril Izquierdo – 04	95
Figura 102	Datos de campo para la medición de la rugosidad, carril izquierdo - 05	96
Figura 103	Distribución de frecuencias Carril Izquierdo - 05	96

Figura 104 Resultado del IRI – Carril Izquierdo – 05	97
Figura 105 Datos de campo para la medición de la rugosidad, carril izquierdo - 06	98
Figura 106 Distribución de frecuencias Carril Izquierdo - 06	98
Figura 107 Resultado del IRI – Carril Izquierdo – 06	99
Figura 108 Datos de campo para la medición de la rugosidad, carril izquierdo - 07	100
Figura 109 Distribución de frecuencias Carril Izquierdo - 07	100
Figura 110 Resultado del IRI – Carril Izquierdo – 07	101
Figura 111 Representación línea del PCI por progresivas	105
Figura 112 <i>Representación del PCI en porcentaje</i>	105
Figura 113 Resumen de fallas encontradas en los tramos de estudio.....	106

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se ha determinado la evaluación superficial del pavimento analizando las fallas y la rugosidad en el pavimento flexible para determinar el estado de deterioro en la calle Tarapacá, tramo Ovalo Cuzco – av. Gustavo Pinto, distrito de Tacna, provincia de Tacna, la cual consta de una longitud aproximada de 2450 metros y un ancho de calzada de 6,00 metros.

Como objetivo de la investigación es realizar la evaluación superficial del Pavimento Flexible para determinar el estado de deterioro, en Calle Tarapacá Tramo Ovalo Cuzco hasta Avenida Gustavo Pinto, apoyándonos de la metodología PCI e IRI.

Como resultado de usar la metodología PCI se obtuvo un índice de condición de las 16 unidades de muestreo igual a 45,60, por tal motivo se le considera REGULAR, por otro lado, mediante el uso del rugosímetro de MERLIN se calculó la rugosidad del carril izquierdo igual a 6,37 m/km, y el carril derecho igual a 7,04 m/km, obteniendo el IRI promedio de la vía estudiada igual a 6,70 m/km, considerando un estado de pavimento "MALO".

Concluimos que los resultados obtenidos con respecto a la evaluación superficial mediante el PCI nos dan un estado "REGULAR" y al Rugosímetro de MERLIN nos da un estado "MALO".

Palabras Claves: Ahuellamiento, bache, fallas de pavimento, PCI, sección de pavimento, IRI, rugosímetro de Merlín.

ABSTRACT

In this thesis, the surface evaluation of the pavement has been determined by analyzing the flaws and roughness in the flexible pavement to determine the state of deterioration in calle Tarapacá, section Ovalo Cuzco - av. Gustavo Pinto, district of Tacna, province of Tacna, which consists of an approximate length of 2450 meters and a road width of 6,00 meters.

The objective of the research is to carry out the superficial evaluation of the Flexible Pavement to determine the state of deterioration, in Calle Tarapacá, Section Ovalo Cuzco to Avenida Gustavo Pinto, using the PCI and IRI methodology.

As a result of using the PCI methodology, a condition index of the 16 sampling units was obtained, a PCI equal to 45,60, for this reason it is considered REGULAR, on the other hand, by using the MERLIN roughness meter, the roughness of the Left lane equal to 6,37 m / km, and the right lane equal to 7,04 m / km, obtaining the average IRI of the studied road equal to 6,70 m / km, considering a state of BAD pavement.

We conclude that the results obtained with respect to the superficial evaluation by means of the PCI give us a "REGULAR" state and the MERLIN Roughness Meter gives us a "BAD" state.

Keywords: Rutting, pothole, pavement failures, PCI, pavement section, IRI, roughness.

INTRODUCCIÓN

Los pavimentos ya sean rígidos o flexibles tienen su periodo de vida útil, a lo largo de este se presentarán fallas las cuales, en gran medida por muchos factores como un mal diseño, la alta frecuencia de tránsito vehicular, mal mantenimiento y cargas de vehículos que sobrepasan lo permitido por el diseño. Un buen diseño y ejecución de la vía aprueba un apropiado uso del funcionamiento del pavimento durante el tiempo de vida para el cual fue diseñado. Sin embargo, existen una serie de motivos por las cuales no logra llegar a efectuar con el tiempo de vida del pavimento, de entre las cuales las más destacadas son: diseño defectuoso, fallas en la construcción, deficiencia en el mantenimiento del pavimento, volumen mayor de tránsito, etc. Todo esto acumulándose a lo largo de un periodo de tiempo ocasiona que el pavimento falle y se muestren distintas fallas visibles lo cual indica el estado de la vía. A tal razón, es necesario aplicar metodologías de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos; para lo cual debemos de decidir debidamente la aplicación de estas metodologías.

Un método de evaluación del pavimento es el “Método PCI” (Índice de condición de pavimento); el cual nos permite por medio de inspecciones visuales y juicio de expertos la determinación del estado en que se encuentra una vía según la cantidad, tipo y severidad de las fallas que se puedan encontrar en la vía. Asimismo, otro método para determinar el estado del pavimento es la rugosidad usando el Método del Rugosímetro de Merlín. La presente tesis tiene por objetivo la aplicación del índice de condición del pavimento y el índice de rugosidad en la calle Tarapacá, tramo Ovalo Cuzco – av. Gustavo Pinto, distrito de Tacna y determinar en qué condiciones se encuentra la vía evaluada.

Figura 2

Zona de Investigación, presencia de Fisuras en el Pavimento



Nota: Elaboración Propia

Figura 3

Zona de Investigación, presencia de Baches y Desprendimiento de Agregado en el Paviment



Nota: Elaboración Propia

Figura 4

Zona de Investigación, presencia de Fisura de Borde en el Pavimento



Nota: Elaboración Propia

1.2 Formulación del Problema**1.2.1 Problema General**

¿De qué manera se puede realizar la evaluación superficial del pavimento en calle Tarapacá tramo Ovalo Cuzco hasta avenida Gustavo Pinto, distrito de Tacna?

1.2.2 Problema Específicos

- ¿De qué manera se puede evaluar superficialmente el pavimento en calle Tarapacá tramo Ovalo Cuzco hasta avenida Gustavo Pinto, distrito de Tacna, mediante el uso de un método de inspección visual?

- ¿De qué manera se puede identificar las fallas superficiales del pavimento en calle Tarapacá tramo Ovalo Cuzco hasta avenida Gustavo Pinto, distrito de Tacna?
- ¿Cómo se determina la rugosidad en calle Tarapacá tramo Ovalo Cuzco hasta avenida Gustavo Pinto, distrito de Tacna utilizando el equipo MERLIN?

1.3 Justificación e Importancia

Las infraestructuras viales en la ciudad de Tacna son parte esencial que permite la conexión con el resto de los distritos. Para la presente tesis se optará la calle Tarapacá tramo Ovalo Cuzco hasta avenida Gustavo Pinto, distrito de Tacna, vía rápida con alta demanda de vehículos livianos.

La investigación propuesta quiere dar a conocer el estado superficial y estructural del pavimento en calle Tarapacá, correspondiente al tramo Ovalo Cuzco hasta Avenida Gustavo Pinto, distrito de Tacna. Para el estudio superficial del pavimento se empleará la metodología PCI e IRI, con la que se determinará la condición superficial en que se encuentra el pavimento, mediante un reconocimiento in situ se podrá recolectar información para luego cuantificar y calificar el estado de deterioro del pavimento flexible.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Realizar la evaluación superficial del pavimento para determinar el estado de deterioro, en la calle Tarapacá tramo Ovalo Cuzco hasta avenida Gustavo Pinto, distrito de Tacna.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el deterioro del pavimento en calle Tarapacá tramo Ovalo Cuzco hasta avenida Gustavo Pinto, distrito de Tacna, mediante el uso de un método de inspección visual.

- Identificar las fallas del pavimento en calle Tarapacá tramo Ovalo Cuzco hasta avenida Gustavo Pinto, distrito de Tacna.
- Determinar la rugosidad del pavimento en calle Tarapacá tramo Ovalo Cuzco hasta avenida Gustavo Pinto, distrito de Tacna, utilizando el equipo MERLIN.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis General

La evaluación superficial del pavimento con la aplicación de la metodología PCI e IRI se determina que es desfavorable en la calle Tarapacá tramo Ovalo Cuzco hasta avenida Gustavo pinto, distrito de Tacna.

1.5.2 Hipótesis Específicas

- La evaluación superficial del pavimento en la calle Tarapacá tramo Ovalo Cuzco hasta avenida Gustavo Pinto, distrito de Tacna, mediante el uso de un método de inspección visual, es desfavorable.
- Las fallas superficiales del pavimento en la calle Tarapacá tramo Ovalo Cuzco hasta avenida Gustavo Pinto, distrito de Tacna, son variadas.
- La rugosidad en calle Tarapacá tramo Ovalo Cuzco hasta avenida Gustavo Pinto, distrito de Tacna, utilizando el equipo MERLIN, es desfavorable.

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del Estudio

2.1.1 Antecedentes Internacional

Choque (2019) presento la tesis llamada “Estudio comparativo del método PCI y el manual de conservación vial MTC en la evaluación superficial de pavimento flexible, Tramo Emp.Pe-3s - Atuncolla, 2017”, la cual compara las metodologías del PCI y el Manual de carreteras – Conservación vial o Mantenimiento 2014 en la estructura del pavimento flexible en el tramo de la vía antes mencionada, se centra en definir el método más adecuado para la evaluación de vías con pavimento flexible, se brinda información según los parámetros y criterios de las metodologías empleadas PCI (Americano) y el Manual de carreteras – Conservación vial o Mantenimiento 2014 (Perú), donde a través de la comparación de estas metodologías se determinó el estado de la carpeta asfáltica del tramo de vía estudiada, obteniendo que el método del PCI es más fiable que el manual del MTC (Choque, 2019).

La tesis “Evaluación por el método del PCI y rediseño del pavimento flexible por el método AASHTO 93 de la vía comprendida desde el km. 26 hasta el desvío hacia Milagro y Duran, ubicado en la prov. Del Guayas” y tiene como objetivo aplicar el método PCI, para determinar la condición superficial en la cual se encuentra el pavimento flexible de dicha vía, al realizar la evaluación por el método PCI el cual indica el nivel de severidad por tipo de falla que existe en el tramo de estudio, el cual indico un PCI= 47.9% caracterizado como Regular. Por último, dentro de las recomendaciones, solo se mencionaron algunas técnicas de reparación para las fallas encontradas (Uguña & Vivanco, 2019).

Romero (2017) en su investigación “Cualificación cuantitativa de las patologías en el pavimento flexible para la vía Siberia – Tenjo de la Sabana de Bogotá”, El trabajo de investigación se centra en la caracterización de los tipos de investigaciones presentes en la zona y la incidencia de las mismas en la funcionalidad de la vía y la seguridad del usuario, teniendo en cuenta la asociación de las investigaciones

encontradas con los aspectos ambientales, geológicos y de usos del suelo. Por último, se hacen recomendaciones generales de prevención (Romero, 2017).

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Campos (2019) desarrollo la tesis “Evaluación Del Pavimento FLEXIBLE Por el Método del PCI, Calle Dorado Cuadra 1- 10 Del Distrito José Leonardo Ortiz – Chiclayo”. El cual tiene como objetivo principal Evaluar el estado de conservación del pavimento flexible mediante el método PCI, con la finalidad de conocer el estado del pavimento flexible existente. La problemática social de esta investigación se realizó por el interés de determinar por qué se encuentra deteriorado este pavimento, luego se procede a calcular el PCI haciendo uso de las diferentes curvas por las que se rigen estas fallas según este método, se concluyó que el pavimento flexible de la calle Dorado – José Leonardo Ortiz, a la cual se evaluó mediante la metodología del Índice de Condición del Pavimento(PCI), tiene un calificativo PCI = 24.5, y de acuerdo con lo que estima este método, se concluye que el estado de pavimento es malo (Campos, 2019).

García y Rivas (2019) presentaron la tesis llamada “Evaluación superficial del pavimento flexible mediante el método del PCI en la carretera industrial Conache, provincia de Trujillo, La Libertad 2019”, El presente trabajo de investigación tiene como objetivo aplicar el método PCI para determinar el Índice de Condición de Pavimento en la Carretera Industrial Conache. Tres mil metros lineales de pista han sido estudiados a detalle para identificar las fallas existentes y cuantificar el estado de la vía. Se concluye que LA CARRETERA INDUSTRIAL CONACHE tiene un pavimento de estado malo, con un PCI ponderado igual a 34.53. Finalmente, se han recomendado algunas técnicas de reparación, de acuerdo a las fallas detectadas, para restituir la carretera a su estado original (García & Rivas, 2019).

La presente investigación “Evaluación superficial aplicando metodología PCI del pavimento flexible de la carretera Bagua-Alenya, provincia Bagua, Amazonas - 2018” plasma como objetivo general “evaluar el estado superficial del pavimento flexible utilizando metodología. La metodología del índice de condición del pavimento (PCI) presenta una solución más complementada para la estimación y capacidad de servicio del pavimento siendo una salida que da solución y proporciona un indicador

de probidad estructural que muestra el pavimento y su estado que opera la superficie. Luego de concretar la evaluación del pavimento en estudio mediante el método PCI se podrá identificar su estado situacional y por lo tanto el tipo de mediación que se debe plantear para reparar o subsanarla anomalías que presente la estructura (Campos, 2018).

2.1.2 Antecedentes Locales

La tesis “Evaluación de la condición funcional mediante el método del PCI y su estado de rugosidad de la avenida Jorge Basadre Norte (L=3.89km), Tacna 2017” tiene como objetivo evaluar la condición funcional mediante el método del PCI y su estado de rugosidad (merlín) de la Avenida Jorge Basadre Grohmann. Concluyendo que para la calzada Oeste – Este se obtuvo un PCI de 40.19 con clasificación de regular y en la calzada Este – Oeste se obtuvo un PCI de 40.78 con clasificación de regular. Usando el procedimiento del IRI para la calzada Oeste – Este se obtuvo un IRI de 4.15 con clasificación de regular, en la calzada Este – Oeste IRI fue de 4.08 con clasificación regular. (Banegas & Riega, 2019)

Apaza (2019) en su investigación “Evaluación de las incidencias de las patologías en la superficie y estructura del pavimento en la av. Jorge Basadre Grohmann tramo Calle 22 – av. Pinto – Tacna, 2018”, tiene como objetivo de la investigación es evaluar la condición superficial y estructural del pavimento flexible, mediante el método VIZIR se determinó la condición superficial en que se encuentra el pavimento, además se comparó los resultados con la metodología de “Índice de condición del pavimento PCI”, donde se identificó una serie de patologías superficiales y de origen estructural de severidad alta que afecta la transitabilidad y confort en la avenida mencionada (Apaza, 2019).

En la presente tesis denomina “Evaluación del Deterioro Superficial de la Carpeta Asfáltica de la Avenida Soldado Estanislao Condor entre la Avenida N.º 8 y la Avenida los Molles, del Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, 2018”, se determina la condición del pavimento, para ellos se utilizó el método del Índice de Condición del Pavimento y el cálculo de la rugosidad mediante el rugosímetro de Merlín. Adicionalmente se realizó el cálculo de la rugosidad del pavimento empleando del método del Rugosímetro de Merlín, el cual es un equipo

muy conocido y utilizado en nuestro país que se caracteriza por ser uno de los más precisos y recomendados. (Alanguia & Salas, 2018).

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Evaluación Superficial de Pavimentos

2.2.1.1 Evaluación de Pavimentos

La evaluación de pavimentos consiste en un estudio, en el cual se presenta el estado en el que se halla la estructura y la superficie del pavimento, para de esta manera poder adoptar las medidas adecuadas de conservación y mantenimiento, con las cuales se pretende prolongar la vida útil del pavimento, en este sentido es de suma importancia elegir y realizar una evaluación que sea objetiva y acorde al medio en que se encuentre (Cantuarias & Watanabe, 2017).

2.2.1.2 Importancia de Evaluación de Pavimentos

La evaluación de pavimentos es muy importante ya que las acciones de evaluación no solo se realicen a lo largo de la vida útil del pavimento, deben realizarse durante la fase misma de construcción, antes de que sean puestos en operación, para valorar la calidad del producto que se entregara al usuario, destacando los aspectos de seguridad y comodidad, así como los relativos a la capacidad estructural del pavimento, para comprobar que se está cumpliendo con las premisas básicas del diseño. (Menchaca & Aquino, 1999).

2.2.1.3 Objetividad en la Evaluación de Pavimentos

La objetividad en la evaluación de pavimentos juega un papel primordial, pues se necesita personas verdaderamente capacitadas para que realicen las evaluaciones, de no ser así, dichas pruebas pueden perder credibilidad con el tiempo y no podrán ser comparadas, además es importante que se escoja un modelo de evaluación que se encuentre estandarizado para poder decir que se ha realizado una evaluación verdaderamente objetiva.

No siempre se pueden obtener mediciones o índices que cumplan con la condición

para comparar dos proyectos debido al sesgo intrínseco de la toma de decisiones, produciéndose una desviación entre la realidad y lo expresado por las muestras. La desviación que ocurre puede deberse a dos causas principales.

- Variabilidad de las unidades, debido a que las unidades son la base para los análisis que se realizarán.
- Diversidad de la respuesta dentro de cada unidad, esto porque se relaciona a la fiabilidad de la eventual rehabilitación (Norma CE 010 Pavimentos Urbanos, 2010).

2.2.2 Pavimento

Los pavimentos, son estructuras formadas por una carpeta de rodadura y un conjunto de capas granulares, simples o tratadas, que descansan sobre el suelo de cimentación, también conocido como subrasante. Dado que, los esfuerzos producidos por el paso de las cargas vehiculares decrecen con la profundidad, se deben colocar los materiales de mayor capacidad portante en las capas superiores. Toda la estructura trabaja para proteger al suelo natural (Becerra, 2012).

2.2.2.1 Características del Pavimento

Para cumplir adecuadamente con sus funciones un pavimento debe tener las siguientes características:

- Resistencia frente a las cargas de tránsito.
- Regularidad en su superficie en sentido transversal como longitudinal.
- Resistencia frente al intemperismo.
- Económico.
- Adecuadas condiciones de drenaje.
- Adecuado nivel de ruido que es generado por el tránsito de los vehículos ya que afecta tanto a pasajeros como el entorno.
- Color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos (MTC, 2014b).

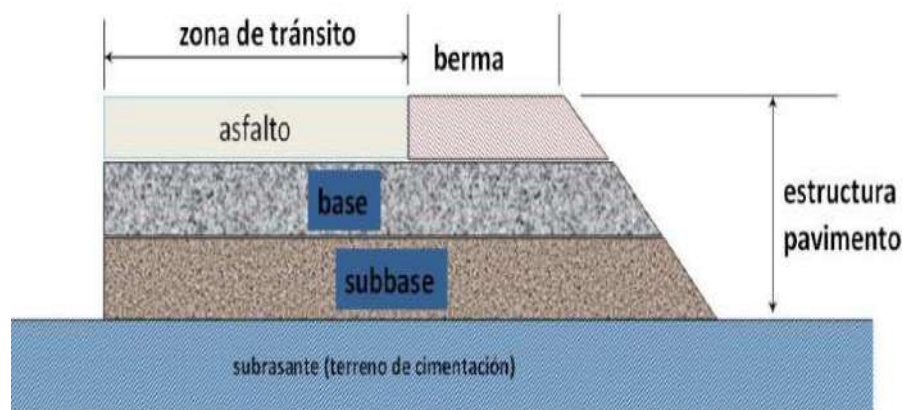
2.2.2.2 Tipos de Pavimentos

Pavimentos flexibles

Son aquellos que tienen una carpeta de rodadura conformada por concreto de cemento asfáltico. Recibe el nombre de pavimento flexible debido a la forma en que se transmiten las cargas desde la carpeta de rodadura hasta la subrasante. El asfalto no absorbe la totalidad de las cargas vehiculares, actúa más como un transmisor. Por ello, los pavimentos flexibles requieren, por lo general, de un mayor número de capas intermedias entre la carpeta de rodadura y la subrasante (Becerra, 2012).

Figura 5

Sección típica de los Pavimentos de concreto asfáltico



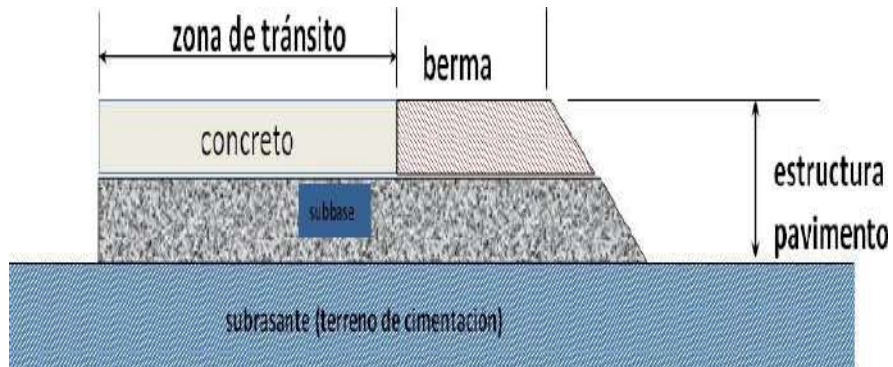
Nota: (Becerra, 2012)

Pavimentos rígidos

Son aquellos que tienen una carpeta de rodadura conformada por concreto de cemento hidráulico. Recibe el nombre de pavimento rígido debido a las propiedades de la carpeta de concreto, que absorbe en mayor grado las cargas vehiculares. Debido a la naturaleza rígida de la carpeta de rodadura, las cargas vehiculares se distribuyen en una forma más eficiente. Por ello, por lo general, requieren en su estructura de un menor número de capas granulares entre la carpeta de rodadura y la subrasante (Becerra, 2012).

Figura 6

Sección típica de los Pavimentos de concreto hidráulico



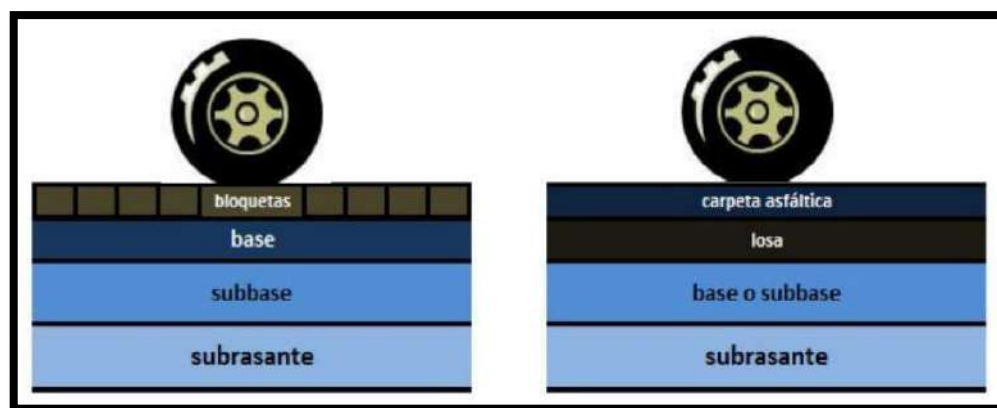
Nota: (Becerra, 2012)

Pavimentos Mixtos

El pavimento híbrido, y es una mezcla o fusión de pavimentos flexible y rígido, su uso puede ser en forma horizontal o vertical; este uso se da cuando se tiene que reconstruir o rehabilitar pavimentos existentes (UCO et al., 2018).

Figura 7

Tipos de pavimentos mixtos.



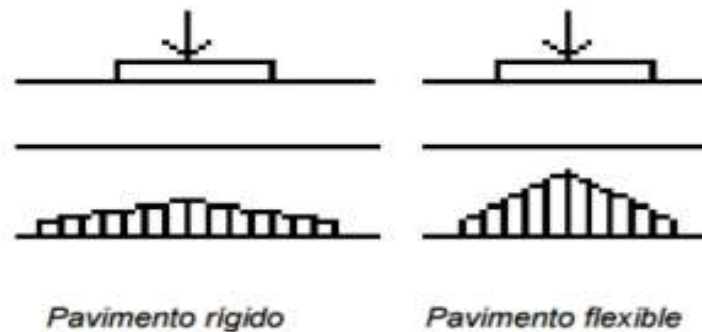
Nota: (Rodríguez, 2009)

2.2.2.3 Comportamiento estructural de los pavimentos

La principal diferencia entre el comportamiento de los pavimentos flexibles y los rígidos es la forma como reparten las cargas. Desde el punto de vista de diseño, los pavimentos flexibles están formados por una serie de capas y la distribución de la carga está determinada por las características propias del sistema (Llosa Grau, 2013).

Figura 8

Distribución de cargas sobre el pavimento.



Nota: (Llosa, 2013)

2.2.2.4 Comportamiento estructural de los pavimentos

Los tipos de deterioros que afectan al pavimento flexible se deben a diferentes factores, como el clima, el tránsito, mala calidad de los materiales utilizados y a los procesos constructivos. Estos factores según la severidad catalogan el daño el cual puede ser estructural o superficial.

A continuación, se presentan las clases de daños más frecuentes que se pueden encontrar en un pavimento y su clasificación según la guía de pavimentos asfálticos en carreteras:(MTC, 2014).

Figura 9

Deterioros o fallas de los pavimentos asfálticos.

Clasificación de los deterioros/fallas	Código de deterioro/falla	Deterioro / Falla	Gravedad
Deterioros o fallas Estructurales	1	Piel de cocodrilo	1: Malla grande (> 0.5 m) sin material suelto 2: Malla mediana (entre 0.3 y 0.5 m) sin o con material suelto 3: Malla pequeña (< 0.3 m) sin o con material suelto
	2	Fisuras longitudinales	1: Fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho ≤ 1 mm) 2: Fisuras medias corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm) 3: Fisuras gruesas corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 3 mm). También se denominan grietas.
	3	Deformación por deficiencia estructural	1: Profundidad sensible al usuario < 2 cm 2: Profundidad entre 2 cm y 4 cm 3: Profundidad > 4 cm
	4	Ahuellamiento	1: Profundidad sensible al usuario pero ≤ 6 mm 2: Profundidad > 6 mm y ≤ 12 mm 3: Profundidad > 12 mm
	5	Reparaciones o parchados	1: Reparación o parchado para deterioros superficiales. 2: Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en buen estado. 3: Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en mal estado.
Deterioros o fallas superficiales	6	Peladura y Desprendimiento	1: Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial). 2: Continuo sin aparición de la base granular o puntual con aparición de la base granular. 3: Continuo con aparición de la base granular.
	7	Baches (Huecos)	1: Diámetro < 0.2 m 2: Diámetro entre 0.2 y 0.5 m 3: Diámetro > 0.5 m
	8	Fisuras transversales	1: Fisuras Finas (ancho ≤ 1 mm) 2: Fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm) 3: Fisuras gruesas, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 3 mm). También se denominan grietas.

Nota: (MTC, 2014)

2.2.3 Tipos de Fallas

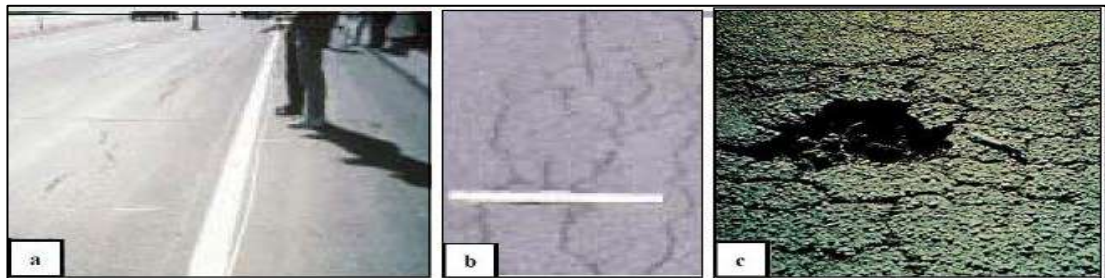
A. Piel De Cocodrilo

Descripción: Las fisuras 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 constante de las cargas de tránsito vehicular. Esta falla se mide en metros cuadrados del área afectada (Corros, 2009).

Figura 10

Piel de Cocodrilo con distintos niveles de severidad



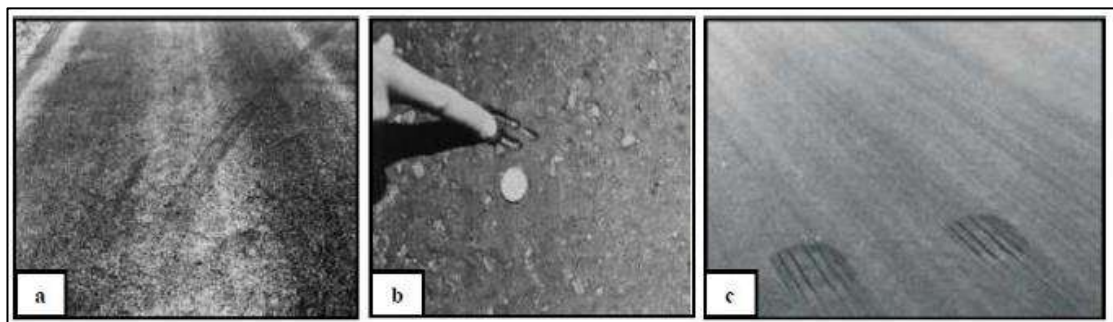
Nota: (Corros, 2009)

B. Exudación

Descripción: La exudación es una pequeña área cubierta de asfalto que se forma en la superficie del pavimento, dicha capa suele ser adherente, lustroso y reflectora. (García, 2017).

Figura 11

Exudación con distintos niveles de severidad



Nota: (Vásquez, 2002)

C. Agrietamiento en bloque

Descripción: Las grietas en bloque son patrones de grietas interconectadas cuyas dimensiones oscilan entre 0.30 x 0.30 y 3.0 x 3.0 m (Garcia, 2017)

Figura 12

Agrietamiento en bloque de severidad media.



Nota: (Garcia, 2017)

D. Abultamientos (Bumps) y Hundimientos (Sags)

Descripción: Los abultamientos son pequeños desplazamientos hacia arriba ubicados en la superficie del pavimento.

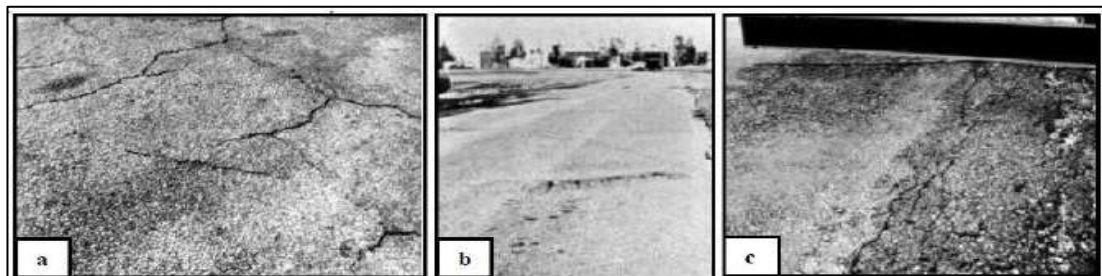
Los abultamientos pueden ser causados por varios factores, que incluyen:

- Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo).

Los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento (Vásquez, 2002).

Figura 13

Abultamientos y hundimientos con distintos niveles de severidad



Nota: (Vásquez, 2002)

E. Corrugación

Descripción: Serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos regulares a menos de 3.0 m perpendiculares a la dirección del tránsito usualmente por la combinación de este con carpetas o bases. Esta falla se mide en metros cuadrados del área afectada (Díaz, 2014).

Figura 14

Corrugación con distintos niveles de severidad



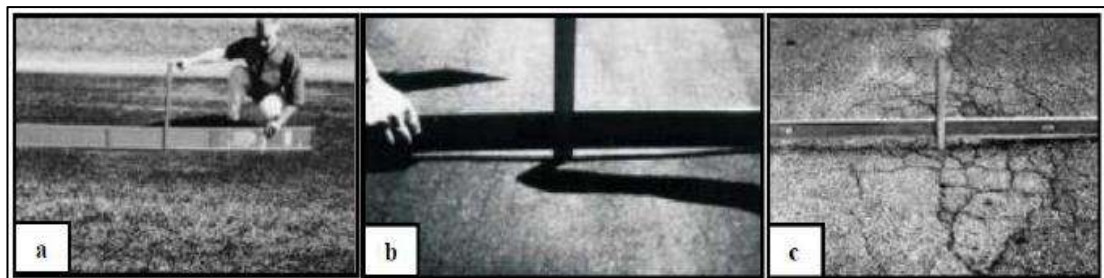
Nota: (Vásquez, 2002)

F. Depresión

Descripción: Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor. 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 (Vásquez, 2002).

Figura 15

Depresión con distintos niveles de severidad



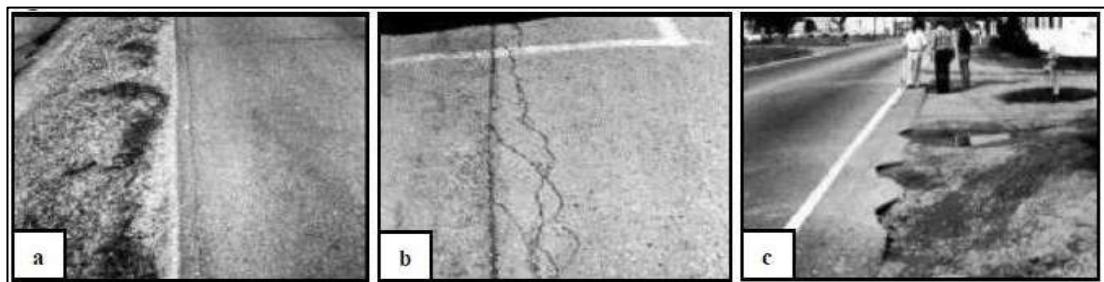
Nota: (Vásquez, 2002)

G. 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 (Vásquez, 2002).

Figura 16

Grieta de borde con distintos niveles de severidad



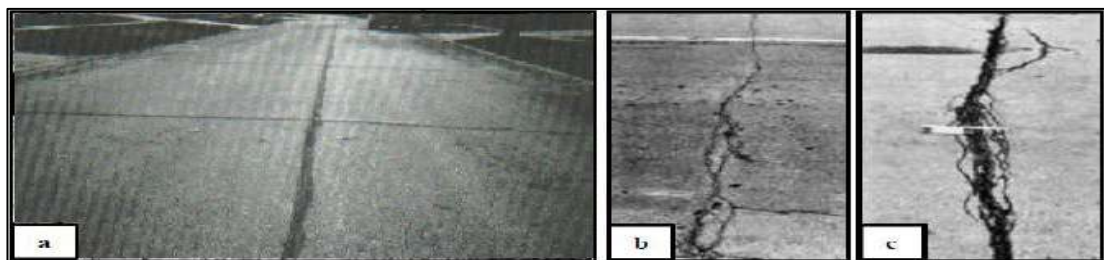
Nota: (Vásquez, 2002)

H. Grieta de reflexión de junta (de losas de concreto de Cemento Portland)

Descripción: Este daño ocurre solamente en pavimentos con superficie asfáltica construidos sobre una losa de concreto de cemento Pórtland. Estas grietas son causadas principalmente por el movimiento de la losa de concreto de cemento Pórtland, inducido por temperatura o humedad, bajo la superficie de concreto asfáltico. (Vásquez, 2002).

Figura 17

Grieta de reflexión de severidad con distintos niveles de severidad



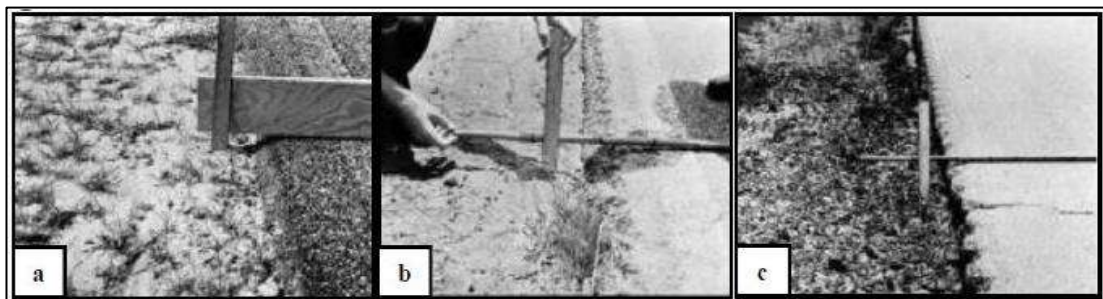
Nota: (Vásquez, 2002)

I. 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 (Vásquez, 2002).

Figura 18

Desnivel carril / berma con distintos niveles de severidad



Nota: (Vásquez, 2002)

J. Grietas longitudinales y transversales (no son de reflexión de losas de concreto de Cemento Pórtland)

Descripción: Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento o a la dirección de construcción (Vásquez, 2002).

Figura 19

Grietas longitudinales y transversales



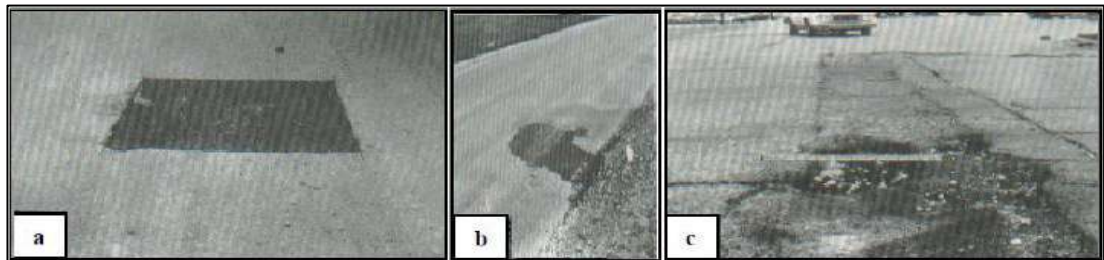
Nota: (Vásquez, 2002)

K. 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 (Vásquez, 2002).

Figura 20

Parcheo y acometidas de servicios con distintos niveles de severidad



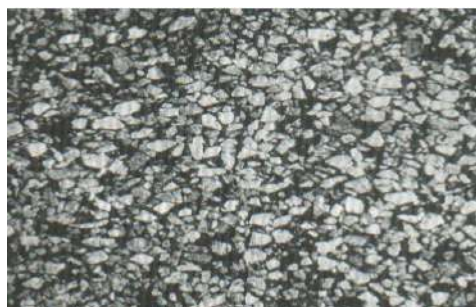
Nota: (Vásquez, 2002)

L. 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. (Vásquez, 2002).

Figura 21

Pulimento de agregados



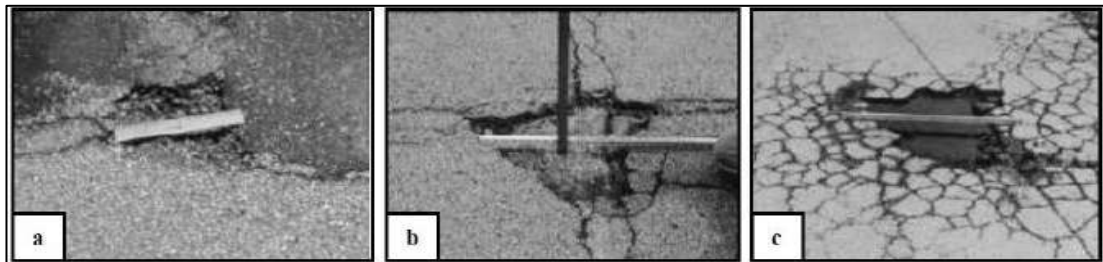
Nota: (Vásquez, 2002)

M. 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. 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. Cuando los huecos son producidos por piel de cocodrilo de alta severidad deben registrarse como huecos, no como meteorización (Vásquez, 2002).

Figura 22

Hueco con distintos niveles de severidad



Nota: (Vásquez, 2002)

N. Cruce de vía férrea

Descripción: Los defectos asociados al cruce de vía férrea son depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles (Vásquez, 2002).

Figura 23

Cruce de vía férrea con distintos niveles de severidad



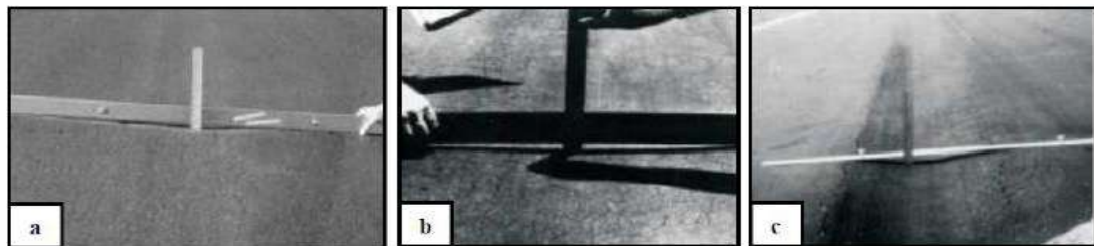
Nota: (Vásquez, 2002)

O. Ahuellamiento

Depresión longitudinal continua a lo largo de las huellas de canalización del tránsito. Se entiende por Ahuellamiento cuando la longitud afectada es mayor es mayor de 6m. Las deformaciones ocurren en las capas superiores y suelen ser acompañadas de un deslizamiento y levantamiento lateral de la superficie del pavimento (DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN Y EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS, 2016).

Figura 24

Ahuellamiento con distintos niveles de severidad



Nota: (Vásquez, 2002)

P. 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 (Vásquez, 2002).

Figura 25

Desplazamiento con distintos niveles de severidad



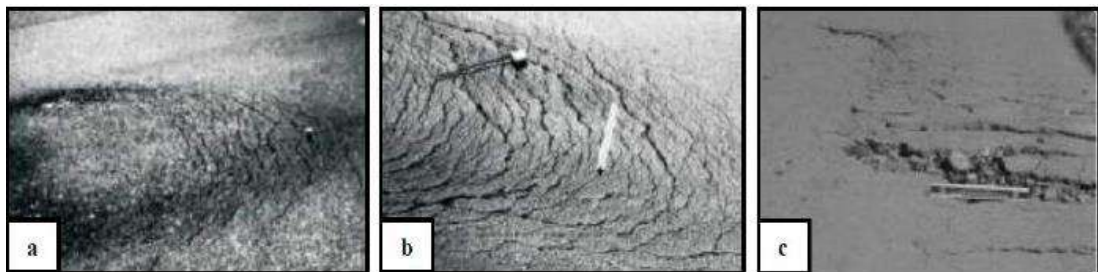
Nota: (Vásquez, 2002)

Q. Grietas de 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 (Vásquez, 2002).

Figura 26

Grieta parabólica (slippage) con distintos niveles de severidad



Nota: (Vásquez, 2002)

R. 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 (Vásquez, 2002).

Figura 27

Hinchamiento Nivel de severidad media



Nota: (Vásquez, 2002)

S. Meteorización / Desprendimiento de Agregados

Corresponde a la desintegración superficial de la capa de rodadura debido a una pérdida gradual de agregados. 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 (Leguía & Pacheco, 2016).

Figura 28

Meteorización / desprendimiento de agregados



Nota: (Leguía & Pacheco, 2016)

2.2.3 Pavement Condition Index (PCI)

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En el Tabla 1 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento (Vásquez, 2002).

Tabla 1

Rangos de calificación del PCI.

Rango de clasificación 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

Nota: (Vásquez, 2002)

Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento flexible

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 ilustración 24 es el formato para la inspección de pavimentos (Vásquez, 2002).

Figura 29

Formato para la inspección de pavimentos.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.					
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO			
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m ²)			
INSPECCIONADA POR		FECHA			
No.	Daño	No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo.	11	Parcheo.		
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.		
3	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 / borma.	19	Desprendimiento de agregados.		
10	Grietas long y transversal.				
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Valor deducido

Nota: (Vásquez, 2002)

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 (Vásquez, 2002).

Tabla 2

Longitudes de unidades de muestreo asfálticas

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

Nota: (Vásquez, 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 (Vásquez, 2002).

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

Ecuación 1 Unidades de muestreo a evaluar.

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

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

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

σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades ($\sigma=10$)

(Vásquez, 2002).

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:

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

$$i = \frac{N}{n} \dots\dots\dots (2)$$

Ecuación 2 Unidades de Muestreo para Inspección.

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

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

b. El inicio al azar se selecciona entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo i (Vásquez, 2002).

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. (Vásquez, 2002).

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 se basa en los “Valores Deducidos” de cada daño de acuerdo con la cantidad y severidad reportadas.

- **Cálculo de los Valores Deducidos:**

Se ordena de mayor a menor los valores deducidos obtenidos anteriormente y se determina el número máximo de valores deducidos (m) de acuerdo a la siguiente expresión y será el nuevo número de valores deducidos.

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) \dots\dots\dots (3)$$

Ecuación 3 Número Máximo Admisible de Valores Deducidos.

Donde:

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

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

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

Este valor se determina mediante un proceso iterativo y consiste en determinar el número de valores deducidos mayores que 2 que se denomina “ q ” (cantidad de datos), luego se determina el Valor deducido total que resulta de sumar todos los

valores individuales y para obtener el valor del CDV se debe recurrir al uso del cuadro, se debe repetir el procedimiento de tal forma en que cada iteración se reduzca a 2 el dato de menor valor de los que hayan superado el valor deducido de 2, que junto al valor deducido total que no cambiara de valor se debe ingresar al ábaco y calcular el valor correspondiente de CDV y con la ayuda del cuadro siguiente se tomará el mayor y este será el máximo valor deducido corregido (CDV) (Vásquez, 2002).

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.

Ecuación 4.

$$PCI_S = \frac{[(N - A) \times PCI_R] + (A \times PCI_A)}{N} \dots\dots\dots (4)$$

Ecuación 4 Cálculo del PCI

Donde:

PCIS: PCI de la sección del pavimento.

PCIR: PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas.

PCIA: PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección

A: Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas

(Vásquez, 2002).

Clasificación del pavimento según el PCI

Se resume la acción a tener en cuenta de acuerdo al valor del PCI calculado para cada vía. Se aprecia además el estado del pavimento asociado a este mismo valor., Podemos apreciar la intervención de acuerdo al PCI en la tabla 3.

Tabla 3*Intervención de acuerdo al PCI*

PCI	Estado	Intervencion
0-30	Malo	Reconstrucción
31-70	Regular	Rehabilitación
71-100	Bueno	Mantenimiento

Nota: (Shahin, 2005)

2.2.5 Índice de Rugosidad Internacional (IRI)

El IRI se determina mediante un cálculo matemático realizado con las ordenadas o cotas de una línea del perfil longitudinal, obtenidas por cualquier técnica o equipo de medida del perfil longitudinal (Mauricio, 2006).

Las unidades del IRI son de longitud y se expresa en mm/m, m/km, in/mi, etc (Sayers et al., 1998).

El procedimiento para determinar el valor del IRI y el cual se considera el paso principal consiste en realizar la medición de las alturas o elevaciones la zona a evaluar, lo cual nos permite conocer el estado actual del perfil longitudinal de la vía (Badilla, 2011).

Según estudios realizados existen múltiples equipos que permiten determinar la rugosidad y cabe resaltar que estos equipos deben estar calibrados y en óptimas condiciones, a partir de evaluaciones superficiales visuales se pueden relacionar y determinar la condición actual del pavimento (MTC, 2014).

Continuación en la Tabla N°4 se resume los distintos tipos que existen para el cálculo de la rugosidad.

Tabla 4

Equipos utilizados para la medición la rugosidad

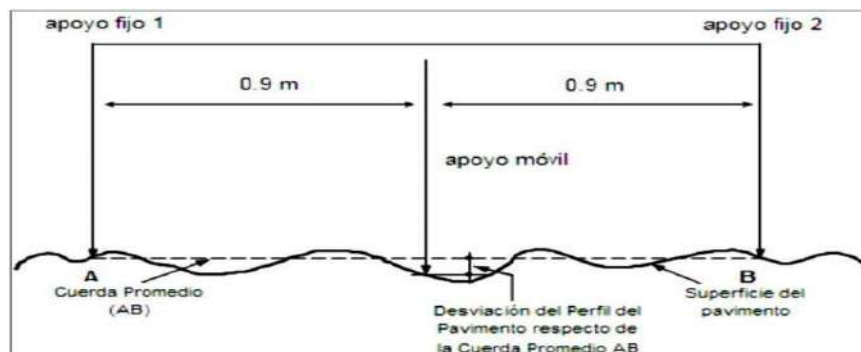
Equipo	Grado de precisión	Complejidad del equipo
Nivel y mira topografica	Muy Alto	Simple
Dipstick	Muy Alto	Muy Simple
Perfilógrafos	Medio	Simple
Equipos (RTRRMS)	Medio	Compleja
Perfilómetro inercial	Muy Alto	Muy Compleja

Nota: (Badilla, 2011)

La determinación de la rugosidad de un pavimento se basa en el concepto de usar la distribución de las desviaciones de la superficie respecto de una cuerda promedio. La Figura 29.; ilustra cómo el MERLIN mide el desplazamiento vertical entre la superficie del camino y el punto medio de una línea imaginaria de longitud constante. EL desplazamiento es conocido como “la desviación respecto a la cuerda promedio” (Del Aguila, 1999).

Figura 30

Medición de las desviaciones de la superficie del pavimento respecto de la cuerda promedio.



Nota: (Del Aguila, 1999).

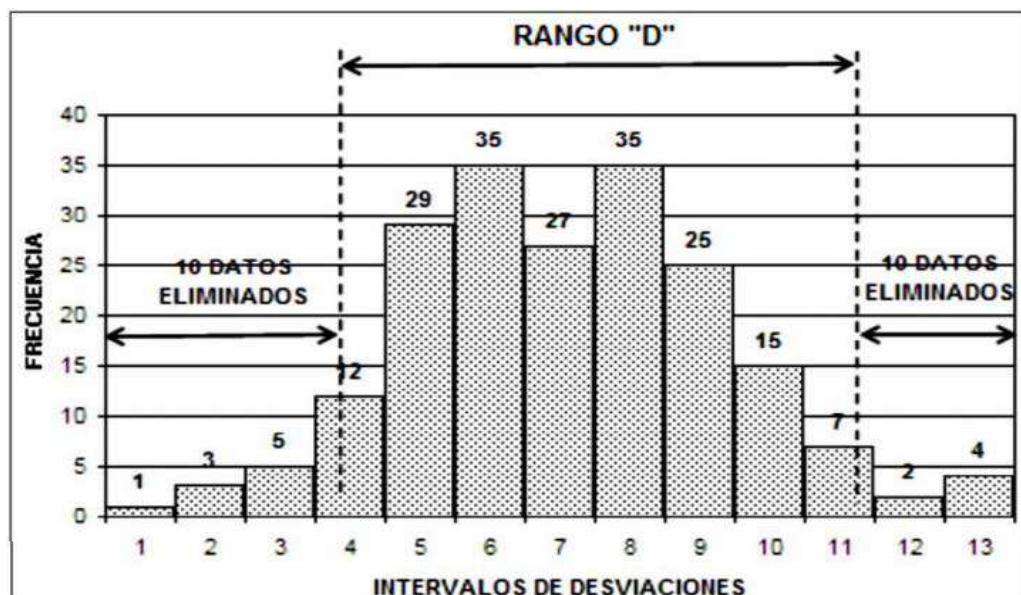
La longitud de la cuerda promedio es 1.80m, por ser la distancia que proporciona los mejores resultados en las correlaciones. Asimismo, se ha definido que es necesario medir 200 desviaciones respecto de la cuerda promedio, en forma consecutiva a lo largo de la vía y considerar un intervalo 39 constante entre cada medición. Para dichas condiciones se tiene que, a mayor rugosidad de la superficie mayor es la variabilidad de los desplazamientos. Si se define el histograma de la distribución de frecuencias de las 200 mediciones, es posible medir la dispersión de las desviaciones y correlacionarla con la escala estándar de la rugosidad.

El parámetro estadístico que establece la magnitud de la dispersión es el Rango de la muestra (D), determinado luego de efectuar una depuración del 10% de observaciones (10 datos en cada cola del histograma).

El valor D es la rugosidad del pavimento en "unidades MERLIN" (Del Aguila, 1999).

Figura 31

Histograma de la distribución de frecuencias de una Muestra de 200 desviaciones medidas en forma consecutiva.



Nota: (Del Águila, 1999).

CALCULO:

Correlaciones D versus IRI

Para relacionar la rugosidad determinada con el MERLIN con el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), que es el parámetro utilizado para uniformizar los resultados provenientes de la gran diversidad de equipos que existen en la actualidad, se utilizan las siguientes expresiones:

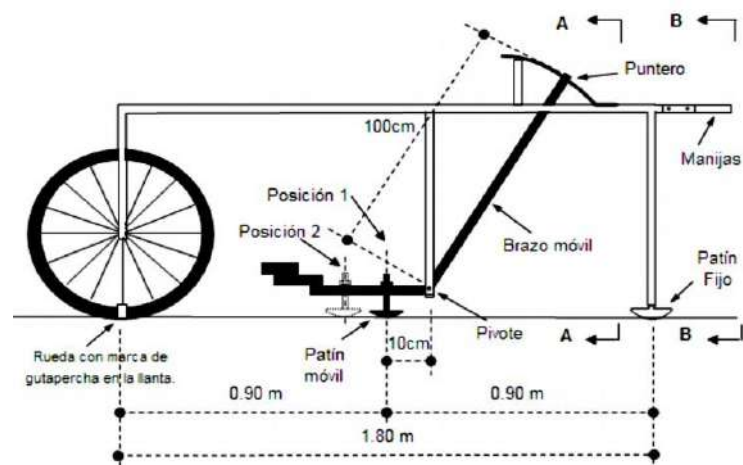
a) Cuando $2.4 < IRI < 15.9$, entonces $IRI = 0.593 + 0.0471 D$ (1)

b) Cuando $IRI < 2.4$, entonces $IRI = 0.0485 D$ (2)

El MERLIN es un equipo de diseño simple. Las figuras 32 y 33; presentan un esquema ilustrativo del instrumento. Consta de un marco formado por dos elementos verticales y uno horizontal. Para facilidad de desplazamiento y operación el elemento vertical delantero es una rueda, mientras que el trasero tiene adosados lateralmente dos soportes inclinados, uno en el lado derecho para fijar el equipo sobre el suelo durante los ensayos y otro en el lado izquierdo para descansar el equipo. El elemento horizontal se proyecta, hacia la parte trasera, con 2 manijas que permiten levantar y movilizar el equipo, haciéndolo rodar sobre la rueda en forma similar a una carretilla (Del Aguila, 1999).

Figura 32

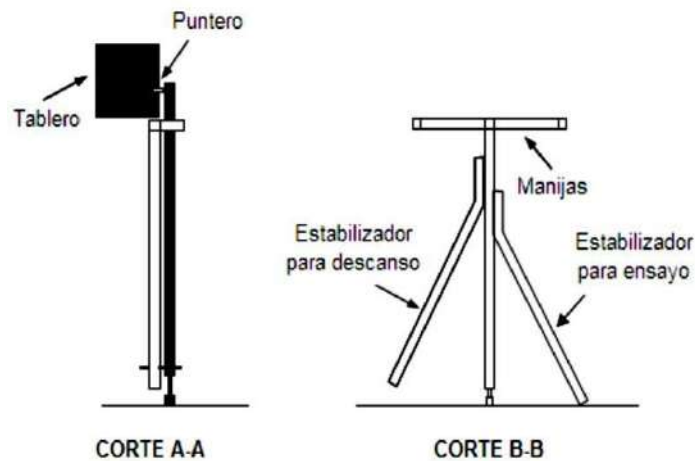
Esquema del Rugosímetro de MERLIN.



Nota: (Del Aguila, 1999)

Figura 33

Corte del Esquema del Rugosímetro de MERLIN



Nota: (Del Aguila, 1999)

2.3 Definición de términos

A. Ahuellamiento

Depresión longitudinal del pavimento que coincide con la zona donde pasan con mayor frecuencia las ruedas de los vehículos (huella).

B. Bache

Hoyos de diversos tamaños que se producen en la superficie de rodadura por desintegración local.

C. Fallas De Pavimento

Se deben a cualquiera de las siguientes tres fallas: fallas de subgrado, fallas de subbase o de base y fallas.

D. PCI

Se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad.

E. IRI

Sigla que corresponde al Índice de Rugosidad Internacional, es el parámetro que

mide el estado más característico de la condición funcional de la capa de rodadura de un pavimento.

F. Rugosímetro De Merlín

Es un artefacto diseñado específicamente para la medición de la rugosidad del pavimento, siendo una variación del perfilómetro estático. Acabado en pintura electrostática de color amarillo y negro. Plegable, para fácil embalaje y transporte.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo y Nivel de la Investigación

Tipo de estudio

La investigación es de tipo fundamental con enfoque cuantitativo, considera como la finalidad de evaluar la calidad y confort del pavimento.

Nivel de investigación

El nivel de investigación es evaluativo porque está orientado a establecer ciertos parámetros con la metodología PCI e IRI para determinar la condición del pavimento.

3.2 Población y/o Muestra de Estudio

Población: vías pavimentadas del Distrito de Tacna y Gregorio Albarracín Lanchipa.

Muestra: vía Pavimentada en Calle Tarapacá Tramo Ovalo Cuzco hasta Avenida Gustavo Pinto.

3.3 Operacionalización de Variables

Figura 34

Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Dimensión	Indicadores
V.D.: Evaluación superficial del Pavimento	Permite conocer el estado situacional de la estructura y establecer medidas correctivas, ahorrando costos, para cumplir objetivos de serviciabilidad.	Análisis y resultados	Metodología PCI (Pavement Condition Index).
V.I.: Índice de condición del Pavimento.	El PCI es un indicador cuantitativo para calificar la evaluación de las fallas superficiales y estructurales de la capa de rodadura del pavimento	Aplicación de la metodología a PCI	Tipos de fallas.
V.I.: Indicador de la regularidad internacional	Resenta una escala única de valores para la medida de la regularidad superficial de los caminos	Aplicación de metodología a IRI	Índice de rugosidad.

Nota: *Elaboración Propia*

3.4 Técnicas e Instrumentos para la recolección de datos

3.4.1 Técnicas

- Fichas de Observación, como instrumento para levantar información visual de tipos de fallas y la severidad en campo, utilizando el método PCI e IRI.

3.4.2 Instrumentos

- Ficha o formulario de campo PCI
- Guías de observación y formatos de campo
- Reportes de la metodología PCI
- Ficha o formulario de campo IRI
- Reportes de Campo PCI y IRI
- Regla
- Conos de seguridad
- Plano de distribución

3.5 Procesamiento y análisis de datos

- Cálculo de severidad de las fallas
- Cálculo de valor deducido
- Cálculo de valor deducido corregido
- Cálculo de PCI
- Cálculo de rugosidad.
- Hoja electrónica EXCEL

CAPITULO IV RESULTADOS

4.1 Resultados aplicando el método del pci.

Según la Figura 34 se calculó la longitud de la unidad de muestra dependiendo al ancho de la vía a analizar, posteriormente se efectúa la segmentación de las secciones de unidad de muestra, consecuentemente se obtienen los datos, en caso de que el ancho de la vía no sea exacto se procede a interpolar los datos del ancho de vía.

Figura 35

Longitud recomendada de la unidad de muestra

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

Nota : (Vásquez, 2002)

Longitud de muestra = 38,3 m.

Ancho de calzada = 6,0 m.

4.1.1 Cálculo de las unidades de muestreo

- **Determinación de la longitud de la unidad de muestreo**

Numero de Muestras totales

Para la Sección del Tramo Evaluado:

$$N = \frac{2450}{38,3}$$

$$N = 63,94 \cong 64$$

Resultado:

$N = 64$, número de muestras totales

Número Mínimo de Unidades de Muestreo a Evaluar

Para la Sección del Tramo Evaluado se reemplazarán los valores obtenidos en la ecuación 1.

$$n = \frac{63,94 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (63,94 - 1) + 10^2}$$

$$n = 12,959 \cong 13$$

Resultado:

$$n = 13,$$

Intervalo de Muestreo

Para la Sección 01 del Tramo se reemplazarán los valores obtenidos en la ecuación 2.

$$i = \frac{63}{13}$$

$$i = 4,84 \cong 4$$

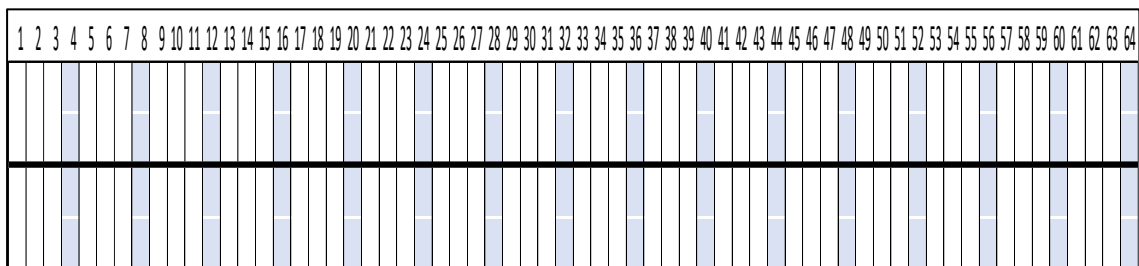
Resultado:

$i = 4$

Las unidades de muestra seleccionadas para inspección serán: N°4, N°8, N°12, N°16, N°20, N°24, N°28, N°32, N°36, N°40, N°44, N°48, N°52, N°56, N°60 y N°64.

Figura 36

Unidades de muestreo





Nota: Elaboración Propia

4.1.2 Resultados del método pci

En esta parte tendremos los datos obtenidos en campo de las diferentes fallas que se han encontrado, determinaremos el estado del pavimento con el método de evaluación de índice de condición del pavimento PCI usando los siguientes formatos, y se usaran los ábacos ubicados en el anexo "Curvas del valor deducido de las fallas superficiales, según el PCI" para determinar el valor deducido y así culminar la evaluación del PCI:

Figura 37

Hoja de registro - Unidad de Muestra 004

		METODO DE EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)				
		PAVIMENTO CON SUPERFICIE ASFALTICA				
		HOJA DE REGISTRO				
NOMBRE DE VIA:	CALLE TARAPACA, OV. CUSCO-AV. PINTO	U.M.:	004			
TRAMO:	0+115 - 0+153	AREA:	229.8 M2			
EVALUADORES:	AGUIRRE Y CHAMBILLA	FECHA:	03/01/2021			
Piel de Cocodrilo (1)	m2	Grieta Longitudinal y Transversal (10)	m			
Exudacion (2)	m2	Parche (11)	m2			
Agrietamiento en Bloque (3)	m2	Pulimiento de Agregados (12)	m2			
Abultamiento y Hundimiento (4)	m2	Huecos (13)	und			
Corrugacion (5)	m2	Cruce de Via Ferrea (14)	m2			
Depresion (6)	m2	Ahuellamientos (15)	m2			
Grieta de Borde (7)	m2	Desplazamiento (16)	m2			
Grieta de Reflexion de Junta (8)	m2	Grieta de Desplazamiento (17)	m2			
Desnivel de Carril / Berma (9)	m2	Hinchamiento (18)	m2			
		Disgregacion y Desintegracion (19)	m2			
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL
Parche	m2	H	3.5	0.4		1.4
Parche	m2	H	3.5	0.4		1.4
Parche	m2	L	2.1	1.8		3.78
Parche	m2	H	4	0.5		2
Parche	m2	M	6	0.4		2.4
Parche	m2	M	5	0.8		4
Parche	m2	L	1.5	1.1		1.65
Parche	m2	H	5	1.5		7.5
Parche	m2	L	6	1.5		9
Parche	m2	L	1	1.1		1.1
Exudacion	m2	L	30	0.1		3
Exudacion	m2	L	0.6	0.5		0.3
Piel de Cocodrilo	m2	H	1.7	1.3		2.21
Piel de Cocodrilo	m2	H	1.5	1.5		2.25
Fisura Longitudinal	m	m	10	0.3		3

Nota: Elaboración Propia

Figura 38

Calculo del PCI - Unidad de Muestra 004

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT		q
Parche	m2	l	15.53	6.76	11	106.1		5
Parche	m2	m	6.4	2.79	17			
Parche	m2	h	10.9	4.74	36			
Piel de Cocodrilo	m2	h	4.46	1.94	39			
Exudacion	m2	l	3.3	1.44	0.1			
Fisura Longitudinal	m	m	3	1.31	3			
VALORES DEDUCIDOS					CDT	Q	CDV	
39	36	17	11	3	106	5	56	
36	17	11	3	2	69	4	39	
17	11	3	2	2	35	3	21	
11	3	2	2	2	20	2	14	
3	2	2	2	2	11	1	11	

Nota: Elaboración Propia

Figura 39

Hoja de registro - Unidad de Muestra 008

METODO DE EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)			
PAVIMENTO CON SUPERFICIE ASFALTICA			
HOJA DE REGISTRO			
NOMBRE DE VIA:	CALLE TARAPACA, OV. CUSCO-AV. PINTO	U.M.:	008
TRAMO:	0+268 - 0+306	AREA:	229.8 M2
EVALUADORES:	AGUIRRE Y CHAMBILLA	FECHA:	03/01/2021
Piel de Cocodrilo (1) m2 Exudacion (2) m2 Agrietamiento en Bloque (3) m2 Abultamiento y Hundimiento (4) m2 Corrugacion (5) m2 Depresion (6) m2 Grieta de Borde (7) m2 Grieta de Reflexion de Junta (8) m2 Desnivel de Carril / Berma (9) m2		Grieta Longitudinal y Transversal (10) m Parche (11) m2 Pulimiento de Agregados (12) m2 Huecos (13) und Cruce de Via Ferrea (14) m2 Ahuellamientos (15) m2 Desplazamiento (16) m2 Grieta de Desplazamiento (17) m2 Hinchamiento (18) m2 Disgregacion y Desintegracion (19) m2	
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL
Parche	m2	M	2.52
Parche	m2	M	1.6
Parche	m2	M	2.5
Parche	m2	M	1
Parche	m2	H	6
Parche	m2	H	4.8
Parche	m2	M	1
Hundimiento	m	H	6.2
Fisura de borde	m	H	1.5
Piel De Cocodrilo	m2	H	30
Piel De Cocodrilo	m2	H	20
Piel De Cocodrilo	m2	H	0.4
Piel De Cocodrilo	m2	M	4.4
Baches	1	Unidad	0.2

Nota: Elaboración Propia

Figura 40


Calculo del PCI - Unidad de Muestra 008

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES										
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT		q		
Parche (M)	m2	M	8.62	3.75	19.43	249.93		7		
Parche (H)	m2	H	10.8	4.70	37.18					
Hundimiento (H)	m	H	6.2	2.70	73.27					
Fisura de borde (H)	m	H	1.5	0.65	15.25					
Piel De Cocodrilo (M)	m2	M	4.4	1.91	27.64					
Piel De Cocodrilo (H)	m2	H	54.8	23.85	72.48					
Baches (M)	und	M	0.2	0.09	4.68					
VALORES DEDUCIDOS					CDT	Q	CDV			
73.27	72.48	37.18	27.64	19.43	15.25	4.68	249.93	7	93.99	
72.48	37.18	27.64	19.43	15.25	4.68	2	178.66	6	83.6	
37.18	27.64	19.43	15.25	4.68	2	2	108.18	5	56.09	
27.64	19.43	15.25	4.68	2	2	2	73	4	40.8	
19.43	15.25	4.68	2	2	2	2	47.36	3	29.15	
15.25	4.68	2	2	2	2	2	29.93	2	21.94	
4.68	2	2	2	2	2	2	16.68	1	16.68	

Nota: Elaboración Propia

Figura 41

Hoja de registro - Unidad de Muestra 012

METODO DE EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							
PAVIMENTO CON SUPERFICIE ASFALTICA							
HOJA DE REGISTRO							
	NOMBRE DE VIA:			CALLE TARAPACA, OV. CUSCO-AV. PINTO		U.M.:	012
	TRAMO:			0+421 - 0+460		AREA:	229.8 M2
	EVALUADORES:			AGUIRRE Y CHAMBILLA		FECHA:	03/01/2021
Piel de Cocodrilo (1) m2 Exudacion (2) m2 Agrietamiento en Bloque (3) m2 Abultamiento y Hundimiento (4) m2 Corrugacion (5) m2 Depresion (6) m2 Grieta de Borde (7) m2 Grieta de Reflexion de Junta (8) m2 Desnivel de Carril / Berma (9) m2				Grieta Longitudinal y Transversal (10) m Parche (11) m2 Pulimiento de Agregados (12) m2 Huecos (13) und Cruce de Via Ferrea (14) m2 Ahuellamientos (15) m2 Desplazamiento (16) m2 Grieta de Desplazamiento (17) m2 Hinchamiento (18) m2 Disgregacion y Desintegracion (19) m2			
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	
Parche	m2	M	4	0.8		3.2	
Parche	m2	H	38.3	1.5		57.45	
Parche	m2	M	6	1.1		6.6	
Parche	m2	H	38.3	2.6		99.58	
Parche	m2	M	3.1	1		3.1	
Piel de Cocodrilo	m2	H	1.1	1		1.1	
Piel de Cocodrilo	m2	H	3	0.5		1.5	
Piel de Cocodrilo	m2	M	4	0.4		1.6	

Nota: Elaboración Propia

Figura 42

Calculo del PCI - Unidad de Muestra 012

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES									
Falla		Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT		q
Parche (M)		m2	M	12.9	4.03	20.17	142.71		4
Parche (H)		m2	H	157.03	49.07	79.81			
Piel de Cocodrilo (M)		m2	M	1.6	0.50	15.3			
Piel de Cocodrilo (H)		m2	H	2.6	0.81	27.43			
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV	
79.81	27.43	20.17	15.3			142.71	4	79.08	
27.43	20.17	15.3	2			64.9	3	41.19	
20.17	15.3	2	2			39.47	2	29.58	
15.3	2	2	2			21.3	1	21.3	

Nota: Elaboración Propia

Figura 43

Hoja de registro - Unidad de Muestra 016

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA UPT		METODO DE EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)				
		PAVIMENTO CON SUPERFICIE ASFALTICA				
		HOJA DE REGISTRO				
NOMBRE DE VIA:	CALLE TARAPACA, OV. CUSCO-AV. PINTO	U.M.:	016			
TRAMO:	0+575 - 0+613	AREA:	229.8 M2			
EVALUADORES:	AGUIRRE Y CHAMBILLA	FECHA:	03/01/2021			
Piel de Cocodrilo (1) m2 Exudacion (2) m2 Agrietamiento en Bloque (3) m2 Abultamiento y Hundimiento (4) m2 Corrugacion (5) m2 Depresion (6) m2 Grieta de Borde (7) m2 Grieta de Reflexion de Junta (8) m2 Desnivel de Carril / Berma (9) m2		Grieta Longitudinal y Transversal (10) m Parche (11) m2 Pulimiento de Agregados (12) m2 Huecos (13) und Cruce de Via Ferrea (14) m2 Ahuellamientos (15) m2 Desplazamiento (16) m2 Grieta de Desplazamiento (17) m2 Hinchamiento (18) m2 Meteorizacion y Desmoronamiento (19) m2				
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL
Parche	m2	M	11	2		22
Parche	m2	H	3	0.3		0.9
Parche	m2	H	6	0.5		3
Parche	m2	M	6	0.5		3
Parche	m2	H	6	0.4		2.4
Parche	m2	M	6	0.3		1.8
Fisura de borde	m	H	1.9	0.3		0.57
Fisura de borde	m	H	2.3	0.3		0.69
Meteorizacion y Desmoronamiento	m2	M	9	1.5		13.5
Piel de Cocodrilo	m2	M	5.2	0.5		2.6

Nota: Elaboración Propia

Figura 44

Calculo del PCI - Unidad de Muestra 016

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES									
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT		q	
Parche (M)	m2	M	26.8	11.66	33.08	108.2		5	
Parche (H)	m2	H	6.3	2.74	29.55				
Fisura de borde (H)	m	H	1.26	0.55	8.4				
Meteorización y Desmoronamiento	m2	M	13.5	5.87	14.36				
Piel de Cocodrilo (M)	m2	M	2.6	1.13	22.81				
VALORES DEDUCIDOS					CDT	Q	CDV		
33.08	29.55	22.81	14.36	8.4	108.2	5	56.1		
29.55	22.81	14.36	8.4	2	77.12	4	43.27		
22.81	14.36	8.4	2	2	49.57	3	30.7		
14.36	8.4	2	2	2	28.76	2	21.01		
8.4	2	2	2	2	16.4	1	16.4		

Nota: Elaboración Propia

Figura 45

Hoja de registro - Unidad de Muestra 020

METODO DE EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							
PAVIMENTO CON SUPERFICIE ASFALTICA							
HOJA DE REGISTRO							
NOMBRE DE VIA:	CALLE TARAPACA, OV. CUSCO-AV. PINTO			U.M.:	020		
TRAMO:	0+728 - 0+766			AREA:	229.8 M2		
EVALUADORES:	AGUIRRE Y CHAMBILLA			FECHA:	03/01/2021		
Piel de Cocodrilo (1) m2 Exudacion (2) m2 Agrietamiento en Bloque (3) m2 Abultamiento y Hundimiento (4) m2 Corrugacion (5) m2 Depresion (6) m2 Grieta de Borde (7) m2 Grieta de Reflexion de Junta (8) m2 Desnivel de Carril / Berma (9) m2				Grieta Longitudinal y Transversal (10) m Parche (11) m2 Pulimiento de Agregados (12) m2 Huecos (13) und Cruce de Via Ferrea (14) m2 Ahuellamientos (15) m2 Desplazamiento (16) m2 Grieta de Desplazamiento (17) m2 Hinchamiento (18) m2 Meteorizacion y Desmoronamiento (19) m2			
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	
Parche	m2	M	6	0.2		1.2	
Parche	m2	H	6.5	0.6		3.9	
Parche	m2	M	6.5	0.6		3.9	
Parche	m2	M	6	0.6		3.6	
Parche	m2	H	6	0.6		3.6	
Parche	m2	M	1.6	1.3		2.08	
Piel de Cocodrilo	m2	M	19	1.3		24.7	
Bache	3	Unidad	H	0.4	0.5	0.06	0.2
Bache	1	Unidad	M	0.4	0.5	0.03	0.2
Meteorización y Desmoronamiento	m2	M	36	5.5		198	

Nota: Elaboración Propia

Figura 46

Calculo del PCI - Unidad de Muestra 020

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES									
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT		q	
Parche (M)	m2	M	10.78	4.69	21.69	175.85		6	
Parche (H)	m2	H	7.5	3.26	31.84				
Piel de Cocodrilo (M)	m	M	24.7	10.75	46.34				
Baches (M)	und	M	0.2	0.09	4.68				
Baches (H)	und	H	0.6	0.26	29.7				
Meteorización y Desmoronamiento	m2	M	198	86.16	41.6				
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV	
46.34	41.6	31.84	29.7	21.69	4.68	175.85	6	82.76	
41.6	31.84	29.7	21.69	4.68	2	131.51	5	67.76	
31.84	29.7	21.69	4.68	2	2	91.91	4	52.15	
29.7	21.69	4.68	2	2	2	62.07	3	39.35	
21.69	4.68	2	2	2	2	34.37	2	25.5	
4.68	2	2	2	3	2	15.68	1	15.68	

Nota: Elaboración Propia

Figura 47

Hoja de registro - Unidad de Muestra 024

METODO DE EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							
PAVIMENTO CON SUPERFICIE ASFALTICA							
HOJA DE REGISTRO							
NOMBRE DE VIA:	CALLE TARAPACA, OV. CUSCO-AV. PINTO			U.M.:	024		
TRAMO:	0+881 - 0+919			AREA:	229.8 M2		
EVALUADORES:	AGUIRRE Y CHAMBILLA			FECHA:	03/01/2021		
Piel de Cocodrilo (1)	m2				Grieta Longitudinal y Transversal (10)	m	
Exudacion (2)	m2				Parche (11)	m2	
Agrietamiento en Bloque (3)	m2				Pulimiento de Agregados (12)	m2	
Abultamiento y Hundimiento (4)	m2				Huecos (13)	und	
Corrugacion (5)	m2				Cruce de Via Ferrea (14)	m2	
Depresion (6)	m2				Ahuellamientos (15)	m2	
Grieta de Borde (7)	m2				Desplazamiento (16)	m2	
Grieta de Reflexion de Junta (8)	m2				Grieta de Desplazamiento (17)	m2	
Desnivel de Carril / Berma (9)	m2				Hinchamiento (18)	m2	
					Disgregacion y Desintegracion (19)	m2	
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	
Parche	m2	M	2	1.5		3	
Parche	m2	M	1.6	1.2		1.92	
Parche	m2	H	36	1		36	
Parche	m2	M	2.7	0.8		2.16	
Parche	m2	M	1.6	1.4		2.24	
Fisura de borde	m	H	3.6	0.3		1.08	
Bache	1	Unidad	H	0.4	0.5	0.2	

Nota: Elaboración Propia

Figura 48

Calculo del PCI - Unidad de Muestra 024

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES									
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT		q	
Parche (M)	m2	M	9.32	2.91	17.12	77.5		4	
Parche (H)	m2	H	36	11.25	53.94				
Fisura de borde (M)	m	M	1.08	0.34	3.32				
Bache	und	M	0.2	0.06	3.12				
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV	
53.94	17.12	3.32	3.12			77.5	4	44.75	
17.12	3.32	3.12	2			25.56	3	13.89	
3.32	3.12	2	2			10.44	2	6.96	
3.12	2	2	2			9.12	1	9.12	

Nota: Elaboración Propia

Figura 49

Hoja de registro - Unidad de Muestra 028

METODO DE EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							
PAVIMENTO CON SUPERFICIE ASFALTICA							
HOJA DE REGISTRO							
NOMBRE DE VIA:	CALLE TARAPACA, OV. CUSCO-AV. PINTO			U.M.:	028		
TRAMO:	1+034 - 1+072			AREA:	229.8 M2		
EVALUADORES:	AGUIRRE Y CHAMBILLA			FECHA:	03/01/2021		
Piel de Cocodrilo (1) m2 Exudacion (2) m2 Agrietamiento en Bloque (3) m2 Abultamiento y Hundimiento (4) m2 Corrugacion (5) m2 Depresion (6) m2 Grieta de Borde (7) m2 Grieta de Reflexion de Junta (8) m2 Desnivel de Carril / Berma (9) m2				Grieta Longitudinal y Transversal (10) m Parche (11) m2 Pulimiento de Agregados (12) m2 Huecos (13) und Cruce de Via Ferrea (14) m2 Ahuellamientos (15) m2 Desplazamiento (16) m2 Grieta de Desplazamiento (17) m2 Hinchamiento (18) m2 Meteorizacion y Desmoronamiento (19) m2			
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	
Abultamiento y Hundimiento	m2	H	3	2.5	0.06	7.5	
Parche	m2	H	38	1.5		57	
Bache	3 m2	M	0.4	0.5	0.03	0.6	
Parche	m2	M	3	0.8		2.4	
Meteorizacion y Desmoronamiento	m2	M	6	2.5		15	

Nota: Elaboración Propia

Figura 50

Calculo del PCI - Unidad de Muestra 028

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES									
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT		q	
Abultamiento y Hundimiento (H)	m2	H	7.5	3.26	51.67	159.07		5	
Parche (M)	m2	M	2.4	1.04	10.27				
Parche (H)	m2	H	57	24.80	70.19				
Bache (M)	m2	M	0.6	0.26	11.8				
Meteorizacion y Desmoronamiento	m2	M	15	6.53	15.14				
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV	
70.19	51.67	15.14	11.8	10.27		159.07	5	80.54	
51.67	15.14	11.8	10.27	2		90.88	4	51.53	
15.14	11.8	10.27	2	2		41.21	3	24.85	
11.8	10.27	2	2	2		28.07	2	20.46	
10.27	2	2	2	2		18.27	1	18.27	

Nota: Elaboración Propia

Figura 51

Hoja de registro - Unidad de Muestra 032

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA UPT		METODO DE EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)				
PAVIMENTO CON SUPERFICIE ASFALTICA						
HOJA DE REGISTRO						
NOMBRE DE VIA:	CALLE TARAPACA, OV. CUSCO-AV. PINTO	U.M.:	032			
TRAMO:	1+187 - 1+226	AREA:	229.8 M2			
EVALUADORES:	AGUIRRE Y CHAMBILLA	FECHA:	03/01/2021			
Piel de Cocodrilo (1)	m2	Grieta Longitudinal y Transversal (10)	m			
Exudacion (2)	m2	Parche (11)	m2			
Agrietamiento en Bloque (3)	m2	Pulimiento de Agregados (12)	m2			
Abultamiento y Hundimiento (4)	m2	Huecos (13)	und			
Corrugacion (5)	m2	Cruce de Via Ferrea (14)	m2			
Depresion (6)	m2	Ahuellamientos (15)	m2			
Grieta de Borde (7)	m2	Desplazamiento (16)	m2			
Grieta de Reflexion de Junta (8)	m2	Grieta de Desplazamiento (17)	m2			
Desnivel de Carril / Berma (9)	m2	Hinchamiento (18)	m2			
		Meteorizacion y Desmoronamiento (19)	m2			
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL
Parches	m2	H	1.9	1.45		2.755
Parches	m2	M	6	0.55		3.3
Parches	m2	M	2.3	2		4.6
Meteorizacion y Desmoronamiento	m2	M	10	1		10

Nota: Elaboración Propia

Figura 52

Calculo del PCI - Unidad de Muestra 032

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES									
Falla		Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT		q
Parches		m2	M	7.9	2.49	15.82	35.28		2
Parches		m2	H	2.755	0.87	19.07			
Meteorización y Desmoronamiento		m2	M	10	3.15	0.39			
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV	
19.07	15.82					35	2	26	
15.82	2					18	1	18	

Nota: Elaboración Propia

Figura 53

Hoja de registro - Unidad de Muestra 036

METODO DE EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							
PAVIMENTO CON SUPERFICIE ASFALTICA							
HOJA DE REGISTRO							
NOMBRE DE VIA:	CALLE TARAPACA, OV. CUSCO-AV. PINTO			U.M.:	036		
TRAMO:	1+341 - 1+379			AREA:	229.8 M2		
EVALUADORES:	AGUIRRE Y CHAMBILLA			FECHA:	03/01/2021		
Piel de Cocodrilo (1) m2 Exudacion (2) m2 Agrietamiento en Bloque (3) m2 Abultamiento y Hundimiento (4) m2 Corrugacion (5) m2 Depresion (6) m2 Grieta de Borde (7) m2 Grieta de Reflexion de Junta (8) m2 Desnivel de Carril / Berma (9) m2				Grieta Longitudinal y Transversal (10) m Parche (11) m2 Pulimiento de Agregados (12) m2 Huecos (13) und Cruce de Via Ferrea (14) m2 Ahuellamientos (15) m2 Desplazamiento (16) m2 Grieta de Desplazamiento (17) m2 Hinchamiento (18) m2 Meteorizacion y Desmoronamiento (19) m2			
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	
Meteorización y Desmoronamiento	m2	M	38.3	3		114.9	
Parche	m2	M	23	2		46	
Abultamiento y hundimiento	m2	M	15	1.5	0.06	22.5	
Parche	m2	H	12	1.5		18	
Bache	2m	M	0.4	0.5		0.2	

Nota: Elaboración Propia

Figura 54

Calculo del PCI - Unidad de Muestra 036

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES									
Falla		Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT		q
Meteorización y Desmoronamiento		m2	M	114.9	50.00	35.6	172.04		5
Parche (M)		m2	M	46	20.02	41.1			
Parche (H)		m3	H	18	7.83	46.08			
Abultamiento y hundimiento (M)		m2	M	22.5	9.79	41.12			
Bache (M)		Unidad	M	0.4	0.17	8.14			
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV	
46.8	41.12	41.1	35.6	8.14		172.76	5	85.83	
41.12	41.1	35.6	8.14	2		127.96	4	71.5	
41.1	35.6	8.14	2	2		88.84	3	56.25	
35.6	8.14	2	2	2		49.74	2	36.82	
8.14	2	2	2	2		16.14	1	16.14	

Nota: Elaboración Propia

Figura 55

Hoja de registro - Unidad de Muestra 040

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA UPT		METODO DE EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)					
PAVIMENTO CON SUPERFICIE ASFALTICA						HOJA DE REGISTRO	
NOMBRE DE VIA:		CALLE TARAPACA, OV. CUSCO-AV. PINTO		U.M.:	040		
TRAMO:		1+494 - 1+532		AREA:	229.8 M2		
EVALUADORES:		AGUIRRE Y CHAMBILLA		FECHA:	03/01/2021		
Piel de Cocodrilo (1)	m2	Grieta Longitudinal y Transversal (10)	m				
Exudacion (2)	m2	Parche (11)	m2				
Agrietamiento en Bloque (3)	m2	Pulimiento de Agregados (12)	m2				
Abultamiento y Hundimiento (4)	m2	Huecos (13)	und				
Corrugacion (5)	m2	Cruce de Via Ferrea (14)	m2				
Depresion (6)	m2	Ahuellamientos (15)	m2				
Grieta de Borde (7)	m2	Desplazamiento (16)	m2				
Grieta de Reflexion de Junta (8)	m2	Grieta de Desplazamiento (17)	m2				
Desnivel de Carril / Berma (9)	m2	Hinchamiento (18)	m2				
		Meteorización y Desmoronamiento (19)	m2				
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	
Meteorización y Desmoronamiento	m2	M	30	1.5		45	

Nota: Elaboración Propia

Figura 56


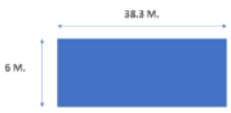
Calculo del PCI - Unidad de Muestra 040

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
Meteorización y Desmoronamiento	m2	M	45	19.58	25.04	25.04	1
VALORES DEDUCIDOS					CDT	Q	CDV
25.04					25.04	1	25.04

Nota: Elaboración Propia

Figura 57

Hoja de registro - Unidad de Muestra 044

		METODO DE EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)				
		PAVIMENTO CON SUPERFICIE ASFALTICA				
		HOJA DE REGISTRO				
NOMBRE DE VIA:	CALLE TARAPACA, OV. CUSCO-AV. PINTO	U.M.:	044			
TRAMO:	1+647 - 1+685	AREA:	229.8 M2			
EVALUADORES:	AGUIRRE Y CHAMBILLA	FECHA:	03/01/2021			
Piel de Cocodrilo (1)	m2	Grieta Longitudinal y Transversal (10)	m			
Exudacion (2)	m2	Parche (11)	m2			
Agrietamiento en Bloque (3)	m2	Pulimiento de Agregados (12)	m2			
Abultamiento y Hundimiento (4)	m2	Huecos (13)	und			
Corrugacion (5)	m2	Cruce de Via Ferrea (14)	m2			
Depresion (6)	m2	Ahuellamientos (15)	m2			
Grieta de Borde (7)	m2	Desplazamiento (16)	m2			
Grieta de Reflexion de Junta (8)	m2	Grieta de Desplazamiento (17)	m2			
Desnivel de Carril / Berma (9)	m2	Hinchamiento (18)	m2			
		Meteorización y Desmoronamiento (19)	m2			
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL
Meteorización y Desmoronamiento	m2	M	20	6		120
Abultamiento y Hundimiento	m	H	1	6	0.06	6
Abultamiento y Hundimiento	m	M	3	0.5	0.015	1.5
Meteorización y Desmoronamiento	m2	H	18	6		108

Nota: Elaboración Propia

Figura 58


Calculo del PCI - Unidad de Muestra 044

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES									
Falla		Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT		q
Abultamiento y Hundimiento		m2	H	6	2.61	48.28	106.19		4
Abultamiento y Hundimiento		m2	M	1.5	0.65	9.7			
Meteorizacion y Desmoronamiento		m2	H	108	47.00	12.17			
Meteorizacion y Desmoronamiento		m2	M	120	52.22	36.04			
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV	
48.28	36.04	12.17	9.7			106.19	4	60.1	
36.04	12.17	9.7	2			59.91	3	37.94	
12.17	9.7	2	2			25.87	2	18.7	
9.7	2	2	2			15.7	1	15.7	

Nota: Elaboración Propia

Figura 59

Hoja de registro - Unidad de Muestra 048

METODO DE EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						
PAVIMENTO CON SUPERFICIE ASFALTICA						
HOJA DE REGISTRO						
NOMBRE DE VIA:	CALLE TARAPACA, OV. CUSCO-AV. PINTO			U.M.:	048	
TRAMO:	1+800 - 1+838			AREA:	229.8 M2	
EVALUADORES:	AGUIRRE Y CHAMBILLA			FECHA:	03/01/2021	
						
Piel de Cocodrilo (1)	m2			Grieta Longitudinal y Transversal (10)	m	
Exudacion (2)	m2			Parche (11)	m2	
Agrietamiento en Bloque (3)	m2			Pulimiento de Agregados (12)	m2	
Abultamiento y Hundimiento (4)	m2			Huecos (13)	und	
Corrugacion (5)	m2			Cruce de Via Ferrea (14)	m2	
Depresion (6)	m2			Ahuellamientos (15)	m2	
Grieta de Borde (7)	m2			Desplazamiento (16)	m2	
Grieta de Reflexion de Junta (8)	m2			Grieta de Desplazamiento (17)	m2	
Desnivel de Carril / Berma (9)	m2			Hinchamiento (18)	m2	
				Meteorizacion y Desmoronamiento (19)	m2	
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL
Parche	m2	M	2	0.5		1
Meteorizacion y Desmoronamiento	m2	M	36	5.5		198

Nota: Elaboración Propia

Figura 60

Calculo del PCI - Unidad de Muestra 048

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
Parche	m2	M	1	0.44	6.28	47.88	2
Meteorizacion y Desmoronamiento	m2	M	198	86.16	41.6		
VALORES DEDUCIDOS					CDT	Q	CDV
41.6	6.28				47.88	2	35.52
6.28	2				8.28	1	8.28

Nota: Elaboración Propia

Figura 61

Hoja de registro - Unidad de Muestra 052

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA UPT		METODO DE EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)				
		PAVIMENTO CON SUPERFICIE ASFALTICA				
		HOJA DE REGISTRO				
NOMBRE DE VIA:	CALLE TARAPACA, OV. CUSCO-AV. PINTO	U.M.:	052			
TRAMO:	1+953 - 1+992	AREA:	229.8 M2			
EVALUADORES:	AGUIRRE Y CHAMBILLA	FECHA:	03/01/2021			
Piel de Cocodrilo (1)	m2	Grieta Longitudinal y Transversal (10)	m			
Exudacion (2)	m2	Parche (11)	m2			
Agrietamiento en Bloque (3)	m2	Pulimiento de Agregados (12)	m2			
Abultamiento y Hundimiento (4)	m2	Huecos (13)	und			
Corrugacion (5)	m2	Cruce de Via Ferrea (14)	m2			
Depresion (6)	m2	Ahuellamientos (15)	m2			
Grieta de Borde (7)	m2	Desplazamiento (16)	m2			
Grieta de Reflexion de Junta (8)	m2	Grieta de Desplazamiento (17)	m2			
Desnivel de Carril / Berma (9)	m2	Hinchamiento (18)	m2			
		Meteorizacion y Desmoronamiento (19)	m2			
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL
Meteorizacion y Desmoronamiento	m2	M	30	2		60
Fisuramiento en borde	m	H	2.2	0.3	0.05	0.66

Nota: Elaboración Propia

Figura 62

Calculo del PCI - Unidad de Muestra 052

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
Fisuramiento en borde	m	H	2.2	0.96	9.12	37.23	2
Meteorizacion y Desmoronamiento	m ²	M	60	26.11	28.11		
VALORES DEDUCIDOS					CDT	Q	CDV
28.11	9.12				37.23	2	27.78
9.12	2				11.12	1	11.12

Nota: Elaboración Propia

Figura 63

Hoja de registro - Unidad de Muestra 056

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA UPT		METODO DE EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)				
		PAVIMENTO CON SUPERFICIE ASFALTICA				
		HOJA DE REGISTRO				
NOMBRE DE VIA:	CALLE TARAPACA, OV. CUSCO-AV. PINTO	U.M.:	056			
TRAMO:	2+107 - 2+145	AREA:	229.8 M ²			
EVALUADORES:	AGUIRRE Y CHAMBILLA	FECHA:	03/01/2021			
Piel de Cocodrilo (1)	m ²	Grieta Longitudinal y Transversal (10)	m			
Exudacion (2)	m ²	Parche (11)	m ²			
Agrietamiento en Bloque (3)	m ²	Pulimiento de Agregados (12)	m ²			
Abultamiento y Hundimiento (4)	m ²	Huecos (13)	und			
Corrugacion (5)	m ²	Cruce de Via Ferrea (14)	m ²			
Depresion (6)	m ²	Ahuellamientos (15)	m ²			
Grieta de Borde (7)	m ²	Desplazamiento (16)	m ²			
Grieta de Reflexion de Junta (8)	m ²	Grieta de Desplazamiento (17)	m ²			
Desnivel de Carril / Berma (9)	m ²	Hinchamiento (18)	m ²			
		Meteorizacion y Desmoronamiento (19)	m ²			
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL
Parche	m ²	M	7	2.1		14.7
Meteorizacion y Desmoronamiento	m ²	M	38.3	5.6		214.48
Fisuramiento en borde	m	H	8	0.2	0.05	1.6

Nota: Elaboración Propia

Figura 64



Calculo del PCI - Unidad de Muestra 056

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES									
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT		q	
Fisuramiento en borde	m	H	1.6	0.70	5.8	73.66		3	
Meteorizacion y Desmoronamiento	m2	M	214.48	93.33	42.5				
Parche	m2	M	14.7	6.40	25.36				
VALORES DEDUCIDOS					CDT	Q	CDV		
42.5	25.36	5.8			73.66	3	46.7		
25.36	5.8	2			33.16	2	24.53		
5.8	2	2			9.8	1	9.8		

Nota: Elaboración Propia

Figura 65

Hoja de registro - Unidad de Muestra 060

		METODO DE EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)				
		PAVIMENTO CON SUPERFICIE ASFALTICA				
		HOJA DE REGISTRO				
NOMBRE DE VIA:	CALLE TARAPACA, OV. CUSCO-AV. PINTO	U.M.:	060			
TRAMO:	2+260 - 2+298	AREA:	229.8 M2			
EVALUADORES:	AGUIRRE Y CHAMBILLA	FECHA:	03/01/2021			
Piel de Cocodrilo (1)	m2	Grieta Longitudinal y Transversal (10)	m			
Exudacion (2)	m2	Parche (11)	m2			
Agrietamiento en Bloque (3)	m2	Pulimiento de Agregados (12)	m2			
Abultamiento y Hundimiento (4)	m2	Huecos (13)	und			
Corrugacion (5)	m2	Cruce de Via Ferrea (14)	m2			
Depresion (6)	m2	Ahuellamientos (15)	m2			
Grieta de Borde (7)	m2	Desplazamiento (16)	m2			
Grieta de Reflexion de Junta (8)	m2	Grieta de Desplazamiento (17)	m2			
Desnivel de Carril / Berma (9)	m2	Hinchamiento (18)	m2			
		Meteorizacion y Desmoronamiento (19)	m2			
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL
Parche	m2	M	7.5	2		15
Meteorizacion y Desmoronamiento	m2	M	38.3	5.5		210.65

Nota: Elaboración Propia

Figura 66

Calculo del PCI - Unidad de Muestra 060

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
Parche	m2	M	15	6.53	25.61	67.91	2
Meteorizacion y Desmoronamiento	m2	M	210.65	91.67	42.3		
VALORES DEDUCIDOS					CDT	Q	CDV
42.3	25.61				67.91	2	49.54
25.61	2				27.61	1	27.61

Nota: Elaboración Propia

Figura 67

Hoja de registro - Unidad de Muestra 064

METODO DE EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							
PAVIMENTO CON SUPERFICIE ASFALTICA							
HOJA DE REGISTRO							
NOMBRE DE VIA:	CALLE TARAPACA, OV. CUSCO-AV. PINTO			U.M.:	064		
TRAMO:	2+413 - 2+451			AREA:	229.8 M2		
EVALUADORES:	AGUIRRE Y CHAMBILLA			FECHA:	03/01/2021		
Piel de Cocodrilo (1) m2 Exudacion (2) m2 Agrietamiento en Bloque (3) m2 Abultamiento y Hundimiento (4) m2 Corrugacion (5) m2 Depresion (6) m2 Grieta de Borde (7) m2 Grieta de Reflexion de Junta (8) m2 Desnivel de Carril / Berma (9) m2				Grieta Longitudinal y Transversal (10) m Parche (11) m2 Pulimiento de Agregados (12) m2 Huecos (13) und Cruce de Via Ferrea (14) m2 Ahuellamientos (15) m2 Desplazamiento (16) m2 Grieta de Desplazamiento (17) m2 Hinchamiento (18) m2 Meteorizacion y Desmoronamiento (19) m2			
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	
Desplazamiento	m2	M	8.9	2		17.8	
Desplazamiento	m2	M	8	2.1		16.8	
Meteorizacion y Desmoronamiento	m2	M	28.3	1.7		48.11	

Nota: Elaboración Propia

Figura 68

Calculo del PCI - Unidad de Muestra 064

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
Desplazamiento	m2	M	34.6	15.06	43.27	69	2
Meteorizacion y Desmoronamiento	m2	M	48.11	20.94	25.73		
VALORES DEDUCIDOS					CDT	Q	CDV
43.27	25.73				69	2	50.3
25.73	2				27.73	1	27.73

Nota: Elaboración Propia

4.1.3 Resumen de resultados utilizando el método pci.

En la tabla 5 podemos observar un resumen de los datos obtenidos usando la metodología PCI en la Av. Tarapacá tramo Ov. Cuzco – Av. Pinto

Tabla 5

Resumen de los resultados del Índices de Condición de Pavimento

Calle Tarapaca, ov. Cusco-av. Pinto				
Unidad	Progresiva	Area	PCI	Condición
004	0+115 - 0+153	229.8 M2	61	Regular
008	0+268 - 0+306	229.8 M2	6.01	Fallado
012	0+421 - 0+460	229.8 M2	20.92	Muy Malo
016	0+575 - 0+613	229.8 M2	43.9	Regular
020	0+728 - 0+766	229.8 M2	17.24	Muy Malo
024	0+881 - 0+919	229.8 M2	55.25	Bueno
028	1+034 - 1+072	229.8 M2	19.46	Muy Malo
032	1+187 - 1+226	229.8 M2	74	Muy Bueno
036	1+341 - 1+379	229.8 M2	14.17	Muy Malo
040	1+494 - 1+532	229.8 M2	74.96	Muy Bueno
044	1+647 - 1+685	229.8 M2	39.9	Malo
048	1+800 - 1+838	229.8 M2	64.48	Bueno
052	1+953 - 1+992	229.8 M2	88.88	Excelente
056	2+107 - 2+145	229.8 M2	53.3	Regular
060	2+260 - 2+298	229.8 M2	50.46	Regular
064	2+413 - 2+451	229.8 M2	49.7	Regular
Promedio	0+000 - 2+451	14706 M2	46	Regular

Nota: Elaboración Propia

4.2 Resultado aplicando método merlín

4.2.1 Resultados del método iri

Figura 69

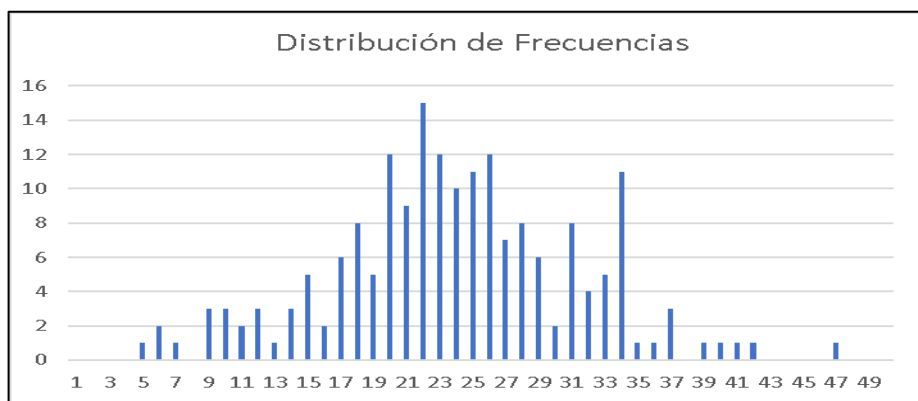
Datos de campo para la medición de la rugosidad, carril derecho – 01

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO DE MERLIN (TRAMO CALLE TARAPACA DESDE OV. CUSCO - AV. GUSTAVO PINTO)											
MUESTRA:		CARPETA ASFALTICA - LADO DERECHO					PROGRESIVA INICIAL: 0+000				
LONGITUD:		400m					PROGRESIVA FINAL: 0+400				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	34	26	25	19	28	26	25	24	1	10	TIPO DE PAVIMENTO AFIRMADO <input type="checkbox"/> BASE GRANULAR <input type="checkbox"/> BASE IMPRIMIDA <input type="checkbox"/> CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/> x CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/> RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/> SELLO <input type="checkbox"/> TRAT. BI CAPA <input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>
2	15	24	27	1	26	20	18	34	12	29	
3	22	22	20	1	21	21	22	20	37	22	
4	40	27	23	11	29	39	25	29	12	17	
5	10	22	26	28	31	14	34	25	32	1	
6	34	25	23	16	17	28	6	13	1	37	
7	28	19	22	29	18	24	23	20	34	12	
8	31	25	26	14	31	22	22	31	9	32	
9	21	16	24	22	23	17	15	33	47	18	
10	27	32	26	22	21	33	23	26	34	28	
11	24	50+	25	42	24	17	31	22	28	27	
12	23	20	19	7	18	35	20	50+	14	20	
13	22	31	23	29	17	6	22	1	34	34	
14	24	24	25	33	21	50+	28	26	15	1	
15	25	23	20	31	20	21	37	36	33	23	
16	20	18	24	30	18	28	26	9	18	29	
17	21	26	26	23	24	1	33	25	20	20	
18	9	19	23	22	30	34	27	5	34	27	
19	1	26	27	10	21	23	17	19	50+	18	
20	25	22	34	32	11	21	41	31	15	15	

Nota: Elaboración Propia

Figura 70

Distribución de frecuencias Carril Derecho - 01



Nota: Elaboración Propia

Figura 72

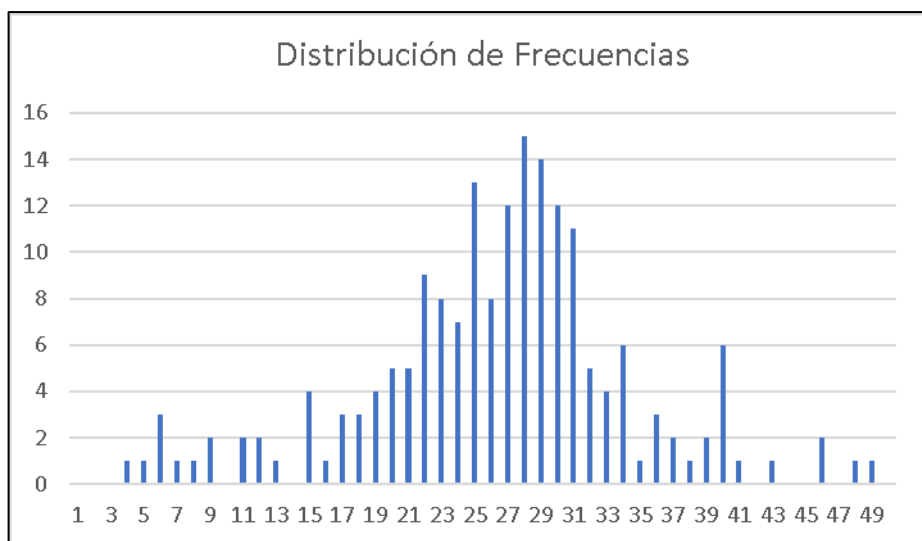
Datos de campo para la medición de la rugosidad, carril derecho - 02

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO DE MERLIN (TRAMO CALLE TARAPACA DESDE OV. CUSCO - AV. GUSTAVO PINTO)											
MUESTRA:		CARPETA ASFALTICA - LADO DERECHO					PROGRESIVA INICIAL 0+400				
LONGITUD:		400m					PROGRESIVA FINAL: 0+800				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	25	23	27	21	17	26	15	30	29	18	TIPO DE PAVIMENTO
2	21	5	32	25	29	23	22	19	17	1	AFIRMADO <input type="checkbox"/>
3	21	19	42	31	20	24	26	33	12	27	BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>
4	10	30	45	38	22	22	24	11	28	25	BASE IMPRIMIDA <input type="checkbox"/>
5	15	13	35	27	25	27	24	45	17	42	CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/>
6	11	36	26	2	20	23	22	11	31	34	CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
7	21	26	27	15	22	29	26	19	22	21	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
8	24	34	32	23	28	20	23	46	23	24	SELLO <input type="checkbox"/>
9	30	12	29	29	26	27	21	1	23	22	TRAT. BI CAPA <input type="checkbox"/>
10	25	1	40	21	20	19	17	32	23	21	OTROS <input type="checkbox"/>
11	28	39	24	26	21	20	30	32	23	22	
12	5	11	14	22	21	29	20	25	29	18	
13	15	33	28	26	26	29	11	31	28	26	
14	18	31	29	25	23	20	21	1	18	29	
15	25	22	16	26	24	20	21	47	23	23	
16	26	50+	31	19	23	24	24	20	36	17	
17	44	34	26	30	24	20	33	23	30	21	
18	1	22	27	14	23	11	26	43	22	28	
19	45	36	28	17	24	22	8	28	24	3	
20	20	23	17	18	22	27	39	36	40	25	

Nota: Elaboración Propia

Figura 73

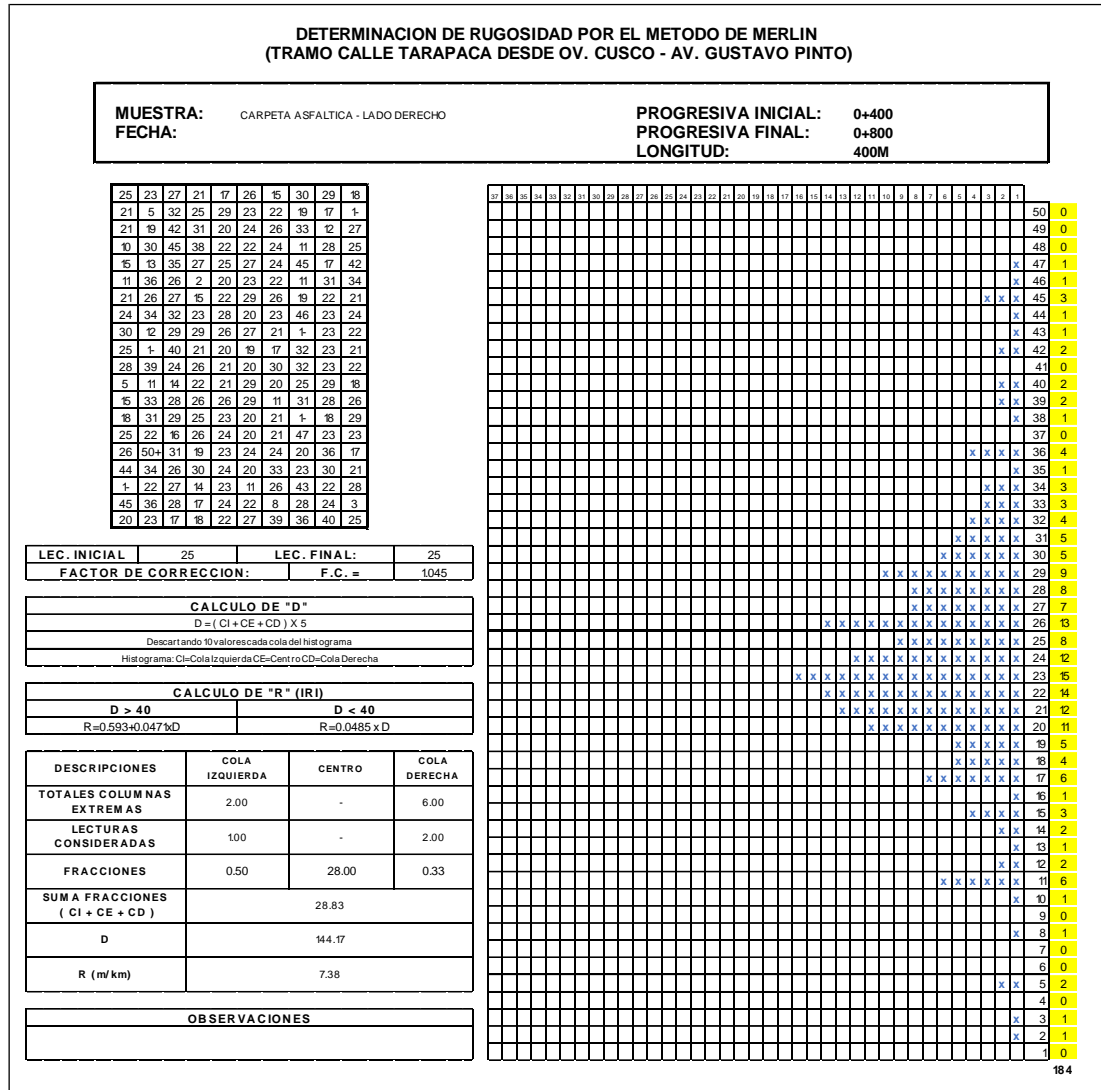
Distribución de frecuencias Carril Derecho - 02



Nota: Elaboración Propia

Figura 74

Resultado del IRI – Carril derecho – 02



Nota: Elaboración Propia

Figura 75

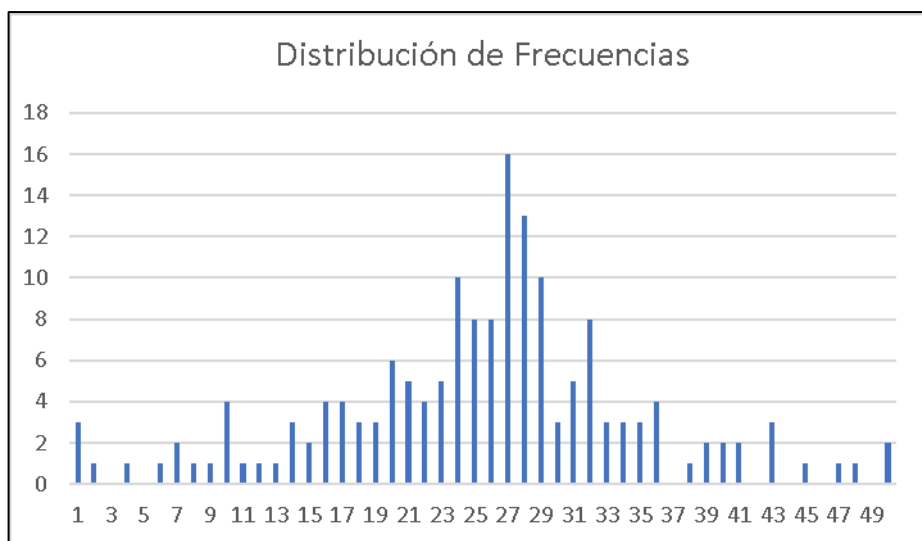
Datos de campo para la medición de la rugosidad, carril derecho - 03

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO DE MERLIN (TRAMO CALLE TARAPACA DESDE OV. CUSCO - AV. GUSTAVO PINTO)											
MUESTRA:		CARPETA ASFALTICA - LADO DERECHO					PROGRESIVA INICIAL 0+800				
LONGITUD:		400m					PROGRESIVA FINAL: 1+200				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	21	27	38	49	22	34	3	26	20	25	TIPO DE PAVIMENTO
2	23	50+	24	8	28	28	22	23	24	33	AFIRMADO <input type="checkbox"/>
3	25	40	41	35	16	25	26	3	27	30	BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>
4	24	49	22	29	27	21	32	24	20	8	BASE IMPRIMIDA <input type="checkbox"/>
5	25	4	50+	42	50+	1-	17	19	28	24	CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/>
6	11	31	50+	12	24	50+	24	23	23	15	CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
7	29	18	37	41	19	37	24	27	33	27	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
8	34	38	35	1-	31	35	22	22	23	35	SELLO <input type="checkbox"/>
9	32	29	1-	1-	39	19	27	19	8	20	TRAT. BI CAPA <input type="checkbox"/>
10	25	50	17	50+	22	11	24	12	30	31	OTROS <input type="checkbox"/>
11	19	23	18	50+	1-	44	24	1-	50+	22	
12	24	1-	19	1-	36	41	21	30	50+	19	
13	23	34	16	10	1-	23	25	369	41	23	
14	27	37	50	36	26	15	27	32	1	43	
15	18	31	23	16	30	50+	21	22	26	10	
16	22	1	30	27	47	34	20	28	24	15	
17	23	45	15	31	13	29	22	25	44	22	
18	24	1-	1-	6	24	20	23	24	50	26	
19	28	17	50+	33	19	31	24	25	34	20	
20	27	26	50+	23	25	26	26	27	50+	26	

Nota: Elaboración Propia

Figura 76

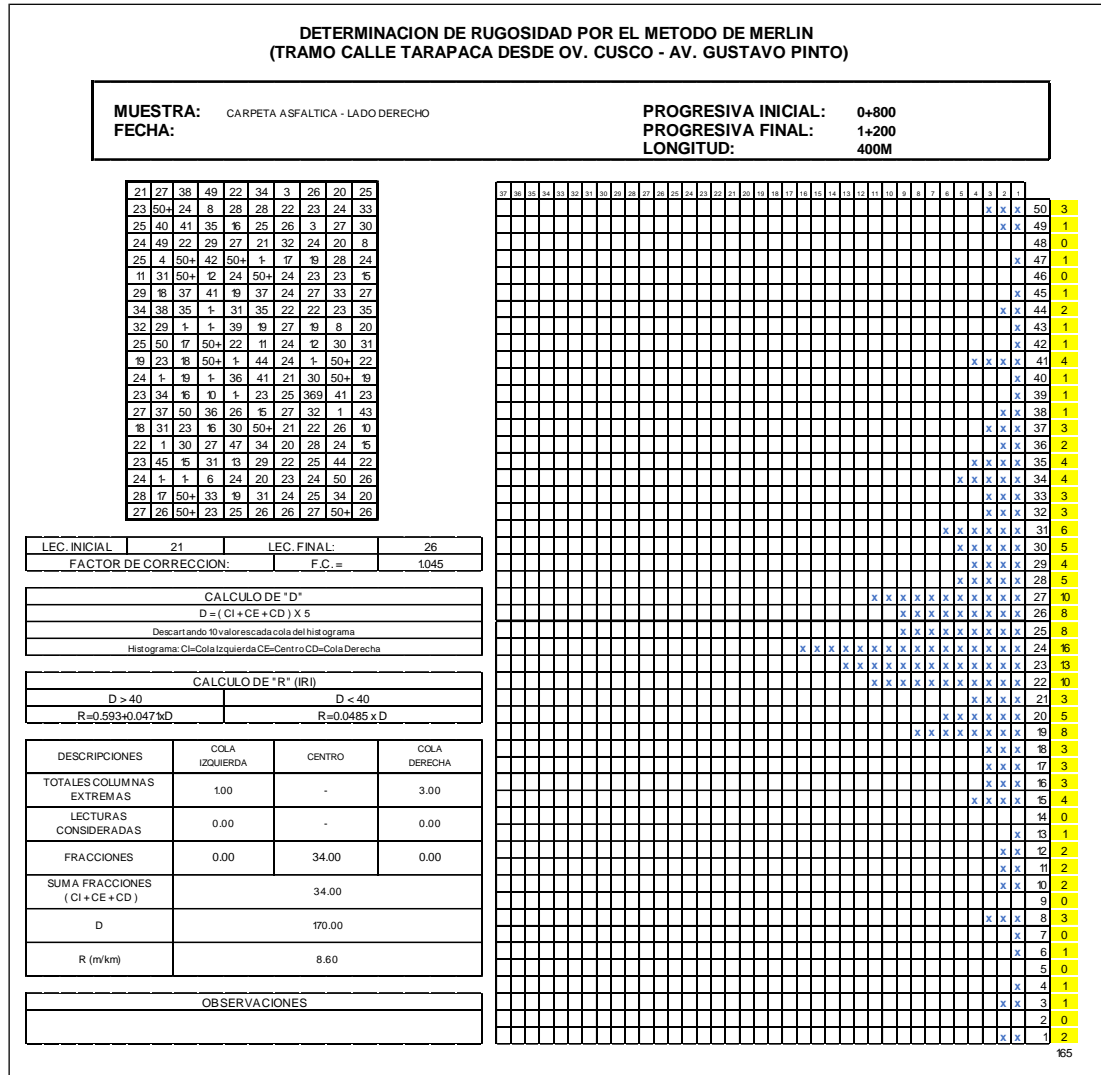
Distribución de frecuencias Carril Derecho - 03



Nota: Elaboración Propia

Figura 77

Resultado del IRI – Carril derecho – 03



Nota: Elaboración Propia

Figura 78

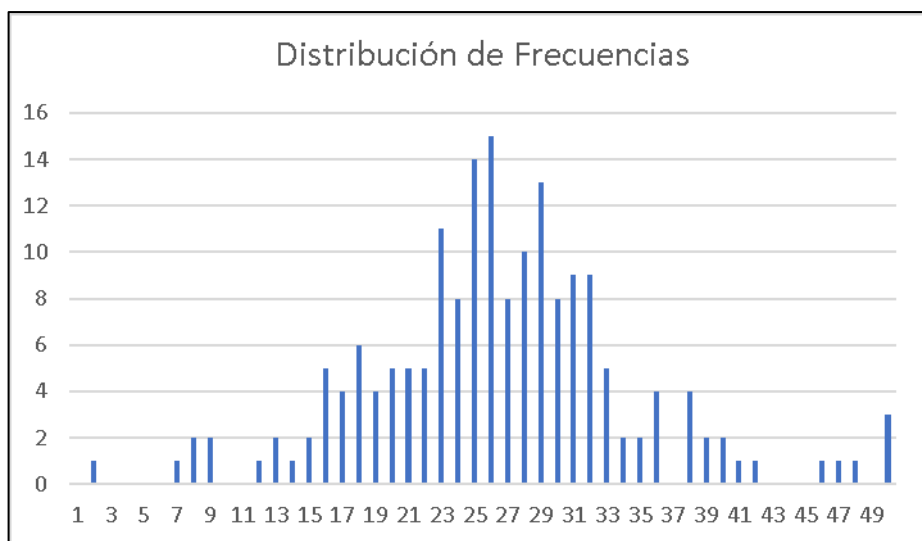
Datos de campo para la medición de la rugosidad, carril derecho - 04

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO DE MERLIN (TRAMO CALLE TARAPACA DESDE OV. CUSCO - AV. GUSTAVO PINTO)											
MUESTRA:	CARPETA ASFALTICA - LADO DERECHO					PROGRESIVA INICIAL 1+200					
LONGITUD:	400m					PROGRESIVA FINAL: 1+600					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	12	23	31	5	48	23	17	37	13	33	TIPO DE PAVIMENTO
2	17	49	23	-1	25	10	26	22	43	22	AFIRMADO <input type="checkbox"/>
3	44	31	34	24	19	28	20	26	16	20	BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>
4	28	-1	28	20	15	20	31	11	23	20	BASE IMPRIMIDA <input type="checkbox"/>
5	29	35	4	38	9	23	26	25	15	27	CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/>
6	-1	32	30	42	43	22	23	25	28	24	CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
7	38	-1	35	30	1	28	19	26	30	22	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
8	-1	15	24	23	11	28	18	5	26	27	SELLO <input type="checkbox"/>
9	1	18	28	-1	18	31	24	24	26	19	TRAT. BI CAPA <input type="checkbox"/>
10	3	17	-1	37	20	22	19	19	22	29	OTROS <input type="checkbox"/>
11	39	27	29	15	34	20	26	25	22	26	
12	13	28	33	34	34	25	27	27	23	21	
13	31	31	22	32	19	22	25	35	16	26	
14	33	26	27	23	23	22	27	21	33	25	
15	-1	26	19	22	25	25	18	24	25	21	
16	35	25	25	23	13	20	21	1	30	25	
17	20	36	25	13	21	22	28	33	26	-1	
18	33	36	24	12	22	30	42	21	35	28	
19	13	24	28	25	29	19	26	29	32	27	
20	12	33	19	50+	21	26	21	32	18	23	

Nota: Elaboración Propia

Figura 79

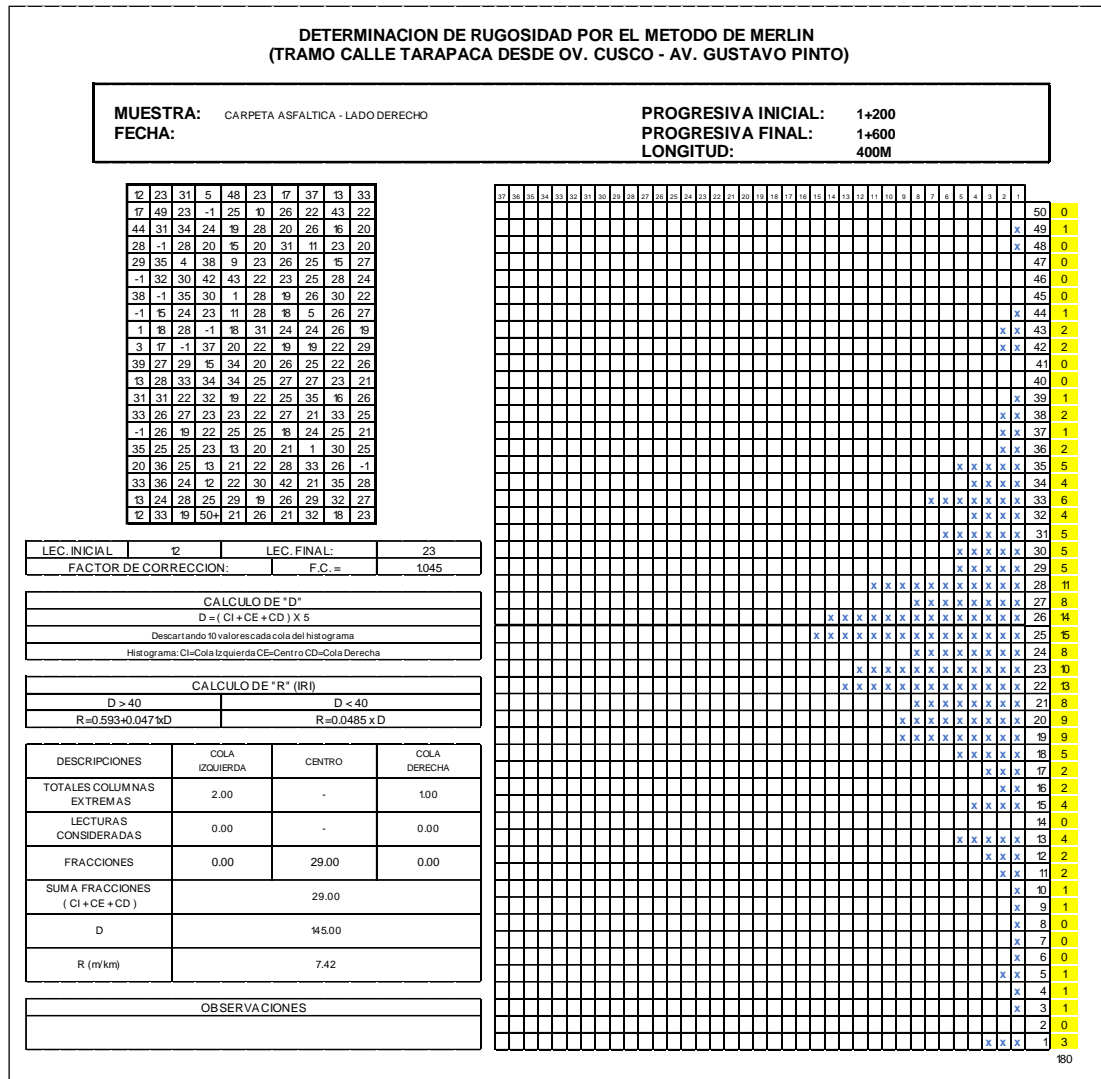
Distribución de frecuencias Carril Derecho - 04



Nota: Elaboración Propia

Figura 80

Resultado del IRI – Carril derecho – 04



Nota: Elaboración Propia

Figura 81

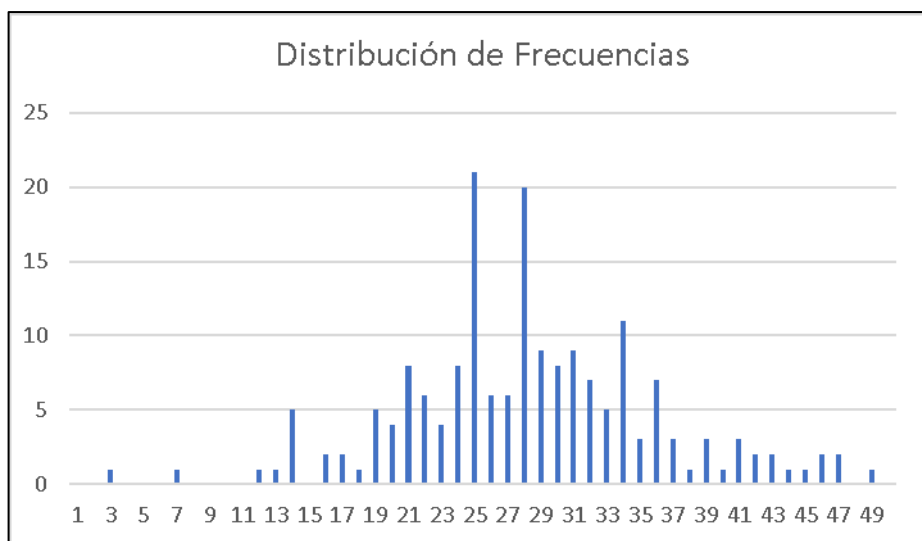
Datos de campo para la medición de la rugosidad, carril derecho – 05

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO DE MERLIN (TRAMO CALLE TARAPACA DESDE OV. CUSCO - AV. GUSTAVO PINTO)											
MUESTRA:		CARPETA ASFALTICA - LADO DERECHO					PROGRESIVA INICIAL 1+600				
LONGITUD:		400m					PROGRESIVA FINAL: 2+000				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	25	23	28	32	23	29	25	24	-1	18	TIPO DE PAVIMENTO
2	26	18	24	34	10	24	27	23	17	19	AFIRMADO <input type="checkbox"/>
3	22	29	21	31	29	35	10	26	2	31	BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>
4	31	21	15	5	26	19	37	25	37	17	BASE IMPRIMIDA <input type="checkbox"/>
5	24	12	23	14	21	-1	26	22	-1	28	CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/>
6	9	30	20	29	21	11	27	26	10	23	CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
7	17	20	19	17	26	15	44	26	15	22	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
8	19	27	26	7	32	37	25	22	16	26	SELLO <input type="checkbox"/>
9	28	32	27	23	26	4	21	23	26	27	TRAT. BI CAPA <input type="checkbox"/>
10	12	16	20	30	15	22	23	24	5	22	OTROS <input type="checkbox"/>
11	32	16	21	13	6	-1	20	23	50+	24	
12	17	20	26	48	17	23	27	21	14	23	
13	30	50+	18	23	20	24	15	19	31	30	
14	15	50+	20	19	30	30	29	20	17	17	
15	17	33	34	19	23	9	39	27	18	26	
16	37	8	26	23	28	23	8	14	26	32	
17	21	26	22	23	17	18	23	26	18	22	
18	30	25	37	22	23	26	17	28	25	25	
19	27	26	-1	23	38	32	25	29	23	23	
20	23	4	29	30	20	35	12	15	26	26	

Nota: Elaboración Propia

Figura 82

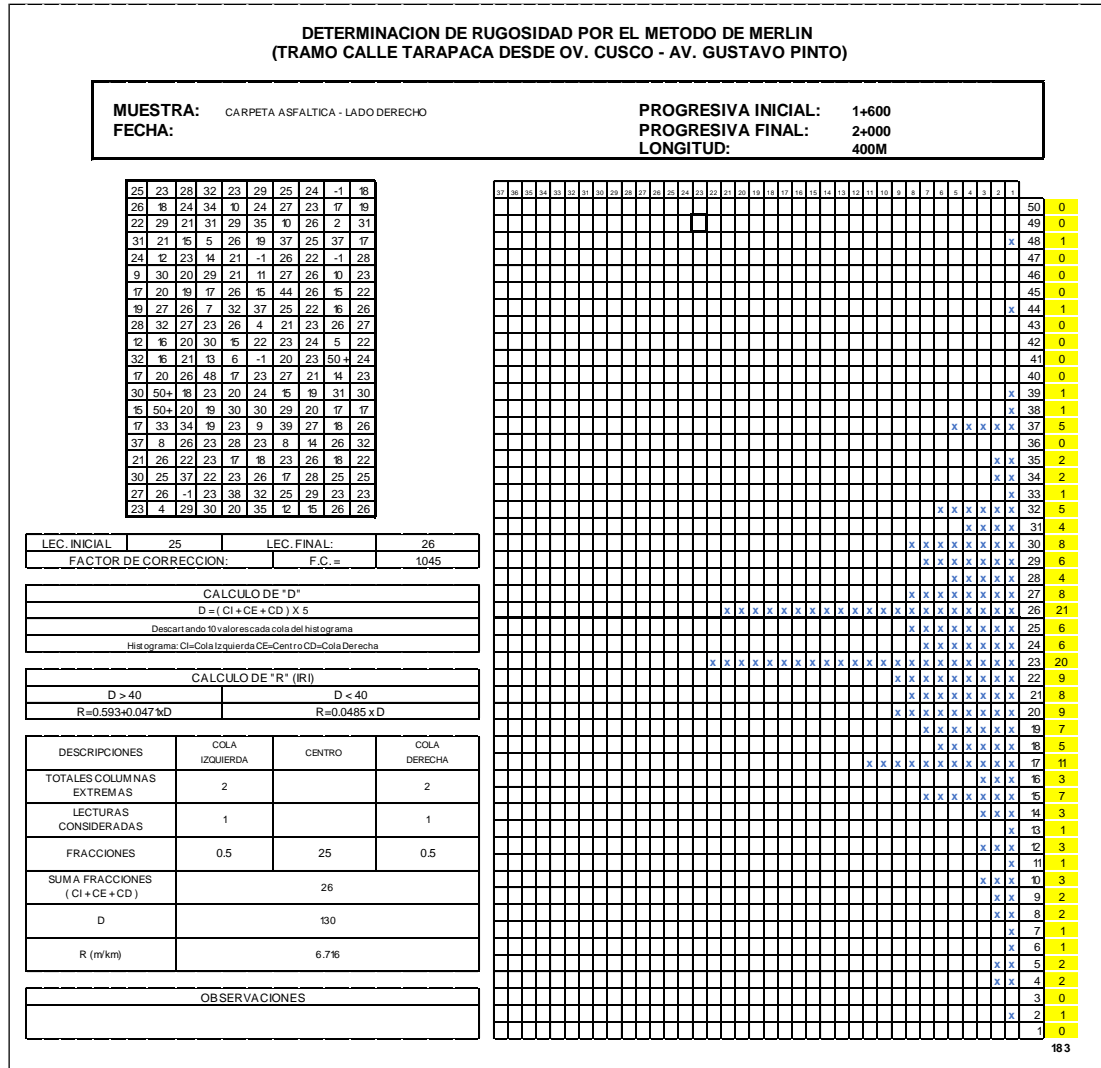
Distribución de frecuencias Carril Derecho - 05



Nota: Elaboración Propia

Figura 83

Resultado del IRI – Carril derecho – 05



Nota: Elaboración Propia

Figura 84

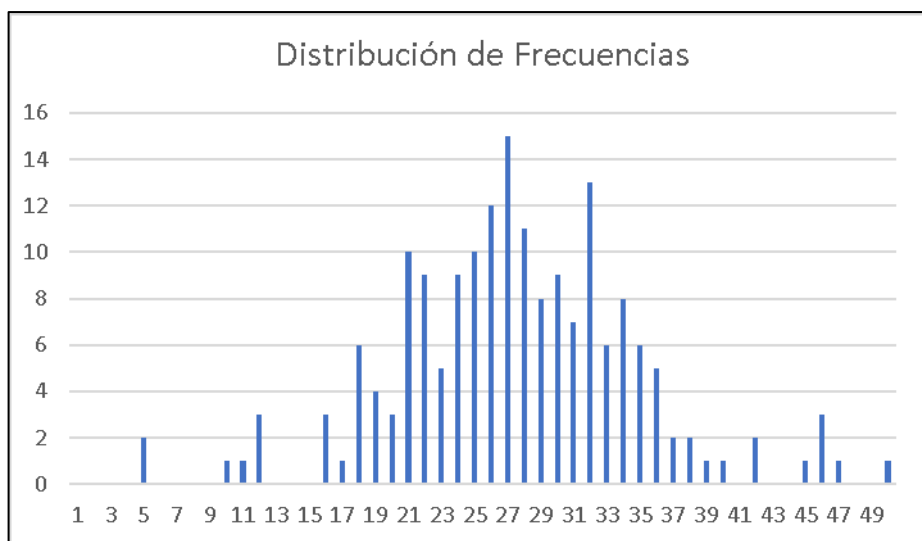
Datos de campo para la medición de la rugosidad, carril derecho - 06

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO DE MERLIN (TRAMO CALLE TARAPACA DESDE OV. CUSCO - AV. GUSTAVO PINTO)											
MUESTRA:		CARPETA ASFALTICA - LADO DERECHO					PROGRESIVA INICIAL 2+000				
LONGITUD:		400m					PROGRESIVA FINAL: 2+400				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	21	26	27	16	25	21	21	19	31	44	TIPO DE PAVIMENTO
2	29	26	23	16	28	23	19	16	4	24	AFIRMADO <input type="checkbox"/>
3	24	27	19	25	24	25	17	20	9	20	BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>
4	21	23	26	29	27	22	24	33	29	6	BASE IMPRIMIDA <input type="checkbox"/>
5	32	17	-1	21	19	20	19	5	50+	5	CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/>
6	50+	26	30	30	25	18	26	18	32	30	CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
7	14	21	23	18	26	23	31	30	46	16	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
8	39	25	22	34	33	25	30	18	-1	5	SELLO <input type="checkbox"/>
9	16	21	25	50+	18	35	21	50+	17	24	TRAT. BI CAPA <input type="checkbox"/>
10	29	16	27	33	22	17	30	29	35	11	OTROS <input type="checkbox"/>
11	33	12	17	27	33	24	18	39	24	19	
12	23	20	28	23	17	30	20	20	46	24	
13	25	19	24	9	16	33	24	19	40	30	
14	24	15	19	16	23	25	22	32	24	19	
15	31	16	1	22	19	25	17	41	-1	21	
16	22	29	28	32	24	27	25	21	39	26	
17	29	25	26	26	30	23	29	27	29	30	
18	28	21	23	27	26	22	23	50+	22	17	
19	16	35	24	24	31	19	19	16	19	28	
20	26	21	20	18	25	14	27	-1	19	27	

Nota: Elaboración Propia

Figura 85

Distribución de frecuencias Carril Derecho - 06



Nota: Elaboración Propia

Figura 87

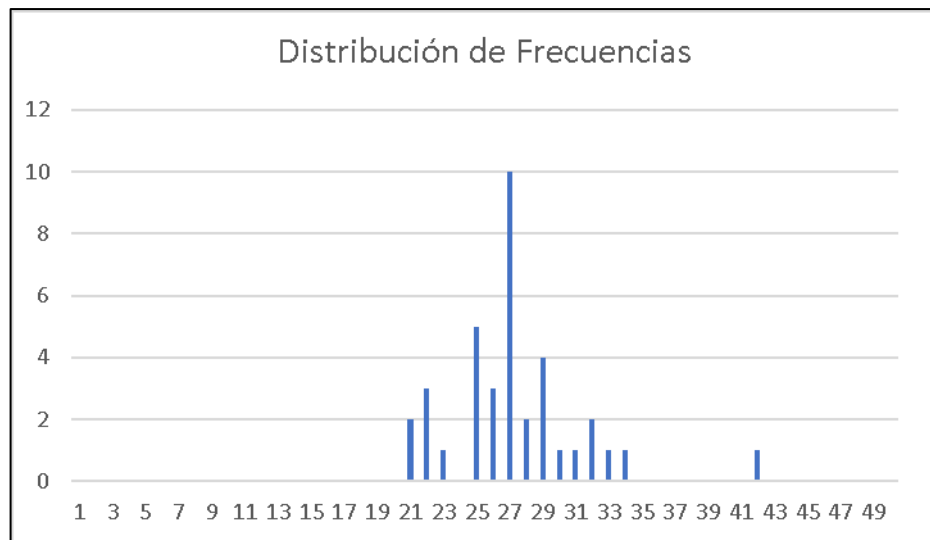
Datos de campo para la medición de la rugosidad, carril derecho - 07

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO DE MERLIN (TRAMO CALLE TARAPACA DESDE OV. CUSCO - AV. GUSTAVO PINTO)											
MUESTRA:		CARPETA ASFALTICA - LADO DERECHO					PROGRESIVA INICIAL 2+400				
LONGITUD:		400m					PROGRESIVA FINAL: 2+440				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	24	25									TIPO DE PAVIMENTO
2	26	24									AFIRMADO <input type="checkbox"/>
3	19	24									BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>
4	18	24									BASE IMPRIMIDA <input type="checkbox"/>
5	-1	29									CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/>
6	9	25									CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
7	24	24									RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
8	30	30									SELLO <input type="checkbox"/>
9	19	23									TRAT. BI CAPA <input type="checkbox"/>
10	24	22									OTROS <input type="checkbox"/>
11	26	22									
12	21	20									
13	22	25									
14	26	22									
15	17	24									
16	24	24									
17	23	25									
18	28	24									
19	26	26									
20	29	29									

Nota: Elaboración Propia

Figura 88

Distribución de frecuencias Carril Derecho - 07



Nota: Elaboración Propia

Figura 90

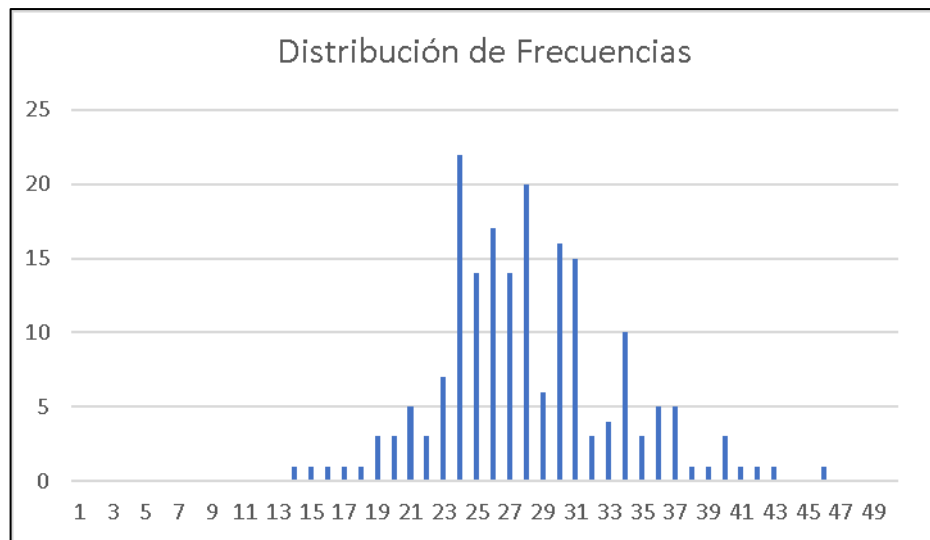
Datos de campo para la medición de la rugosidad, carril izquierdo - 01

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO DE MERLIN (TRAMO CALLE TARAPACA DESDE OV. CUSCO - AV. GUSTAVO PINTO)											
MUESTRA:	CARPETA ASFALTICA - LADO IZQUIERDO					PROGRESIVA INICIAL 0+000					
LONGITUD:	400m					PROGRESIVA FINAL: 0+400					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	23	21	15	17	30	22	25	21	30	17	TIPO DE PAVIMENTO
2	20	27	20	26	17	27	14	17	16	27	AFIRMADO
3	24	24	21	34	27	23	17	30	24	16	<input type="checkbox"/>
4	14	20	11	27	24	24	15	23	26	24	BASE GRANULAR
5	18	24	27	26	25	21	24	23	24	27	<input type="checkbox"/>
6	21	23	20	23	22	21	23	14	23	25	BASE IMPRIMIDA
7	24	20	20	24	32	25	29	25	22	27	<input type="checkbox"/>
8	21	23	23	25	17	22	25	25	18	15	CARPETA EN FRIO
9	24	26	15	17	25	21	30	26	30	11	<input checked="" type="checkbox"/>
10	32	28	11	17	27	21	24	26	21	22	<input type="checkbox"/>
11	27	5	27	25	15	21	29	27	31	17	CARPETA EN CALIENTE
12	20	26	25	25	26	24	28	27	25	20	<input type="checkbox"/>
13	25	31	27	20	26	25	21	23	35	17	RECAPEO ASFALTICO
14	22	30	28	30	23	10	23	28	23	18	<input type="checkbox"/>
15	26	50+	23	31	17	25	25	27	29	12	SELLO
16	19	23	20	20	23	19	21	21	26	14	<input type="checkbox"/>
17	15	14	23	21	16	21	27	27	18	23	TRAT. BI CAPA
18	23	28	28	21	20	32	27	22	13	26	<input type="checkbox"/>
19	19	8	27	20	33	25	26	27	23	27	OTROS
20	17	36	20	9	26	21	20	27	28	37	<input type="checkbox"/>

Nota: Elaboración Propia

Figura 91

Distribución de frecuencias Carril Izquierdo - 01



Nota: Elaboración Propia

Figura 93

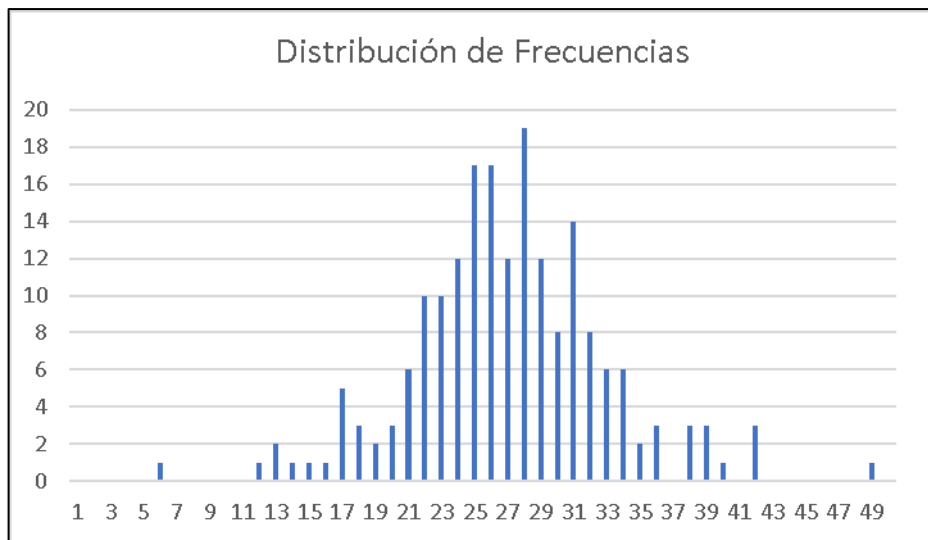
Datos de campo para la medición de la rugosidad, carril izquierdo - 02

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO DE MERLIN (TRAMO CALLE TARAPACA DESDE OV. CUSCO - AV. GUSTAVO PINTO)											
MUESTRA:	CARPETA ASFALTICA - LADO IZQUIERDO					PROGRESIVA INICIAL 0+400					
LONGITUD:	400m					PROGRESIVA FINAL: 0+800					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	22	24	21	24	28	18	28	26	23	16	TIPO DE PAVIMENTO
2	18	26	21	23	12	26	17	25	31	13	AFIRMADO <input type="checkbox"/>
3	26	28	25	34	24	20	13	21	27	23	BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>
4	25	26	23	25	25	9	27	19	23	19	BASE IMPRIMIDA <input type="checkbox"/>
5	23	22	25	24	32	13	30	20	15	20	CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/>
6	21	16	26	28	20	22	33	20	22	25	CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
7	24	17	27	20	25	31	29	27	22	27	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
8	17	20	15	26	33	34	11	23	22	26	SELLO <input type="checkbox"/>
9	18	22	28	39	18	29	31	24	20	22	TRAT. BI CAPA <input type="checkbox"/>
10	20	27	25	26	29	-1	26	21	19	-1	OTROS <input type="checkbox"/>
11	26	9	23	12	29	36	23	25	26	23	
12	24	34	29	50+	19	27	25	25	17	27	
13	28	21	20	2	22	29	9	15	27	19	
14	26	24	25	18	26	23	30	24	25	19	
15	22	-1	30	23	29	29	50+	22	28	28	
16	24	33	34	50+	17	27	37	20	35	28	
17	27	45	25	50+	12	26	25	23	29	30	
18	24	20	30	38	19	20	18	25	32	26	
19	22	29	23	17	23	20	23	27	21	34	
20	23	23	19	38	28	21	23	30	24	26	

Nota: Elaboración Propia

Figura 94

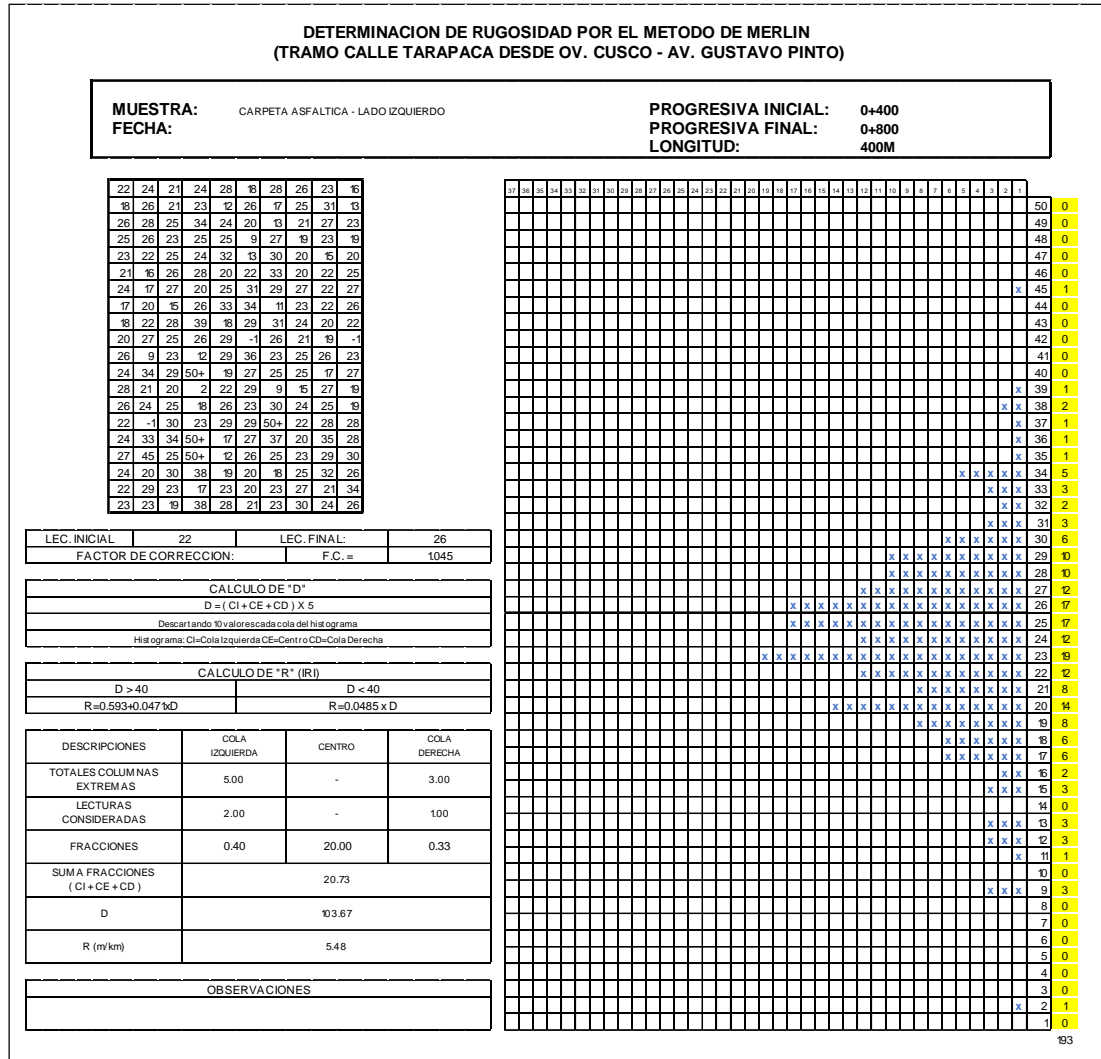
Distribución de frecuencias Carril Izquierdo - 02



Nota: Elaboración Propia

Figura 95

Resultado del IRI – Carril Izquierdo – 02



Nota: Elaboración Propia

Figura 96

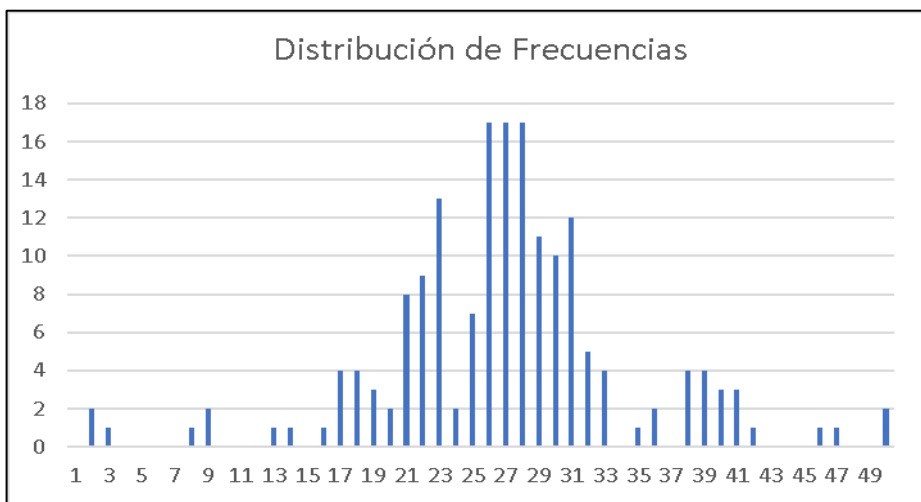
Datos de campo para la medición de la rugosidad, carril izquierdo - 03

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO DE MERLIN (TRAMO CALLE TARAPACA DESDE OV. CUSCO - AV. GUSTAVO PINTO)											
MUESTRA:		CARPETA ASFALTICA - LADO IZQUIERDO					PROGRESIVA INICIAL 0+800				
LONGITUD:		400m					PROGRESIVA FINAL: 1+200				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	18	37	24	21	22	10	24	21	50+	19	TIPO DE PAVIMENTO
2	12	21	28	24	23	-1	24	29	25	28	AFIRMADO
3	10	25	26	25	23	29	20	22	12	24	<input type="checkbox"/>
4	23	30	23	23	23	24	25	21	13	25	BASE GRANULAR
5	20	19	28	25	24	33	32	13	23	25	<input type="checkbox"/>
6	12	20	33	21	21	20	50+	25	22	19	BASE IMPRIMIDA
7	13	25	50+	23	25	21	29	23	23	27	<input type="checkbox"/>
8	30	29	50+	22	24	50+	22	19	32	22	CARPETA EN FRIO
9	50+	-1	29	25	29	30	25	34	34	33	<input checked="" type="checkbox"/>
10	50+	49	29	26	30	24	20	34	15	29	CARPETA EN CALIENTE
11	28	24	30	24	24	32	22	20	37	1	<input type="checkbox"/>
12	33	22	26	22	27	19	31	18	1	28	RECAPEO ASFALTICO
13	1	20	25	24	28	-1	28	11	23	24	<input type="checkbox"/>
14	11	20	24	24	22	49	28	1	30	35	SELLO
15	18	26	28	24	20	50+	22	43	42	30	<input type="checkbox"/>
16	25	21	26	25	21	29	23	9	38	4	TRAT. BI CAPA
17	18	28	21	26	13	18	20	15	20	28	<input type="checkbox"/>
18	42	22	25	30	16	12	28	19	24	34	OTROS
19	28	21	23	24	50+	10	10	25	1	23	<input type="checkbox"/>
20	21	26	23	23	11	20	23	48	5	31	

Nota: Elaboración Propia

Figura 97

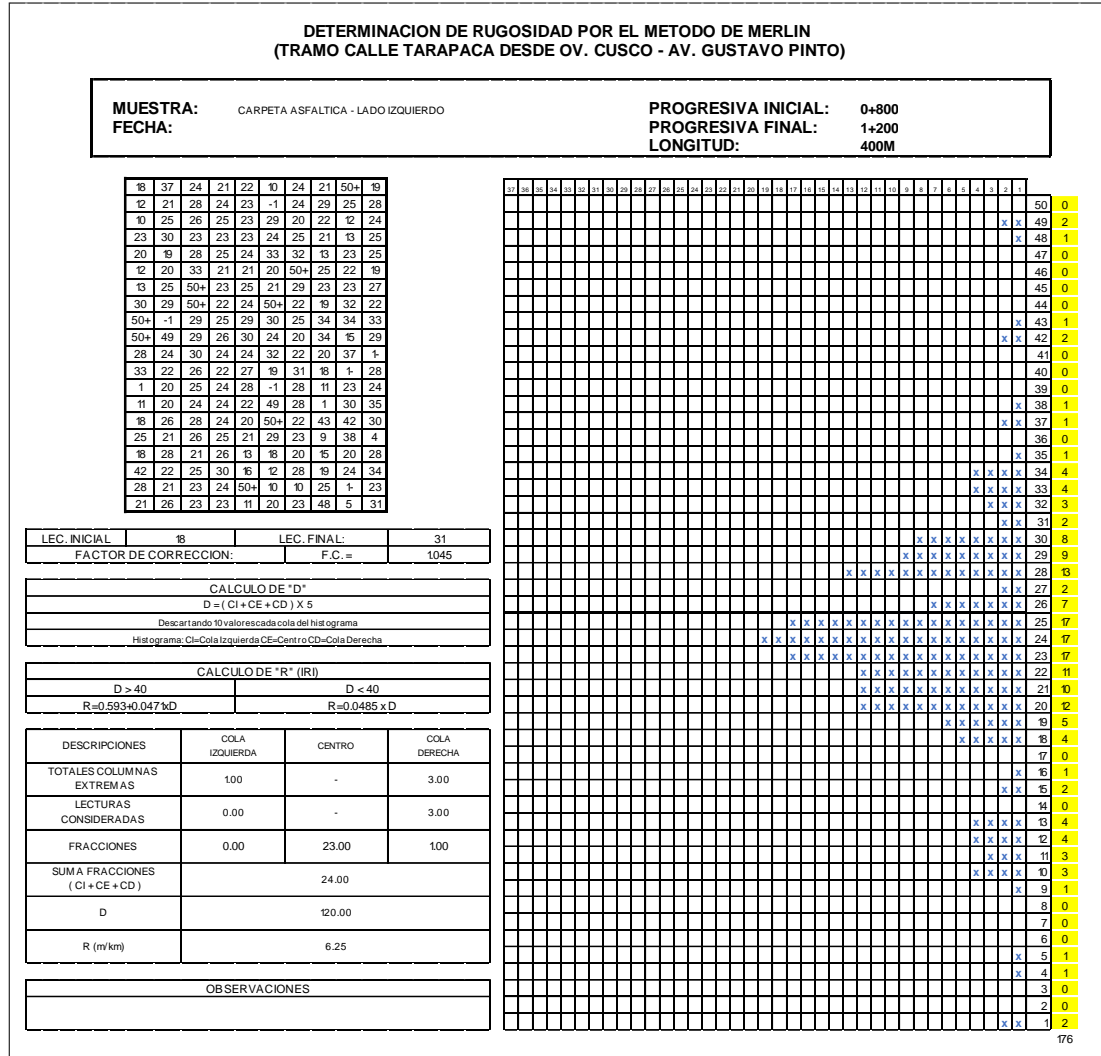
Distribución de frecuencias Carril Izquierdo - 03



Nota: Elaboración Propia

Figura 98

Resultado del IRI – Carril Izquierdo – 03



Nota: Elaboración Propia

Figura 99

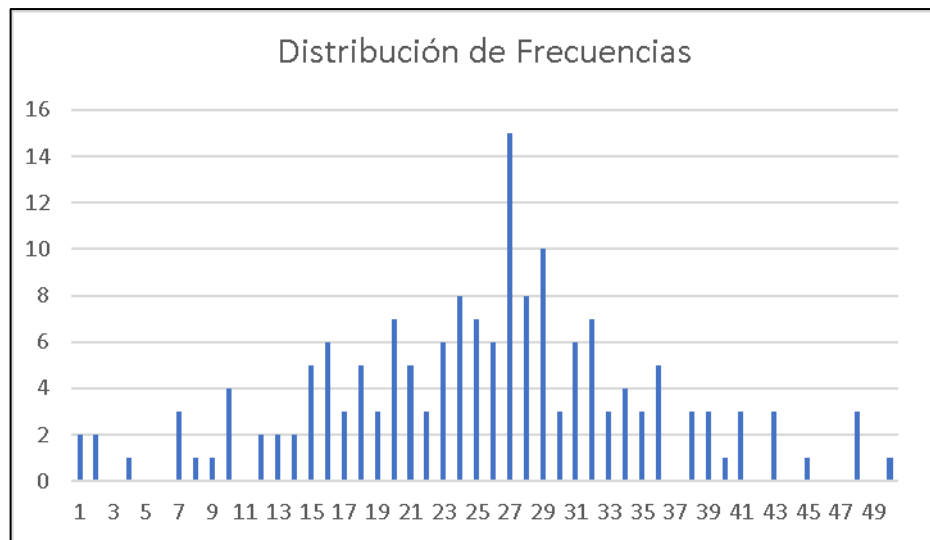
Datos de campo para la medición de la rugosidad, carril izquierdo - 04

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO DE MERLIN (TRAMO CALLE TARAPACA DESDE OV. CUSCO - AV. GUSTAVO PINTO)											
MUESTRA:		CARPETA ASFALTICA - LADO IZQUIERDO					PROGRESIVA INICIAL 1+200				
LONGITUD:		400m					PROGRESIVA FINAL: 1+600				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	33	12	26	50+	27	26	26	25	23	50+	TIPO DE PAVIMENTO
2	24	13	20	34	25	24	31	19	33	50+	AFIRMADO <input type="checkbox"/>
3	36	33	26	50	24	23	20	24	6	1	BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>
4	36	20	22	44	25	22	29	13	31	15	BASE IMPRIMIDA <input type="checkbox"/>
5	25	35	15	24	28	20	34	47	27	30	CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/>
6	26	1	10	24	22	21	50+	30	16	23	CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
7	26	33	43	26	32	27	15	26	36	50	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
8	31	31	23	10	36	25	23	1	10	16	SELLO <input type="checkbox"/>
9	28	13	19	41	30	21	41	36	1	19	TRAT. BI CAPA <input type="checkbox"/>
10	27	39	22	50+	1	24	44	1	50+	18	OTROS <input type="checkbox"/>
11	17	3	31	50+	12	24	11	22	50+	17	
12	18	1	20	30	19	27	19	39	1	1	
13	18	1	35	8	22	22	35	31	1	35	
14	15	38	27	23	27	24	37	19	41	37	
15	1	1	15	33	23	24	50+	24	12	50+	
16	32	29	24	23	19	17	1	50+	42	50+	
17	35	28	8	28	24	32	21	27	29	22	
18	1	44	30	20	3	26	25	16	35	41	
19	31	17	33	27	23	22	28	28	8	24	
20	49	12	25	24	26	3	34	22	49	38	

Nota: Elaboración Propia

Figura 100

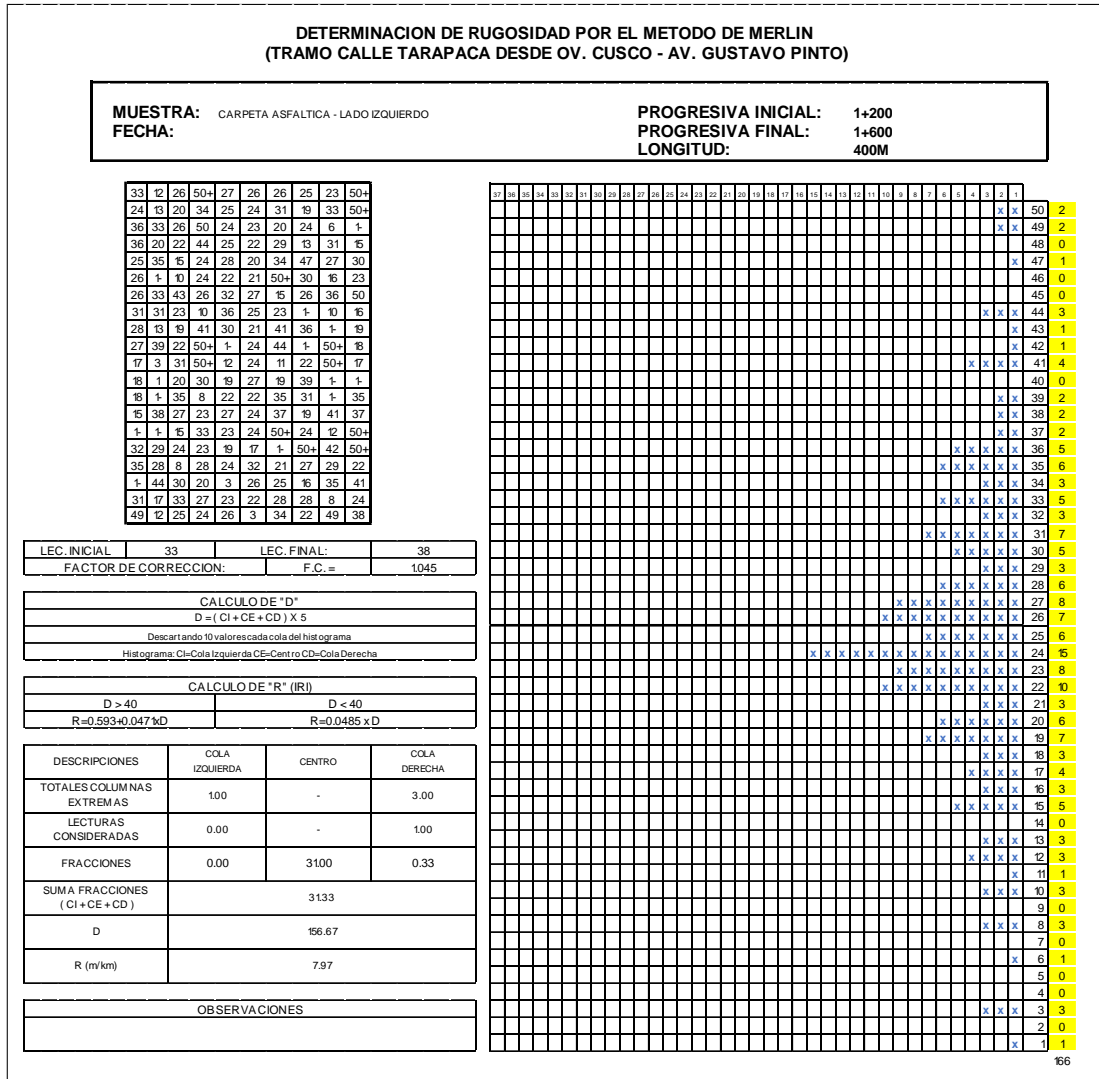
Distribución de frecuencias Carril Izquierdo - 04



Nota: Elaboración Propia

Figura 101

Resultado del IRI – Carril Izquierdo – 04



Nota: Elaboración Propia

Figura 102

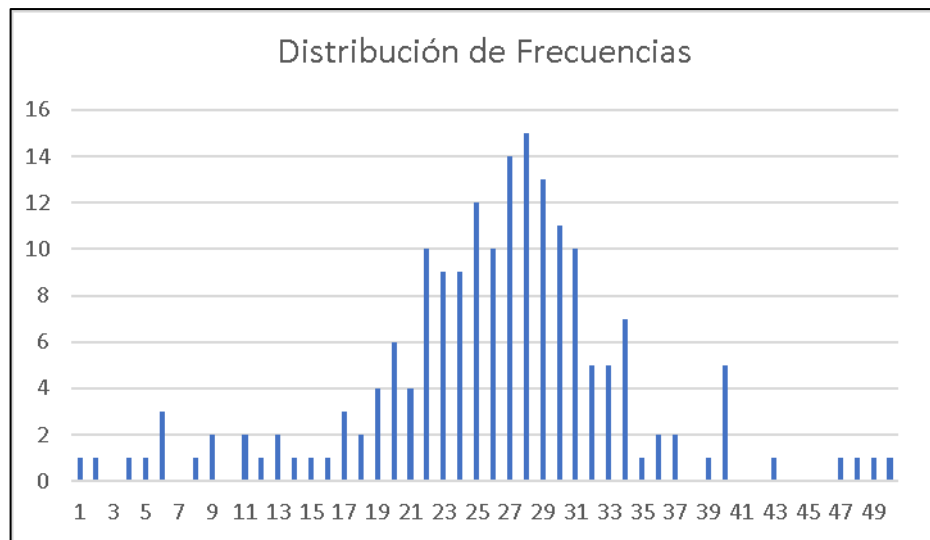
Datos de campo para la medición de la rugosidad, carril izquierdo - 05

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO DE MERLIN (TRAMO CALLE TARAPACA DESDE OV. CUSCO - AV. GUSTAVO PINTO)											
MUESTRA:		CARPETA ASFALTICA - LADO IZQUIERDO					PROGRESIVA INICIAL 1+600				
LONGITUD:		400m					PROGRESIVA FINAL: 2+000				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	26	27	25	40	36	39	27	22	18	17	TIPO DE PAVIMENTO AFIRMADO <input type="checkbox"/> BASE GRANULAR <input type="checkbox"/> BASE IMPRIMIDA <input type="checkbox"/> CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/> x CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/> RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/> SELLO <input type="checkbox"/> TRAT. BI CAPA <input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>
2	17	28	3	24	28	8	22	24	17	28	
3	1	24	28	22	43	26	11	23	14	27	
4	45	23	21	30	23	33	20	24	30	26	
5	1	22	17	36	20	24	24	23	19	31	
6	31	18	23	23	47	21	20	24	26	16	
7	37	27	29	18	1	21	20	22	25	29	
8	34	28	26	28	31	11	24	26	26	28	
9	1	24	18	29	25	20	29	21	22	14	
10	23	19	22	23	32	30	20	21	26	24	
11	50	25	21	23	32	17	19	20	21	40	
12	29	32	22	23	1	21	27	26	29	29	
13	38	34	24	22	46	23	20	28	23	0.32	
14	18	29	21	31	19	26	29	22	16	27	
15	31	11	34	17	11	22	23	20	2	26	
16	4	25	42	28	45	24	27	25	27	35	
17	49	24	25	12	11	26	22	22	38	45	
18	40	25	27	17	33	22	24	20	31	42	
19	50+	23	1	29	19	16	23	39	25	32	
20	27	21	18	25	30	25	26	17	21	27	

Nota: Elaboración Propia

Figura 103

Distribución de frecuencias Carril Izquierdo - 05



Nota: Elaboración Propia

Figura 104

Resultado del IRI – Carril Izquierdo – 05

**DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO DE MERLIN
(TRAMO CALLE TARAPACA DESDE OV. CUSCO - AV. GUSTAVO PINTO)**

MUESTRA:	CARPETA ASFALTICA - LADO IZQUIERDO	PROGRESIVA INICIAL:	1+600
FECHA:		PROGRESIVA FINAL:	2+000
		LONGITUD:	400M

26	27	25	40	36	39	27	22	18	17
17	28	3	24	28	8	22	24	17	28
1	24	28	22	43	26	11	23	14	27
45	23	21	30	23	33	20	24	30	26
1	22	17	36	20	24	24	23	19	31
31	18	23	23	47	21	20	24	26	16
37	27	29	18	1	21	20	22	25	29
34	28	26	28	31	11	24	26	26	28
1	24	18	29	25	20	29	21	22	14
23	19	22	23	32	30	20	21	26	24
50	25	21	23	32	17	19	20	21	40
29	32	22	23	1	21	27	26	29	29
38	34	24	22	46	23	20	28	23	0,3
18	29	21	31	19	26	29	22	15	27
31	11	34	17	11	22	23	20	2	26
4	25	42	28	45	24	27	25	27	35
49	24	25	12	11	26	22	22	38	45
40	25	27	17	33	22	24	20	31	42
50+	23	1	29	19	15	23	39	25	32
27	21	18	25	30	25	26	17	21	27

LEC. INICIAL	26	LEC. FINAL:	27
FACTOR DE CORRECCION:		F.C. =	1045

CALCULO DE "D"

$D = (CI + CE + CD) \times 5$

Descartando 10 valores cada cola del histograma

Histograma: CI-Cola Izquierda CE-Centro CD-Cola Derecha

CALCULO DE "R" (IRI)

D > 40 $R = 0.593 + 0.047 \times D$	D < 40 $R = 0.0485 \times D$
--	---------------------------------

DESCRIPCIONES	COLA IZQUIERDA	CENTRO	COLA DERECHA
TOTALES COLUMNAS EXTREMAS	2.00	-	5.00
LECTURAS CONSIDERADAS	1.00	-	0.00
FRACCIONES	0.50	30.00	0.00
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)	30.50		
D	162.50		
R (m/km)	7.78		

OBSERVACIONES

1	50
1	49
0	48
1	47
1	46
3	45
0	44
1	43
2	42
0	41
2	40
1	39
2	38
1	37
1	36
1	35
3	34
2	33
4	32
6	31
4	30
10	29
9	28
9	27
12	26
10	25
14	24
15	23
13	22
11	21
10	20
5	19
5	18
7	17
1	16
5	15
0	14
1	13
11	12
0	11
9	10
8	9
1	8
7	7
6	6
5	5
4	4
3	3
2	2
1	1

183

Nota: Elaboración Propia

Figura 105

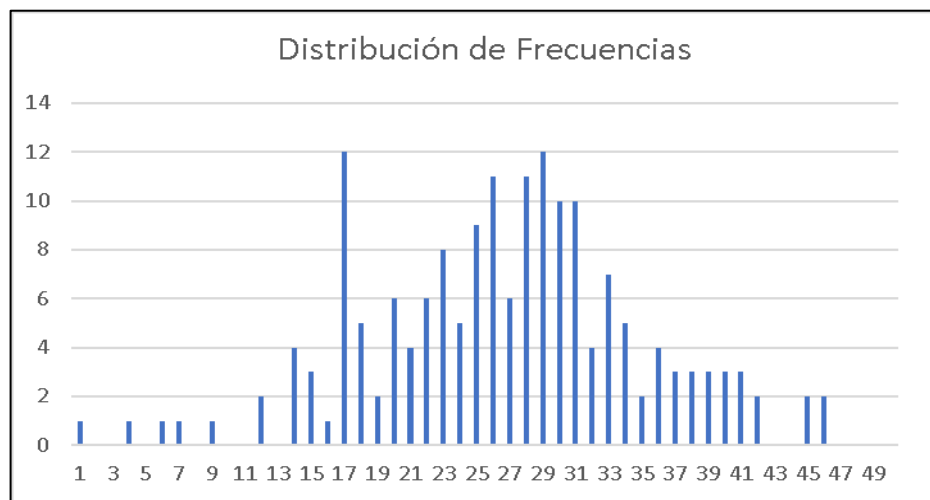
Datos de campo para la medición de la rugosidad, carril izquierdo - 06

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO DE MERLIN (TRAMO CALLE TARAPACA DESDE OV. CUSCO - AV. GUSTAVO PINTO)											
MUESTRA:		CARPETA ASFALTICA - LADO IZQUIERDO					PROGRESIVA INICIAL 2+000				
LONGITUD:		400m					PROGRESIVA FINAL: 2+400				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	23	20	15	15	31	41	21	11	32	34	TIPO DE PAVIMENTO
2	36	45	18	50+	19	17	23	21	10	27	AFIRMADO <input type="checkbox"/>
3	22	1-	27	34	5	27	34	28	22	23	BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>
4	34	44	20	20	25	33	1-	30	23	26	BASE IMPRIMIDA <input type="checkbox"/>
5	50+	36	29	18	9	26	28	24	30	24	CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/>
6	22	25	23	33	36	37	21	18	31	20	CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
7	31	18	1-	15	26	28	50+	20	33	25	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
8	33	15	34	34	1-	22	6	21	29	23	SELLO <input type="checkbox"/>
9	11	5	20	14	50+	20	35	17	37	19	TRAT. BI CAPA <input type="checkbox"/>
10	39	28	27	28	22	31	17	18	42	25	OTROS <input type="checkbox"/>
11	1-	25	28	34	26	23	22	24	22	26	
12	12	30	18	47	33	15	24	21	22	24	
13	34	34	32	9	31	22	28	23	14	22	
14	26	21	12	34	20	23	14	31	29	23	
15	369	11	37	1-	24	6	39	18	16	26	
16	13	15	1-	32	13	34	21	17	28	23	
17	30	10	17	13	25	25	20	31	11	20	
18	19	21	22	37	29	22	26	29	1-	27	
19	50	21	29	12	20	16	25	21	1-	25	
20	23	25	10	1-	34	25	34	26	19	21	

Nota: Elaboración Propia

Figura 106

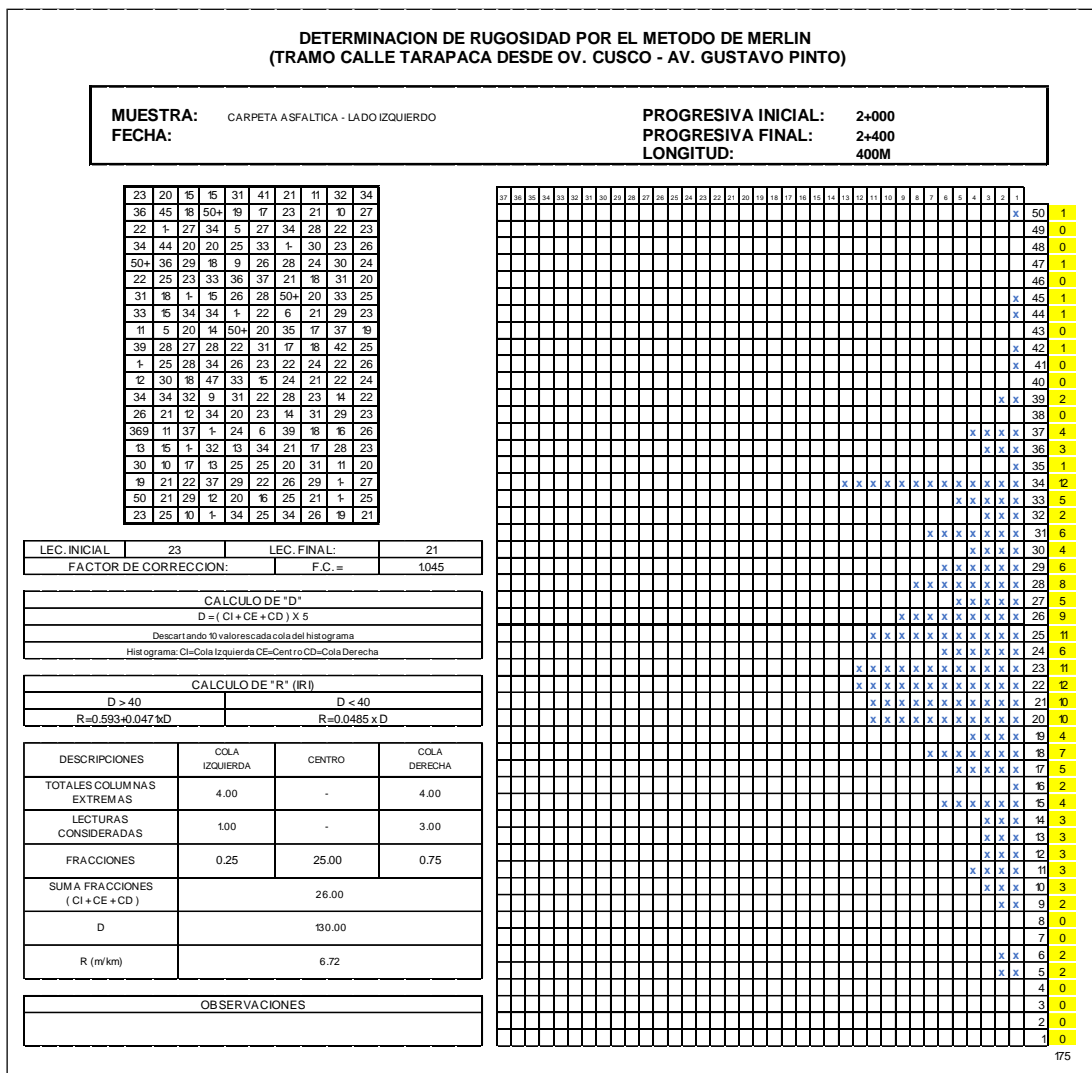
Distribución de frecuencias Carril Izquierdo - 06



Nota: Elaboración Propia

Figura 107

Resultado del IRI – Carril Izquierdo – 06



Nota: Elaboración Propia

Figura 108

Datos de campo para la medición de la rugosidad, carril izquierdo - 07

**DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO DE MERLIN
(TRAMO CALLE TARAPACA DESDE OV. CUSCO - AV. GUSTAVO PINTO)**

MUESTRA: CARPETA ASFALTICA - LADO IZQUIERDO PROGRESIVA INICIAL 2+400
 LONGITUD: 400m PROGRESIVA FINAL: 2+440

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	22	25									
2	26	1									
3	19	9									
4	26	21									
5	18	20									
6	23	25									
7	24	24									
8	31	22									
9	30	23									
10	50+	24									
11	32	27									
12	16	21									
13	25	31									
14	19	28									
15	25	34									
16	22	10									
17	27	40									
18	22	22									
19	24	16									
20	26	34									

TIPO DE PAVIMENTO

AFIRMADO

BASE GRANULAR

BASE IMPRIMIDA

CARPETA EN FRIO

CARPETA EN CALIENTE

RECAPEO ASFALTICO

SELLO

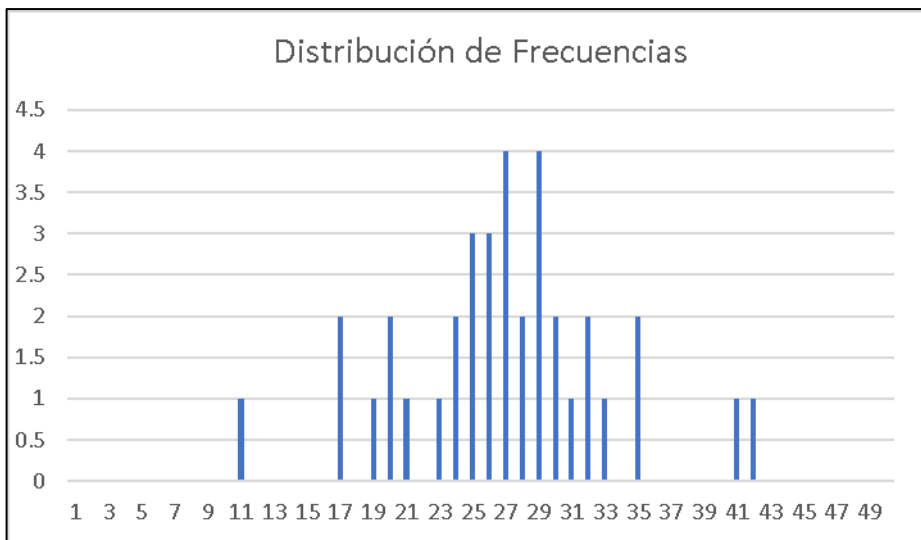
TRAT. BI CAPA

OTROS

Nota: Elaboración Propia

Figura 109

Distribución de frecuencias Carril Izquierdo - 07



Nota: Elaboración Propia

CAPITULO V DISCUSIÓN

Según nuestro objetivo general realizar la evaluación superficial del pavimento en calle Tarapacá tramo Ovalo Cuzco hasta avenida Gustavo Pinto, distrito de Tacna, de los resultados obtenidos aceptamos la hipótesis general que establece que con la aplicación de la metodología PCI e IRI se determina que es desfavorable la condición del pavimento, lo que provoca malestar en los usuarios y un mal flujo vehicular. Con la evaluación realizada en la calle Tarapacá tramo Ovalo Cuzco hasta avenida Gustavo Pinto se determinó los tipos de fallas y la rugosidad en el pavimento.

5.1 Análisis de la evaluación por rugosidad utilizando merlín

Al obtener los resultados de la rugosidad internacional utilizando el rugosímetro de Merlín, del carril izquierda y derecho de la Calle Tarapacá desde Ov. Cuzco – Av. Gustavo Pinto, obteniéndose un estado del pavimento MALO de acuerdo al valor obtenido del carril izquierdo un IRI = 6.37 m/km, pavimento MALO y el valor obtenido del carril derecho un IRI = 7.04 m/km, pavimento MALO, una vez examinando ambos carriles podemos obtener el IRI promedio de la vía estudiada, donde se obtiene la rugosidad equivalente a IRI = 6.70 m/km, que de acuerdo a la Figura 115 se identifica un estado de pavimento MALO, por ser mayor a 4.5 m/km

Figura 115

Resumen de resultado IRI

CUADRO RESUMEN DE LA RUGOSIDAD					
CARRIL IZQUIERDA			CARRIL DERECHA		
PROGRESIVA	RUGOSIDAD (m/km)	ESTADO DEL PAVIMENTO	PROGRESIVA	RUGOSIDAD (m/km)	ESTADO DEL PAVIMENTO
0+000 al 0+400	4.63	MALO	0+000 al 0+400	6.25	MALO
0+400 al 0+800	5.48	MALO	0+400 al 0+800	7.38	MALO
0+800 al 1+200	6.25	MALO	0+800 al 1+200	8.60	MALO
1+200 al 1+600	7.37	MALO	1+200 al 1+600	7.42	MALO
1+600 al 2+000	7.78	MALO	1+600 al 2+000	6.72	MALO
2+000 al 2+400	6.72	MALO	2+000 al 2+400	5.85	MALO
2+400 al 2+440	1.21	MALO	2+400 al 2+440	0.84	REGULAR
	6.37			7.04	

Nota: Elaboración Propia

IRI PROMEDIO: 6.70 m/km

Tabla 6

Estado del Pavimento

Pais	Estado del Pavimento		
	Bueno	Regular	Malo
EE.UU	<2.4	2.4-4.7	>4.7
Chile	<3.0	3.0-4.0	>4.0
Honduras	<3.5	3.5-6.0	>6.0
Uruguay	<3.9	4.0-4.6	>4.6
Peru	<2.5	2.5-4.5	>4.5

Nota: Elaboración Propia

5.2 Análisis del índice de condición utilizando la metodología pci.

El método PCI siendo un método de inspección visual concluye en un diagnóstico de condición desde pavimento fallado hasta pavimento en perfecto estado con una escala que va desde cero hasta cien. Según lo inspeccionado en los 16 tramos de estudio se obtuvo según la tabla 7 un PCI total de 45.85 el cual indica la condición REGULAR.

Tabla 7

Resumen de resultados del PCI, U-004 – U-064

Calle Tarapaca, ov. Cusco-av. Pinto				
Unidad	Progresiva	Area	PCI	Condición
004	0+115 - 0+153	229.8 M2	61	Regular
008	0+268 - 0+306	229.8 M2	6.01	Fallado
012	0+421 - 0+460	229.8 M2	20.92	Muy Malo
016	0+575 - 0+613	229.8 M2	43.9	Regular
020	0+728 - 0+766	229.8 M2	17.24	Muy Malo
024	0+881 - 0+919	229.8 M2	55.25	Bueno
028	1+034 - 1+072	229.8 M2	19.46	Muy Malo
032	1+187 - 1+226	229.8 M2	74	Muy Bueno
036	1+341 - 1+379	229.8 M2	14.17	Muy Malo
040	1+494 - 1+532	229.8 M2	74.96	Muy Bueno
044	1+647 - 1+685	229.8 M2	39.9	Malo
048	1+800 - 1+838	229.8 M2	64.48	Bueno
052	1+953 - 1+992	229.8 M2	88.88	Excelente
056	2+107 - 2+145	229.8 M2	53.3	Regular
060	2+260 - 2+298	229.8 M2	50.46	Regular
064	2+413 - 2+451	229.8 M2	49.7	Regular
Promedio	0+000 - 2+451	14706 M2	46	Regular

Nota: Elaboración Propia

A continuación, se puede observar en la siguiente ilustración el Diagrama lineal de la representación del PCI por progresiva evaluada de la calle Tarapacá tramo Ov. Cuzco – Av. Pinto

Figura 111

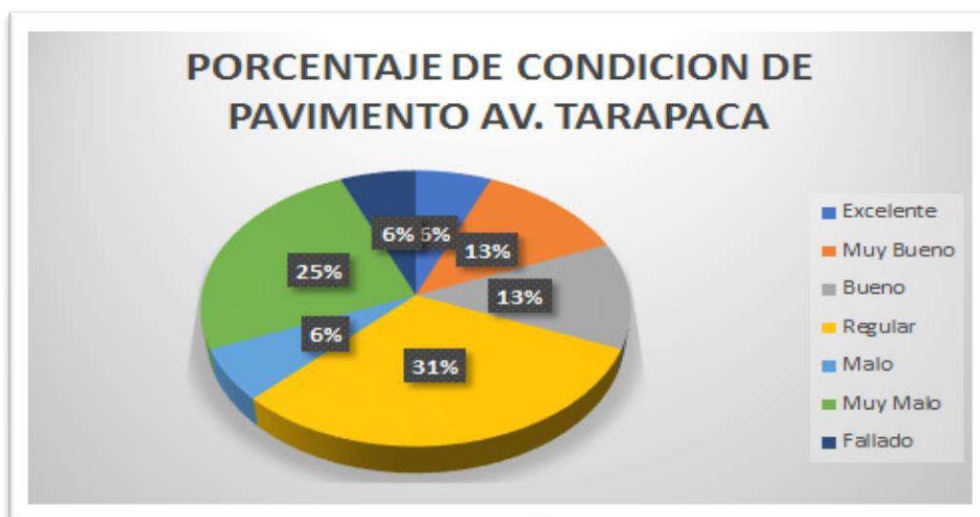
Representación línea del PCI por progresivas



Nota: Elaboración Propia

Figura 112

Representación del PCI en porcentaje



Nota: Elaboración Propia

En la ilustración 49 podemos observar que el 33% de los datos obtenidos por PCI presenta un pavimento regular; así mismo un 25% que representa un estado muy malo, un 13% en muy bueno, un 13% en bueno, un 6% malo, un 6% fallado y un 5% excelente.

Figura 113

Resumen de fallas encontradas en los tramos de estudio

FALLA	UND	SEVERIDAD	TOTAL	%
Parche	m2	L	15.53	0.42
Parche	m2	M	161.82	4.40
Parche	m2	H	306.285	8.33
Piel de Cocodrilo	m2	M	33.3	0.91
Piel de Cocodrilo	m2	H	61.86	1.68
Exudacion	m2	H	6.2	0.17
Fisura Longitudinal	m	M	3	0.08
Fisura de Borde	m	H	3.8	0.10
Meteorizacion y Desmoronamiento	m2	M	1199.53	32.62
Meteorizacion y Desmoronamiento	m2	H	108	2.94
Abultamiento y Hundimiento	m2	M	24	0.65
Abultamiento y Hundimiento	m2	H	13.5	0.37
Bache	und	M	1.6	0.04
Bache	und	H	0.6	0.02

Nota: Elaboración Propia

En la Figura 113 se puede observar los diferentes tipos de fallas encontradas en la zona de estudio ubicada en la calle Tarapacá desde Ov. Cuzco – av. Gustavo Pinto, siendo los porcentajes más altos meteorización y desmoronamiento con severidad media (M) de 32.62%, parches con severidad alta (H) de 8.33% y parches con severidad media (M) de 4.40%. Las fallas que se encontraron en menores porcentajes son fisura de borde con 0.10%, fisuras longitudinales con 0.08% y baches con 0.06 %, estos resultados son similares a los encontrados por Banegas & Riega (2019) quienes encontraron predominio de la meteorización y desmoronamiento con un porcentaje de 30% en tramo de vía analizado en la ciudad de Tacna.

Las fallas encontradas en la calle Tarapacá son variadas y las principales causas de deterioro se pueden apreciar en el Anexo 3.

Se considera que el tramo evaluado debe ser rehabilitado lo que implica realizar un mantenimiento correctivo en las áreas deterioradas y efectuar un mantenimiento preventivo en toda la vía estudiada, con la finalidad de mantener la vía operativa y en buen estado durante su tiempo de vida útil.

CONCLUSIONES

Al realizar la investigación en la calle Tarapacá tramo Ovalo Cuzco hasta avenida Gustavo Pinto, se cumplió en obtener los resultados para determinar el estado de deterioro en el pavimento flexible, mediante el método de PCI e IRI.

Se concluyó que según la evaluación del deterioro superficial del pavimento flexible en la calle Tarapacá tramo Ovalo Cuzco hasta avenida Gustavo Pinto con la aplicación de la metodología de inspección visual PCI, obteniendo como resultado un PCI igual a 45.60, por tal motivo tiene una clasificación regular.

Se identificaron las fallas superficiales en la calle Tarapacá tramo Ovalo Cuzco hasta avenida Gustavo Pinto, en los tramos examinados que fueron meteorización y desmoronamiento con 1307.53 m², parches con 483.64 m², piel de cocodrilo con 95.16 m², abultamiento y hundimiento con 37.5 m², exudación con 6.2 m², fisura de borde con 3.8m, fisura longitudinal con 3m y baches con 2.2 und, la severidad de las fallas identificadas varía en su mayoría entre medio y alto lo que indica la falta de mantenimiento en esta vía.

Con la aplicación del equipo MERLIN se calculó la rugosidad del carril izquierdo y derecho en la calle Tarapacá tramo Ovalo Cuzco hasta avenida Gustavo Pinto, en el que se ha obtenido como resultado del carril izquierdo un IRI = 6.37 m/km, con calificación de pavimento MALO y del carril derecho un IRI = 7.04 m/km, con clasificación de pavimento MALO, una vez examinando ambos carriles podemos obtener el IRI promedio de la vía estudiada, donde se obtiene la rugosidad equivalente a IRI = 6.70 m/km, que de acuerdo a la Figura 115 se identifica un estado de pavimento MALO, por ser mayor a 4.5 m/km.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Tacna dentro de sus competencias, tomar en cuenta los resultados de la presente investigación, referidos a la rugosidad y el estado de condición del pavimento flexible, ya que el tramo evaluado vincula ambos distritos, y de los datos obtenidos se puedan utilizar para la elaboración de los expedientes técnicos para la reconstrucción o rehabilitación de la vía.

Con los resultados obtenidos del índice de condición del pavimento, se recomienda a la Municipalidad Distrital de Tacna, programar la elaboración de planes de mantenimiento, con el único objetivo de garantizar un flujo continuo, confort y de comodidad para el usuario, por ser una vía que comunica dos distritos importantes.

Se recomienda realizar mantenimiento de las conexiones de agua y desagüe antes de rehabilitar la zona de estudio, de lo contrario estas ocasionaran fallas de parcheo disminuyendo la vida útil y serviciabilidad de la vía. Con el fin de garantizar su adecuado comportamiento a mediano o largo plazo.

Considerando los resultados de la rugosidad con el equipo de merlín, recomendamos a las entidades públicas encargadas de ejecutar proyectos de infraestructura vial para realizar rehabilitación en la zona de estudio para evitar llegar a un estado en el que se necesite reconstruir la vía.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alanguia, & Salas. (2018). Evaluación del Deterioro Superficial de la Carpeta Asfáltica de la Avenida Soldado Estanislao Condor entre la Avenida N° 8 y la Avenida los Molles, del Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa—Tacna, 2018 [Universidad Privada de Tacna]. <http://localhost:8080/xmlui/handle/UPT/1048>
- Apaza. (2019). Incidencia de las Patologías en la Superficie y Estructura del Pavimento Flexible, en la Av. Jorge Basadre Grohmann Tramo Calle 22 – Av. Pinto – Tacna, 2018 [Universidad Privada de Tacna]. <http://localhost:8080/xmlui/handle/UPT/1128>
- Badilla. (2011). DETERMINACIÓN DE LA REGULARIDAD SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS MEDIANTE EL CÁLCULO DEL INDICE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI). [https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/500/CILA-05-09.%20DETERMINACI%C3%93N%20DE%20LA%20REGULARIDAD%20UPERFICIAL%20DE%20PAVIMENTOS%20MEDIANTE%20EL%20C%C3%81LCULO%20DEL%20INDICE%20REGULARIDAD%20INTERNACIONAL%20%28IRI%29%20ASPECTOS%20Y%20CONSIDERACIONES%20IMPOR TANTES.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/500/CILA-05-09.%20DETERMINACI%C3%93N%20DE%20LA%20REGULARIDAD%20SUPERFICIAL%20DE%20PAVIMENTOS%20MEDIANTE%20EL%20C%C3%81LCULO%20DEL%20INDICE%20REGULARIDAD%20INTERNACIONAL%20%28IRI%29%20ASPECTOS%20Y%20CONSIDERACIONES%20IMPORTANTES.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Banegas, E. J., & Riega, M. F. (2019). Evaluación de la Condición Funcional Mediante el Método del PCI y su Estado de Rugosidad (Ensayo Merlín) de la Avenida Jorge Basadre Norte (L=3.89km), Tacna 2017. Universidad Privada de Tacna. <http://localhost:8080/xmlui/handle/UPT/1265>
- Becerra, M. (2012). Tópicos de Pavimentos de Concreto Diseño, Construcción y Supervisión. https://www.academia.edu/9036949/Autor_T%C3%B3picos_de_Pavimentos_de_Concreto

- Campos. (2018). Evaluación superficial aplicando metodología PCI del pavimento flexible de la carretera Bagua-Alenya, provincia Bagua, Amazonas 2018 [Universidad César Vallejo]. <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/37494>
- Campos. (2019). Evaluación del pavimento flexible por el Método del PCI, calle Dorado Cuadra 1- 10 del distrito José Leonardo Ortiz – Chiclayo. [Universidad César Vallejo]. <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35372>
- Cantuarias, & Watanabe. (2017). Aplicación del método PCI para la evaluación superficial del pavimento flexible de la avenida Camino Real de la urbanización La Rinconada del distrito Trujillo. Universidad Privada Antenor Orrego. <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/3589>
- Choque. (2019). Estudio comparativo del método PCI y el manual de conservación vial MTC en la evaluación superficial de pavimento flexible, Tramo Emp.Pe-3s—Atuncolla, 2017.” [Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/9908>
- Corros. (2009). Manual de Evaluación de Pavimentos. <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-de-evaluacion1.pdf>
- Del Águila Rodríguez. (1999). Metodología para la Determinación de Rugosidad de los Pavimentos. Lima: Manual del Usuario MERLINER. <http://files.israel-tecnico-qualidade.webnode.com/200001107-1805f18fe9/Manual%20do%20Usuario%20-%20Merlin.pdf>
- DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN Y EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS. (2016). CATÁLOGO DE FALLAS. 212.
- Díaz. (2014). “EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA PCI COMO HERRAMIENTA PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LAS INTERVENCIONES A REALIZAR EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES”.

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/12102/Evaluaci%20F3n%20de%20la%20metodolog%EDa%20PCI%20como%20herramienta%20para%20la%20toma%20de%20decisiones%20en%20las%20intervencione%20a%20realizar%20en%20los%20pavimentos%20flexibles.pdf;jsessionid=06AADB8E89229A2C71F8F8EF3C4BD3A0?sequence=1>

García. (2017). "EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LEONCIO PRADO TRAMO ENTRE LA CALLE REAL Y LA AV. HUANCVELICA, DISTRITO DE CHILCA DE HUANCAYO EN EL AÑO 2016". <http://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/256/Garcia%20Suasna%20Ricardo%20Miguel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

García, E. Z., & Rivas, E. (2019). Evaluación superficial del pavimento flexible mediante el método del PCI en la carretera industrial Conache, provincia de Trujillo, La Libertad 2019 [Universidad Privada Antenor Orrego - UPAO]. <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/5652>

Leguía, P. B., & Pacheco, H. F. (2016). Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima) [Universidad de San Martín de Porres, Lima, Perú.]. <http://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/2311>

Llosa Grau, J. (2013). Propuesta alternativa para la distribución racional del presupuesto anual municipal para el mantenimiento y rehabilitación de pavimentos (aplicación: Municipio de La Molina) [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/273573>

Mauricio. (2006). Análisis de Regularidad Superficial en Caminos Pavimentados. <https://www.redalyc.org/pdf/1276/127619380002.pdf>

- Menchaca, & Aquino. (1999). IMPORTANCIA Y VENTAJAS DE LA EVALUACION DE PAVIMENTOS ANTES DE ENTRAR EN OPERACION. /paper/IMPORTANCIA-Y-VENTAJAS-DE-LA-EVALUACION-DE-ANTES-DE-Menchaca-Aquino/da2d20b8f78d6deeea5d86342d11d619064e49b7
- MTC. (2014a). Manual de Carreteras Conservación Vial. http://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_9%20MCV-2014_2016.pdf
- Norma CE 010 Pavimentos Urbanos. (2010). Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima: SENCICO. <https://waltervillavicencio.com/wp-content/uploads/2019/09/CE.010.pdf>
- Romero. (2017). Cualificación cuantitativa de las patologías en el pavimento flexible para la vía Siberia – Tenjo de la Sabana de Bogotá [Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil]. <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/15274>
- Sayers, M. W., Karamihas, S. M., University of Michigan, Transportation Research Institute, University of Michigan, Transportation Research Institute, & Engineering Research Division. (1998). The Little Book of Profiling. University of Michigan Transportation Research Institute. University of Michigan Transportation Research Institute. <http://hdl.handle.net/2027.42/21605>
- Shahin. (2005). Pavement Management for Airports Roads and Parking Lots. USA: Springer Science + Business Media. LLC 2° Edición. <https://www.springer.com/gp/business-management>
- UCO, HERNANDEZ, & QUEN. (2018). Diseño de Pavimento Mixto. http://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Civil/vol2num3/Revista_de_Ingenier%C3%ADa_Civil_V2_N3_4.pdf

Uguña, G. A., & Vivanco, M. A. (2019). Evaluación por el método del pci y rediseño del pavimento flexible por el método aashto 93 de la vía comprendida desde el km. 26 hasta el desvío hacia Milagro y Duran, ubicado en la prov. Del Guayas [Thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Carrera de Ingeniería Civil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/45217>

Vásquez, V. (2002). PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS. <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>

VII. ANEXO

Anexo 1. Panel Fotográfico PCI



Los buzones de desagüe son considerados parches.



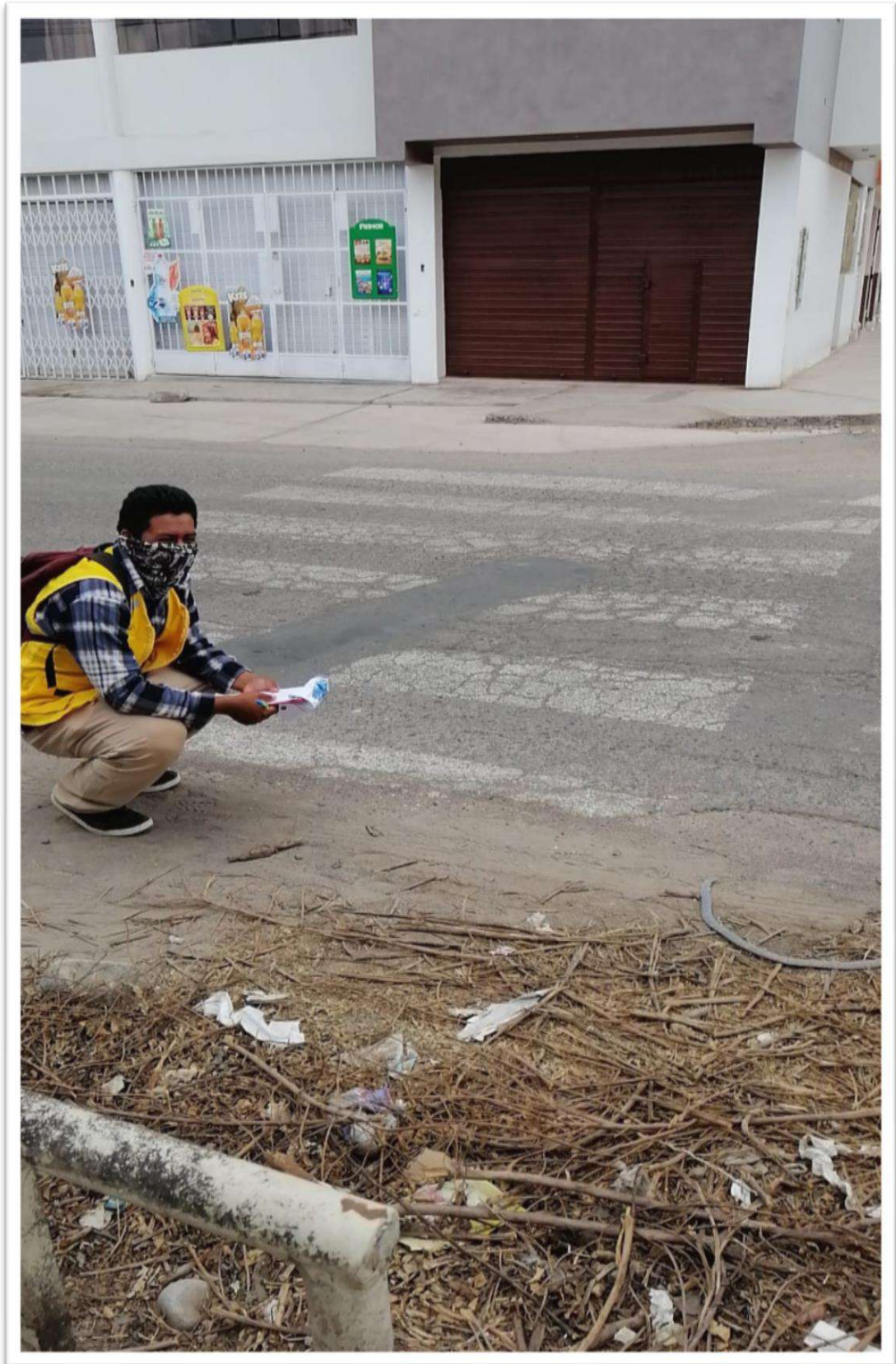
Visualización de un material bituminoso en el pavimento conocido como exudación.



No es extraño el visualizar distintos tipos de fallas juntas como: parche, exudación y agrietamiento.



Fisura longitudinal grietas paralelas de gran longitud en el pavimento



Piel de cocodrilo y bache ambos de severidad media.



Abultamiento o hundimiento severidad baja



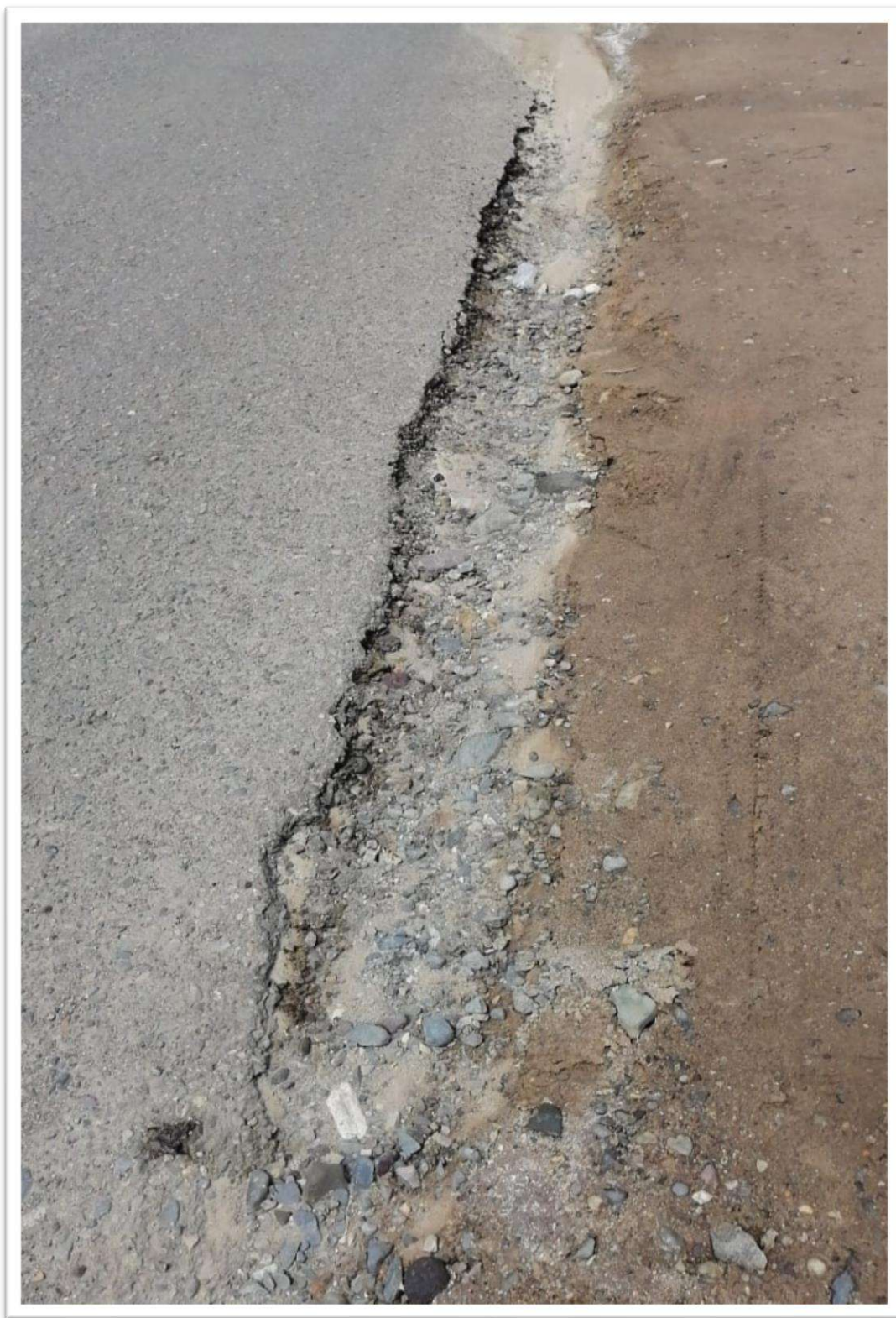
Hueco o bache de severidad media.



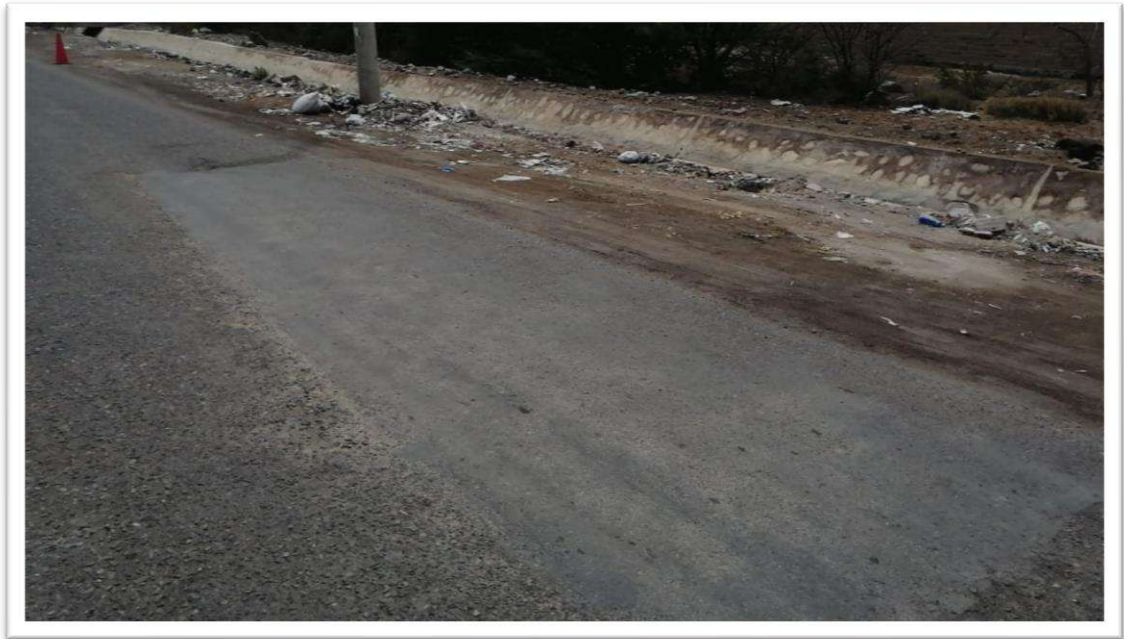
Hueco o bache severidad baja.



Parche severidad media.



Fisura de borde severidad alta.



Parche severidad media



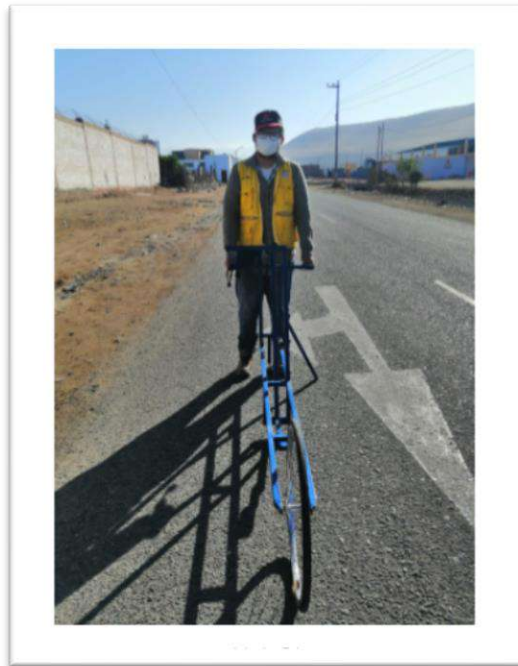
Meteorización del pavimento y último tramo de PCI analizado.

Anexo 2. Panel Fotográfico IRI

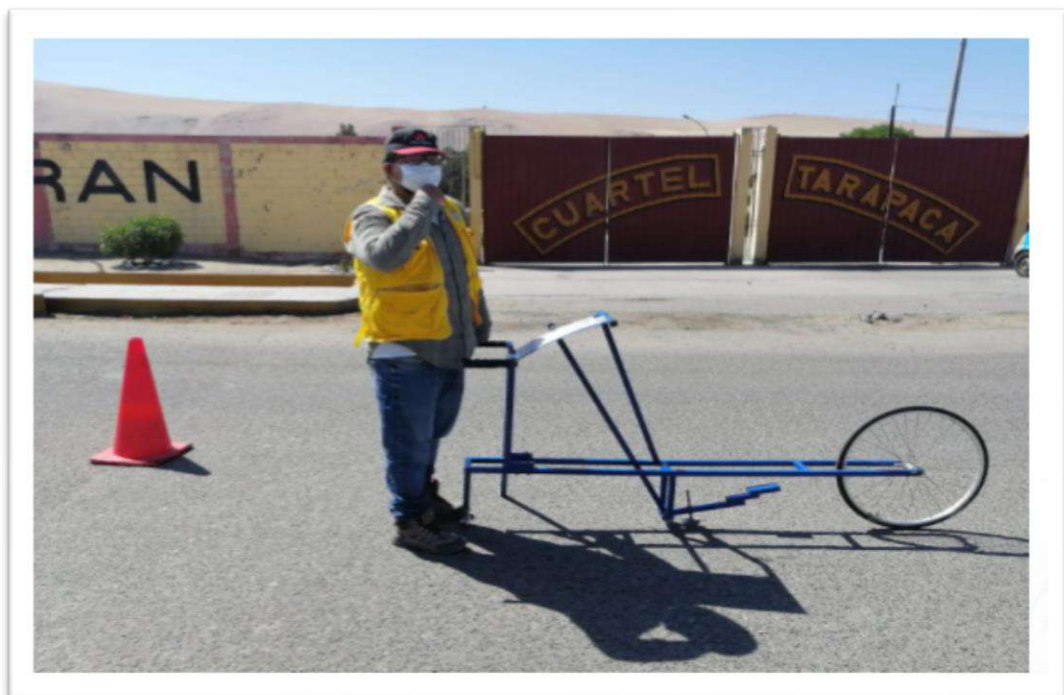
Recibiendo el equipo de Merlín



Calibrando el equipo de Merlín



Llegada al punto de inicio Calle Tarapacá con Av. Pinto



Ejecución del ensayo de rugosímetro de merlín frente al cuartel Tarapacá



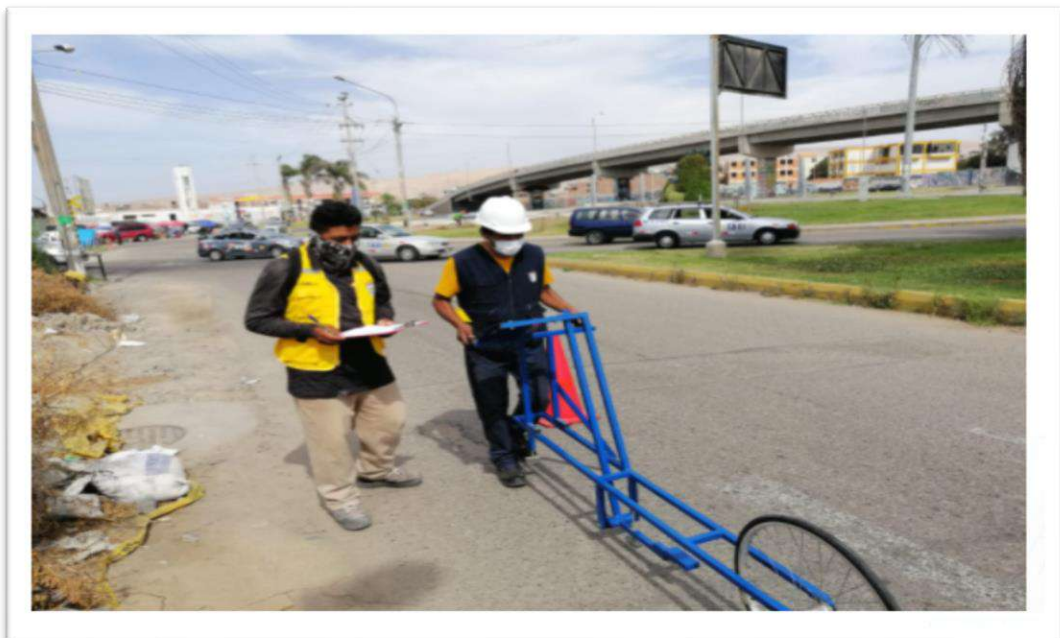
Ejecución del ensayo de rugosímetro de merlín en calle Tarapacá con calle san-hailarion



Ejecución del ensayo de rugosímetro de merlín en calle Tarapacá con av. Humboldt



Ejecución del ensayo de rugosímetro de merlín



Ejecución del ensayo de rugosímetro de merlín en ovalo cuzco

Anexo 3. Principales Causas de Deterioro

Fallas	Principales Causas del deterioro
Grietas piel de Cocodrilo	<ul style="list-style-type: none"> • Espesor de estructura insuficiente • Deformaciones de la subrasante • Rigidización de la mezcla asfáltica en zonas de carga • Problemas de drenaje que afectan los materiales granulares • Compactación deficiente de las capas granulares o asfálticas • Deficiencias en la elaboración de la mezcla asfáltica • Falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo acción repetida de las cargas de tránsito,
Grieta de Borde	<ul style="list-style-type: none"> • Se producen por debilitamiento que a su vez es originado por las condiciones climáticas de la base o de la subrasante próximas al borde del pavimento. • Falla por falta de soporte lateral o inclusive por terraplenes construidos con materiales expansivos
Grieta Longitudinal	<ul style="list-style-type: none"> • Se generan debido a la contracción de la superficie de concreto asfáltico facilitadas por las bajas temperaturas. • Endurecimiento del asfalto o al ciclo diario de temperatura.
Parches	<ul style="list-style-type: none"> • Procesos constructivos deficientes • Progresión del daño inicial por el cual debió realizarse el parcheo (cuando la intervención fue inadecuada para solucionar el problema) • Propagación de daños existentes en las áreas aledañas al parche

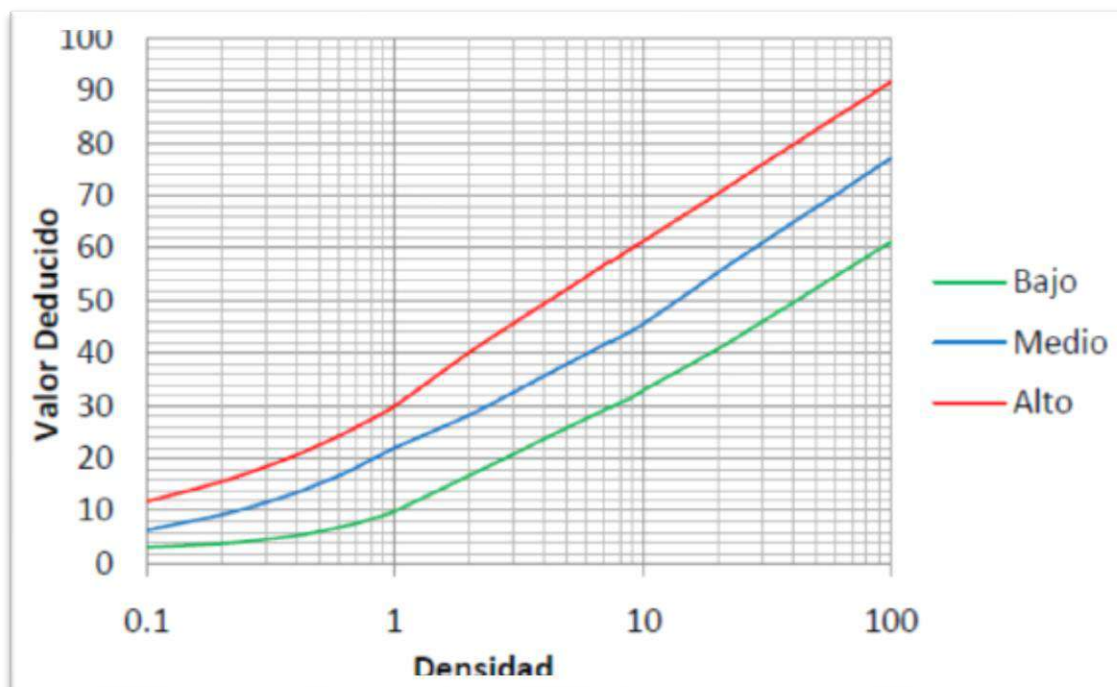
		<ul style="list-style-type: none"> • Deficiencias en las juntas • Deterioro causado a consecuencias de la evolución de otro tipo de fallas como el ahuellamiento, desplazamiento, piel de cocodrilo, huecos, etc.
Baches		<ul style="list-style-type: none"> • Deterioros causados por el desprendimiento y desintegración progresiva de la carpeta asfáltica producida por fallas del tipo piel de cocodrilo y desprendimiento de agregados sumada a la acción abrasiva del tránsito.
Exudación		<ul style="list-style-type: none"> • Originada por exceso de asfalto en la mezcla • Exceso de aplicación de un sellante asfáltico o un bajo contenido de vacíos de aire., o 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.
Abultamiento y Hundimiento		<ul style="list-style-type: none"> • Se generan principalmente por la expansión de la subrasante o en capas de concreto asfáltico, el cual se deforma al existir presiones bajo la capa asfáltica • Asentamientos de la subrasante. • Deficiencia de compactación de las capas inferiores del pavimento, del terraplén o en las zonas de acceso a obras de arte o puentes. • Deficiencias de drenaje que afecta a los materiales granulares. • Diferencia de rigidez de los materiales de la subrasante en los sectores de transición entre corte y terraplén.

	<ul style="list-style-type: none">• Deficiencias de compactación de rellenos en zanjas que atraviesan la calzada.• Inestabilidad de la banca.• Circulación de tránsito muy pesado
Meteorización y desprendimiento	<ul style="list-style-type: none">• Deterioro superficial causada por la repetición de las cargas de tránsito que genera la fractura del ligante asfáltico alrededor de los agregados y se manifiesta con la pérdida de agregados en la superficie.• El desprendimiento puede ser causado por ciertos tipos de tránsito, por ejemplo, vehículos de orugas.

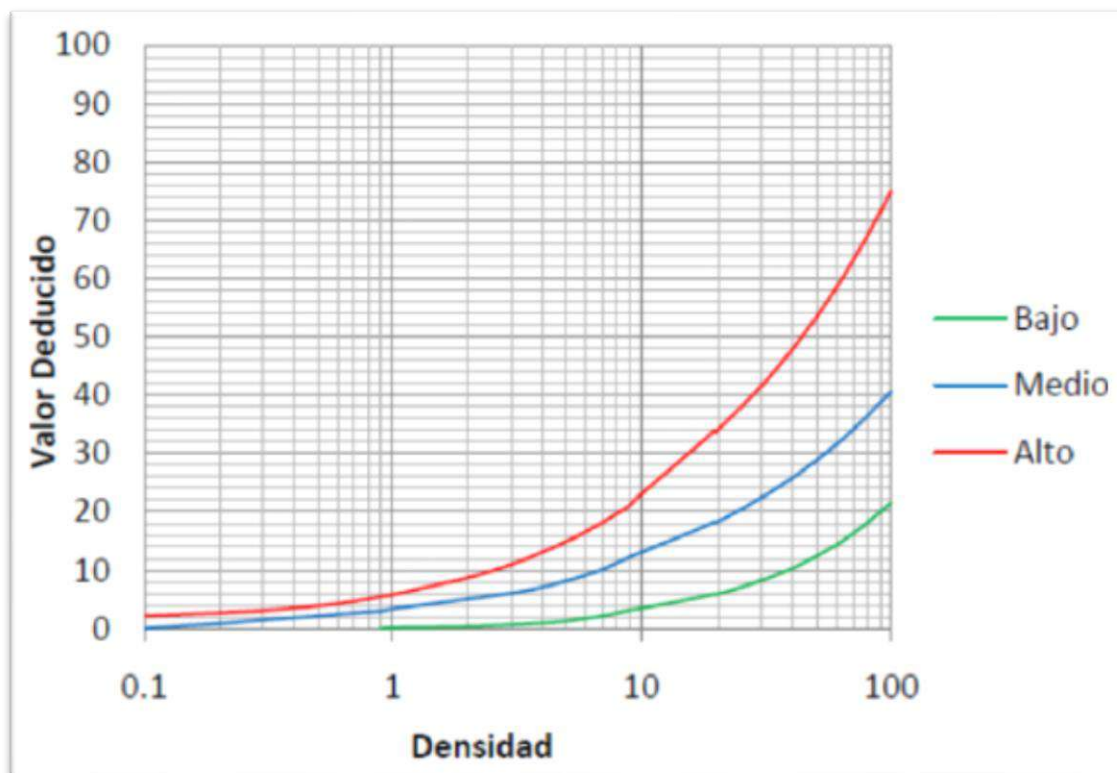
Nota: Elaboración Propia

Anexo 4. Curvas del valor deducido de las fallas superficiales, según el PCI

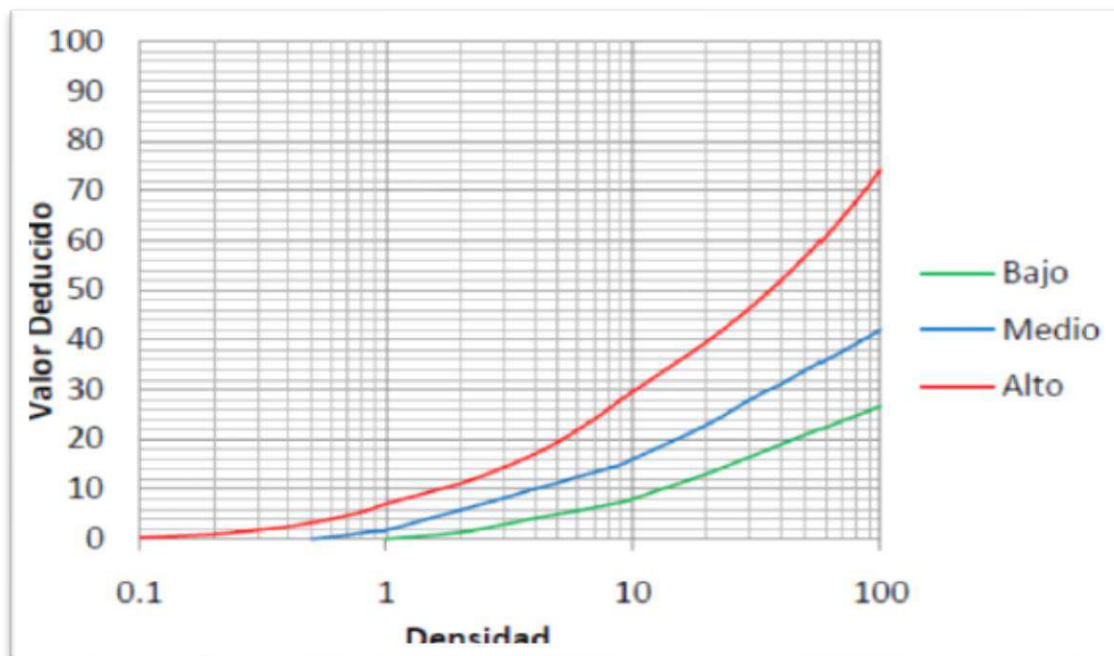
1. PIEL DE COCOCRILO



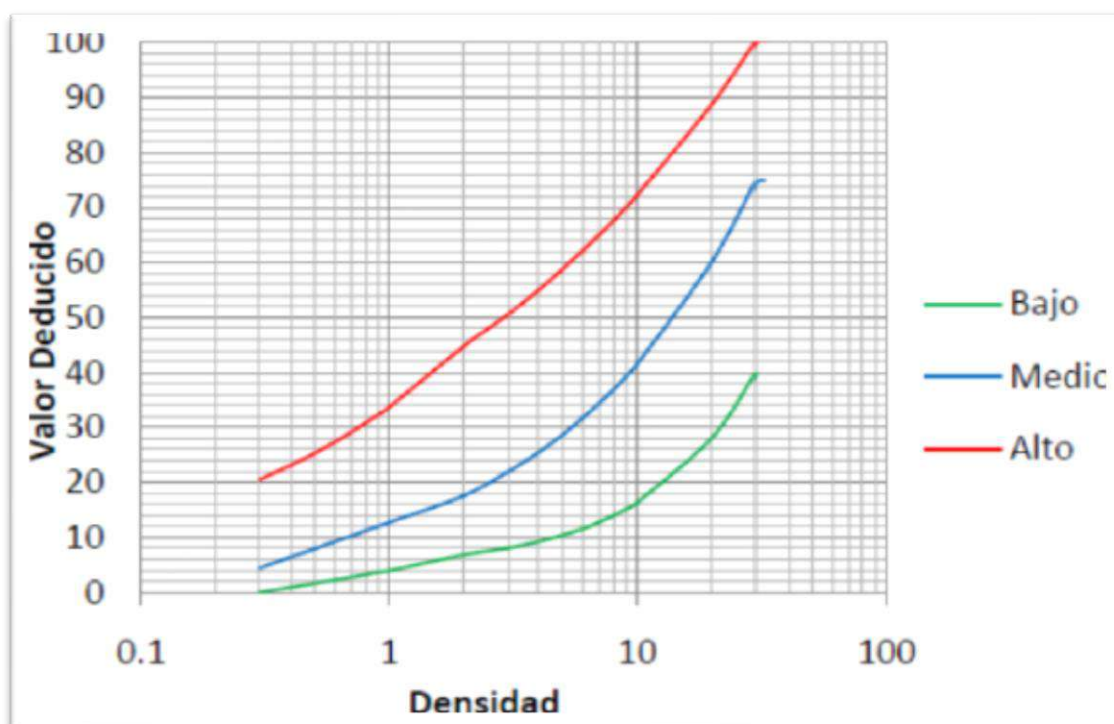
2. EXUDACION



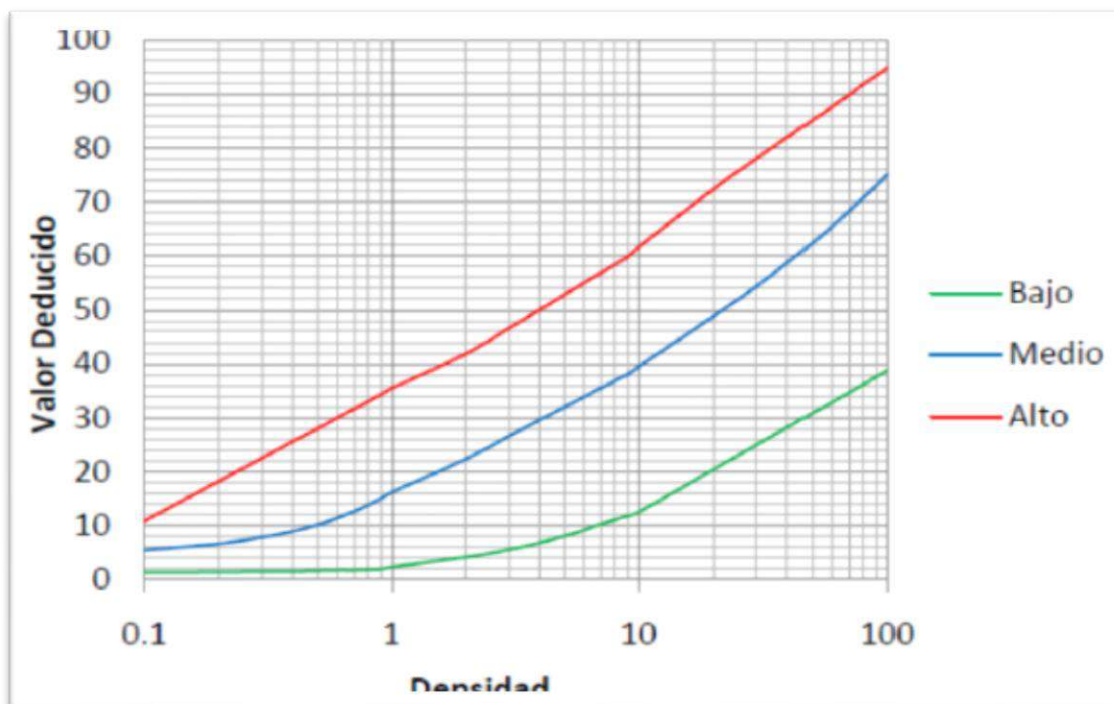
3. AGRIETAMIENTO EN BLOQUE



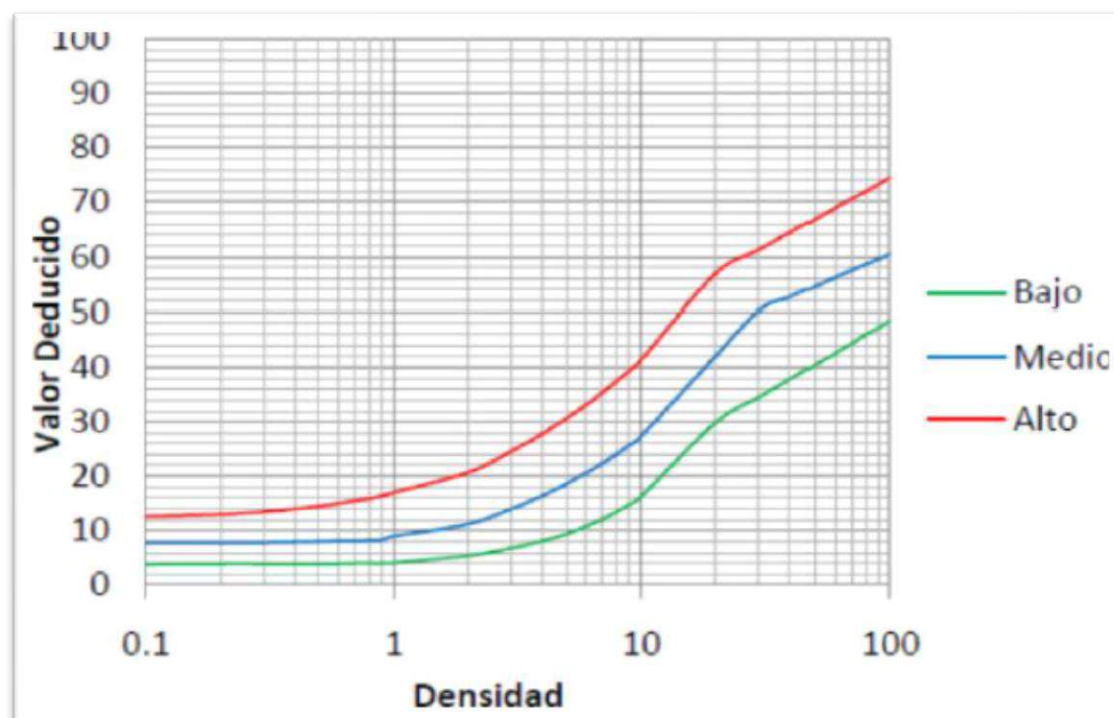
4. ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS



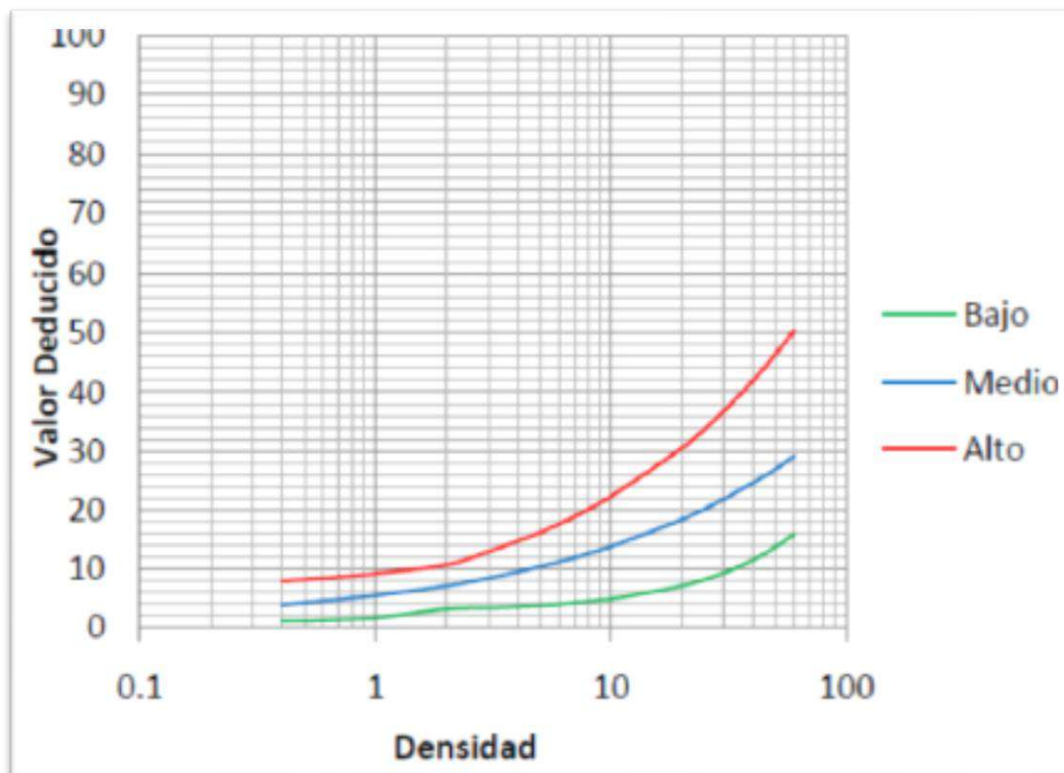
5. CORRUGACION



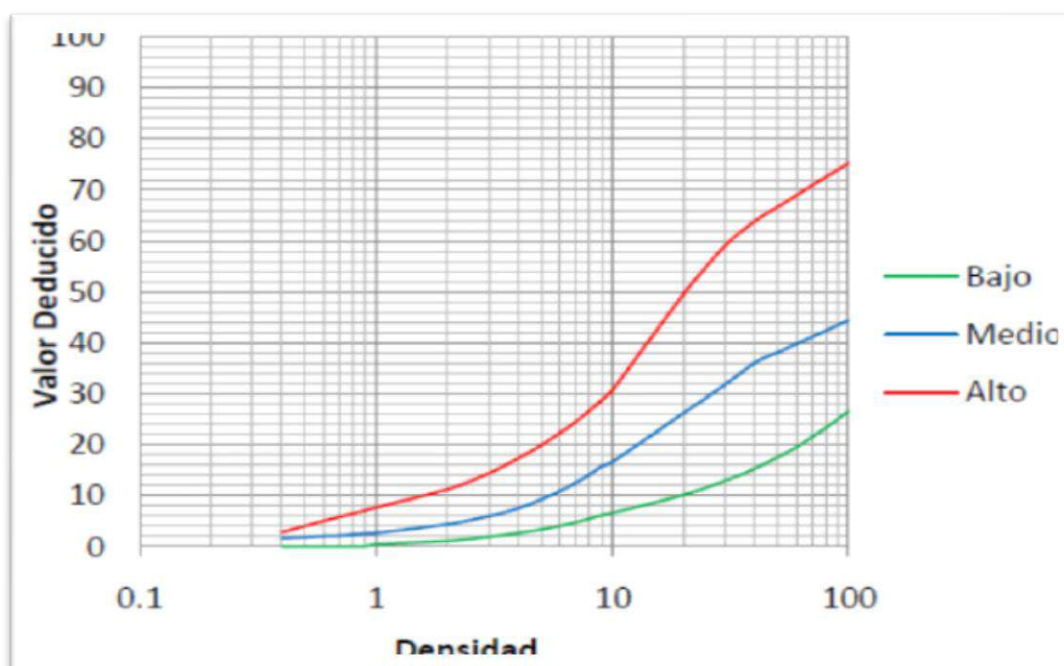
6. DEPRESION



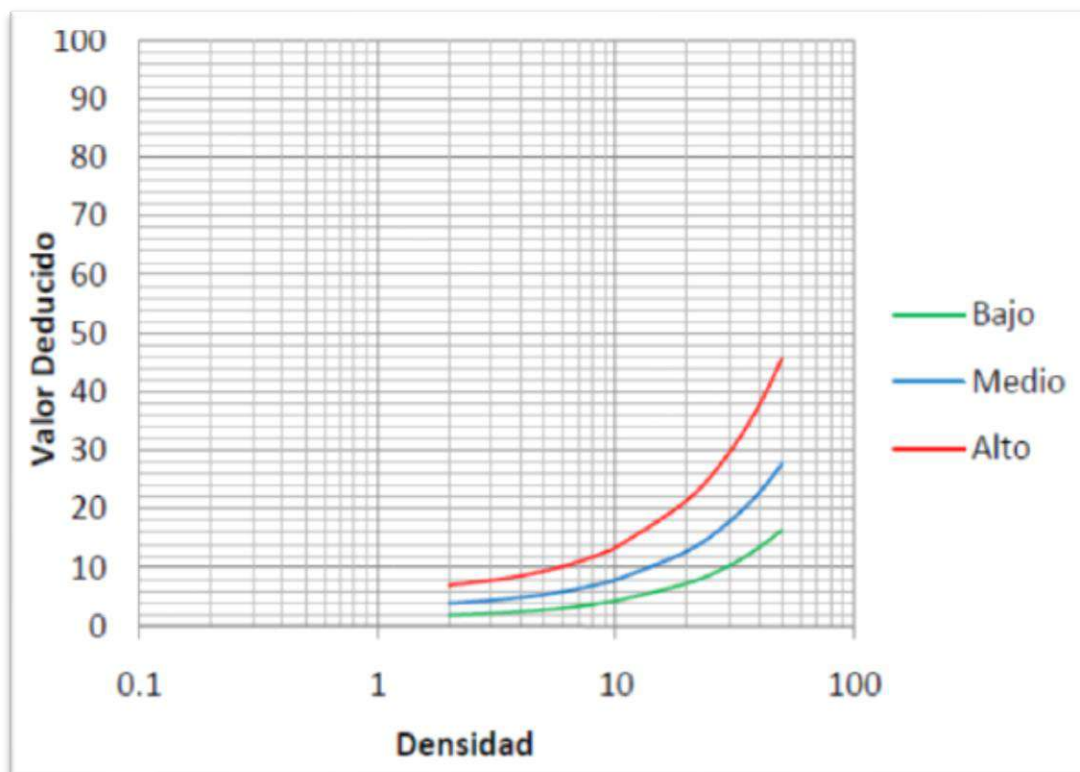
7. GRIETA DE BORDE



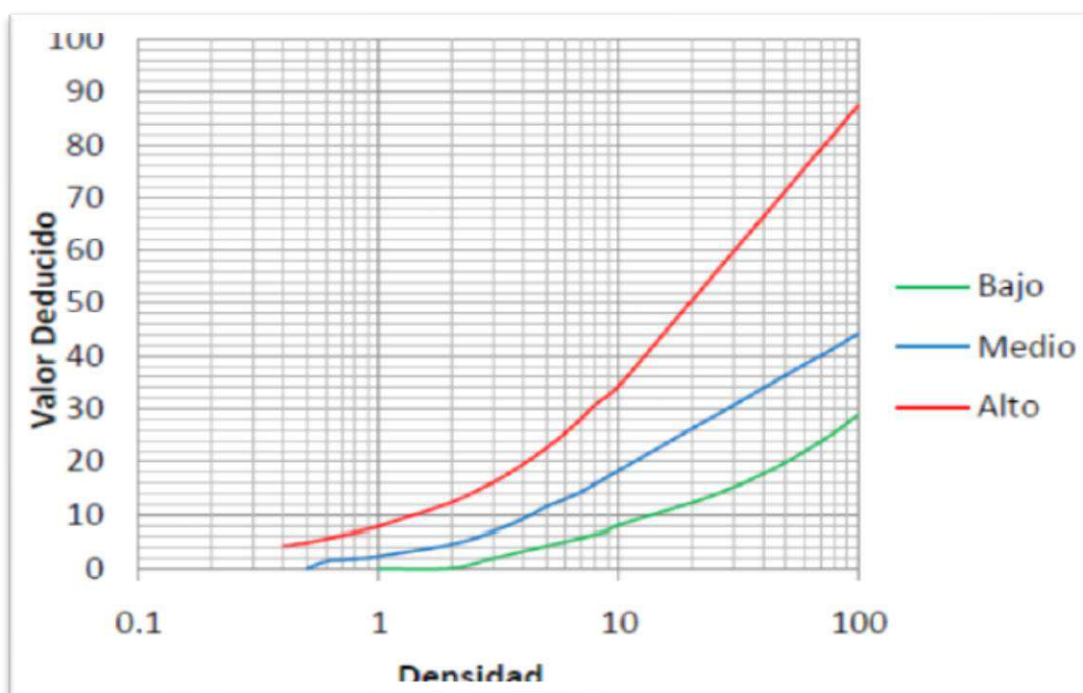
8. GRIETA DE REFLEXION DE JUNTAS



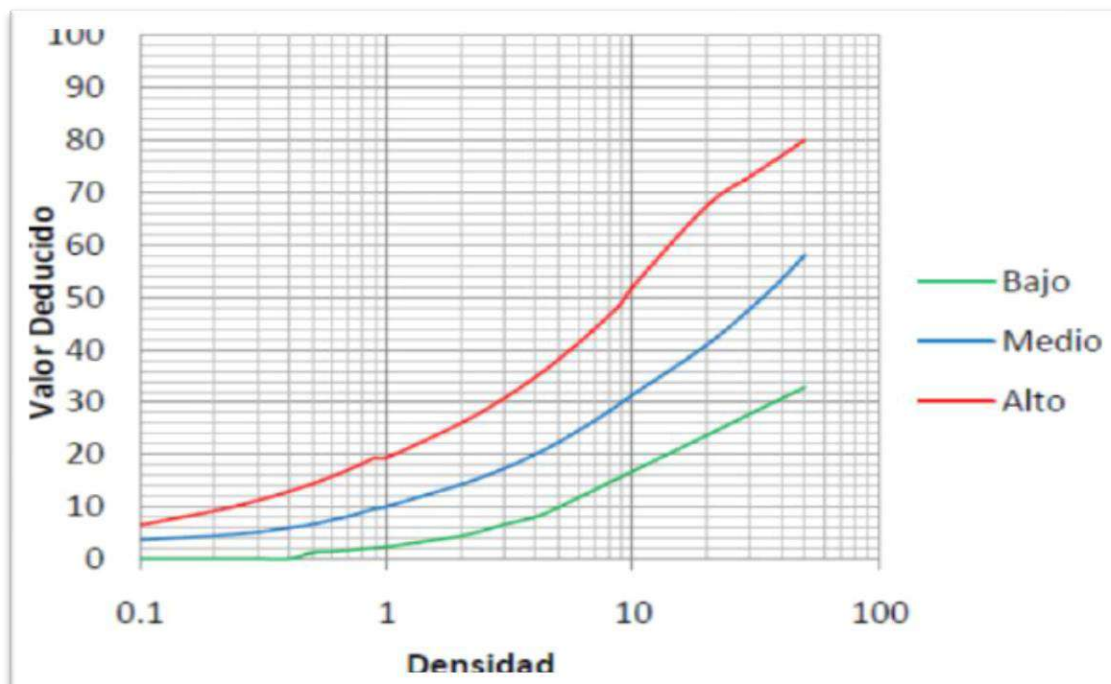
9. DESNIVEL CARRIL /BERMA



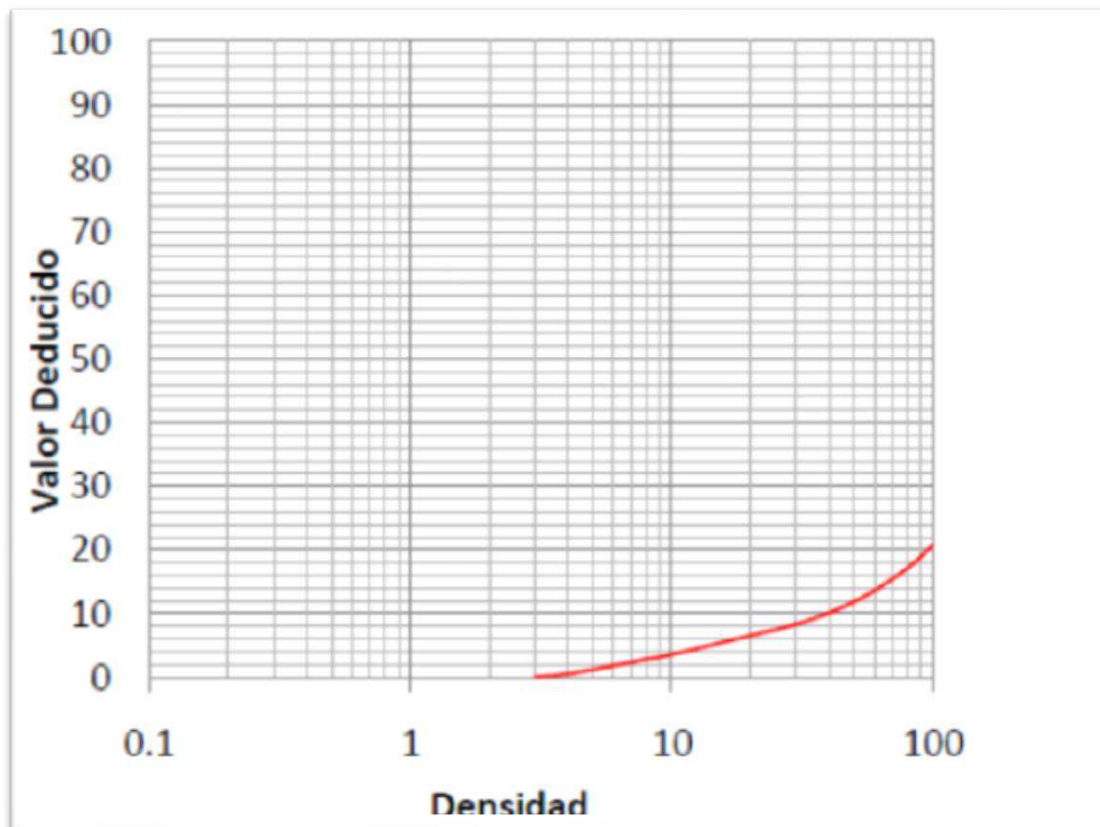
10. GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES



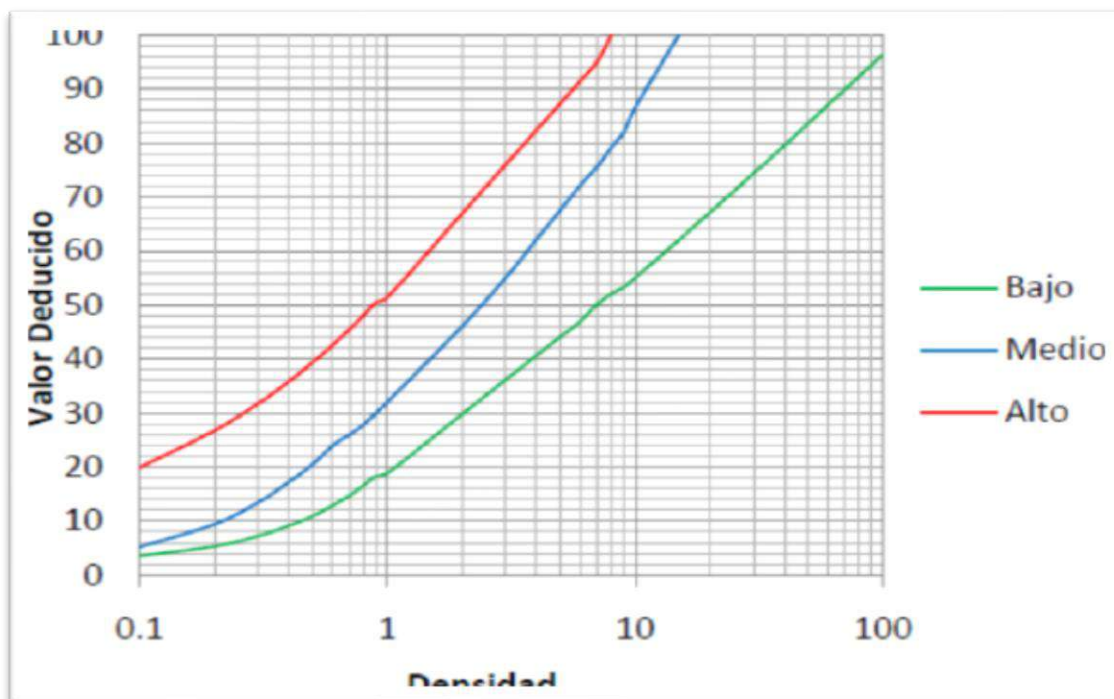
11. PARCHEO



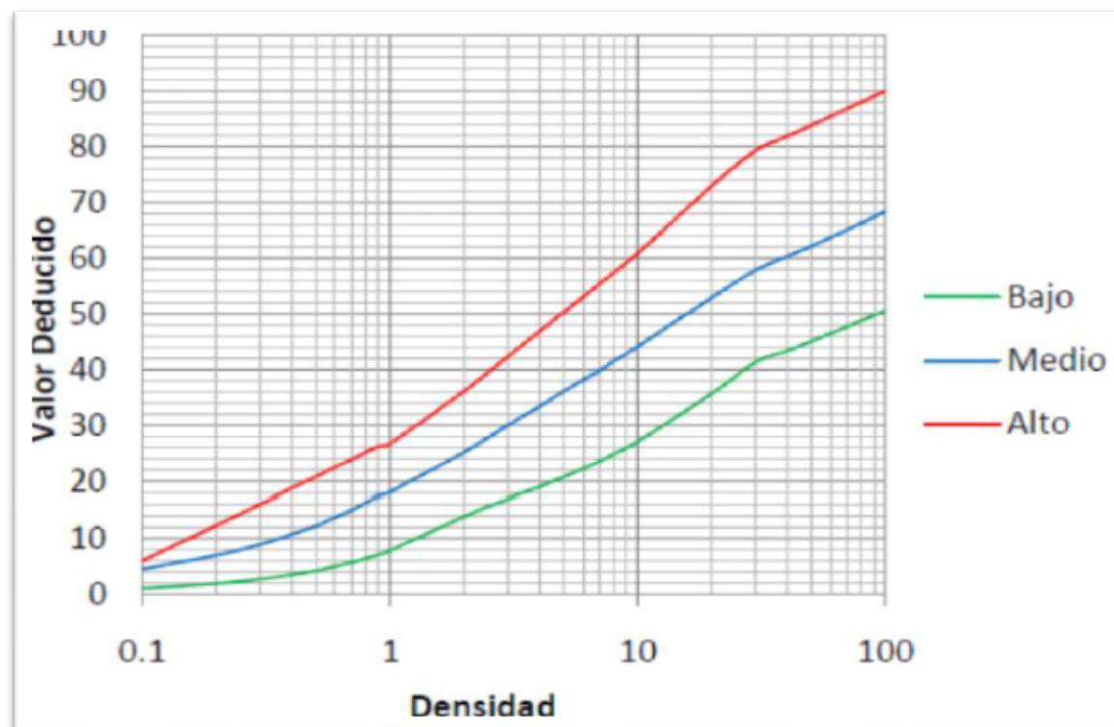
12. PULIMIENTO DE AGREGADOS



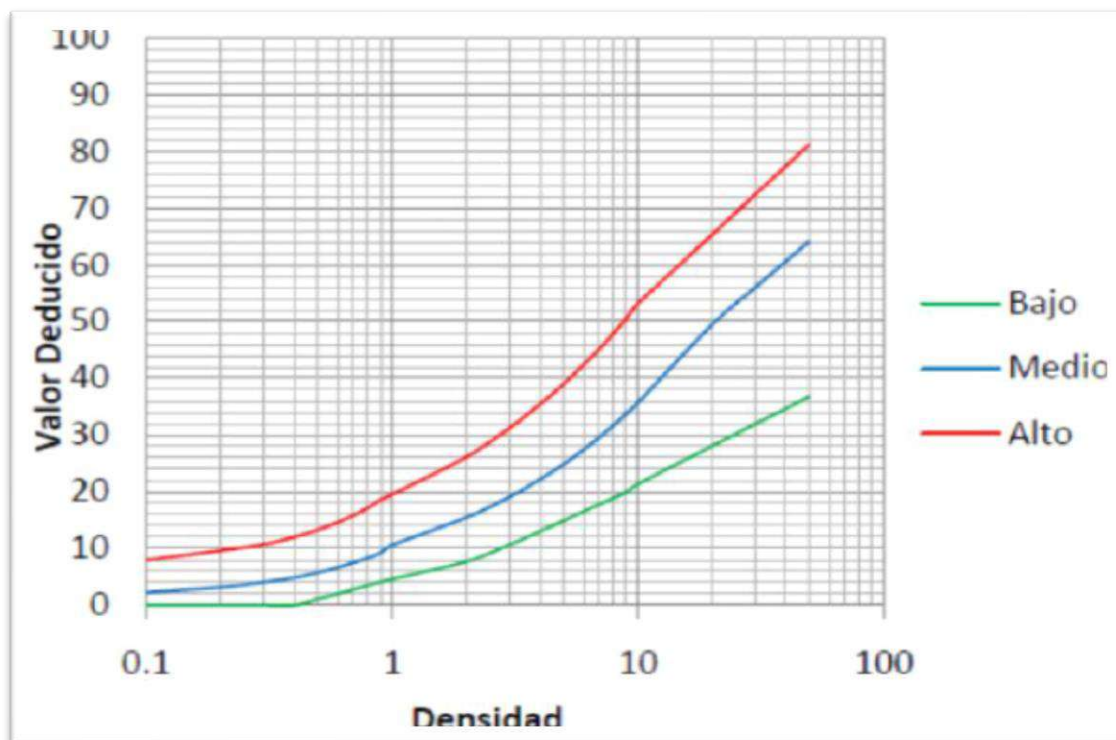
13.HUECOS



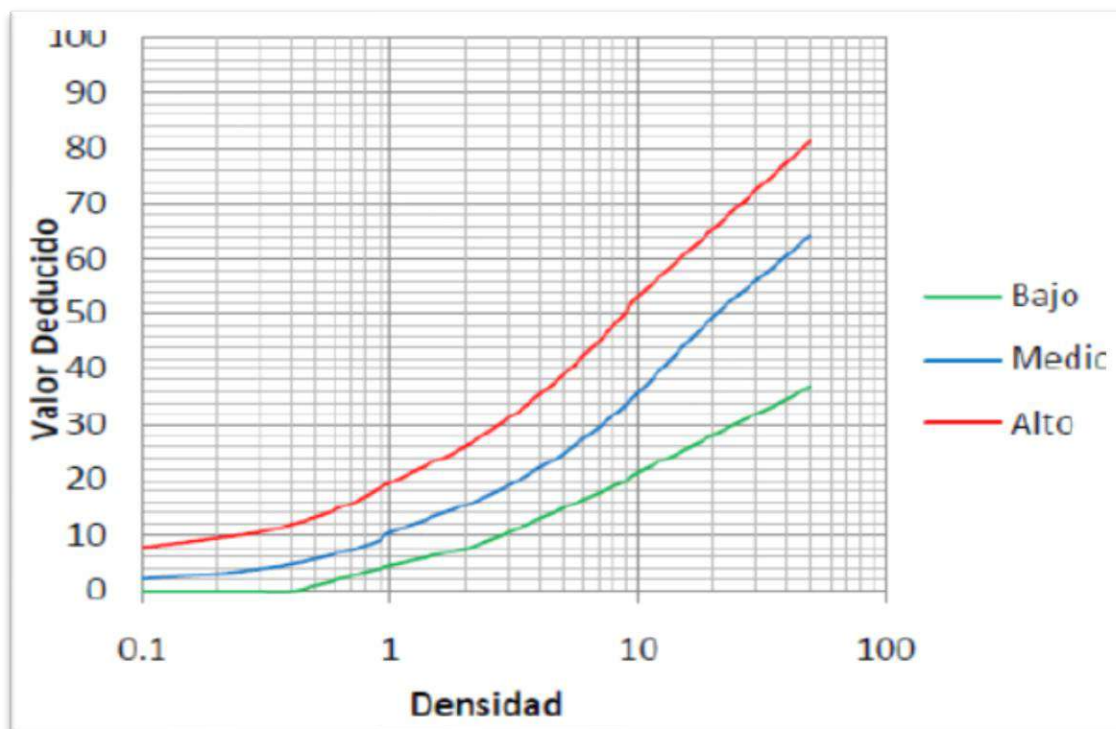
14.CRUCES DE VIA FERREA



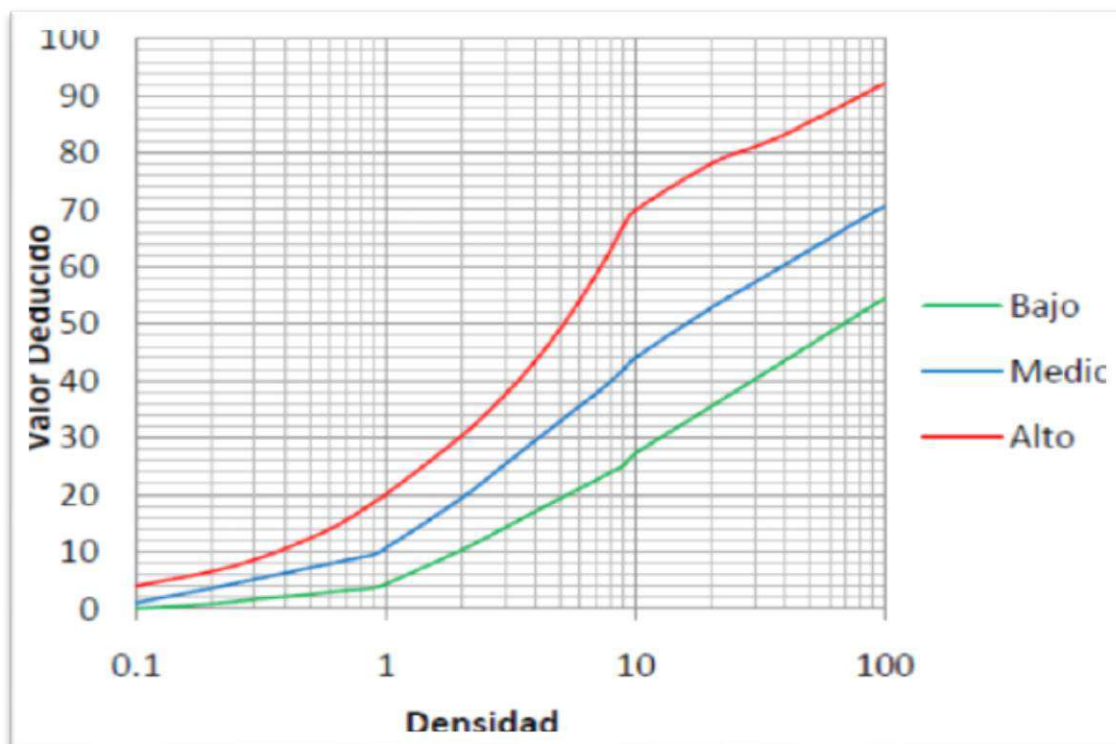
15. AHUELLAMIENTO



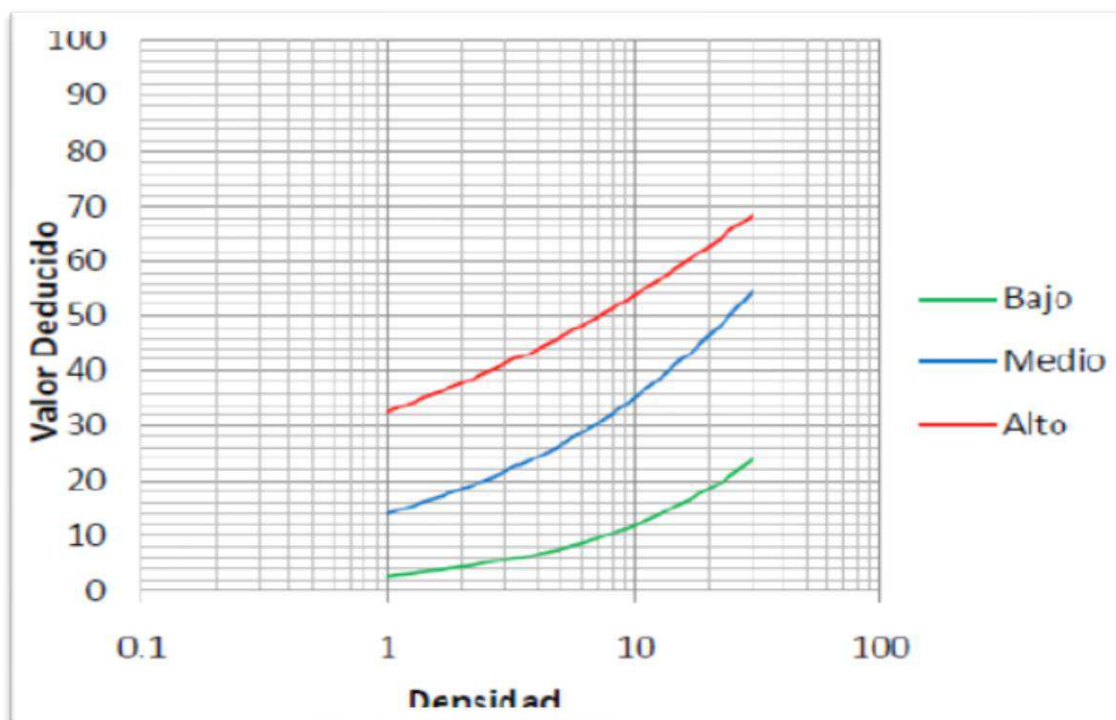
16. DESPLAZAMIENTO



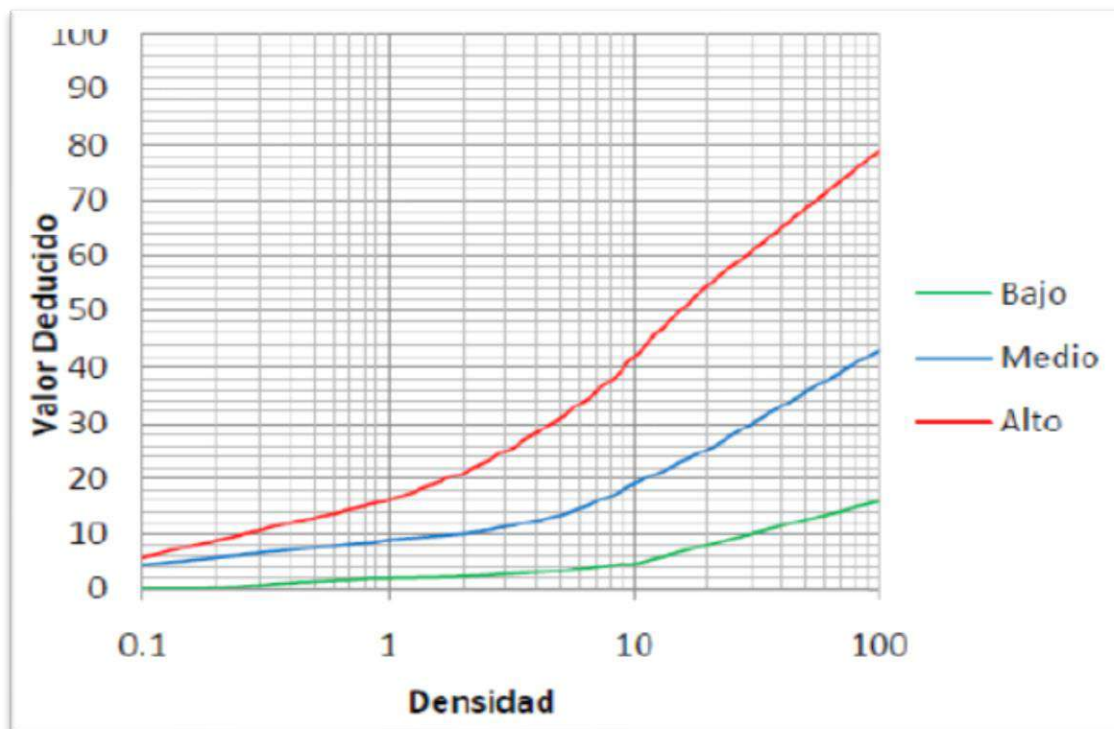
17. GRIETA PARABOLICA



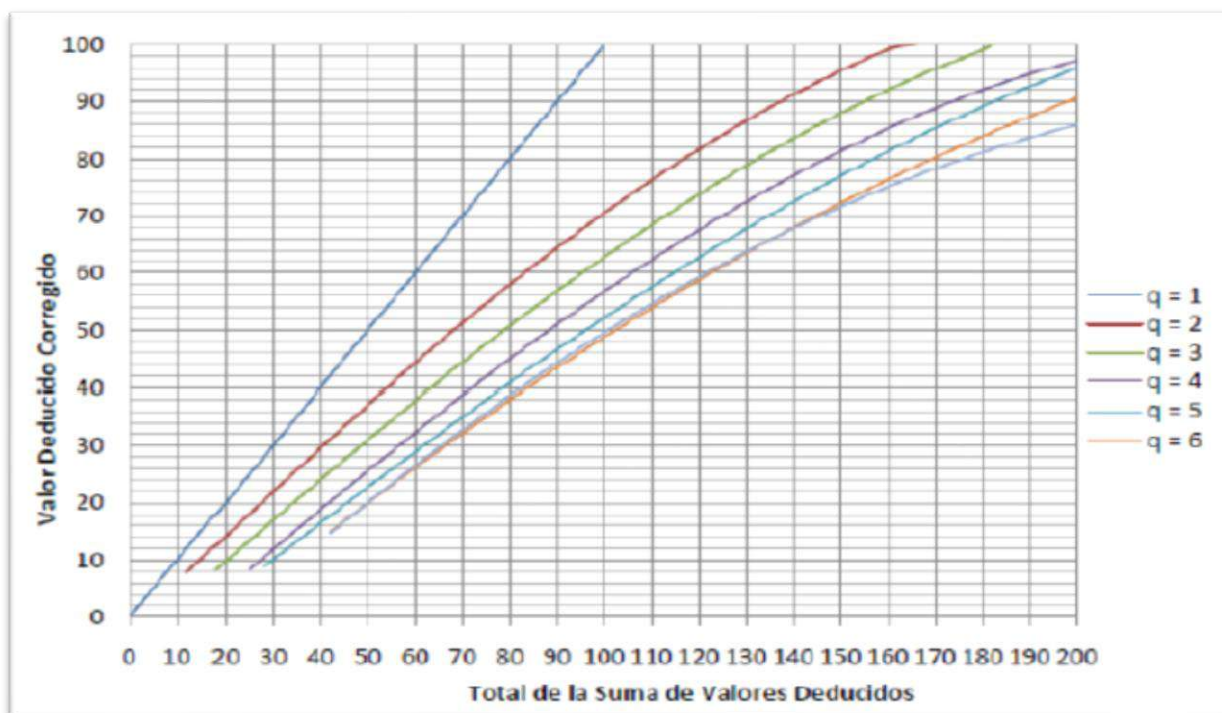
18. HINCHAMIENTO



19. DESPRENDIMIENTO DE AGREGADO



CURVAS PARA HALLAR EL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)



Anexo 5. Matriz de Consistencia

Título: "Evaluación superficial del pavimento Flexible en Calle Tarapacá Tramo Ovalo Cuzco hasta Avenida Gustavo Pinto, distrito de Tacna - 2021"						
Interrogante del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Métodos	Tipo de Estudio
Problema general:	Objetivo General	Hipótesis General				
¿De qué manera se puede Evaluar el deterioro superficial del Pavimento Flexible en Calle Tarapacá Tramo Ovalo Cuzco hasta Avenida Gustavo pinto, distrito de Tacna – 2021, mediante el uso de un método de inspección visual?	Realizar la evaluación superficial del Pavimento Flexible para determinar el estado de deterioro, en Calle Tarapacá Tramo Ovalo Cuzco hasta Avenida Gustavo Pinto, distrito de Tacna – 2021.	La evaluación superficial del Pavimento Flexible con la aplicación de la metodología PCI e IRI se determina que es desfavorable, en Calle Tarapacá Tramo Ovalo Cuzco hasta Avenida Gustavo pinto, distrito de Tacna – 2021	Variable dependiente: Evaluación superficial del Pavimento.	<ul style="list-style-type: none"> Comportamiento estructural. Tipos de fallas. Índice de rugosidad. 	Son estructuras formadas por una carpeta de rodadura y un conjunto de capas granulares, simples o tratadas, que descansan sobre el suelo de cimentación, también conocido como subrasante	La investigación es de tipo fundamental con enfoque cuantitativo, considera como la finalidad de evaluar la calidad y confort del pavimento
Problemas específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos				Nivel
¿De qué manera se puede identificar las fallas superficiales del Pavimento Flexible en Calle Tarapacá Tramo Ovalo Cuzco hasta Avenida Gustavo Pinto, distrito de Tacna - 2021, mediante el uso de un método de inspección visual?	Evaluar el deterioro superficial del Pavimento Flexible en Calle Tarapacá Tramo Ovalo Cuzco hasta Avenida Gustavo Pinto, distrito de Tacna - 2021, mediante el uso de un método de inspección visual.	La evaluación del deterioro superficial del Pavimento Flexible en Calle Tarapacá Tramo Ovalo Cuzco hasta Avenida Gustavo Pinto, distrito de Tacna - 2021, mediante el uso de un método de inspección visual, es desfavorable.	Variable independiente: Índice de condición del pavimento	<ul style="list-style-type: none"> Metodología PCI (Pavement Condition Index). Determinación PCI de unidades de muestreo. Determinación PCI de sección. 	El PCI es un indicador cuantitativo para calificar la evaluación de las fallas superficiales y estructurales de la capa de rodadura del pavimento	Evaluativo porque está orientado a establecer ciertos parámetros con la metodología PCI e IRI para determinar la condición del pavimento
¿De qué manera se puede identificar las fallas superficiales del Pavimento Flexible en Calle Tarapacá Tramo Ovalo	Identificar las fallas superficiales del Pavimento Flexible en Calle Tarapacá Tramo Ovalo	Las fallas superficiales del Pavimento Flexible en Calle Tarapacá Tramo Ovalo Cuzco hasta Avenida		<ul style="list-style-type: none"> Determinación por Método IRI 	El IRI es un método evaluativo que mide la	

Calle Tarapacá Tramo Ovalo Cuzco hasta Avenida Gustavo pinto, distrito de Tacna-2021?	Cuzco hasta Avenida Gustavo pinto, distrito de Tacna – 2021.	Gustavo pinto, distrito de Tacna – 2021, son variadas.	Índice Internacional de rugosidad.		desviación de una determinada superficie respecto a una superficie plana teórica, con dimensiones que afectan la dinámica del vehículo, la calidad de manejo, cargas dinámicas y el drenaje.	
¿Cómo se determina la rugosidad en Calle Tarapacá Tramo Ovalo Cuzco hasta Avenida Gustavo pinto, distrito de Tacna utilizando el equipo MERLIN?	Determinar la rugosidad en Calle Tarapacá Tramo Ovalo Cuzco hasta Avenida Gustavo pinto, distrito de Tacna - 2021, utilizando el equipo MERLIN.	La rugosidad en Calle Tarapacá Tramo Ovalo Cuzco hasta Avenida Gustavo pinto, distrito de Tacna -2021, utilizando el equipo MERLIN, es desfavorable				

Anexo 6. Planos: