

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



TESIS

**“EVALUACIÓN DE LA CALZADA DEL PAVIMENTO PARA
MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN LA AVENIDA TARAPACA
DEL DISTRITO DE POCOLLAY, TACNA - 2023”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. ERICKA IVONNE MAMANI ROJAS

Bach. CRISTIAN ROMARIO CONDORI LAQUI

TACNA – PERÚ

2023

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

TESIS

**“EVALUACIÓN DE LA CALZADA DEL PAVIMENTO PARA
MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN LA AVENIDA TARAPACA
DEL DISTRITO DE POCOLLAY, TACNA - 2023”**

Tesis sustentada y aprobada el 18 de noviembre del 2023; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE : Mtro. ROLANDO GONZALO SALAZAR CALDERÓN JUÁREZ

SECRETARIO : Mtro. OMAR ARTURO CUTIMBO TICONA

VOCAL : Mtro. MILTON CESAR GORDILLO MOLINA

ASESOR : Dr. PEDRO VALERIO MAQUERA CRUZ

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Ericka Ivonne Mamani Rojas y Cristian Romario Condori Laqui egresados de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificados con DNI 74504879 y 70971595, así como el asesor Dr. Pedro Maquera Cruz con DNI 00471913; declaramos en calidad de autores y asesor que:

1. Somos autores de la tesis titulada: *“evaluación de la calzada del pavimento para mejorar la transitabilidad en la avenida tarapaca del distrito de pocollay, tacna - 2023”* la misma que presentamos para optar el: *Título Profesional de Ingeniero Civil*
2. La tesis es completamente original y no ha sido objeto de plagio, total ni parcialmente, habiéndose respetado rigurosamente las normas de citación y referencias para todas las fuentes consultadas.
3. Los datos presentados en los resultados son auténticos y no han sido objeto de manipulación, duplicación ni copia.

En virtud de lo expuesto, asumimos frente a La Universidad toda responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos asociados a la obra.

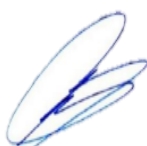
En consecuencia, comprometemos ante a La Universidad y terceros a asumir cualquier perjuicio que pueda surgir como resultado del incumplimiento de lo aquí declarado, o que pudiera ser atribuido al contenido de la tesis, incluyendo cualquier obligación económica que debería ser satisfecha a favor de terceros debido a acciones legales, reclamos o disputas resultantes del incumplimiento de esta declaración.

En caso de descubrirse fraude, piratería, plagio, falsificación o la existencia de una publicación previa de la obra, aceptamos todas las consecuencias y sanciones que puedan derivarse de nuestras acciones, acatando plenamente la normatividad vigente.

Tacna, 18 de noviembre del 2023



Ericka Ivonne Mamani Rojas
DNI 74504879



Pedro Valerio Maquera Cruz
DNI. 00471913



Cristian Romario Condori Laqui
DNI. 70971595

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que incluye este ya que sin ellos no se hubiera logrado realizar esta meta y a mi abuelo que desde el cielo guía mi camino.

Ericka Ivonne Mamani Rojas

Agradezco a mis padres, hermana y familia que siempre me han apoyado en mis metas y este es uno de ellos, gracias a ellos por sus consejos y a Dios por encaminar mis días. Agradezco a mi asesor el Ing. Pedro Miquera por guiarnos en este proyecto con su experiencia y consejos.

Cristian Romario Condori Laqui

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por guiar nuestro camino día a día, por darnos salud, acompañarnos en todo el camino de mi carrera, él ha sido nuestra luz en el camino en el momento más difícil de nuestras vidas al igual que nuestra fortaleza para no caer y levantarnos para alcanzar nuestras metas. A nuestro asesor por haberme guiado en este proyecto, en base a su experiencia y sabiduría.

Ericka Ivonne Mamani Rojas
Cristian Romario Condori Laqui

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS.....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Descripción del problema	2
1.2. Formulación del problema	5
1.2.1. Problema general	5
1.2.2. Problema específico	5
1.3. Justificación e Importancia.....	5
1.4. Objetivos de la investigación	5
1.4.1. Objetivo general.....	5
1.4.2. Objetivo específico.....	5
1.5. Hipótesis.....	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes del estudio	7
2.2. Bases teóricas.....	10
2.3. Definición de términos	30
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	31
3.1. Diseño de la investigación	31
3.2. Acciones y actividades.....	31
3.3. Materiales y/o instrumentos	39
3.4. Población y/o muestra de estudio	39
3.5. Operacionalización de variables	40
3.6. Procesamiento y análisis de datos	40
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	44
4.1. Resultados de la rugosidad del pavimento.....	44
4.2. Resultados de la evaluación del PCI	66
CAPÍTULO V: DISCUSION	98
CONCLUSIONES	99
RECOMENDACIONES	100

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
ANEXO	104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de rugosidad	11
Tabla 2. Tipo de intervención de acuerdo al rango de PCI	19
Tabla 3. Longitud de unidades de muestreo asfálticas	20
Tabla 4. Formato para la obtención del Máximo Valor Deducido Corregido	23
Tabla 5. Clasificación del Pavimento	24
Tabla 6. Índice de serviciabilidad.....	26
Tabla 7. Calculo de Lm	35
Tabla 8. Calculo de Lm	37
Tabla 9. Identificación de variable independiente y dependiente	40
Tabla 10. Resumen de la rugosidad del Tramo 1	64
Tabla 11. Resumen de la transitabilidad del Tramo 1	64
Tabla 12. Resumen de la rugosidad del Tramo 2	65
Tabla 13. Resumen de la transitabilidad del Tramo 2.....	65
Tabla 14. Unidades de muestreo del Tramo I.....	66
Tabla 15. Unidades de muestreo del Tramo II.....	66
Tabla 16. Resumen de resultados de PCI del Tramo I	97
Tabla 17. Resumen de resultados de PCI del Tramo II	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zona de investigación Av. Tarapacá.....	3
Figura 2. Inicio de la Avenida Tarapacá	3
Figura 3. Falla de hueco.....	4
Figura 4. Falla superficial: Bacheo	4
Figura 5. Escala estándar para clasificar las carreteras según el IRI.....	12
Figura 6. Equipo Rugosímetro Merlin	13
Figura 7. Esquema rugosímetro Merlin.....	13
Figura 8. Medición de las desviaciones de la superficie	14
Figura 9. Tablero para determinar las desviaciones de la superficie	14
Figura 10. Formato para recolección de datos de campo	15
Figura 11. Histograma de la distribución de frecuencias para hallar el rango D.....	16
Figura 12. Escala de graduación del Índice de Condición del Pavimento	18
Figura 13. Formato de condición para carreteras con superficie asfáltica	20
Figura 14. Abaco para pavimentos asfálticos	22
Figura 15. Curvas de corrección del Valor Deducido para pavimento flexible.....	23
Figura 16. Escala de índice de serviciabilidad	25
Figura 17. Equipo Rugosímetro Merlin Calibrado	32
Figura 18. Operando el Equipo Merlin	32
Figura 19. Llenado del Formato de Campo	32
Figura 20. Muestreo de Rugosímetro Merlin Tramo 1	33
Figura 21. Muestreo de Rugosímetro Merlin Tramo 1	34
Figura 22. Selección de las unidades de muestreo del Tramo I.....	36
Figura 23. Selección de las unidades de muestreo del Tramo II.....	38
Figura 24. Muestra de la Avenida Tarapacá.....	39
Figura 25. Formato de Recoleccion de datos	42
Figura 26. Procedimiento para hallar IRI y PSI.....	42
Figura 27. Formato para hallar PCI	42
Figura 28. Datos de campo de la progresiva 0+0.00 - 0+400.00 -Tramo I (subida)	44
Figura 29. Resultados de progresiva 0+0.00 - 0+400.00 -Tramo I (subida).....	45
Figura 30. Datos de campo de la progresiva 0+400.00 - 0+800.00 -Tramo I (subida)	46
Figura 31. Resultados de progresiva 0+400.00 - 0+800.00 -Tramo I (subida).....	47
Figura 32. Datos de campo de la progresiva 0+800.00 - 1+200.00 -Tramo I (subida)	48
Figura 33. Resultados de progresiva 0+800.00 - 1+200.00 -Tramo I (subida).....	49
Figura 34. Datos de campo de la progresiva 1+200.00 - 0+800.00 -Tramo I (bajada)	50

Figura 35. Resultados de progresiva 1+200.00 - 0+800.00 -Tramo I (bajada)	51
Figura 36. Datos de campo de la progresiva 0+800.00 - 0+400.00 -Tramo I (bajada) 52	
Figura 37. Resultados de progresiva 0+800.00 - 0+400.00 -Tramo I (bajada)	53
Figura 38. Datos de campo de la progresiva 0+400.00 - 0+0.00 -Tramo I (bajada)	54
Figura 39. Resultados de progresiva 0+400.00 - 0+0.00 -Tramo I (bajada)	55
Figura 40. Datos de campo de la progresiva 0+0.00 - 0+400.00 -Tramo II (subida) ...	56
Figura 41. Resultados de progresiva 0+0.00 - 0+400.00 -Tramo II (subida)	57
Figura 42. Datos de campo de la progresiva 0+400.00 - 0+0.00 -Tramo II (subida) ...	58
Figura 43. Resultados de progresiva 0+0.00 - 0+400.00 -Tramo II (subida)	59
Figura 44. Datos de campo de la progresiva 0+400.00 - 0+0.00 -Tramo II (bajada) ...	60
Figura 45. Resultados de progresiva 0+400.00 - 0+0.00 -Tramo II (bajada)	61
Figura 46. Datos de campo de la progresiva 0+0.00 - 0+400.00 -Tramo II (bajada) ...	62
Figura 47. Resultados de progresiva 0+0.00 - 0+400.00 -Tramo II (bajada)	63
Figura 48. Resultados de PCI del Tramo I – U 01	66
Figura 49. Resultados de PCI del Tramo I – U 05	68
<i>Figura 50.</i> Resultados de PCI del Tramo I – U 09	69
Figura 51. Resultados de PCI del Tramo I – U 13	70
Figura 51. Resultados de PCI del Tramo I – U 17	71
Figura 53. Resultados de PCI del Tramo I – U 21	72
Figura 54 .Resultados de PCI del Tramo I – U 25	73
Figura 55. Resultados de PCI del Tramo I – U 29	74
Figura 56. Resultados de PCI del Tramo I – U 33	75
Figura 57. Resultados de PCI del Tramo I – U 37	76
Figura 58. Resultados de PCI del Tramo I – U 41	77
Figura 59. Resultados de PCI del Tramo I – U 45	78
Figura 60. Resultados de PCI del Tramo II de subida – U 01	79
Figura 61. Resultados de PCI del Tramo II de subida – U 03.....	80
Figura 62. Resultados de PCI del Tramo II de subida – U 05.....	81
Figura 63. Resultados de PCI del Tramo II de subida – U 07.....	82
Figura 64. Resultados de PCI del Tramo II de subida – U 09.....	83
Figura 65. Resultados de PCI del Tramo II de subida – U 11	84
Figura 66. Resultados de PCI del Tramo II de subida – U 13.....	85
Figura 67. Resultados de PCI del Tramo II de subida – U 15.....	86
Figura 68. Resultados de PCI del Tramo II de subida – U 17.....	87
Figura 69. Resultados de PCI del Tramo II de bajada – U 01.....	88
Figura 70. Resultados de PCI del Tramo II de bajada – U 03.....	89
Figura 71. Resultados de PCI del Tramo II de bajada – U 05.....	90

Figura 72. Resultados de PCI del Tramo II de bajada – U 07.....	91
Figura 73. Resultados de PCI del Tramo II de bajada – U 09.....	92
Figura 74. Resultados de PCI del Tramo II de bajada – U 11.....	93
Figura 75. Resultados de PCI del Tramo II de bajada – U 13.....	94
Figura 76. Resultados de PCI del Tramo II de bajada – U 15.....	95
Figura 77. Resultados de PCI del Tramo II de bajada – U 17.....	96

RESUMEN

En la presente investigación “Evaluación de la calzada del pavimento para mejorar la transitabilidad de la Avenida Tarapacá del distrito de Pocollay, Tacna – 2023” el objetivo principal fue mejorar la transitabilidad mediante el rugosímetro Merlin y el índice de condición del pavimento (PCI) en la cual primero se fue a campo a realizar la inspección visual de la vía verificando el kilometraje y las características de la vía como el ancho de la calzada, los tramos el cual nuestra muestra se dividió en dos tramos , el primer tramo de 1,500.00m y el segundo tramo de 600.00m , luego se procedió ir a campo a realizar la evaluación con ayuda del equipo rugosímetro Merlin anotándose los valores que nos votó la lectura cada 1.80 m hasta completar dicho formato , luego se realizó la evaluación mediante el PCI identificándose las fallas que hubo en la avenida del Tramo I y Tramo II , anotándose así en nuestro formato la falla, severidad y cantidad. Mediante el trabajo en gabinete se realizó los cálculos con hojas excel y software ya sea necesario, hallando así para el Tramo I un IRI=5.401 m/km para el carril derecho y un IRI=5.294 m/km para el carril izquierdo, obteniendo un promedio IRI= 5.347 m/km calificándose en estado Muy Malo, para el Tramo II un IRI= 5.441 m/km de carril de subida y un IRI= 5.078 m/km de carril de bajada obteniendo un promedio IRI=5.259 m/km calificando como estado Muy Malo. Para el PCI se obtuvo para el Tramo I un PCI=37.00 calificando en estado Malo y el Tramo II un PCI=36.50 en estado Malo. Finalizando se halló la transitabilidad mediante la rugosidad obteniendo un PSI= 1.933 del Tramo I en estado Malo y un PSI= 1.860 del Tramo II también en estado Malo, la cual se da la solución al problema mediante una intervención de Rehabilitación-Refuerzo Estructural con mortero asfáltico o lechada asfáltica la cual nos ayudara a reforzar la estructura del pavimento y así poder mejorar la avenida.

Palabras claves: Rugosímetro Merlin, Rugosidad, Índice de condición del pavimento, transitabilidad, evaluación.

ABSTRACT

In the present research "Evaluation of the pavement road to improve the passability of Tarapaca Avenue in the Pocollay district, Tacna - 2023" the main objective was to improve the passability using the Merlin roughness meter and the pavement condition index (PCI) in which first went to the field to carry out a visual inspection of the road, verifying the mileage and the characteristics of the road such as the width of the road, the sections of which our sample was divided into two sections, the first section of 1,500.00m and the second section of 600.00m, then we proceeded to go to the field to carry out the evaluation with the help of the Merlin roughness meter equipment, writing down the values that the reading voted for us every 1.80 m until completing said format, then the evaluation was carried out using the PCI, identifying the faults that There were on the avenue of Section I and Section II, thus noting the failure, severity and quantity in our format. Through office work, calculations were carried out with excel sheets and software as necessary, thus finding for Section I an IRI=5.401 m/km for the right lane and an IRI=5.294 m/km for the left lane, obtaining a average IRI= 5.347 m/km qualifying in Very Bad condition, for Section II an IRI= 5.441 m/km of uphill lane and an IRI= 5.078 m/km of downhill lane obtaining an average IRI=5.259 m/km qualifying as Very Bad condition. For the PCI, a PCI=37.00 was obtained for Tranche I, qualifying in Bad status, and Tranche II, a PCI=36.50 in Bad status. Finally, trafficability was found through roughness, obtaining a PSI = 1.933 of Section I in Bad state and a PSI = 1.860 of Section II also in Bad state, which provided the solution to the problem through a Rehabilitation-Structural Reinforcement intervention with mortar. asphalt or asphalt slurry which will help us reinforce the structure of the pavement and thus be able to improve the avenue.

Keywords: Merlin Roughness Meter, Roughness, Pavement Condition Index, trafficability, assessment.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación llamada “Evaluación de la calzada del pavimento para mejorar la transitabilidad en la Avenida Tarapacá del distrito de Pocollay, Tacna - 2023” busca evaluar la condición del pavimento en la cual se encuentra toda la Avenida Tarapacá en la actualidad debido a que la mayor parte del tramo a simple vista se ve la dificultad al circular con el vehículo y hace que el flujo vehicular no sea óptimo y por eso que se tomó cierto tramo que va en la intersección de la Avenida Vilauta hasta la intersección de la Avenida Celestino Vargas.

Actualmente se observa en la ciudad de Tacna que las avenidas y calles se encuentran muy olvidadas, un ejemplo es la Avenida Tarapacá que es una avenida muy importante para la circulación de vehículos que colinda con varias calles y avenida en la cual se evaluará la condición del pavimento flexible mediante el equipo Merlin y el Método de PCI para poder realizar un mantenimiento y/o rehabilitación de la vía.

Esta tesis está dividida en 5 capítulos que mencionaremos a continuación:

El capítulo I se encuentra en planteamiento del problema en donde trata de describir el problema de la vía, justificación, objetivos e hipótesis. El capítulo II realiza un análisis y desarrollo del marco teórico en la cual describiremos el proceso de nuestras variables tanto independiente como dependiente ya sea proceso, cálculos, descripción y desarrollo. El capítulo III logra desarrollar la metodología que se usará en la investigación, en donde estará establecido los métodos que se usaron como el diseño y tipo de investigación, determinación de la muestra y población, elección de las técnicas aplicadas y la operacionalización de variables. El capítulo IV se enfoca en la presentación de resultados obtenidos por los datos que se obtuvieron en campo con ayuda de nuestros equipos y verificar la condición del pavimento flexible. El capítulo V se obtiene la comparación de lo desarrollado en el capítulo anterior, mediante una discusión, con diferentes tesis que presentan problemáticas similares y analizan de diferentes enfoques a la condición del pavimento

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción del problema

A nivel internacional, según Ávila (2021): La serviciabilidad del pavimento flexible sobrelleva un deterioro debido a las causas de las constantes cargas de tránsito y los agentes ambientales a los que están expuestos; asimismo, en algunos países la economía fundamental es el transporte, ya sea en una zona rural o urbano, lo que contribuye al desarrollo socio económico de la población es la serviciabilidad en las carreteras.

A nivel nacional, al respecto Bellido y Ochoa (2017), conceptualiza que en nuestro país como sabemos la realidad del tránsito vehicular es un caos, presentándose de ese modo innumerables accidentes de tránsito debido al caos presentado siendo uno de ellos el mal estado y falta de mantenimiento de las vías, siendo necesario contar con una mejoría en la calidad de los pavimentos debiéndose atender las necesidades como su mantenimiento oportuno y conservación del mismo, ya que es de vital importancia para poder brindar la serviciabilidad a los usuarios teniendo en cuenta los parámetros adecuados para el diseño del pavimento flexible

El distrito de Pocollay, viene teniendo un aumento poblacional, siendo uno de los distritos más visitados en la actualidad por la gastronomía, vegetación, plaza y chacras. Llevando a un cambio en el panorama urbano de Tacna, teniendo principalmente para acceder a este distrito las avenidas que cuentan con base de las carpetas asfálticas en frío.

En la Figura 1 se muestra la ubicación tomada para nuestro proyecto que busca evaluar la rugosidad y el índice de condición del pavimento para mejorar la transitabilidad en la avenida Tarapacá entre la avenida Celestino Vargas y la avenida Vilauta con una longitud de 2,1 kilómetros de toda la vía tomada y en la Figura 2,3 y 4 se muestra las fallas mas recurrentes en la zona de investigación.

Figura 1

Zona de investigación Av. Tarapacá



Nota. Ubicación de la avenida Tarapacá en el distrito de Pocollay tomado de Google Earth (2023).

Figura 2

Inicio de la Avenida Tarapacá



Nota. Ubicación de la avenida Tarapacá inicio del tramo con la Avenida Vilauta.

Figura 3

Falla de hueco



Nota. Se observa una de las fallas estructurales ubicadas en la Avenida Tarapacá

Figura 4

Falla superficial: Bacheo



Nota. Se observa una de las fallas superficiales ubicadas en la Avenida Tarapacá

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Qué valores presentará una evaluación de la calzada del pavimento para mejorar la transitabilidad en la Avenida Tarapacá del distrito de Pocollay, Tacna – 2023?

1.2.2 Problema específico

- a. ¿Cuál es el índice de rugosidad del pavimento en la Avenida Tarapacá del Distrito de Pocollay, Tacna 2023?
- b. ¿Cuál es el índice de condición del pavimento flexible en la Avenida Tarapacá del Distrito de Pocollay, Tacna 2023?
- c. ¿Cuál es la propuesta de solución del pavimento flexible en la Avenida Tarapacá del Distrito de Pocollay, Tacna 2023?

1.3 Justificación e Importancia

El presente plan de tesis desde el punto de vista social busca evaluar la vía del pavimento flexible utilizando el rugosímetro de Merlín y el PCI (Paviment Condition Index) para que así se pueda realizar el mantenimiento adecuado y así ayudar con la buena circulación de vehículos debido a que esa avenida es muy importante porque conecta con otras avenidas y favorece a la población cercana.

El presente plan de tesis desde el punto de vista económico si la vía logra estar en buenas condiciones aumentaría los ingresos a la población debido a que por esta zona existen restaurantes campestres y debido a que existe una irregularidad en la vía los vehículos prefieren optar otra avenida.

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo general

Determinar la evaluación de la calzada del pavimento para mejorar la transitabilidad en la Avenida Tarapacá del distrito de Pocollay, Tacna – 2023.

1.4.2 Objetivo específico

- a. Determinar el índice de rugosidad del pavimento en la Avenida Tarapacá del Distrito de Pocollay, Tacna 2023.
- b. Determinar el índice de condición del pavimento flexible en la Avenida Tarapacá del Distrito de Pocollay, Tacna 2023.

- c. Proponer la solución del pavimento flexible en la Avenida Tarapacá del Distrito de Pocollay, Tacna 2023.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general

La evaluación de la calzada del pavimento para mejorar la transitabilidad en la Avenida Tarapacá del Distrito de Pocollay, Tacna – 2023, presenta condiciones desfavorables.

1.5.2 Hipótesis específica

- a. El índice de rugosidad del pavimento en la Avenida Tarapacá del Distrito de Pocollay, Tacna 2023 presenta condiciones muy malo.
- b. El índice de condición del pavimento flexible en la Avenida Tarapacá del Distrito de Pocollay, Tacna 2023 es malo.
- c. La propuesta de solución del pavimento flexible en la Avenida Tarapacá del Distrito de Pocollay, Tacna 2023 se representa mediante un recapeo con mortero asfáltico.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio

2.1.1 Antecedente Internacional

Sierra y Rivas (2016), presentó en su investigación de “Aplicación y comparación de las diferentes metodologías de diagnóstico para la conservación y mantenimiento del tramo PR 00+000 – PR 01+020 de la vía al llano (dg 78 bis sur – calle 84 sur) en la UPZ Yomasa”, realizada por Cristian Camilo, Sierra Diaz y Andres Felipe, Rivas Quintero, en el año 2016. Su tesis de investigación realizada para obtener el título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad Católica de Colombia. La cual tenía como objetivo comparar, evaluar y analizar los métodos superficiales de PCI y VIZIR, sobre un tramo con pavimento flexible, donde se determinó, califico y evaluó los métodos y la efectividad para un mantenimiento. Estas mediciones y diferentes tipos de daño son calibradas y modificadas de acuerdo a cada país, por lo que es necesario interpretar el mejor procedimiento para su correcta intervención en la vía. Por lo que se recomienda hacer el uso de la metodología de VIZIR para vías con capa de rodadura asfáltica y para capas de rodadura rígidas se debió utilizar la metodología del PCI, debido a que se contó con detallados y complejos análisis para determinar una correcta evaluación para un mantenimiento o rehabilitación

Chavez y Peñarreta (2019), en su trabajo de titulación determino la Correlación entre el PCI (Índice de condición del Pavimento) y el IRI (Índice de Rugosidad Internacional) en el sector de la Av. Loja ubicada en la ciudad de Cuenca – Ecuador, su estudio obtuvo como base el análisis de 86 secciones de 50 metros El autor determinó que según PCI el 45% y 35% del área analizada se encontraba en buen estado, el 11% y 9% restante se encontraba en aceptable y mal estado, según IRI dando un resultado de 4,8 m/km, calificado como malas condiciones de trabajo, deterioro y consumo, esto da una correlación entre PCI e IRI de -0,79, es decir que tienen una gran relación lineal inversa, es decir, PCI afecta directamente a la estructura. cobertura dura. El signo negativo del resultado significa que a medida que aumenta el PCI, el IRI disminuye, descrito por la ecuación $PCI = -13,325(IRI)$, lo que significa que el IRI y, por lo tanto, el índice de condición del pavimento (PCI) se pueden calcular utilizando Roadroid.

Pachay y Moreno (2017), en su trabajo de Grado de Título Profesional donde realizo una investigación enfocada la evaluación de fallas que afecte la disminución de la superficie de azúcar flexible mediante el uso de la superficie del índice de superficie (PCI). Su propósito es determinar el estado actual de una ruta específica de una ruta y la capacidad de mejorar las condiciones flexibles del servicio vial mediante el uso del

control visual sobre la gravedad de acuerdo con el nivel, la relación es como una estructura sin salchichas o pruebas. Fuera del nivel promedio descrito como una estructura con grietas, que eventualmente aumenta el nivel de severo, estructurado con grietas, el autor ha llegado a la conclusión de que la ruta se analiza en Ecuador se basa en el estándar ASTM que representa una variedad de disminución de una alta gravedad. Línea y otras víctimas con diferentes tipos de fallas para lo que logró.

2.1.2 Antecedente Nacional

Sarmiento y Arias (2015), en la investigación de “Análisis y Diseño Vial de la Avenida Martir Olaya ubicada en el distrito de Lurín del departamento de Lima”, realizado por Juan Alberto, Sarmiento Soto y Tony Waldo, Arias Coque, en el año 2015. Este proyecto se ha desarrollado para solucionar la problemática de esta avenida, las cuales radican en el deterioro de la carpeta de rodadura generada principalmente por un alto tránsito pesado y la carencia de una señalización vial que no permite el flujo libre de vehículos, al mismo tiempo no brinda seguridad a los conductores y transeúntes. Este proyecto fue desarrollado empleando la metodología de diseño utilizada en el Perú, así como los manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de presente país.

Rodriguez (2009), en la tesis titulada “Cálculo del Índice de Condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla” fue presentada en el año 2009 por el alumno Edgar Rodríguez de la Universidad de Piura (UDEP); su objetivo principal fue utilizar el método PCI para determinar la condición de la superficie del pavimento flexible en la Avenida Luis Montero. Se analizaron dos tramos de vía de 600 metros (en ambos sentidos de la vía), donde se identificaron fallas existentes y se evaluó cuantitativamente el estado de la vía, gracias al método PCI, la avenida alcanzó un Índice de Condición del Pavimento (PCI) ponderado de 49, lo que indica que la vía se encuentra en buenas condiciones gracias a los trabajos de mantenimiento realizados en 2008, ayudando a limitar la ocurrencia de daños estructurales dañinos del lado de caminar.

Aranibar y Saavedra (2019), en la tesis titulada “Determinación del estado actual del pavimento mediante la medición del índice de condición del pavimento (pci) y el índice de rugosidad internacional (IRI) en la vía principal Izcuchaca – Huarcondo” tiene como objetivo determinar el estado actual del firme flexible de la carretera Izcuchaca - Huarcondo utilizando los siguientes métodos: Índice de Condición del Pavimento (PCI) e Índice Internacional de Rugosidad (IRI). Para realizar este estudio, se diagnosticó discapacidad visual a 26 muestras utilizando el método PCI basado en ASTM D6433-07 (Práctica estándar para pruebas de índice de condiciones de pavimento y de índice de espacios de estacionamiento). El trabajo de campo mediante este método incluye

realizar un inventario de los daños, registrando su gravedad y cantidad mediante instrumentos de medición como odómetros, reglas milimétricas, cintas métricas y listas de daños en la superficie asfáltica. La regularidad de la superficie de la carretera se midió utilizando un probador de rugosidad Merlin, donde se realizaron 50 pruebas basadas en ASTM E867-06 (Terminología estándar relacionada con vehículos - Sistemas de pavimento). El trabajo de campo que utiliza este método implica registrar los datos de elevación y profundidad recibidos por el puntero en la pantalla del Rugosímetro Merlin. El estudio encontró un índice de condición de la superficie de 19,5 ubicando la superficie en el rango de "muy pobre", y un índice de rugosidad internacional de 4,90 m/km y 4,48 m/km para el tráfico por carriles. respectivamente a la izquierda, lo que muestra que ambas franjas de acera se encuentran dentro del rango de calificación "pobre". Finalmente, para contribuir con el trabajo, se señaló que el tipo de intervención que se necesita hacer en esta vía es la reconstrucción y con base en los resultados del IRI se determinó el índice de condición del pavimento (PSI).

2.1.3 Antecedente Local

Mamani y Vallejos (2020), la correspondiente tesis de "Cálculo de la rugosidad y el índice de condición del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad en la Av. Juan Moore, Tramo: Calle Argentina" el cual analiza las fallas presentes y la rugosidad en el pavimento flexible en la avenida Juan Moore, evaluando un tramo que se encuentra en el distrito Alto de la Alianza y otro tramo en el distrito de Ciudad Nueva, tiene la longitud aproximada de 1,900.00 metros y un ancho de calzada de 7,20 metros. El objetivo de la investigación es calcular la rugosidad y el índice de condición del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad en la Avenida Juan Moore en el tramo entre la Calle Argentina y la Calle Precursores, mediante el uso del rugosímetro de MERLIN se determina que la Rugosidad del carril derecho es igual a 7,9865 m/km, y en el carril izquierdo es igual a 7,15425 m/km, por lo que el Índice de Regularidad Internacional (IRI), ponderado de la vía investigada es igual a 7,57 m/km, calificando al estado del pavimento como Malo. Por otro lado, se obtiene un índice de condición de las 12 unidades de muestreo más 4 unidades de muestreo adicional, Índice de Condición del Pavimento (PCI) ponderado igual a 26,60, calificando una condición Malo y para definir la transitabilidad se calcula el $PSI = 1,26$ en base al IRI ponderado, calificación; "Transitabilidad Mala". Se concluye que de acuerdo a los resultados del IRI y PCI, se determina que la rugosidad y el estado de condición son Malos, por lo que el pavimento tiene problemas o deficiencias en la transitabilidad. Y los resultados de la rugosidad de ambos carriles, considerando su ponderado obtenido del IRI, el índice de condición que califica el estado de pavimento y la transitabilidad, como pavimento malo y la transitabilidad mala.

Aguirre y Chambilla (2021), en el presente trabajo de investigación se evaluó el firme analizando los defectos y rugosidades del firme flexible para determinar el estado de desgaste de la vía Tarapacá en el tramo Ovalo Cusco - Av. Gustavo Pinto, distrito de Tacna, provincia de Tacna, con una longitud aproximada de 2,450 metros y un ancho de vía de 6,00 metros. El objetivo del estudio fue evaluar la superficie de pavimentos flexibles para determinar el estado de desgaste en la calle Tarapacá en el tramo comprendido entre la Avenida Ovalo Cusco y la Avenida Gustavo Pinto, utilizando los métodos PCI e IRI. Como resultado del uso de la técnica PCI, el índice de condición de las 16 unidades de muestra se logró en 45,60 por lo que se considera regular, mientras que la rugosidad de los rieles se calculó utilizando un rugómetro MERLIN rugoso. y el carril izquierdo es de 6,37 m/km y el carril derecho es de 7,04 m/km, dando un valor IRI promedio de la carretera de prueba de 6,70 m/km, teniendo en cuenta el "malo" estado de la calzada". Concluyeron que los resultados de la evaluación de superficie PCI nos dan un estado "regular" y el probador de rugosidad MERLIN nos da un estado "malo".

Banegas y Riega (2019), 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" tuvo como objetivo evaluar el estado funcional mediante el método PCI y su condición de rugosidad (merlin) en la Avenida Jorge Basadre Grohmann. Se sabe que la línea Este-Oeste alcanzó PCI 40,19 clasificada como normal, y la línea Este-Oeste alcanzó PCI 40,78, clasificada como normal. Aplicando el proceso IRI a la línea Este-Oeste IRI según clasificación REGULAR, se logra un IRI de 4,15 mientras que en la línea Este-Oeste el IRI es de 4,08 con clasificación REGULAR.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Rugosidad

Montoya (2013), dice que la rugosidad en las vías son aquellas irregularidades de esfuerzo y deformaciones en la estructura del pavimento plano a la cual se ven afectadas los vehículos de carga. El banco mundial ha propuesto un método de medición de la rugosidad llamado Índice Internacional de Rugosidad (IRI) en m/km, con el objetivo de que todos los países utilicen un parámetro para determinar la rugosidad.

2.2.1.1 Índice de Rugosidad Internacional (IRI)

El Índice de Rugosidad Internacional (IRI), se define como la acumulación del movimiento vertical que sufre la suspensión de una rueda (un cuarto de carro) cuando este recorre la superficie a una velocidad de referencia de 80 km/h para lo cual nos dice que es un indicador de confort de marcha y es un parámetro de la carretera percibido por el usuario, una buena regularidad en la carretera puede garantizar la seguridad y el confort de los usuarios, pero sin regularidad el desgaste de la superficie de la carretera puede provocar molestias. Badilla Vargas G (2009)

En la Tabla 1 se muestra los niveles de estado de 0 a más 5 para pavimentadas y de 6 a más 10 de no pavimentadas, los cuales lo calificamos de acuerdo al valor de IRI.

Tabla 1

Niveles de rugosidad

Estado	Pavimentadas	No pavimentadas
Bueno	$0 < IRI \leq 2,8$	$IRI \leq 6$
Regular	$2,8 < IRI \leq 4,0$	$6,0 < IRI \leq 8,0$
Malo	$4,0 < IRI \leq 5,0$	$8,0 < IRI \leq 10,0$
Muy malo	$5 < IRI$	$10 < IRI$

Nota. Se observa en imagen los valores del IRI desde bueno a muy malo.

2.2.1.2 Escala y características del IRI

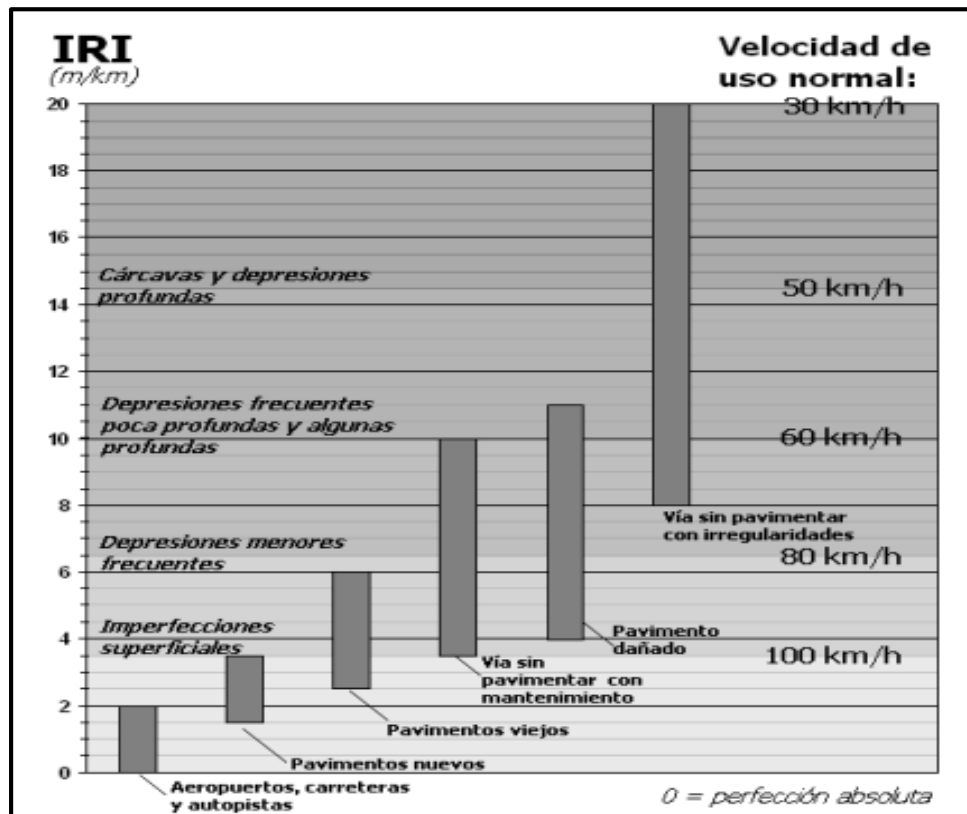
El cálculo del IRI de las carreteras es necesario para prever el deterioro progresivo del pavimento de las vías. Este valor permitirá priorizar las reparaciones de las vías y realizar una mejor inversión de tiempo y dinero. Además, el óptimo mantenimiento de la condición general de las vías repercutirá sobre el costo total de operación de vehículos, la calidad de viaje de las personas, el orden y limpieza de la ciudad y la salud de los habitantes. Por ello, es importante que su valor sea invariable independientemente de la técnica o equipo que se utilice. A partir del estudio realizado por el Banco Mundial, se propuso una escala de medición de estados de vías y velocidad recomendada para recorrerlas.

Así, las carreteras en mejor estado obtendrán un valor IRI más bajo que aquellas deterioradas. Del mismo modo, alcanzar valores de IRI igual a cero es sumamente difícil desde el punto de vista constructivo y, una vez puesta en servicio, la regularidad del pavimento se modifica lentamente en función del paso del tránsito. Badilla Vargas G. (2009)

En la figura 5 se muestra la escala estándar del IRI (m/km) de acuerdo a la velocidad en pavimentos nuevos, pavimentos viejos, vías sin pavimentar con mantenimiento, pavimento dañado, vía sin pavimentar con irregularidades.

Figura 5

Escala estándar para clasificar las carreteras según el IRI



Nota. Escala tomada del Banco Mundial

2.2.1.3 Rugosímetro Merlin

El medidor de rugosímetro Merlin está especialmente diseñado específicamente para la medición de la rugosidad de la superficie de la carretera, es una variación del perfilómetro estático, además es un método fácil de usar, de bajo costo y fácil de usar. El rugosímetro Merlin es un instrumento versátil, sencillo y económico diseñado para su uso en países de desarrollo. Fue introducido en Perú en 1993 por el Ing. Pablo del Águila y hasta el momento cuenta con más de 15 unidades propiedad de numerosas empresas constructoras y consultoras. "Fue creado por el Laboratorio Británico de Investigación de Carreteras y Transporte (TRRL) con el objetivo de ser un instrumento fácil de usar para medir la regularidad de las carreteras. El dispositivo tiene un diseño simple y funciona según el principio de una palanca. Detecta y amplifica las irregularidades de la carretera y mide no la magnitud de las deformaciones, sino su variabilidad. Del Águila (1999).

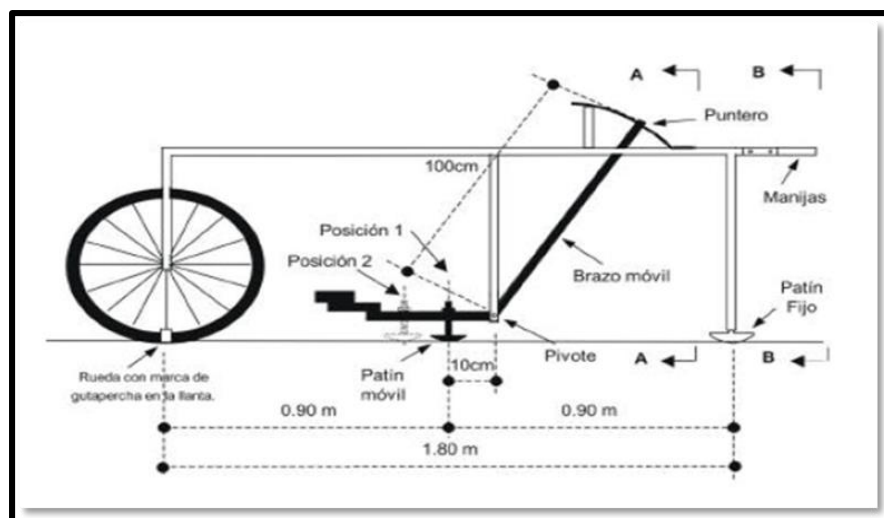
En la figura 6 se muestra el equipo rugosímetro merlin usado para la investigación de material metálico calibrado con su lectura.

Figura 6*Equipo Rugosímetro Merlin*

Nota. Fotografía tomada por los tesisistas de esta investigación.

La longitud de la cuerda promedio es de 1,80 m, ya que esta distancia proporciona los mejores resultados de correlación, este hecho de material metálico, cuenta con dos manijas para poder manipular el equipo y una lectura de medición del 1 al 50 ya sea depresión o elevación. también se define que se deben medir consecutivamente 200 desviaciones de la cuerda media al largo de la avenida, teniendo en cuenta un intervalo constante entre mediciones. P. del Aguila (1999).

En la figura 7 se muestra las partes del esquema rugosímetro merlin con sus medidas la cual nos sirve para verificar el estado en la cual se encuentra la avenida.

Figura 7*Esquema rugosímetro Merlin*

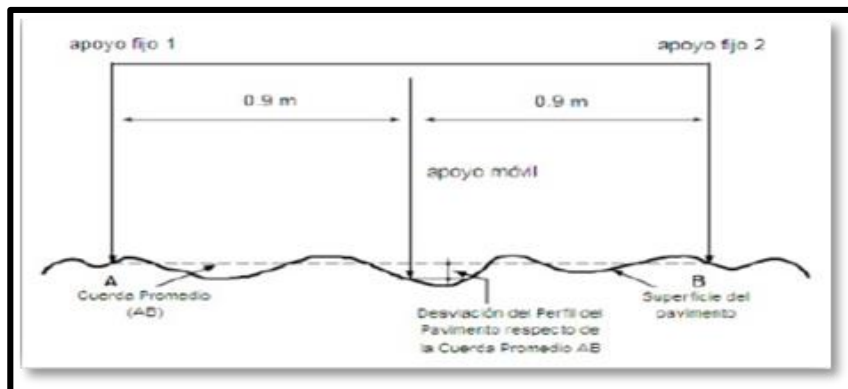
Nota. La imagen nos muestra las partes del equipo Rugosímetro Merlin para poder manipular dicha herramienta.

MERLIN mide el desplazamiento vertical entre la superficie de la carretera y el punto medio de una línea imaginaria de la misma longitud. El desplazamiento se denomina “desviación de la cuerda media” (P, 1999).

En la figura 8 se muestra las desviaciones de las superficies del pavimento en la cual se observa observa las desviaciones del perfil del pavimento respecto a la cuerda promedio AB.

Figura 8

Medición de las desviaciones de la superficie



Nota. En la imagen observamos el comportamiento de las desviaciones al momento de pasar con el equipo Merlin.

Para registrar el movimiento del marcador se utiliza una escala con 50 divisiones, cada una de 5 mm de espesor, fijada el borde del tablero por el que se desliza el marcador. (P, 1999)

En la Figura 9 se observa el tablero en lo cual nos ayuda para colocar si es una elevación o una depresión según lea el tablero de acuerdo al estado actual en la que se encuentra.

Figura 9

Tablero para determinar las desviaciones de la superficie



Nota. Lectura de las desviaciones de elevaciones y depresiones del equipo Rugosímetro Merlin.

2.2.1.4 Ejecución de ensayos:

En su publicación menciona sobre la detección de rugosidades de los pavimentos señala: Para realizar la prueba se debe realizar entre dos personas, una de las cuales opera la máquina y la otra registra los valores que arroje el equipo según la vía. Además, se deberá elegir una calzada de mínimo de 400 m de longitud, medida en relación a la huella exterior. Para determinar el valor de rugosidad, se tuvieron que realizar 200 observaciones de la 'rugosidad de la superficie de la carretera', siendo cada observación detectada por el patín móvil del MERLIN y luego indicada por la posición tomada por el puntero registrándose así las lecturas tomadas.

El equipo se debe colocar periódicamente para observación, normalmente cada 2m, de hecho, esto se soluciona tomando como referencia la circunferencia de la rueda Merlin, es decir, cada prueba se realiza después de una vuelta de la rueda" (Del09). Durante cada observación, el instrumento debe colocarse en la calzada basándose en tres puntos fijos e inmutables: la rueda, el soporte trasero fijo y el estabilizador para prueba. La posición que ocupa el cursor corresponde a una lectura del 1 al 50 y será anotada en el formato de campo.

En la figura 10 se muestra la hoja de campo tomada para realizar las evaluaciones del pavimento, en la cual nos muestra el tramo, carril, fecha, sector y nombre del proyecto.

Figura 10

Formato para recolección de datos de campo

ENSAYOS PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN (HOJA DE CAMPO)												
PROYECTO :					OPERADOR :							
SECTOR :					SUPERVISOR :							
TRAMO :					FECHA :							
CARRIL :												
ENSAYON°	<input type="text"/>	KM	<input type="text"/>	HORA	<input type="text"/>							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TIPO DE PAVIMENTO :	
1											ASFALTO	<input type="checkbox"/>
2											BASC GRANULAR	<input type="checkbox"/>
3											BASC BETONADA	<input type="checkbox"/>
4											TRAT. RECAPA	<input type="checkbox"/>
5											CARPETA EN FRIO	<input type="checkbox"/>
6											CARP. EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>
7											RECAPAS ASFALTO	<input type="checkbox"/>
8											SEALO	<input type="checkbox"/>
9											OTROS	<input type="checkbox"/>
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
OBSERVACIONES :												

Nota. Hoja de campo para anotar los valores que nos de el equipo junto a las características de la vía.

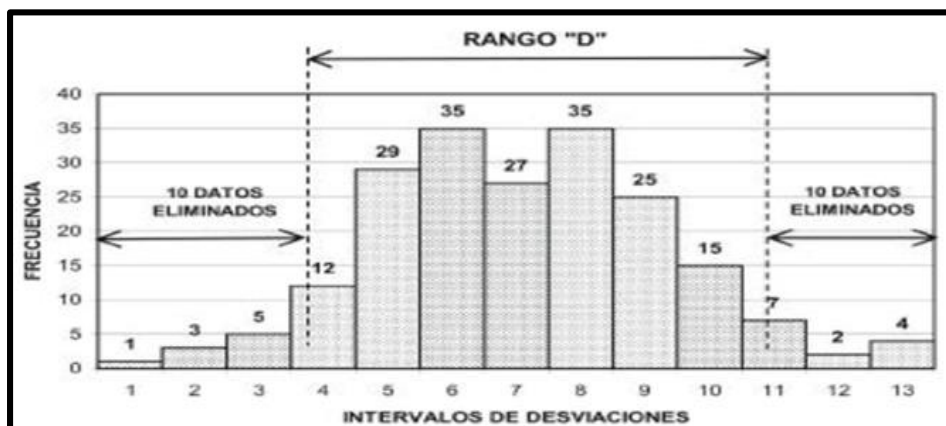
2.2.1.5 Cálculo del rango "D"

Se utiliza una escala arbitraria de 50 unidades colocada en el tablero del medidor de rugosidad para generar los 200 datos necesarios para determinar el valor de rugosidad que es el valor D. Para poder hallar el rango lo primero que se hace es insertar los datos de la lectura de campo en el histograma que es una distribución de frecuencias de las 200 mediciones, una vez realizada se elimina 10 datos de cada extremo quedando así en tres partes dividida que son el rango D mas el extremo inferior y superior. Un ejemplo como se muestra en la figura en un extremo se tiene 1, 3 y 5 lo cual suma 9 por ende nos faltaría 1 dato lo cual se le quita al valor 12, por ende, quedaría 11 y así se tiene los 10 datos eliminados, el resultado sería $11/12=0,92$. Lo mismo se realiza con el otro extremo, una vez determinado se suma y se multiplica x 5mm, unidad en milímetros.

En la figura 11 se muestra el histograma en la cual esta ubicada el rango D y los 10 datos eliminados de cada extremo para hallar D y poder obtener el valor del IRI.

Figura 11

Histograma de la distribución de frecuencias para hallar el rango D



Nota. En la imagen observamos el histograma que nos muestra que se elimina 10 datos de cada extremo y el rango d.

2.2.1.6 Factor de corrección para el ajuste D

Según (Badilla Vargas G., 2009) menciono que “para determinar el factor de corrección, utilice un disco circular de bronce de aproximadamente 5cm de diámetro y 6 mm de espesor y proceda de la siguiente manera”:

- El espesor de la tableta se mide en milímetros y se determina usando un calibre con una precisión de hasta una décima de milímetro. El espesor se calculará como la media de 4 medidas completamente opuestas.
- Coloque el medidor de rugosidad sobre una superficie plana y tome una lectura basada en la posición de la aguja cuando este se encuentre en el piso. Levante el patín, coloque el pasador de calibración debajo y colóquelo en el suelo.

- En la ecuación 1 muestra la acción que hará el marcador se mueva en el tablero, asumiendo una relación de brazos estándar de 1 a 10, una distancia igual al grosor de la pastilla multiplicado por 10, lo que significa que, dado que cada casillero mide 5 mm, que el puntero se ubicará cerca al casillero 12, siempre que la relación de brazos actual del equipo sea igual a la asumida. Si esto no ocurre, se debe encontrar un factor de corrección (F.C.).

$$FC = (EP \times 10) / [(LI - LF) \times 5] \quad (1)$$

Donde:

- EP: Espesor de la pastilla
- LI: Posición inicial del puntero
- LF: Posición final del puntero

2.2.1.7 Cálculo del rango "D" corregido

La ecuación 2 muestra como se halla el rango corregido con los valores del rango por factor de corrección.

$$DC = D \times FC \quad (2)$$

Donde:

- D: Rango D
- FC: Factor de corrección

2.2.1.8 Determinación de la rugosidad en la escala IRI

En la ecuación 3 cuando el IRI es mayor a 2.4 y menor a 1,59 se opta por tomar esta ecuación.

- Cuando $2.4 < IRI < 1.59$, entonces

$$IRI = 0.593 + 0.0471 DC \quad (3)$$

En la ecuación 4 cuando el IRI es menor a 2.4 se opta por tomar la ecuación $0.0485D$ para hallar el IRI..

- Cuando $IRI < 2.4$, entonces

$$IRI = 0.593 + 0.0471 D \quad (4)$$

$$IRI = 0.0485 D \quad (5)$$

Donde:

- IRI : Índice de Rugosidad Internacional (m/km)
- D : Rugosidad en unidades Merlin (mm)

2.2.2 Metodología Pavement Condition Index (PCI)

El método PCI (Pavement Condition Index) es un método utilizado para monitorear pavimentos flexibles y rígidos porque es fácil de implementar y requiere una evaluación visual del estado del pavimento. El PCI fue desarrollado para proporcionar un índice de integridad estructural del pavimento y salud de la superficie que determina el grado en que un pavimento necesita ser mantenido adecuadamente.

El índice de condición del pavimento es una puntuación numérica que va de 0 (fallado) a 100 (excelente) y se basa en resultados que no requieren equipo para encontrar PCI, pero la inspección visual del pavimento es suficiente para detectar el tipo, gravedad y extensión del daño. Este método clasifica los pavimentos en función de su integridad estructural y condiciones de servicio de la superficie e identifica causas potenciales de deterioro (carga, clima/edad u otras). Velasquez (2009).

En la figura 12 se muestra la escala de graduación del PCI (índice de condición del pavimento), de acuerdo al resultado que obtengamos lo clasificamos según sea el caso.

Figura 12

Escala de graduación del Índice de Condición del Pavimento

PCI	GRADUACIÓN
100	EXCELENTE
85	MUY BUENO
70	BUENO
55	REGULAR
40	MALO
25	MUY MALO
10	FALLADO
0	

Nota. Clasificación del PCI de acuerdo al ASTM D 6433, 2003

En la tabla 2 muestra la calificación del pavimento de acuerdo a lo tomado en campo para luego poder analizar que tipo de intervención se tendrá.

Tabla 2*Tipo de intervención de acuerdo al rango de PCI*

Rango	Calificación	Intervención
100 – 85	Excelente	Mantenimiento preventivo
85 – 70	Muy Bueno	Mantenimiento correctivo
70 – 55	Bueno	Mantenimiento correctivo
55 – 25	Pobre	Rehabilitación o Refuerzo estructural
25-0	Muy Pobre y Colapsado	Rehabilitación o reconstrucción

Nota. Tipo de intervención que se realizara ala via de acuerdo al mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción que necesite según Rodríguez, (2009).

2.2.2.1 Severidad

La severidad se refiere a la gravedad del daño; cuanto más grave sea el daño, más importante será la acción correctiva. A continuación, debe evaluarse la calidad de marcha percibida por el usuario que conduce el vehículo a velocidad normal; por lo tanto, se describen pautas generales para ayudar a determinar la gravedad de la calidad del tráfico:

BAJO (L): Durante el transporte se sentirán vibraciones, pero por motivos de seguridad y salud no es necesario reducir la velocidad. Ciertos baches y desniveles harán que el coche rebote un poco, pero no provocarán molestias.

MEDIO (M): Hay una vibración significativa que requiere reducir la velocidad para garantizar su seguridad y salud. Las mutaciones causan problemas de forma individual o continua.

ALTO (H): Una vibración excesiva reduce significativamente la velocidad por razones de comodidad y seguridad.

2.2.2.2 Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento

La primera etapa es el trabajo de campo, durante el cual se determina el daño teniendo en cuenta su tipo, peso y magnitud. Esta información se anota en el formato mostrado en la Figura 13 la cual muestra la zona, progresiva inicial, progresiva final, unidad de muestreo, área de muestreo, fecha e inspeccionada, a la vez nos muestra las fallas posibles halladas en tu carretera y por último una columna del daño, otra de severidad, cantidad parcial, total, densidad (%) y valor deducido. (Vasquez Varela L., 2002).

En la figura 13 se muestra el formato de condición utilizado en campo para clasificarlo según el daño, severidad y cantidad de acuerdo a los

Figura 13

Formato de condición para 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 / berma.	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long y transversal.					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido

Nota. Hoja de cálculo al momento de realizar el trabajo en gabinete.

2.2.2.3 Unidad de muestreo

Vasquez (2002) 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:

- a. Carreteras con superficie asfáltica y un ancho inferior a 7.30 m: El área de la unidad de muestreo debe estar dentro del rango 230.0 ± 93.0 m². En el Cuadro 2 se presentan algunas relaciones longitud – ancho de calzada pavimentada.

En la tabla 3 se muestra el ancho y la longitud de la unidad de muestreo de acuerdo a las medidas tomadas en campo.

Tabla 3

Longitud 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. Longitud y ancho de calzada tomada de acuerdo a las características de tu avenida.

2.2.2.4 Determinación de unidades de muestreo para evaluación

(Vasquez Varela L., 2002) dice que la “Evaluación De Una Red” puede incluir una gran cantidad de unidades de muestra que requerirán mucho tiempo y recursos para probarlas; Por lo tanto, es necesario un proceso de muestreo. Al evaluar un proyecto, se deben probar todas las unidades de muestra; Sin embargo, esto no siempre es

posible debido al tiempo y los recursos, y si no es posible, el número mínimo de unidades de muestra que deben estimarse se calcula utilizando la ecuación 1 y da una variación del PCI de ± 5 de la media verdadera con un nivel de confianza del 95%.

La ecuación 6 nos ayuda a hallar el número mínimo de unidades de muestreo a evaluar previo a ir a campo para poder hallar la cantidad de muestras a evaluar.

$$n = \frac{Nx\sigma^2}{\frac{e^2}{4} x (N - 1) + \sigma^2} \quad (6)$$

Si $n < 5$ deberán ser evaluadas todas las unidades

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. Donde 10 es para pavimento flexible y 15 para pavimento rígido.

2.2.2.5 Selección de las unidades de muestreo

Se recomienda que las unidades seleccionados se distribuyan uniformemente en toda el área de cobertura que según la ecuación 7 la primera de ellas se seleccione aleatoria y periódicamente para su seguimiento, el intervalo de muestreo (i) se expresa de la siguiente manera:

$$i = N/n \quad (7)$$

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)

2.2.2.6 Cálculo de los valores deducidos (VD)

En la ecuación 8 una vez colocado el tipo de falla en nuestro formato acompañado de la severidad y cantidad se realiza lo siguiente pasos:

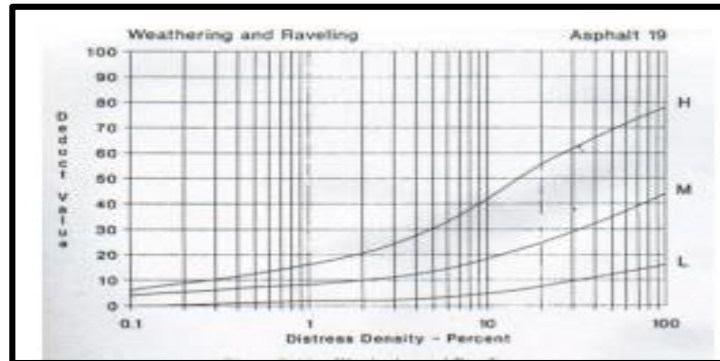
- Se suma todas las cantidades parciales para el total
- Se halla la densidad con la siguiente fórmula:

$$\text{Densidad \%} = \frac{\text{total}}{\text{area total de la unidad de muestra}} \times 100 \quad (8)$$

La figura 14 se muestra los abacos para pavimentos asfálticos de acuerdo a la patología si es alto (L), medio (M) y alto (H) que nos ayuda a hallar el valor deducido.

Figura 14

Abaco para pavimentos asfálticos



Nota. abaco para hablar el valor deducido

2.2.2.7 Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos

Se ordenará 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 en la ecuación 9:

$$m_i = 1,00 + \frac{9}{98} (100.00 - HDVi) < 10 \quad (9)$$

Donde:

M: Número máximo admisible de valores deducidos, incluyendo fracción, para toda la unidad de muestreo.

HDVi: Mayor valor deducido individual para la unidad de muestra.

2.2.2.8 Cálculo máximo del valor deducido corregido (CDV)

Calcular el valor deducido corregido es un proceso iterativo para determinar el número de valores deducidos denominado "q", mayores que 2; se colocara en la columna de valores deducidos de menos a más, luego determinaremos el "valor deducido total" como la suma de todos los valores deducibles individuales, luego determinaremos el CDV con q y el "valor deducido total" en la curva de corrección para pavimento asfáltico, y se calculara el valor correspondiente de VDC y con el siguiente cuadro se tomara el valor y este será el máximo valor deducido corregido (VDC). (Vasquez Varela L., 2002).

En la tabla 4 tenemos el formato para hallar el valor deducido corregido de acuerdo a lo hallado de las patologías, severidad y tipo.

Tabla 4

Formato para la obtención del Máximo Valor Deducido Corregido

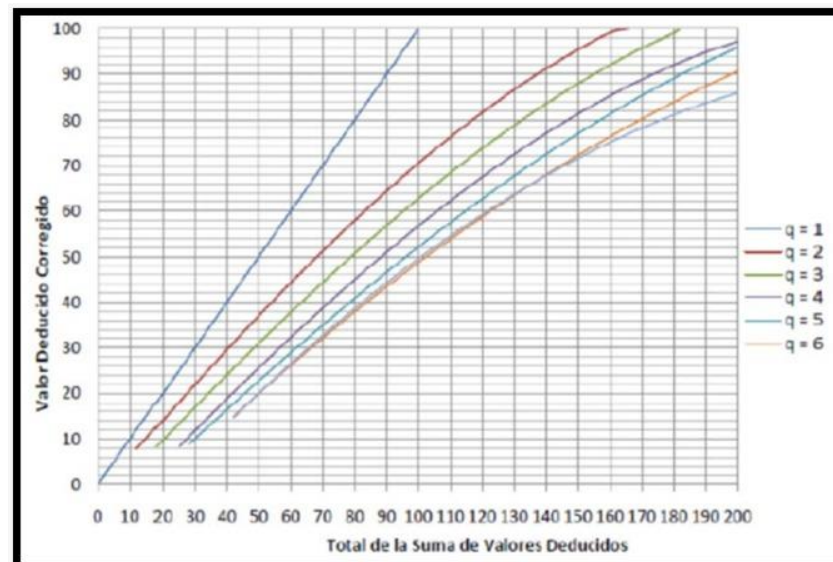
Nº	Valores Deducidos	VDT	q	Valor Deducido Corregido
1			3	
2			2	
3			1	

Nota. tabla para hallar el Valor deducido corregido

La figura 15 muestra el abaco para hallar el valor deducido obtenido de la norma ASTM-D-6433

Figura 15

Curvas de corrección del Valor Deducido para pavimento flexible



Nota. Abaco para las hallar valor deducido coregido

2.2.2.9 Determinación PCI de unidades de muestreo

El máximo valor deducido corregido (CDV) nos permitirá encontrar el PCI utilizando la siguiente fórmula 10:

$$PCI = 100 - \text{máx. CDV} \quad (10)$$

Donde:

Máx.CDV: Máximo valor deducido corregido

PCI: índice de condición del Pavimento

2.2.2.10 Clasificación del pavimento según el PCI

Según el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, dependiendo del estado de las vías estas se clasificación de acuerdo a:

Reconstrucción: cambiar todo el pavimento debido a que su capacidad estructural fallado y se tendrá que adaptar a as necesidad de la via.

Rehabilitación: se tiene que devolver la estructura a su nivel de servicio.

Mantenimiento: es aquella que trata de evitar deterioros que pasen a mayores y se realiza a diario como mantenimientos rutinarios o a periodos cortos o largos, como mantenimiento periódico.

En la tabla 5 muestra la clasificación del pavimento para poder ver que tipo de intervención se realizará.

Tabla 5

Clasificación del Pavimento

PCI	Estado	Intervención
0 – 30	Malo	Reconstrucción
31 – 70	Regular	Rehabilitación
71 – 100	Bueno	Mantenimiento

Nota: tomado del autor (Shahin, 2005)

2.2.3 Transitabilidad

El concepto de “transitabilidad” en el Perú define una situación de “disponibilidad de uso”. Un indicador de que una determinada carretera está disponible para su uso, es decir, debido a "carretera de emergencia", debido al desgaste significativo causado por fuerzas naturales, la carretera puede haber sido cortada en uno o más puntos longitudinales de la carretera, por lo que aún no está abierta. al tráfico público, por ejemplo, el movimiento de materiales saturados de agua, grava, pérdida de superficie de la carretera, erosión fluvial, colapso de puentes, etc. Este tipo de problemas tienen el mayor impacto en la vida de las personas en el país y ocurren principalmente durante la temporada de lluvias. Pomasonco de la Cadena, (2010).

2.2.4 Serviciabilidad

La serviciabilidad es una medida del desempeño de una superficie, que a su vez se relaciona con la seguridad y el confort que la superficie puede brindar al usuario (comportamiento funcional) mientras conduce en la carretera. También se relaciona con las propiedades físicas del recubrimiento, como grietas, defectos, etc.; Esto puede afectar la capacidad de carga de la estructura (comportamiento estructural) (Díaz y Torres (2021)

En la Figura 16 para evaluar la serviciabilidad del pavimento se emplea el parámetro denominado índice de Serviciabilidad Presente (PSI) para determinar la

condición funcional actual o la idoneidad de la superficie. Los valores de PSI se evalúan en una escala de 0 a 5, donde la Condición Óptima es el valor máximo. (Pomasonco de la Cadena, 2010)

Figura 16

Escala de Índice de serviciabilidad

Índice de Serviciabilidad	Calidad
5	Muy Buena
4	
3	Buena
2	Regular
1	Mala
0	Pésima

Nota. En la imagen se muestra la clasificación del índice de serviciabilidad según la calidad

2.2.5 Cálculo de la serviciabilidad y transitabilidad mediante el IRI

2.2.5.1 Índice de serviciabilidad PSI

El Índice de Serviciabilidad de Pavimento (PSI) es determinar el nivel de comodidad y seguridad que exhibe la superficie de la carretera durante el tráfico normal y natural de vehículos. La definición de PSI va de 0 a 5, donde un valor de 0 significa que el pavimento está en muy malas condiciones y un valor de 5 significa que el pavimento está en muy buenas condiciones. De la Cruz Vega S. & Ibañez Ccoapaza C. & Coaquira Cueva D., (2022)

Para determinar la serviciabilidad del pavimento se realizan mediciones del IRI mediante el método MERLIN de acuerdo a la ecuación 11.

$$PSI = \frac{5}{\frac{IRI}{e^{5.5}}}$$

Donde:

(11)

PSI= índice de serviciabilidad del pavimento

IRI = índice de rugosidad del pavimento

E = 2,718281828 (base de logaritmos neperianos)

En la tabla 6 el índice de serviciabilidad para poder calificar de 0 a 5.

Tabla 6*Índice de serviciabilidad*

PSI	Calificación
5 – 4	Muy buena
4 – 3	Buena
3 – 2	Regular
2 - 1	Mala
1 - 0	Muy mala

Nota. Tomado de AASHTO, (1993)

2.2.6 Patologías

Se divide en:

- **Falla estructural:** es una deficiencia que pone en riesgo a estructura del pavimento, lo que reduce la capacidad de carga.
- **Falla funcional:** con aquellas deficiencias superficiales que incomoda al tránsito de los vehículos.

A continuación, se mencionan las fallas con su severidad de daños del PCI descritas por el autor (Vasquez Varela L., 2002).

2.2.6.1 Piel de Cocodrilo (m2).

Según su severidad:

- Baja: Grietas finas longitudinales de forma paralela con poca interconexión.
- Media: Grietas con interconexión generando un descascaramiento ligero.
- Alta: Grietas bien definidas con desprendimiento de material en los bordes.

2.2.6.2 Exudación

Según su severidad:

- Baja: Ocurrió un nivel muy ligero y es notorio por algunos días.
- Media: Llega al punto en que el asfalto se pega a la llanta de los vehículos durante alguna semana.
- Alta: Sucede ya de forma extensiva y el asfalto se pega a la llanta del vehículo durante varias semanas.

2.2.6.3 Agrietamiento en bloque

Según su severidad:

- Baja: Bloques de baja severidad.
- Media: Bloques de mediana severidad.
- Alta: Bloques de alta severidad

2.2.6.4 Abultamiento y Hundimiento(m)

Según su severidad:

- Baja: Al pasar por la vía se percibe una vibración, pero no hace que el vehículo rebote y genera pequeña incomodidad.
- Media : Al pasar por la zona afectada se percibe una mayor vibración, hace que el vehículo rebote medianamente generando mayor incomodidad
- Alta: Al pasar por la zona afectada se percibe una excesiva mayor vibración la cual hace que el coche reciba muchos golpes, lo que provoca grandes molestias.

2.2.6.5 Corrugación(m²)

Según su severidad:

- Baja: Se percibe ciertas vibraciones dentro del vehículo.
- Media: Se perciben vibraciones significativas dentro del vehículo.
- Alta: Se percibe vibraciones excesivamente dentro del vehículo.

2.2.6.6 Depresión(m²)

Según su severidad:

- Baja: Altura varia de 13 a 25 mm.
- Media: Altura varia de 25 a 50 mm.
- Alta: Altura mayor a 50 mm.

2.2.6.7 Grieta de borde(m)

Según su severidad:

- Baja: Bajo fisuramiento sin desprendimiento.
- Media: Mediano fisuramiento con algo de desprendimiento.
- Alta: Mayor desintegración importante a lo largo del borde.

2.2.6.8 Grieta de reflexión(m)

Según su severidad:

- Baja: Grieta sin relleno con ancho < a 10 mm.y grieta que se encuentra en buenas condiciones.
- Media : Grieta sin relleno de ancho \geq a 10 mm y < a 75 mm., grieta sin relleno \leq a 75mm y grieta con relleno de cualquier ancho con grieta de baja severidad.
- Alta: Grieta con o sin relleno rodeada de fisuras de alta severidad, grieta sin relleno de ancho \geq a 75mm y grieta de ancho aproximadamente 100 mm, esta desprendido.

2.2.6.9 Desnivel carril berma (m)

Según su severidad:

- Baja: Elevación mayor a 25 mm y menor a 50 mm.
- Media : Elevación mayor a 50 mm y menor a 100 mm.
- Alta: Elevación mayor a 100 mm.

2.2.6.10 Grieta longitudinales y transversales

Según su severidad:

- Baja: Grieta sin relleno con ancho < a 10 mm y grieta que se encuentra en buenas condiciones.
- Media : Grieta sin relleno de ancho \geq a 10 mm y < a 75 mm., grieta sin relleno \leq a 75mm y grieta con relleno de cualquier ancho con grieta de baja severidad.
- Alta: Grieta con o sin relleno rodeada de fisuras de alta severidad grieta sin relleno de ancho \geq a 75mm y grieta de ancho aproximadamente 100 mm, esta desprendido.

2.2.6.11 Parcheo

Según su severidad:

- Baja: Está en buenas condiciones y la calidad del tránsito es baja.
- Media: Esta deteriorado, calidad de transito: mediana.
- Alta: Esta muy deteriorado, calidad de transito: alta.

2.2.6.12 Pulimento de agregados

Según su severidad:

No existe niveles de severidad debido a que el agregado pulido será claramente notorio en la unidad de muestra.

2.2.6.13 Huecos

Según su severidad:

- Baja: Diámetro medio: 102 a 203 mm. Profundidad máxima del hueco 12.7 a 25.4 mm y >25.4 mm a 50.8 mm. Diámetro medio: 203 a 457 mm. Profundidad máxima del hueco 12.7 a 25.4 mm
- Media: Diámetro medio: 102 a 203 mm. Profundidad máxima del hueco >50.8 mm. Diámetro medio: 203 a 457 mm. Profundidad máxima del hueco 12.7 a 25.4 mm y > 25.4 mm a 50.8 mm. Diámetro medio: 457 a 762 mm. Profundidad máxima del hueco 12.7 a 25.4 mm.
- Alta: Diámetro medio: 457 a 762 mm. Profundidad máxima del hueco >25.4 mm a 50.8 mm y > 50.8 mm.

2.2.6.14 Cruce de vía férrea(m²)

Según su severidad:

- Baja: Baja calidad de tránsito.
- Media : Mediana calidad de tránsito
- Alta: Alta calidad de tránsito.

2.2.6.15 Ahuellamiento

Según su severidad:

- Baja: Depresión varía entre 6 y 13 mm.
- Media: Depresión va entre 13 y 25 mm.
- Alta: Depresión es mayor a 25 mm.

2.2.6.16 Desplazamiento

Según su severidad:

- Baja: Calidad de tránsito: baja severidad.
- Media: Calidad de tránsito: mediana severidad.
- Alta: Calidad de tránsito: alta severidad.

2.2.6.17 Grietas parabólicas

Según su severidad:

- Baja: Ancho de grieta menor a 10 mm.
- Media : Ancho de la grieta es ≥ 10 y < 40 mm. El área de la zona afectada está descascarada de forma moderada.
- Alta: Ancho de la grieta > 40 mm. La zona afectada está fracturada.

2.2.6.18 Hinchamiento

Según su severidad:

- Baja: Calidad de tránsito: baja severidad.
- Media: Calidad de tránsito: mediana severidad.
- Alta: Calidad de tránsito: alta severidad.

2.2.6.19 Desprendimiento de agregados

Según su severidad:

- Baja: El agregado ha comenzado a desprenderse.
- Media : El agregado se ha desprendido moderadamente.
- Alta: El agregado se ha desprendido considerablemente.

2.3 Definición de términos

2.3.1. Rugosímetro Merlin

Ayuda a calcular la rugosidad con un fácil manejo y resultado confiable (del Aguila, 1999).

2.3.2. Pci:

La superficie de la carretera varía de 0 a 100, donde 0 es la peor condición posible y 100 es la mejor (ASTM D 6433, 2003)

2.3.3. Transitabilidad

Sirve para ver si la circulación de vehículos es adecuada, cómoda y segura.

2.3.4. Tramo de pavimento

Es una parte identificable de la red de pavimento formando un todo y tiene una función específica (ASTM D 6433, 2003)

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Diseño de la investigación

No experimental porque no vamos a manipular la variable, “es decir se trata de estudios donde no vamos a hacer variar de forma intencional la variable independiente para ver su efecto sobre otra variable, observar los fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para luego analizarlo, este tipo de diseño pueden ser investigaciones transversales; se busca analizar cuál es el nivel de las variables en su momento dado” Hernandez et al, (2010.p. 123).

3.2 Acciones y actividades

Lo primero que se hizo fue evaluar la avenida que cumpliera con las condiciones necesarias de la vía como es el estado funcional, el estado de conservación y la importancia que tiene la vía para mejorar así la transitabilidad de la Avenida Tarapacá. Se empezó primero por el Método de Rugosímetro Merlin y luego el Método de PCI, a continuación, describiremos todo lo que se hizo en campo:

3.2.1 Método Rugosímetro Merlin

Para la toma de los datos se necesitó el equipo Merlin (calibrado), cono de seguridad, llave, formato de campo, para eso se fue a laboratorio a pedir los instrumentos con previa coordinación. Con fecha 21 de agosto del 2023 a las 10:00 am se llevó el equipo a campo para evaluar la Avenida Tarapacá y se procedió a tomar los datos, entre 2 personas (1 maquinista y 1 que anote los datos) con chalecos y zapatos de seguridad se realizó la evaluación.

En la figura 17 se muestra el equipo Merlin usado en campo, equipo proporcionado por la universidad privada de Tacna.

Figura 17
Equipo Rugosímetro Merlin Calibrado



Nota. Elaboración propia

En la figura 18 se muestra a nuestro compañero manipulando el equipo merlin y tomando los valores obtenidos de campo.

Figura 18
Operando el Equipo Merlin



Nota. Elaboración propia

En la figura 19 muestra a la compañera anotando los valores obtenidos en campo para luego llevarlo al formato excel.

Figura 19
Llenado del Formato de Campo



Nota. Elaboración propia

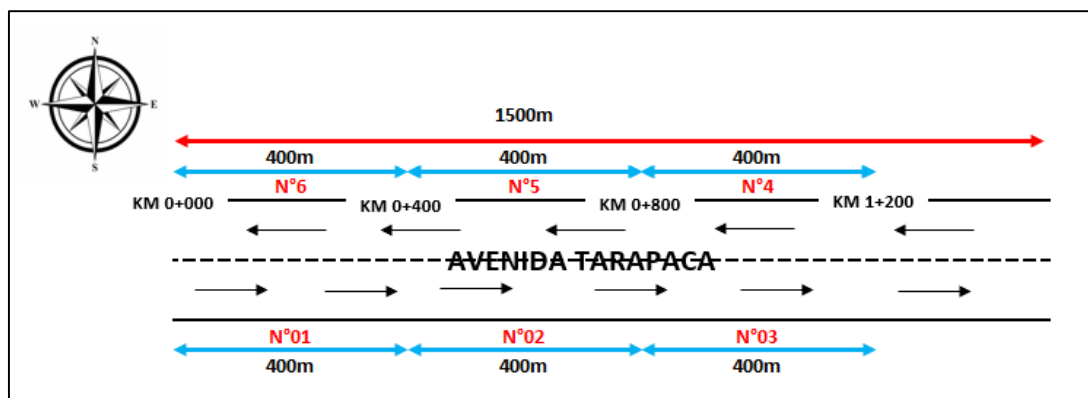
La evaluación de nuestra Avenida Tarapacá tiene una longitud 2,1 km, el cual está dividida en dos tramos, un tramo con una longitud de 1,500.00 m con un ancho de calzada de 7.00m y el segundo tramo de 600.00m con un ancho de calzada de 6.50 m, a continuación, se describirá como se ejecutó en campo para la toma de datos de ambos tramos:

3.2.1.1 Tramo 1

El tramo va de oeste a este e inició el km 0+000 y terminó en el km 1+500 km, contiene un carril de subida y un carril de bajada. Primero se posicionó el equipo Merlin en el carril derecho ya calibrado a una separación del borde de la calzada de 40 a 60cm por donde pasa la llanta del vehículo, luego se procedió a la toma de la lectura del km 0+000 al km 0+400 de las 200 desviaciones ubicada en nuestro equipo y así anotar en nuestro formato de campo cada 1.80m que es la medida de circunferencia y donde marca el pistón, hasta llegar a los 400m ya que nuestra lectura de campo fue de 10x20, lo mismo se hizo para el km 0+400 al km 0+800 y el km 0+800 al 1+200, en total se realizó 3 formatos de subida y así se obtuvo el valor promedio del Iri m/km

En la Figura 20 para el carril izquierdo o bajada nos ubicamos en el lado derecho en el cual se posicionó el equipo Merlin calibrado a una separación del borde de la calzada de 40 a 60cm por donde pasa la llanta del vehículo, luego se procedió a la toma de la lectura del km 1+200 al km 0+800 de las 200 desviaciones ubicada en nuestro equipo y así anotar en nuestro formato de campo cada 1,80m que es la medida de circunferencia y donde marca el pistón, hasta llegar a los 400m ya que nuestra lectura de campo fue de 10x20, lo mismo se hizo para el km 0+800 al km 0+400 y el km 0+400 al 0+000, en total se realizó 3 formatos de bajada y así se obtuvo el valor promedio del Iri m/km.

Figura 20
Muestreo de Rugosímetro Merlin Tramo 1



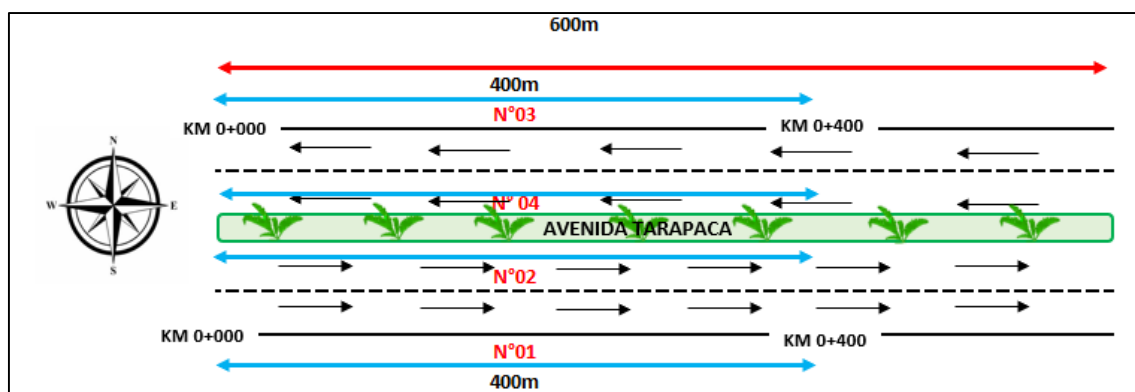
3.2.1.2 Tramo 2

El tramo 02 va de sur a norte de un kilometraje de 600 m el cual se encontró dos calzadas separadas por una mediana en la cual la primera calzada tiene dos carriles en un mismo sentido de subida y la segunda calzada también tiene dos carriles en un mismo sentido, pero de bajada. Es por ello que la Avenida Tarapacá se dividió en 2 tramos, este tramo inicia en el km 0+000 hasta el km 0+600, de la cual solo se tomó del km 0+000 al 0+400 debido a que la evaluación es cada 400m. Se inició posicionando el equipo Merlin calibrado en el carril de subida en el lado derecho con nuestro cono de seguridad, es decir del km 0+000 al 0+400 (ensayo N° 01), se tomó lectura de la escala de 200 desviaciones y se procedió a anotar en nuestro formato de campo, el cual contiene una lectura de 10x20 haciéndose 400m cada formato, en total se realizó 01 formato de subida y así se obtuvo el valor promedio del Iri m/km. Para el otro carril de sur a norte del mismo sentido de subida del km 0+400 al km 0+000 (ensayo N°02) se procedió a realizar el mismo procedimiento en la cual se obtuvo 01 formato.

En la Figura 21 para el otro carril de bajada del km 0+400 al 0+000 (ensayo N° 03) va de norte a sur se inicio posicionando en el lado derecho el equipo Merlin con su cono de seguridad, y se procedió a anotar en nuestro formato de campo, el cual contiene una lectura de 10x20 haciéndose 400m cada formato, en total se realizó 01 formato de bajada y así se obtuvo el valor promedio del Iri m/km. Para el otro carril de sur a norte del mismo sentido de subida del km 0+000 al km 0+400 (ensayo N°04) se procedió a realizar el mismo procedimiento en la cual se obtuvo 01 formato y medidas y dirección.

Figura 21

Muestreo de Rugosímetro Merlin Tramo 1



3.2.2 Método de PCI

Para el método de PCI se utilizó wincha, regla metálica, cono de seguridad y formato de campo, la longitud de la avenida es de 2,100.00 m, el cual esta dividida en dos tramos

debido a que uno de los tramos contiene dos carriles de subida y dos carriles de bajada separadas por una media, a continuación, mostraremos el procedimiento previo a campo para la toma de muestras de los dos tramos y lo que se realizó en campo.

3.2.2.1 Tramo 01

El tramo 01 va del km 0+000 al 1+500 que tiene un ancho de calzada de 7.0 m con una longitud de muestreo de 32,96 el cual se interpolo debido a que no se encuentra en Tabla 03 y un área de 230,1 m², en la cual se tomó 45 unidades de muestras en campo.

En la tabla 7 muestra el calculo de la longitud de muestra de acuerdo a la medida del ancho del calzado obtenida en campo, para que luego de acuerdo a ello se tome la longitud de unidad de muestreo.

Tabla 7

Calculo de Lm

Ancho de calzada	Longitud de unidad de muestreo
6,5 m	35,4
7,0 m	32,96
7,3 m	31,5

Nota: Elaboración propia

Luego se obtuvo el N° total de muestra dividiendo la longitud total (Lt) del tramo entre la longitud de la muestra (Lm):

$$N=1500/32,96$$

$$N=46$$

Para calcular la verdadera longitud de la muestra se dividió Lt entre N:

$$Lm= 1500/46$$

$$Lt=32,61m$$

El cual contiene un área de 228,27 m² a evaluar en cada unidad de muestra.

Una vez obtenido el valor de N se calculó las unidades que van a ser evaluados con la siguiente formula:

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

$$n = \frac{46 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (46 - 1) + 10^2}$$

$$n = 12$$

En la cual $e = 5\%$ y $\sigma = 10$ porque es pavimento flexible, y así obtuvimos la cantidad de unidades de muestreo que será de 12 unidades totales.

Por último se halló la selección de los números de muestreo dividiendo N (numero totales de muestra y n (unidades de muestreo a evaluar):

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

$$i = \frac{46}{12}$$

$$i = 3,83$$

dándonos como resultado 3,82 redondeando al número entero mayor igual a 4, que quiere decir se evaluara cada cuatro unidades de muestras de 32,61 m hasta los 1,5 km a partir del inicio de la muestra.

En la figura 22 se muestra las 12 unidades de muestreo que se tomaron y en que kilometro se tomó para dicha muestra.

Figura 22

Selección de las unidades de muestreo del Tramo I

KM	IZQUIERDO	DERECHO
KM 0+000 - KM 0+033		U-01
KM 0+130- KM 0+163		U-05
KM 0+261- KM 0+294		U-09
KM 0+391- KM 0+424		U-13
KM 0+522 - KM 0+554		U-17
KM 0+652 - KM 0+685		U-21
KM 0+783 - KM 0+815		U-25
KM 0+913 - KM 0+946		U-29
KM 1+043 - KM 1+076		U-33
KM 1+174 - KM 1+207		U-37
KM 1+304 - KM 1+337		U-41
KM 1+435 - KM 1+467		U-45

Nota: Se muestra el kilometraje con las unidades de muestras tomadas

Se fue a campo el 26 de agosto a las 9 am en la cual se verifico con una wincha y regla las fallas existentes en cada muestra del pavimento de las cuales las fallas encontradas en este tramo fueron abultamiento y hundimiento, corrugación, grieta de

borde, desnivel carril y berma, grietas longitudinales y transversales, parcheo, baches y huecos, ahuellamiento y desprendimiento de agregados.

3.2.2.2 Tramo 02

El segundo tramo consta de 600,00 m de longitud de dos carriles en un mismo sentido tanto de subida como de bajada el cual cuenta con un ancho de calzada de 6,5 m para ambas calzadas, la cantidad de muestras a tomar sirvió para ambas calzadas debido a que tienen el mismo ancho, no va ser necesario interpolar ya que se encuentra en la tabla N° 03, a continuación, se verificó las cantidades de unidad de muestreo a tomar de dicha área.

En la tabla 8 muestra el calculo de la longitud de muestra de acuerdo a la medida del ancho del calzado obtenida en campo, para que luego de acuerdo a ello se tome la longitud de unidad de muestreo.

Tabla 8

Calculo de Lm

Ancho de calzada	Longitud de unidad de muestreo
6,5 m	35,4
7,3 m	31,5

Nota: Elaboración propia

Luego se obtuvo el N° total de muestra dividiendo la longitud total (Lt) del tramo entre la longitud de la muestra (Lm):

$$N=600/35,40$$

$$N=16,95$$

Para calcular la verdadera longitud de la muestra se dividió Lt entre N:

$$Lm= 600/16,95$$

$$Lt=35,40m$$

El cual contiene un área de 230,1 m² a evaluar en cada unidad de muestra.

Una vez obtenido el valor de N se calculó las unidades que van a ser evaluados con la siguiente formula:

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

$$n = \frac{16.95 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (16.95 - 1) + 10^2}$$

$$n = 8,5$$

En la cual $e = 5\%$ y $\sigma = 10$ porque es pavimento flexible, y así obtuvimos la cantidad de unidades de muestreo que será de 8,5 redondeando al número mayor será 9 unidades totales. Por último, se halló la selección de los números de muestreo dividiendo N (numero totales de muestra) y n (unidades de muestreo a evaluar):

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

$$i = \frac{16,95}{9}$$

$$i = 1,88$$

dándonos como resultado 1.88 redondeando al número entero mayor igual a 2, que quiere decir se evaluara cada dos unidades de muestras de 35,40 m hasta los 600.00m a partir del inicio de la muestra.

En la figura 23 se muestra las 12 unidades de muestreo que se tomaron y en que kilometro se tomó para dicha muestra.

Figura 23

Selección de las unidades de muestreo del Tramo II

BAJADA	KM	SUBIDA
U-01	KM 0+000 - KM 0+035	U-01
U-03	KM 0+070 - KM 0+106	U-03
U-05	KM 0+141 - KM 0+177	U-05
U-07	KM 0+212 - KM 0+247	U-07
U-09	KM 0+283 - KM 0+318	U-09
U-11	KM 0+354 - KM 0+389	U-11
U-13	KM 0+424 - KM 0+460	U-13
U-15	KM 0+495 - KM 0+531	U-15
U-17	KM 0+566 - KM 0+600	U-17

Nota. Se observa que hay dos calzadas de diferentes sentidos y se muestra las unidades de muestra tomadas en campo.

Se fue a campo el 26 de agosto a las 9: 00am en la cual se verifico con una wincha y regla las fallas existentes en cada muestra del pavimento de las cuales las fallas encontradas en este tramo fueron abultamiento y hundimiento, corrugación, grieta de borde, desnivel carril y berma, grietas longitudinales y transversales, parcheo, baches y huecos, ahuellamiento y desprendimiento de agregados.

3.3 Materiales y/o instrumentos

3.3.1 Materiales

- Ficha de observación
- Formulario de campo para PCI

3.3.2 Instrumentos

- Rugosímetro MERLIN
- Cono de seguridad
- Cámara fotográfica
- Cinta métrica de 10m.
- Regla

3.4 Población y/o muestra de estudio

3.4.1 Población

El tramo de investigación es la Avenida Tarapaca de 13,94 km que es toda la avenida Tarapaca, distrito de Tacna, provincia de Tacna , region de Tacna.

3.4.2 Muestra

La muestra tomada para la investigación de estudio de la Av. Tarapacá, es de 2.1 km , la cual contiene carril de subida y bajada, el tramo que se tomó es una técnica a juicio y criterio del investigador, que quiere decir que hemos tomado como ejemplo este tramo de 2.1 km como promedio para toda la avenida.

En la figura 24 se muestra la avenida que se tomo como muestra en la cual se dividio en 2 tramos de la avenida tarapaca cruce con avenida celestino Vargas.

Figura 24

Muestra de la Avenida Tarapacá



Nota. Tomado de Google Earth

3.5 Operacionalización de variables

En la Tabla 9 se establece de que forma se midió las variables para ver que tipo de herramientas se utilizo y así poder obtener resultados.

Tabla 9

Identificación de variable independiente y dependiente

Variable	Definición operacional	Dimensión	Indicadores
Variable Dependiente	Es una parte de la carretera por donde circulan los vehículos y no lleva berma.	Iri PCI	-Valor D -Unidad de muestreo IRI -Cálculo de IRI -Unidad de muestreo -Nivel de severidad -Valores deducidos -Valor del PCI
Calzada			-Valor de IRI -Formulas empíricas de -Cálculo de serviciabilidad mediante IRI
Variable Independiente	Es por donde circulan los vehículos de un lugar a otro fluidamente o lentamente dependiendo de la velocidad y condición del pavimento.	Transitabilidad	-Índice de serviciabilidad PSR -Índice de serviciabilidad PSI -Comportamiento funcional -Patologías
Transitabilidad			

3.6 Procesamiento y análisis de datos

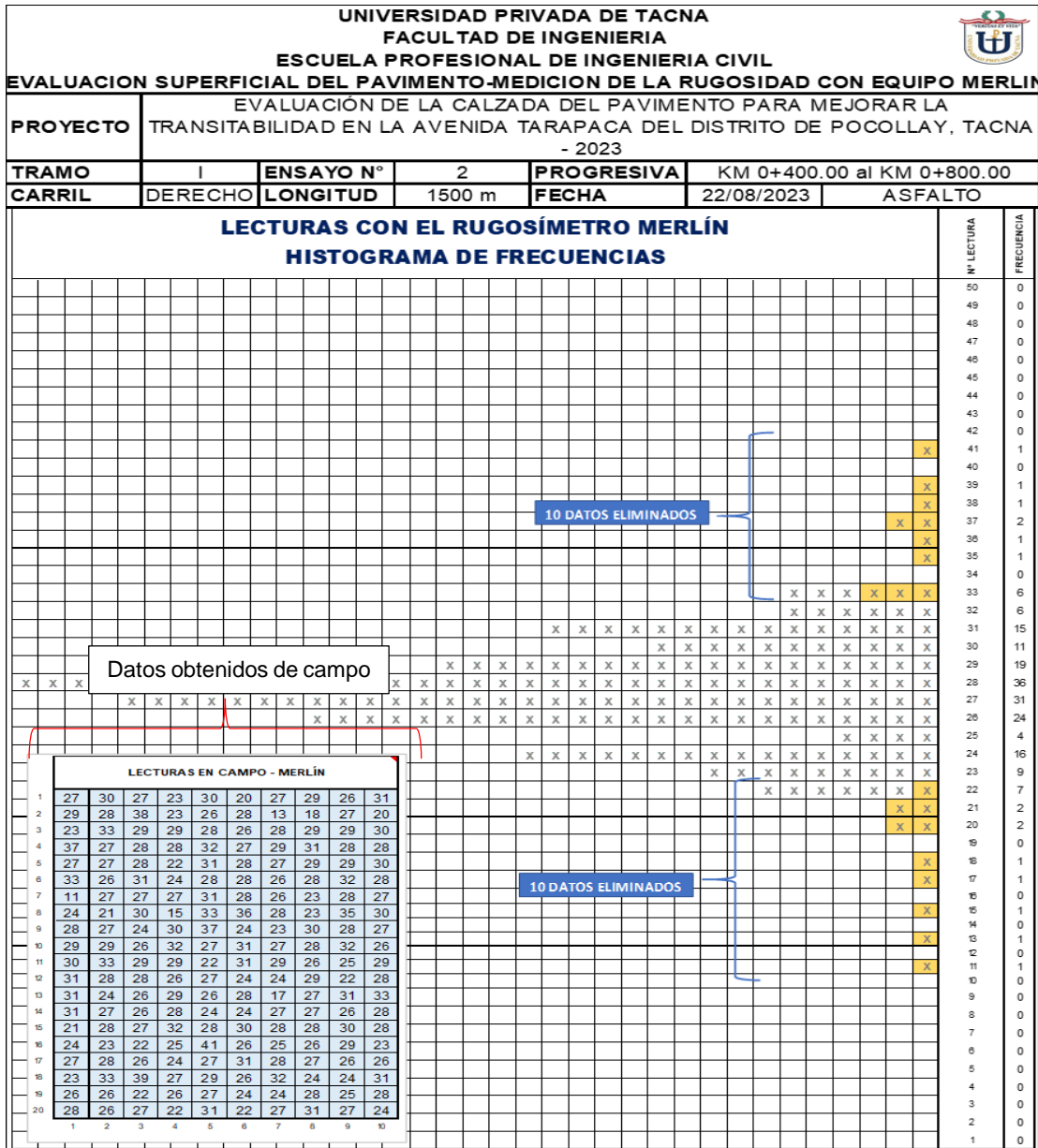
3.6.1 Método del equipo Merlin

En la siguiente imagen se muestra los datos obtenidos en campo con ayuda del equipo Merlin para así proceder a llevarlo al formato de Excel el cual me dice la frecuencia de acuerdo al número de lectura y como se descarta 10 datos de cada extremo para así poder obtener en rango D.

En la Figura 25 se muestra el formato excel usado para colocar los valores obtenidos de la lectura del equipo merlin de acuerdo a lo obtenido en campo.

Figura 25

Formato de recolección de datos



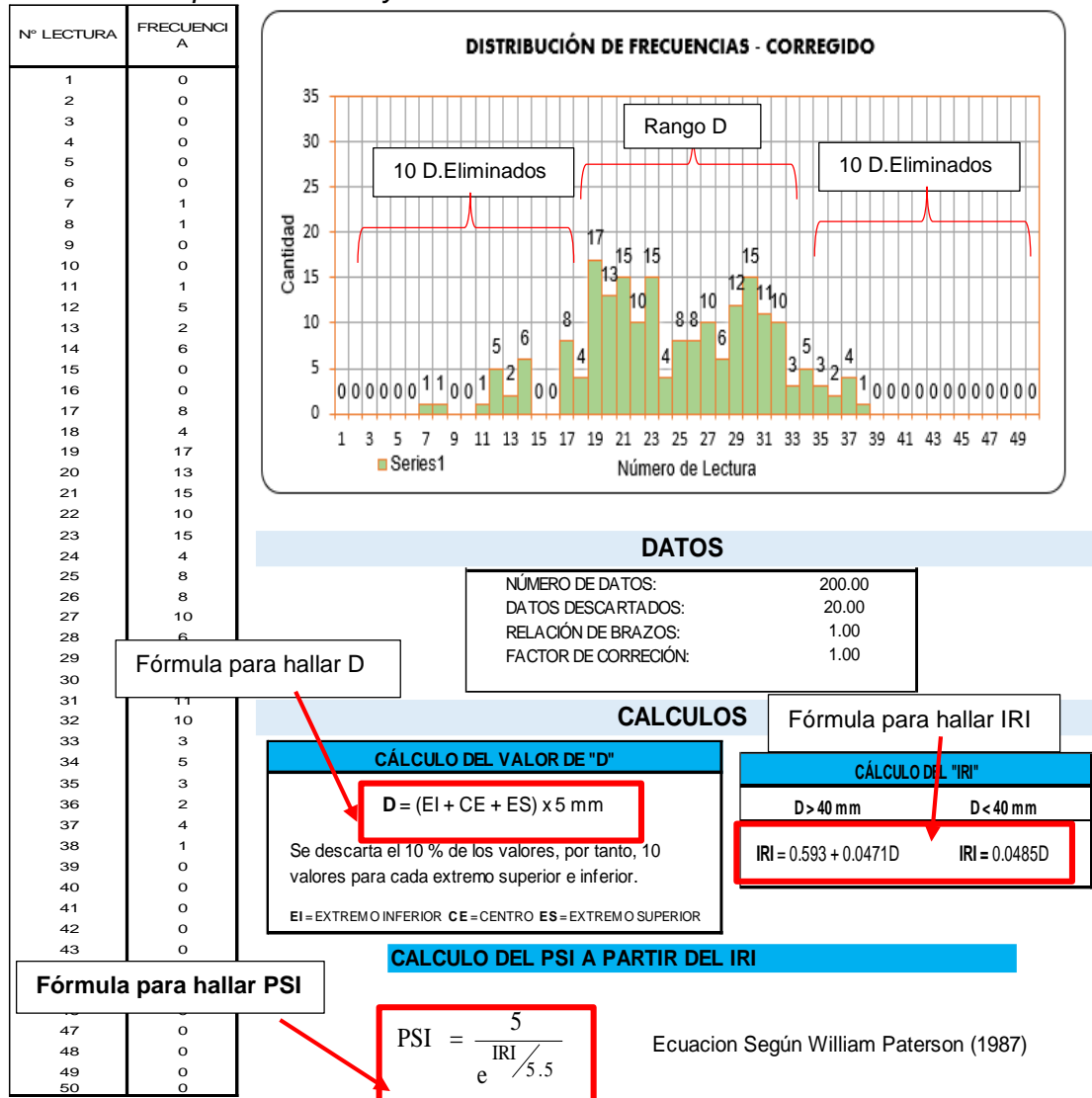
Nota: Elaboracion propia

Una vez que se obtuvo los datos de campo se lleva esos datos al histograma para poder obtener el valor del extremo inferior, centro y extremo superior como se muestra en la imagen para luego con esos valores se halló el rango D y por último con el valor D se halla el IRI m/km y con el valor de IRI se puede hallar el PSI.

En la figura 25 se muestra la distribución de frecuencias (histograma) para eliminar los datos obtenidos y así poder hallar el valor D, luego de haber hallado el valor D se halla el IRI según ecuación 4 y luego hallar el PSI para poder clasificar al pavimento y poder verificar que tipo de intervención se realizara.

Figura 26

Procedimiento para hallar IRI y PSI



Nota: Se muestra el proceso mediante el cual se logra hallar el IRI y la transitabilidad de la avenida.


3.6.2 Metodo PCI

En la figura 26 nos muestra la falla , severidad y la medida es de acuerdo a la norma (ASTM D 6433, 2003) pero según lo observado en campo lo clasificamos para luego hallar lel total, densidad y con esos valores hallamos el valor deducido con ayuda del abaco al igual que para el valor deducido corregido tambien nos apoyamos del abaco, para luego según nuestra tabla 2 clasificamos el estado en la cual se encuentra la avenida para ver que tipo de intervencion necesita.

Figura 27

Formato para hallar PCI

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE



VIA DE ESTUDIA:	Av. Tarapaca	AREA DE LA UNIDAD:	230.1
UNIDAD DE MUESTREO:	TRAMO II BAJADA-U17	FECHA:	26/08/2023
PROGRESIVA INICIAL:	Km 0+566.40	EVALUADORES: ERICKA MAMANI ROJAS ROMARIO CONDORI LAQUI	
PROGRESIVA FINAL:	Km 0+601.80		
ANCHO DE LA VIA:	6.50m		

TIPO DE FALLAS		
1. Piel de cocodrilo	8. Grieta de reflexión de junta	15. ahuellamiento
2. Exudación	9. Desnivel Carril y Berma	16. Desplazamiento
3. Agrietamiento en bloque	10. Grietas Longitudinales y Transversales	17. Grieta Parabólica
4. Abultamiento y Hundimiento	11. Parcheo	18. Hinchamiento
5. Corrugación	12. Pulimiento de Agregados	17. Grieta Parabólica
6. Depresion	13. Baches o Huecos	19. Desprendimiento de Agregado
7. Grieta de borde	14. Cruce de Via férrea	

$m = (Total/A.muestra) \times 100$

FALLA	SEVERIDAD	MEDIDA	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
19	M	m2	230.1			230.1	100.00	45
11	M	und	6.0	4.7		10.7	4.65	21
7	L	m2	3.0			3	1.30	3
3	M	ml	105.9			105.9	46.02	35

Valor Deducido mas alto	HDV=	45
Numero Maximo Admisible de V. D.	m =	6.1

N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL (TDV)	q	CDV
1	45	20	19	5		89	4	51
2	45	20	19	2		86	3	56
3	45	20	2	2		69	2	51
4	45	2	2	2		51	1	52
5								
6								
7								

CLASIFICACION DE PCI						
100 al 85	84 al 70	69 al 55	54 al 40	39 al 25	24 al 10	9 al 0
EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	FALLADO

Max CDV =	56
PCI =	44
Clasificación	REGULAR

Nota: Se muestra como hallar el PCI para luego clasificarla según nuestra tabla.

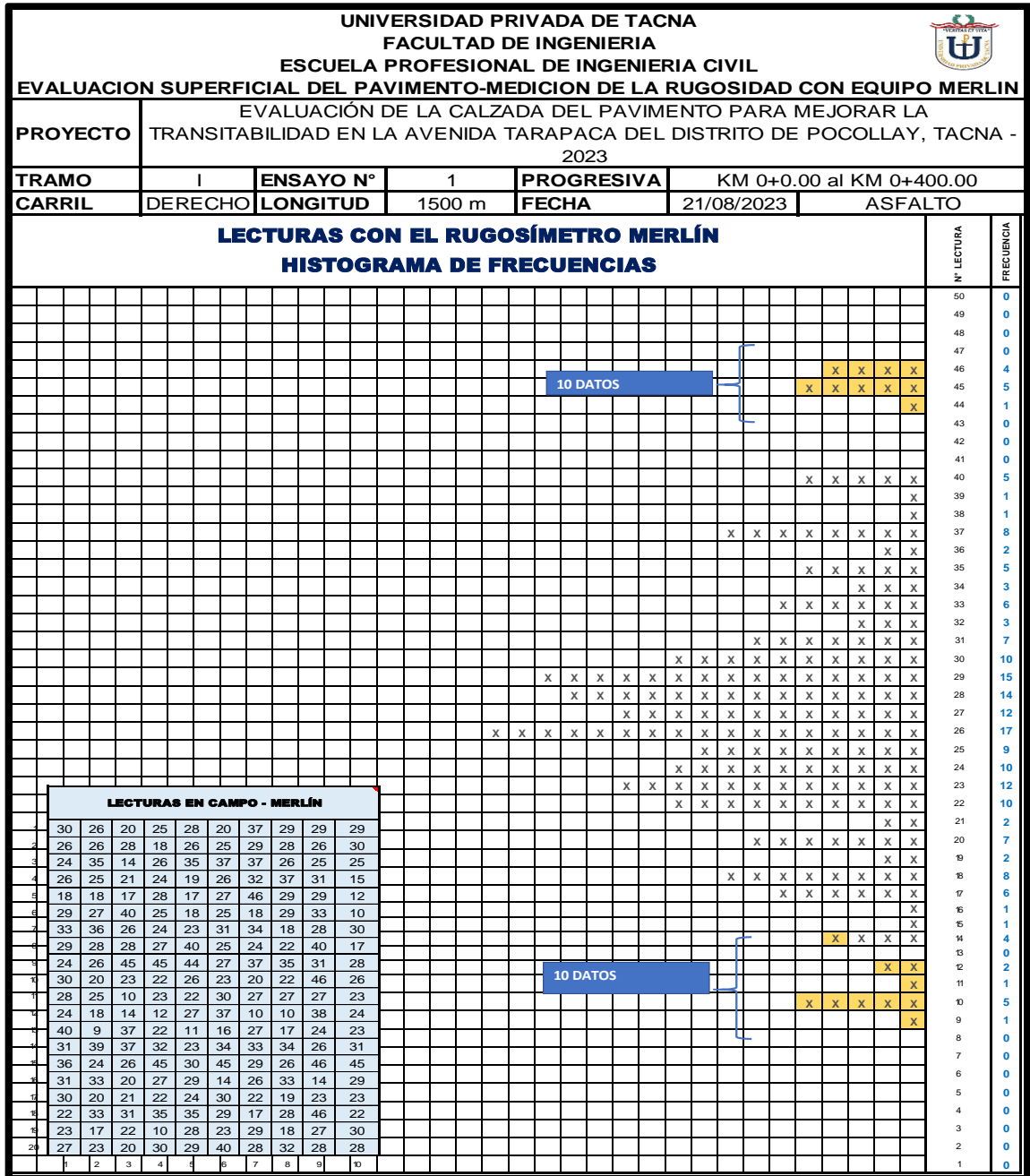
CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1 Resultados de la rugosidad del pavimento

En la figura 28 muestra el Ensayo N° 01 – Tramo I (subida), datos obtenidos de la lectura de campo con ayuda del equipo Merlin.

Figura 28

Datos de campo de la progresiva 0+0.00 - 0+400.00 -Tramo I (subida)

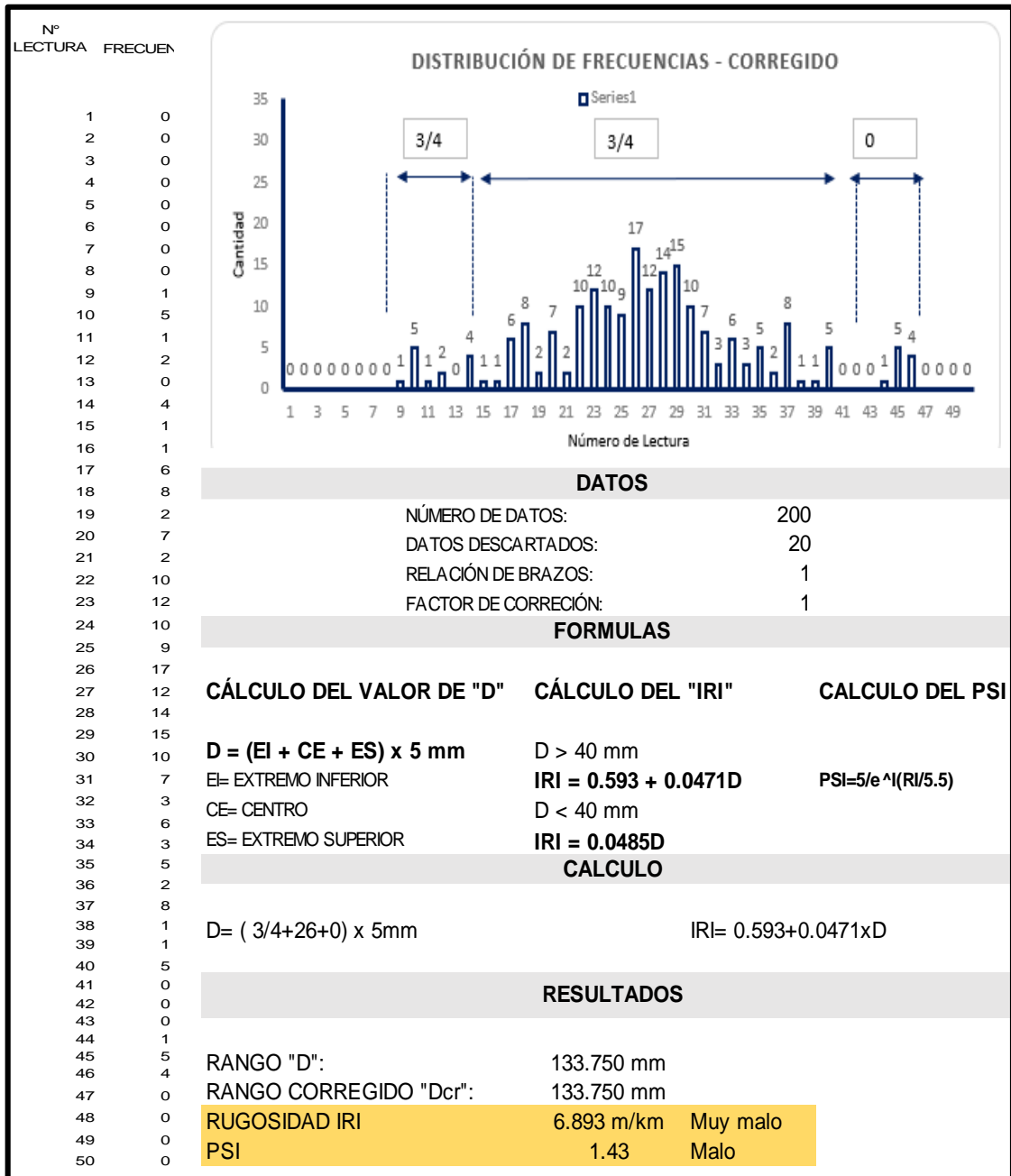


Nota. Se han eliminado 10 datos de cada extremo por ende en un extremo queda ¾ y el otro extremo 0 para luego con la lectura se pase al histograma para hallar el rango D.

En la Figura 29 se halla el rango D con ayuda del N° lectura y la frecuencia para luego para cualar el valor de IRI y por último realizar el calculo del PSI y poder clasificarlo el estado en la cual se encuentra el pavimento flexible.

Figura 29

Resultados de progresiva 0+0.00 - 0+400.00 -Tramo I (subida)

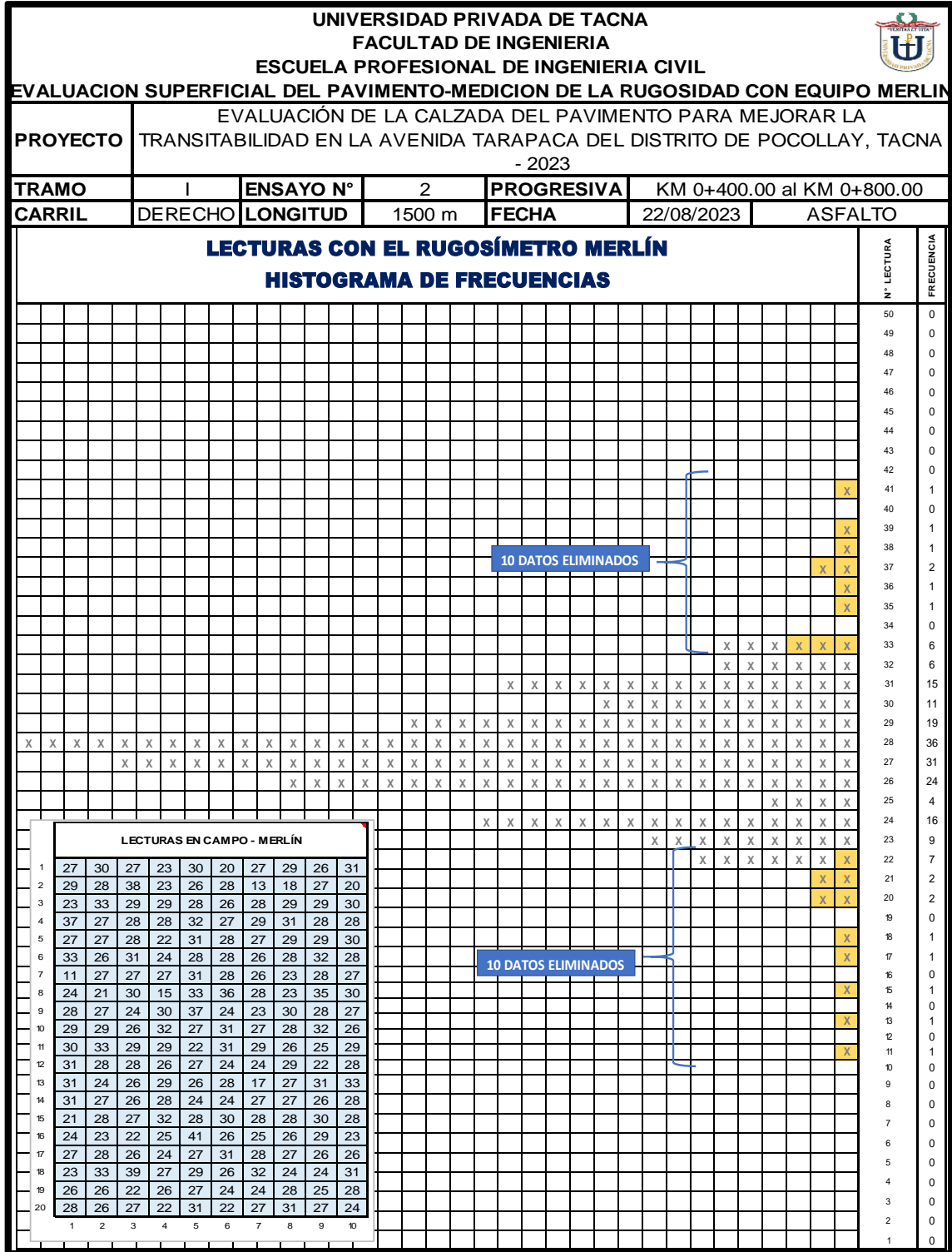


Nota: En la imagen se muestra el valor de IRI=6.893 m/km el cual la clasificamos en estado Muy Malo ya que el IRI es mayor 5 de una vía pavimentada y la transitabilidad en estado Malo.

En la Figura 30 se muestra el Ensayo N° 02 – Tramo I (subida), datos obtenidos de la lectura de campo con ayuda del equipo Merlin.

Figura 30

Datos de campo de la progresiva 0+400.00 – 0+800.00 -Tramo I (subida)

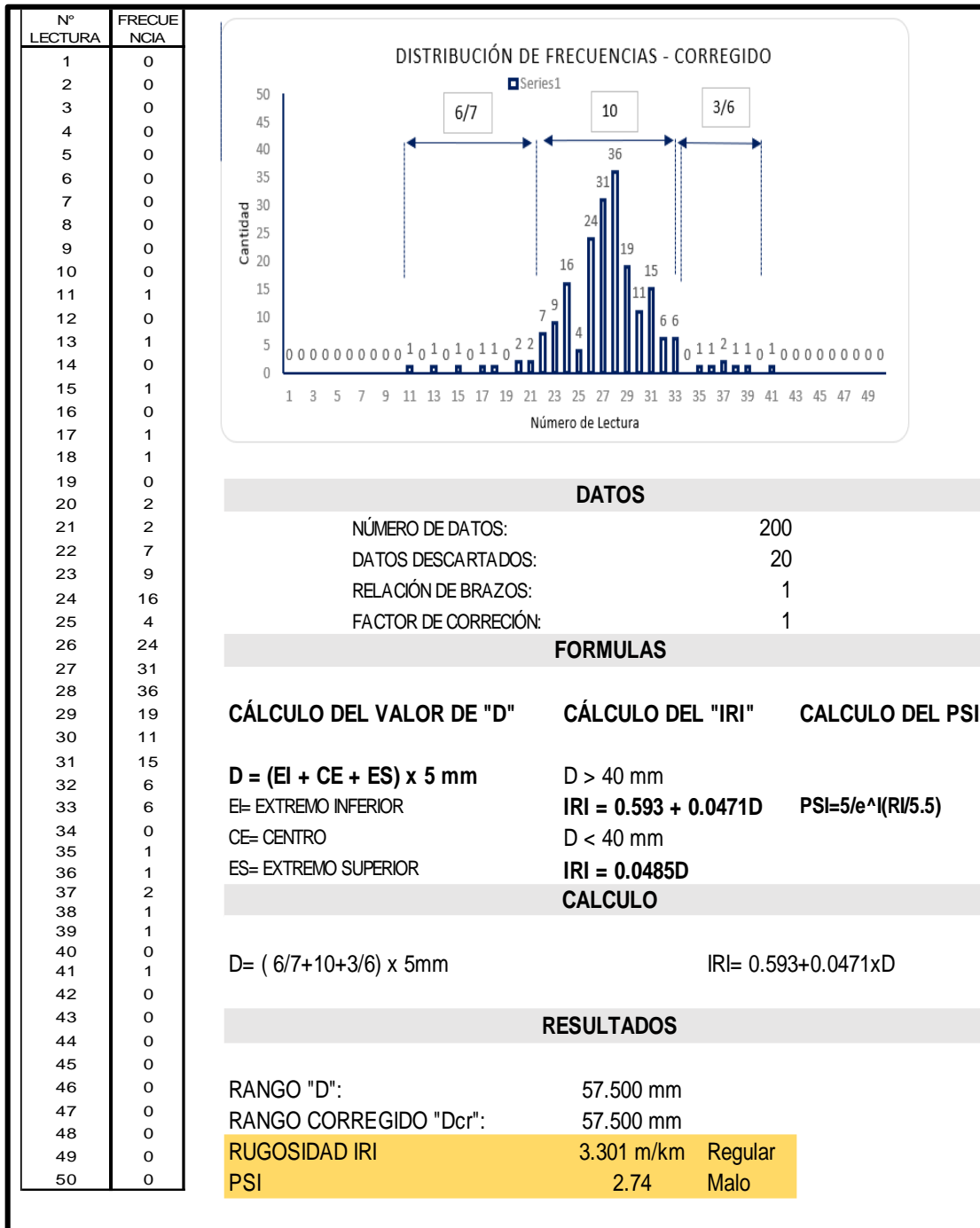


Nota. Se han eliminado 10 datos de cada extremo por ende en un extremo queda 6/7 y el otro extremo 3/6 para luego con la lectura se pase al histograma para hallar el rango D.

En la Figura 31 se halla el rango D con ayuda del N° lectura y la frecuencia para luego para cualar el valor de IRI y por último realizar el calculo del PSI y poder clasificarlo el estado en la cual se encuentra el pavimento flexible.

Figura 31

Resultados de progresiva 0+400.00 - 0+800.00 -Tramo I (subida)

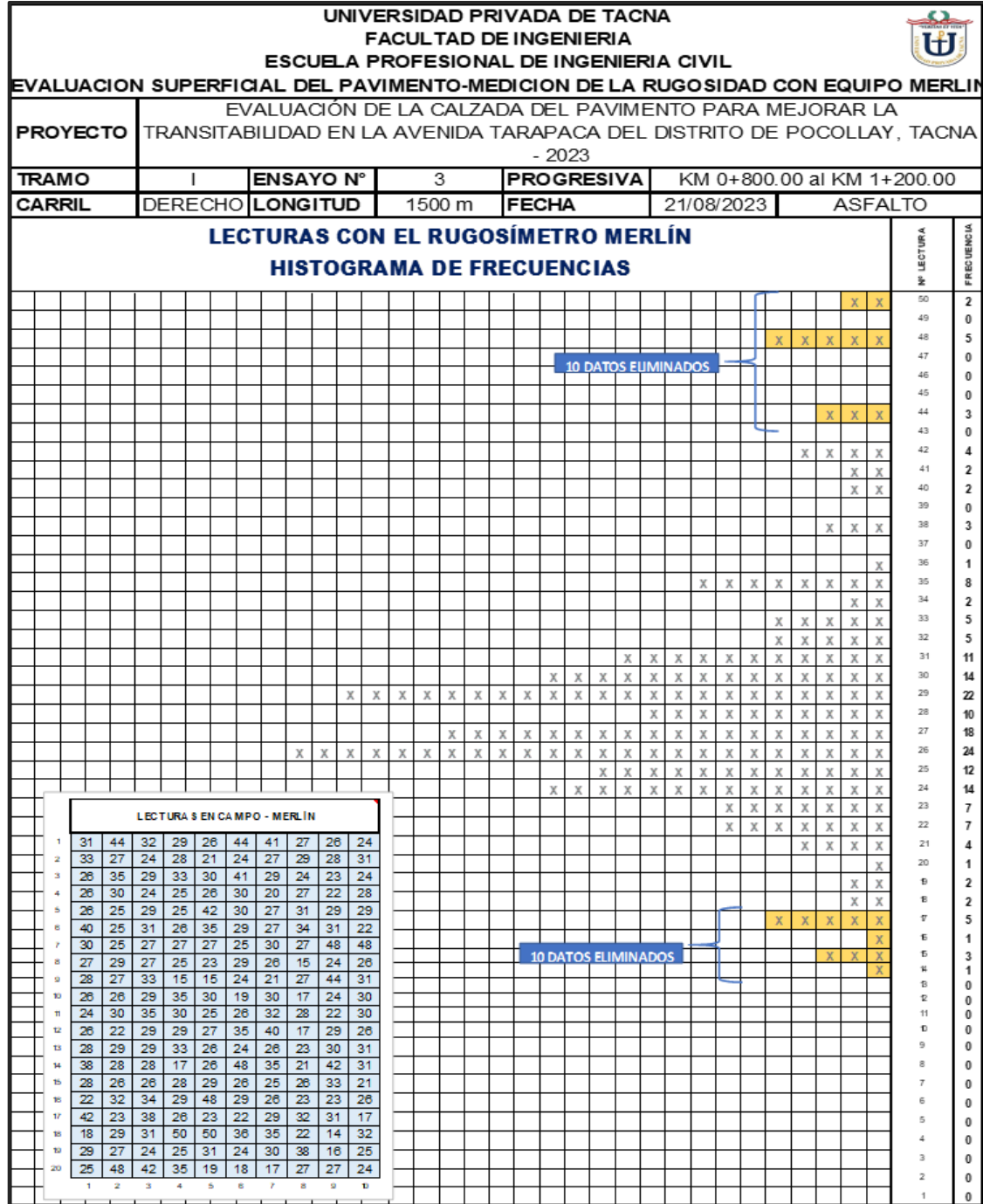


Nota. En la imagen se muestra el valor de IRI=3.301 m/km el cual la clasificamos en estado Regular ya que el IRI se encuentra entre 2.8 y 4.0 de una vía pavimentada y la transitabilidad en estado Regular.

En la Figura 32 se muestra el Ensayo N° 03 – Tramo I (subida), datos obtenidos de la lectura de campo con ayuda del equipo Merlin.

Figura 32

Datos de campo de la progresiva 0+800.00 - 1+200.00 -Tramo I (subida)

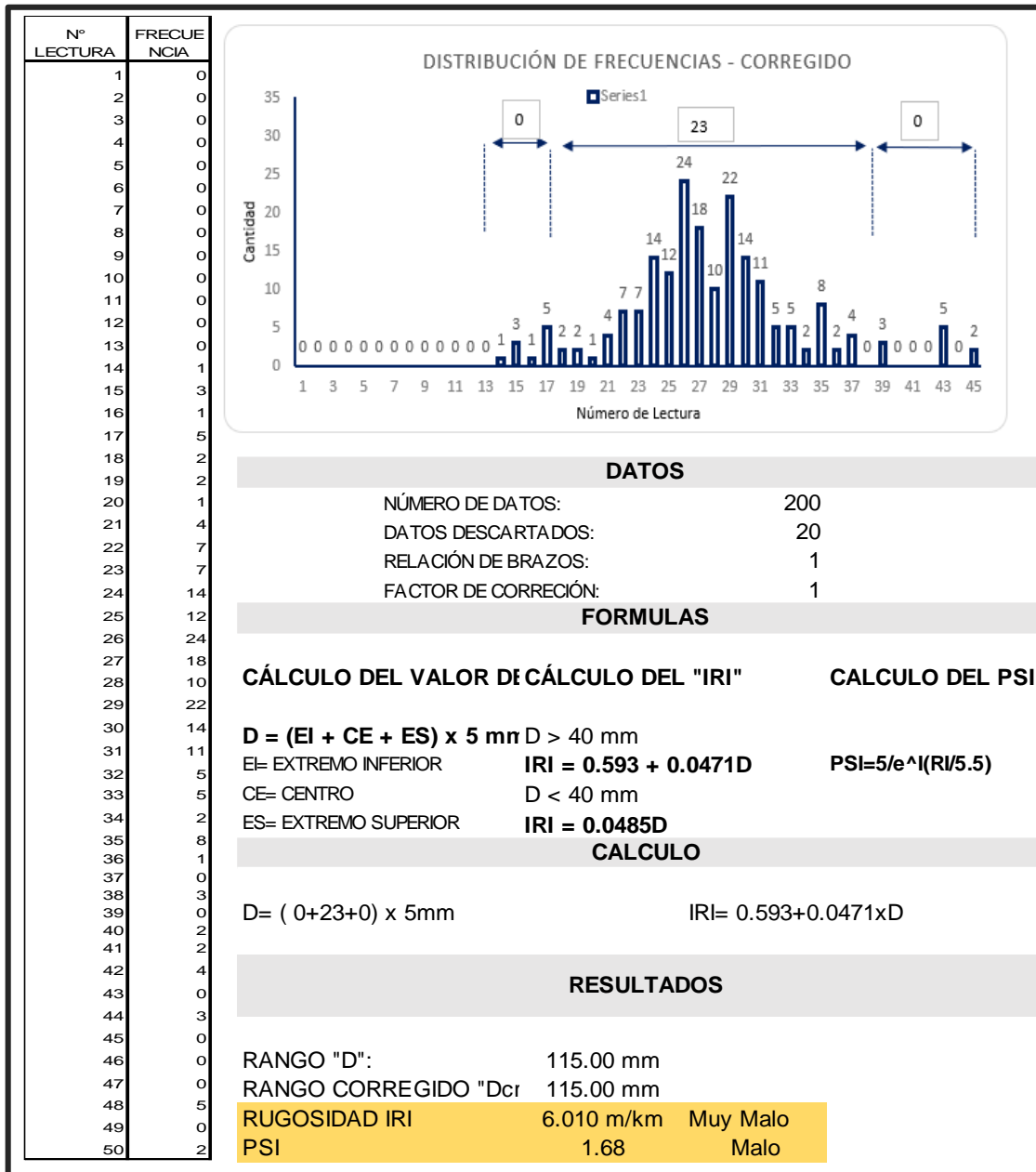


Nota. Se han eliminado 10 datos de cada extremo por ende en un extremo queda 0 y el otro extremo 0 para luego con la lectura se pase al histograma para hallar el rango D.

En la Figura 33 se halla el rango D con ayuda del N° lectura y la frecuencia para luego para cualar el valor de IRI y por último realizar el calculo del PSI y poder clasificarlo el estado en la cual se encuentra el pavimento flexible.

Figura 33

Resultados de progresiva 0+800.00 - 1+200.00 -Tramo I (subida)

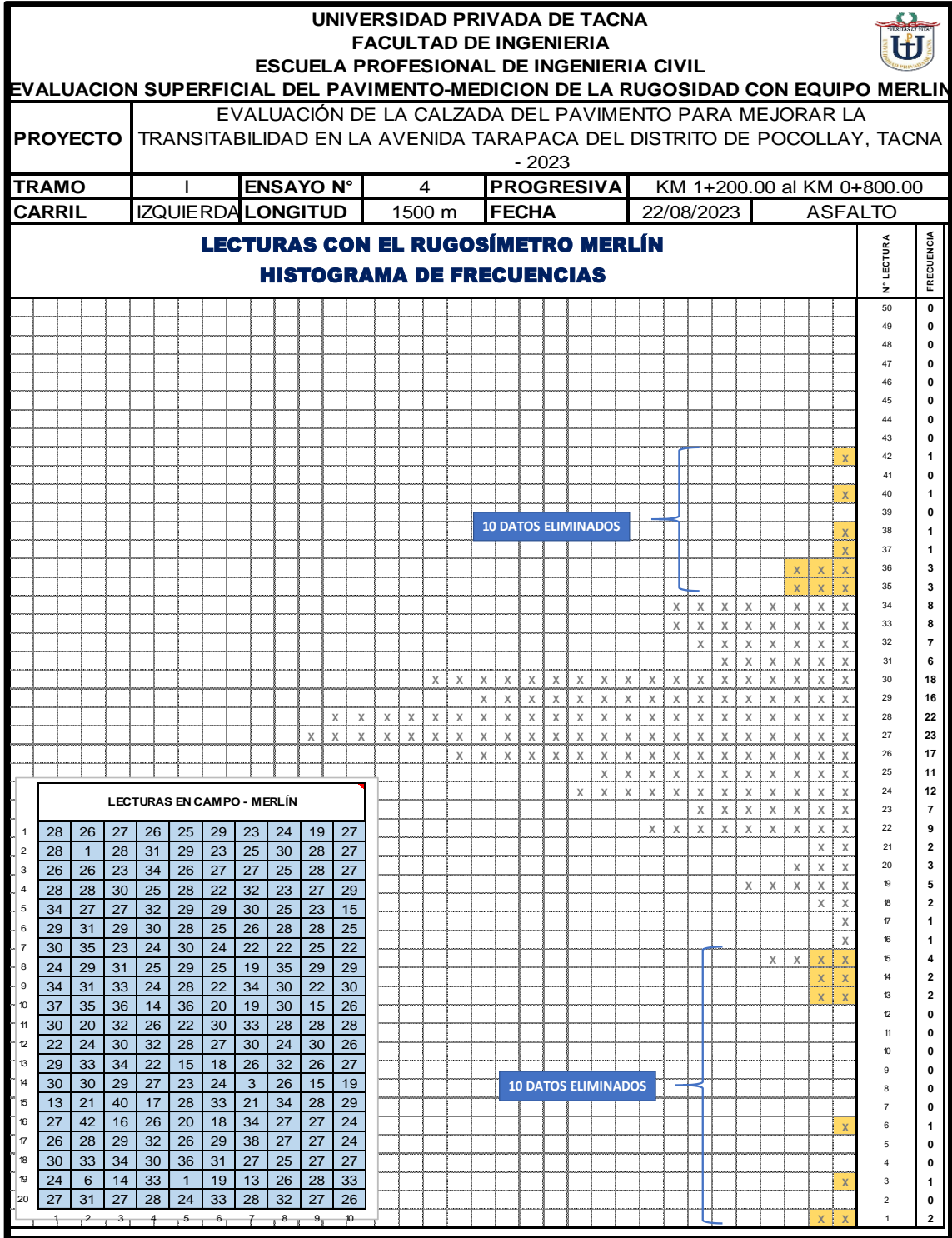


Nota. En la imagen se muestra el valor de IRI=6.010 m/km el cual la clasificamos en estado Muy Malo ya que el IRI es mayor a 4.0 de una vía pavimentada y la transitabilidad en estado Malo.

En la Figura 34 se muestra el Ensayo N° 04 – Tramo I (bajada), datos obtenidos de la lectura de campo con el equipo Merlin.

Figura 34

Datos de campo de la progresiva 1+200.00 - 0+800.00 -Tramo I (bajada)

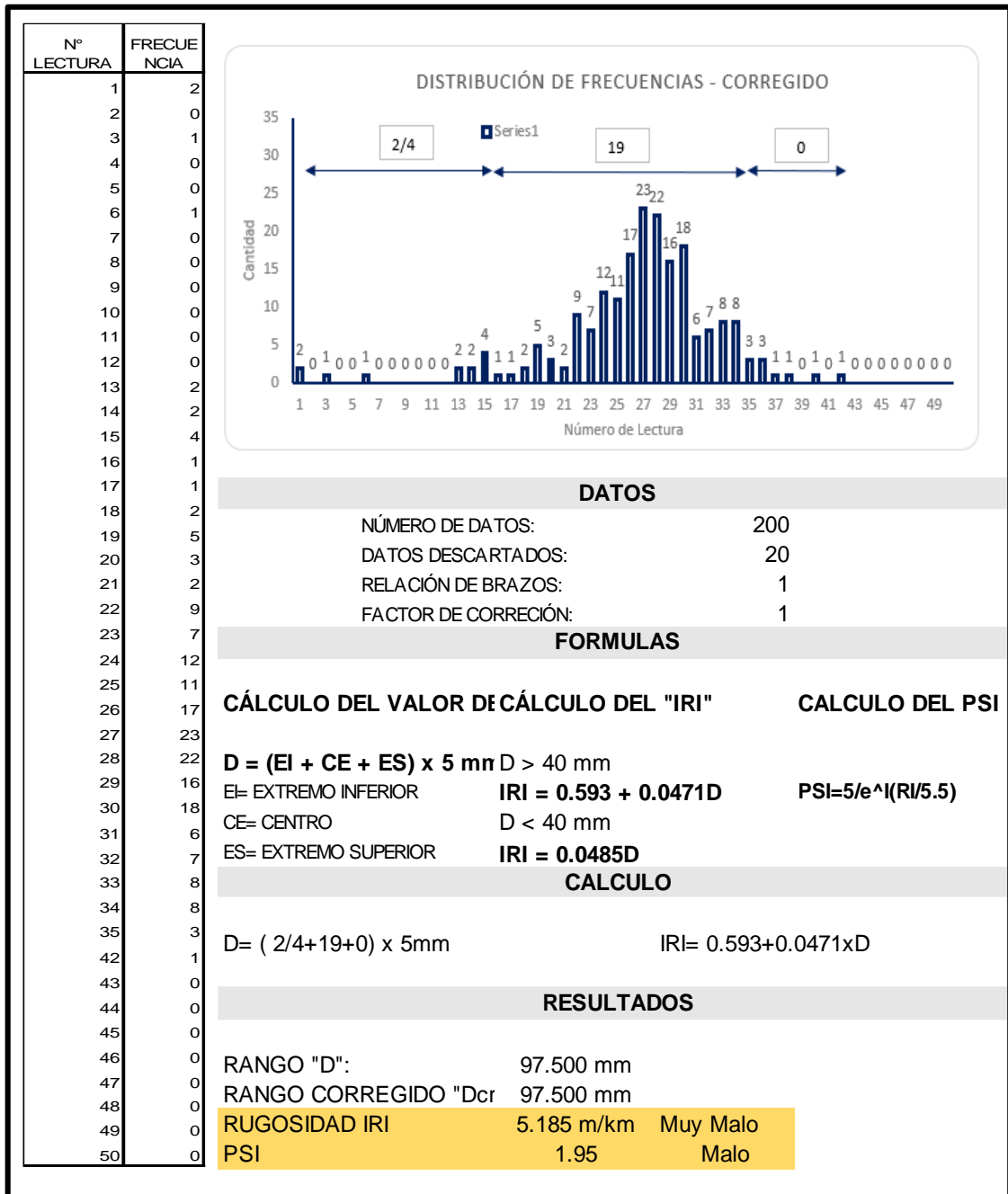


Nota. Se han eliminado 10 datos de cada extremo por ende en un extremo queda 2/4 y el otro extremo 0 para luego con la lectura se pase al histograma para hallar el rango D.

En la Figura 35 se halla el rango D con ayuda del N° lectura y la frecuencia para luego para cualar el valor de IRI y por último realizar el calculo del PSI y poder clasificarlo el estado en la cual se encuentra el pavimento flexible.

Figura 35

Resultados de progresiva 1+200.00 - 0+800.00 -Tramo I (bajada)

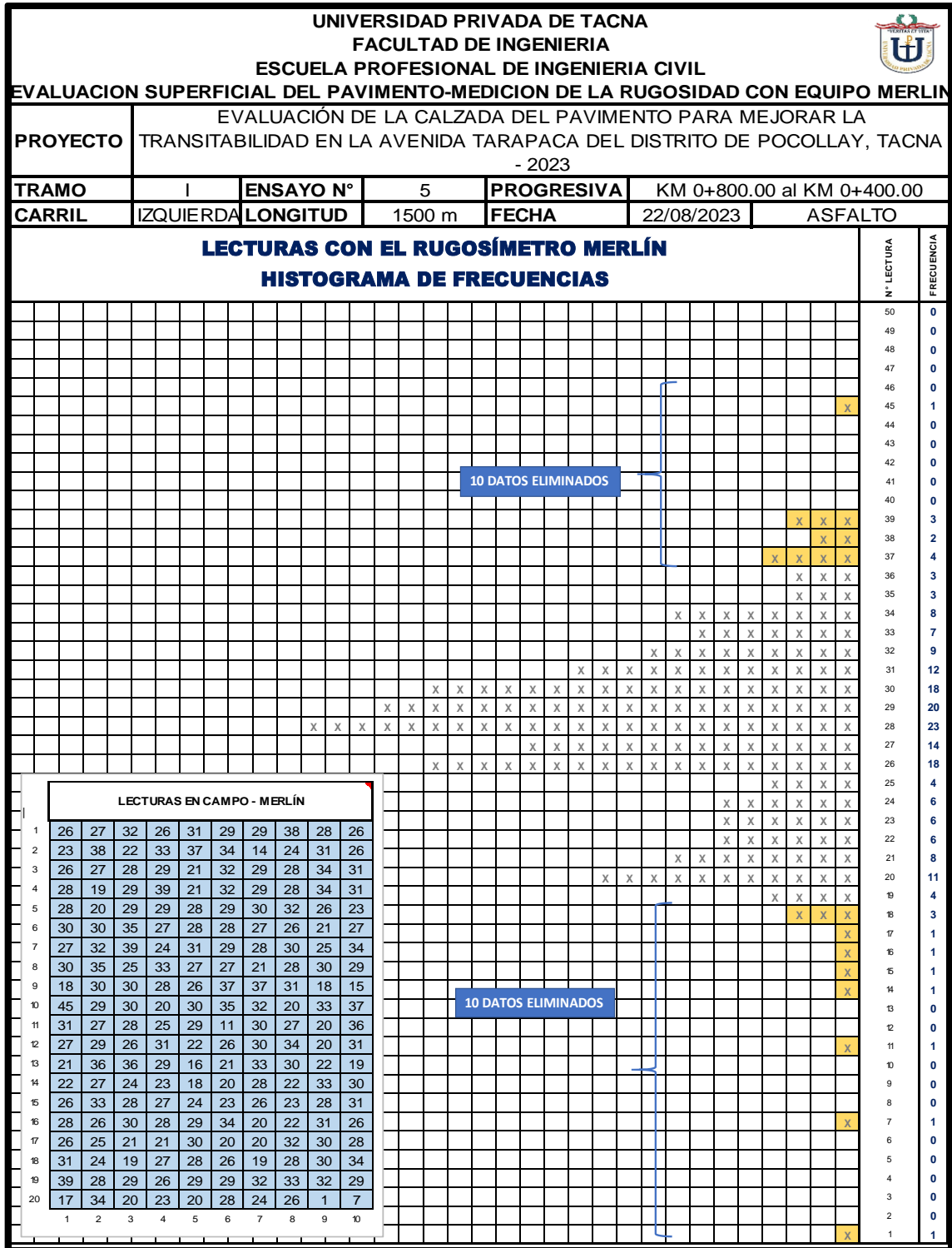


Nota. En la imagen se muestra el valor de IRI=5.185 m/km el cual la clasificamos en estado Muy Malo ya que el IRI es mayor a 4.0 de una vía pavimentada y la transitabilidad en estado Malo.

En la Figura 36 se muestra el Ensayo N° 05 – Tramo I (bajada), datos obtenidos de la lectura de campo con el equipo Merlin.

Figura 36

Datos de campo de la progresiva 0+800.00 - 0+400.00 -Tramo I (bajada)

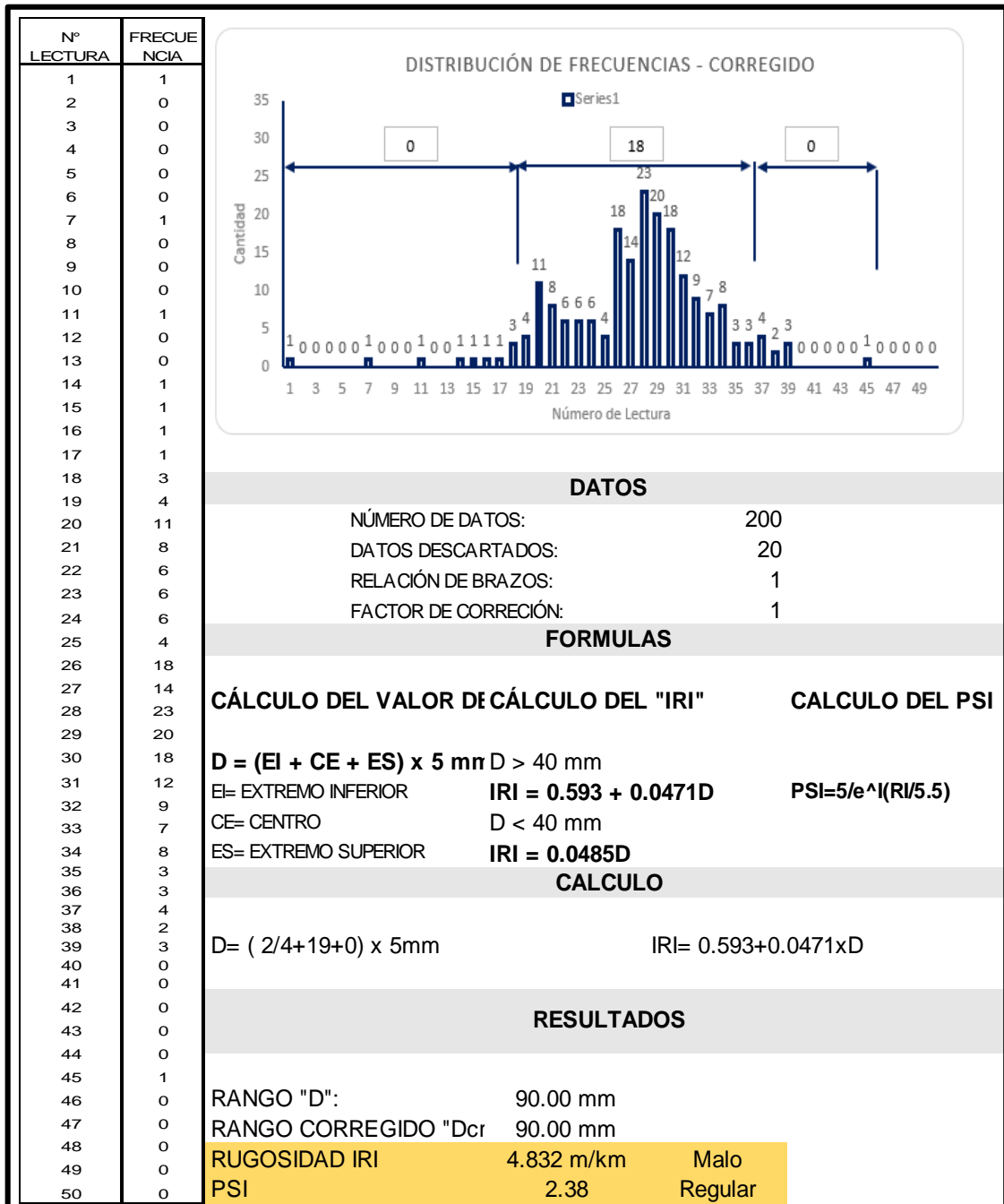


Nota. Se han eliminado 10 datos de cada extremo por ende en un extremo queda 0 y el otro extremo 0 para luego con la lectura se pase al histograma para hallar el rango D.

En la Figura 37 se halla el rango D con ayuda del N° lectura y la frecuencia para luego para cualar el valor de IRI y por último realizar el calculo del PSI y poder clasificarlo el estado en la cual se encuentra el pavimento flexible.

Figura 37

Resultados de progresiva 0+800.00 - 0+400.00 -Tramo I (bajada)

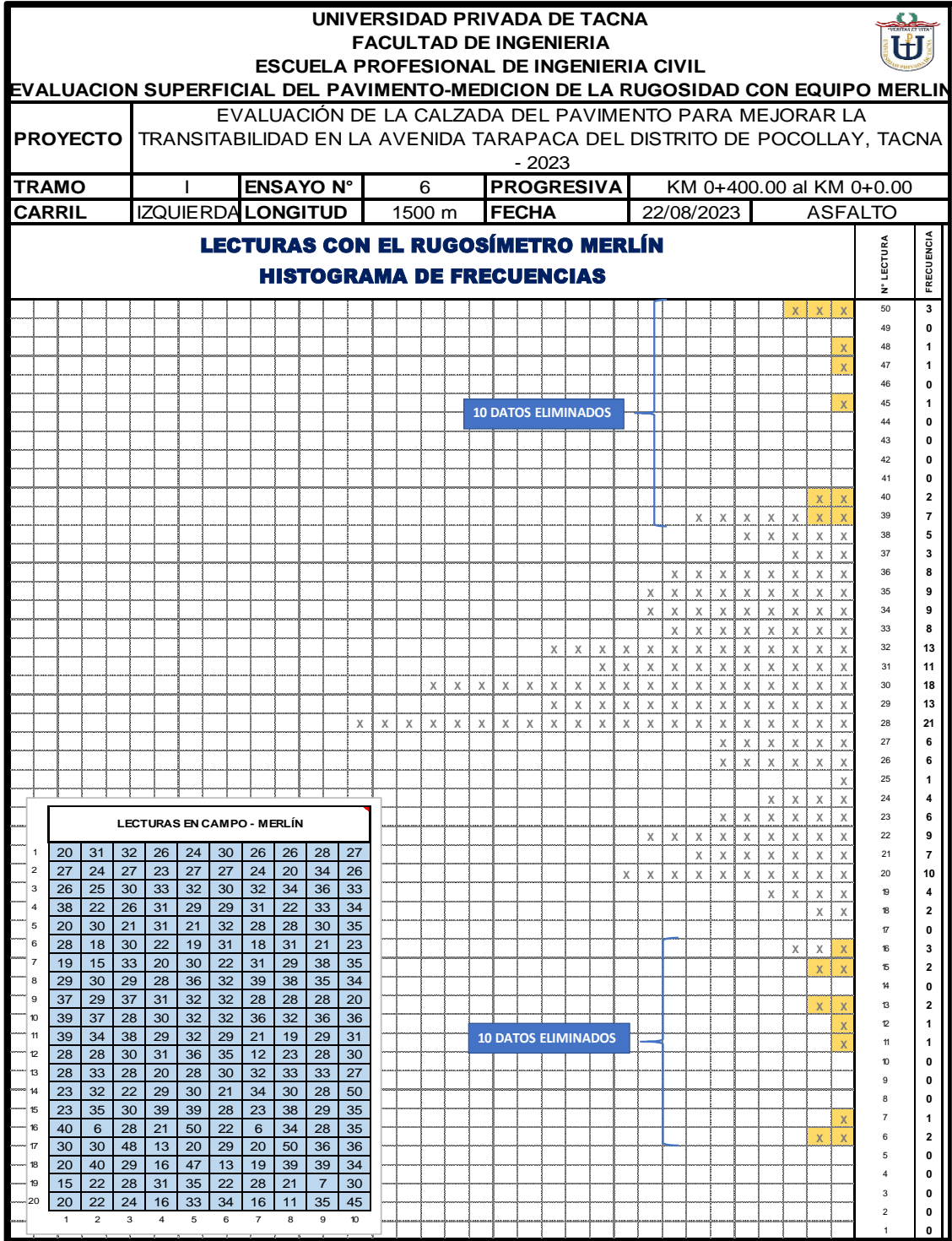


Nota. En la imagen se muestra el valor de IRI=4.832 m/km el cual la clasificamos en estado Malo ya que el IRI se encuentra entre 4 a 5 de una vía pavimentada y la transitabilidad en estado Regular.

En la Figura 38 se muestra el Ensayo N° 06 – Tramo I (bajada), datos obtenidos de la lectura de campo con el equipo Merlin.

Figura 38

Datos de campo de la progresiva 0+400.00 - 0+0.00 -Tramo I (bajada)

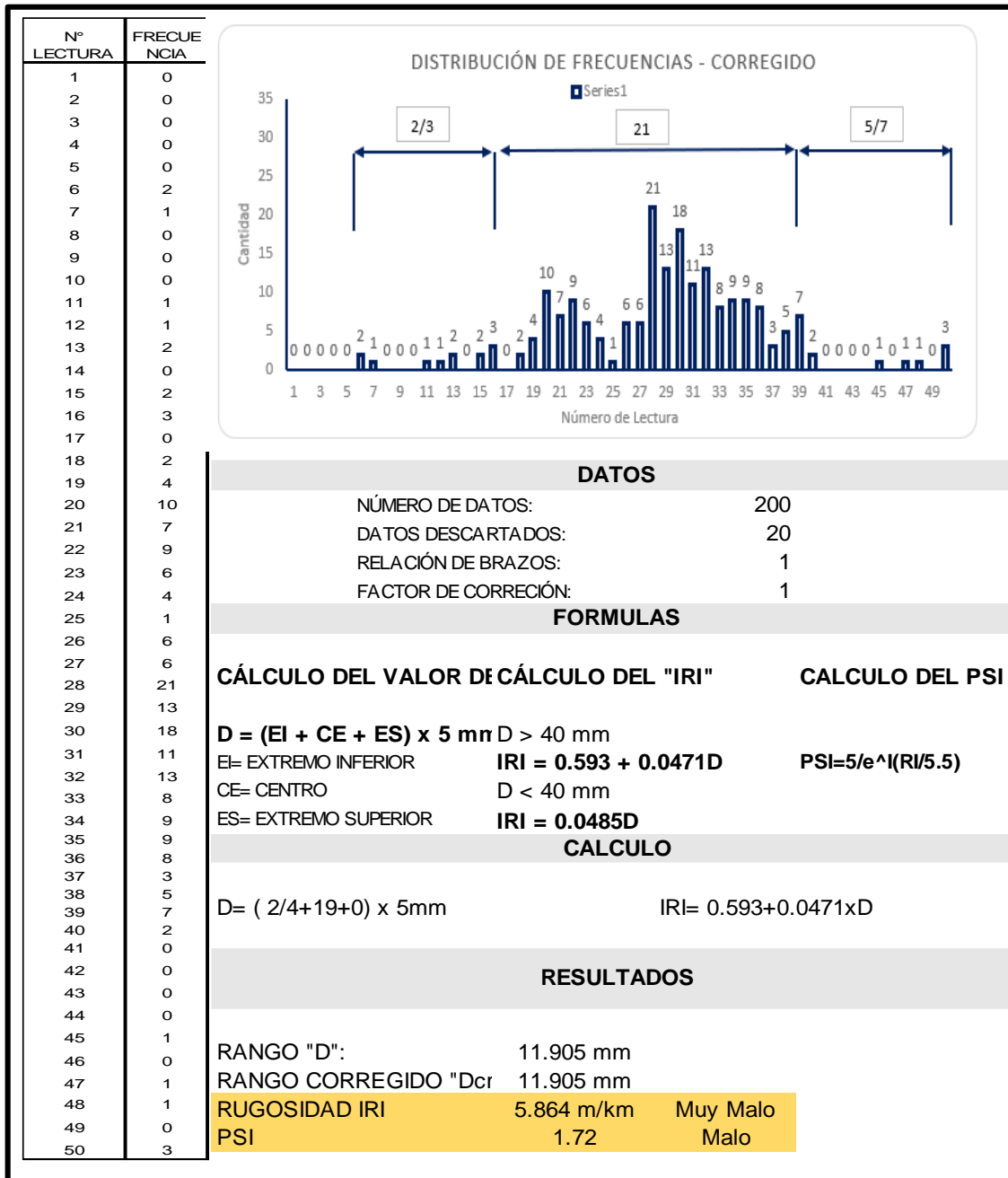


Nota. Se han eliminado 10 datos de cada extremo por ende en un extremo queda 2/3 y el otro extremo 5/7 para luego con la lectura se pase al histograma para hallar el rango D.

En la Figura 39 se halla el rango D con ayuda del N° lectura y la frecuencia para luego para cualar el valor de IRI y por último realizar el calculo del PSI y poder clasificarlo el estado en la cual se encuentra el pavimento flexible.

Figura 39

Resultados de progresiva 0+400.00 - 0+0.00 -Tramo I (bajada)

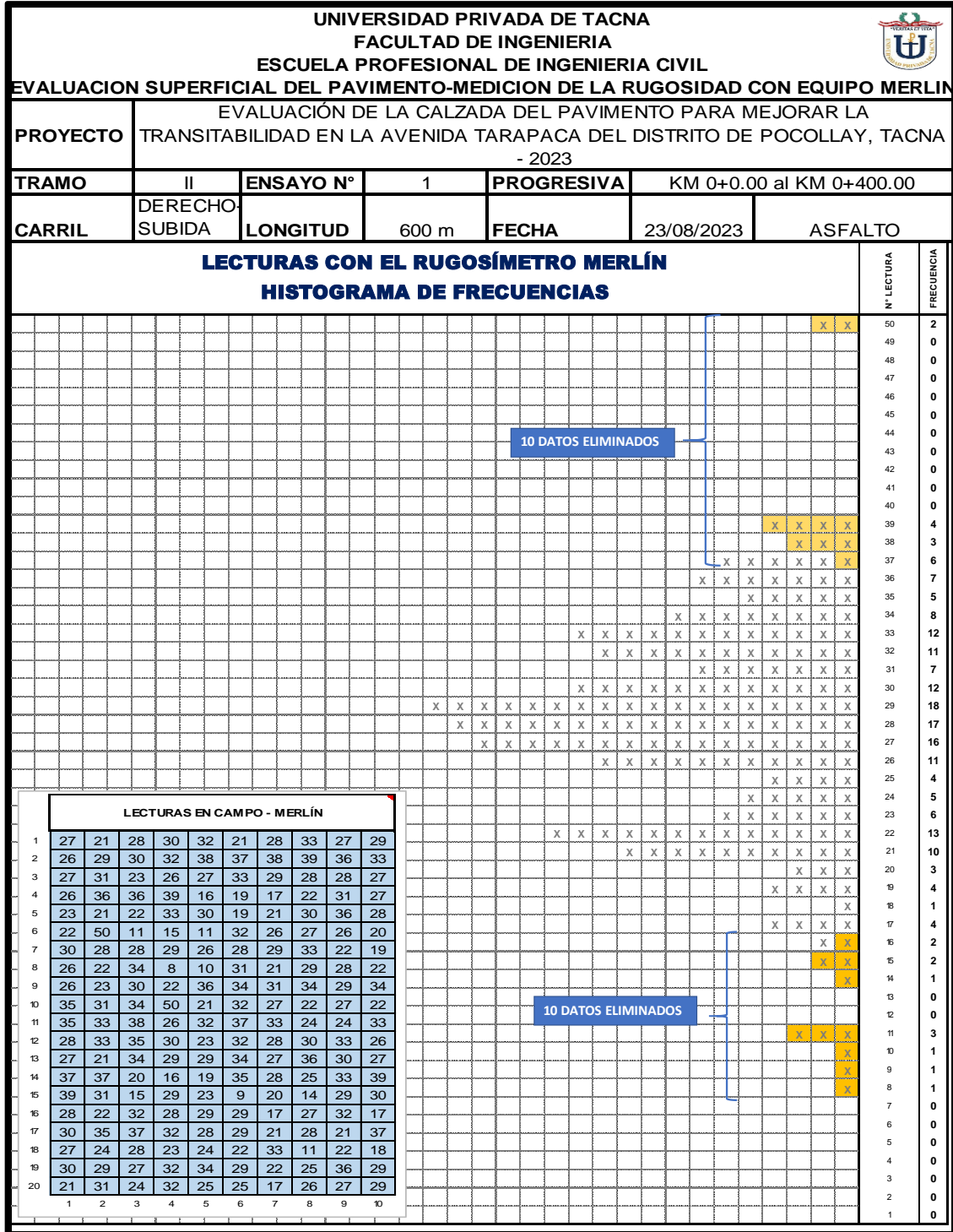


Nota. En la imagen se muestra el valor de IRI=5.864 m/km el cual la clasificamos en estado Muy Malo ya que el IRI es mayor a 5 de una vía pavimentada y la transitabilidad en estado Malo.

En la Figura 40 se muestra el Ensayo N° 01 – Tramo II (subida), datos obtenidos de la lectura de campo con el equipo Merlin.

Figura 40

Datos de campo de la progresiva 0+0.00 - 0+400.00 -Tramo II (subida)

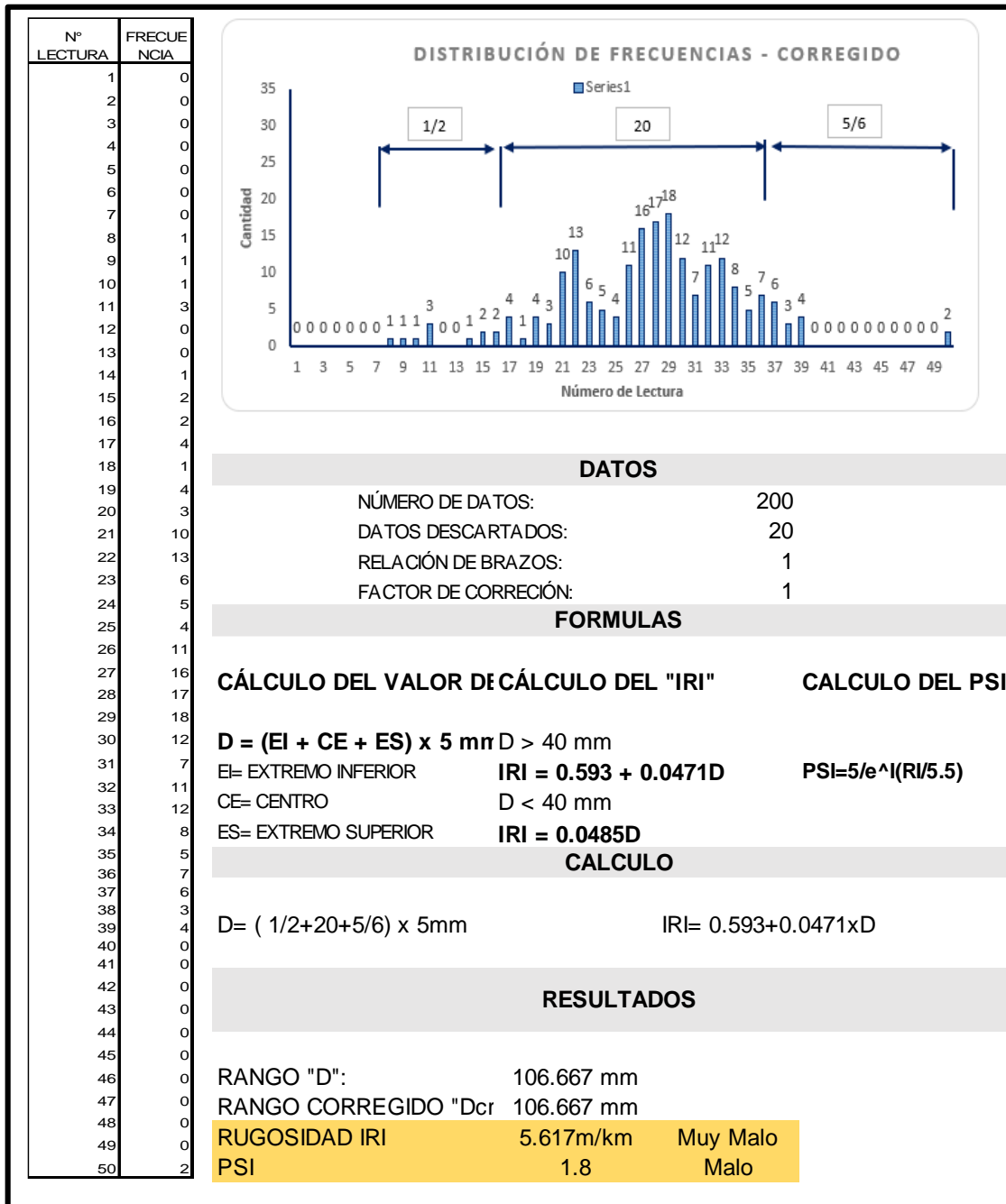


Nota. Se han eliminado 10 datos de cada extremo por ende en un extremo queda 1/2 y el otro extremo 5/6 para luego con la lectura se pase al histograma para hallar el rango D.

En la Figura 41 se halla el rango D con ayuda del N° lectura y la frecuencia para luego para cualar el valor de IRI y por último realizar el calculo del PSI y poder clasificarlo el estado en la cual se encuentra el pavimento flexible.

Figura 41

Resultados de progresiva 0+0.00 - 0+400.00 -Tramo II (subida)

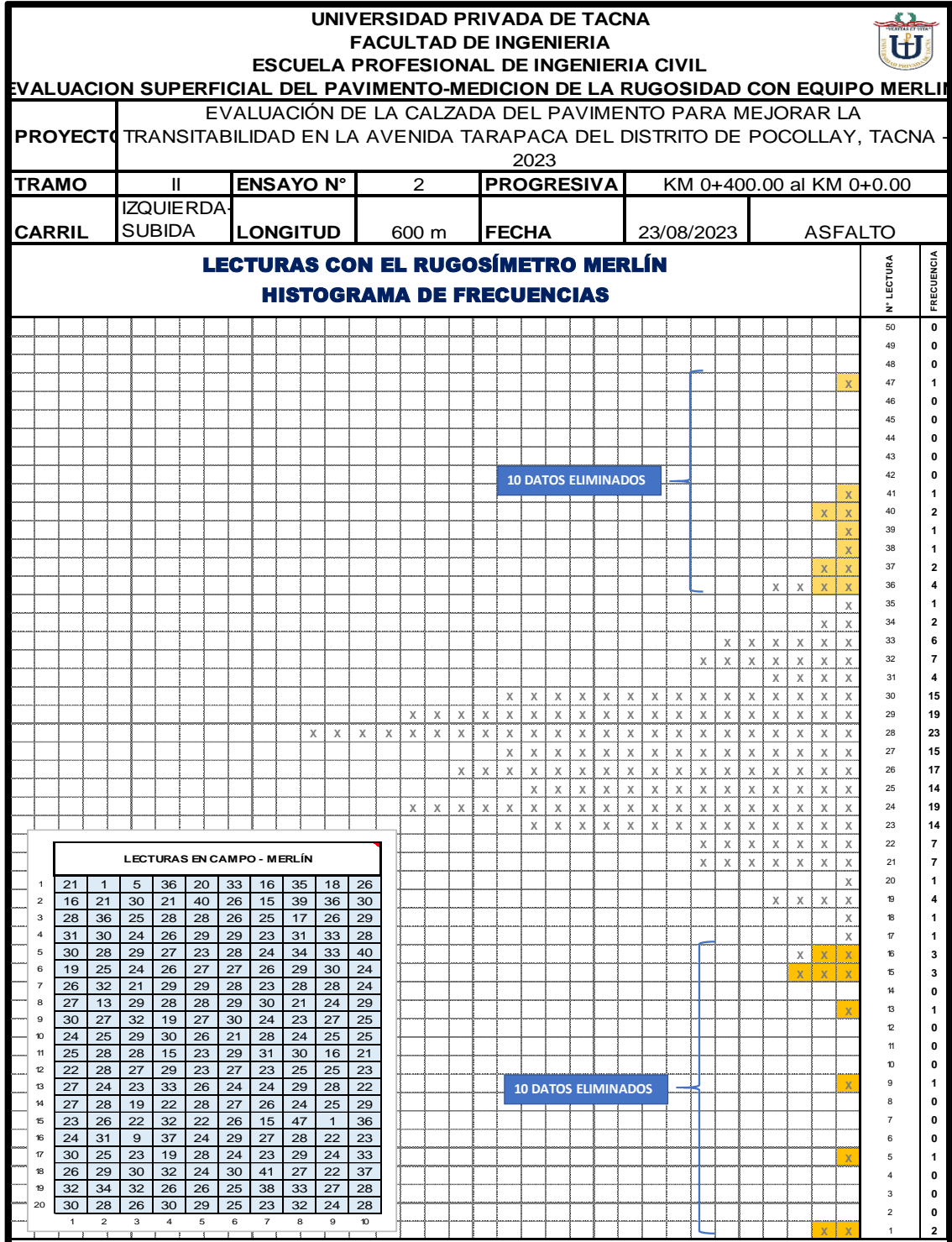


Nota. En la imagen se muestra el valor de IRI=5.617 m/km el cual la clasificamos en estado Muy Malo ya que el IRI es mayor a 5 de una vía pavimentada y la transitabilidad en estado Malo.

En la Figura 42 se muestra el Ensayo N° 02 – Tramo II (subida), datos obtenidos de la lectura de campo con el equipo Merlin.

Figura 42

Datos de campo de la progresiva 0+400.00 - 0+0.00 -Tramo II (subida)

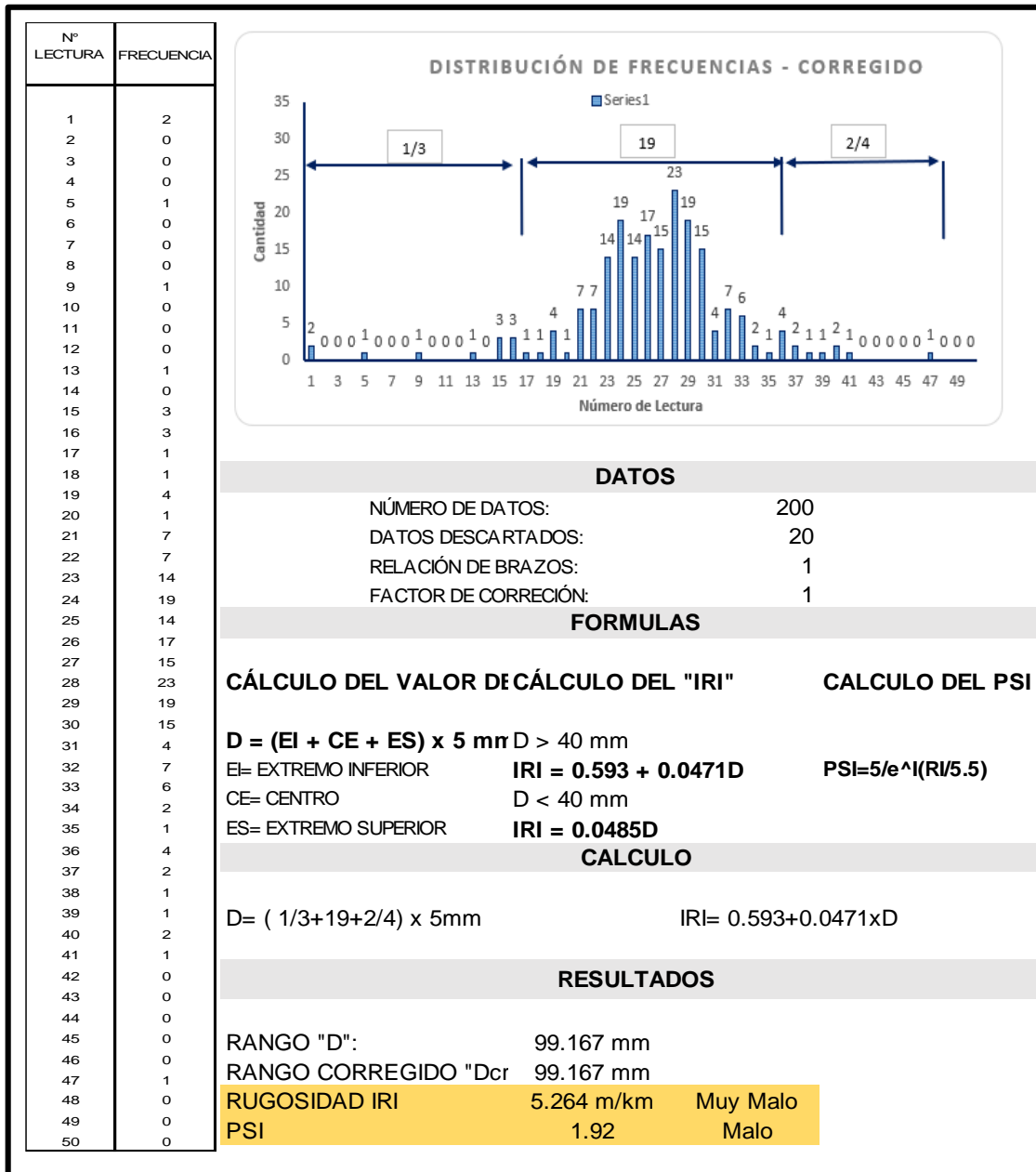


Nota. Se han eliminado 10 datos de cada extremo por ende en un extremo queda 1/3 y el otro extremo 2/4 para luego con la lectura se pase al histograma para hallar el rango D.

En la Figura 43 se halla el rango D con ayuda del N° lectura y la frecuencia para luego para cualar el valor de IRI y por último realizar el calculo del PSI y poder clasificarlo el estado en la cual se encuentra el pavimento flexible.

Figura 43

Resultados de progresiva 0+0.00 - 0+400.00 -Tramo II (subida)

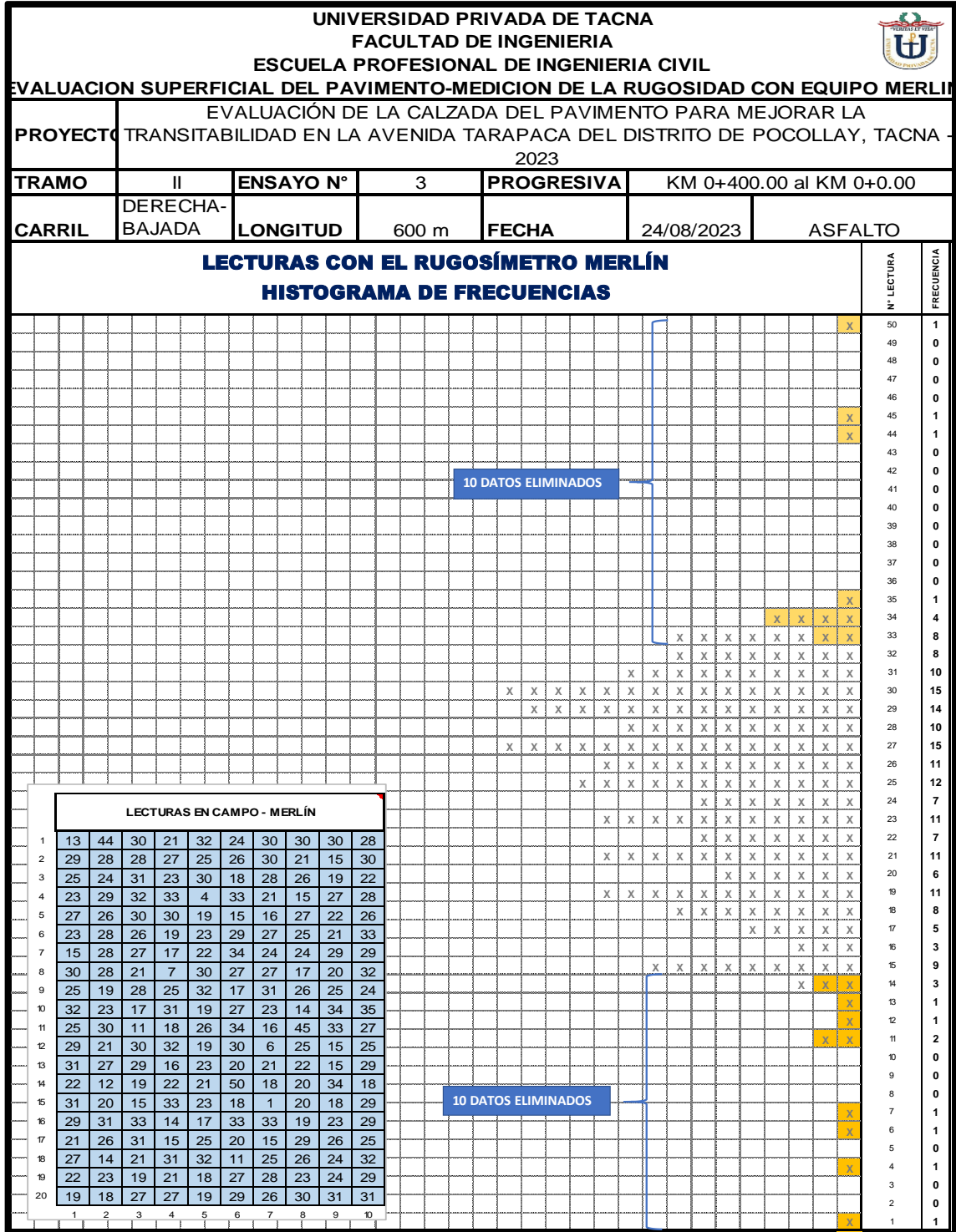


Nota. En la imagen se muestra el valor de IRI=5.264 m/km el cual la clasificamos en estado Muy Malo ya que el IRI es mayor a 5 de una vía pavimentada y la transitabilidad en estado Malo.

En la Figura 44 se muestra el Ensayo N° 03 – Tramo II (bajada), datos obtenidos de la lectura de campo con el equipo Merlin.

Figura 44

Datos de campo de la progresiva 0+400.00 - 0+0.00 -Tramo II (bajada)

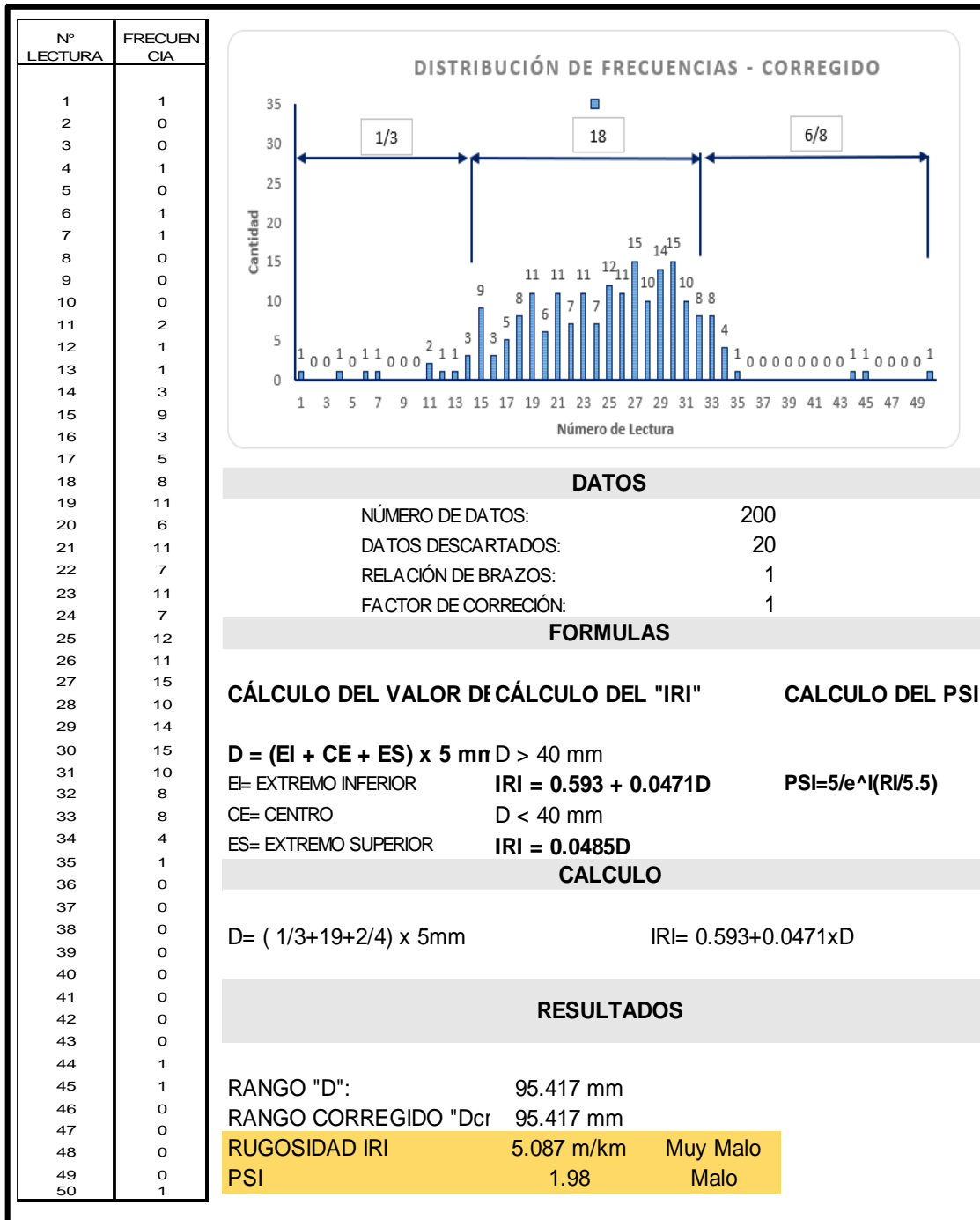


Nota. Se han eliminado 10 datos de cada extremo por ende en un extremo queda 1/3 y el otro extremo 6/8 para luego con la lectura se pase al histograma para hallar el rango D.

En la Figura 45 se halla el rango D con ayuda del N° lectura y la frecuencia para luego para cualar el valor de IRI y por último realizar el calculo del PSI y poder clasificarlo el estado en la cual se encuentra el pavimento flexible.

Figura 45

Resultados de progresiva 0+400.00 - 0+0.00 -Tramo II (bajada)

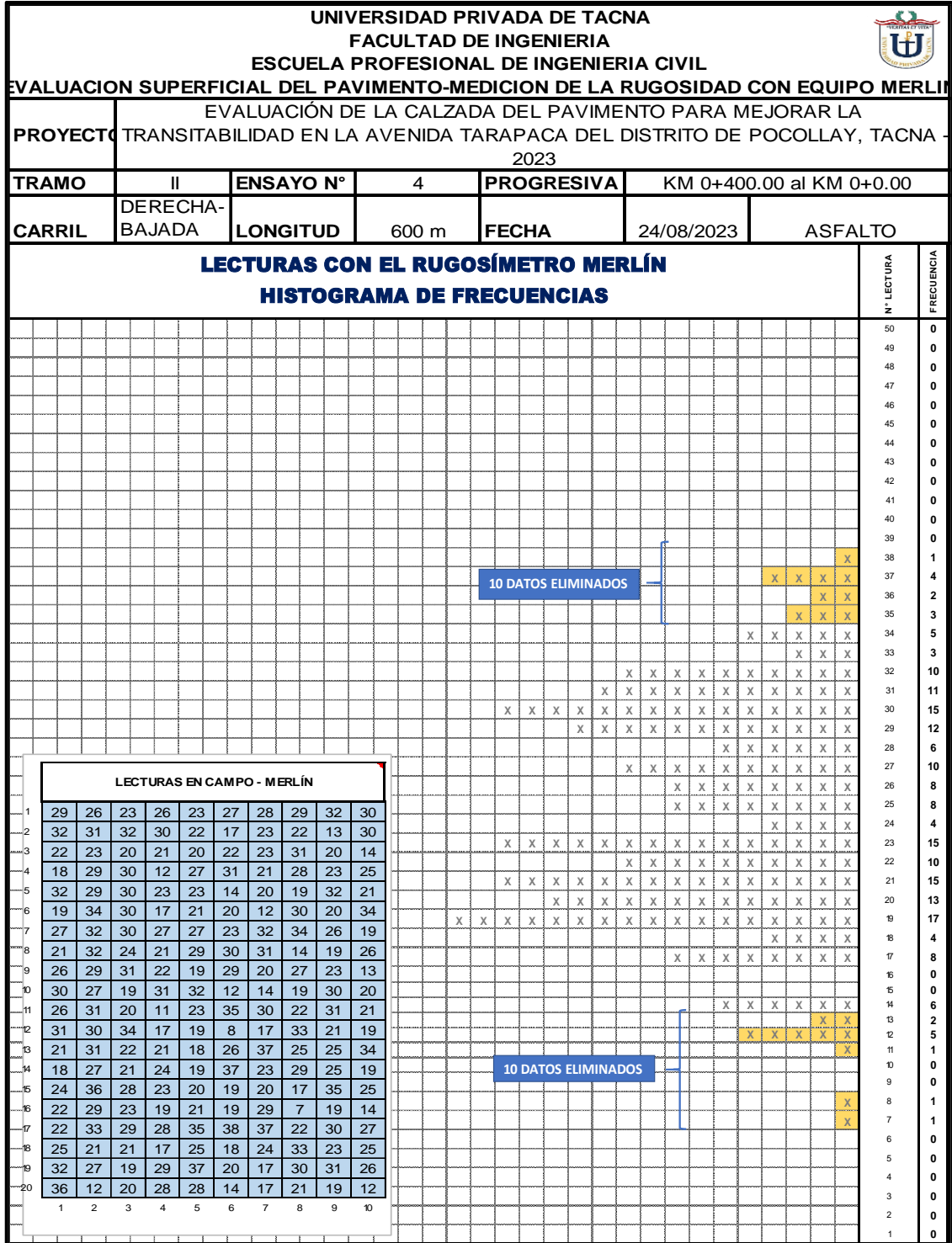


Nota. En la imagen se muestra el valor de IRI=5.087 m/km el cual la clasificamos en estado Muy Malo ya que el IRI es mayor a 5 de una vía pavimentada y la transitabilidad en estado Malo.

En la Figura 46 se muestra el Ensayo N° 04 – Tramo II (bajada), datos obtenidos de la lectura de campo con el equipo Merlin.

Figura 46

Datos de campo de la progresiva 0+0.00 - 0+400.00 -Tramo II (bajada)

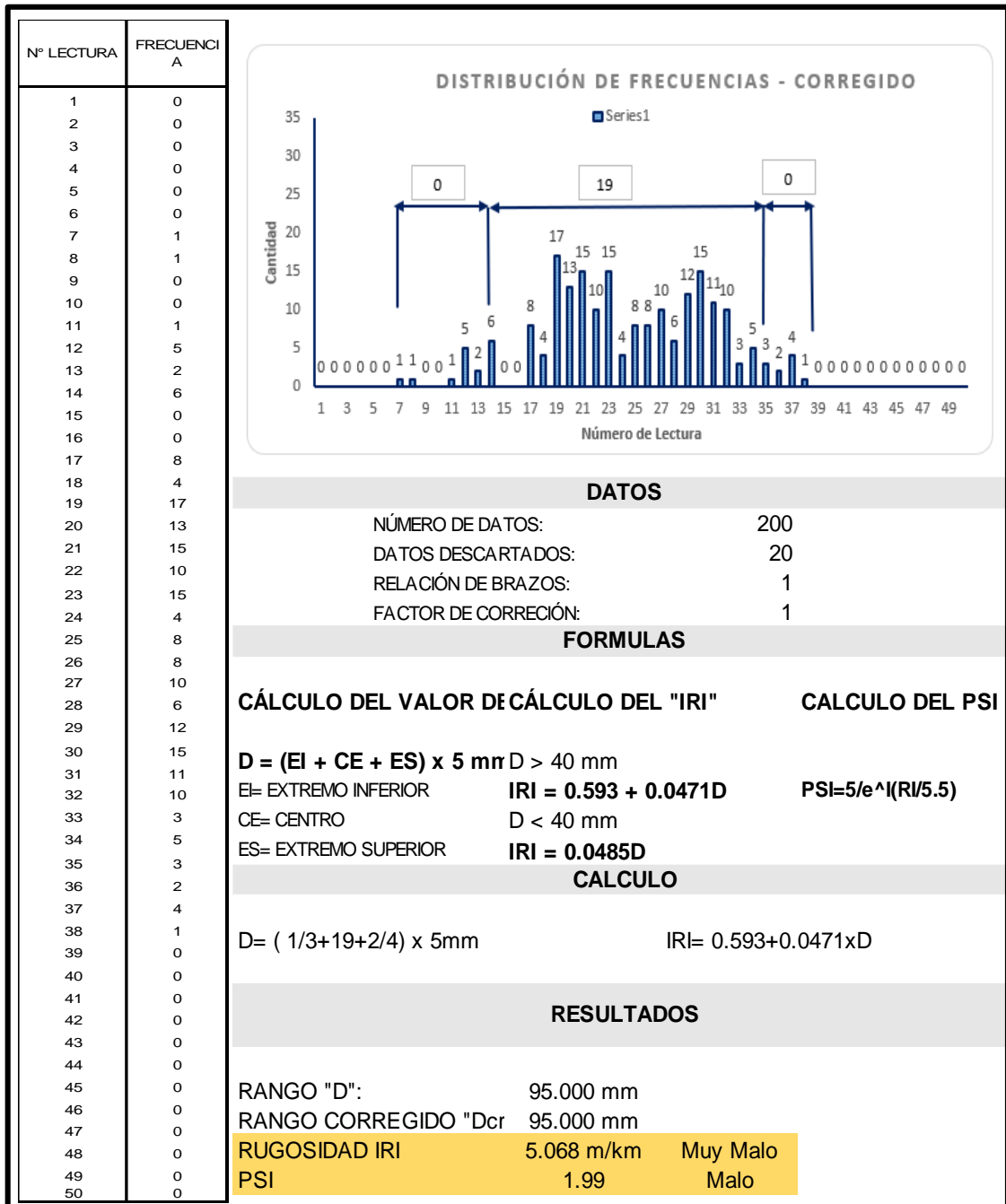


Nota. Se han eliminado 10 datos de cada extremo por ende en un extremo queda 0 y el otro extremo 0 para luego con la lectura se pase al histograma para hallar el rango D.

En la Figura 47 se halla el rango D con ayuda del N° lectura y la frecuencia para luego para cualar el valor de IRI y por último realizar el calculo del PSI y poder clasificarlo el estado en la cual se encuentra el pavimento flexible.

Figura 47

Resultados de progresiva 0+0.00 - 0+400.00 -Tramo II (bajada)



Nota. En la imagen se muestra el valor de IRI=5.068 m/km el cual la clasificamos en estado Muy Malo ya que el IRI es mayor a 5 de una vía pavimentada y la transitabilidad en estado Malo.

4.1.1 Resumen de Resultados mediante el rugosímetro Merlin

En la Tabla 10 se muestra el resumen de los resultados obtenidos en la cual se encuentra el pavimento flexible del IRI (rugosidad) y la condición del pavimento.

Tabla 10

Resumen de la rugosidad del Tramo 1

Carril	Ensayo	Progresiva	IRI(m/km)	Condición del pavimento	Promedio m/km	Promedio de la condición
Derecho	1	0+000 al 0+400	6,893	Muy Malo	5,401	Muy Malo
	2	0+400 al 0+800	3,301	Regular		
	3	0+800 al 1+200	6,01	Muy Malo		
Izquierdo	4	1+200 al 0+800	5,185	Muy Malo	5,294	Muy Malo
	5	0+800 al 0+400	4,832	Malo		
	6	0+400 al 0+000	5,864	Muy Malo		

Nota. En la tabla 10 se observa el promedio de la rugosidad en la cual se encuentra la vía, la cual nos da para el carril derecho un IRI promedio de 5.401 m/km, lo cual nos indica que se encuentra en una condición Muy Mala y para el carril izquierdo un IRI promedio de 5.294 m/km lo cual califica en una condición Muy Malo.

En la Tabla 11 se muestra el resumen de la transitabilidad del tramo 1, en la cual se halla según los datos obtenidos de campo y el formato de Excel y así poder obtener un promedio del estado de transitabilidad de la vía.

Tabla 11

Resumen de la transitabilidad del Tramo 1

Carril	Ensayo	Progresiva	PSI	Transitabilidad del pavimento	Promedio m/km	Promedio de la transitabilidad
Derecho	1	0+000 al 0+400	1,43	Mala	1,950	Mala
	2	0+400 al 0+800	2,74	Regular		
	3	0+800 al 1+200	1,68	Mala		
Izquierdo	4	1+200 al 0+800	1,95	Mala	1,917	Mala
	5	0+800 al 0+400	2,08	Regular		
	6	0+400 al 0+000	1,72	Mala		

Nota: En la tabla 11 se observa el valor del PSI promedio para el carril derecho es de 1.950 m/km, el cual lo califica como una transitabilidad Mala y para el carril izquierdo un PSI promedio de 1.917 el cual lo califica como una transitabilidad Mala.

En la Tabla 12 se muestra el resumen de los resultados obtenidos en la cual se encuentra el pavimento flexible del IRI (rugosidad) y la condición del pavimento.

Tabla 12

Resumen de la rugosidad del Tramo 2

Carril	Ensayo	Progresiva	IRI (m/km)	Condición del pavimento	Promedio m/km	Promedio de la condición
Subida	1	0+000 al 0+400	5,617	Muy Malo	5,441	Muy Malo
	2	0+400 al 0+000	5,264	Muy Malo		
Bajada	3	0+400 al 0+000	5,087	Muy Malo	5,078	Muy Malo
	4	0+000 al 0+400	5,068	Muy Malo		

Nota: En la tabla 12 se observa el promedio de la rugosidad en la cual se encuentra la vía, la cual nos da para el carril de ida un IRI promedio de 5.441 m/km, lo cual nos indica que se encuentra en una condición Muy Mala y para el carril de vuelta un IRI promedio de 5.078 m/km lo cual califica en una condición Muy Malo.

En la Tabla 13 se muestra el resumen de la transitabilidad del tramo 2, en la cual se halla según los datos obtenidos de campo y el formato de Excel y así poder obtener un promedio del estado de transitabilidad de la vía.

Tabla 13

Resumen de la transitabilidad del Tramo 2

Carril	Ensayo	Progresiva	PSI	Transitabilidad del pavimento	Promedio m/km	Promedio de la transitabilidad
Subida	1	0+000 al 0+400	1,8	Malo	1,860	Mala
	2	0+400 al 0+000	1,92	Regular		
Bajada	3	0+400 al 0+000	1,98	Malo	1,985	Mala
	4	0+000 al 0+400	1,99	Malo		

Nota: En la tabla 13 se observa el valor del PSI promedio para el carril de ida es de 1.860 m/km, el cual lo califica como una transitabilidad Mala y para el carril izquierdo un PSI promedio de 1.985 el cual lo califica como una transitabilidad Mala.

4.2 Resultados de la evaluación del PCI

En la Tabla 14 y Tabla 15 se muestra la evaluación del pavimento de un kilometraje de 2100 km, mediante el PCI se dividió en dos tramos, la cual el primer tramo tiene una longitud de 1500 m en la cual se evaluó 12 muestras y en el segundo tramo de una longitud de 600 m en la cual se evaluó 16 muestras, se encontró muchas fallas las cuales en su mayoría son repetitivas, continuación se mostrará la cantidad de muestras tomadas en cada tramo

Tabla 14

Unidades de muestreo del Tramo I

Tramo	Muestra	Ancho de calzada	Area (m ²)
TRAMO I	U-01	7	230,7
	U-05	7	230,7
	U-09	7	230,7
	U-13	7	230,7
	U-17	7	230,7
	U-21	7	230,7
	U-25	7	230,7
	U-29	7	230,7
	U-33	7	230,7
	U-37	7	230,7
	U-41	7	230,7
	U-45	7	230,7

Nota. El ancho de la calzada del tramo 1 para las muestras es de 7,00 m y un área de 230,7 m²

Tabla 15

Unidades de muestreo del Tramo II

Tramo	Muestra	Ancho de calzada	Área (m ²)
TRAMO II SUBIDA	U-01	6,5	230,1
	U-03	6,5	230,1
	U-05	6,5	230,1
	U-07	6,5	230,1
	U-09	6,5	230,1
	U-11	6,5	230,1
	U-13	6,5	230,1
	U-15	6,5	230,1
	U-17	6,5	230,1
	TRAMO II BAJADA	U-01	6,5
U-03		6,5	230,1
U-05		6,5	230,1
U-07		6,5	230,1
U-09		6,5	230,1
U-11		6,5	230,1
U-13		6,5	230,1
U-15		6,5	230,1
U-17	6,5	230,1	

Nota. El ancho de la calzada del tramo 2 para las muestras es de 6.50 m y un área de 230.1 m²

En la figura 48 se muestra el formato para hallar el PCI de la unidad de muestreo U-01 del tramo I, las fallas que se encontraron en la muestra para luego según la norma ASTD-6433 la clasificamos la severidad y medida.

Figura 48


Resultados de PCI del Tramo I – U 01

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA							FACULTAD DE INGENIERIA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE	
VIA DE ESTUDIA:		Av. Tarapaca		AREA DE LA UNIDAD:		230.7		FECHA:		26/08/2023		
UNIDAD DE MUESTREO:		U - 01		PROGRESIVA INICIAL:		Km 0+000.00		EVALUADORES:		ERICKA MAMANI ROJAS		
PROGRESIVA FINAL:		Km 0+032.96		ANCHO DE LA VIA:		7.00 m		ROMARIO CONDORI LAQUI				
TIPO DE FALLAS												
1. Piel de cocodrilo			8. Grieta de reflexión de junta			15. ahuellamiento						
2. Exudación			9. Desnivel Carril y Berma			16. Desplazamiento						
3. Agrietamiento en bloque			10. Grietas Longitudinales y Transversales			15. Ahuellamiento						
4. Abultamiento y Hundimiento			11. Parcheo			16. Desplazamiento						
5. Corrugación			12. Pulimiento de Agregados			17. Grieta Parabolica						
6. Depresión			13. Baches o Huecos			18. Hinchamiento						
7. Grieta de borde			14. Cruce de Vía férrea			19. Desprendimiento de agregados						
FALLA	SEVERIDAD	MEDIDA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO			
11	M	m2	85				26	11.27	33			
13	H	Und	3				3	1.30	54			
19	L	m2	145.0				145	62.85	14			
Valor Deducido mas alto			HDV=		54							
Numero Maximo Admisible de V. D.			m=		5.2							
N°	VALOR DEDUCIDO						TOTAL (TDV)	q	CDV			
1	54	33	14				101	3	71			
2	54	33	2				89	2	65			
3	54	2	2				58	1	54			
4												
5												
6												
7												
CLASIFICACION DE PCI												
100 al 85	84 al 70	69 al 55	54 al 40	39 al 25	24 al 10	9 al 0						
EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	FALLADO						
						Max CDV =		71				
						PCI =		29				
						Clasificación		MALO				

Nota. Se obtuvo un PCI =29 por ende según la tabla 2 la clasificamos del 39 al 25, por ende, queda clasificado como MALO.

En la figura 49 se muestra el formato para hallar el PCI de la unidad de muestreo U-05 del tramo I, las fallas que se encontraron en la muestra para luego según la norma ASTD-6433 la clasificamos la severidad y medida.

Figura 49
Resultados de PCI del Tramo I – U 05


UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA																			
FACULTAD DE INGENIERIA																			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">VIA DE ESTUDIA:</td> <td>Av. Tarapaca</td> </tr> <tr> <td>UNIDAD DE MUESTREO:</td> <td>U - 05</td> </tr> </table>				VIA DE ESTUDIA:	Av. Tarapaca	UNIDAD DE MUESTREO:	U - 05	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">AREA DE LA UNIDAD:</td> <td>230.7</td> </tr> <tr> <td>FECHA:</td> <td>26/08/2023</td> </tr> </table>				AREA DE LA UNIDAD:	230.7	FECHA:	26/08/2023				
VIA DE ESTUDIA:	Av. Tarapaca																		
UNIDAD DE MUESTREO:	U - 05																		
AREA DE LA UNIDAD:	230.7																		
FECHA:	26/08/2023																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">PROGRESIVA INICIAL:</td> <td>Km 0+131.84</td> </tr> <tr> <td>PROGRESIVA FINAL:</td> <td>Km 0+164.80</td> </tr> <tr> <td>ANCHO DE LA VIA:</td> <td>7.00 m</td> </tr> </table>				PROGRESIVA INICIAL:	Km 0+131.84	PROGRESIVA FINAL:	Km 0+164.80	ANCHO DE LA VIA:	7.00 m	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">EVALUADORES:</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">ERICKA MAMANI ROJAS</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">ROMARIO CONDORI LAQUI</td> </tr> </table>				EVALUADORES:		ERICKA MAMANI ROJAS		ROMARIO CONDORI LAQUI	
PROGRESIVA INICIAL:	Km 0+131.84																		
PROGRESIVA FINAL:	Km 0+164.80																		
ANCHO DE LA VIA:	7.00 m																		
EVALUADORES:																			
ERICKA MAMANI ROJAS																			
ROMARIO CONDORI LAQUI																			
TIPO DE FALLAS																			
1. Piel de cocodrilo	8. Grieta de reflexión de junta	15. Ahuellamiento																	
2. Exudacion	9. Desnivel Carril y Berma	16. Desplazamiento																	
3. Agrietamiento en bloque	10. Grietas Longitudinales y Transversales	17. Grieta Parabolica																	
4. Abultamiento y Hundimiento	11. Parcheo	18. Hinchamiento																	
5. Corrugación	12. Pulimiento de Agregados	19. Desprendimiento de agregados																	
6. Depresion	13. Baches o Huecos																		
7. Grieta de borde	14. Cruce de Via férrea																		
FALLA	SEVERIDAD	MEDIDA	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO											
19	M	m ²	230.7			230.7	99.99	44											
13	M	Und	3			3	1.30	36											
7	L	m ²	13.0			13	5.63	5											
9	M	ml	25			25	10.84	19											
Valor Deducido mas alto			HDV=			44													
Numero Maximo Admisible de V. D.			m =			6.1													
Nº	VALOR DEDUCIDO					TOTAL (TDV)	q	CDV											
1	44	36	19	7		106	4	62											
2	44	36	19	2		101	3	65											
3	44	36	2	2		84	2	61											
4	44	2	2	2		50	1	50											
5																			
6																			
7																			
CLASIFICACION DE PCI																			
100 al 85	84 al 70	69 al 55	54 al 40	39 al 25	24 al 10	9 al 0													
EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	FALLADO													
						➔	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Max CDV =</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>PCI =</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>Clasificacion</td> <td>MALO</td> </tr> </table>	Max CDV =	65	PCI =	35	Clasificacion	MALO						
Max CDV =	65																		
PCI =	35																		
Clasificacion	MALO																		
						➔													

Nota. Se obtuvo un PCI =35 por ende según la tabla 2 la clasificamos del 39 al 25, por ende, queda clasificado como MALO.

En la figura 50 se muestra el formato para hallar el PCI de la unidad de muestreo U-09 del tramo I, las fallas que se encontraron en la muestra para luego según la norma ASTM-6433 la clasificamos la severidad y medida.

Figura 50

Resultados de PCI del Tramo I – U 09

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA							FACULTAD DE INGENIERIA			ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE			
VIA DE ESTUDIA:		Av. Tarapaca				AREA DE LA UNIDAD:		230.7								
UNIDAD DE MUESTREO:		U - 09				FECHA:		26/08/2023								
PROGRESIVA INICIAL:		Km 0+263.68				EVALUADORES:										
PROGRESIVA FINAL:		Km 0+296.64				ERICKA MAMANI ROJAS										
ANCHO DE LA VIA:		7.00 m				ROMARIO CONDORI LAQUI										
TIPO DE FALLAS																
1. Piel de cocodrilo	8. Grieta de reflexión de junta	15. Ahuellamiento														
2. Exudacion	9. Desnivel Carril y Berma	15. Ahuellamiento														
3. Agrietamiento en bloque	10. Grietas Longitudinales y Transversales	16. Desplazamiento														
4. Abultamiento y Hundimiento	11. Parqueo	17. Grieta Parabolica														
5. Corrugación	12. Pulimiento de Agregados	18. Hinchamiento														
6. Depresion	13. Baches o Huecos	19. Desprendimiento de agregados														
7. Grieta de borde	14. Cruce de Via férrea															
FALLA	SEVERIDAD	MEDIDA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO							
19	M	m2	110.7				110.72	47.99	35							
11	M	m2	120				120	52.01	56							
9	M	ml	8.5				8.5	3.68	4							
4	M	ml	1				1	0.43	7							
			Valor Deducido mas alto		HDV=	56										
			Numero Maximo Admisible de V. D.		m =	5.0										
N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL (TDV)	q	CDV								
1	56	35	7	4		102	4	64								
2	56	35	7	2		100	3	63								
3	56	35	2	2		95	2	66								
4	56	2	2	2		62	1	62								
5																
6																
7																
CLASIFICACION DE PCI																
100 al 85	84 al 70	69 al 55	54 al 40	39 al 25	24 al 10	9 al 0										
EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	FALLADO										
							Max CDV =	66								
							PCI =	34								
							Clasificacion	MALO								

Nota. Se obtuvo un PCI =34 por ende según la tabla 2 la clasificamos del 39 al 25, por ende, queda clasificado como MALO.

En la figura 51 se muestra el formato para hallar el PCI de la unidad de muestreo U-13 del tramo I, las fallas que se encontraron en la muestra para luego según la norma ASTD-6433 la clasificamos la severidad y medida.

Figura 51

Resultados de PCI del Tramo I – U 13


UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA									
FACULTAD DE INGENIERIA									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE									
VIA DE ESTUDIA:					Av. Tarapaca				
UNIDAD DE MUESTREO:					U - 13				
AREA DE LA UNIDAD:					230.7				
FECHA:					26/08/2023				
PROGRESIVA INICIAL:					Km 0+395.52				
PROGRESIVA FINAL:					Km 0+428.48				
ANCHO DE LA VIA:					7.00 m				
EVALUADORES:									
ERICKA MAMANI ROJAS									
ROMARIO CONDORI LAQUI									
TIPO DE FALLAS									
1. Piel de cocodrilo	8. Grieta de reflexión de junta	15. Ahuellamiento							
2. Exudacion	9. Desnivel Carril y Berma	15. Ahuellamiento							
3. Agrietamiento en bloque	10. Grietas Longitudinales y Transversales	16. Desplazamiento							
4. Abultamiento y Hundimiento	11. Parcheo	17. Grieta Parabolica							
5. Corrugación	12. Pulimiento de Agregados	18. Hinchamiento							
6. Depresion	13. Baches o Huecos	19. Desprendimiento de agregados							
7. Grieta de borde	14. Cruce de Vía férrea								
FALLA	SEVERIDAD	MEDIDA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
11	M	m2	35.0				35	15.17	37
19	M	m2	195.7				195.72	84.83	42
9	M	ml	17.0				17	7.37	12
4	M	ml	2.3				2.3	1.00	13
Valor Deducido mas alto				HDV=			42		
Numero Maximo Admisible de V. D.				m =			6.3		
N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL (TDV)	q	CDV	
1	42	37	13	12		104	4	61	
2	42	37	13	2		94	3	60	
3	42	37	2	2		83	2	60	
4	42	2	2	2		48	1	48	
5									
6									
7									
CLASIFICACION DE PCI									
100 al 85	84 al 70	69 al 55	54 al 40	39 al 25	24 al 10	9 al 0			
EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	FALLADO			
							→	Max CDV =	61
							→	PCI =	39
							→	Clasificacion	MALO

Nota. Se obtuvo un PCI =39 por ende según la tabla 2 la clasificamos del 39 al 25, por ende, queda clasificado como MALO.

En la figura 52 se muestra el formato para hallar el PCI de la unidad de muestreo U-17 del tramo I, las fallas que se encontraron en la muestra para luego según la norma ASTD-6433 la clasificamos la severidad y medida.

Figura 52

Resultados de PCI del Tramo I – U 17


UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA								
FACULTAD DE INGENIERIA								
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL								
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE								
VIA DE ESTUDIA:	Av. Tarapaca			AREA DE LA UNIDAD:	230.7			
UNIDAD DE MUESTREO:	U - 17			FECHA:	26//08/2023			
PROGRESIVA INICIAL:	Km 0+527.36			EVALUADORES:				
PROGRESIVA FINAL:	Km 0+560.32			ERICKA MAMANI ROJAS				
ANCHO DE LA VIA:	7.00 m			ROMARIO CONDORI LAQUI				
TIPO DE FALLAS								
1. Piel de cocodrilo			8. Grieta de reflexión de junta			15. ahuellamiento		
2. Exudacion			9. Desnivel Carril y Berma			15. Ahuellamiento		
3. Agrietamiento en bloque			10. Grietas Longitudinales y Transversales			16. Desplazamiento		
4. Abultamiento y Hundimiento			11. Parcheo			17. Grieta Parabolica		
5. Corrugación			12. Pulimiento de Agregados			18. Hinchamiento		
6. Depresion			13. Baches o Huecos			19. Desprendimiento de agregados		
7. Grieta de borde			14. Cruce de Via férrea					
FALLA	SEVERIDAD	MEDIDA	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10	M	ml	7.0			7	3.03	10
9	M	ml	30.0			30	13.00	8
19	M	m2	185.7			185.72	80.50	42
15	M	m2	35			35	15.17	48
5	M	m2	10			10	4.33	29
Valor Deducido mas alto			HDV=			48		
Numero Maximo Admisible de V. D.			m =			5.8		
N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL (TDV)	q	CDV
1	48	42	29	10	8	137	5	72
2	48	42	29	10	2	131	4	74
3	48	42	29	2	2	123	3	75
4	48	42	2	2	2	96	2	69
5	48	2	2	2	2	56	1	57
6								
7								
CLASIFICACION DE PCI								
100 al 85	84 al 70	69 al 55	54 al 40	39 al 25	24 al 10	9 al 0		
EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	FALLADO		
						→	Max CDV =	75
						→	PCI =	25
						→	Clasificacion	MALO

Nota. Se obtuvo un PCI =25 por ende según la tabla 2 la clasificamos del 39 al 25, por ende, queda clasificado como MALO.

En la figura 53 se muestra el formato para hallar el PCI de la unidad de muestreo U-21 del tramo I, las fallas que se encontraron en la muestra para luego según la norma ASTD-6433 la clasificamos la severidad y medida.

Figura 53

Resultados de PCI del Tramo I – U 21

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA									
FACULTAD DE INGENIERIA									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE									
VIA DE ESTUDIA:	Av. Tarapaca		AREA DE LA UNIDAD:		230.7		FECHA:		26/08/2023
UNIDAD DE MUESTREO:	U - 21		PROGRESIVA INICIAL:		Km 0+659.20		EVALUADORES:		ERICKA MAMANI ROJAS
			PROGRESIVA FINAL:		Km 0+692.16				ROMARIO CONDORI LAQUI
	ANCHO DE LA VIA:		7.00 m						
TIPO DE FALLAS									
1. Piel de cocodrilo	8. Grieta de reflexión de junta	15. ahuellamiento							
2. Exudacion	9. Desnivel Carril y Berma	15. Ahuellamiento							
3. Agrietamiento en bloque	10. Grietas Longitudinales y Transversales	16. Desplazamiento							
4. Abultamiento y Hundimiento	11. Parqueo	17. Grieta Parabolica							
5. Corrugación	12. Pulimiento de Agregados	18. Hinchamiento							
6. Depresion	13. Baches o Huecos	19. Desprendimiento de agregados							
7. Grieta de borde	14. Cruce de Via férrea								
FALLA	SEVERIDAD	MEDIDA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
7	M	ml	14.0				14	6.07	11
9	H	ml	21.5				21.5	9.32	14
19	M	m2	229.3				229.3	99.38	43
10	M	ml	36.5				36.5	15.82	23
4	M	ml	7				7	3.03	22
Valor Deducido mas alto		HDV=					43		
Numero Maximo Admisible de V. D.		m =					6.2		
N°	VALOR DEDUCIDO						TOTAL (TDV)	q	CDV
1	43	23	22	14	11		113	5	59
2	43	23	22	14	2		104	4	60
3	43	23	22	2	2		92	3	59
4	43	23	2	2	2		72	2	53
5	43	2	2	2	2		51	1	51
6									
7									
CLASIFICACION DE PCI									
100 al 85	84 al 70	69 al 55	54 al 40	39 al 25	24 al 10	9 al 0			
EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	FALLADO	➔	Max CDV =	60
							➔	PCI =	40
								Clasificacion	REGULAR

Nota. Se obtuvo un PCI =40 por ende según la tabla 2 la clasificamos del 52 al 40, por ende, queda clasificado como REGULAR.

En la figura 54 se muestra el formato para hallar el PCI de la unidad de muestreo U-25 del tramo I, las fallas que se encontraron en la muestra para luego según la norma ASTD-6433 la clasificamos la severidad y medida.

Figura 54

Resultados de PCI del Tramo I – U 25

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA									
FACULTAD DE INGENIERIA									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE									
VIA DE ESTUDIA:		Av. Tarapaca				AREA DE LA UNIDAD:		230.7	
UNIDAD DE MUESTREO:		U - 25				FECHA:		26/08/2023	
PROGRESIVA INICIAL:		Km 0+791.04				EVALUADORES: ERICKA MAMANI ROJAS ROMARIO CONDORI LAQUI			
PROGRESIVA FINAL:		Km 0+824.00							
ANCHO DE LA VIA:		7.00 m							
TIPO DE FALLAS									
1. Piel de cocodrilo			8. Grieta de reflexión de junta			15. ahuellamiento			
2. Exudacion			9. Desnivel Carril y Berma			15. Ahuellamiento			
3. Agrietamiento en bloque			10. Grietas Longitudinales y Transversales			16. Desplazamiento			
4. Abultamiento y Hundimiento			11. Parcheo			17. Grieta Parabolica			
5. Corrugación			12. Pulimiento de Agregados			18. Hinchamiento			
6. Depresion			13. Baches o Huecos			19. Desprendimiento de agregados			
7. Grieta de borde			14. Cruce de Via férrea						
FALLA	SEVERIDAD	MEDIDA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
11	M	m2	33.0				33	14.30	38
5	M	m2	3.0				3	1.30	17
9	M	ml	37.0				37	16.04	10
19	M	m2	197.7				197.7	85.69	42
13	M	und	1				1	0.43	19
Valor Deducido mas alto		HDV=		42					
Numero Maximo Admisible de V. D.		m =		6.3					
N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL (TDV)	q	CDV	
1	42	38	19	17	10	126	5	66	
2	42	38	19	17	2	118	4	68	
3	42	38	19	2	2	103	3	65	
4	42	38	2	2	2	86	2	62	
5	42	2	2	2	2	50	1	50	
6									
7									
CLASIFICACION DE PCI									
100 al 85	84 al 70	69 al 55	54 al 40	39 al 25	24 al 10	9 al 0			
EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	FALLADO			
							Max CDV =	68	
							PCI =	32	
							Clasificacion	MALO	

Nota. Se obtuvo un PCI =32 por ende según la tabla 2 la clasificamos del 39 al 25, por ende, queda clasificado como MALO.

En la figura 55 se muestra el formato para hallar el PCI de la unidad de muestreo U-29 del tramo I, las fallas que se encontraron en la muestra para luego según la norma ASTM-6433 la clasificamos la severidad y medida.

Figura 55

Resultados de PCI del Tramo I – U 29

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE

VIA DE ESTUDIA:	Av. Tarapaca	AREA DE LA UNIDAD:	230.7
UNIDAD DE MUESTREO:	U - 29	FECHA:	26/08/2023

PROGRESIVA INICIAL:	Km 0+922.88	EVALUADORES:	
PROGRESIVA FINAL:	Km 0+955.84	ERICKA MAMANI ROJAS	
ANCHO DE LA VIA:	7.00 m	ROMARIO CONDORI LAQUI	

TIPO DE FALLAS		
1. Piel de cocodrilo	8. Grieta de reflexión de junta	15. Ahuellamiento
2. Exudacion	9. Desnivel Carril y Berma	16. Desplazamiento
3. Agrietamiento en bloque	10. Grietas Longitudinales y Transversales	17. Grieta Parabolica
4. Abultamiento y Hundimiento	11. Parcheo	18. Hinchamiento
5. Corrugación	12. Pulimiento de Agregados	19. Desprendimiento de agregados
6. Depresion	13. Baches o Huecos	
7. Grieta de borde	14. Cruce de Via férrea	

FALLA	SEVERIDAD	MEDIDA	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
9	H	ml	40.0			40	17.34	22
19	M	m2	214.2			214.2	92.84	42
11	L	m2	16.5			16.5	7.15	14
7	M	ml	13			13	5.63	11
10	M	ml	7			7	3.03	9

Valor Deducido mas alto	HDV=	42
Numero Maximo Admisible de V. D.	m =	6.3

N°	VALOR DEDUCIDO						TOTAL (TDV)	q	CDV
1	42	22	14	11	9	98	5	51	
2	42	22	14	11	2	91	4	52	
3	42	22	14	2	2	82	3	53	
4	42	22	2	2	2	70	2	51	
5	42	2	2	2	2	50	1	50	
6									
7									

CLASIFICACION DE PCI							→	Max CDV =	53
100 al 85	84 al 70	69 al 55	54 al 40	39 al 25	24 al 10	9 al 0	→	PCI =	47
EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	FALLADO	→	Clasificacion	REGULAR

Nota. Se obtuvo un PCI =47 por ende según la tabla 2 la clasificamos del 52 al 40, por ende, queda clasificado como REGULAR.

En la figura 56 se muestra el formato para hallar el PCI de la unidad de muestreo U-33 del tramo I, las fallas que se encontraron en la muestra para luego según la norma ASTD-6433 la clasificamos la severidad y medida.

Figura 56

Resultados de PCI del Tramo I – U 33


UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE															
VIA DE ESTUDIA:		Av. Tarapaca				AREA DE LA UNIDAD:		230.7							
UNIDAD DE MUESTREO:		U - 33				FECHA:		26/08/2023							
PROGRESIVA INICIAL:		Km 1+054.72				EVALUADORES: ERICKA MAMANI ROJAS ROMARIO CONDORI LAQUI									
PROGRESIVA FINAL:		Km 1+087.68													
ANCHO DE LA VIA:		7.00 m													
TIPO DE FALLAS															
1. Piel de cocodrilo	8. Grieta de reflexión de junta	15. Ahuellamiento													
2. Exudacion	9. Desnivel Carril y Berma	16. Desplazamiento													
3. Agrietamiento en bloque	10. Grietas Longitudinales y Transversales	17. Grieta Parabolica													
4. Abultamiento y Hundimiento	11. Parqueo	18. Hinchamiento													
5. Corrugación	12. Pulimiento de Agregados	19. Desprendimiento de agregados													
6. Depresion	13. Baches o Huecos														
7. Grieta de borde	14. Cruce de Via férrea														
FALLA	SEVERIDAD	MEDIDA	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO							
19	M	m2	225.1			225.1	97.56	43							
11	L	m2	5.6			5.6	2.43	5							
9	H	ml	30.0			30	13.00	18							
7	M	ml	26			26	11.27	14							
Valor Deducido mas alto			HDV=			43									
Numero Maximo Admisible de V. D.			m =			6.2									
N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL (TDV)	q	CDV							
1	43	18	14	5		80	4	46							
2	43	18	14	2		77	3	49							
3	43	18	2	2		65	2	47							
4	43	2	2	2		49	1	49							
5															
6															
7															
CLASIFICACION DE PCI															
100 al 85	84 al 70	69 al 55	54 al 40	39 al 25	24 al 10	9 al 0	<div style="display: flex; align-items: center;"> → <table border="1"> <tr><td>Max CDV =</td><td>49</td></tr> <tr><td>PCI =</td><td>51</td></tr> <tr><td>Clasificacion</td><td>REGULAR</td></tr> </table> </div>			Max CDV =	49	PCI =	51	Clasificacion	REGULAR
Max CDV =	49														
PCI =	51														
Clasificacion	REGULAR														
EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	FALLADO									

Nota. Se obtuvo un PCI =51 por ende según la tabla 2 la clasificamos del 52 al 40, por ende, queda clasificado como REGULAR.

En la figura 57 se muestra el formato para hallar el PCI de la unidad de muestreo U-37 del tramo I, las fallas que se encontraron en la muestra para luego según la norma ASTM-6433 la clasificamos la severidad y medida.

Figura 57

Resultados de PCI del Tramo I – U 37

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA						
FACULTAD DE INGENIERIA						
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE						

VIA DE ESTUDIO:	Av. Tarapaca	AREA DE LA UNIDAD:	230.7
UNIDAD DE MUESTREO:	U - 37	FECHA:	26/08/2023
PROGRESIVA INICIAL:	Km 1+186.56	EVALUADORES:	
PROGRESIVA FINAL:	Km 1+219.52	ERICKA MAMANI ROJAS	
ANCHO DE LA VIA:	7.00 m	ROMARIO CONDORI LAQUI	

TIPO DE FALLAS		
1. Piel de cocodrilo	8. Grieta de reflexión de junta	15. Ahuellamiento
2. Exudacion	9. Desnivel Carril y Berma	16. Desplazamiento
3. Agrietamiento en bloque	10. Grietas Longitudinales y Transversales	17. Grieta Parabolica
4. Abultamiento y Hundimiento	11. Parcheo	18. Hinchamiento
5. Corrugación	12. Pulimento de Agregados	19. Desprendimiento de agregados
6. Depresion	13. Baches o Huecos	
7. Grieta de borde	14. Cruce de Via férrea	

FALLA	SEVERIDAD	MEDIDA	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
13	M	und	3.0			3	1.30	34
9	H	ml	26.5			26.5	11.49	19
19	M	m2	227.5			227.5	98.60	44
7	M	ml	13.5			13.5	5.85	10

Valor Deducido mas alto	HDV=	44
Numero Maximo Admisible de V. D.	m =	6.1

N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL (TDV)	q	CDV
1	44	34	19	10		107	4	61
2	44	34	19	2		99	3	64
3	44	34	2	2		82	2	59
4	44	2	2	2		50	1	50
5								
6								
7								

CLASIFICACION DE PCI						
100 al 85	84 al 70	69 al 55	54 al 40	39 al 25	24 al 10	9 al 0
EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	FALLADO


Max CDV =	64
PCI =	36
Clasificacion	MALO

Nota. Se obtuvo un PCI =36 por ende según la tabla 2 la clasificamos del 39 al 25, por ende, queda clasificado como MALO.

En la figura 58 se muestra el formato para hallar el PCI de la unidad de muestreo U-41 del tramo I, las fallas que se encontraron en la muestra para luego según la norma ASTD-6433 la clasificamos la severidad y medida.

Figura 58

Resultados de PCI del Tramo I – U 41


UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA								
FACULTAD DE INGENIERIA								
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL								
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE								
VIA DE ESTUDIA:			Av. Tarapaca		AREA DE LA UNIDAD:			230.7
UNIDAD DE MUESTREO:			U - 41		FECHA:			26/08/2023
PROGRESIVA INICIAL:			Km 1+318.40		EVALUADORES:			
PROGRESIVA FINAL:			Km 1+351.36					
ANCHO DE LA VIA:			7.00 m					
TIPO DE FALLAS								
1. Piel de cocodrilo			8. Grieta de reflexión de junta			15. Ahuellamiento		
2. Exudacion			9. Desnivel Carril y Berma			16. Desplazamiento		
3. Agrietamiento en bloque			10. Grietas Longitudinales y Transversales			17. Grieta Parabolica		
4. Abultamiento y Hundimiento			11. Parcheo			18. Hinchamiento		
5. Corrugación			12. Pulimiento de Agregados			19. Desprendimiento de agregados		
6. Depresion			13. Baches o Huecos					
7. Grieta de borde			14. Cruce de Via férrea					
FALLA	SEVERIDAD	MEDIDA	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
7	M	und	20.0			20	8.67	14
9	M	ml	32.0			32	13.87	10
19	M	m2	230.7			230.7	99.99	44
10	M	ml	11			11	4.77	11
			Valor Deducido mas alto		HDV=	44		
			Numero Maximo Admisible de V. D.		m =	6.1		
N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL (TDV)	q	CDV
1	44	14	11	10		79	4	45
2	44	14	11	2		71	3	45
3	44	14	2	2		62	2	46
4	44	2	2	2		50	1	50
5								
6								
7								
CLASIFICACION DE PCI								
100 al 85	84 al 70	69 al 55	54 al 40	39 al 25	24 al 10	9 al 0		
EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	FALLADO		
						➔	Max CDV =	50
						➔	PCI =	50
						➔	Clasificacion	REGULAR

Nota. Se obtuvo un PCI =50 por ende según la tabla 2 la clasificamos del 52 al 40, por ende, queda clasificado como REGULAR.

En la figura 59 se muestra el formato para hallar el PCI de la unidad de muestreo U-45 del tramo I, las fallas que se encontraron en la muestra para luego según la norma ASTM D-6433 la clasificamos la severidad y medida.

Figura 59

Resultados de PCI del Tramo I – U 45


UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA							FACULTAD DE INGENIERIA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE	
												
VIA DE ESTUDIA:		Av. Tarapaca					AREA DE LA UNIDAD:		230.7			
UNIDAD DE MUESTREO:		U - 45					FECHA:		26/08/2023			
PROGRESIVA INICIAL:		Km 1+450.24					EVALUADORES:					
PROGRESIVA FINAL:		Km 1+483.20					ERICKA MAMANI ROJAS					
ANCHO DE LA VIA:		7.00 m					ROMARIO CONDORI LAQUI					
TIPO DE FALLAS												
1. Piel de cocodrilo	8. Grieta de reflexión de junta	15. Ahuellamiento										
2. Exudacion	9. Desnivel Carril y Berma	16. Desplazamiento										
3. Agrietamiento en bloque	10. Grietas Longitudinales y Transversales	17. Grieta Parabólica										
4. Abultamiento y Hundimiento	11. Parcheo	18. Hinchamiento										
5. Corrugación	12. Pulimiento de Agregados	19. Desprendimiento de agregados										
6. Depresion	13. Baches o Huecos											
7. Grieta de borde	14. Cruce de Via férrea											
FALLA	SEVERIDAD	MEDIDA	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO				
19	M	m2	204.5			204.5	88.64	42				
11	M	m2	26.3			26.25	11.38	32				
13	M	und	4.0			4	1.73	41				
4	M	ml	1			1	0.43	8				
7	M	ml	5			5	2.17	7				
Valor Deducido mas alto						HDV=	42					
Numero Maximo Admisible de V. D.						m =	6.3					
N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL (TDV)	q	CDV				
1	42	41	32	8	7	130	5	68				
2	42	41	32	8	2	125	4	71				
3	42	41	32	2	2	119	3	74				
4	42	41	2	2	2	89	2	64				
5	42	2	2	2	2	50	1	50				
6												
7												
CLASIFICACION DE PCI												
100 al 85	84 al 70	69 al 55	54 al 40	39 al 25	24 al 10	9 al 0						
EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	FALLADO						
							→	Max CDV =	74			
							→	PCI =	26			
								Clasificacion	MALO			

Nota. Se obtuvo un PCI =26 por ende según la tabla 2 la clasificamos del 39 al 25, por ende, queda clasificado como MALO.

En la figura 60 se muestra el formato para hallar el PCI de la unidad de muestreo U-01 del tramo II, las fallas que se encontraron en la muestra para luego según la norma ASTM-D-6433 la clasificamos la severidad y medida.

Figura 60

Resultados de PCI del Tramo II de subida – U 01


UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA								
FACULTAD DE INGENIERIA								
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL								
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE								
VIA DE ESTUDIA:	Av. Tarapaca				AREA DE LA UNIDAD:	230.1		
UNIDAD DE MUESTREO:	TRAMO II SUBIDA-U01				FECHA:	26/08/2023		
PROGRESIVA INICIAL:	Km 0+000.00				EVALUADORES:			
PROGRESIVA FINAL:	Km 0+035.40							
ANCHO DE LA VIA:	6.50m							
TIPO DE FALLAS								
1. Piel de cocodrilo	8. Grieta de reflexión de junta	15. Ahuellamiento						
2. Exudacion	9. Desnivel Carril y Berma	16. Desplazamiento						
3. Agrietamiento en bloque	10. Grietas Longitudinales y Transversales	17. Grieta Parabólica						
4. Abultamiento y Hundimiento	11. Parcheo	18. Hinchamiento						
5. Corrugación	12. Pulimiento de Agregados	19. Desprendimiento de agregados						
6. Depresion	13. Baches o Huecos							
7. Grieta de borde	14. Cruce de Via férrea							
Tabla de Resultados de Inspección								
FALLA	SEVERIDAD	MEDIDA	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
19	L	m2	230.1			230.1	100.00	19
11	M	m2	5.5	3.9	2	11.43	4.97	25
13	H	Und	3.0			3	1.30	55
4	L	ml	5	2		7	3.04	8
9	M	ml	3	1		4	1.74	5
			Valor Deducido mas alto		HDV=	55		
			Numero Maximo Admisible de V. D.		m =	5.1		
N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL (TDV)	q	CDV
1	55	25	19	8	5	112	5	60
2	55	25	19	8	2	109	4	64
3	55	25	19	2	2	103	3	65
4	55	25	2	2	2	86	2	62
5	55	2	2	2	2	63	1	64
6								
7								
CLASIFICACION DE PCI								
100 al 85	84 al 70	69 al 55	54 al 40	39 al 25	24 al 10	9 al 0		
EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	FALLADO		
							Max CDV =	65
							PCI =	35
							Clasificacion	MALO

Nota. Se obtuvo un PCI =35 por ende según la tabla 2 la clasificamos del 39 al 25, por ende, queda clasificado como MALO.

En la figura 61 se muestra el formato para hallar el PCI de la unidad de muestreo U-03 del tramo II, las fallas que se encontraron en la muestra para luego según la norma ASTM-D-6433 la clasificamos la severidad y medida.

Figura 61

Resultados de PCI del Tramo II de subida – U 03

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA							FACULTAD DE INGENIERIA			ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE		
															
VIA DE ESTUDIA:		Av. Tarapaca					AREA DE LA UNIDAD:		230.1						
UNIDAD DE MUESTREO:		TRAMO II SUBIDA-U03					FECHA:		26/08/2023						
PROGRESIVA INICIAL:		Km 0+070.80					EVALUADORES:								
PROGRESIVA FINAL:		Km 0+106.20					ERICKA MAMANI ROJAS								
ANCHO DE LA VIA:		6.50m					ROMARIO CONDORI LAQUI								
TIPO DE FALLAS															
1. Piel de cocodrilo	8. Grieta de reflexión de junta	15. Ahuellamiento													
2. Exudacion	9. Desnivel Carril y Berma	16. Desplazamiento													
3. Agrietamiento en bloque	10. Grietas Longitudinales y Transversales	17. Grieta Parabolica													
4. Abultamiento y Hundimiento	11. Parcheo	18. Hinchamiento													
5. Corrugación	12. Pulimiento de Agregados	19. Desprendimiento de agregados													
6. Depresion	13. Baches o Huecos														
7. Grieta de borde	14. Cruce de Via férrea														
FALLA	SEVERIDAD	MEDIDA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO						
13	H	und	2.0				2	0.87	50						
19	L	m2	230.1				230.1	100.00	19						
11	M	m2	3.2	2			5.15	2.24	26						
7	M	ml	8				8	3.48	9						
Valor Deducido mas alto		<i>HDV</i> =					50								
Numero Maximo Admisible de V. D.		<i>m</i> =					5.6								
Nº	VALOR DEDUCIDO					TOTAL (TDV)	q	CDV							
1	50	26	19	9		104	4	60							
2	50	26	19	2		97	3	63							
3	50	26	2	2		80	2	58							
4	50	2	2	2		56	1	57							
5															
6															
7															
CLASIFICACION DE PCI								<i>Max CDV</i> =		63					
100 al 85	84 al 70	69 al 55	54 al 40	39 al 25	24 al 10	9 al 0			<i>PCI</i> =		37				
EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	FALLADO			<i>Clasificacion</i>		MALO				


Nota. Se obtuvo un PCI =37 por ende según la tabla 2 la clasificamos del 39 al 25, por ende, queda clasificado como MALO.

En la figura 62 se muestra el formato para hallar el PCI de la unidad de muestreo U-05 del tramo II, las fallas que se encontraron en la muestra para luego según la norma ASTM D-6433 la clasificamos la severidad y medida.

Figura 62

Resultados de PCI del Tramo II de subida – U 05

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE



VIA DE ESTUDIA:	Av. Tarapaca	AREA DE LA UNIDAD:	230.1
UNIDAD DE MUESTREO:	TRAMO II SUBIDA-U05	FECHA:	26/08/2023

PROGRESIVA INICIAL:	Km 0+141.60	EVALUADORES:
PROGRESIVA FINAL:	Km 0+177.00	
ANCHO DE LA VIA:	6.50m	

TIPO DE FALLAS		
1. Piel de cocodrilo	8. Grieta de reflexión de junta	15. Ahuellamiento
2. Exudacion	9. Desnivel Carril y Berma	16. Desplazamiento
3. Agrietamiento en bloque	10. Grietas Longitudinales y Transversales	17. Grieta Parabolica
4. Abultamiento y Hundimiento	11. Parcheo	18. Hinchamiento
5. Corrugación	12. Pulimiento de Agregados	19. Desprendimiento de agregados
6. Depresion	13. Baches o Huecos	
7. Grieta de borde	14. Cruce de Via férrea	

FALLA	SEVERIDAD	MEDIDA	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10	M	ml	20.0	5		25	10.86	25
19	M	m ²	230.1			230.1	100.00	45
7	M	ml	3.15	2		5.15	2.24	8
4	L	ml	8			8	3.48	9

Valor Deducido mas alto	HDV=	45
Numero Maximo Admisible de V. D.	m =	6.1

N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL (TDV)	q	CDV
1	45	25	8	9		87	4	50
2	45	25	19	2		91	3	52
3	45	25	2	2		74	2	54
4	45	2	2	2		51	1	50
5								
6								
7								

CLASIFICACION DE PCI						
100 al 85	84 al 70	69 al 55	54 al 40	39 al 25	24 al 10	9 al 0
EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	FALLADO


Max CDV =	54
PCI =	46
Clasificacion	REGULAR

Nota. Se obtuvo un PCI =46 por ende según la tabla 2 la clasificamos del 52 al 40, por ende, queda clasificado como REGULAR.

En la figura 63 se muestra el formato para hallar el PCI de la unidad de muestreo U-07 del tramo II, las fallas que se encontraron en la muestra para luego según la norma ASTM-D-6433 la clasificamos la severidad y medida.

Figura 63

Resultados de PCI del Tramo II de subida – U 07


UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA									
FACULTAD DE INGENIERIA									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE									
VIA DE ESTUDIO:	Av. Tarapaca				AREA DE LA UNIDAD:	230.1			
UNIDAD DE MUESTREO:	TRAMO II SUBIDA-U07				FECHA:	26/08/2023			
PROGRESIVA INICIAL:		Km 0+212.40			EVALUADORES:				
PROGRESIVA FINAL:		Km 0+247.80			ERICKA MAMANI ROJAS				
ANCHO DE LA VIA:		6.50m			ROMARIO CONDORI LAQUI				
TIPO DE FALLAS									
1. Piel de cocodrilo	8. Grieta de reflexión de junta	15. Ahuellamiento							
2. Exudacion	9. Desnivel Carril y Berma	16. Desplazamiento							
3. Agrietamiento en bloque	10. Grietas Longitudinales y Transversales	17. Grieta Parabólica							
4. Abultamiento y Hundimiento	11. Parcheo	18. Hinchamiento							
5. Corrugación	12. Pulimiento de Agregados	19. Desprendimiento de agregados							
6. Depresion	13. Baches o Huecos								
7. Grieta de borde	14. Cruce de Via férrea								
FALLA	SEVERIDAD	MEDIDA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
4	M	ml	5.0	7			12	5.22	29
19	M	m2	230.1				230.1	100.00	45
10	M	ml	3.5	5			8.5	3.69	10
7	M	ml	8				8	3.48	9
11	M	m2	3	2.8			5.8	2.52	18
			Valor Deducido mas alto	HDV=			45		
			Numero Maximo Admisible de V. D.	m =			6.1		
Nº	VALOR DEDUCIDO						TOTAL (TDV)	q	CDV
1	45	29	18	10	9		111	5	58
2	45	29	18	10	2		104	4	54
3	45	29	18	2	2		96	3	62
4	45	29	2	2	2		80	2	57
5	45	2	2	2	2		53	1	53
6									
7									
CLASIFICACION DE PCI									
100 al 85	84 al 70	69 al 55	54 al 40	39 al 25	24 al 10	9 al 0			
EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	FALLADO			
							→	Max CDV =	62
							→	PCI =	38
								Clasificacion	MALO

Nota. Se obtuvo un PCI =38 por ende según la tabla 2 la clasificamos del 39 al 25, por ende, queda clasificado como MALO.

En la figura 64 se muestra el formato para hallar el PCI de la unidad de muestreo U-09 del tramo II, las fallas que se encontraron en la muestra para luego según la norma ASTM-D-6433 la clasificamos la severidad y medida.

Figura 64

Resultados de PCI del Tramo II de subida – U 09


UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA										
FACULTAD DE INGENIERIA										
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL										
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE										
VIA DE ESTUDIA:		Av. Tarapaca				AREA DE LA UNIDAD:		230.1		
UNIDAD DE MUESTREO:		TRAMO II SUBIDA-U09				FECHA:		26/08/2023		
PROGRESIVA INICIAL:		Km 0+283.20				EVALUADORES:				
PROGRESIVA FINAL:		Km 0+318.60								
ANCHO DE LA VIA:		6.50m								
TIPO DE FALLAS										
1. Piel de cocodrilo	8. Grieta de reflexión de junta	15. Ahuellamiento								
2. Exudacion	9. Desnivel Carril y Berma	16. Desplazamiento								
3. Agrietamiento en bloque	10. Grietas Longitudinales y Transversales	17. Grieta Parabolica								
4. Abultamiento y Hundimiento	11. Parcheo	18. Hinchamiento								
5. Corrugación	12. Pulimiento de Agregados	19. Desprendimiento de agregados								
6. Depresion	13. Baches o Huecos									
7. Grieta de borde	14. Cruce de Via férrea									
FALLA	SEVERIDAD	MEDIDA	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
19	L	m ²	230.1			230.1	100.00	19		
11	M	m ²	3.6	7.5	15	26.13	11.36	43		
13	M	und	2.0			2	0.87	29		
4	L	ml	7			7	3.04	8		
10	L	ml	2	5		7	3.04	5		
Valor Deducido mas alto		HDV=		43						
Numero Maximo Admisible de V. D.		m =		6.2						
N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL (TDV)	q	CDV		
1	43	29	19	8	5	104	5	55		
2	43	29	19	8	2	101	4	58		
3	43	29	19	2	2	95	3	62		
4	43	29	2	2	2	78	2	57		
5	43	2	2	2	2	51	1	51		
6										
7										
CLASIFICACION DE PCI										
100 al 85	84 al 70	69 al 55	54 al 40	39 al 25	24 al 10	9 al 0				
EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	FALLADO				
						→	Max CDV =	62		
						→	PCI =	38		
							Clasificacion	MALO		

Nota. Se obtuvo un PCI =38 por ende según la tabla 2 la clasificamos del 39 al 25, por ende, queda clasificado como MALO.

En la figura 65 se muestra el formato para hallar el PCI de la unidad de muestreo U-11 del tramo II, las fallas que se encontraron en la muestra para luego según la norma ASTM-D-6433 la clasificamos la severidad y medida.

Figura 65

Resultados de PCI del Tramo II de subida – U 11

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA									
FACULTAD DE INGENIERIA									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE									
VIA DE ESTUDIA:		Av. Tarapaca				AREA DE LA UNIDAD:		230.1	
UNIDAD DE MUESTREO:		TRAMO II SUBIDA-U11				FECHA:		26/08/2023	
PROGRESIVA INICIAL:		Km 0+354.00				EVALUADORES:			
PROGRESIVA FINAL:		Km 0+389.40				ERICKA MAMANI ROJAS			
ANCHO DE LA VIA:		6.50m				ROMARIO CONDORI LAQUI			
TIPO DE FALLAS									
1. Piel de cocodrilo	8. Grieta de reflexión de junta	15. Ahuellamiento							
2. Exudacion	9. Desnivel Carril y Berma	16. Desplazamiento							
3. Agrietamiento en bloque	10. Grietas Longitudinales y Transversales	17. Grieta Parabólica							
4. Abultamiento y Hundimiento	11. Parcheo	18. Hinchamiento							
5. Corrugación	12. Pulimiento de Agregados	19. Desprendimiento de agregados							
6. Depresion	13. Baches o Huecos								
7. Grieta de borde	14. Cruce de Via férrea								
FALLA	SEVERIDAD	MEDIDA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
19	M	m2	230.1				230.1	100.00	45
10	M	ml	7.0	2	4		13	5.65	12
11	L	m2	15.6	4			19.6	8.52	14
4	M	ml	10				10	4.35	28
Valor Deducido mas alto		HDV=		45					
Numero Maximo Admisible de V. D.		m =		6.1					
Nº	VALOR DEDUCIDO					TOTAL (TDV)	q	CDV	
1	45	28	14	12		99	4	58	
2	45	28	14	2		89	3	57	
3	45	28	2	2		77	2	55	
4	45	2	2	2		51	1	51	
5									
6									
7									
CLASIFICACION DE PCI									
100 al 85	84 al 70	69 al 55	54 al 40	39 al 25	24 al 10	9 al 0			
EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	FALLADO	Max CDV =	58	
							PCI =	42	
							Clasificacion	REGULAR	


Nota. Se obtuvo un PCI =42 por ende según la tabla 2 la clasificamos del 52 al 40, por ende, queda clasificado como REGULAR.

En la figura 66 se muestra el formato para hallar el PCI de la unidad de muestreo U-13 del tramo II, las fallas que se encontraron en la muestra para luego según la norma ASTM-D-6433 la clasificamos la severidad y medida.

Figura 66

Resultados de PCI del Tramo II de subida – U 13

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE



VIA DE ESTUDIA:	Av. Tarapaca	AREA DE LA UNIDAD:	230.1
UNIDAD DE MUESTREO:	TRAMO II SUBIDA-U13	FECHA:	26/08/2023

PROGRESIVA INICIAL:	Km 0+424.80	EVALUADORES:	
PROGRESIVA FINAL:	Km 0+460.2	ERICA MAMANI ROJAS	
ANCHO DE LA VIA:	6.50m	ROMARIO CONDORI LAQUI	

TIPO DE FALLAS

1. Piel de cocodrilo	8. Grieta de reflexión de junta	15. Ahuellamiento
2. Exudación	9. Desnivel Carril y Berma	16. Desplazamiento
3. Agrietamiento en bloque	10. Grietas Longitudinales y Transversales	17. Grieta Parabólica
4. Abultamiento y Hundimiento	11. Parcheo	18. Hinchamiento
5. Corrugación	12. Pulimiento de Agregados	19. Desprendimiento de agregados
6. Depresión	13. Baches o Huecos	
7. Grieta de borde	14. Cruce de Vía férrea	

FALLA	SEVERIDAD	MEDIDA	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
19	M	m2	230.1			230.1	100.00	45
11	M	m2	0.8	9	10.59	20.39	8.86	30
10	H	ml	6.0	6.5		12.5	5.43	25
13	M	und	2			2	0.87	32

Valor Deducido mas alto	HDV=	45
Numero Maximo Admisible de V. D.	m =	6.1

N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL (TDV)	q	CDV
1	45	32	30	25		132	4	74
2	45	32	30	2		109	3	68
3	45	32	2	2		81	2	59
4	45	2	2	2		51	1	51
5								
6								
7								


CLASIFICACION DE PCI							Max CDV =	74
100 al 85	84 al 70	69 al 55	54 al 40	39 al 25	24 al 10	9 al 0	PCI =	26
EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	FALLADO	Clasificación	MALO

Nota. Se obtuvo un PCI =26 por ende según la tabla 2 la clasificamos del 39 al 25, por ende, queda clasificado como MALO.

En la figura 67 se muestra el formato para hallar el PCI de la unidad de muestreo U-15 del tramo II, las fallas que se encontraron en la muestra para luego según la norma ASTM D-6433 la clasificamos la severidad y medida.

Figura 67

Resultados de PCI del Tramo II de subida – U 15

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA								
FACULTAD DE INGENIERIA								
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL								
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE								
VIA DE ESTUDIA:	Av. Tarapaca			AREA DE LA UNIDAD:		230.1		
UNIDAD DE MUESTREO:	TRAMO II SUBIDA-U15			FECHA:		26/08/2023		
PROGRESIVA INICIAL:	Km 0+495.60			EVALUADORES:				
PROGRESIVA FINAL:	Km 0+531.00							
ANCHO DE LA VIA:	6.50m							
TIPO DE FALLAS								
1. Piel de cocodrilo	8. Grieta de reflexión de junta			15. Ahuellamiento				
2. Exudación	9. Desnivel Carril y Berma			16. Desplazamiento				
3. Agrietamiento en bloque	10. Grietas Longitudinales y Transversales			17. Grieta Parabolica				
4. Abultamiento y Hundimiento	11. Parcheo			18. Hinchamiento				
5. Corrugación	12. Pulimiento de Agregados			19. Desprendimiento de agregados				
6. Depresión	13. Baches o Huecos							
7. Grieta de borde	14. Cruce de Via férrea							

FALLA	SEVERIDAD	MEDIDA	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
13	H	und	1.0			1	0.43	38
19	L	m2	230.1			230.1	100.00	15
11	M	m2	11.2	2	0.8	14	6.08	24
9	M	ml	0.8			0.8	0.35	5
4	M	ml	6			6	2.61	21

Valor Deducido mas alto	HDV=	38
Numero Maximo Admisible de V. D.	m =	6.7

N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL (TDV)	q	CDV
1	38	24	21	15	5	103	5	54
2	38	24	21	15	2	100	4	57
3	38	24	21	2	2	87	3	56
4	38	24	2	2	2	68	2	50
5	38	2	2	2	2	46	1	46
6								
7								


CLASIFICACION DE PCI							Max CDV =	57
100 al 85	84 al 70	69 al 55	54 al 40	39 al 25	24 al 10	9 al 0	PCI =	43
EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	FALLADO	Clasificación	REGULAR

Nota. Se obtuvo un PCI =43 por ende según la tabla 2 la clasificamos del 52 al 40, por ende, queda clasificado como REGULAR.

En la figura 69 se muestra el formato para hallar el PCI de la unidad de muestreo U-01 del tramo II-BAJADA, las fallas que se encontraron en la muestra para luego según la norma ASTM-6433 la clasificamos la severidad y medida.

Figura 69

Resultados de PCI del Tramo II de bajada – U 01

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA									
FACULTAD DE INGENIERIA									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE									
VIA DE ESTUDIA:	Av. Tarapaca		AREA DE LA UNIDAD:	230.1					
UNIDAD DE MUESTREO:	TRAMO II BAJADA-U01		FECHA:	26/08/2023					
PROGRESIVA INICIAL:	Km 0+000.00			EVALUADORES:					
PROGRESIVA FINAL:	Km 0+035.40			ERICKA MAMANI ROJAS					
ANCHO DE LA VIA:	6.50m			ROMARIO CONDORI LAQUI					
TIPO DE FALLAS									
1. Piel de cocodrilo 8. Grieta de reflexión de junta 15. Ahuellamiento 2. Exudacion 9. Desnivel Carril y Berma 16. Desplazamiento 3. Agrietamiento en bloque 10. Grietas Longitudinales y Transversales 17. Grieta Parabolica 4. Abultamiento y Hundimiento 11. Parcheo 18. Hinchamiento 5. Corrugación 12. Pulimiento de Agregados 19. Desprendimiento de agregados 6. Depresion 13. Baches o Huecos 7. Grieta de borde 14. Cruce de Via férrea									
FALLA	SEVERIDAD	MEDIDA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
19	M	m2	230.1				230.1	100.00	45
13	M	und	2.0				2	0.87	31
10	M	ml	1.0	3			4	1.74	10
4	L	ml	5				5	2.17	8
9	M	ml	2				2	0.87	5
			Valor Deducido mas alto		HDV=	45			
			Numero Maximo Admisible de V. D.		m =	6.1			
N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL (TDV)	q	CDV	
1	45	31	10	8	5	99	5	52	
2	45	31	10	8	2	96	4	55	
3	45	31	10	2	2	90	3	57	
4	45	31	2	2	2	82	2	59	
5	45	2	2	2	2	53	1	53	
6									
7									
CLASIFICACION DE PCI									
100 al 85	84 al 70	69 al 55	54 al 40	39 al 25	24 al 10	9 al 0			
EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	FALLADO			
							→	Max CDV = 59	
							→	PCI = 41	
							→	Clasificacion REGULAR	

Nota. Se obtuvo un PCI =41 por ende según la tabla 2 la clasificamos del 52 al 40, por ende, queda clasificado como REGULAR.

En la figura 70 se muestra el formato para hallar el PCI de la unidad de muestreo U-03 del tramo II-BAJADA, las fallas que se encontraron en la muestra para luego según la norma ASTM-6433 la clasificamos la severidad y medida.

Figura 70

Resultados de PCI del Tramo II de bajada – U 03

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA										
FACULTAD DE INGENIERIA										
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL										
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE										
VIA DE ESTUDIA:		Av. Tarapaca				ÁREA DE LA UNIDAD:		230.1		
UNIDAD DE MUESTREO:		TRAMO II BAJADA-U03				FECHA:		26/08/2023		
PROGRESIVA INICIAL:		Km 0+070.80				EVALUADORES:				
PROGRESIVA FINAL:		Km 0+106.20				ERICKA MAMANI ROJAS				
ANCHO DE LA VIA:		6.50m				ROMARIO CONDORI LAQUI				
TIPO DE FALLAS										
1. Piel de cocodrilo 8. Grieta de reflexión de junta 15. Ahuellamiento 2. Exudacion 9. Desnivel Carril y Berma 16. Desplazamiento 3. Agrietamiento en bloque 10. Grietas Longitudinales y Transversales 17. Grieta Parabolica 4. Abultamiento y Hundimiento 11. Parcheo 18. Hinchamiento 5. Corrugación 12. Pulimiento de Agregados 19. Desprendimiento de agregados 6. Depresion 13. Baches o Huecos 7. Grieta de borde 14. Cruce de Via férrea										
FALLA	SEVERIDAD	MEDIDA	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
11	L	m2	3.0	2		5	2.17	5		
19	M	und	230.1			230.1	100.00	45		
10	M	ml	1.0	3	6.5	10.5	4.56	12		
13	M	ml	2			2	0.87	30		
Valor Deducido mas alto		HDV=		45						
Numero Maximo Admisible de V. D.		m =		6.1						
N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL (TDV)	q	CDV		
1	45	30	12	5		92	4	54		
2	45	30	10	2		87	3	59		
3	45	30	2	2		79	2	61		
4	45	2	2	2		51	1	51		
5										
6										
7										
CLASIFICACION DE PCI							Max CDV =		61	
100 al 85	84 al 70	69 al 55	54 al 40	39 al 25	24 al 10	9 al 0	PCI =		39	
EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	FALLADO	Clasificacion		MALO	


Nota. Se obtuvo un PCI =39 por ende según la tabla 2 la clasificamos del 39 al 25, por ende, queda clasificado como MALO.

En la figura 71 se muestra el formato para hallar el PCI de la unidad de muestreo U-05 del tramo II-BAJADA, las fallas que se encontraron en la muestra para luego según la norma ASTM-D-6433 la clasificamos la severidad y medida.

Figura 71

Resultados de PCI del Tramo II de bajada – U 05

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE



VIA DE ESTUDIA:	Av. Tarapaca	AREA DE LA UNIDAD:	230.1
UNIDAD DE MUESTREO:	TRAMO II BAJADA-U05	FECHA:	26/08/2023
PROGRESIVA INICIAL:	Km 0+141.60	EVALUADORES:	
PROGRESIVA FINAL:	Km 0+177.00	ERICKA MAMANI ROJAS	
ANCHO DE LA VIA:	6.50m	ROMARIO CONDORI LAQUI	

TIPO DE FALLAS		
1. Piel de cocodrilo	8. Grieta de reflexión de junta	15. Ahuellamiento
2. Exudacion	9. Desnivel Carril y Berma	16. Desplazamiento
3. Agrietamiento en bloque	10. Grietas Longitudinales y Transversales	17. Grieta Parabolica
4. Abultamiento y Hundimiento	11. Parqueo	18. Hinchamiento
5. Corrugación	12. Pulimiento de Agregados	19. Desprendimiento de agregados
6. Depresion	13. Baches o Huecos	
7. Grieta de borde	14. Cruce de Via férrea	

FALLA	SEVERIDAD	MEDIDA	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10	L	ml	6.5	5		11.5	5.00	5
19	L	m2	230.1			230.1	100.00	19
13	M	und	3.0			3	1.30	45
11	M	m2	1.5	6		7.5	3.26	20

Valor Deducido mas alto	HDV=	45
Numero Maximo Admisible de V. D.	m =	6.1

N°	VALOR DEDUCIDO				TOTAL (TDV)	q	CDV
1	45	20	19	5	89	4	51
2	45	20	19	2	86	3	56
3	45	20	2	2	69	2	51
4	45	2	2	2	51	1	52
5							
6							
7							

CLASIFICACION DE PCI						
100 al 85	84 al 70	69 al 55	54 al 40	39 al 25	24 al 10	9 al 0
EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	FALLADO

→

→

Max CDV =	56
PCI =	44
Clasificacion	REGULAR

Nota. Se obtuvo un PCI =44 por ende según la tabla 2 la clasificamos del 52 al 40, por ende, queda clasificado como REGULAR.

En la figura 72 se muestra el formato para hallar el PCI de la unidad de muestreo U-07 del tramo II-BAJADA, las fallas que se encontraron en la muestra para luego según la norma ASTM-6433 la clasificamos la severidad y medida.

Figura 72

Resultados de PCI del Tramo II de bajada – U 07


UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA										
FACULTAD DE INGENIERIA										
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL										
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE										
VIA DE ESTUDIA:		Av. Tarapaca					AREA DE LA UNIDAD:		230.1	
UNIDAD DE MUESTREO:		TRAMO II BAJADA-U07					FECHA:		26/08/2023	
PROGRESIVA INICIAL:		Km 0+212.40					EVALUADORES:			
PROGRESIVA FINAL:		Km 0+247.80					ERICKA MAMANI ROJAS			
ANCHO DE LA VIA:		6.50m					ROMARIO CONDORI LAQUI			
TIPO DE FALLAS										
1. Piel de cocodrilo 8. Grieta de reflexión de junta 15. Ahuellamiento 2. Exudacion 9. Desnivel Carril y Berma 16. Desplazamiento 3. Agrietamiento en bloque 10. Grietas Longitudinales y Transversales 17. Grieta Parabolica 4. Abultamiento y Hundimiento 11. Parcheo 18. Hinchamiento 5. Corrugación 12. Pulimiento de Agregados 19. Desprendimiento de agregados 6. Depresion 13. Baches o Huecos 7. Grieta de borde 14. Cruce de Via férrea										
FALLA	SEVERIDAD	MEDIDA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
10	M	ml	6.5				6.5	2.82	9	
19	M	m2	115.0				115	49.98	35	
3	M	m2	19.5	18			37.5	16.30	21	
13	M	und	2				2	0.87	31	
7	M	ml	10				10	4.35	10	
Valor Deducido mas alto		HDV=		35						
Numero Maximo Admisible de V. D.		m =		7.0						
N°	VALOR DEDUCIDO						TOTAL (TDV)	q	CDV	
1	35	31	21	10	9		106	5	62	
2	35	31	21	10	2		99	4	58	
3	35	31	21	2	2		91	3	60	
4	35	31	2	2	2		72	2	55	
5	35	2	2	2	2		43	1	45	
6										
7										
CLASIFICACION DE PCI										
100 al 85	84 al 70	69 al 55	54 al 40	39 al 25	24 al 10	9 al 0				
EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	FALLADO				
							Max CDV =		62	
							PCI =		38	
							Clasificacion		MALO	

Nota. Se obtuvo un PCI =38 por ende según la tabla 2 la clasificamos del 39 al 25, por ende, queda clasificado como MALO.

En la figura 73 se muestra el formato para hallar el PCI de la unidad de muestreo U-09 del tramo II-BAJADA, las fallas que se encontraron en la muestra para luego según la norma ASTM-6433 la clasificamos la severidad y medida.

Figura 73

Resultados de PCI del Tramo II de bajada – U 09

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA																							
FACULTAD DE INGENIERIA																							
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																							
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE																							
VIA DE ESTUDIA: Av. Tarapaca		AREA DE LA UNIDAD: 230.1																					
UNIDAD DE MUESTREO: TRAMO II BAJADA-U09		FECHA: 26/08/2023																					
PROGRESIVA INCIAL: Km 0+283.20		EVALUADORES:																					
PROGRESIVA FINAL: Km 0+318.60																							
ANCHO DE LA VIA: 6.50m																							
TIPO DE FALLAS																							
<table style="width: 100%;"> <tr> <td>1. Piel de cocodrilo</td> <td>8. Grieta de reflexión de junta</td> <td>15. Ahuellamiento</td> </tr> <tr> <td>2. Exudacion</td> <td>9. Desnivel Carril y Berma</td> <td>16. Desplazamiento</td> </tr> <tr> <td>3. Agrietamiento en bloque</td> <td>10. Grietas Longitudinales y Transversales</td> <td>17. Grieta Parabolica</td> </tr> <tr> <td>4. Abultamiento y Hundimiento</td> <td>11. Parcheo</td> <td>18. Hinchamiento</td> </tr> <tr> <td>5. Corrugación</td> <td>12. Pulimiento de Agregados</td> <td>19. Desprendimiento de agregados</td> </tr> <tr> <td>6. Depresion</td> <td>13. Baches o Huecos</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7. Grieta de borde</td> <td>14. Cruce de Via férrea</td> <td></td> </tr> </table>			1. Piel de cocodrilo	8. Grieta de reflexión de junta	15. Ahuellamiento	2. Exudacion	9. Desnivel Carril y Berma	16. Desplazamiento	3. Agrietamiento en bloque	10. Grietas Longitudinales y Transversales	17. Grieta Parabolica	4. Abultamiento y Hundimiento	11. Parcheo	18. Hinchamiento	5. Corrugación	12. Pulimiento de Agregados	19. Desprendimiento de agregados	6. Depresion	13. Baches o Huecos		7. Grieta de borde	14. Cruce de Via férrea	
1. Piel de cocodrilo	8. Grieta de reflexión de junta	15. Ahuellamiento																					
2. Exudacion	9. Desnivel Carril y Berma	16. Desplazamiento																					
3. Agrietamiento en bloque	10. Grietas Longitudinales y Transversales	17. Grieta Parabolica																					
4. Abultamiento y Hundimiento	11. Parcheo	18. Hinchamiento																					
5. Corrugación	12. Pulimiento de Agregados	19. Desprendimiento de agregados																					
6. Depresion	13. Baches o Huecos																						
7. Grieta de borde	14. Cruce de Via férrea																						
FALLA	SEVERIDAD	MEDIDA	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO															
7	M	ml	35.4			35.4	15.38	18															
2	L	m2	30.0			30	13.04	3															
3	M	m2	230.1			230.1	100.00	47															
4	M	ml	5			5	2.17	20															
13	M	und	3			3	1.30	45															
Valor Deducido mas alto			HDV=		47																		
Numero Maximo Admisible de V. D.			m =		5.9																		
N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL (TDV)	q	CDV															
1	47	45	20	18	3	133	5	70															
2	47	45	20	18	2	132	4	74															
3	47	45	20	2	2	116	3	72															
4	47	45	2	2	2	98	2	71															
5	47	2	2	2	2	55	1	58															
6																							
7																							
CLASIFICACION DE PCI																							
100 al 85	84 al 70	69 al 55	54 al 40	39 al 25	24 al 10	9 al 0	Max CDV =	74															
EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	FALLADO	PCI =	26															
							Clasificacion	MALO															


Nota. Se obtuvo un PCI =26 por ende según la tabla 2 la clasificamos del 39 al 25, por ende, queda clasificado como MALO.

En la figura 74 se muestra el formato para hallar el PCI de la unidad de muestreo U-11 del tramo II-BAJADA, las fallas que se encontraron en la muestra para luego según la norma ASTM D-6433 la clasificamos la severidad y medida.

Figura 74

Resultados de PCI del Tramo II de bajada – U 11

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE



VIA DE ESTUDIA:	Av. Tarapaca	AREA DE LA UNIDAD:	230.1
UNIDAD DE MUESTREO:	TRAMO II BAJADA-U11	FECHA:	26/08/2023

PROGRESIVA INICIAL:	Km 0+354.00	EVALUADORES:
PROGRESIVA FINAL:	Km 0+389.40	
ANCHO DE LA VIA:	6.50m	

TIPO DE FALLAS		
1. Piel de cocodrilo 2. Exudacion 3. Agrietamiento en bloque 4. Abultamiento y Hundimiento 5. Corrugación 6. Depresion 7. Grieta de borde	8. Grieta de reflexión de junta 9. Desnivel Carril y Berma 10. Grietas Longitudinales y Transversales 11. Parqueo 12. Pulimiento de Agregados 13. Baches o Huecos 14. Cruce de Via férrea	15. Ahuellamiento 16. Desplazamiento 17. Grieta Parabolica 18. Hinchamiento 19. Desprendimiento de agregados

FALLA	SEVERIDAD	MEDIDA	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
3	L	m2	230.1			230.1	100.00	29
7	M	ml	35.3			35.3	15.34	19
13	M	und	4.0			4	1.74	55
9	L	ml	5			5	2.17	5

Valor Deducido mas alto	HDV=	55
Numero Maximo Admisible de V. D.	m =	5.1

N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL (TDV)	q	CDV
1	55	29	19	5		108	4	64
2	55	29	19	2		105	3	68
3	55	29	2	2		88	2	66
4	55	2	2	2		61	1	63
5								
6								
7								


CLASIFICACION DE PCI								Max CDV =	68
100 al 85	84 al 70	69 al 55	54 al 40	39 al 25	24 al 10	9 al 0		PCI =	32
EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	FALLADO	→	Clasificacion	MALO
							→		

Nota. Se obtuvo un PCI =32 por ende según la tabla 2 la clasificamos del 39 al 25, por ende, queda clasificado como MALO.

En la figura 75 se muestra el formato para hallar el PCI de la unidad de muestreo U-13 del tramo II-BAJADA, las fallas que se encontraron en la muestra para luego según la norma ASTM-6433 la clasificamos la severidad y medida.

Figura 75

Resultados de PCI del Tramo II de bajada – U 13

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA									
FACULTAD DE INGENIERIA									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE									
VIA DE ESTUDIA:			Av. Tarapaca				AREA DE LA UNIDAD:		230.1
UNIDAD DE MUESTREO:			TRAMO II BAJADA-U13				FECHA:		26/08/2023
PROGRESIVA INICIAL:			Km 0+424.80				EVALUADORES:		
PROGRESIVA FINAL:			Km 0+460.20				ERICKA MAMANI ROJAS		
ANCHO DE LA VIA:			6.50m				ROMARIO CONDORI LAQUI		
TIPO DE FALLAS									
1. Piel de cocodrilo	8. Grieta de reflexión de junta	15. Ahuellamiento							
2. Exudacion	9. Desnivel Carril y Berma	16. Desplazamiento							
3. Agrietamiento en bloque	10. Grietas Longitudinales y Transversales	17. Grieta Parabolica							
4. Abultamiento y Hundimiento	11. Parcheo	18. Hinchamiento							
5. Corrugación	12. Pulimiento de Agregados	19. Desprendimiento de agregados							
6. Depresion	13. Baches o Huecos								
7. Grieta de borde	14. Cruce de Via férrea								
FALLA	SEVERIDAD	MEDIDA	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
3	M	m2	230.1			230.1	100.00	45	
19	M	m2	105.9			105.9	46.02	36	
13	M	und	4.0			4	1.74	46	
7	L	ml	6			6	2.61	4	
Valor Deducido mas alto			HDV=			46			
Numero Maximo Admisible de V. D.			m =			6.0			
Nº	VALOR DEDUCIDO					TOTAL (TDV)	q	CDV	
1	46	45	36	4		131	4	73	
2	46	45	36	2		129	3	74	
3	46	45	2	2		95	2	69	
4	46	2	2	2		52	1	55	
5									
6									
7									
CLASIFICACION DE PCI									
100 al 85	84 al 70	69 al 55	54 al 40	39 al 25	24 al 10	9 al 0			
EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	FALLADO			
							Max CDV =	74	
							PCI =	26	
							Clasificacion	MALO	

Nota. Se obtuvo un PCI =26 por ende según la tabla 2 la clasificamos del 39 al 25, por ende, queda clasificado como MALO.

En la figura 76 se muestra el formato para hallar el PCI de la unidad de muestreo U-15 del tramo II-BAJADA, las fallas que se encontraron en la muestra para luego según la norma ASTM-D-6433 la clasificamos la severidad y medida.

Figura 76

Resultados de PCI del Tramo II de bajada – U 15

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA									
FACULTAD DE INGENIERIA									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE									
VIA DE ESTUDIA: Av. Tarapaca					AREA DE LA UNIDAD: 230.1				
UNIDAD DE MUESTREO: TRAMO II BAJADA-U15					FECHA: 26/08/2023				
PROGRESIVA INICIAL: Km 0+495.60					EVALUADORES:				
PROGRESIVA FINAL: Km 0+531.00					ERICKA MAMANI ROJAS				
ANCHO DE LA VIA: 6.50m					ROMARIO CONDORI LAQUI				
TIPO DE FALLAS									
1. Piel de cocodrilo			8. Grieta de reflexión de junta			15. Ahuellamiento			
2. Exudacion			9. Desnivel Carril y Berma			16. Desplazamiento			
3. Agrietamiento en bloque			10. Grietas Longitudinales y Transversales			17. Grieta Parabólica			
4. Abultamiento y Hundimiento			11. Parqueo			18. Hinchamiento			
5. Corrugación			12. Pulimiento de Agregados			19. Desprendimiento de agregados			
6. Depresion			13. Baches o Huecos						
7. Grieta de borde			14. Cruce de Vía férrea						
FALLA	SEVERIDAD	MEDIDA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
19	M	m2	230.1				230.1	100.00	45
13	M	und	3.0				3	1.30	37
11	L	m2	5.1	3.2			8.3	3.61	9
9	M	ml	3				3	1.30	5
Valor Deducido mas alto		HDV=		45					
Numero Maximo Admisible de V. D.		m =		6.1					
N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL (TDV)	q	CDV	
1	45	37	9	5		96	4	56	
2	45	37	9	2		93	3	62	
3	45	37	2	2		86	2	63	
4	45	2	2	2		51	1	53	
5									
6									
7									
CLASIFICACION DE PCI									
100 al 85	84 al 70	69 al 55	54 al 40	39 al 25	24 al 10	9 al 0			
EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	FALLADO			
							→	Max CDV =	63
							→	PCI =	37
								Clasificacion	MALO

Nota. Se obtuvo un PCI =37 por ende según la tabla 2 la clasificamos del 39 al 25, por ende, queda clasificado como MALO.

En la figura 77 se muestra el formato para hallar el PCI de la unidad de muestreo U-17 del tramo II-BAJADA, las fallas que se encontraron en la muestra para luego según la norma ASTM-6433 la clasificamos la severidad y medida.

Figura 77

Resultados de PCI del Tramo II de bajada – U 17

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA										
FACULTAD DE INGENIERIA										
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL										
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE										
VIA DE ESTUDIA:		Av. Tarapaca				AREA DE LA UNIDAD:		230.1		
UNIDAD DE MUESTREO:		TRAMO II BAJADA-U17				FECHA:		26/08/2023		
PROGRESIVA INICIAL:		Km 0+566.40				EVALUADORES:				
PROGRESIVA FINAL:		Km 0+601.80				ERICKA MAMANI ROJAS				
ANCHO DE LA VIA:		6.50m				ROMARIO CONDORI LAQUI				
TIPO DE FALLAS										
1. Piel de cocodrilo	8. Grieta de reflexión de junta							15. Ahuellamiento		
2. Exudacion	9. Desnivel Carril y Berma							16. Desplazamiento		
3. Agrietamiento en bloque	10. Grietas Longitudinales y Transversales							17. Grieta Parabolica		
4. Abultamiento y Hundimiento	11. Parcheo							18. Hinchamiento		
5. Corrugación	12. Pulimiento de Agregados							19. Desprendimiento de agregados		
6. Depression	13. Baches o Huecos									
7. Grieta de borde	14. Cruce de Vía férrea									
FALLA	SEVERIDAD	MEDIDA	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
19	M	m2	230.1			230.1	100.00	45		
11	M	und	6.0	4.7		10.7	4.65	21		
7	L	m2	3.0			3	1.30	3		
3	M	ml	105.9			105.9	46.02	35		
Valor Deducido mas alto		HDV=		45						
Numero Maximo Admisible de V. D.		m =		6.1						
N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL (TDV)	q	CDV		
1	45	35	21	3		104	4	62		
2	45	35	21	2		103	3	66		
3	45	35	2	2		84	2	63		
4	45	2	2	2		51	1	53		
5										
6										
7										
CLASIFICACION DE PCI							Max CDV =		66	
100 al 85	84 al 70	69 al 55	54 al 40	39 al 25	24 al 10	9 al 0	PCI =		34	
EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	FALLADO	Clasificacion		MALO	

Nota. Se obtuvo un PCI =34 por ende según la tabla 2 la clasificamos del 39 al 25, por ende, queda clasificado como MALO.

En la tabla 16 y tabla 17 se muestra el resumen de la tabla del PCI de las muestras y como están clasificadas, para así obtener un promedio.

Tabla 16

Resumen de resultados de PCI del Tramo I

Tramo	Muestra	Area (m2)	PCI	Clasificación	PCI Tramo	Descripción Tramo
TRAMO I	U-01	230.7	29	MALO	37	MALO
	U-05	230.7	35	MALO		
	U-09	230.7	34	MALO		
	U-13	230.7	39	MALO		
	U-17	230.7	25	MALO		
	U-21	230.7	40	REGULAR		
	U-25	230.7	32	MALO		
	U-29	230.7	47	REGULAR		
	U-33	230.7	51	REGULAR		
	U-37	230.7	36	MALO		
	U-41	230.7	50	REGULAR		
	U-45	230.7	26	MALO		

Nota. Se obtuvo un resultado promedio PCI =37 y por ende la vía se encuentra en estado MALO.

Tabla 17

Resumen de resultados de PCI del Tramo II

Tramo	Muestra	Área (m2)	PCI	Clasificación	PCI Tramo	Descripción Tramo
TRAMO II SUBIDA	U-01	230.1	35	MALO	38	MALO
	U-03	230.1	37	MALO		
	U-05	230.1	46	REGULAR		
	U-07	230.1	38	MALO		
	U-09	230.1	38	MALO		
	U-11	230.1	42	REGULAR		
	U-13	230.1	26	MALO		
	U-15	230.1	43	REGULAR		
	U-17	230.1	36	MALO		
	TRAMO II BAJADA	U-01	230.1	41		
U-03		230.1	39	MALO		
U-05		230.1	44	REGULAR		
U-07		230.1	38	MALO		
U-09		230.1	26	MALO		
U-11		230.1	32	MALO		
U-13		230.1	26	MALO		
U-15		230.1	37	MALO		
U-17	230.1	34	MALO			

Nota. Un resultado promedio PCI =38 y 35, por ende, la vía se encuentra en estado MALO.

CAPITULO V: DISCUSION

Con la Hipótesis que especifica en la N°1, se planteó que: “el índice de rugosidad del pavimento en la Avenida Tarapacá del Distrito de Pocollay, Tacna 2023 presenta condiciones de regular a malo”, y realmente aplicando el índice de rugosidad con la ayuda de equipo Merlín en 2 tramos se determinó la condición en la que se encontraba en el carril derecho, Tramo I, Muy Malo con un IRI promedio de 5,401m/km y el carril izquierdo con un IRI de 5,234 m/km. El Tramo II carril de subida con un IRI promedio de 5,441m/km y de Bajada con un IRI promedio 5,078m/km. La condición en la que se clasifican se debe a la diferentes Patologías que se ven en la calzada de la vía.

Con la Hipótesis que especifica en la N°2, se planteó que al: “Determinar el índice de condición del pavimento flexible en la Avenida Tarapacá del Distrito de Pocollay, Tacna 2023 presenta un índice de condición regular”, y realmente aplicando el índice de condición del pavimento flexible de estos 2 tramos, se determino en el primer Tramo I un PCI promedio de 37 con una condición de Malo, Tramo II de subida un PCI de 38 con una condición de Malo y de bajada PCI de 35 con una condición de Malo, El sistema de evaluación que se hizo fueron propuesto con el Manual del PCI pero según nuestra hipótesis esta vía no esta en una condición de regular haciendo que esta se muestre en una condición mala.

Con la Hipótesis que especifica en la N°3, se planteó: “Proponer la solución del pavimento flexible en la Avenida Tarapacá del Distrito de Pocollay, Tacna 2023 mediante recapeo con motero asfaltico” y efectivamente usando el método de índice de rugosidad y condición de pavimento se determinó una rehabilitación que con lleva al uso del mortero asfaltico como así nos indica el manual para la intervención correspondiente.

La evaluación correspondiente que se hizo a la calzada de pavimento, presenta condiciones funcionales de muy malo y malo, estos resultados obtenido varían al trabajo de investigación Aguirre y Chambilla (2021) siendo esta malo y regular, esta diferencia debe el pasar del tiempo, diferentes tramos de evaluación y diferencia que se observa en la transitabilidad que reciben ambas vías.

CONCLUSIONES

En la evaluación de la Avenida Tarapacá mediante el Rugosímetro Merlin y Método PCI se logró obtener resultados para calificar en que condición se encuentra y poder darle una mejor transitabilidad a la avenida. Para el Rugosímetro Merlin en el Tramo I del carril derecho nos dio un IRI= 5,401 m/km el cual se encuentra en estado Muy Malo y para el carril izquierdo un IRI= 5,294 m/km el cual también se encuentra en estado Muy Malo. Para el Tramo II de la calzada de subida nos dio un IRI=5,441 m/km en estado Muy Malo y para la calzada de bajada un IRI= 5,078 m/km con un estado Muy Malo. Entonces concluimos que para el Tramo I obtuvimos un promedio IRI= 5,347 m/km y para el Tramo II se obtuvo un promedio IRI=5,259 m/km, entonces según Tabla ... los niveles de rugosidad clasificamos al Tramo I en estado *muy malo* y al Tramo II en estado *muy malo*, y también se concluye que nuestra hipótesis es acertada debido a que es *muy malo*.

Mediante la evaluación de PCI dividida en dos tramos, se obtuvo los siguientes resultados, para el Tramo I un PCI =37.00 clasificada como estado Malo y para el Tramo II de subida un PCI= 38,00 clasificada como estado Malo, de bajada un PCI= 35,00 clasificada como estado Malo, se concluye que según en Manual de ATM D 6433-07 clasificamos al Tramo I en estado *malo* y al Tramo II en estado *malo*, y se acierta con la hipótesis planteada al inicio del proyecto de una clasificación *malo*.

Para proponer la solución al pavimento flexible mediante el PCI=37.00 del Tramo I calificado en estado Malo y el Tramo II con un PCI= 36.50 en estado Malo se recomienda según la AASHTO 1993 realizar la intervención de mejoramiento para la transitabilidad de la Avenida Tarapaca mediante un tratamiento con mortero asfáltico

La transitabilidad del pavimento flexible de la Avenida Tarapacá para el Tramo I fue de PSI = 1,933 en estado *malo* y para el Tramo II calzada de subida un PSI=1.860 en estado *malo* y calzada de bajada un PSI= 1,985 en estado *malo*.

RECOMENDACIONES

Se recomienda al Gobierno Regional de Tacna tomar en consideración los resultados obtenidos de nuestra investigación de Rugosímetro Merlin y PCI del pavimento flexible utilizando como soporte para la elaboración de expedientes técnicos y a la vez llevar mejor el control de supervisión al momento de realizar el mantenimiento adecuado para mejorar la transitabilidad.

Si bien nuestra muestra es tomada entre la Avenida Vilauta y la Avenida Celestino Vargas de la Avenida Tarapacá, hay que tener en cuenta que la muestra es un promedio de como esta toda la Avenida Tarapacá, por ende según los resultados de índice de rugosidad e índice de condición del pavimento se recomienda tomar nuestros resultados como muestra para toda la Avenida Tarapacá utilizando la adecuada normativa vigente para pavimentos urbanos CE.010 para dar calidad, seguridad y confort al usuario.

Al momento de realizar una mejor transitabilidad a la Avenida, se encarga colocar a profesionales que puedan ayudar a realizar la evaluación superficial haciendo cumplir las normas y el adecuado mantenimiento tomando en consideración el rugosímetro Merlin y el PCI para así poder ayudar a tener un transito fluido. También como sugerencia para mejorar la transitabilidad se puede realizar el pintado de las señalizaciones debido a que actualmente se encuentra en pésimas condiciones ya que esta avenida conecta con otras avenidas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO. (1993). *Diseño de estructura de pavimentos*. Lima: Instituto para el desarrollo de los pavimentos en el Perú. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/143451539.pdf>
- Aguirre Jean & Chambilla Diego. (2021). *Evaluación superficial del pavimento en calle Tarapacá tramo ovalo Cuzco hasta avenida Gustavo Pinto, distrito de Tacna - 2021*. Tesis de Pregrado, Universidad Privada de Tacna, Tacna, Tacna. doi:<https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/1802/Aguirre-Alvarado-Chambilla-Aduvire.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Aranibar Mary & Saavedra Kiara. (2019). *Determinación del estado actual del pavimento mediante la medición del índice de condición del pavimento (pci) y el índice de rugosidad internacional (IRI) en la vía principal Izcuchaca - Huarcocondo*. Tesis Pregrado, Universidad Andina del Cusco, Cusco. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12557/3151>
- ASTM D 6433. (2003). *Procedimiento Estándar para la Inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos 1*. Perú: ASTM Internacional. Obtenido de <https://www.studocu.com/pe/document/pontificia-universidad-catolica-del-peru/teoria-general-del-lenguaje/409330160-manual-pci-astm-d-6433-pdf/11594152>
- Badilla Vargas G. (2009). Determinación de la regularidad superficial de pavimentos mediante el cálculo del índice regularidad internacional (IRI) : Aspectos y consideraciones importantes. *Unidad de Investigación en Infraestructura Vial*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11042/4781>
- Banegas & Riega. (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*. Tesis Pregrado, Universidad Privada de Tacna, Tacna, Tacna. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12969/1265>
- Chavez A., y Peñarreta L. (2019). *Desarrollo de la correlación entre dos indicadores de la condición de la superficie del pavimento*. Tesis de Pregrado, Universidad de Cuenca, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/32499>
- Corros M. & Urbaz E. & Corredor G. (2009). *Diseño de Pavimento I*. Manual de evaluación de Pavimentos.
- De la Cruz Vega S. & Ibañez Ccoapaza C. & Coaquira Cueva D. (2022). Determinación de índice de serviciabilidad y capacidad resistente. Caso práctico pavimentos en Azangaro, Puno, Perú. *Revista Infraestructura Vial*, 24(43). doi:10.15517/iv.v24i43.48563
- Díaz Cardenas, J. M. (2014). *Evaluación de la metodología del PCI como herramienta para la toma de decisiones en las intervenciones a realizar en los pavimentos flexibles*. Tesis de Pregrado, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (Vol. quinta edición). México.
- J., H. C. (2018). *Determinar el índice de rugosidad IRI y desarrollar un manual para el equipo Merlín*. Universidad Pontificia Bolivariana. Bolivia: Comité de Trabajo de Grado.

doi:https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/5627/digital_37574.pdf?sequence=1

- Mamani Resalazo, B. A., & Vallejos Sardón, H. S. (2020). *Calculo de la rugosidad y el indice de condicion del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad en la Av. Juan Moore, tramo calle: Argentina-calle Precursores, Tacna 2020*. Tesis de Pregrado, Universidad Privada de Tacna, Tacna, TACNA.
- Mamani, B. y Vallejos, H. (2020). *Calculo de la rugosidad y el indice de condicion del pavimento flexible para mejorar la tranbsitabilidad en la Av. Juan Moore, Tramo : Calle Argentina*. Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- Montoya, E. (2013). *Analisis del IRI para un proyeco de carretera sinuosa concesionada en el Peru*. Universidad de Piura. Piura: Universidad de Piura. Obtenido de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1967/MAS_ICIV-L_023.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=El%20concepto%20de%20rugosidad%20est%C3%A1,el%20perfil%20longitudinal%2C%20perfil%20transversal.
- Niño Díaz, E. A., & Torres Arroyo, B. L. (2021). *Evaluación superficial del pavimento flexible mediante IRI, PCI y propuesta de rehabilitación para mejorar la transitabilidad vehicular de la av. Sáenz Peña, JLO*. Tesis Pregrado, Universidad Cesar Vallejo, Lima. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/89670>
- P, D. A. (1999). *Manual del Usuario Merliner, Merlin Equipo para Rugosidad*. Lima, Peru: Camineros Sac. Obtenido de <https://dokumen.tips/documents/manual-usuario-merlin.html?page=1>
- Pachay Parrales I. & Moreno Ponce L. (2017). *Evaluacion de la condicion del pavimento flexible via de acceso a la parroquia la union (0+000+0+966) aplicando el metodo PCI*. Tesis de Pregrado, Universidad Estatal de Manabí, Manabí. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/929>
- Pomasonco de la Cadena. (2010). *“Evaluación de la Transitabilidad utilizando el Rugosimetro de Merlin, monitoreo de conservacion Carretera Cañete-Huancayo Km. 110+000 al Km. 112+000*. Lima: Universidad Nacional de Ingenieria. doi:<https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/2058/Huanca-Quispe-Quispe-Gutierrez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Reyes Lizcano F. & Rondon Quintana H. (2007). Metodologías de diseño de pavimentos flexibles. *Ciencia e Ingenieria Neogranadina*, 41-65. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2512197.pdf>
- Rodriguez Velasquez E. (2009). *Calculo del inidice de condicion del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla*. Tesis de Pregrado, Universidad de Piura, Piura. doi:https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1350/ICI_180.pdf
- Sarmiento Soto Juan y Arias Coque Tony. (2015). *Analisis y diseño vial de la avenida martir olaya ubicada en el distrito de lurin del departamento de lima*.
- Shahin. (2005). Evaluating pavement condition for selected segments of road network in al - Muthanna City. doi:<https://www.researchgate.net/publication/337186891>
- Sierra, C., y Rivas, A. (2016). *Aplicación y comparación de las diferentes metodologías de diagnóstico para la conservación y mantenimiento del tramo PR 00+000 – PR 01+020 de la vía al llano (dg 78 bis sur – calle 84 sur) en la UPZ Yomasa*. Tesis Pregrado, Universidad Católica de Colombia, Bogotá. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10983/13987>

Sologorre Huayta J. (2005). *Evaluación de la rugosidad de Pavimentos con uso del BUMP Integrator*. Tesis Pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.

Vasquez Varela L. (2002). *Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras*. Manizales, Colombia: INGEPAV.
doi:<https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>

ANEXO

