

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



TESIS

**“PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD
VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR
ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE
RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI -
TACNA 2024”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. CRISTHIAN JUAN CHINO PACOHUANACO

Bach. ECIEL RODRIGO ALVARADO CASTILLO

TACNA – PERÚ

2024

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

TESIS

**“PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD
VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR
ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE
RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI -
TACNA 2024”**

Tesis sustentada y aprobada el 29 de noviembre de 2024; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE : Dr. PEDRO VALERIO MAQUERA CRUZ

SECRETARIO : Mag. OMAR ARTURO CUTIMBO TICONA

VOCAL : Mtro. MILTON CESAR GORDILLO MOLINA

**ASESOR : Mtro. ROLANDO GONZALO SALAZAR CALDERON
JUAREZ**

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Cristhian Juan Chino Pacohuanaco y Eciel Rodrigo Alvarado Castillo, egresados, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificados con DNI 71221578 y 71034481 respectivamente, así como Rolando Gonzalo Salazar Calderón Juárez con DNI 00794213; declaramos en calidad de autores y asesor que:

1. Somos los autores de la tesis titulada: *“Propuesta de mejora para la transitabilidad vehicular en la carretera costanera analizando valores IRI obtenidos mediante rugosímetro de merlín y aplicativo abakal IRI - Tacna 2024”*, la cual presentamos para optar el Título Profesional de Ingeniero de *Ingeniería 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, nos 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 debiera 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, 29 de noviembre de 2024



Cristhian Juan Chino Pacohuanaco

DNI: 71221578



Rolando Gonzalo Salazar Calderón Juárez

DNI: 00794213



Eciel Rodrigo Alvarado Castillo

DNI: 71034481

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi constante fortaleza en cada paso de mi vida universitaria, acompañándome en los momentos de alegría y también en los desafíos, brindándome luz y guía para alcanzar mi sueño de ser Ingeniero Civil.

A mis padres, cuyo esfuerzo incansable y sacrificio me han enseñado que los sueños se alcanzan con dedicación, lucha y perseverancia. Les debo todo lo que soy, y me siento inmensamente agradecido por haberme inculcado el valor del trabajo duro y la responsabilidad.

A una persona muy especial, que en su momento compartió conmigo una etapa importante de mi vida, y aunque los caminos se separan, las lecciones y el cariño dejan huellas que permanecen.

Cristhian Chino Pacohuanaco

Dedico este logro primero a Dios, quien ha sido mi guía constante durante toda mi etapa universitaria, brindándome apoyo espiritual en los buenos y malos momentos, orientando mi camino hacia la realización de mi sueño de convertirme en Ingeniero Civil. También dedico este logro a mis padres, quienes han dedicado un gran esfuerzo en mi educación y me han enseñado que los sueños se alcanzan con trabajo arduo y determinación. Estoy profundamente orgulloso de ellos por inculcarme valores como la responsabilidad y el compromiso, los cuales me han guiado hasta este punto de mi vida.

Su amor y apoyo incondicional han sido fundamentales en mi camino hacia el éxito, y por eso les estoy eternamente agradecido.

Eciel Alvarado Castillo

AGRADECIMIENTO

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a los distinguidos ingenieros de nuestra facultad, quienes, al compartir conmigo sus valiosas experiencias profesionales, me brindaron orientación para afrontar con responsabilidad los desafíos legales de la ingeniería civil, convirtiéndose en una fuente de inspiración a lo largo de mi trayectoria universitaria. En especial, quiero agradecer al Ing. Rolando Salazar, mi tutor de tesis, cuyo compromiso, claridad y disposición fueron esenciales en este proceso académico. Su guía meticulosa y las preguntas perspicaces que planteó resultaron claves para estructurar y desarrollar exitosamente mi investigación, aportando un apoyo invaluable en cada etapa de este viaje académico. Asimismo, quiero expresar mi profundo agradecimiento a mis padres, cuyo apoyo incondicional y constante ánimo han sido pilares fundamentales en mi formación, y a una persona especial, quien con su presencia y comprensión me ha dado fuerzas para seguir adelante en este importante camino.

Cristhian Chino Pacohuanaco

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todos aquellos que, a través de sus conocimientos y experiencias, contribuyeron de manera significativa a mi formación profesional. La orientación brindada sobre los aspectos técnicos y legales de la ingeniería civil ha sido crucial para afrontar los desafíos de este campo, sirviendo como una fuente constante de inspiración a lo largo de mi trayectoria académica. Asimismo,

valoro profundamente el acompañamiento recibido durante el proceso de desarrollo de esta tesis, cuya dirección precisa y reflexiva permitió estructurar y llevar a cabo esta investigación con éxito. Este trabajo no solo ha sido el resultado de un esfuerzo individual, sino también del apoyo y el aprendizaje continuo que se obtiene de quienes comparten sus experiencias y conocimientos.

Eciel Alvarado Castillo

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DEL JURADO.....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xix
RESUMEN.....	xx
ABSTRACT.....	xxi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.1. Descripción del problema.....	2
1.2. Formulación del problema.....	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. Justificación e importancia	3
1.3.1. Desde una perspectiva social	3
1.3.2. Desde una perspectiva económico	4
1.3.3. Desde una perspectiva ambiental	4
1.3.4. Desde una perspectiva científico	4
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. Hipótesis	5
1.5.1. Hipótesis general	5

1.5.2. Hipótesis específicas	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes de la investigación	6
2.1.1. Antecedentes internacionales	6
2.1.2. Antecedentes nacionales	7
2.1.3. Antecedentes locales	8
2.2. Bases teóricas	8
2.2.1. Pavimento	8
2.2.2. Pavimento flexible	9
2.2.3. Bases teóricas de la variable dependiente	10
2.2.4. Base	10
2.2.5. Subbase.....	10
2.2.6. Subrasante.....	10
2.2.7. Servicio	11
2.2.8. Transitabilidad.....	11
2.2.9. Índice de funcionabilidad.....	11
2.2.10. Rugosidad.....	12
2.2.11. Índice de rugosidad internacional (IRI).....	13
2.2.12. Metodologías para la obtención de la rugosidad	15
2.2.13. Rugosímetro de Merlín.....	16
2.2.14. Aplicativo Abakal IRI	20
2.3. Definición de términos.....	25
2.3.1. Abakal IRI	25
2.3.2. Transitabilidad.....	25
2.3.3. Rugosímetro de Merlín.....	25
2.3.4. Índice de serviciabilidad	25
2.3.5. Psi	25
2.3.6. Pavimento flexible	25

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	27
3.1. Diseño de la investigación	27
3.2. Acciones y actividades.....	27
3.3. Materiales y/o instrumentos	29
3.3.1. Rugosímetro modelo TCP-065 de Merlín:.....	29
3.3.2. Teléfono inteligente Samsung Galaxy S21:	29
3.3.3. Aplicativo Abakal IRI	30
3.3.4. Vehículo de la marca Hyundai del año o similar en peso:.....	31
3.4. Población y/o muestra de estudio	31
3.4.1. Población	31
3.4.2. Muestra.....	32
3.5. Operacionalización de variables	32
3.5.1. Variables.....	32
3.6. Tipo y grado de la investigación.....	32
3.6.1. Tipo de estudio	32
3.6.2. Grado de investigación	32
3.7. Procesamiento y análisis de datos.....	33
3.7.1. Procedimiento de ensayo aplicativo Abakal IRI	33
3.7.2. Procedimiento para el ensayo del rugosímetro de Merlín	34
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	35
4.1. Resultados del cálculo de la rugosidad aplicando Merlín.....	35
4.1.1. Resultados del rugosímetro de Merlín	35
4.1.2. Resultados del aplicativo Abakal IRI	37
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	40
5.1. Análisis de los resultados de la rugosidad obtenidos mediante el rugosímetro Merlín	40
5.2. Catalogar el estado del pavimento de acuerdo con el valor de IRI obtenido con el rugosímetro de Merlín.	41

5.3. Comparación de la rugosidad obtenida con el rugosímetro de Merlín y el aplicativo Abakal IRI	43
5.4. Análisis de la serviciabilidad obtenida con el rugosímetro de Merlín y el aplicativo Abakal IRI.	48
CONCLUSIONES	55
RECOMENDACIONES	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
ANEXOS	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Escala de índice de funcionabilidad	11
Tabla 2. Clasificación de la serviciabilidad	12
Tabla 3. Valores de IRI (m/km)	15
Tabla 4. Valores IRI carril derecho rugosímetro de Merlín	35
Tabla 5. Valores IRI carril izquierdo rugosímetro de Merlín	36
Tabla 6. Valores IRI carril derecho aplicativo Abakal IRI	37
Tabla 7. Valores IRI carril izquierdo aplicativo Abakal IRI	38
Tabla 8. Cuadro resumen de la rugosidad con el rugosímetro de Merlín	40
Tabla 9. Estado vial según la rugosidad	41
Tabla 10. Clasificación según la rugosidad el estado del pavimento	42
Tabla 11. Comparativo de porcentaje de similitudes IRI con ambas metodologías "Primer viaje: Abakal IRI"	43
Tabla 12. Comparativo de porcentaje de similitudes IRI con ambas metodologías "Segundo viaje: Abakal IRI"	44
Tabla 13. Comparativo de porcentaje de similitudes IRI con ambas metodologías "Tercer viaje: Abakal IRI"	46
Tabla 14. Comparativo de porcentaje de similitudes IRI con ambas metodologías "Cuarto viaje: Abakal IRI"	47
Tabla 15. Clasificación de la serviciabilidad del pavimento	48
Tabla 16. Resultados de la serviciabilidad rugosímetro de Merlín	49
Tabla 17. Resultados de la serviciabilidad aplicativo Abakal IRI	50
Tabla 18. Resultados de la serviciabilidad aplicativo Abakal IRI	51
Tabla 19. Resultados de la serviciabilidad aplicativo Abakal IRI	52
Tabla 20. Resultados de la serviciabilidad aplicativo Abakal IRI	53
Tabla 21. Valores IRI del primer viaje carril derecho, aplicativo móvil Abakal IRI	112

Tabla 22. Valores IRI del primer viaje carril izquierdo, aplicativo móvil Abakal IRI.....	115
Tabla 23. Valores IRI del segundo viaje carril derecho, aplicativo móvil Abakal IRI.....	118
Tabla 24. Valores IRI del segundo viaje carril izquierdo, aplicativo móvil Abakal IRI	121
Tabla 25. Valores IRI del tercer viaje carril derecho, aplicativo móvil ABAKAL IRI	125
Tabla 26. Valores IRI del tercer viaje carril izquierdo, aplicativo móvil ABAKAL IRI.....	128
Tabla 27. Valores IRI del cuarto viaje carril derecho, aplicativo móvil ABAKAL IRI	131
Tabla 28. Valores IRI del cuarto viaje carril izquierdo, aplicativo móvil ABAKAL IRI	134

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Carpetas del pavimento	9
Figura 2. Escala estándar empleada por el Banco Mundial para clasificar los caminos según su IRI.....	14
Figura 3. Equipos para la medición de la regularidad	15
Figura 4. Instrumento Merlín	16
Figura 5. Detalles del rugosímetro de Merlín	17
Figura 6. Plantilla para recolección de datos de campo	18
Figura 7. Histograma de la distribución de frecuencias.....	19
Figura 8. Modelo de cuarto de carro	21
Figura 9. Aplicativo Abakal IRI	21
Figura 10. Ubicación del aplicativo en el vehículo.....	22
Figura 11. Métodos de cálculo	23
Figura 12. Informe IRI.csv.....	24
Figura 13. Resultados Informe IRI 2.cvs	24
Figura 14. Rugosímetro de Merlín	29
Figura 15. Galaxy S21	30
Figura 16. Aplicativo móvil Abakal IRI.....	30
Figura 17. Vehículo de la marca Hyundai	31
Figura 18. Datos de campo tramo 1 – carril derecho	62
Figura 19. Distribución de frecuencias – tramo 1	62
Figura 20. Datos de campo tramo 2 – carril derecho	63
Figura 21. Distribución de frecuencias – tramo 2.....	63
Figura 22. Datos de campo tramo 3 – carril derecho	64
Figura 23. Distribución de frecuencias – tramo 3.....	64
Figura 24. Datos de campo tramo 4 – carril derecho	65
Figura 25. Datos de frecuencia 4 – carril derecho.....	65

Figura 26. Datos de campo tramo 5 – carril derecho	66
Figura 27. Datos de frecuencia 5 – carril derecho.....	66
Figura 28. Datos de campo tramo 6 – carril derecho	67
Figura 29. Datos de frecuencia 6 – carril derecho.....	67
Figura 30. Datos de campo tramo 7 – carril derecho	68
Figura 31. Datos de frecuencia 7 – carril derecho.....	68
Figura 32. Datos de campo tramo 8 – carril derecho	69
Figura 33. Datos de frecuencia 8 – carril derecho.....	69
Figura 34. Datos de campo tramo 9 – carril derecho	70
Figura 35. Datos de frecuencia 9 – carril derecho.....	70
Figura 36. Datos de campo tramo 10 – carril derecho	71
Figura 37. Datos de frecuencia 10 – carril derecho.....	71
Figura 38. Datos de campo tramo 11 – carril derecho	72
Figura 39. Datos de frecuencia 11 – carril derecho.....	72
Figura 40. Datos de campo tramo 12 – carril derecho	73
Figura 41. Datos de frecuencia 12 – carril derecho.....	73
Figura 42. Datos de campo tramo 13 – carril derecho	74
Figura 43. Datos de frecuencia 13 – carril derecho.....	74
Figura 44. Datos de campo tramo 14 – carril derecho	75
Figura 45. Datos de frecuencia 14 – carril derecho.....	75
Figura 46. Datos de campo tramo 15 – carril derecho	76
Figura 47. Datos de frecuencia 15 – carril derecho.....	76
Figura 48. Datos de campo tramo 16 – carril derecho	77
Figura 49. Datos de frecuencia 16 – carril derecho.....	77
Figura 50. Datos de campo tramo 17 – carril derecho	78
Figura 51. Datos de frecuencia 17 – carril derecho.....	78
Figura 52. Datos de campo tramo 18 – carril derecho	79
Figura 53. Datos de frecuencia 18 – carril derecho.....	79

Figura 54. Datos de campo tramo 19 – carril derecho	80
Figura 55. Datos de frecuencia 19 – carril derecho.....	80
Figura 56. Datos de campo tramo 20 – carril derecho	81
Figura 57. Datos de frecuencia 20 – carril derecho.....	81
Figura 58. Datos de campo tramo 21 – carril derecho	82
Figura 59. Datos de frecuencia 21 – carril derecho.....	82
Figura 60. Datos de campo tramo 22 – carril derecho	83
Figura 61. Datos de frecuencia 22 – carril derecho.....	83
Figura 62. Datos de campo tramo 23 – carril derecho	84
Figura 63. Datos de frecuencia 23 – carril derecho.....	84
Figura 64. Datos de campo tramo 24 – carril derecho	85
Figura 65. Datos de frecuencia 24 – carril derecho.....	85
Figura 66. Datos de campo tramo 25 – carril derecho	86
Figura 67. Datos de frecuencia 25 – carril derecho.....	86
Figura 68. Datos de campo tramo 1 – carril izquierdo.....	87
Figura 69. Datos de frecuencia 1 – carril izquierdo	87
Figura 70. Datos de campo tramo 2 – carril izquierdo.....	88
Figura 71. Datos de frecuencia 2 – carril izquierdo	88
Figura 72. Datos de campo tramo 3 – carril izquierdo.....	89
Figura 73. Datos de frecuencia 3 – carril izquierdo	89
Figura 74. Datos de campo tramo 4 – carril izquierdo.....	90
Figura 75. Datos de frecuencia 4 – carril izquierdo	90
Figura 76. Datos de campo tramo 5 – carril izquierdo.....	91
Figura 77. Datos de frecuencia 5 – carril izquierdo	91
Figura 78. Datos de campo tramo 6 – carril izquierdo.....	92
Figura 79. Datos de frecuencia 6 – carril izquierdo	92
Figura 80. Datos de campo tramo 7 – carril izquierdo.....	93
Figura 81. Datos de frecuencia 7 – carril izquierdo	93

Figura 82. Datos de campo tramo 8 – carril izquierdo.....	94
Figura 83. Datos de frecuencia 8 – carril izquierdo	94
Figura 84. Datos de campo tramo 9 – carril izquierdo.....	95
Figura 85. Datos de frecuencia 9 – carril izquierdo	95
Figura 86. Datos de campo tramo 10 – carril izquierdo.....	96
Figura 87. Datos de frecuencia 10 – carril izquierdo	96
Figura 88. Datos de campo tramo 11 – carril izquierdo.....	97
Figura 89. Datos de frecuencia 11 – carril izquierdo	97
Figura 90. Datos de campo tramo 12 – carril izquierdo.....	98
Figura 91. Datos de frecuencia 12 – carril izquierdo	98
Figura 92. Datos de campo tramo 13 – carril izquierdo.....	99
Figura 93. Datos de frecuencia 13 – carril izquierdo	99
Figura 94. Datos de campo tramo 14 – carril izquierdo.....	100
Figura 95. Datos de frecuencia 14 – carril izquierdo	100
Figura 96. Datos de campo tramo 15 – carril izquierdo.....	101
Figura 97. Datos de frecuencia 15 – carril izquierdo	101
Figura 98. Datos de campo tramo 16 – carril izquierdo.....	102
Figura 99. Datos de frecuencia 16 – carril izquierdo	102
Figura 100. Datos de campo tramo 17 – carril izquierdo.....	103
Figura 101. Datos de frecuencia 17 – carril izquierdo	103
Figura 102. Datos de campo tramo 18 – carril izquierdo.....	104
Figura 103. Datos de frecuencia 18 – carril izquierdo	104
Figura 104. Datos de campo tramo 19 – carril izquierdo.....	105
Figura 105. Datos de frecuencia 19 – carril izquierdo	105
Figura 106. Datos de campo tramo 20 – carril izquierdo.....	106
Figura 107. Datos de frecuencia 20 – carril izquierdo	106
Figura 108. Datos de campo tramo 21 – carril izquierdo.....	107
Figura 109. Datos de frecuencia 21 – carril izquierdo	107

Figura 110. Datos de campo tramo 22 – carril izquierdo.....	108
Figura 111. Datos de frecuencia 22 – carril izquierdo	108
Figura 112. Datos de campo tramo 23 – carril izquierdo.....	109
Figura 113. Datos de frecuencia 23 – carril izquierdo	109
Figura 114. Datos de campo tramo 24 – carril izquierdo.....	110
Figura 115. Datos de frecuencia 24 – carril izquierdo	110
Figura 116. Datos de campo tramo 25 – carril izquierdo.....	111
Figura 117. Datos de frecuencia 25 – carril izquierdo	111

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia	61
Anexo 2. Evaluación superficial del pavimento con rugosímetro de Merlín.....	62
Anexo 3. Tablas de los datos importados del aplicativo móvil Abakal IRI	112
Anexo 4. Rugosímetro de Merlín.....	138
Anexo 5. Abakal IRI	140
Anexo 6. Planos de ubicación, perfil longitudinal y transversal de la zona de estudio	141

RESUMEN

El objetivo de este trabajo de tesis es analizar la irregularidad del pavimento flexible en un tramo de 10 km de la autopista Costanera Sur, ubicado entre el Km 8+000 y el Km 18+000, para evaluar la rugosidad y la transitabilidad del pavimento. Para ello, se emplearon dos metodologías complementarias: la convencional utilizando el rugosímetro Merlín, un dispositivo normado y ampliamente reconocido para medir la rugosidad del pavimento, y una metodología más moderna con la aplicación Abakal IRI, que permite obtener mediciones de rugosidad mediante un teléfono inteligente. Este enfoque dual permite comparar la precisión y confiabilidad de ambas técnicas para evaluar el estado de la superficie de rodadura. El estudio se desarrolló bajo un diseño experimental con enfoque cuantitativo, y se tomaron 25 muestras de 400 metros en cada carril, cubriendo ambos lados de la carretera. Los resultados obtenidos con el rugosímetro Merlín mostraron una rugosidad de 3,37 m/km en la banda derecha y 3,17 m/km en la banda izquierda, con un valor medio de IRI de 3,27 m/km. Posteriormente, se realizaron mediciones con la aplicación Abakal IRI, utilizando un teléfono móvil de alta gama (Samsung Galaxy S21), que arrojó un IRI de 2,71 m/km en la banda derecha y 2,65 m/km en la banda izquierda, con un promedio de IRI de 2,68 m/km. Estos resultados indican que el estado del pavimento en el tramo analizado es regular, lo que afecta la transitabilidad vehicular. Además, se encontró que las mediciones obtenidas con la aplicación Abakal IRI son consistentes con las obtenidas con el rugosímetro Merlín, lo que valida ambos métodos para la evaluación de la rugosidad y la mejora de la transitabilidad en las carreteras.

Palabras clave: pavimento flexible; irregularidad; rugosidad; transitabilidad; Abakal IRI; rugosímetro de Merlín.

ABSTRACT

The objective of this thesis work is to analyze the irregularity of the flexible pavement in a 10 km section of the Costanera Sur highway, located between Km 8+000 and Km 18+000, to evaluate the roughness and trafficability of the pavement. For this purpose, two complementary methodologies were used: the conventional one using the Merlin roughness meter, a standardized and widely recognized device to measure pavement roughness, and a more modern methodology with the Abakal IRI application, which allows roughness measurements to be obtained using a smartphone. This dual approach allows comparing the precision and reliability of both techniques to evaluate the condition of the rolling surface. The study was developed under an experimental design with a quantitative approach, and 25 samples of 400 meters were taken in each lane, covering both sides of the road. The results obtained with the Merlin roughness tester showed a roughness of 3.37 m/km on the right side and 3.17 m/km on the left side, with an average IRI value of 3.27 m/km. Subsequently, measurements were made with the Abakal IRI application, using a high-end mobile phone (Samsung Galaxy S21), which showed an IRI of 2.71 m/km on the right side and 2.65 m/km on the left side, with an average IRI of 2.68 m/km. These results indicate that the condition of the pavement in the analyzed section is regular, which affects vehicular traffic. In addition, it was found that the measurements obtained with the Abakal IRI application are consistent with those obtained with the Merlin roughness tester, which validates both methods for the evaluation of roughness and the improvement of trafficability on roads.

Keywords: flexible pavement; irregularity; roughness; walkability; Abakal IRI; Merlin roughness tester.

INTRODUCCIÓN

En el Perú, el crecimiento demográfico ha incrementado la demanda de movilidad, impulsando el uso de vehículos privados y la indispensabilidad de una infraestructura vial adecuada. En la región de Tacna, muchas familias poseen uno o más vehículos, lo que resalta la importancia de invertir no solo en la construcción de vías, sino también en su mantenimiento. Evaluaciones técnicas, como el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), son esenciales para garantizar la durabilidad y calidad de las carreteras. Un transporte eficiente y seguro es clave para el desarrollo económico, pero la falta de investigaciones ha generado problemas en la calidad del revestimiento vial y la fluidez del tráfico.

En esta investigación se plantea una propuesta de mejora para la transitabilidad vehicular, empleando dos metodologías complementarias para obtener los valores del Índice de Rugosidad Internacional (IRI): el instrumento Merlín para medición de perfil de carreteras, reconocido por su precisión y uso normado, y la aplicación Abakal IRI, una herramienta innovadora y accesible mediante smartphones. Estas metodologías fueron aplicadas en un tramo de 10 km de la carretera Costanera Sur, entre los kilómetros 8+000 y 18+000, con el propósito de evaluar y diferenciar los resultados. A partir de este análisis, se busca establecer una base sólida para analizar la condición del pavimento y sugerir soluciones de mantenimiento que optimicen la transitabilidad vehicular en el área, asegurando así un incremento en la seguridad y comodidad de los usuarios.

Esta tesis está planificada en cinco capítulos: el primero trata sobre la formulación del problema, los objetivos y la hipótesis; el segundo capítulo presenta el marco teórico, que incluye antecedentes, fundamentos conceptuales y nociones clave relacionadas con el rugosímetro de Merlín y la aplicación Abakal IRI; el tercer capítulo detalla la metodología de la investigación, así como el tipo y nivel de estudio, junto con la población y la muestra; el cuarto capítulo expone los resultados obtenidos y su posterior análisis e interpretación; finalmente, el quinto capítulo se enfoca en la discusión de los resultados y concluye con las conclusiones y recomendaciones finales.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

El principal desafío que enfrenta la carretera Costanera Sur, una vía clave en la región de Tacna, radica en los problemas de transitabilidad derivados de deficiencias en su mantenimiento y la falta de una evaluación adecuada de la rugosidad de su superficie asfáltica. Esta situación genera dificultades para los usuarios, aumentando el riesgo de accidentes y afectando la calidad del transporte en la región.

El deterioro prematuro de la carretera, causado por la falta de un análisis riguroso del dispositivo de medición de irregularidades longitudinales Merlín y de una intervención adecuada, agrava los problemas de transitabilidad. A medida que las fallas en la infraestructura vial persisten, se incrementa la incomodidad para los conductores y el desgaste de los vehículos, lo que afecta tanto la seguridad vial como la eficiencia del tránsito.

Para poder determinar el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), utilizando la metodología del dispositivo de medición de irregularidades longitudinales Merlín tiene algunas desventajas sobre la operatividad de la misma suele ser tedioso y lento, además, la toma de las lecturas tienen un rendimiento de 3 km/h por carril, también una vez tomadas las lecturas, estas tienen que ser procesadas en gabinete utilizando otro tiempo extra, en caso si tuviéramos carreteras donde se tienen que evaluar distancias superiores a los 20 km este trabajo se hace difícil y pesado.

El Abakal IRI, tiene una deficiencia que solamente recomiendan para uso a nivel de estudios básicos referenciales mas no para estudios definitivos, porque tienen muchos factores que inciden en la lectura de la misma al estar comprometida para obtener las lecturas como la calidad y la gamma del smartphone, la presión de las llantas, la antigüedad del vehículo, la eficiencia de los amortiguadores, el peso del vehículo, además este todavía no está normado, entre otros. Por tal razón (Osco & Atencio, 2022) en la tesis "Factores que afectan las mediciones del software Abakal iri para evaluar la rugosidad del pavimento en Tacna-2021" investigan los factores determinantes para obtener lecturas adecuadas que asemejan a las del rugosímetro de Merlín.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo la comparativa del análisis de los valores IRI obtenidos con el rugosímetro de Merlín y el aplicativo Abakal IRI plantean una propuesta efectiva de mejora en la transitabilidad vehicular del tramo de la carretera Costanera sur, Tacna 2024?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuáles son los datos del Índice de Rugosidad Internacional proporcionados por el rugosímetro de Merlín y el aplicativo Abakal IRI, utilizados para evaluar la carretera Costanera Sur - Tacna 2024?
- b. ¿Cuál es el nivel de confiabilidad por el aplicativo Abakal IRI frente al rugosímetro de Merlín en la carretera Costanera Sur - Tacna 2024?
- c. ¿Cuál es la mejor propuesta de transitabilidad frente a los resultados obtenidos en la carretera Costanera Sur - Tacna 2024?

1.3. Justificación e importancia

En la era digital actual, la recolección de datos mediante aplicativos móviles ha emergido como una herramienta esencial en diversos campos, agilizando la recolección de datos en tiempo real. En este contexto, el aplicativo móvil Abakal IRI se destaca por su capacidad para recopilar datos de manera eficiente y oportuna. Sin embargo, su utilidad en proyectos definitivos depende de la validación de las lecturas obtenidas, garantizando su precisión y confiabilidad.

Esta investigación se orienta hacia la validación de las interpretaciones del software Abakal IRI para su empleo en proyectos concretos, mediante un proceso riguroso que incluye comparaciones con otras fuentes de información y evaluaciones de precisión, asegurando así la idoneidad de los datos obtenidos en tiempo real para su aplicación efectiva.

1.3.1. Desde una perspectiva social

Abarcando una perspectiva social, se busca proponer un estudio para mejorar la transitabilidad y la seguridad de quienes se ven involucrados y así se apreciará una mejor vía de tránsito y por ello atraerá a más vehículos a que transiten con normalidad y seguridad.

1.3.2. Desde una perspectiva económico

La implementación de Abakal IRI brinda ventajas económicas al optimizar el uso de recursos y disminuir los gastos enlazados con la supervisión y el mantenimiento de la infraestructura de la autopista.

1.3.3. Desde una perspectiva ambiental

El uso del Abakal IRI radica en su capacidad para mejorar la gestión del mantenimiento vial, lo que tiene un impacto bueno para el medio ambiente. Al proporcionar mediciones precisas de la irregularidad del pavimento, Abakal permite identificar áreas que necesitan mantenimiento, lo que ayuda a prevenir daños mayores en la carretera y reduce la necesidad de reparaciones intensivas que pueden generar residuos y consumo de recursos naturales.

1.3.4. Desde una perspectiva científico

A través de tecnología avanzada y métodos de análisis rigurosos, Abakal IRI ofrece datos fiables que pueden ser utilizados en investigaciones científicas para entender mejor los patrones de deterioro del pavimento, identificar factores que influyen en su desempeño y desarrollar nuevas técnicas de mantenimiento y diseño de carreteras.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Plantear una propuesta de mejora para la transitabilidad vehicular en la carretera costanera sur analizando valores IRI obtenidos mediante rugosímetro de Merlín y aplicativo Abakal IRI - Tacna 2024.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Determinar los datos del Índice de Rugosidad Internacional proporcionados por el rugosímetro de Merlín y el aplicativo Abakal IRI, utilizados para evaluar la carretera Costanera Sur - Tacna 2024.
- b. Analizar el nivel de confiabilidad del aplicativo Abakal IRI frente al Rugosímetro de Merlín en la carretera Costanera Sur - Tacna 2024.

- c. Determinar cuál es el método más preciso para medir la rugosidad, comparando el rendimiento del aplicativo Abakal IRI y el rugosímetro de Merlín - Tacna 2024.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

Analizando valores IRI obtenidos mediante rugosímetro de merlín y aplicativo Abakal IRI será altamente factible plantear una propuesta de mejora para la transitabilidad vehicular en la carretera Costanera Sur - Tacna 2024.

1.5.2. Hipótesis específicas

- a. Los resultados obtenidos de rugosidad por el rugosímetro de Merlín y el aplicativo Abakal IRI en la carretera Costanera Sur son altamente aceptables.
- b. El nivel de confiabilidad que presenta el aplicativo Abakal IRI frente al rugosímetro de Merlín es satisfactorio para obtener el IRI.
- c. La mejor propuesta analizada mejorará la transitabilidad en la carretera Costanera Sur.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Reyes (2020) en su tesis: “Cálculo del Índice de Rugosidad Internacional en la AV. La Prensa, utilizando dispositivos inteligentes y el rugosímetro de Merlín”, desarrollada en Jipijapa - Manabí - Ecuador en el año 2020, su objetivo principal es realizar una comparación del índice rugosidad en la superficie del pavimento utilizando 2 aplicativos móviles frente al medidor de rugosidad Merlín en la Avenida la prensa, finalmente en la tesis propuesta se concluyó que la estimación IRI de la autopista es de 2 m/km, y que la aplicación de estos aplicativos en la actualidad son de mucha ayuda para el cálculo de sistema de medición de rugosidad vial Merlín, además que la transitabilidad de la Avenida la prensa del canto de Jipijapa es Buena.

Almeida (2018) en su tesis “Aplicación para teléfonos inteligentes diseñada para medir irregularidades longitudinales en carreteras, 2018”, el objetivo de este proyecto fue desarrollar una aplicación para teléfonos inteligentes llamada SmartIRI, destinada a estimar el Sistema de medición de rugosidad vial Merlín, que mide la irregularidad longitudinal de pavimentos flexibles. La metodología empleada en la investigación es de carácter correlacional. La aplicación se instala en un auto mediante una base fijada al parabrisas y utiliza los sensores del teléfono inteligente, como el acelerómetro y el GPS, para reunir información acerca de la aceleración vertical, la velocidad y la posición.

Chavez (2019) en su tesis “Desarrollo de la correlación entre dos indicadores del estado de la superficie del pavimento. 2019”, el propósito del estudio fue analizar el Índice de Condición del Pavimento (PCI) y el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) en un segmento de la Avenida Loja en Cuenca. Este segmento se dividió en 85 secciones de 50 metros. El PCI, conforme a la norma ASTM D6433, mide el estado de la superficie, mientras que el IRI, obtenido mediante la aplicación Roadroid, evalúa la rugosidad, utilizando los índices IRI y IRI para la textura y la rugosidad, respectivamente. Los resultados del PCI dieron a conocer que el 45 % de las secciones se encontraban en excelente estado y el 35 % en buen estado, mientras que el 20 % restante estaba en condiciones aceptables o malas. Las fallas más comunes en las secciones deterioradas incluían fisuras, reparaciones extensas y hundimientos. El IRI mostró una rugosidad de 4,8 m/km, indicando un pavimento antiguo y desgastado. La correlación entre el PCI y

el IRI fue de 0,79, lo que indica una fuerte relación inversa entre la textura del pavimento y su condición.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Arce (2021) en su tesis: "Análisis del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) utilizando la aplicación Abakal para teléfono inteligente en la Avenida Universitaria del distrito de Pillco Marca - 2021", desarrollado en Huánuco, este proyecto de titulación busca obtener el título en ingeniería civil. Su objetivo es calcular el índice de rugosidad mediante la aplicación Abakal y compararlo con los valores obtenidos utilizando una mira y un nivel, pero de una manera mucho más simple. Se observó que los datos recolectados son bastante parecidos, lo que permite concluir que los resultados generados por la aplicación Abakal son válidos. Además, los análisis de funcionalidad indican que la condición del pavimento es deficiente y la transitabilidad es insatisfactoria.

Ríos y Torres (2022) en su tesis "Índice de Regularidad Internacional empleando softwares móviles para determinar el nivel de prestación de la superficie de rodadura." El objetivo de esta investigación fue determinar el Índice de Rugosidad Internacional a través de un software de móvil con el fin de optimizar el tiempo y los costos. En este estudio se emplearon dos aplicaciones móviles: Abakal y Total Pave, comparando su rendimiento y destacando cuál de ellas ofrece mayor confiabilidad. Se obtuvo un porcentaje de 67,35 % para Abakal y 75,52 % para Total Pave.

Chambilla y Ramos (2021) en su tesis: "Valoración del pavimento flexible mediante el método del rugosímetro de Merlín y la aplicación IRI-CALC FREE en la Avenida Simón Bolívar, Puno". Esta investigación tuvo como objetivo calcular el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) del pavimento flexible en la Avenida Simón Bolívar de la ciudad de Puno, aplicando el método del rugosímetro de Merlín y la herramienta IRI-CALC FREE. Se obtuvo un IRI de 3,28 en el primer carril con el Rugosímetro de Merlín, clasificándolo como Regular, mientras que en el segundo carril se obtuvo un IRI promedio de 3,51, también clasificado como Regular. Por otro lado, la herramienta IRI-CALC FREE arrojó un IRI de 3,85 en el primer carril, clasificándolo como Regular, y 4,21 en el segundo carril, considerándolo como Deficiente. Se concluye que, de acuerdo con el IRI obtenido a través de la aplicación IRI-CALC FREE, la condición del pavimento de la Avenida Simón Bolívar en el segundo carril se clasifica como Deficiente.

2.1.3. Antecedentes locales

Beingolea y Gonzalo (2021) en su tesis: “Aplicación del smartphone y el Rugosímetro de Merlín para medir la rugosidad del pavimento flexible en la Av. Internacional, Tacna-2021”. Este proyecto de titulación, previo a la obtención del título en ingeniería civil, tiene como objetivo determinar el índice de rugosidad utilizando un smartphone en relación con el rugosímetro de Merlín. Se busca evaluar la confiabilidad de utilizar una aplicación para el cálculo del IRI, concluyendo que, al aplicar ambas metodologías en la Av. Internacional de Tacna, se obtiene una transitabilidad clasificada como regular.

Oscó y Atencio (2022) en su tesis: “Aspectos que afectan las mediciones del Software Abakal IRI para evaluar la rugosidad del pavimento en la carretera Costanera Sur, Tacna-2022.” Este proyecto tiene como objetivo identificar los factores que influyen en el uso de la aplicación Abakal (IRI). Para ello, se llevaron a cabo una serie de pruebas con diversas características. Se determinó que al emplear una camioneta Toyota Hilux 2021, con una presión de neumáticos de 35 PSI y un teléfono Huawei P30 de gama alta, además de llevar una carga de 300 kg, se obtuvo un IRI de 3,29 m/km, lo que indica un estado clasificado como Regular. Por lo tanto, el Abakal IRI ofrece resultados comparables a los del rugosímetro de Merlín, lo que sugiere que los datos son confiables y tienen un impacto significativo en la carretera Nacional PE-1SD.

Mamani y Lozano (2021) en su tesis: “Evaluación de la rugosidad del pavimento mediante el uso de teléfonos inteligentes para optimizar la transitabilidad vehicular en la Av. Antúnez de Mayolo, distrito Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna - 2021”, analizó la transitabilidad utilizando los resultados de las aplicaciones Roadroid y Abakal, demostrando que ambos aplicativos generan valores similares en la evaluación de la condición del pavimento y en la clasificación de la transitabilidad.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Pavimento

El pavimento se refiere a la estructura o capa superficial construida en las carreteras y otras vías de tránsito con el propósito de dar una superficie adecuada para la circulación de vehículos. Consiste en una serie de capas superpuestas, cada una con una función específica. Estas capas incluyen desde la subrasante, que es el suelo natural o preparado sobre el cual se construye el pavimento, hasta la capa de rodadura, que es la capa superior diseñada para soportar el contacto directo de los neumáticos (MTC, 2014).

2.2.2. Pavimento flexible

Es utilizado en carreteras y autopistas y está formado por capas de material granular y asfalto, tal como se muestra en la “figura 1”. La flexibilidad y la resistencia a las cargas del tráfico y a la deformación garantizan una superficie segura y duradera.

El área de la carpeta asfáltica flexible partiendo de la parte exterior consta de: capa selladora, capa laminada, capa adhesiva, capa ligante, capa imprimadora, capa base, subrasante, subrasante y subsuelo (MTC, 2014).

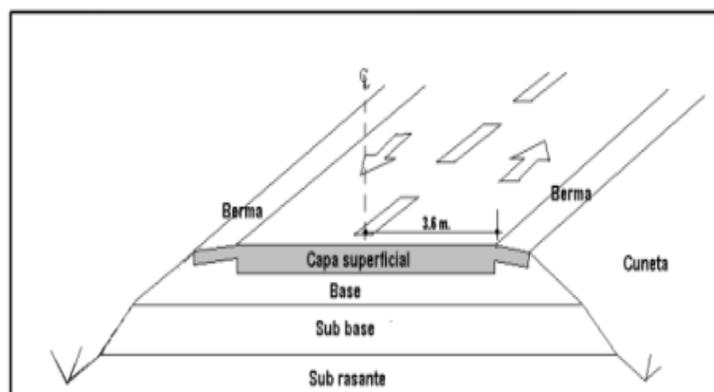
La composición de las capas de pavimento depende generalmente del tránsito vehicular con o sin proyecto, y de las características naturales del terreno

Entre las cualidades fundamentales que debe reunir una superficie flexible se destacan las siguientes:

- Capacidad estructural
- Resistencia
- Gastos.
- Requisitos de retención.
- Confort.

Figura 1

Carpetas del pavimento



Nota. Adaptado de Rico & Del Castillo (2015) del sitio web <https://www.ingenieriaayconstruccioncolombia.com/tipos-de-pavimento/>.

2.2.3. Bases teóricas de la variable dependiente

La superficie de rodadura es la capa superior del pavimento y está diseñada especialmente para ofrecer una superficie de contacto segura y apropiada para el tráfico de todos tipos de autos. También se le conoce como superficie de desgaste o capa de desgaste.

2.2.4. Base

Es la capa de material granular o estabilizado que se encuentra situada entre la capa de rodadura y la subbase. Su función principal es proporcionar soporte estructural, distribuir las cargas aplicadas por el tráfico y mejorar la durabilidad del pavimento, contribuyendo así a la estabilidad y el rendimiento general de la infraestructura vial.(SNIP, 2015).

2.2.5. Subbase

Capa superficial con un grosor determinado, diseñada para sostener la superficie de rodadura. Además, sirve como un sistema de desencanamiento y contribuye a controlar la capilaridad del agua. Dependiendo de la estructura del pavimento, esta capa puede no ser necesaria. Puede estar hecha de material granular ($\text{CBR} \geq 40 \%$) o tratada con asfalto, cal o cemento para asegurar su efectividad (SNIP, 2015).

2.2.6. Subrasante

La subrasante, se refiere a la capa inferior del pavimento que se encuentra debajo de la base y la subbase. Consiste en el suelo natural o el material de relleno compactado sobre el cual se construye el pavimento.

Uno de los aspectos fundamentales de la subrasante es su capacidad de soporte. Se realizan estudios y pruebas geotécnicas para evaluar su resistencia y capacidad de carga. Esto garantiza que la subrasante pueda soportar las cargas del tráfico sin deformarse excesivamente, proporcionando una base estable para el pavimento.

Su potencial de carga durante el uso, junto con las características de flotabilidad y la construcción de la capa de rodadura, son las variables fundamentales en el diseño de la capa de rodadura sobre el cual se asfalta (MTC, 2014).

2.2.7. Servicio

La subrasante, en el contexto del Manual de Carreteras, se refiere a la capa inferior del pavimento que se encuentra debajo de la base y la subbase. Consiste en el suelo natural o el material de relleno compactado sobre el cual se construye el pavimento.

Uno de los aspectos fundamentales de la subrasante es su capacidad de soporte. Se realizan estudios y pruebas geotécnicas para evaluar su resistencia y capacidad de carga, siendo el índice de funcionalidad especificado en una escala que determina el grado tabla 1. Esto garantiza que la subrasante pueda soportar las cargas del tráfico sin deformarse excesivamente, proporcionando una base estable para el pavimento (MTC, 2014).

Tabla 1

Escala de Índice de funcionalidad

Índice de funcionalidad	Grado
5	Muy bien
4	Muy bien
3	Bien
2	Común
1	Mal
0	Muy malo

Nota: Adaptado de la Guía AASHTO, 1993.

2.2.8. Transitabilidad

Indica que una carretera está en funcionamiento y no ha sido interferida al tránsito público debido a "incidentes viales" que pueden interrumpir el paso en ciertos tramos. Estas interrupciones suelen ser causadas por daños significativos provocados por fenómenos naturales, como deslizamientos de tierra debido a lluvias intensas (huaicos), desprendimientos de rocas, pérdida de la plataforma vial, erosión de ríos o el colapso de puentes. Estos problemas afectan de manera importante a las comunidades y son más frecuentes durante la temporada de lluvias (Cruz, 2021).

2.2.9. Índice de funcionalidad

Es una cualidad que permite medir el desgaste o la calidad de la comodidad en la superficie de rodadura. Hoy en día, para medir el desgaste, se aplica el Índice

Internacional de Rugosidad (IRI). Existen ecuaciones específicas que permiten vincular el índice de serviciabilidad con el IRI tabla 2, estableciendo una relación entre. (Fernández, 2021).

Para evaluar se emplea la expresión matemática de W. Paterson, basada en el valor del IRI. Este método permite determinar el estado funcional o el nivel de servicio de la capa superficial del pavimento, el significado que la AASHTO introdujo en 1957. Los valores del índice PSI se califican en una escala que va de 0 a 5 (Fernández, 2021).

Tabla 2

Clasificación de la serviciabilidad

Índice de serviciabilidad (PSI)	Calificación
5 - 4	Muy bien
4 - 3	Bien
3 - 2	Estándar
2 - 1	Malo
1 - 0	Pésimo

Nota: Adaptado de la Guía AASHTO, 1993.

2.2.10. Rugosidad

Las irregularidades en la superficie del pavimento se refieren a cualquier deformación o aspereza que pueda presentarse en la vía. Estas imperfecciones impactan directamente en el deterioro de las vías, así como en la experiencia de los usuarios. Además, afectan negativamente la calidad de la conducción, la seguridad vial y los costos operativos de los vehículos.

El Banco Mundial ha establecido una medida estándar para la rugosidad, conocida como el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), que oscila entre 0 (representando un pavimento completamente liso y libre de imperfecciones) y 12 (indicando una carretera extremadamente rugosa e impracticable). Esta métrica, ampliamente reconocida, permite evaluar la rugosidad superficial de los pavimentos mediante el cálculo de la suma de los desplazamientos verticales, dividida por la longitud de dicho tramo, considerando los valores absolutos de esos desplazamientos.

2.2.10.1. Razones factibles de la rugosidad

Las deformaciones en la superficie de los pavimentos ya sean nuevos o ya establecidos, pueden surgir por la ausencia de estrategias de conservación adecuadas o por fallas en la planificación y construcción de la vía. Estos inconvenientes pueden deberse a la falta de medidas de control esenciales, lo que a su vez contribuye a la aparición de las irregularidades observadas.

2.2.10.2. Variables que influyen en la rugosidad de las carreteras

La experiencia ha demostrado que existen numerosos factores que impactan la rugosidad superficial, tales como:

- Antigüedad del pavimento.
- Volúmenes vehiculares.
- Grosor del pavimento.
- Identificación estructural
- Presencia de suelos inestables
- Características del asfalto utilizado: proporción de vacíos con aire, gravedad específica y contenido de asfalto.
- Condiciones ambientales: temperatura media, cantidad de precipitaciones (días de lluvia), índice de congelación y días con temperaturas superiores a 32 °C.
- Atributos de la base granular: grado de humedad y porcentaje de material que pasa por la malla 200.
- Características de la subrasante: íd. de plasticidad, cont. de humedad, proporción de limos y arcillas de material que pasa la malla 200.
- Extensión y gravedad de los daños en el pavimento.

2.2.11. Índice de rugosidad internacional (IRI)

La American Society for Testing and Materials (ASTM), define como la variación de la superficie del pavimento en relación con una superficie plana, lo cual impacta en la dinámica vehicular, la calidad del recorrido, las cargas dinámicas y el drenaje. Además, la rugosidad puede interpretarse como las deformaciones en la superficie de la carretera

que generan aceleraciones verticales indeseadas, contribuyendo a la incomodidad durante el trayecto (Villar, 2019).

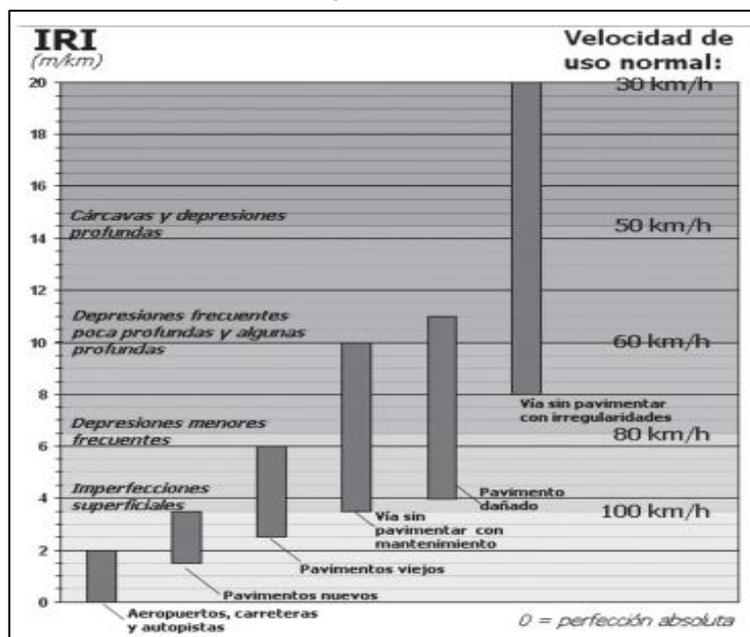
El Índice de Rugosidad Internacional (IRI) es una medida utilizada para evaluar la regularidad de la superficie de una autopista. Este índice, creado por el Banco Mundial como un estándar estadístico de rugosidad, tiene el propósito de determinar cómo la curva de nivel de la carretera influye en la categoría de la experiencia de conducción (Villar, 2019).

2.2.11.1. Escala y características del IRI

El IRI es un parámetro utilizado para cuantificar la rugosidad de la superficie de las carreteras. Se mide en metros por kilómetro (m/km) y se obtiene a través de dispositivos de medición que recorren la vía, registrando las variaciones en la elevación. Este índice proporciona una evaluación objetiva de la calidad de la superficie vial y su impacto en la comodidad del viaje, la dinámica vehicular, el drenaje y el mantenimiento necesario. Un IRI bajo indica una superficie suave y de buena calidad, mientras que un IRI alto sugiere irregularidades que pueden afectar negativamente la experiencia de conducción y el desgaste de los vehículos, tal como se muestra en la figura 2 y tabla 3.

Figura 2

Escala estándar empleada por el Banco Mundial para clasificar los caminos según su IRI



Nota: Adaptado del UMTRI Research Review (2002) del sitio web <https://www.redalyc.org/pdf/441/44170524010.pdf>.

Tabla 3*Valores de IRI (m/km)*

País	Bueno	Regular	Malo	Rechazo	Recepción
Estados Unidos	<2,4	2,4 – 4,7	> 4,7		
España	0 – 2,5	2,5 – 4,0	> 5,0	2,85	1,8
Chile	0 – 3,0	3,0 – 3,6	>4,0	2,50	2,5
Honduras	< 3,5	3,5 – 6,0	>6,0		
Uruguay	<3,9	4,0 – 6.0	>4,6		

Nota. Adaptado de Alvarenga, (2002).

2.2.12. Metodologías para la obtención de la rugosidad

Según diversas investigaciones han demostrado que hay numerosos dispositivos detallados en la figura 3 capaces de medir la rugosidad del pavimento. Es fundamental que estos grupos estén correctamente verificados y en condiciones buenas de funcionamiento. A partir de exámenes visuales, es posible establecer relaciones y determinar el estado actual del pavimento. (MTC, 2014)

Figura 3*Equipos para la medición de la regularidad*

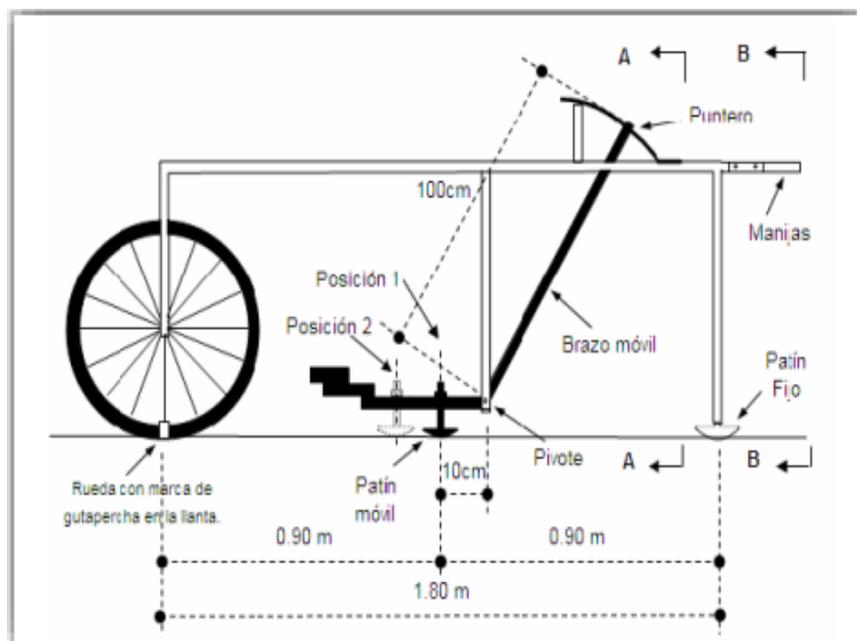
Nota. Adaptado de Lavaud (2021). *El perfilómetro y perfilógrafo.* Del sitio <https://es.slideshare.net/slideshow/importancia-del-ndice-de-rugosidad-internacional-iri-en-la-construccin-de-pavimentos/67848053#44>.

2.2.13. Rugosímetro de Merlín

El rugosímetro de Merlín es un dispositivo utilizado para medir la rugosidad de la superficie de pavimentos y carreteras, tal como se muestra en la figura 4. Este instrumento se basa en el principio de la medición de la variación de la distancia entre un sensor y la superficie, permitiendo obtener un índice de rugosidad que se expresa generalmente en unidades de longitud por distancia (por ejemplo, metros por kilómetro). Su diseño compacto y portátil lo hace adecuado para aplicaciones en campo, proporcionando datos precisos sobre la calidad de la superficie vial. Los resultados obtenidos con el rugosímetro de Merlín son fundamentales para evaluar la condición de las infraestructuras, planificar mantenimientos y mejorar la seguridad y comodidad del tránsito vehicular.

El método de medición del Merlín como se representa en la figura 5, al ser una variante de un perfilómetro estático, se distingue por la gran precisión de sus resultados, lo que lo posiciona como un método de Clase 1. Existe una fuerte correlación entre los resultados obtenidos con el Merlín y la escala del IRI, con un coeficiente de determinación cercano a 1 ($R^2=0.98$). (Martínez, 2001).

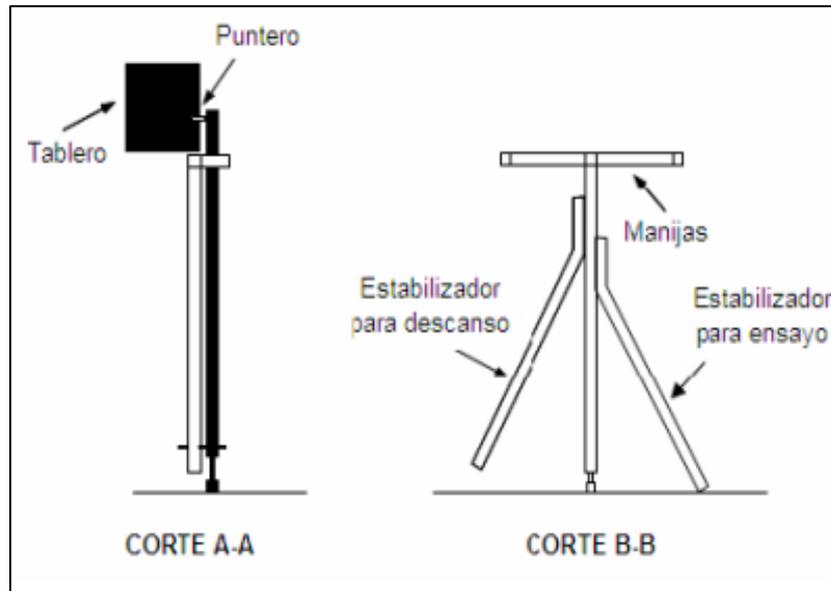
Figura 4
Instrumento Merlín



Nota. Adaptado de Díaz (2021). del sitio web https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/4229/1/TL_DiazSanchezYajaira.pdf.

Figura 5

Detalles del rugosímetro de Merlín



Nota. Adaptado de Diaz (2021) del sitio web https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/4229/1/TL_DiazSanchezYajaira.pdf.

El Merlín analiza el desplazamiento vertical entre la superficie de la vía y el punto medio de una línea imaginaria de longitud constante, un valor conocido como variación respecto a la cuerda promedio. Este dispositivo cuenta con dos patas, separadas por 1.8 metros, que se apoyan sobre la superficie del camino, midiendo la rugosidad a lo largo de la huella de las ruedas (wheel track).

Se coloca un patín de prueba móvil en el centro entre las dos patas del Merlín, que mide la distancia vertical "y" desde la capa de la carretera hasta el punto medio de la línea que conecta las bases de las patas. Los resultados se documentan en un formato que acompaña al equipo, llevando a cabo mediciones repetidas a lo largo de la trayectoria de las llantas. Al finalizar las observaciones, se retira el formato, generando un histograma. El "ancho" del histograma (D), medido en milímetros, indica la rugosidad en la escala del Merlín. (Martínez, 2001).

a. Modo de Uso

Para realizar los ensayos, se requiere la colaboración de dos sujetos: uno que tome el equipo, y uno que anote las lecturas. Es necesario seleccionar un tramo de 400 metros en un carril específico de la carretera, donde las mediciones deben seguir la huella externa del tráfico.

Para calcular el valor de la rugosidad, se deben realizar 200 mediciones de las irregularidades en el pavimento, las cuales reflejan las desviaciones respecto a la cuerda promedio. Estas irregularidades son detectadas por el patín móvil del Merlín, y las lecturas se muestran en la posición del puntero en la escala graduada del dispositivo. Las mediciones se llevan a cabo deteniendo el equipo a intervalos regulares, generalmente cada 2 metros. En la práctica, esto se facilita utilizando la circunferencia de la rueda del Merlín como referencia, lo que implica que se realiza una medición después de que la rueda ha completado una vuelta completa.

Al tomar la lectura, el rugosímetro debe apoyarse sobre la carretera: la rueda, el soporte trasero fijo y el estabilizador. La lectura del puntero varía entre 1 y 50, y se registra en un formato de campo, que consiste en una cuadrícula de 20 filas y 10 columnas, como se muestra en la figura 6. Los datos se completan comenzando desde la casilla (1;1) y se anotan de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha. (Martínez, 2001).

Figura 6

Plantilla para recolección de datos de campo

ENSAYOS PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN (HOJA DE CAMPO)										
PROYECTO :						OPERADOR :				
SECTOR :						SUPERVISOR :				
TRAMO :						FECHA :				
CARRIL :										
ENSAYO N°	<input type="text"/>	KM	<input type="text"/>	+	<input type="text"/>	HORA	<input type="text"/>	:	<input type="text"/>	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
	TIPO DE PAVIMENTO :									
	AFIRMADO <input type="checkbox"/>									
	BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>									
	BASE IMPRIMADA <input type="checkbox"/>									
	TRAT. BICAPA <input type="checkbox"/>									
	CARPETA EN FRO <input type="checkbox"/>									
	CARP. EN CALIENTE <input type="checkbox"/>									
	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>									
	SELLADO <input type="checkbox"/>									
	OTROS <input type="checkbox"/>									
OBSERVACIONES :										
<hr/>										
<hr/>										

Nota. Adaptado de Aguila (1999) del sitio web <https://es.slideshare.net/slideshow/metodo-iri-resumida/251136425>.

b. Cálculo para el rugosímetro de Merlín

Como se ha señalado, para obtener los 200 datos necesarios que permiten calcular el valor de rugosidad, se utiliza una escala arbitraria de 50 unidades

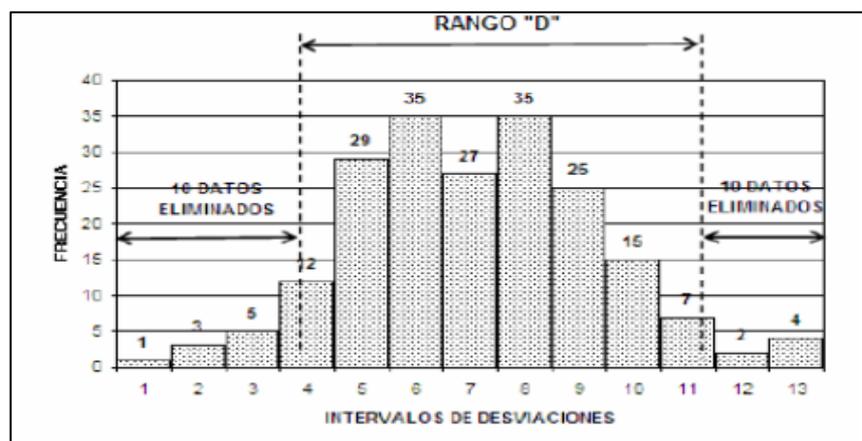
ubicada en el tablero del rugosímetro. Esta escala sirve para registrar las 200 posiciones que asume el puntero del brazo móvil. La división número 25 debe coincidir con la posición central del puntero en el tablero cuando el perfil del terreno se alinea con la línea o cuerda promedio.

Si las diferentes posiciones del puntero se ubican en la división 25 o se acercan a ella (indicación de baja dispersión), el ensayo señalará que el pavimento presenta un perfil similar a una línea recta, lo que indica baja rugosidad. Por otro lado, si el puntero se sitúa repetidamente lejos de la división número 25 (indicando alta dispersión), se evidenciará que el pavimento tiene un perfil con múltiples variaciones, lo que implica una rugosidad elevada.

La variabilidad de los datos obtenidos con el dispositivo Merlín se examina utilizando el cálculo de la frecuencia de las lecturas registradas por el puntero. Con fines educativos, esta frecuencia puede representarse mediante un histograma, como se observa en la figura 7. Posteriormente, se define el rango de los valores clasificados en intervalos de frecuencia (D), tras eliminar el 10% de los datos que corresponden a lecturas erráticas o que no son representativas. En la práctica, se descarta el 5% de los datos ubicados en el extremo inferior y el 5% en el extremo superior del histograma. (Martínez, 2001).

Figura 7

Histograma de la distribución de frecuencias



Nota. Adaptado de Aguila (1999) del sitio web <https://es.slideshare.net/slideshow/metodo-iri-resumida/251136425>.

Una vez realizado el descarte de datos, se procede a calcular el "ancho del histograma" en unidades de la escala, tomando en cuenta las fracciones que puedan surgir como resultado de esta eliminación.

Factor de corrección.

La ecuación 1, permite calcular el factor de corrección (F.C.) y se determina mediante la siguiente fórmula:

$$F.C. = (EP \times 10) / (Li - Lf) \times 5 \quad (1)$$

Donde:

EP = Espesor de la pastilla

Li = Posición inicial.

Lf = Posición final.

Cálculo del rango D corregido.

El Rango D corregido (D_c) se calcula usando la ecuación 2:

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

Resultado de IRI

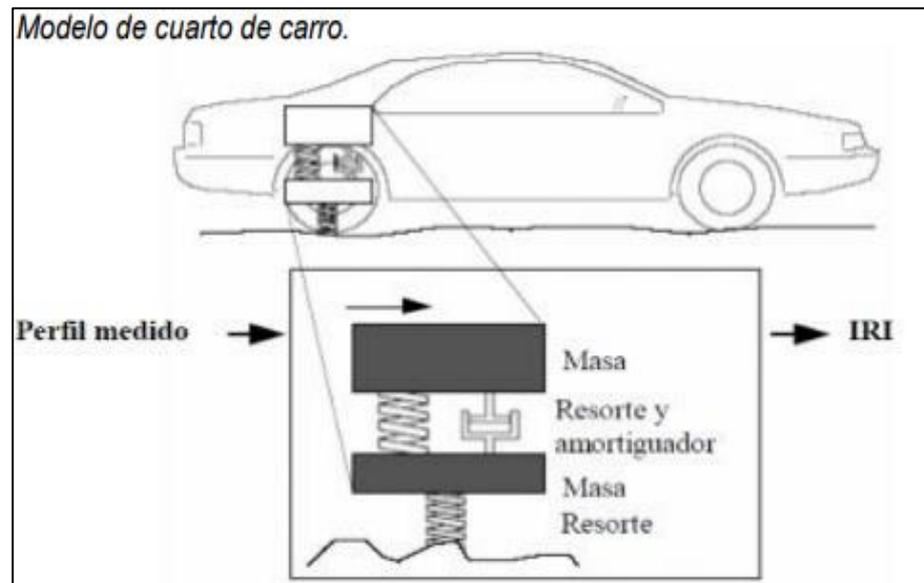
Finalmente, el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) se obtiene mediante la ecuación 3:

$$IRI = 0.593 + 0.047D_c FC \quad (3)$$

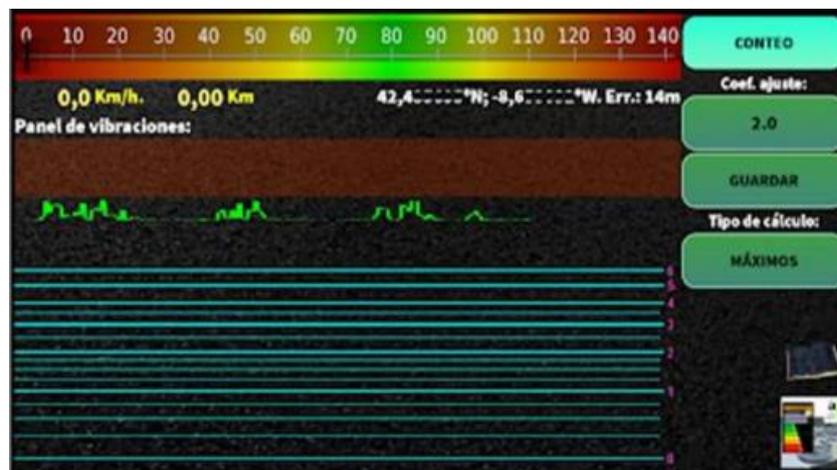
2.2.14. Aplicativo Abakal IRI

El cálculo del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) se realiza empleando los sensores de vibración y el sistema de posicionamiento global (GPS) integrados en teléfonos inteligentes que operan con Android, como se muestra en la figura 9. Se elaborarán gráficos e informes que presenten los valores del IRI cada 100 metros, ofreciendo además la opción de calibración.

Además, se utiliza el modelo de cuarto de carro, que representa el comportamiento de la rueda trasera de un vehículo. Este modelo incluye masas, resortes y amortiguadores con coeficientes estándar para imitar la masa total del vehículo, la masa de la rueda, el desempeño del amortiguador y la elasticidad de la llanta. En el modelo que se muestra en la figura 8, se registran los desplazamientos verticales que corresponden a las imperfecciones del perfil longitudinal de la carretera.

Figura 8*Modelo de cuarto de carro*

Nota. Adaptado de Sayers, & Karamidas (1988) del sitio web <https://www.hobconsultores.com/wp-content/uploads/2017/06/Chasqui-Espanol-Paper-F-Dic-20-2012.pdf>.

Figura 9*Aplicativo Abakal IRI*

Nota. Adaptado de Nieto (2018) del sitio web <https://carreteras-laser-escaner.blogspot.com/2018/10/manual-iri-android-2.html>.

a. Velocidad de ensayo

Es esencial mantener una velocidad lo más uniforme posible durante la ejecución del ensayo, con especial atención en mantenerla cercana a los 80 km/h. Por lo tanto, se ha ajustado el velocímetro para que se ilumine en verde

cuando se alcance y mantenga esta velocidad objetivo de 80 km/h. Este indicador visual ayudará a mantener una velocidad constante y adecuada para el ensayo.

b. Ubicación del Aplicativo

El teléfono inteligente que ejecutara el aplicativo Abakal IRI debe colocarse en un punto fijo dentro del vehículo para asegurar la precisión de las lecturas, tal como se muestra en la figura 10. Generalmente, se sugiere colocarlo en el tablero del vehículo o en un soporte especializado que garantice estabilidad y evite movimientos adicionales que puedan afectar la medición.

Figura 10

Ubicación del aplicativo en el vehículo



Nota. Adaptado de Nieto (2018) del sitio web <https://carreteras-laser-escaner.blogspot.com/2018/10/manual-iri-android-2.html>.

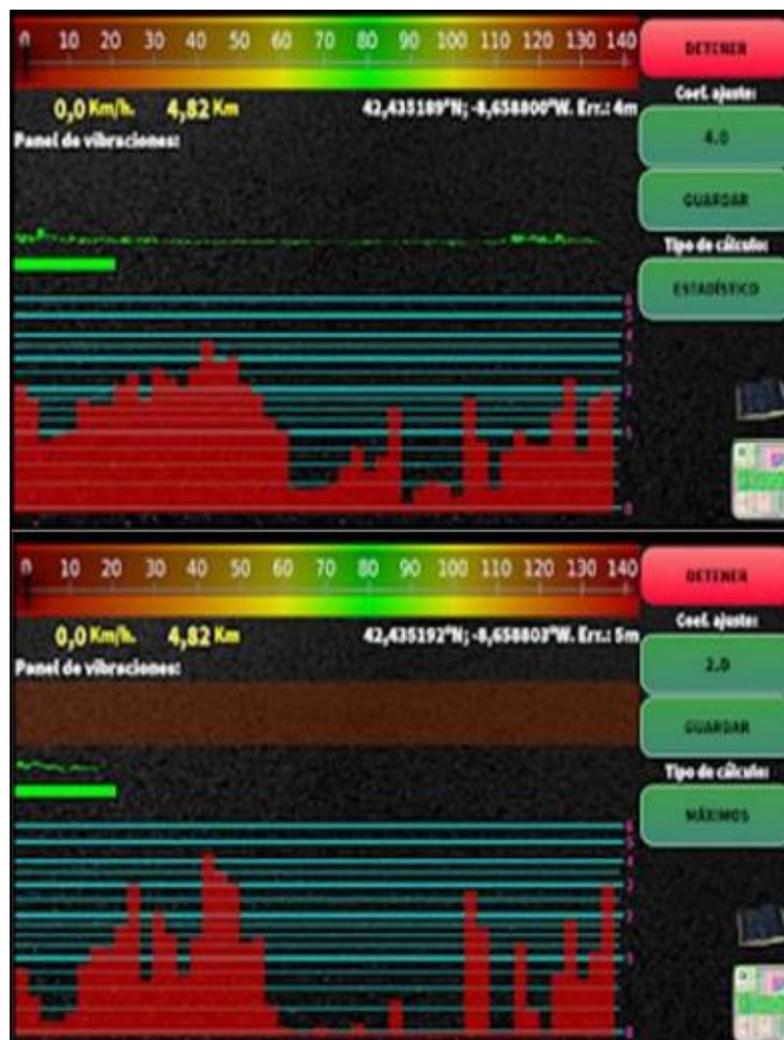
c. Tipo de cálculo

Se han establecido dos métodos de cálculo distintos: uno se basa en métodos estadísticos y el otro en valores máximos. El método estadístico implica la ponderación relativa de los temblores propagados por el modelo de auto al dispositivo en primer y segundo orden, y el coeficiente de ajuste modifica esta ponderación. Por otro lado, el método basado en valores máximos define unos límites a partir de los cuales se evalúa el ensayo, y ajustar estos límites equivale a modificar el ensayo. Así, el coeficiente de ajuste en este caso es inverso a la ponderación del ensayo.

Para ello, el aplicativo emplea los sensores integrados en el dispositivo móvil, como el acelerómetro y el giroscopio, que registran las vibraciones verticales del vehículo mientras circula como se visualiza en la figura 11. Estas vibraciones son procesadas y transformadas en desviaciones verticales, las cuales se acumulan a lo largo de la distancia recorrida para calcular el IRI. Este índice se expresa en metros por kilómetro (m/km) y es un indicador clave de la calidad de la superficie vial: cuanto menor es el valor, más suave es la carretera. El Abakal IRI permite así obtener una evaluación precisa y rápida de la rugosidad de una carretera, sin la necesidad de equipos complejos.

Figura 11

Métodos de cálculo

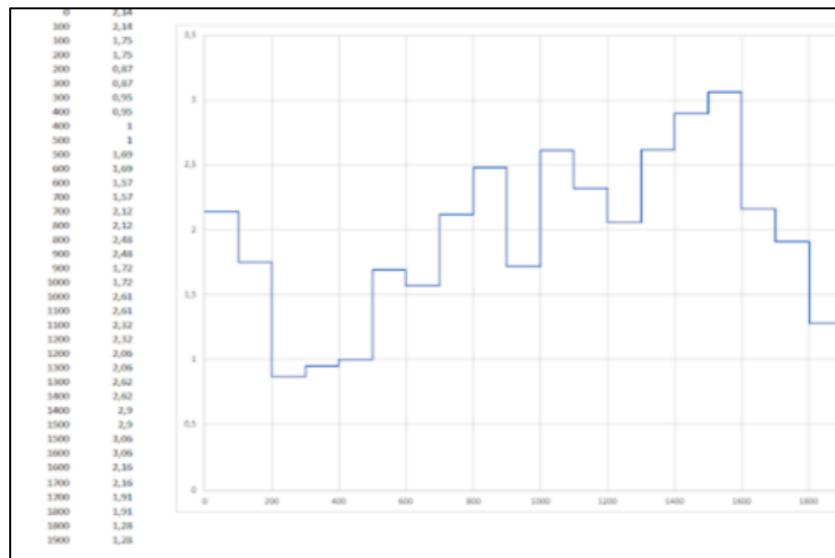


Nota. Adaptado de Nieto (2018) del sitio web <https://carreteras-laser-escaner.blogspot.com/2018/10/manual-iri-android-2.html>.

El programa ABAKAL produce archivos como salida, que se almacenan en la carpeta Abakal/IRI para su posterior análisis. Uno de estos archivos es el Informe IRI.csv figura 12, el cual puede ser abierto como una hoja de cálculo y luego utilizado para generar gráficos basados en los datos obtenidos, tal como se muestra en una figura mencionada anteriormente. Los resultados se detallan en la figura 13 Informe IRI 2.txt.

Figura 12

Informe IRI.csv



Nota. Adaptado de Nieto (2018) del sitio web <https://carreteras-laserescaner.blogspot.com/2018/10/manual-iri-android-2.html>.

Figura 13

Resultados Informe IRI 2.txt

Latitud; Longitud; Altitud; Velocidad; Desplazamiento; Valor IRI
42.43475; -8.657768333333333; 19.9; 26.066151809692382; 0.0; 0,86
42.433925; -8.657068333333333; 24.3; 27.020446586608887; 10.0; 1,07
42.433196666666666; -8.656221666666666; 22.7; 28.00624122619629; 20.0; 1,00
42.433411666666667; -8.655248333333333; 20.0; 31.328671646118163; 30.0; 0,90
42.434066666666666; -8.654288333333334; 16.6; 27.711615371704102; 40.0; 0,87
42.433526666666666; -8.653414999999999; 14.1; 36.35215301513672; 50.0; 1,12
42.432746666666666; -8.652726666666666; 12.1; 36.26135787963867; 60.0; 1,48
42.43196; -8.652136666666667; 11.5; 29.496052551269532; 70.0; 1,40
42.431050000000006; -8.651695; 11.8; 34.20082054138184; 80.0; 1,30
42.430351666666667; -8.651121666666667; 11.6; 28.966096115112304; 90.0; 1,45
42.429700000000004; -8.650216666666667; 14.8; 28.76041316986084; 100.0; 0,95
42.429346666666667; -8.649123333333334; 16.3; 29.89630165100098; 110.0; 0,92
42.428975000000001; -8.64794; 18.1; 24.906172370910646; 120.0; 1,52
42.428733333333334; -8.646768333333334; 16.9; 25.543604278564455; 130.0; 1,05

Nota. Adaptado de Nieto (2018) del sitio web <https://carreteras-laserescaner.blogspot.com/2015/02/manual-iri-android-2.html>. Extraída como imagen de un estudio hecho en campo para adaptarse a un Manual de uso IRI Android.

2.3. Definición de términos

2.3.1. Abakal IRI

Es una medida estándar de la calidad del pavimento de una carretera. Se utiliza para evaluar la rugosidad del pavimento y se expresa en términos de un valor numérico que representa la irregularidad de la superficie de la carretera (Gamarra, 2022).

2.3.2. Transitabilidad

Se refiere a la capacidad de una superficie, como una carretera o un camino, para ser transitada o recorrida sin dificultad. Incluye aspectos como la facilidad de acceso, la comodidad y la seguridad para los vehículos y peatones que la utilizan (Gonzales y Sánchez, 2021).

2.3.3. Rugosímetro de Merlín

Es un dispositivo utilizado para medir la rugosidad de una superficie de pavimento. Proporciona mediciones precisas de la textura del pavimento, que pueden ser utilizadas para evaluar la calidad y la seguridad de la carretera (Huanca, 2023).

2.3.4. Índice de serviciabilidad

Es una medida de la capacidad de un pavimento para proporcionar un servicio satisfactorio a los usuarios, teniendo en cuenta factores como la comodidad de conducción, la seguridad y la durabilidad (Llerena y Torres, 2016).

2.3.5. Psi

El Psi puede referirse a la resistencia del suelo o subrasante, medida en libras por pulgada cuadrada. Esta medida es importante para determinar la capacidad de carga del pavimento y su capacidad para soportar el tráfico vehicular sin deformarse excesivamente (Cárdenas, 2018).

2.3.6. Pavimento flexible

Se refiere a un tipo de pavimento de carretera que se compone de varias capas de materiales, como base granular, subbase y asfalto. Estas capas están diseñadas para distribuir las cargas del tráfico vehicular de manera uniforme y proporcionar una

superficie durable y resistente. Los pavimentos flexibles son comunes en áreas con suelos expansivos o condiciones climáticas variables (Monsalve, 2012).

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de la investigación

Es una investigación experimental porque utiliza y contrasta dos métodos diferentes, el rugosímetro de Merlín y la aplicación Abakal IRI, para medir la rugosidad de un tramo de carretera. Al emplear estas herramientas y recopilar datos en condiciones reales, se obtienen resultados que permiten evaluar el estado del pavimento y proponer mejoras. Este enfoque es característico de una investigación experimental, ya que las conclusiones se basan en pruebas directas y en los datos recolectados en el campo.

3.2. Acciones y actividades

Se calcula que la ejecución del trabajo propuesto tomará al menos 03 meses a partir de su presentación, y estos son:

- a. Revisión bibliográfica:
 - Explorar y examinar documentos especializados acerca de la rugosidad en pavimentos flexibles, los diversos métodos empleados para su medición y su impacto significativo en la calidad de las carreteras.
 - Analizar estudios previos relacionados con la utilización de aplicaciones móviles para la evaluación de la rugosidad en pavimentos.
- b. Estudio del aplicativo móvil Abakal IRI:
 - Obtener una comprensión detallada del funcionamiento del aplicativo móvil Abakal IRI para la medición de la rugosidad en pavimentos flexibles.
 - Adquirir conocimiento sobre las especificaciones técnicas del dispositivo utilizado en el aplicativo móvil Abakal IRI y su nivel de precisión en la medición de la rugosidad del pavimento flexible.
- c. Diseño de la metodología de validación:
 - Establecer los parámetros y criterios de validación que serán empleados para evaluar la precisión del aplicativo móvil Abakal IRI en la medición de la rugosidad del pavimento flexible.
 - Diseñar un plan de muestreo representativo de la Carretera Costanera Sur tramo (km 8+000 – km 18+000), de Tacna para la recopilación de datos sobre la rugosidad del pavimento flexible.

- d. Recolección de datos:
 - Utilizar la aplicación móvil Abakal IRI para llevar a cabo mediciones de la rugosidad del pavimento flexible a lo largo de la carretera costanera sur de Tacna.
 - Registrar meticulosamente los datos recopilados de manera precisa y sistemática.
- e. Análisis de datos:
 - Procesar y analizar los datos recolectados utilizando herramientas estadísticas apropiadas para obtener conclusiones significativas.
 - Contrastar las mediciones efectuadas empleando la aplicación móvil Abakal IRI con mediciones de referencia o estándares reconocidos con el fin de evaluar su exactitud y confiabilidad.
- f. Interpretación de resultados:
 - Examinar los resultados obtenidos conforme a los criterios de validación previamente definidos.
 - Reconocer eventuales restricciones del aplicativo móvil Abakal IRI y proponer enmiendas o ajustes en caso de ser requerido.
- g. Redacción de la tesis:
 - Redactar la tesis conforme a las directrices y estándares establecidos por la institución académica.
 - Organizar la tesis en secciones distintas y bien definidas, que abarquen introducción, revisión de la literatura, metodología, resultados, discusión y conclusiones.
- h. Revisión y defensa de la tesis:
 - Modificar y perfeccionar la tesis de acuerdo con las recomendaciones proporcionadas por los asesores académicos.
 - Prepararse para la presentación oral de la tesis, respondiendo a interrogantes y fundamentando los descubrimientos y conclusiones alcanzadas.
- i. Entrega y publicación:
 - Entregar la versión definitiva de la tesis y cumplir con todos los requisitos de entrega establecidos por la institución académica.

- Explorar la opción de publicar los resultados en revistas científicas especializadas o presentarlos en conferencias académicas para su difusión y contribución al campo de estudio correspondiente.

3.3. Materiales y/o instrumentos

3.3.1. Rugosímetro modelo TCP-065 de Merlín:

Especificaciones técnicas, del modelo de rugosímetro de Merlín en la figura 14:

- Proporción de palanca: 1:10
- Longitud del brazo móvil: 1 000 mm
- Número de serie: 703
- Material: Acero

Figura 14

Rugosímetro de Merlín



Nota. Adaptado de Piunzar (s.f.) del sitio web <https://www.pinzuar.com.co/product/241>.

3.3.2. Teléfono inteligente Samsung Galaxy S21:

Especificaciones técnicas, del modelo de celular en la figura 15:

- GPS: Sí
- Dimensiones: 151,7 mm de largo x 71,2 mm de ancho x 7,9 mm de grosor
- Peso: 169 gramos
- Pantalla interna: resolución de 2400 x 1080, tamaño de 6,2 pulgadas
- Software y hardware: memoria RAM de 8 GB, procesador de 8 núcleos.

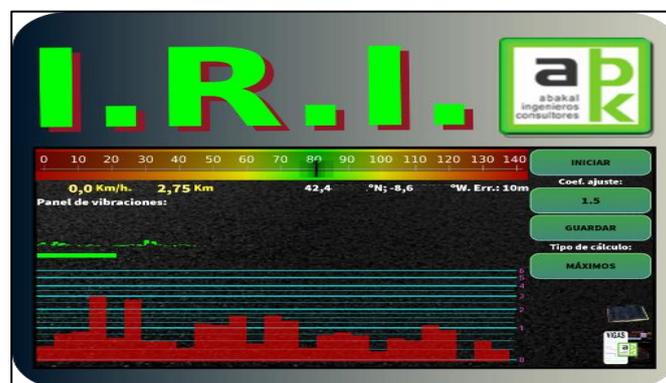
Figura 15*Galaxy S21*

Nota. Adaptado de Refurbi (s.f.) del sitio web <https://refurbi.com.co/products/samsung-galaxy-s21-5g-1>.

3.3.3. Aplicativo Abakal IRI

Datos del aplicativo móvil mostrado en la figura 16:

- Plataforma: compatible con Android e iOS, en dispositivos con acelerómetro y giroscopio.
- Sensores utilizados: usa el acelerómetro y giroscopio del dispositivo para medir vibraciones y orientación.
- Funcionalidades: cálculo del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) en tiempo real, almacenamiento de datos y exportación en formatos como excel o CSV.

Figura 16*Aplicativo móvil Abakal IRI*

Nota. Adaptado de Nieto (2018) del sitio web <https://carreteras-laser-escaner.blogspot.com/2018/10/manual-iri-android-2.html>.

3.3.4. Vehículo de la marca Hyundai del año o similar en peso:

Detalles del vehículo indicado en la figura 17:

- Modelo: Staria
- Tipo de carrocería: minivan
- Sistema de tracción: 4x4
- Dimensiones: 5,253 metros de largo x 1,997 metros de ancho x 1,990 metros de alto
- Peso bruto: 3,070 kilogramos
- Peso neto: 2,200 kilogramos
- Año del modelo: 2023

Figura 17

Vehículo de la marca Hyundai



Nota. Adaptado de neoauto (2023) del sitio web <https://neoauto.com/auto/nuevo/hyundai-staria-2023-1702787>.

3.4. Población y/o muestra de estudio

3.4.1. Población

La población de interés para este análisis se centra en el tramo pavimentado de la autopista Costanera Sur, específicamente desde la ciudad de Tacna hasta Boca del Río. Este tramo es importante para el enlace de la región, ya que facilita el tránsito entre localidades costeras y comunidades cercanas. Además, reduce los tiempos de viaje y los costos operativos para los transportistas, al mismo tiempo que impulsa el comercio y el desarrollo económico de los productores locales en esta zona del sur del país.

3.4.2. Muestra

La muestra seleccionada para este estudio corresponde a un tramo de 10 kilómetros de la carretera nacional - La Costanera (PE-1SD), comprendido entre los kilómetros 8+000 y 18+000 tal como se muestra en el "anexo 6" en donde se detallan los puntos de lectura, esta zona posee una alta incidencia de accidentes de tránsito, como lo evidencian recientes siniestros graves, incluyendo un choque frontal con múltiples heridos y otro accidente que dejó 9 muertos. Este segmento es particularmente adecuado para el análisis debido a que cumple con la normativa del "Abakal IRI", que exige un recorrido promedio de 80 km/h, y su trazado lineal facilita la evaluación de los factores relacionados con la velocidad y la seguridad vial. Además, la carretera cuenta con dos carriles de 7,20 metros de ancho, lo que la convierte en una vía principal para la región, pero la alta frecuencia de accidentes sugiere que, a pesar de su infraestructura, existen elementos que afectan la seguridad vial, lo que justifica su inclusión en el estudio para identificar causas y proponer soluciones efectivas.

3.5. Operacionalización de variables

3.5.1. Variables

Identificación y/o caracterización de las variables

V. Independiente: Valores IRI

V. Dependiente: Propuesta de mejora para la transitabilidad vehicular

3.6. Tipo y grado de la investigación

3.6.1. Tipo de estudio

Es considerada aplicada porque se enfoca en abordar un problema práctico: mejorar la transitabilidad vehicular en un segmento de la carretera Costanera Sur. Al emplear herramientas como el rugosímetro de Merlín y el Abakal IRI, se obtienen datos precisos sobre la rugosidad del pavimento, lo que permite proponer soluciones concretas de mantenimiento. Al centrarse en utilizar estos conocimientos para mejorar las condiciones reales de la carretera, tu investigación aspira a generar un impacto directo y práctico, lo cual es propio de una investigación aplicada.

3.6.2. Grado de investigación

Es considerada experimental porque utiliza y compara dos métodos diferentes, el dispositivo de medición de irregularidades longitudinales Merlín y Abakal IRI, para medir

la irregularidad de la superficie del pavimento en un tramo de la autopista. Al utilizar estas herramientas y recopilar datos en condiciones reales, se obtienen resultados que permiten evaluar el estado del pavimento y proponer mejoras. Este enfoque es característico de una investigación experimental, ya que produce conclusiones fundamentadas en pruebas directas y datos recolectados en el campo.

3.7. Procesamiento y análisis de datos

3.7.1. Procedimiento de ensayo aplicativo Abakal IRI

- a. Se colocó y configuró la aplicación Abakal IRI en el dispositivo móvil, asegurándose de activar el GPS.
- b. Se montó el soporte del celular en el parabrisas de la camioneta de manera que estuvo estable y fue fácil de manipular.
- c. Se inició el software Abakal IRI seleccionando el botón de inicio de la aplicación.
- d. Se eligió la opción de conteo; en ese momento, la aplicación comenzó a recolectar datos de vibración. El coeficiente de ajuste predeterminado fue 2 para el análisis estadístico y 4 para el cálculo de valores máximos, lo cual se reflejó en los gráficos logarítmicos situados en la parte inferior de la aplicación. Tal como se muestra según "anexo 5".
- e. Al finalizar el recorrido del tramo de estudio, se seleccionó la opción "parar" y luego se presionó el botón "detener".
- f. Después de finalizar, se seleccionó la opción "guardar" y luego se descargó el archivo para su procesamiento.
- g. Para continuar con la anotación de los resultados obtenidos, es necesario acceder al aplicativo Abakal IRI y descargar toda la información en formatos IRI.csv e IRI.kml.
- h. Fue importante tener en cuenta que, al volver a abrir el programa, se nos preguntó si deseábamos cargar el último ensayo realizado. Si seleccionamos "sí", el programa tomó los datos de ese ensayo anterior y nos permitió modificar el coeficiente de ajuste. Este proceso fue crucial para comparar los resultados obtenidos con otro método, como el rugosímetro de Merlín, en la misma zona de estudio. Ajustar el coeficiente de ajuste nos ayudó a acercarnos más a los resultados obtenidos con el otro método, lo que permitió una comparación más precisa y efectiva.
- i. Finalmente, estos datos suplementarios fueron analizados utilizando una herramienta de hoja de cálculo electrónica, como excel.

3.7.2. Procedimiento para el ensayo del rugosímetro de Merlín

Para el rugosímetro Merlín, se efectuaron mediciones en ambos sentidos de circulación en segmentos de 400 metros, registrando 200 desviaciones continuas a lo largo de cada tramo de estudio, utilizando el cálculo del Índice de Rugosidad Internacional (IRI). El procesamiento de los datos y cálculos se realizó mediante la hoja de cálculo excel. Finalmente, con los datos organizados, fue posible generar cuadros comparativos de semejanza que permitieron sugerir una metodología de intervención adecuada.

Para tomar los datos se siguieron los siguientes pasos:

- a. Para iniciar el ensayo con el rugosímetro de Merlín, el primer paso implicó calibrar el equipo. Esto se logró colocándolo sobre una superficie horizontal y luego ajustando sus puntos de apoyo hasta que el puntero indicó 25.
- b. Al iniciar, se procedió a tomar la primera lectura (Li), seguida de otra lectura con la pastilla de calibración colocada (Lf). Este proceso tuvo como objetivo determinar el factor de corrección.
- c. Para llevar a cabo el ensayo con el rugosímetro de Merlín se requirieron 4 personas: un operador para manejar el equipo, un asistente encargado de tomar notas de las lecturas, y dos personas adicionales que brindaron apoyo en temas de seguridad. Tal como se muestra según “anexo 4”.
- d. El ensayo comenzó con la manipulación del dispositivo, donde el operador sostuvo el equipo por las manijas, lo elevó y lo movió hasta que la rueda completó una vuelta (equivalente a 2 metros). Luego, el equipo se apoyó en tres puntos fijos: la rueda, el soporte fijo trasero y el brazo lateral estabilizador. A continuación, se procedió a leer la posición indicada por el puntero, que se encontraba en un rango entre 1 y 50, y esta lectura se registró en el formato correspondiente.
- e. El formato consistió en una cuadrícula que comprendió 20 filas y 10 columnas, y los analistas apuntaron de tramo a tramo.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Resultados del cálculo de la rugosidad aplicando Merlín

El presente proyecto fue desarrollado utilizando el dispositivo Merlín, un equipo especializado en la medición de rugosidad de superficies viales. La evaluación se realizó en la carretera Costanera Sur, abarcando un tramo entre el km 8+000 y el km 18+000. Durante la ejecución del estudio, se analizaron ambos carriles, derecho e izquierdo, con el objetivo de obtener datos precisos sobre las condiciones de la vía y su grado de irregularidad según “anexo 3”. Este análisis detallado permitió identificar posibles áreas de intervención, también proporcionar información crítica para futuras acciones de mantenimiento y mejora, para beneficio de los usuarios de la vía. A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la tabla 4, tabla 5, tabla 6 y tabla 7:

4.1.1. Resultados del rugosímetro de Merlín

Tabla 4

Valores IRI carril derecho rugosímetro de Merlín

Ensayo	Carril	Progresivas		Distancia (m)	IRI (m/km)
		Desde	Hasta		Rugosímetro Merlín
1	Derecho	0+000	0+400	400	3,19
2	Derecho	0+400	0+800	400	3,42
3	Derecho	0+800	1+200	400	3,25
4	Derecho	1+200	1+600	400	3,58
5	Derecho	1+600	2+000	400	3,61
6	Derecho	2+000	2+400	400	3,33
7	Derecho	2+400	2+800	400	3,87
8	Derecho	2+800	3+200	400	3,78
9	Derecho	3+200	3+600	400	3,25
10	Derecho	3+600	4+000	400	3,15
11	Derecho	4+000	4+400	400	3,08
12	Derecho	4+400	4+800	400	3,81
13	Derecho	4+800	5+200	400	3,29
14	Derecho	5+200	5+600	400	3,46

Tabla 4 (continuación)

15	Derecho	5+600	6+000	400	3,22
16	Derecho	6+000	6+400	400	3,41
17	Derecho	6+400	6+800	400	2,86
18	Derecho	6+800	7+200	400	2,92
19	Derecho	7+200	7+600	400	3,34
20	Derecho	7+600	8+000	400	3,63
21	Derecho	8+000	8+400	400	3,11
22	Derecho	8+400	8+800	400	3,16
23	Derecho	8+800	9+200	400	3,86
24	Derecho	9+200	9+600	400	3,46
25	Derecho	9+600	10+000	400	3,27
Promedio					3,37

Nota. Extraído mediante la recopilación de datos manuales con el rugosímetro de Merlín.

Tabla 5

Valores IRI carril izquierdo rugosímetro de Merlín

Ensayo	Carril	Progresivas		Distancia (m)	IRI (m/km)
		Desde	Hasta		Rugosímetro Merlín
1	Izquierdo	0+000	0+400	400	3,12
2	Izquierdo	0+400	0+800	400	3,00
3	Izquierdo	0+800	1+200	400	3,19
4	Izquierdo	1+200	1+600	400	3,33
5	Izquierdo	1+600	2+000	400	3,24
6	Izquierdo	2+000	2+400	400	3,10
7	Izquierdo	2+400	2+800	400	3,16
8	Izquierdo	2+800	3+200	400	3,15
9	Izquierdo	3+200	3+600	400	3,47
10	Izquierdo	3+600	4+000	400	3,12
11	Izquierdo	4+000	4+400	400	3,65
12	Izquierdo	4+400	4+800	400	3,18
13	Izquierdo	4+800	5+200	400	3,35
14	Izquierdo	5+200	5+600	400	3,26
15	Izquierdo	5+600	6+000	400	3,27
16	Izquierdo	6+000	6+400	400	2,80
17	Izquierdo	6+400	6+800	400	2,95

Tabla 5 (continuación)

18	Izquierdo	6+800	7+200	400	2,98
19	Izquierdo	7+200	7+600	400	3,09
20	Izquierdo	7+600	8+000	400	3,15
21	Izquierdo	8+000	8+400	400	3,41
22	Izquierdo	8+400	8+800	400	3,22
23	Izquierdo	8+800	9+200	400	3,04
24	Izquierdo	9+200	9+600	400	3,22
25	Izquierdo	9+600	10+000	400	2,79
Promedio					3,17

Nota. Extraído mediante la recopilación de datos manuales con el rugosímetro de Merlín.

4.1.2. Resultados del aplicativo Abakal IRI

Tabla 6

Valores IRI carril derecho aplicativo Abakal IRI

Ensayo	Progresiva		Abakal IRI				Cuadro resumen
	Desde	Hasta	Viaje 1	Viaje 2	Viaje 3	Viaje 4	
1	0+000	0+400	3,36	3,31	3,34	3,52	3,38
2	0+400	0+800	3,58	3,50	3,59	3,64	3,58
3	0+800	1+200	3,78	3,70	3,81	3,97	3,82
4	1+200	1+600	3,56	3,89	3,28	3,47	3,55
5	1+600	2+000	2,73	2,74	2,85	2,78	2,78
6	2+000	2+400	2,73	2,91	2,64	2,79	2,77
7	2+400	2+800	2,28	2,23	2,27	2,32	2,28
8	2+800	3+200	2,19	2,08	2,14	2,20	2,15
9	3+200	3+600	2,07	1,97	2,08	1,95	2,02
10	3+600	4+000	2,23	2,22	2,04	2,32	2,20
11	4+000	4+400	2,26	2,20	2,38	2,12	2,24
12	4+400	4+800	2,46	2,45	2,42	2,20	2,38
13	4+800	5+200	2,56	2,73	2,55	2,71	2,64
14	5+200	5+600	2,32	2,25	2,24	2,40	2,30
15	5+600	6+000	2,33	2,47	2,45	2,58	2,46
16	6+000	6+400	2,30	2,15	2,28	2,38	2,28
17	6+400	6+800	2,65	2,68	2,55	3,11	2,75
18	6+800	7+200	2,48	2,47	2,68	2,58	2,55
19	7+200	7+600	2,74	2,66	2,68	2,80	2,72

Tabla 6 (continuación)

20	7+600	8+000	2,77	2,86	2,66	2,94	2,81
21	8+000	8+400	2,98	2,93	2,69	2,99	2,90
22	8+400	8+800	2,71	2,81	2,88	2,74	2,79
23	8+800	9+200	2,90	2,80	2,91	2,96	2,89
24	9+200	9+600	3,05	2,98	2,92	2,90	2,96
25	9+600	10+000	2,70	2,67	2,58	2,66	2,65
			2,71	2,71	2,68	2,76	2,71

Nota. Extraído del aplicativo Abakal IRI.

Tabla 7

Valores IRI carril izquierdo aplicativo Abakal IRI

Ensayo	Progresiva		Abakal IRI				Cuadro resumen
	Desde	Hasta	Viaje 1	Viaje 2	Viaje 3	Viaje 4	
1	0+000	0+400	2,49	2,65	2,62	2,73	2,62
2	0+400	0+800	2,96	2,62	2,62	2,72	2,73
3	0+800	1+200	2,84	2,96	2,88	2,93	2,90
4	1+200	1+600	2,69	2,72	2,56	2,74	2,68
5	1+600	2+000	2,60	2,74	2,72	2,81	2,72
6	2+000	2+400	2,38	2,39	2,36	2,42	2,39
7	2+400	2+800	2,45	2,38	2,52	2,55	2,48
8	2+800	3+200	2,30	2,46	2,37	2,43	2,39
9	3+200	3+600	2,47	2,38	2,48	2,48	2,45
10	3+600	4+000	2,61	2,62	2,70	2,60	2,63
11	4+000	4+400	2,59	2,83	2,82	2,89	2,78
12	4+400	4+800	2,36	2,42	2,24	2,23	2,31
13	4+800	5+200	2,39	2,35	2,46	2,43	2,41
14	5+200	5+600	2,44	2,37	2,41	2,51	2,43
15	5+600	6+000	2,89	2,87	2,82	2,77	2,84
16	6+000	6+400	2,37	2,49	2,66	2,48	2,50
17	6+400	6+800	2,22	2,15	2,18	2,22	2,19
18	6+800	7+200	2,29	2,37	2,18	2,34	2,30
19	7+200	7+600	2,57	2,60	2,52	2,63	2,58

Tabla 7 (continuación)

20	7+600	8+000	2,40	2,59	2,45	2,30	2,44
21	8+000	8+400	2,77	2,76	2,58	2,67	2,70
22	8+400	8+800	3,03	2,90	2,75	3,13	2,95
23	8+800	9+200	3,24	3,61	3,40	3,38	3,41
24	9+200	9+600	3,27	3,29	3,26	2,54	3,09
25	9+600	10+000	3,74	3,45	3,47	3,18	3,46
			2,65	2,68	2,64	2,64	2,65

Nota. Extraído del aplicativo Abakal IRI.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1. Análisis de los resultados de la rugosidad obtenidos mediante el rugosímetro Merlín

El resultado en la “tabla 8” es del análisis con el rugosímetro de Merlín en el anexo 2.

Tabla 8

Cuadro resumen de la rugosidad con el rugosímetro de Merlín

Carril derecho		Carril izquierdo	
Progresiva	Rugosidad	Progresiva	Rugosidad
0+000 al 0+400	3,19	0+000 al 0+400	3,12
0+400 al 0+800	3,42	0+400 al 0+800	3,00
0+800 al 1+200	3,25	0+800 al 1+200	3,19
1+200 al 1+600	3,58	1+200 al 1+600	3,33
1+600 al 2+000	3,61	1+600 al 2+000	3,24
2+000 al 2+400	3,33	2+000 al 2+400	3,10
2+400 al 2+800	3,87	2+400 al 2+800	3,16
2+800 al 3+200	3,78	2+800 al 3+200	3,15
3+200 al 3+600	3,25	3+200 al 3+600	3,47
3+600 al 4+000	3,15	3+600 al 4+000	3,12
4+000 al 4+400	3,08	4+000 al 4+400	3,65
4+400 al 4+800	3,81	4+400 al 4+800	3,18
4+800 al 5+200	3,29	4+800 al 5+200	3,35
5+200 al 5+600	3,46	5+200 al 5+600	3,26
5+600 al 6+000	3,22	5+600 al 6+000	3,27
6+000 al 6+400	3,41	6+000 al 6+400	2,80
6+400 al 6+800	2,86	6+400 al 6+800	2,95
6+800 al 7+200	2,92	6+800 al 7+200	2,98
7+200 al 7+600	3,34	7+200 al 7+600	3,09
7+600 al 8+000	3,63	7+600 al 8+000	3,15
8+000 al 8+400	3,11	8+000 al 8+400	3,41
8+400 al 8+800	3,16	8+400 al 8+800	3,22
8+800 al 9+200	3,86	8+800 al 9+200	3,04
9+200 al 9+600	3,46	9+200 al 9+600	3,22

(continúa)

Tabla 8 (continuación)

9+600 al 10+000	3,27	9+600 al 10+000	2,79
IRI promedio	3,37	IRI promedio	3,17
IRI: 3,27 m/km			

Nota. Extraído del aplicativo Abakal IRI.

Al analizar con el rugosímetro Merlín en la Carretera Nacional - La Costanera, PE-1SD tramo: Tacna a Boca del Rio, desde el kilómetro 8+000 hasta el kilómetro 18+000, correspondiente a 10 kilómetros de muestreo, se obtuvieron los siguientes resultados: el carril derecho presenta un IRI promedio de 3,37 m/km, mientras que el carril izquierdo muestra un IRI promedio de 3,17 m/km. Por lo tanto, el IRI promedio para el tramo entre el kilómetro 8 y el kilómetro 18 de la Carretera Nacional - La Costanera PE-1SD es de 3,27 m/km. Con un IRI de 3,27 m/km, cuyo resultado nos permite calificar el estado del pavimento en toda la longitud de la carretera - costanera sur del desde el kilómetro 8+000 hasta el kilómetro 18+000, correspondiente a 10 kilómetros de muestreo.

5.2. Catalogar el estado del pavimento de acuerdo con el valor de IRI obtenido con el rugosímetro de Merlín.

En Perú, el Ministerio de Transporte y Comunicaciones es el organismo encargado de regular el transporte y tránsito terrestre a nivel nacional. En sus directrices técnicas generales para el mantenimiento de carreteras, establece rangos específicos para los valores de IRI en intervalos determinados como se indica en la tabla 9.

Tabla 9

Estado vial, según la rugosidad

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

Nota. Adaptado de la MTC - especificaciones técnicas para la conservación de carreteras (2014).

Con un IRI promedio de 3,27 m/km, obtenido mediante el uso del Rugosímetro Merlín para toda la Avenida Internacional, se llevó a cabo la clasificación del estado del pavimento flexible. Utilizando la tabla 10, se determina que, para este valor, el estado del pavimento se encuentra en el rango de Regular.

Tabla 10

Clasificación según la rugosidad el estado del pavimento

Progresiva	Carril derecho		Carril izquierdo	
	Rugosidad	Estado del pavimento	Rugosidad	Estado del pavimento
0+000 al 0+400	3,19	Regular	3,12	Regular
0+400 al 0+800	3,42	Regular	3,00	Regular
0+800 al 1+200	3,25	Regular	3,19	Regular
1+200 al 1+600	3,58	Regular	3,33	Regular
1+600 al 2+000	3,61	Regular	3,24	Regular
2+000 al 2+400	3,33	Regular	3,10	Regular
2+400 al 2+800	3,87	Regular	3,16	Regular
2+800 al 3+200	3,78	Regular	3,15	Regular
3+200 al 3+600	3,25	Regular	3,47	Regular
3+600 al 4+000	3,15	Regular	3,12	Regular
4+000 al 4+400	3,08	Regular	3,65	Regular
4+400 al 4+800	3,81	Regular	3,18	Regular
4+800 al 5+200	3,29	Regular	3,35	Regular
5+200 al 5+600	3,46	Regular	3,26	Regular
5+600 al 6+000	3,22	Regular	3,27	Regular
6+000 al 6+400	3,41	Regular	2,80	Bueno
6+400 al 6+800	2,86	Regular	2,95	Regular
6+800 al 7+200	2,92	Regular	2,98	Regular
7+200 al 7+600	3,34	Regular	3,09	Regular
7+600 al 8+000	3,63	Regular	3,15	Regular
8+000 al 8+400	3,11	Regular	3,41	Regular
8+400 al 8+800	3,16	Regular	3,22	Regular
8+800 al 9+200	3,86	Regular	3,04	Regular
9+200 al 9+600	3,46	Regular	3,22	Regular

(continúa)

Tabla 10 (continuación)

9+600 al 10+000	3,27	Regular	2,79	Bueno
IRI promedio	3,37	Regular	3,17	Regular
IRI: 3,27 m/km				

5.3. Comparación de la rugosidad obtenida con el rugosímetro de Merlín y el aplicativo Abakal IRI

Para efectuar la comparación en la tabla 11, tabla 12, tabla 13 y tabla 14 tuvimos que agrupar los valores IRI obtenidos con el aplicativo Abakal IRI en grupos de 400 metros, debido que los valores que obtuvimos realizando el rugosímetro de Merlín se registró cada 400 metros.

Tabla 11

Comparativo de porcentaje de similitudes IRI con ambas metodologías "Primer viaje: Abakal IRI"

Progresiva	Carril derecho		Carril izquierdo	
	IRI (m/km)		IRI (m/km)	
	Rugosímetro de Merlín	Aplicativo Abakal IRI	Rugosímetro de Merlín	Aplicativo Abakal IRI
0+000 al 0+400	3,19	3,36	3,12	2,49
0+400 al 0+800	3,42	3,58	3,00	2,96
0+800 al 1+200	3,25	3,78	3,19	2,84
1+200 al 1+600	3,58	3,56	3,33	2,69
1+600 al 2+000	3,61	2,73	3,24	2,60
2+000 al 2+400	3,33	2,73	3,10	2,38
2+400 al 2+800	3,87	2,28	3,16	2,45
2+800 al 3+200	3,78	2,19	3,15	2,30
3+200 al 3+600	3,25	2,07	3,47	2,47
3+600 al 4+000	3,15	2,23	3,12	2,61
4+000 al 4+400	3,08	2,26	3,65	2,59
4+400 al 4+800	3,81	2,46	3,18	2,36
4+800 al 5+200	3,29	2,56	3,35	2,39
5+200 al 5+600	3,46	2,32	3,26	2,44
5+600 al 6+000	3,22	2,33	3,27	2,89
6+000 al 6+400	3,41	2,30	2,80	2,37

(continúa)

Tabla 11 (continuación)

6+400 al 6+800	2,86	2,65	2,95	2,22
6+800 al 7+200	2,92	2,48	2,98	2,29
7+200 al 7+600	3,34	2,74	3,09	2,57
7+600 al 8+000	3,63	2,77	3,15	2,40
8+000 al 8+400	3,11	2,98	3,41	2,77
8+400 al 8+800	3,16	2,71	3,22	3,03
8+800 al 9+200	3,86	2,90	3,04	3,24
9+200 al 9+600	3,46	3,05	3,22	3,27
9+600 al 10+000	3,27	2,70	2,79	3,74
Promedio	3,37	2,71	3,17	2,65
% de similitud	80,38 %		83,72 %	

Se puede observar que, aplicando ambas metodologías, el Rugosímetro de Merlín IRI y el aplicativo Abakal IRI tuvo un % de similitud muy cercano, por el carril derecho fue de 80,38 % y para el carril izquierdo fue de 83,72 %.

Promediando ambos resultados, Se puede apreciar la similitud promedio que existe entre ambos resultados aplicando ambos métodos, determinando una similitud de 82,05% de los valores del aplicativo Abakal IRI frente a los valores obtenidos en el rugosímetro de Merlín, para la carretera costanera sur.

Tabla 12

Comparativo de porcentaje de similitudes IRI con ambas metodologías "Segundo viaje: Abakal IRI"

Progresiva	Carril derecho		Carril izquierdo	
	IRI (m/km)		IRI (m/km)	
	Rugosímetro de Merlín	Aplicativo Abakal IRI	Rugosímetro de Merlín	Aplicativo Abakal IRI
0+000 al 0+400	3.19	3.31	3.12	2.65
0+400 al 0+800	3.42	3.50	3.00	2.62
0+800 al 1+200	3.25	3.70	3.19	2.96
1+200 al 1+600	3.58	3.89	3.33	2.72
1+600 al 2+000	3.61	2.74	3.24	2.74

(continúa)

Tabla 12 (continuación)

2+000 al 2+400	3,33	2,91	3,10	2,39
2+400 al 2+800	3,87	2,23	3,16	2,38
2+800 al 3+200	3,78	2,08	3,15	2,46
3+200 al 3+600	3,25	1,97	3,47	2,38
3+600 al 4+000	3,15	2,22	3,12	2,62
4+000 al 4+400	3,08	2,20	3,65	2,83
4+400 al 4+800	3,81	2,45	3,18	2,42
4+800 al 5+200	3,29	2,73	3,35	2,35
5+200 al 5+600	3,46	2,25	3,26	2,37
5+600 al 6+000	3,22	2,47	3,27	2,87
6+000 al 6+400	3,41	2,15	2,80	2,49
6+400 al 6+800	2,86	2,68	2,95	2,15
6+800 al 7+200	2,92	2,47	2,98	2,37
7+200 al 7+600	3,34	2,66	3,09	2,60
7+600 al 8+000	3,63	2,86	3,15	2,59
8+000 al 8+400	3,11	2,93	3,41	2,76
8+400 al 8+800	3,16	2,81	3,22	2,90
8+800 al 9+200	3,86	2,80	3,04	3,61
9+200 al 9+600	3,46	2,98	3,22	3,29
9+600 al 10+000	3,27	2,67	2,79	3,45
IRI promedio	3,37	2,71	3,17	2,68
% de similitud	80,31 %		84,49 %	

Se puede observar que, aplicando ambas metodologías, el rugosímetro de Merlín IRI y el aplicativo Abakal IRI tuvo un % de similitud muy cercano, por el carril derecho fue de 80,31 % y para el carril izquierdo fue de 84,49 %.

Promediando ambos resultados, Se puede apreciar la similitud promedio que existe entre ambos resultados aplicando ambos métodos, determinando una similitud de 82,40 % de los valores del aplicativo Abakal IRI frente a los valores obtenidos en el rugosímetro de Merlín, para la carretera costanera sur.

Tabla 13

Comparativo de porcentaje de similitudes IRI con ambas metodologías “Tercer viaje: Abakal IRI”

Progresiva	Carril derecho		Carril izquierdo	
	IRI (m/km)		IRI (m/km)	
	Rugosímetro de Merlín	Aplicativo Abakal IRI	Rugosímetro de Merlín	Aplicativo Abakal IRI
0+000 al 0+400	3,19	3,34	3,12	2,62
0+400 al 0+800	3,42	3,59	3,00	2,62
0+800 al 1+200	3,25	3,81	3,19	2,88
1+200 al 1+600	3,58	3,28	3,33	2,56
1+600 al 2+000	3,61	2,85	3,24	2,72
2+000 al 2+400	3,33	2,64	3,10	2,36
2+400 al 2+800	3,87	2,27	3,16	2,52
2+800 al 3+200	3,78	2,14	3,15	2,37
3+200 al 3+600	3,25	2,08	3,47	2,48
3+600 al 4+000	3,15	2,04	3,12	2,70
4+000 al 4+400	3,08	2,38	3,65	2,82
4+400 al 4+800	3,81	2,42	3,18	2,24
4+800 al 5+200	3,29	2,55	3,35	2,46
5+200 al 5+600	3,46	2,24	3,26	2,41
5+600 al 6+000	3,22	2,45	3,27	2,82
6+000 al 6+400	3,41	2,28	2,80	2,66
6+400 al 6+800	2,86	2,55	2,95	2,18
6+800 al 7+200	2,92	2,68	2,98	2,18
7+200 al 7+600	3,34	2,68	3,09	2,52
7+600 al 8+000	3,63	2,66	3,15	2,45
8+000 al 8+400	3,11	2,69	3,41	2,58
8+400 al 8+800	3,16	2,88	3,22	2,75
8+800 al 9+200	3,86	2,91	3,04	3,40
9+200 al 9+600	3,46	2,92	3,22	3,26
9+600 al 10+000	3,27	2,58	2,79	3,47
IRI promedio	3,37	2,68	3,17	2,64
% de similitud	79,42 %		83,31 %	

Se puede observar que, aplicando ambas metodologías, el rugosímetro de Merlín IRI y el aplicativo Abakal IRI tuvo un % de similitud muy cercano, por el carril derecho fue de 79,42 % y para el carril izquierdo fue de 83,31 %.

Promediando ambos resultados, Se puede apreciar la similitud promedio que existe entre ambos resultados aplicando ambos métodos, determinando una similitud de 81,36 % de los valores del aplicativo Abakal IRI frente a los valores obtenidos en el rugosímetro de Merlín, para la carretera costanera sur.

Tabla 14

Comparativo de porcentaje de similitudes IRI con ambas metodologías “Cuarto viaje: Abakal IRI”

Progresiva	Carril derecho		Carril izquierdo	
	IRI (m/km)		IRI (m/km)	
	Rugosímetro de Merlín	Aplicativo Abakal IRI	Rugosímetro de Merlín	Aplicativo Abakal IRI
0+000 al 0+400	3,19	3,52	3,12	2,73
0+400 al 0+800	3,42	3,64	3,00	2,72
0+800 al 1+200	3,25	3,97	3,19	2,93
1+200 al 1+600	3,58	3,47	3,33	2,74
1+600 al 2+000	3,61	2,78	3,24	2,81
2+000 al 2+400	3,33	2,79	3,10	2,42
2+400 al 2+800	3,87	2,32	3,16	2,55
2+800 al 3+200	3,78	2,20	3,15	2,43
3+200 al 3+600	3,25	1,95	3,47	2,48
3+600 al 4+000	3,15	2,32	3,12	2,60
4+000 al 4+400	3,08	2,12	3,65	2,89
4+400 al 4+800	3,81	2,20	3,18	2,23
4+800 al 5+200	3,29	2,71	3,35	2,43
5+200 al 5+600	3,46	2,40	3,26	2,51
5+600 al 6+000	3,22	2,58	3,27	2,77
6+000 al 6+400	3,41	2,38	2,80	2,48
6+400 al 6+800	2,86	3,11	2,95	2,22
6+800 al 7+200	2,92	2,58	2,98	2,34
7+200 al 7+600	3,34	2,80	3,09	2,63
7+600 al 8+000	3,63	2,94	3,15	2,30

(continúa)

Tabla 14 (continuación)

8+000 al 8+400	3,11	2,99	3,41	2,67
8+400 al 8+800	3,16	2,74	3,22	3,13
8+800 al 9+200	3,86	2,96	3,04	3,38
9+200 al 9+600	3,46	2,90	3,22	2,54
9+600 al 10+000	3,27	2,66	2,79	3,18
IRI promedio	3,37	2,76	3,17	2,64
% de similitud	81,93 %		83,41 %	

Se puede observar que, aplicando ambas metodologías, el rugosímetro de Merlín IRI y el aplicativo Abakal IRI tuvo un % de similitud muy cercano, por el carril derecho fue de 81,93 % y para el carril izquierdo fue de 83,41 %.

Promediando ambos resultados, Se puede apreciar la similitud promedio que existe entre ambos resultados aplicando ambos métodos, determinando una similitud de 82,67 % de los valores del aplicativo Abakal IRI frente a los valores obtenidos en el rugosímetro de Merlín, para la carretera costanera sur.

5.4. Análisis de la serviciabilidad obtenida con el rugosímetro de Merlín y el aplicativo Abakal IRI.

Con el resultado promedio del IRI obtenido con el rugosímetro Merlín y después de evaluar el estado del pavimento flexible, procedemos a determinar la serviciabilidad tabla 15 empleando la fórmula indicada en la ecuación 4 de Williams Paterson.

$$PSI = \frac{5}{\frac{IRI}{e^{5.5}}} FC \quad (4)$$

Tabla 15

Clasificación de la Serviciabilidad del pavimento

Índice de Serviciabilidad(PSI)	Calificación
5 - 4	Muy buena
4 - 3	Buena
3 - 2	Regular
2 - 1	Mala
1 - 0	Muy mala

Nota. Guía AASHTO

Dado que se cuenta con los valores de IRI tanto del sistema Abakal IRI como del rugosímetro Merlín, se procedió a calcular los PSI utilizando ambos conjuntos de datos para realizar una comparativa de sus clasificaciones. La tabla 16 que se presentan a continuación muestra los valores del PSI obtenidos con el rugosímetro Merlín, basados en los IRI y la correspondiente clasificación de la transitabilidad de la vía.

Tabla 16

Resultados de la serviciabilidad rugosímetro de Merlín

Progresiva	Carril derecho			Carril izquierdo		
	Rugosidad	PSI	Estado del pavimento	Rugosidad	PSI	Estado del pavimento
0+000 al 0+400	3,19	2,80	Regular	3,12	2,84	Regular
0+400 al 0+800	3,42	2,68	Regular	3,00	2,90	Regular
0+800 al 1+200	3,25	2,77	Regular	3,19	2,80	Regular
1+200 al 1+600	3,58	2,61	Regular	3,33	2,73	Regular
1+600 al 2+000	3,61	2,59	Regular	3,24	2,77	Regular
2+000 al 2+400	3,33	2,73	Regular	3,10	2,85	Regular
2+400 al 2+800	3,87	2,47	Regular	3,16	2,81	Regular
2+800 al 3+200	3,78	2,51	Regular	3,15	2,82	Regular
3+200 al 3+600	3,25	2,77	Regular	3,47	2,66	Regular
3+600 al 4+000	3,15	2,82	Regular	3,12	2,83	Regular
4+000 al 4+400	3,08	2,86	Regular	3,65	2,57	Regular
4+400 al 4+800	3,81	2,50	Regular	3,18	2,81	Regular
4+800 al 5+200	3,29	2,75	Regular	3,35	2,72	Regular
5+200 al 5+600	3,46	2,67	Regular	3,26	2,77	Regular
5+600 al 6+000	3,22	2,78	Regular	3,27	2,76	Regular
6+000 al 6+400	3,41	2,69	Regular	2,80	3,00	Bueno
6+400 al 6+800	2,86	2,97	Regular	2,95	2,92	Regular
6+800 al 7+200	2,92	2,94	Regular	2,98	2,91	Regular
7+200 al 7+600	3,34	2,72	Regular	3,09	2,85	Regular
7+600 al 8+000	3,63	2,58	Regular	3,15	2,82	Regular
8+000 al 8+400	3,11	2,84	Regular	3,41	2,69	Regular
8+400 al 8+800	3,16	2,81	Regular	3,22	2,79	Regular
8+800 al 9+200	3,86	2,48	Regular	3,04	2,88	Regular

(continúa)

Tabla 16 (continuación)

9+200 al 9+600	3,46	2,67	Regular	3,22	2,79	Regular
9+600 al 10+000	3,27	2,76	Regular	2,79	3,01	Bueno
Promedio	3,37	2,71	Regular	3,17	2,81	Regular

Se observa que los valores de serviciabilidad del pavimento, medidos con el rugosímetro Merlín, muestran un PSI promedio de 2,71 para el carril derecho, lo que significa que la transitabilidad se clasifica como regular. En el caso del carril izquierdo, el PSI promedio es de 2,81, indicando también una transitabilidad regular. Al combinar ambos resultados, se obtiene un PSI promedio de 2,76, lo que señala que la calidad del pavimento en toda la avenida, según los datos del rugosímetro Merlín, se encuentra dentro de la categoría de transitabilidad regular.

En la tabla 17, tabla 18, tabla 19 y tabla 20 se presentan los valores de serviciabilidad del pavimento obtenidos utilizando el aplicativo Abakal IRI.

Tabla 17

Resultados de la serviciabilidad aplicativo Abakal IRI

Progresiva	Carril derecho			Carril izquierdo		
	Rugosidad	PSI	Estado del pavimento	Rugosidad	PSI	Estado del pavimento
0+000 al 0+400	3,36	2,71	Regular	2,49	3,18	Bueno
0+400 al 0+800	3,58	2,61	Regular	2,96	2,92	Regular
0+800 al 1+200	3,78	2,51	Regular	2,84	2,98	Regular
1+200 al 1+600	3,56	2,62	Regular	2,69	3,07	Bueno
1+600 al 2+000	2,73	3,04	Bueno	2,60	3,12	Bueno
2+000 al 2+400	2,73	3,04	Bueno	2,38	3,24	Bueno
2+400 al 2+800	2,28	3,30	Bueno	2,45	3,20	Bueno
2+800 al 3+200	2,19	3,36	Bueno	2,30	3,29	Bueno
3+200 al 3+600	2,07	3,43	Bueno	2,47	3,19	Bueno
3+600 al 4+000	2,23	3,33	Bueno	2,61	3,11	Bueno
4+000 al 4+400	2,26	3,32	Bueno	2,59	3,12	Bueno
4+400 al 4+800	2,46	3,20	Bueno	2,36	3,26	Bueno

(continúa)

Tabla 17 (continuación)

4+800 al 5+200	2,56	3,14	Bueno	2,39	3,24	Bueno
5+200 al 5+600	2,32	3,28	Bueno	2,44	3,21	Bueno
5+600 al 6+000	2,33	3,27	Bueno	2,89	2,96	Regular
6+000 al 6+400	2,30	3,29	Bueno	2,37	3,25	Bueno
6+400 al 6+800	2,65	3,09	Bueno	2,22	3,34	Bueno
6+800 al 7+200	2,48	3,19	Bueno	2,29	3,30	Bueno
7+200 al 7+600	2,74	3,04	Bueno	2,57	3,13	Bueno
7+600 al 8+000	2,77	3,02	Bueno	2,40	3,23	Bueno
8+000 al 8+400	2,98	2,91	Regular	2,77	3,02	Bueno
8+400 al 8+800	2,71	3,05	Bueno	3,03	2,88	Regular
8+800 al 9+200	2,9	2,95	Regular	3,24	2,77	Regular
9+200 al 9+600	3,05	2,87	Regular	3,27	2,76	Regular
9+600 al 10+000	2,7	3,06	Bueno	3,74	2,53	Bueno
Promedio	2,71	3,07	Bueno	2,65	3,09	Bueno

Tabla18*Resultados de la serviciabilidad aplicativo Abakal IRI*

Progresiva	Carril derecho			Carril izquierdo		
	Rugosidad	PSI	Estado del pavimento	Rugosidad	PSI	Estado del pavimento
0+000 al 0+400	3,31	2,74	Regular	2,65	3,09	Bueno
0+400 al 0+800	3,5	2,65	Regular	2,62	3,11	Bueno
0+800 al 1+200	3,7	2,55	Regular	2,96	2,92	Regular
1+200 al 1+600	3,89	2,46	Regular	2,72	3,05	Bueno
1+600 al 2+000	2,74	3,04	Bueno	2,74	3,04	Bueno
2+000 al 2+400	2,91	2,95	Regular	2,39	3,24	Bueno
2+400 al 2+800	2,23	3,33	Bueno	2,38	3,24	Bueno
2+800 al 3+200	2,08	3,43	Bueno	2,46	3,20	Bueno
3+200 al 3+600	1,97	3,49	Bueno	2,38	3,24	Bueno
3+600 al 4+000	2,22	3,34	Bueno	2,62	3,11	Bueno
4+000 al 4+400	2,2	3,35	Bueno	2,83	2,99	Regular
4+400 al 4+800	2,45	3,20	Bueno	2,42	3,22	Bueno
4+800 al 5+200	2,73	3,04	Bueno	2,35	3,26	Bueno
5+200 al 5+600	2,25	3,32	Bueno	2,37	3,25	Bueno

(continúa)

Tabla 18 (continuación)

5+600 al 6+000	2,47	3,19	Bueno	2,87	2,97	Regular
6+000 al 6+400	2,15	3,38	Bueno	2,49	3,18	Bueno
6+400 al 6+800	2,68	3,07	Bueno	2,15	3,38	Bueno
6+800 al 7+200	2,47	3,19	Bueno	2,37	3,25	Bueno
7+200 al 7+600	2,66	3,08	Bueno	2,60	3,12	Bueno
7+600 al 8+000	2,86	2,97	Regular	2,59	3,12	Bueno
8+000 al 8+400	2,93	2,94	Regular	2,76	3,03	Bueno
8+400 al 8+800	2,81	3,00	Bueno	2,90	2,95	Regular
8+800 al 9+200	2,8	3,01	Bueno	3,61	2,59	Regular
9+200 al 9+600	2,98	2,91	Regular	3,29	2,75	Regular
9+600 al 10+000	2,67	3,08	Bueno	3,45	2,67	Bueno
Promedio	2,71	3,06	Bueno	2,68	3,07	Bueno

Tabla19

Resultados de la serviciabilidad aplicativo Abakal IRI

Progresiva	Carril derecho			Carril izquierdo		
	Rugosidad	PSI	Estado del pavimento	Rugosidad	PSI	Estado del pavimento
0+000 al 0+400	3,34	2,72	Regular	2,62	3,11	Bueno
0+400 al 0+800	3,59	2,60	Regular	2,62	3,11	Bueno
0+800 al 1+200	3,81	2,50	Regular	2,88	2,96	Regular
1+200 al 1+600	3,28	2,75	Regular	2,56	3,14	Bueno
1+600 al 2+000	2,85	2,98	Regular	2,72	3,05	Bueno
2+000 al 2+400	2,64	3,09	Bueno	2,36	3,26	Bueno
2+400 al 2+800	2,27	3,31	Bueno	2,52	3,16	Bueno
2+800 al 3+200	2,14	3,39	Bueno	2,37	3,25	Bueno
3+200 al 3+600	2,08	3,43	Bueno	2,48	3,19	Bueno
3+600 al 4+000	2,04	3,45	Bueno	2,70	3,06	Bueno
4+000 al 4+400	2,38	3,24	Bueno	2,82	2,99	Regular
4+400 al 4+800	2,42	3,22	Bueno	2,24	3,33	Bueno
4+800 al 5+200	2,55	3,14	Bueno	2,46	3,20	Bueno
5+200 al 5+600	2,24	3,33	Bueno	2,41	3,23	Bueno
5+600 al 6+000	2,45	3,20	Bueno	2,82	2,99	Regular

(continúa)

Tabla 19 (continuación)

6+000 al 6+400	2,28	3,30	Bueno	2,66	3,08	Bueno
6+400 al 6+800	2,55	3,14	Bueno	2,18	3,36	Bueno
6+800 al 7+200	2,68	3,07	Bueno	2,18	3,36	Bueno
7+200 al 7+600	2,68	3,07	Bueno	2,52	3,16	Bueno
7+600 al 8+000	2,66	3,08	Bueno	2,45	3,20	Bueno
8+000 al 8+400	2,69	3,07	Bueno	2,58	3,13	Bueno
8+400 al 8+800	2,88	2,96	Regular	2,75	3,03	Bueno
8+800 al 9+200	2,91	2,95	Regular	3,40	2,69	Regular
9+200 al 9+600	2,92	2,94	Regular	3,26	2,76	Regular
9+600 al 10+000	2,58	3,13	Bueno	3,47	2,66	Bueno
Promedio	2,68	3,08	Bueno	2,64	3,10	Bueno

Tabla20

Resultados de la serviciabilidad aplicativo Abakal IRI

Progresiva	Carril derecho			Carril izquierdo		
	Rugosidad	PSI	Estado del pavimento	Rugosidad	PSI	Estado del pavimento
0+000 al 0+400	3,52	2,64	Regular	2,73	3,04	Bueno
0+400 al 0+800	3,64	2,58	Regular	2,72	3,05	Bueno
0+800 al 1+200	3,97	2,43	Regular	2,93	2,94	Regular
1+200 al 1+600	3,47	2,66	Regular	2,74	3,04	Bueno
1+600 al 2+000	2,78	3,02	Bueno	2,81	3,00	Bueno
2+000 al 2+400	2,79	3,01	Bueno	2,42	3,22	Bueno
2+400 al 2+800	2,32	3,28	Bueno	2,55	3,14	Bueno
2+800 al 3+200	2,2	3,35	Bueno	2,43	3,21	Bueno
3+200 al 3+600	1,95	3,51	Bueno	2,48	3,19	Bueno
3+600 al 4+000	2,32	3,28	Bueno	2,60	3,12	Bueno
4+000 al 4+400	2,12	3,40	Bueno	2,89	2,96	Regular
4+400 al 4+800	2,2	3,35	Bueno	2,23	3,33	Bueno
4+800 al 5+200	2,71	3,05	Bueno	2,43	3,21	Bueno
5+200 al 5+600	2,4	3,23	Bueno	2,51	3,17	Bueno
5+600 al 6+000	2,58	3,13	Bueno	2,77	3,02	Bueno
6+000 al 6+400	2,38	3,24	Bueno	2,48	3,19	Bueno

(continúa)

Tabla 20 (continuación)

6+400 al 6+800	3,11	2,84	Regular	2,22	3,34	Bueno
6+800 al 7+200	2,58	3,13	Bueno	2,34	3,27	Bueno
7+200 al 7+600	2,8	3,01	Bueno	2,63	3,10	Bueno
7+600 al 8+000	2,94	2,93	Regular	2,30	3,29	Bueno
8+000 al 8+400	2,99	2,90	Regular	2,67	3,08	Bueno
8+400 al 8+800	2,74	3,04	Bueno	3,13	2,83	Regular
8+800 al 9+200	2,96	2,92	Regular	3,38	2,70	Regular
9+200 al 9+600	2,9	2,95	Regular	2,54	3,15	Bueno
9+600 al 10+000	2,66	3,08	Bueno	3,18	2,80	Bueno
Promedio	2,76	3,04	Bueno	2,64	3,10	Bueno

Para el carril derecho, se obtuvo un PSI promedio de 3,07, lo que indica una transitabilidad buena. De manera similar, el carril izquierdo arrojó un PSI promedio de 3,09, clasificando también como transitabilidad buena. Estos resultados reflejan que ambos carriles muestran un buen nivel de serviciabilidad, según los datos obtenidos con el sistema Abakal IRI.

CONCLUSIONES

A partir del análisis de los valores de IRI obtenidos mediante el rugosímetro de Merlín y el aplicativo Abakal IRI, se determinó que la carretera costanera sur en Tacna presenta un estado "Regular", lo que sugiere la necesidad de un plan de mantenimiento para mejorar la transitabilidad vehicular. Se propone la ejecución de sellado de juntas y parches en las zonas más afectadas, con el objetivo de prevenir el deterioro adicional del pavimento y garantizar una mayor seguridad y confort para los usuarios de la vía.

En la evaluación de la carretera Costanera Sur en Tacna, se utilizaron el aplicativo Abakal IRI y el rugosímetro de Merlín, obteniendo valores de IRI de 2,68 y 3,27 respectivamente. Estos resultados indican que la superficie de la carretera presenta niveles de rugosidad que podrían afectar el confort y la seguridad de los usuarios, subrayando la necesidad de un mantenimiento adecuado en ciertos tramos de la vía.

Al comparar los valores de IRI obtenidos por el rugosímetro de Merlín y el aplicativo Abakal IRI en la carretera costanera sur, se observó una alta similitud promedio del 81,96 %. Para la calzada derecha, la similitud fue del 80,49 % y para la calzada izquierda, del 83,70 %. Aunque los resultados son muy cercanos, existe una ligera variación debido a las diferencias en las técnicas de medición de cada herramienta. Esto confirma la confiabilidad del Abakal IRI, aunque es importante considerar estas diferencias al analizar los datos.

La mejor propuesta para mejorar la transitabilidad en la carretera costanera sur se basa en los resultados del rugosímetro de Merlín, dado que es un procedimiento normado y confiable. Aunque el aplicativo Abakal IRI proporciona resultados cercanos, la normatividad y precisión del rugosímetro de Merlín lo convierten en la opción más segura para fundamentar las acciones de mantenimiento necesarias.

RECOMENDACIONES

Dado que la carretera costanera sur en Tacna presenta un estado "Regular" según los valores de IRI obtenidos con el rugosímetro de Merlín y el aplicativo Abakal IRI, se recomienda al MTC implementar un plan de mantenimiento que incluya el sellado de juntas y la aplicación de parches en las zonas más afectadas. Estas acciones están destinadas a prevenir el deterioro adicional del pavimento, mejorar la transitabilidad vehicular y garantizar una mayor seguridad y confort para los usuarios. Además, se sugiere establecer un programa de monitoreo continuo para evaluar la efectividad de las intervenciones y ajustar el plan de mantenimiento según sea necesario.

Se recomienda a la Universidad Privada de Tacna considerar la implementación de un programa de investigación y análisis comparativo de herramientas de medición de IRI, similar al estudio realizado con el aplicativo Abakal IRI y el rugosímetro de Merlín. Esta investigación podría centrarse en evaluar la precisión y confiabilidad de diferentes métodos para medir la rugosidad del pavimento. Además, se sugiere que la universidad colabore con entidades locales y regionales para desarrollar protocolos que mejoren la precisión en la evaluación del estado de las vías y así facilitar una identificación más efectiva de las áreas que requieren intervención prioritaria.

Se sugiere al Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) la implementación de métodos estandarizados para la medición del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) en estudios y evaluaciones viales futuras. Aunque se ha observado una alta similitud promedio del 81,96 % entre los valores obtenidos mediante el rugosímetro de Merlín y el aplicativo Abakal IRI, las variaciones en las técnicas de medición evidencian la necesidad de un enfoque más uniforme para asegurar y consistencia en los datos obtenidos.

Para optimizar los procesos de evaluación y mantenimiento de carreteras, se sugiere al MTC invertir en la capacitación de personal en el uso de herramientas digitales como el Abakal IRI, así como en tecnologías de medición avanzadas. Esto permitirá una mayor precisión y eficiencia en la recopilación de datos y en el análisis del estado de las carreteras, contribuyendo a la toma de decisiones basadas en información actualizada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida. (2018). Universidad Federal do Ceará. obtenido de aplicativo para smartphone destinado à medição da irregularidade longitudinal em rodovias:
https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/35669/3/2018_dis_lcalmeida.pdf
- Arce. (2021). Universidad de Huánuco. Obtenido de cálculo de Índice de Rugosidad Internacional (IRI) usando el aplicativo abakal para smartphone en la avenida universitaria del distrito de Pillco Marca - 2020:
<https://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/2858>
- Beingolea y Gonzalo. (2021). Universidad Privada de Tacna. Obtenido de Aplicación del Smartphone y el rugosímetro de Merlín para la medición de la rugosidad del pavimento flexible en la av. Internacional, Tacna - 2021:
<https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1801>
- Cárdenas. (2018). Universidad Ricardo Palma. Obtenido de “Influencia del tráfico vehicular con respecto a las deflexiones de los pavimentos flexibles en zona urbana de la ciudad de Huancayo:
<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/2008>
- Chambilla y Ramos. (2021). Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de evaluación de pavimento flexible mediante método del rugosímetro de Merlín y el aplicativo IRI- Calc Free en la avenida Simón Bolívar, Puno:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75230>
- Chavez. (2019). Universidad de Cuenca. Obtenido de desarrollo de la correlación entre dos indicadores de la condición de la superficie del pavimento :
[https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/32499/1/Trabajo-de-Titulaci%
c3%b3n.pdf](https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/32499/1/Trabajo-de-Titulaci%c3%b3n.pdf)
- Cruz. (2021). Universidad Privada Antenor Orrego. Obtenido de “Diseño estructural del pavimento para mejorar la transitabilidad de las vias del sector los Huertos:
[https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/7849/1/rep_cecilia.cruz
_ivan.pinedo_dise%
c3%91o.estructural.del.pavimento.pdf](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/7849/1/rep_cecilia.cruz_ivan.pinedo_dise%c3%91o.estructural.del.pavimento.pdf)
- Fernández. (2021). Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de Índice de Rugosidad internacional (IRI) de la Av. Ejército, con la aplicación Roadroid en un Smartphone distrito de Andahuaylas :

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/84730/Fern%C3%A1ndez_SCM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Flores. (2022). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman. Obtenido de Análisis comparativo del IRI entre el teléfono inteligente y el rugosímetro de Merlín: <https://repositorio.unjbg.edu.pe/items/2f1f54b9-6f43-4c45-a406-d63f5102db34>

Gamarra. (2022). Universidad Federal de Integración Latino. Obtenido de Desarrollo de una herramienta informática para la evaluación del Índice de Regularidad Internacional (IRI) en pavimentos: <https://dspace.unila.edu.br/server/api/core/bitstreams/d6ecfc08-0837-4a57-8a2e-cd5bdeb0b93f/content>

Gonzales y Sánchez. (2021). Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de Diseño de Infraestructura vial para mejorar transitabilidad vehicular del centro poblado Luya-Ferreñafe Km. 00+000 al Km. 10+500 Lambayeque 2020: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/73031>

Huanca. (2023). Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Obtenido de Mejoramiento de la transitabilidad vehicular de pavimento flexible en la Avenida las Malvinas mediante el análisis funcional aplicando el Rugosímetro de Merlin – Abancay, 2023: <https://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/1446>

Llerena y Torres. (2016). Universidad Andina del Cusco. Obtenido de “Determinación del índice de condición e Índice de serviciabilidad del pavimento de la carretera nacional PE-28G: <https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/981/RESUMEN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mamani y Lozano. (2021). Universidad Privada de Tacna. Obtenido de Evaluación de la rugosidad en el pavimento utilizando teléfonos inteligentes para mejorar la transitabilidad vehicular en la Av. Antúnez de Mayolo, distrito Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna -2021: <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2097>

Monsalve. (2012). Universidad del Quindío. Obtenido de Diseño de pavimento flexible y rígido: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54427266/Diseno_de_pavimento_flexible_y_rigido-libre.pdf?1505345522=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDiseno_de_pavimento_flexible_y_rigido_DI.pdf&Expires=1724219518&Signature=ZXZV~1WSngecrnlwJ3mhdU7B

- MTC. (2014). Ministerio de Transporte y comunicaciones. Obtenido de Manuales de Carreteras:
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html
- Oscó y Atencio. (2022). Universidad Privada de Tacna. Obtenido de Factores que influyen en las lecturas del aplicativo móvil Abakal IRI para determinar la rugosidad del pavimento flexible en la carretera Costanera Sur, Tacna-2021:
<https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2621>
- Reyes. (2020). Universidad Estatal del Sur de Manabí . Obtenido de Determinación del Índice de Rugosidad Internacional en la Av. La Prensa, usando aparatos inteligentes y el rugosímetro de Merlín”.:
<https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2727>
- Ríos y Torres. (2022). Universidad Ricardo Palma. Obtenido de Índice de regularidad internacional usando aplicativos móviles para establecer el nivel de servicio de la superficie de rodadura:
<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/6112>
- SNIP. (2015). Ministerio de Economía y finanzas. Obtenido de Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación:
https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas_Pavimentos.pdf
- Villar. (2019). Universidad de San Martín de Porres. Obtenido de Correlación Entre el Índice de Regularidad Internacional y el Índice del Inventario de condición del Ministerio de Transportes y Comunicaciones :
https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/5342/chevarria_bjle.pdf?sequence=1

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Método	Estadística
<p>Interrogante general:</p> <p>¿De qué manera el análisis de los valores IRI obtenidos con el rugosímetro de Merlín y el aplicativo ABAKAL IRI la base para plantear una propuesta efectiva de mejora en la transitabilidad vehicular del tramo de la Carretera Costanera sur, Tacna 2024?</p> <p>Interrogantes específicas:</p> <p>¿Cuáles son los datos del Índice de Rugosidad Internacional proporcionados por el rugosímetro de Merlín y el aplicativo ABAKAL IRI, utilizados para evaluar la carretera costanera sur - Tacna?</p> <p>¿Cuál es el nivel de confiabilidad por el aplicativo ABAKAL IRI frente al Rugosímetro de Merlín en la carretera costanera sur - Tacna?</p> <p>¿Cuál es la mejor propuesta de transitabilidad frente a los resultados obtenidos en la carretera costanera sur - Tacna?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Plantear una propuesta de mejora para la transitabilidad vehicular en la carretera costanera sur analizando valores IRI obtenidos mediante rugosímetro de merlín y aplicativo Abakal IRI - Tacna 2024</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>Determinar los datos del Índice de Rugosidad Internacional proporcionados por el rugosímetro de Merlín y el aplicativo ABAKAL IRI, utilizados para evaluar la carretera Costanera Sur - Tacna.</p> <p>Analizar el nivel de confiabilidad del aplicativo ABAKAL IRI frente al Rugosímetro de Merlín en la carretera Costanera Sur - Tacna.</p> <p>Determinar cuál es el método más preciso para medir la rugosidad, comparando el rendimiento del aplicativo abakal iri y el rugosímetro de Merlín - Tacna 2024.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>Analizando valores IRI obtenidos mediante rugosímetro de merlín y aplicativo Abakal IRI será altamente factible plantear una propuesta de mejora para la transitabilidad vehicular en la carretera costanera sur - Tacna 2024</p> <p>Hipótesis Específicas</p> <p>Los resultados obtenidos de rugosidad por el rugosímetro de Merlín y el aplicativo ABAKAL IRI en la carretera costanera sur son altamente aceptables.</p> <p>El nivel de confiabilidad que presenta el aplicativo ABAKAL IRI frente al Rugosímetro de Merlín es satisfactorio para obtener el IRI.</p> <p>La mejor propuesta analizada mejorará la transitabilidad en la carretera Costanera sur.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>Valore IRI.</p> <p>Variable dependiente:</p> <p>Propuesta de mejora para la transtabilidad vehicular</p>	<p>Variable Independiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ABAKAL IRI ● Rugosímetro de Merlín <p>Variable Dependiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Transitabilidad. ● Serviciabilidad. 	<p>Diseño de investigación:</p> <p>-Experimental</p> <p>Población:</p> <p>La población de interés para esta investigación se centra en el tramo pavimentado de la carretera Costanera Sur, específicamente desde la ciudad de Tacna hasta Boca del Río. Este tramo es de vital importancia para la conectividad de la región, ya que facilita el tránsito entre localidades costeras y comunidades cercanas</p> <p>Muestra</p> <p>El área de estudio se centra en un tramo específico de la Carretera Nacional - La Costanera, designada como PE-1SD, que se extiende desde Tacna hasta Boca del Río. Este segmento abarca desde el kilómetro 8+000 hasta el kilómetro 18+000.</p>	Correlación

Anexo 2. Evaluación superficial del pavimento con rugosímetro de Merlín

Como podemos ver en la “figura 18” y “figura 19”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 20 a 30, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 18

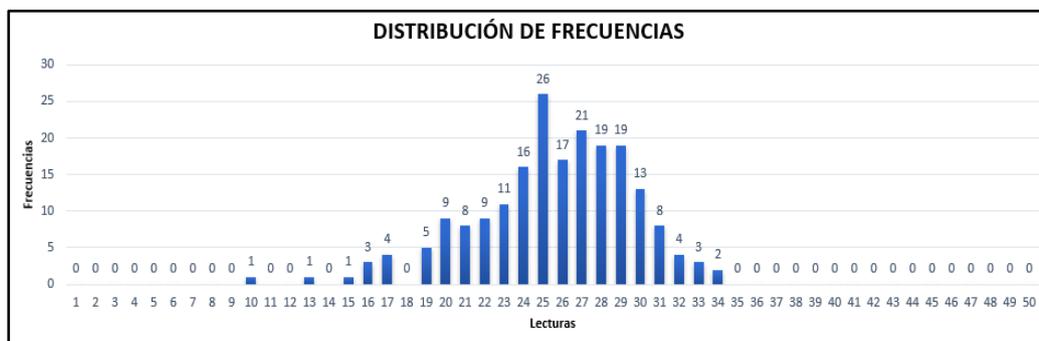
Datos de campo tramo 1 – carril derecho

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO																					
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN																					
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024																					
UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna										N.º DE ENSAYO: 1											
MUESTRA: Costanera Sur										SECTOR: 0+000 - 0+400											
FECHA: 20 de Julio 2024										CARRIL: Derecho (Bajada)											
LECTURA EN CAMPO - MERLIN																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	25	25	30	27	25	30	22	29	26	28	28	22	29	20	26	25	22	25	30	27	
2	24	26	17	31	26	23	27	21	17	17	33	23	28	19	17	23	25	24	26	31	
3	30	21	29	29	27	27	29	20	27	32	28	27	26	26	27	29	24	28	31	22	
4	31	25	26	30	27	28	24	24	33	34	29	20	16	29	25	23	20	25	30	23	
5	28	30	30	26	20	25	24	28	29	28	19	27	21	28	27	21	21	24	25	16	
6	22	27	20	25	29	25	27	28	23	26	29	23	24	26	25	29	27	29	20	27	
7	30	31	21	31	22	28	10	28	23	25	29	23	26	30	27	25	30	26	29	31	
8	21	24	28	29	25	24	26	30	26	25	24	24	27	25	20	29	21	25	28	28	
9	25	32	27	23	24	34	24	25	24	28	22	32	22	28	27	23	25	25	27	25	
10	25	19	26	30	27	16	32	13	22	24	29	15	29	33	20	19	31	28	26	19	
TIPO DE PAVIMENTO:																					
AFIRMADO	<input type="checkbox"/>										CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>									
BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>										CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>									
BASE IMPRIMIDA	<input type="checkbox"/>										RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>									
TRAT. BICAPA	<input type="checkbox"/>										SELLO	<input type="checkbox"/>									

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 19

Distribución de frecuencias – tramo 1



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 20” y “figura21”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 21 a 31, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones se examina que las desviaciones del perfil.

Figura 20

Datos de campo tramo 2 – carril derecho

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO

HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024

UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna	N.º DE ENSAYO: 2
MUESTRA: Costanera Sur	SECTOR: 0+400 - 0+800
FECHA: 20 de Julio 2024	CARRIL: Derecho (Bajada)

LECTURA EN CAMPO - MERLIN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	28	27	30	25	22	26	19	31	24	20	27	25	29	22	30	28	20	25	29	27
2	23	29	28	25	24	27	26	31	22	19	30	25	27	24	26	29	20	28	22	31
3	26	24	21	30	25	29	16	27	28	26	24	25	33	22	27	31	30	26	17	25
4	31	27	25	20	28	26	23	29	24	25	22	30	21	19	28	27	16	32	30	24
5	26	29	22	28	31	27	23	25	19	20	30	25	21	28	27	24	32	29	30	26
6	23	25	22	30	27	24	26	21	31	29	25	20	28	26	27	24	33	19	30	22
7	27	25	28	17	24	29	21	30	25	26	22	27	19	31	28	24	29	20	26	23
8	25	30	27	26	22	28	20	31	25	29	23	24	26	21	20	28	29	32	19	27
9	28	21	24	27	30	26	25	29	22	31	23	16	28	27	26	25	32	24	27	29
10	26	20	28	22	29	25	24	30	27	23	31	25	22	19	27	26	21	28	30	24

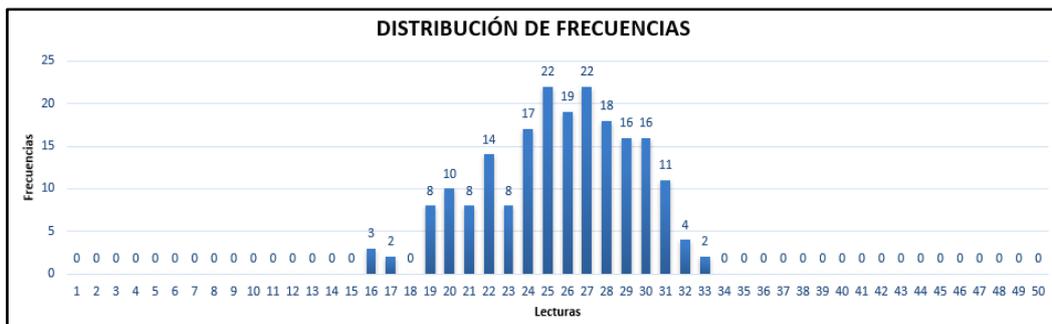
TIPO DE PAVIMENTO:

AFIRMADO <input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA <input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA <input type="checkbox"/>	SELLO <input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 21

Distribución de frecuencias – tramo 2



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 22” y “figura 23”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 20 a 30, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 22

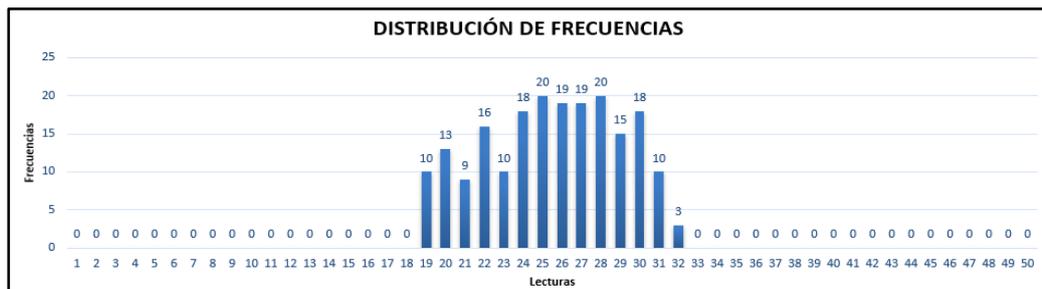
Datos de campo tramo 3 – carril derecho

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO	
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN	
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024	
UBICACION: Tacna - Tacna - Tacna	N.º DE ENSAYO: 3
MUESTRA: Costanera Sur	SECTOR: 0+800 - 1+200
FECHA: 20 de Julio 2024	CARRIL: Derecho (Bajada)
LECTURA EN CAMPO - MERLIN	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
1	22 30 27 25 28 19 31 26 23 29 24 26 25 20 30 22 29 28 27 25
2	24 26 28 20 31 27 25 22 29 30 21 24 26 23 28 25 30 22 27 19
3	25 22 26 28 24 27 30 20 23 31 25 19 32 29 24 20 28 26 30 21
4	29 27 25 20 22 31 28 26 23 24 30 25 27 21 19 28 32 29 26 20
5	26 24 21 30 25 28 27 29 22 26 20 31 24 25 22 28 23 27 19 30
6	23 25 26 20 28 31 24 27 22 29 25 21 30 26 28 19 27 24 29 22
7	20 26 24 28 23 25 21 27 30 22 29 31 26 24 27 28 20 19 25 30
8	27 29 23 22 24 26 30 28 21 25 27 32 20 24 29 28 30 25 22 19
9	28 25 30 24 21 29 26 27 22 23 20 31 26 28 19 25 30 24 29 27
10	22 30 27 24 26 19 31 28 21 29 25 26 30 23 20 27 24 28 22 31
TIPO DE PAVIMENTO:	
AFIRMADO <input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA <input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA <input type="checkbox"/>	SELLO <input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 23

Distribución de frecuencias – tramo 3



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 24” y “figura 25”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 21 a 30, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 24

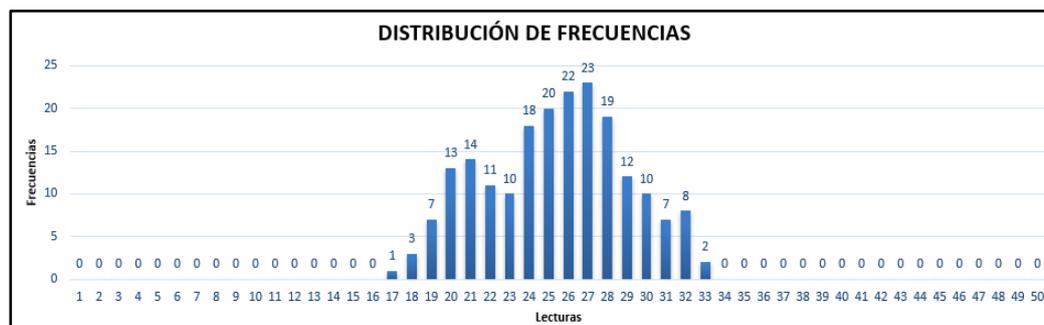
Datos de campo tramo 4 – carril derecho

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO																				
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN																				
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024																				
UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna										N.º DE ENSAYO: 4										
MUESTRA: Costanera Sur										SECTOR: 1+200 - 1+600										
FECHA: 20 de Julio 2024										CARRIL: Derecho (Bajada)										
LECTURA EN CAMPO - MERLIN																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	17	29	32	23	19	25	27	20	31	28	24	26	30	22	21	29	33	27	27	24
2	26	24	28	22	30	25	31	19	27	20	32	21	29	26	23	25	20	28	24	27
3	26	22	29	25	26	30	19	28	21	24	27	32	20	26	22	25	25	28	23	29
4	20	24	27	31	29	22	26	25	25	18	28	21	32	27	23	20	26	24	28	33
5	19	27	25	32	28	30	21	24	22	20	26	31	29	23	20	27	28	26	24	21
6	30	21	25	19	28	26	27	24	22	32	29	20	31	23	26	21	27	25	18	28
7	23	28	26	27	31	22	27	24	25	30	21	25	32	29	26	27	24	21	27	28
8	24	27	25	28	27	29	22	25	23	26	20	32	21	30	27	28	24	19	25	26
9	25	21	30	24	27	28	22	29	26	20	26	25	23	28	25	19	24	27	26	20
10	28	23	27	21	30	26	24	29	20	25	18	22	31	27	24	26	28	30	21	26
TIPO DE PAVIMENTO:																				
AFIRMADO	<input type="text"/>				CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="text"/>														
BASE GRANULAR	<input type="text"/>				CARPETA EN CALIENTE	<input type="text"/>														
BASE IMPRIMIDA	<input type="text"/>				RECAPEO ASFALTICO	<input type="text"/>														
TRAT. BICAPA	<input type="text"/>				SELLO	<input type="text"/>														

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 25

Datos de frecuencia 4 – carril derecho



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 26” y “figura 27”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 20 a 29, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 26

Datos de campo tramo 5 – carril derecho

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO	
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN	
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024	
UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna	N.º DE ENSAYO: 5
MUESTRA: Costanera Sur	SECTOR: 1+600 - 2+000
FECHA: 20 de Julio 2024	CARRIL: Derecho (Bajada)

LECTURA EN CAMPO - MERLIN																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	26	31	27	19	27	25	21	24	24	30	30	27	27	30	29	26	23	28	25	27
2	22	30	24	29	26	25	21	27	23	29	22	31	24	26	20	30	31	22	13	21
3	32	28	23	29	35	22	25	23	25	21	29	26	26	23	30	27	20	26	26	25
4	32	27	29	20	34	28	24	25	28	23	30	27	22	26	29	24	26	21	33	28
5	25	31	20	29	27	23	22	34	31	26	19	24	27	32	30	22	18	25	20	29
6	25	26	17	24	25	27	23	28	25	30	26	20	21	27	17	24	24	18	38	20
7	25	23	19	27	25	28	31	26	23	22	28	28	26	31	30	24	26	28	27	22
8	26	24	29	25	23	28	21	30	26	25	27	23	22	31	29	24	28	26	25	27
9	22	30	28	23	25	32	29	26	28	24	14	31	29	29	27	29	24	25	34	19
10	25	23	28	23	24	23	26	30	23	23	26	21	24	30	26	24	36	24	24	29

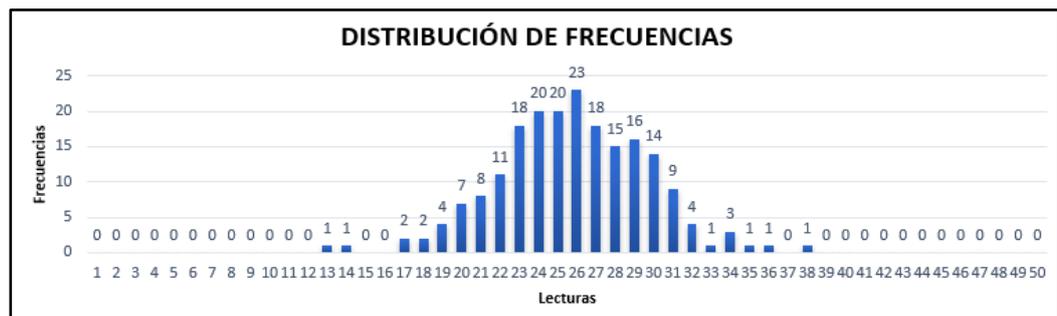
TIPO DE PAVIMENTO:

AFIRMADO	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA	<input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA	<input type="checkbox"/>	SELLO	<input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 27

Datos de frecuencia 5 – carril derecho



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 28” y “figura 29”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 21 a 30, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 28

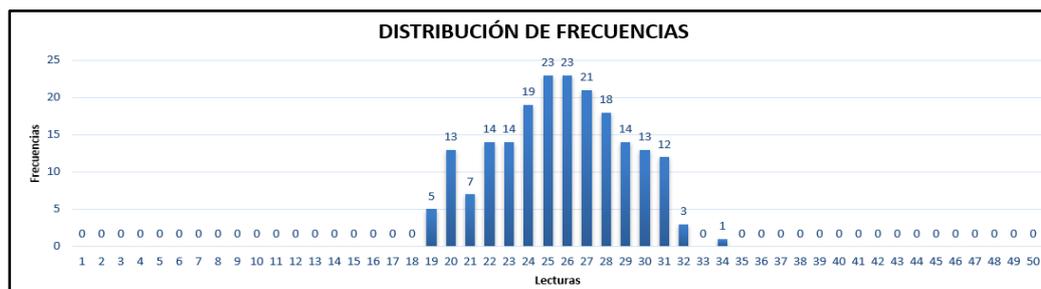
Datos de campo tramo 6 – carril derecho

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO																					
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN																					
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024																					
UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna										N.º DE ENSAYO: 6											
MUESTRA: Costanera Sur										SECTOR: 2+000 - 2+400											
FECHA: 20 de Julio 2024										CARRIL: Derecho (Bajada)											
LECTURA EN CAMPO - MERLIN																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	27	30	25	21	26	29	24	20	28	26	27	23	31	25	26	22	19	27	30	25	
2	28	22	25	30	21	29	27	24	26	31	23	26	22	20	25	28	27	24	30	19	
3	24	27	20	25	31	26	22	23	29	30	21	27	28	24	26	25	32	19	28	25	
4	26	23	30	24	27	20	26	31	29	22	25	28	26	23	27	34	29	24	31	20	
5	25	22	28	29	24	27	30	21	25	26	31	22	23	20	28	26	24	29	25	27	
6	30	23	26	27	22	31	25	28	19	20	27	25	26	24	29	28	32	24	20	23	
7	27	30	21	28	25	29	26	24	25	22	20	27	23	31	29	24	28	20	25	26	
8	23	27	22	25	30	26	24	29	31	20	28	26	22	24	27	23	29	32	25	28	
9	24	27	25	26	20	28	23	29	31	21	26	22	30	27	24	28	25	31	26	30	
10	20	29	23	27	22	24	25	28	26	21	30	27	19	23	31	25	28	22	26	24	
TIPO DE PAVIMENTO:																					
AFIRMADO	<input type="checkbox"/>										CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>									
BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>										CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>									
BASE IMPRIMIDA	<input type="checkbox"/>										RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>									
TRAT. BICAPA	<input type="checkbox"/>										SELLO	<input type="checkbox"/>									

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 29

Datos de frecuencia 6 – carril derecho



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 30” y “figura 31”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 22 a 31, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 30

Datos de campo tramo 7 – carril derecho

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO

HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024

UBICACION: Tacna - Tacna - Tacna **N.º DE ENSAYO:** 7
MUESTRA: Costanera Sur **SECTOR:** 2+400 - 2+800
FECHA: 20 de Julio 2024 **CARRIL:** Derecho (Bajada)

LECTURA EN CAMPO - MERLIN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	29	31	26	22	30	26	24	36	25	28	20	31	30	26	23	27	25	24	19	29
2	22	27	23	31	30	28	27	25	29	22	25	23	30	20	21	23	29	31	27	28
3	21	29	23	28	27	25	22	31	25	30	22	27	31	28	23	29	26	24	19	32
4	27	23	30	21	28	25	33	20	26	29	24	31	18	23	35	27	22	34	29	26
5	30	16	24	37	21	28	25	30	22	24	25	27	29	20	30	26	28	26	35	24
6	24	23	26	31	23	29	26	28	23	31	21	24	28	27	27	28	22	22	33	31
7	30	30	26	32	30	12	20	20	23	15	16	25	28	26	22	24	25	21	25	29
8	23	30	28	26	25	15	23	24	31	30	28	20	29	28	25	27	23	32	7	23
9	30	22	24	25	27	29	20	30	26	28	26	35	24	24	23	26	31	23	29	26
10	28	23	31	21	24	28	27	27	28	22	22	33	31	19	25	32	17	29	36	30

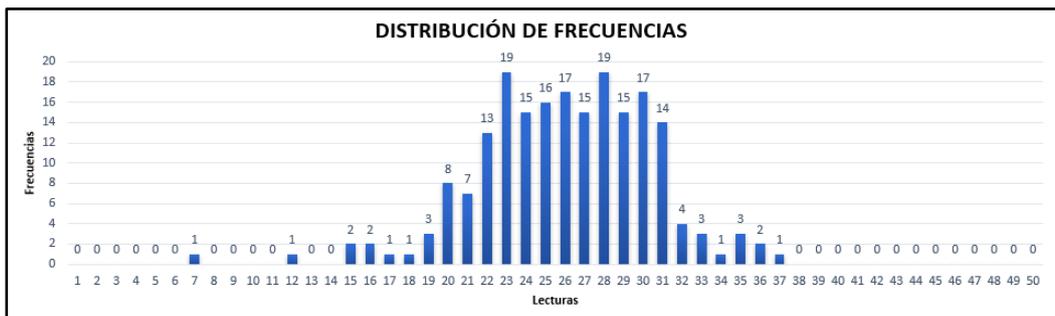
TIPO DE PAVIMENTO:

AFIRMADO	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA	<input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA	<input type="checkbox"/>	SELLO	<input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 31

Datos de frecuencia 7 – carril derecho



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 32” y “figura 33”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 20 a 29, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 32

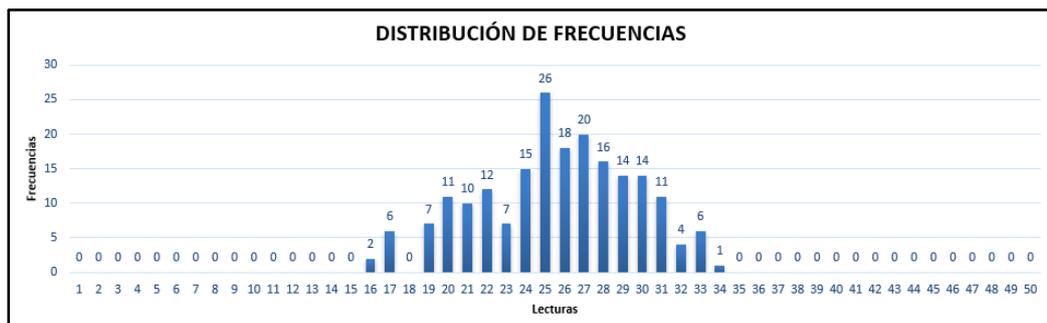
Datos de campo tramo 8 – carril derecho

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO																					
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN																					
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024																					
UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna										N.º DE ENSAYO: 8											
MUESTRA: Costanera Sur										SECTOR: 2+800 - 3+200											
FECHA: 20 de Julio 2024										CARRIL: Derecho (Bajada)											
LECTURA EN CAMPO - MERLIN																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	27	22	30	31	29	26	17	27	25	30	25	24	20	22	29	28	25	31	20	26	
2	23	31	28	17	26	24	21	32	30	28	27	21	29	26	25	23	19	34	27	25	
3	26	30	27	19	20	28	32	33	27	21	29	26	25	23	25	20	24	17	22	27	
4	29	31	28	26	20	30	26	30	24	25	22	27	31	33	21	25	19	16	20	29	
5	25	24	32	28	25	27	22	23	21	29	30	28	26	27	24	21	25	24	26	16	
6	27	30	29	25	26	22	27	29	19	28	25	23	24	26	30	22	27	29	31	25	
7	24	26	20	28	27	25	17	22	30	29	31	21	24	28	26	33	25	23	27	25	
8	27	25	29	28	24	21	25	22	30	31	19	32	33	26	17	25	20	24	28	25	
9	28	27	25	26	20	22	30	27	19	23	31	33	24	25	26	28	29	22	30	20	
10	24	27	22	29	31	20	25	28	25	30	27	21	17	19	26	24	33	21	28	31	
TIPO DE PAVIMENTO:																					
AFIRMADO	<input type="checkbox"/>										CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>									
BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>										CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>									
BASE IMPRIMIDA	<input type="checkbox"/>										RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>									
TRAT. BICAPA	<input type="checkbox"/>										SELLO	<input type="checkbox"/>									

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 33

Datos de frecuencia 8 – carril derecho



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 34” y “figura 35”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 21 a 30, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 34

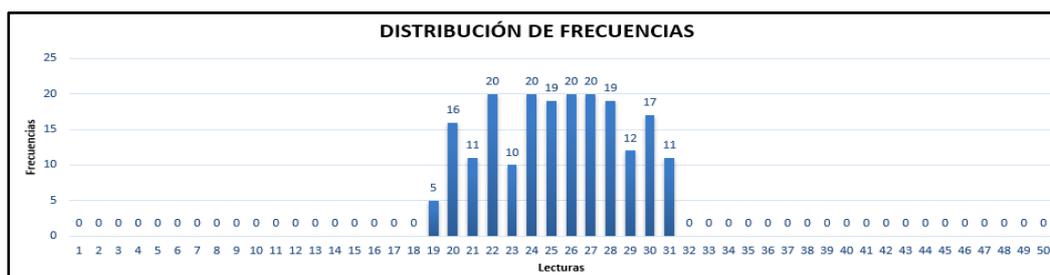
Datos de campo tramo 9 – carril derecho

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO																					
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN																					
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024																					
UBICACIÓN:	Tacna - Tacna - Tacna										N.º DE ENSAYO:	9									
MUESTRA:	Costanera Sur										SECTOR:	3+200 - 3+600									
FECHA:	20 de Julio 2024										CARRIL:	Derecho (Bajada)									
LECTURA EN CAMPO - MERLIN																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	27	22	30	24	28	21	26	29	20	31	25	23	27	26	24	22	28	30	19	20	
2	25	28	30	21	27	22	26	24	31	20	23	29	28	25	27	19	22	30	26	24	
3	21	29	24	27	20	26	22	31	25	28	30	20	23	26	31	24	27	22	28	25	
4	30	22	25	27	28	20	24	29	26	21	31	30	22	23	27	25	19	24	28	26	
5	27	30	23	26	22	28	25	19	24	21	31	29	20	26	27	28	30	22	24	25	
6	24	22	30	27	21	25	28	26	20	23	31	29	24	22	26	20	30	27	25	19	
7	26	28	24	30	22	27	21	25	29	20	23	28	31	26	22	24	20	29	27	25	
8	21	30	26	24	27	22	29	25	20	31	28	23	24	26	27	20	28	22	30	25	
9	22	27	20	25	29	26	28	21	24	30	23	31	26	22	27	20	24	28	29	25	
10	25	24	30	27	26	22	28	21	20	31	23	29	26	24	27	25	22	30	21	28	
TIPO DE PAVIMENTO:																					
AFIRMADO	<input type="checkbox"/>										CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>									
BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>										CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>									
BASE IMPRIMIDA	<input type="checkbox"/>										RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>									
TRAT. BICAPA	<input type="checkbox"/>										SELLO	<input type="checkbox"/>									

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 35

Datos de frecuencia 9 – carril derecho



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 36” y “figura 37”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 22 a 30, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 36

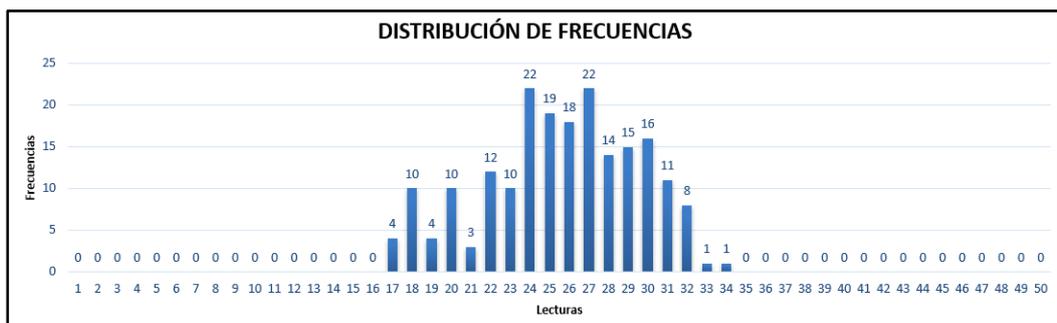
Datos de campo tramo 10 – carril derecho

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO	
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN	
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024	
UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna	N.º DE ENSAYO: 10
MUESTRA: Costanera Sur	SECTOR: 3+600 - 4+000
FECHA: 20 de Julio 2024	CARRIL: Derecho (Bajada)
LECTURA EN CAMPO - MERLIN	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
1	22 29 17 30 24 25 18 27 28 32 23 26 20 24 31 29 27 24 33 28
2	25 30 26 19 27 22 20 28 24 31 29 23 25 32 17 26 27 34 24 18
3	27 22 30 28 24 29 23 26 25 31 20 27 26 32 18 29 21 25 24 30
4	23 28 26 27 24 19 30 21 32 27 25 29 22 20 24 26 31 25 18 27
5	24 26 22 27 23 30 25 24 29 31 18 28 27 20 24 25 26 29 17 30
6	28 25 27 24 32 23 30 26 27 22 18 31 24 29 26 28 25 27 19 30
7	22 27 24 20 25 26 29 30 23 32 27 24 26 30 21 29 25 18 28 31
8	29 22 24 27 18 30 26 31 23 28 27 25 24 29 20 22 31 18 26 25
9	28 30 24 23 27 22 25 32 17 26 20 29 25 24 30 27 31 28 22 19
10	26 27 24 25 30 20 28 29 23 27 32 18 26 31 24 25 22 28 20 30
TIPO DE PAVIMENTO:	
AFFIRMADO <input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA <input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA <input type="checkbox"/>	SELLO <input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 37

Datos de frecuencia 10 – carril derecho



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 38” y “figura 39”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 21 a 29, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 38

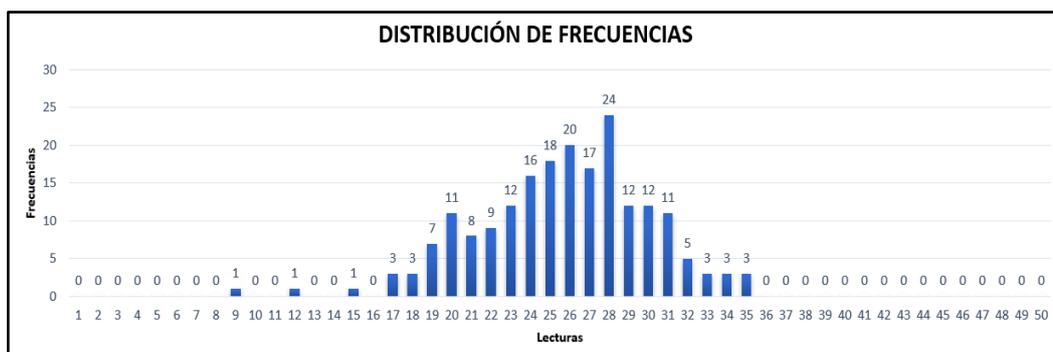
Datos de campo tramo 11 – carril derecho

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO																					
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN																					
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024																					
UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna										N.º DE ENSAYO: 11											
MUESTRA: Costanera Sur										SECTOR: 4+000 - 4+400											
FECHA: 20 de Julio 2024										CARRIL: Derecho (Bajada)											
LECTURA EN CAMPO - MERLIN																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	30	22	27	27	25	18	24	24	28	28	27	12	25	22	21	27	28	24	20	22	
2	28	20	32	20	27	28	26	27	26	31	25	26	27	24	29	23	27	26	22	26	
3	28	20	28	26	25	31	18	35	31	18	34	31	19	28	28	29	29	32	29	25	
4	24	34	23	22	30	24	25	28	28	31	29	24	17	29	32	27	25	30	28	26	
5	21	28	30	31	21	29	26	23	31	28	20	17	25	25	30	24	23	30	19	28	
6	26	28	32	26	23	19	21	24	26	15	20	28	20	30	23	20	32	19	22	23	
7	28	25	30	26	26	31	26	29	26	29	19	9	29	24	31	28	23	20	31	30	
8	28	27	31	28	21	27	35	27	30	25	34	25	29	25	22	33	28	20	35	24	
9	24	30	25	23	21	23	25	26	22	28	33	24	25	23	27	19	26	26	29	20	
10	23	27	27	27	26	21	22	30	17	21	24	33	28	25	19	25	24	27	26	24	
TIPO DE PAVIMENTO:																					
AFIRMADO	<input type="text"/>										CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>									
BASE GRANULAR	<input type="text"/>										CARPETA EN CALIENTE	<input type="text"/>									
BASE IMPRIMIDA	<input type="text"/>										RECAPEO ASFALTICO	<input type="text"/>									
TRAT. BICAPA	<input type="text"/>										SELLO	<input type="text"/>									

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 39

Datos de frecuencia 11 – carril derecho



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 40” y “figura 41”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 20 a 32, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 40

Datos de campo tramo 12 – carril derecho

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO

HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024

UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna	N.º DE ENSAYO: 12
MUESTRA: Costanera Sur	SECTOR: 4+400 - 4+800
FECHA: 20 de Julio 2024	CARRIL: Derecho (Bajada)

LECTURA EN CAMPO - MERLIN																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	29	24	27	26	33	28	23	25	17	30	22	18	27	28	20	27	29	31	19	28
2	22	25	24	27	30	25	28	20	19	23	24	26	27	22	31	17	25	20	26	28
3	27	28	25	20	23	29	27	24	31	26	33	22	29	17	23	27	30	28	29	20
4	19	25	23	26	28	20	30	27	24	21	26	32	18	26	22	23	29	18	27	28
5	29	20	27	24	19	28	30	25	29	20	31	28	34	22	25	23	27	26	29	28
6	25	27	28	26	24	29	19	32	20	31	22	29	21	30	27	18	33	26	30	28
7	25	23	27	20	24	19	28	25	31	17	30	27	26	34	26	25	27	28	23	20
8	28	31	24	29	20	23	27	30	26	25	19	24	28	27	25	21	29	18	29	30
9	26	32	23	20	27	25	22	21	28	27	24	29	19	30	26	23	29	25	17	28
10	27	31	29	25	22	26	19	20	24	26	25	30	28	17	21	27	34	20	29	28

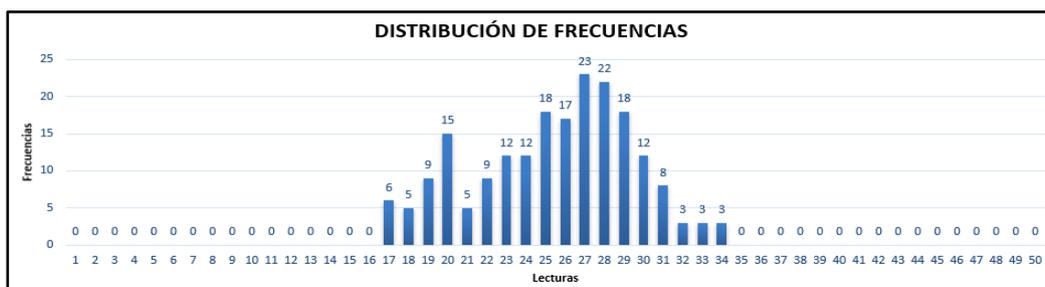
TIPO DE PAVIMENTO:

AFIRMADO	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA	<input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA	<input type="checkbox"/>	SELLO	<input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 41

Datos de frecuencia 12 – carril derecho



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 42” y “figura 43”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 21 a 30, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 42

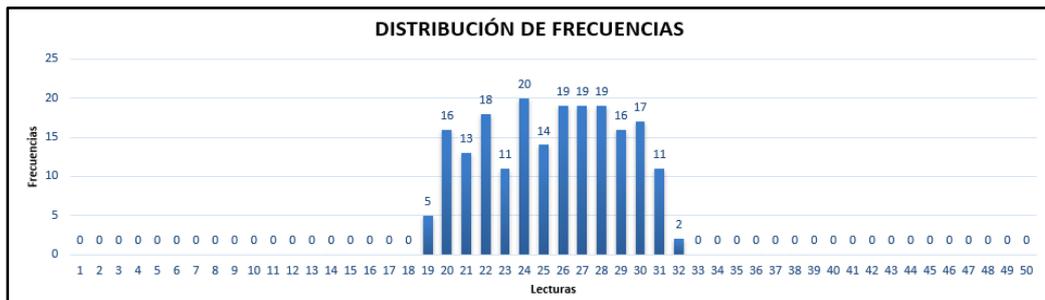
Datos de campo tramo 13 – carril derecho

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO	
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN	
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024	
UBICACIÓN:	Tacna - Tacna - Tacna
MUESTRA:	Costanera Sur
FECHA:	20 de Julio 2024
N.º DE ENSAYO:	13
SECTOR:	4+800 - 5+200
CARRIL:	Derecho (Bajada)
LECTURA EN CAMPO - MERLIN	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
1	24 30 27 28 22 19 25 26 21 29 20 23 31 27 28 24 30 22 26 32
2	21 28 24 30 25 23 19 29 22 27 20 26 24 31 28 27 20 29 22 26
3	30 25 24 28 27 31 22 19 26 30 21 23 29 24 27 20 26 22 28 25
4	22 24 27 30 26 31 28 23 25 29 20 27 21 32 24 29 30 22 28 20
5	31 26 29 24 23 28 27 20 25 22 30 24 26 21 29 20 27 28 31 19
6	23 21 25 30 22 26 24 28 29 20 31 27 26 28 23 20 24 30 21 25
7	28 30 23 24 27 25 21 29 20 22 30 31 27 26 28 24 22 25 29 26
8	29 20 24 27 30 23 28 26 31 21 25 22 30 26 27 24 19 22 28 21
9	27 28 23 30 24 21 25 29 26 22 20 31 24 27 28 26 22 29 25 20
10	20 24 26 28 30 25 27 22 31 23 29 20 21 26 24 27 22 30 29 21
TIPO DE PAVIMENTO:	
AFIRMADO	<input type="checkbox"/>
BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA	<input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA	<input type="checkbox"/>
CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>
CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>
RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>
SELLO	<input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 43

Datos de frecuencia 13 – carril derecho



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 44” y “figura 45”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 21 a 30, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 44

Datos de campo tramo 14 – carril derecho

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO	
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN	
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024	
UBICACIÓN:	Tacna - Tacna - Tacna
MUESTRA:	Costanera Sur
FECHA:	20 de Julio 2024
N.º DE ENSAYO:	14
SECTOR:	5+200 - 5+600
CARRIL:	Derecho (Bajada)

LECTURA EN CAMPO - MERLIN																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	29	21	27	26	28	23	30	25	22	24	27	19	20	32	31	28	24	29	20	33
2	24	29	21	27	28	25	30	26	23	32	20	28	24	31	26	19	30	29	22	25
3	26	27	24	29	20	30	23	21	28	25	30	27	22	32	26	24	31	19	28	20
4	28	27	23	25	30	22	29	24	31	26	27	21	20	25	29	24	28	30	22	26
5	21	30	25	24	29	27	23	20	28	26	32	31	24	27	28	22	26	30	19	29
6	23	25	27	28	30	26	20	22	24	31	29	21	26	30	22	28	27	19	23	25
7	30	22	29	28	24	27	25	21	26	31	20	24	29	27	19	28	30	23	26	22
8	27	30	21	23	26	25	32	28	24	20	27	29	22	26	28	24	31	30	27	21
9	29	28	25	23	30	27	26	24	20	32	27	31	22	29	21	24	26	28	30	19
10	21	27	24	30	28	26	25	22	29	23	27	30	20	24	26	22	28	31	19	33

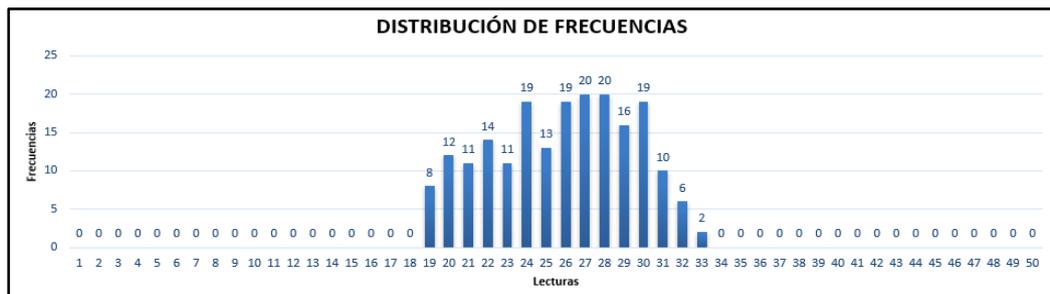
TIPO DE PAVIMENTO:

AFIRMADO	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA	<input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA	<input type="checkbox"/>	SELLO	<input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 45

Datos de frecuencia 14 – carril derecho



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 46” y “figura 47”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 20 a 30, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 46

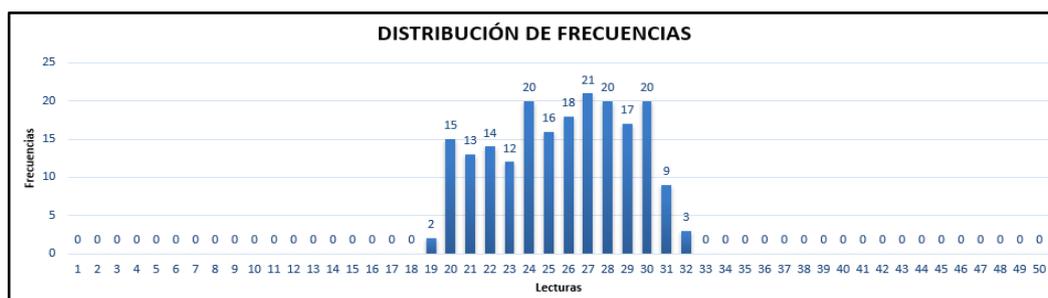
Datos de campo tramo 15 – carril derecho

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO																				
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN																				
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024																				
UBICACIÓN:	Tacna - Tacna - Tacna										N.º DE ENSAYO:	15								
MUESTRA:	Costanera Sur										SECTOR:	5+600 - 6+000								
FECHA:	20 de Julio 2024										CARRIL:	Derecho (Bajada)								
LECTURA EN CAMPO - MERLIN																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	27	30	24	25	22	29	28	21	26	20	23	27	31	24	22	28	30	26	25	27
2	20	29	26	24	31	28	22	27	25	30	19	26	23	28	24	20	29	21	32	30
3	28	27	25	24	31	22	30	26	27	23	29	20	25	21	28	26	30	27	24	22
4	21	28	30	27	26	23	25	24	29	20	32	22	28	24	21	30	27	26	29	23
5	26	25	24	27	28	20	22	30	23	29	26	31	28	20	25	24	27	21	29	30
6	27	21	30	28	24	25	22	29	20	31	26	27	23	28	32	25	21	30	29	24
7	28	25	22	26	27	20	29	24	30	23	31	26	27	28	20	24	21	29	22	30
8	23	27	20	24	28	30	26	29	22	31	25	21	28	27	19	24	30	26	23	25
9	29	24	28	20	30	27	22	31	26	25	28	24	23	29	21	30	20	27	22	26
10	30	23	25	27	28	29	24	21	26	20	28	30	25	22	31	27	24	29	21	20
TIPO DE PAVIMENTO:																				
AFIRMADO	<input type="checkbox"/>										CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>								
BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>										CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>								
BASE IMPRIMIDA	<input type="checkbox"/>										RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>								
TRAT. BICAPA	<input type="checkbox"/>										SELO	<input type="checkbox"/>								

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 47

Datos de frecuencia 15 – carril derecho



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 48” y “figura 49”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 21 a 30, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 48

Datos de campo tramo 16 – carril derecho

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO

HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024

UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna	N.º DE ENSAYO: 16
MUESTRA: Costanera Sur	SECTOR: 6+000 - 6+400
FECHA: 20 de Julio 2024	CARRIL: Derecho (Bajada)

LECTURA EN CAMPO - MERLIN																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	25	27	19	30	24	28	21	26	33	20	29	22	25	27	28	30	24	19	31	26
2	22	27	25	28	30	21	20	23	29	24	26	31	27	20	32	22	29	24	23	28
3	26	29	31	27	23	30	24	22	25	18	27	21	26	30	29	26	28	25	24	22
4	23	30	27	26	28	24	31	27	25	29	20	25	28	26	30	21	19	24	29	27
5	28	27	21	22	25	30	20	23	24	32	29	20	28	23	31	25	30	19	29	24
6	21	26	27	30	29	24	32	22	27	31	23	28	30	19	25	26	24	27	20	30
7	29	23	28	27	22	30	25	27	29	20	24	26	21	30	32	25	27	24	26	29
8	31	27	28	25	26	23	24	27	19	28	22	29	21	20	25	26	30	24	23	27
9	25	30	31	27	22	28	26	21	19	20	27	29	24	30	26	25	21	28	24	23
10	25	30	22	27	24	29	23	31	28	26	25	32	21	30	25	27	26	24	29	19

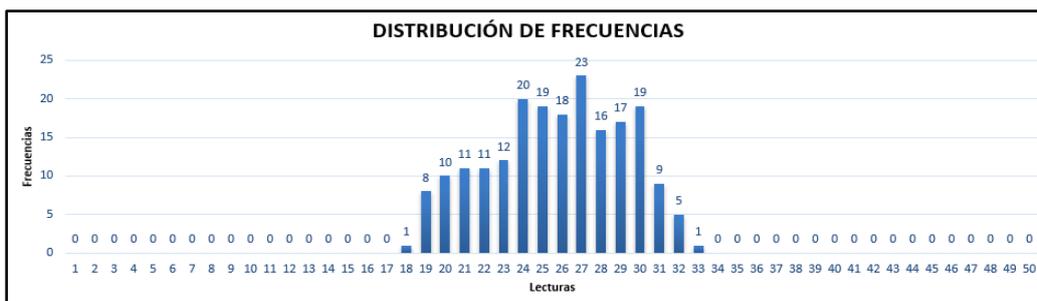
TIPO DE PAVIMENTO:

AFIRMADO	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA	<input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA	<input type="checkbox"/>	SELLO	<input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 49

Datos de frecuencia 16 – carril derecho



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 50” y “figura 51”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 20 a 31, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 50

Datos de campo tramo 17 – carril derecho

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO

HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024

UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna	N.º DE ENSAYO: 17
MUESTRA: Costanera Sur	SECTOR: 6+400 - 6+800
FECHA: 20 de Julio 2024	CARRIL: Derecho (Bajada)

LECTURA EN CAMPO - MERLIN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	32	21	22	28	23	28	31	23	18	29	15	21	23	27	24	31	30	23	28	26
2	24	29	30	22	31	30	23	27	22	32	20	28	27	29	31	23	26	32	27	34
3	26	24	19	28	33	27	29	20	30	32	19	25	30	24	30	21	26	25	24	21
4	28	27	16	27	28	33	23	21	30	31	26	21	29	19	27	16	24	25	25	27
5	25	22	23	34	28	23	29	28	23	27	28	27	24	15	26	28	19	28	30	18
6	20	26	29	25	19	27	26	16	24	28	12	19	23	32	22	26	27	21	24	31
7	23	24	25	21	25	28	19	28	31	24	19	25	31	25	27	24	21	27	31	26
8	25	28	21	29	27	25	21	29	27	22	21	27	27	26	21	29	29	24	23	30
9	27	24	26	24	29	26	29	22	26	25	26	24	31	29	30	25	24	16	27	18
10	23	19	25	28	22	26	30	22	29	18	27	25	23	33	25	31	25	21	31	29

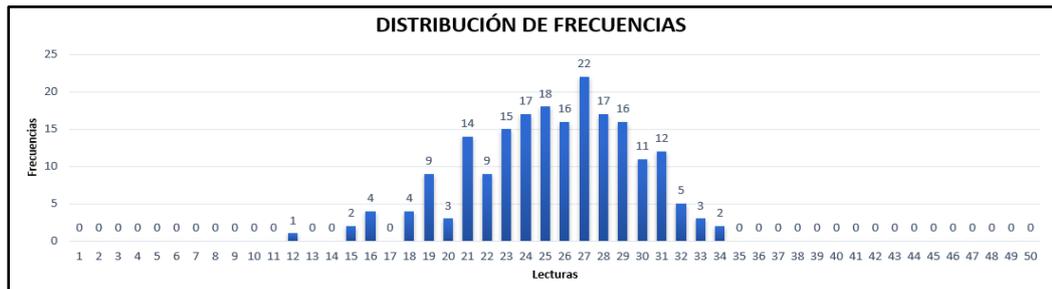
TIPO DE PAVIMENTO:

AFIRMADO	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA	<input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA	<input type="checkbox"/>	SELLO	<input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 51

Datos de frecuencia 17 – carril derecho



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 52” y “figura 53”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 23 a 30, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 52

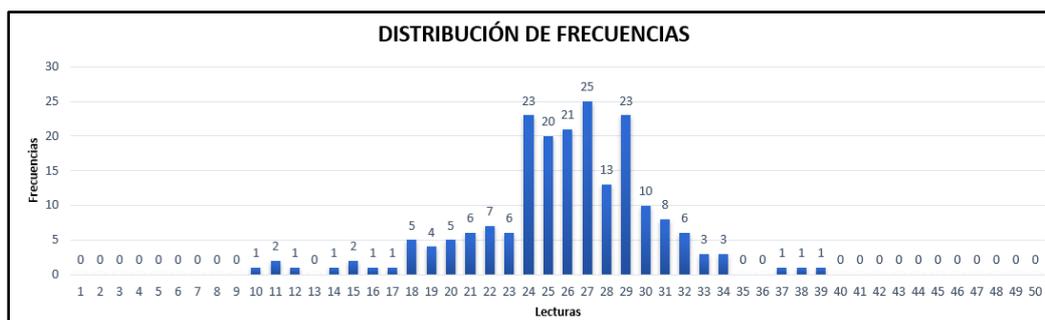
Datos de campo tramo 18 – carril derecho

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO																					
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN																					
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024																					
UBICACION:	Tacna - Tacna - Tacna										N.º DE ENSAYO:	18									
MUESTRA:	Costanera Sur										SECTOR:	6+800 - 7+200									
FECHA:	20 de Julio 2024										CARRIL:	Derecho (Bajada)									
LECTURA EN CAMPO - MERLIN																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	30	20	24	28	25	29	31	24	21	27	14	21	22	28	24	32	30	22	27	25	
2	24	28	31	22	32	29	23	28	21	33	19	27	26	29	31	24	27	32	26	34	
3	27	23	18	29	32	26	28	19	29	30	18	24	30	23	31	22	25	26	23	22	
4	29	27	15	28	27	34	22	21	31	31	25	20	28	18	27	29	23	25	24	29	
5	25	21	23	33	29	24	30	27	22	26	28	28	24	30	25	28	19	28	29	17	
6	20	26	28	26	18	27	26	30	24	27	31	19	24	32	21	26	27	20	25	30	
7	25	27	29	26	24	25	27	29	26	24	25	27	29	26	24	26	27	28	29	30	
8	27	29	26	24	25	27	29	26	24	25	27	29	26	24	25	31	32	33	34	37	
9	29	26	24	25	27	29	26	24	25	27	29	26	24	25	27	38	39	10	11	12	
10	16	24	25	27	29	26	24	25	27	29	26	24	25	27	29	18	15	11	20	30	
TIPO DE PAVIMENTO:																					
AFIRMADO	<input type="checkbox"/>										CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>									
BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>										CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>									
BASE IMPRIMIDA	<input type="checkbox"/>										RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>									
TRAT. BICAPA	<input type="checkbox"/>										SELLO	<input type="checkbox"/>									

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 53

Datos de frecuencia 18 – carril derecho



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 54” y “figura 55”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 22 a 30, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 54

Datos de campo tramo 19 – carril derecho

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO	
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN	
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024	
UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna	N.º DE ENSAYO: 19
MUESTRA: Costanera Sur	SECTOR: 7+200 - 7+600
FECHA: 20 de Julio 2024	CARRIL: Derecho (Bajada)

LECTURA EN CAMPO - MERLIN																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	30	24	27	25	28	21	29	20	26	32	22	23	29	24	27	28	31	30	22	19
2	26	25	28	20	27	24	23	29	30	21	26	32	19	27	30	24	28	25	20	31
3	29	22	27	23	26	31	20	24	28	29	25	22	30	19	26	27	28	25	21	24
4	30	31	20	25	27	24	22	23	26	28	29	21	27	30	24	29	25	22	27	28
5	30	24	26	31	19	23	20	25	27	28	32	29	27	30	22	25	24	28	21	30
6	27	26	24	23	28	20	29	26	22	25	21	30	27	29	30	24	23	28	27	32
7	25	28	24	31	20	29	26	27	22	30	31	23	24	19	28	30	26	27	21	25
8	23	29	27	22	26	28	21	24	25	30	23	27	19	28	30	26	24	27	22	25
9	28	26	27	30	23	20	29	24	22	31	28	25	29	26	21	30	27	19	24	32
10	23	28	21	27	30	26	25	22	29	24	27	26	30	21	24	19	23	28	27	25

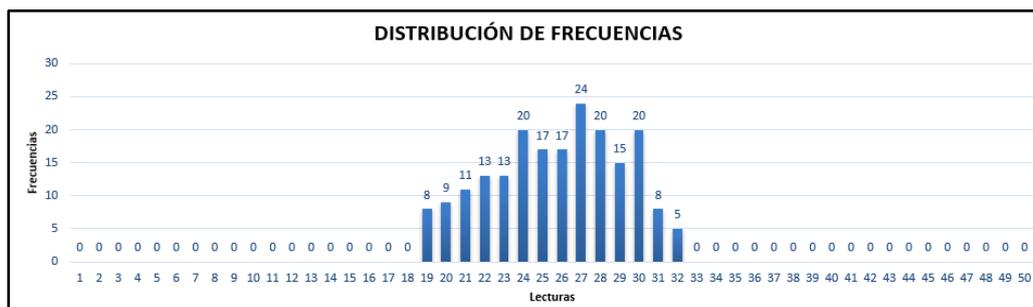
TIPO DE PAVIMENTO:

AFIRMADO	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA	<input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA	<input type="checkbox"/>	SELLO	<input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 55

Datos de frecuencia 19 – carril derecho



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 56” y “figura 57”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 21 a 30, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 56

Datos de campo tramo 20 – carril derecho

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO	
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN	
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024	
UBICACION: Tacna - Tacna - Tacna	N.º DE ENSAYO: 20
MUESTRA: Costanera Sur	SECTOR: 7+600 - 8+000
FECHA: 20 de Julio 2024	CARRIL: Derecho (Bajada)

LECTURA EN CAMPO - MERLIN																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	29	27	25	23	20	24	26	28	22	30	19	26	31	21	28	25	30	32	24	27
2	25	26	23	28	21	27	19	24	30	32	20	29	26	18	25	31	24	22	26	30
3	27	29	25	20	28	24	23	31	26	21	19	30	32	24	26	25	27	22	28	30
4	26	25	30	24	23	27	28	19	29	21	26	20	32	31	24	22	27	25	28	30
5	21	26	24	29	27	18	30	32	25	23	19	28	26	21	24	30	27	25	22	31
6	24	26	28	21	30	25	19	23	31	27	32	20	29	26	24	28	21	30	22	25
7	27	29	24	20	25	28	26	19	23	31	32	24	21	26	30	22	25	28	30	27
8	28	24	31	25	27	29	20	26	23	22	30	18	21	26	24	27	32	30	25	28
9	30	27	23	22	28	25	26	24	21	29	32	19	31	20	26	24	28	25	27	30
10	22	26	28	24	30	31	19	25	27	21	20	23	32	24	26	29	18	30	28	27

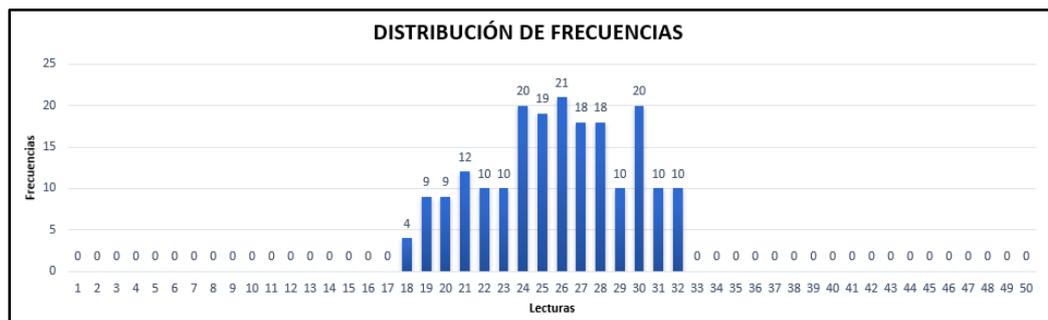
TIPO DE PAVIMENTO:

AFIRMADO	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA	<input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA	<input type="checkbox"/>	SELLO	<input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 57

Datos de frecuencia 20 – carril derecho



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 58” y “figura 59”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 20 a 29, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 58

Datos de campo tramo 21 – carril derecho

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO	
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN	
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024	
UBICACIÓN:	Tacna - Tacna - Tacna
MUESTRA:	Costanera Sur
FECHA:	20 de Julio 2024
N.º DE ENSAYO:	21
SECTOR:	8+000 - 8+400
CARRIL:	Derecho (Bajada)

LECTURA EN CAMPO - MERLIN																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	30	23	27	25	18	28	26	24	29	20	32	22	17	27	26	31	20	29	25	23
2	27	24	22	30	28	26	25	19	21	23	27	26	24	29	20	32	18	31	23	25
3	29	21	30	26	18	27	20	28	24	32	26	25	23	27	19	31	36	28	24	20
4	23	32	26	30	21	29	27	24	25	18	23	26	28	30	25	22	24	31	20	29
5	26	23	25	24	27	32	21	20	28	26	19	27	24	30	18	29	22	25	31	23
6	28	20	23	29	26	27	24	32	18	30	21	25	31	26	24	29	22	27	23	20
7	25	28	24	30	27	32	21	26	22	29	18	23	24	20	27	26	25	19	31	30
8	27	26	23	25	30	28	22	29	24	17	32	20	27	26	18	31	29	23	24	21
9	29	22	25	18	24	30	27	21	23	26	32	25	28	19	30	31	26	20	23	29
10	26	27	23	28	20	31	22	24	26	29	25	17	30	21	23	27	32	19	28	24

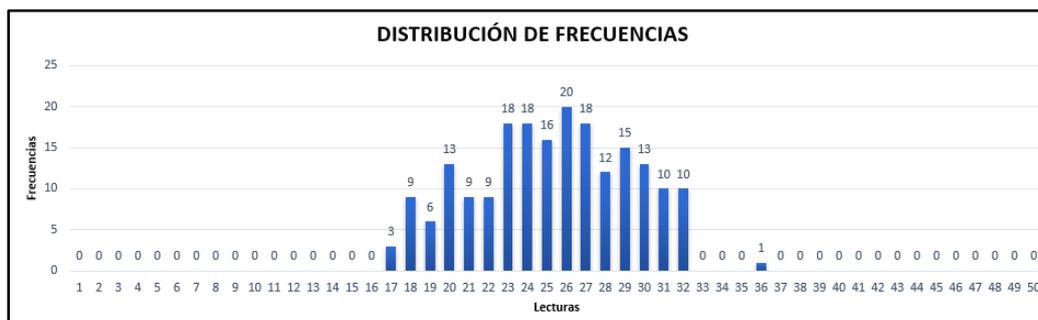
TIPO DE PAVIMENTO:

AFIRMADO	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA	<input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA	<input type="checkbox"/>	SELLO	<input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 59

Datos de frecuencia 21 – carril derecho



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 60” y “figura 61”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 20 a 29, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 60

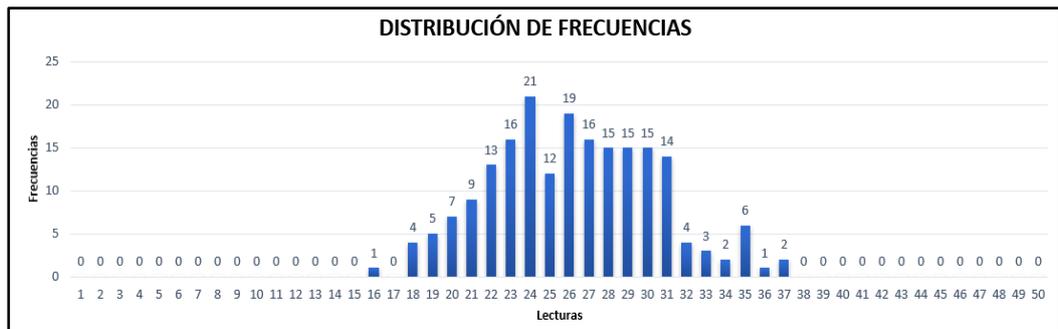
Datos de campo tramo 22 – carril derecho

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO	
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN	
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024	
UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna	N.º DE ENSAYO: 22
MUESTRA: Costanera Sur	SECTOR: 8+400 - 8+800
FECHA: 20 de Julio 2024	CARRIL: Derecho (Bajada)
LECTURA EN CAMPO - MERLIN	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
1	28 20 23 29 26 27 24 32 18 30 21 25 31 26 24 29 22 27 23 20
2	25 28 24 30 27 32 21 26 22 29 18 23 24 20 27 26 25 19 31 30
3	24 25 19 36 30 22 24 27 26 29 31 35 23 26 30 24 28 23 29 22
4	31 28 25 30 21 26 37 29 22 34 27 26 31 23 19 28 25 24 31 27
5	20 30 26 35 24 32 23 29 31 24 26 21 28 33 29 23 24 30 22 35
6	19 25 27 23 21 28 29 26 20 30 24 31 18 29 25 27 23 21 28 29
7	26 20 30 24 31 22 35 24 22 27 30 26 28 26 35 24 24 23 26 31
8	23 29 26 28 23 31 21 24 28 27 27 28 22 22 33 31 25 30 22 27
9	31 28 23 29 26 24 19 32 27 23 30 21 28 25 33 20 26 29 24 31
10	18 23 35 27 22 34 29 26 30 16 24 37 21 28 25 30 22 24 25 27
TIPO DE PAVIMENTO:	
AFIRMADO <input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA <input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA <input type="checkbox"/>	SELLO <input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 61

Datos de frecuencia 22 – carril derecho



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 62” y “figura 63”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 21 a 31, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 62

Datos de campo tramo 23 – carril derecho

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO	
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN	
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024	
UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna	N.º DE ENSAYO: 23
MUESTRA: Costanera Sur	SECTOR: 8+800 - 9+200
FECHA: 20 de Julio 2024	CARRIL: Derecho (Bajada)

LECTURA EN CAMPO - MERLIN																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	30	15	30	33	22	30	26	29	20	27	24	26	28	27	27	22	26	26	33	
2	33	21	21	30	34	21	27	20	23	24	16	28	30	30	21	21	23	33	31	20
3	32	28	23	29	35	22	25	23	25	21	29	26	26	23	30	27	20	26	26	25
4	32	27	29	20	34	28	24	25	28	23	30	27	22	26	29	24	26	21	33	28
5	25	31	20	29	27	23	22	34	31	26	19	24	27	32	30	22	18	25	20	29
6	27	23	33	27	29	36	26	25	27	29	25	31	26	29	26	26	29	27	32	29
7	26	24	29	25	23	28	21	30	26	25	27	23	22	31	29	24	28	26	25	27
8	22	30	28	23	25	32	29	26	28	24	14	31	29	29	27	29	24	25	34	19
9	25	23	28	23	24	23	26	30	23	23	26	21	24	30	26	24	36	24	24	29
10	25	19	21	33	27	22	26	29	18	24	25	31	29	29	21	27	24	28	25	25

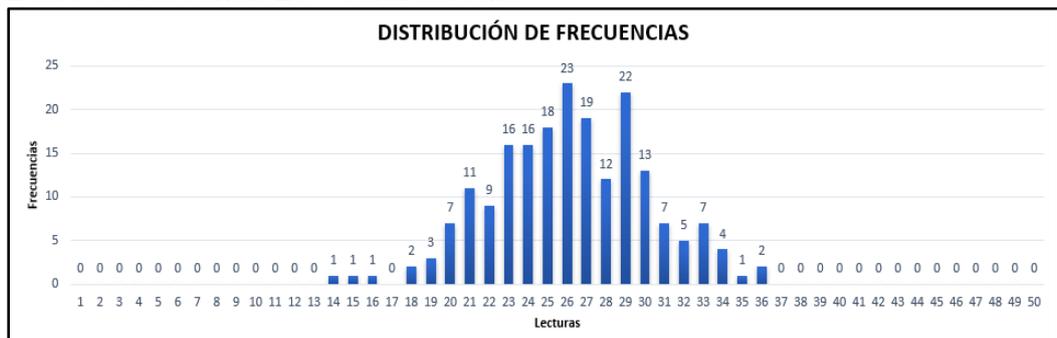
TIPO DE PAVIMENTO:

AFIRMADO	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA	<input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA	<input type="checkbox"/>	SELLO	<input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 63

Datos de frecuencia 23 – carril derecho



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 64” y “figura 65”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 22 a 30, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 64

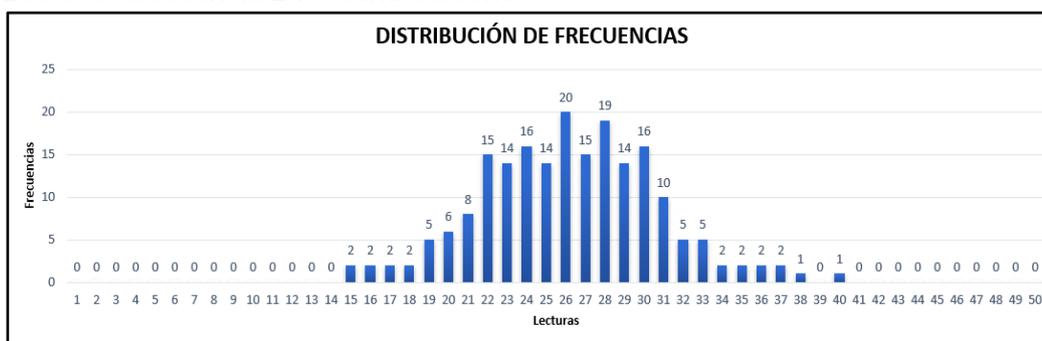
Datos de campo tramo 24 – carril derecho

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO	
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN	
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSIMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024	
UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna	N.º DE ENSAYO: 24
MUESTRA: Costanera Sur	SECTOR: 9+200 - 9+600
FECHA: 20 de Julio 2024	CARRIL: Derecho (Bajada)
LECTURA EN CAMPO - MERLIN	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
1	25 22 20 28 24 32 25 18 25 29 25 30 19 28 32 26 24 23 17 27
2	30 23 29 26 26 29 21 23 27 28 25 28 24 26 30 24 36 30 24 23
3	29 19 31 26 38 29 25 20 25 28 23 20 22 31 23 30 15 26 28 23
4	21 32 29 24 19 22 27 34 31 26 22 25 30 22 28 26 29 40 21 22
5	30 15 30 33 22 30 26 29 20 27 24 26 28 27 27 27 22 26 26 33
6	30 16 24 37 21 28 25 30 22 24 25 27 29 20 30 26 28 26 35 24
7	24 23 26 31 23 29 26 28 23 31 21 24 28 27 27 28 22 22 33 31
8	25 30 22 27 31 28 23 29 26 24 19 32 27 23 30 21 28 25 33 20
9	26 29 24 31 18 23 35 27 22 34 29 26 30 16 24 37 21 28 25 26
10	28 23 31 21 24 28 27 27 28 22 22 33 31 19 25 32 17 29 36 30
TIPO DE PAVIMENTO:	
AFIRMADO <input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA <input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA <input type="checkbox"/>	SELLO <input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 65

Datos de frecuencia 24 – carril derecho



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 66” y “figura 67”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 21 a 30, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 66

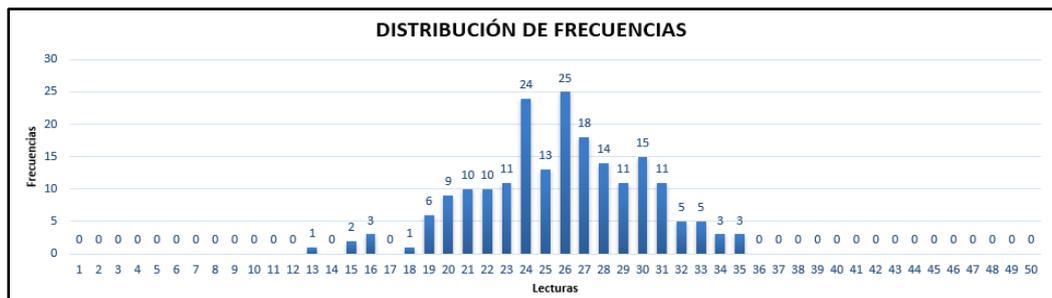
Datos de campo tramo 25 – carril derecho

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO	
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN	
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024	
UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna	N.º DE ENSAYO: 25
MUESTRA: Costanera Sur	SECTOR: 9+600 - 10+000
FECHA: 20 de Julio 2024	CARRIL: Derecho (Bajada)
LECTURA EN CAMPO - MERLIN	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
1	18 23 27 24 21 31 29 22 25 30 20 28 26 23 32 19 21 29 25 24
2	27 21 30 26 28 24 29 15 25 31 20 33 22 23 26 28 26 30 27 25
3	24 19 30 25 24 27 28 31 26 20 29 32 16 23 24 19 30 28 22 27
4	31 24 20 35 28 26 29 21 27 30 22 15 25 31 26 23 24 26 28 24
5	22 30 27 26 19 25 28 31 24 29 20 32 24 23 26 26 21 24 27 33
6	27 22 31 24 26 25 20 29 19 26 30 33 23 27 26 35 24 16 25 28
7	16 24 29 30 24 26 31 27 19 28 34 26 25 23 24 32 26 26 21 27
8	28 26 25 31 20 27 24 34 22 29 34 26 30 26 23 35 28 27 24 30
9	21 28 30 27 22 26 20 24 31 29 23 25 27 24 33 30 24 22 26 21
10	32 25 21 29 30 28 20 26 27 24 22 31 23 24 30 33 21 26 27 13
TIPO DE PAVIMENTO:	
AFIRMADO <input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA <input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA <input type="checkbox"/>	SELLO <input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 67

Datos de frecuencia 25 – carril derecho



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 68” y “figura 69”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 21 a 29, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 68

Datos de campo tramo 1 – carril izquierdo

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO

HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024

UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna **N.º DE ENSAYO:** 1
MUESTRA: Costanera Sur **SECTOR:** 0+000 - 0+400
FECHA: 20 de Julio 2024 **CARRIL:** Izquierdo (Subida)

LECTURA EN CAMPO - MERLIN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	29	24	25	27	25	29	28	31	26	28	23	29	23	22	32	26	25	24	21	25
2	27	29	21	27	25	26	22	24	25	26	25	21	20	19	24	25	27	24	29	26
3	21	22	20	33	21	32	23	28	26	25	19	34	27	26	18	24	25	30	29	28
4	26	30	29	32	27	29	27	24	27	17	26	25	23	30	31	19	27	29	25	29
5	21	25	31	19	33	27	28	28	24	29	21	22	23	32	20	21	28	24	26	25
6	31	27	28	18	21	18	30	24	25	23	28	30	24	22	20	23	21	24	27	29
7	29	19	22	19	31	25	26	24	30	27	25	23	21	24	22	31	32	20	22	28
8	21	24	26	25	18	22	23	23	27	29	18	26	25	21	33	25	28	25	23	20
9	27	23	22	24	26	30	25	26	28	29	23	28	20	22	27	29	19	31	32	20
10	28	24	23	25	27	31	26	27	24	30	24	30	21	19	26	30	20	22	25	28

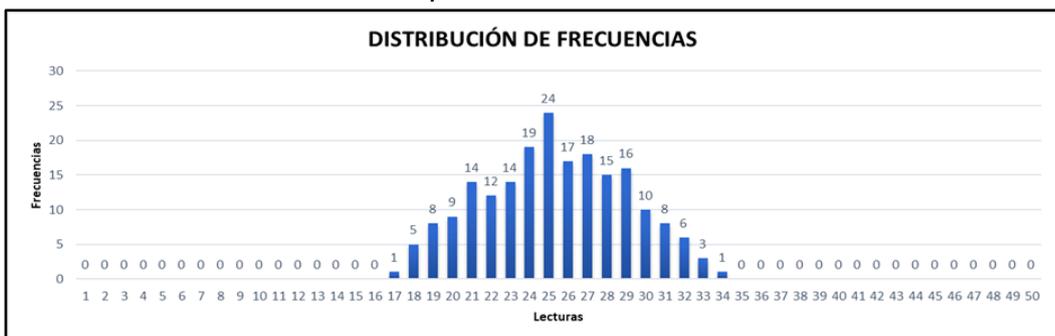
TIPO DE PAVIMENTO:

AFIRMADO	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA	<input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA	<input type="checkbox"/>	SELLO	<input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 69

Datos de frecuencia 1 – carril izquierdo



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 70” y “figura 71”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 20 a 28, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 70

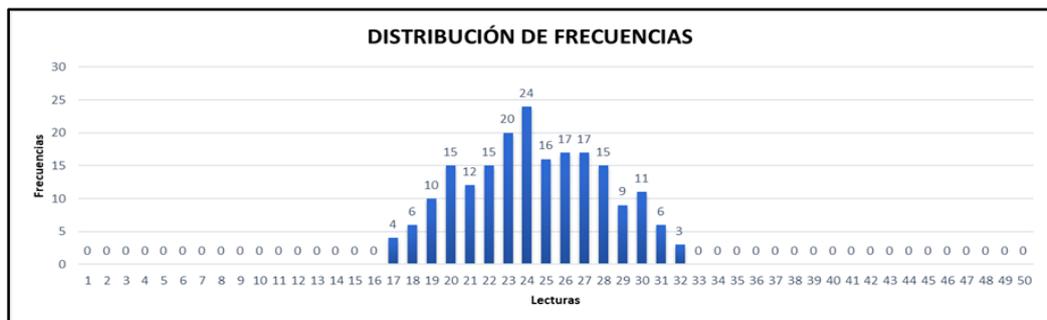
Datos de campo tramo 2 – carril izquierdo

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO	
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN	
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024	
UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna	N.º DE ENSAYO: 2
MUESTRA: Costanera Sur	SECTOR: 0+400 - 0+800
FECHA: 20 de Julio 2024	CARRIL: Izquierdo (Subida)
LECTURA EN CAMPO - MERLIN	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
1	28 23 24 26 24 28 27 30 25 27 22 28 22 21 31 25 24 23 20 24
2	26 28 20 26 24 25 21 23 24 25 24 20 19 18 23 24 26 23 28 25
3	27 23 22 24 26 30 25 26 28 29 23 28 20 22 27 29 19 31 32 20
4	28 24 23 25 27 31 26 27 24 30 24 30 21 19 26 30 20 22 25 28
5	20 24 30 18 32 26 27 27 23 28 20 21 22 31 19 20 27 23 25 24
6	30 26 27 17 20 17 29 23 24 22 27 29 23 21 19 22 20 23 26 28
7	28 18 21 18 30 24 25 23 29 26 24 22 20 23 21 30 31 19 21 27
8	20 23 25 24 17 21 22 22 26 28 17 25 24 20 32 24 27 24 22 19
9	26 22 21 23 25 29 24 25 27 28 22 27 19 21 26 28 18 30 31 19
10	27 23 22 24 26 30 25 26 23 29 23 29 20 18 25 29 19 21 24 27
TIPO DE PAVIMENTO:	
AFIRMADO <input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA <input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA <input type="checkbox"/>	SELLO <input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 71

Datos de frecuencia 2 – carril izquierdo



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 72” y “figura 73”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 19 a 29, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 72

Datos de campo tramo 3 – carril izquierdo

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO

HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024

UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna	N.º DE ENSAYO: 3
MUESTRA: Costanera Sur	SECTOR: 0+800 - 1+200
FECHA: 20 de Julio 2024	CARRIL: Izquierdo (Subida)

LECTURA EN CAMPO - MERLIN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	27	22	23	25	23	27	26	29	24	26	21	27	21	20	30	24	23	22	19	23
2	25	27	19	25	23	24	20	22	23	24	23	19	18	17	22	23	25	22	27	24
3	26	22	21	23	25	29	24	25	27	28	22	27	19	21	26	28	18	30	31	19
4	27	23	22	24	26	30	25	26	23	29	23	29	20	18	25	29	19	21	24	27
5	22	28	32	22	34	30	29	31	25	32	22	25	24	35	21	24	29	22	27	28
6	21	26	26	19	17	24	23	25	27	31	15	28	25	23	33	27	35	27	23	22
7	27	17	20	17	29	23	24	22	28	25	23	21	19	22	20	29	30	18	20	26
8	19	22	24	23	16	20	21	21	25	27	16	24	23	19	31	23	26	23	21	18
9	25	21	20	22	24	28	23	24	26	27	21	26	18	20	25	27	17	29	30	18
10	26	22	21	23	25	29	24	25	22	28	22	28	19	17	24	28	18	20	23	26

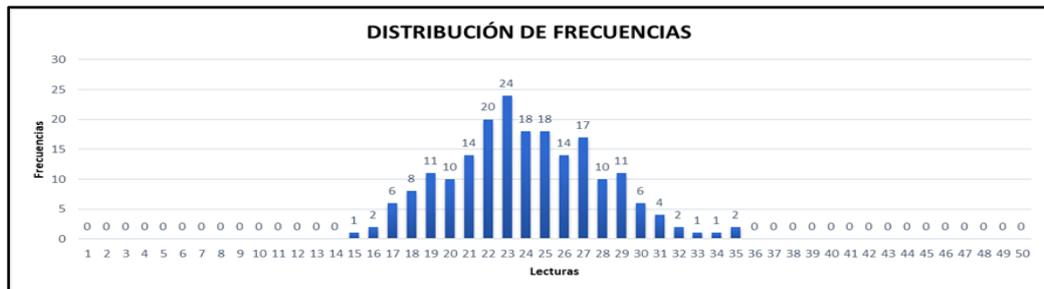
TIPO DE PAVIMENTO:

AFIRMADO <input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA <input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA <input type="checkbox"/>	SELLO <input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 73

Datos de frecuencia 3 – carril izquierdo



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 74” y “figura 75”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 20 a 29, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 74

Datos de campo tramo 4 – carril izquierdo

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO	
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN	
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024	
UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna	N.º DE ENSAYO: 4
MUESTRA: Costanera Sur	SECTOR: 1+200 - 1+600
FECHA: 20 de Julio 2024	CARRIL: Izquierdo (Subida)

LECTURA EN CAMPO - MERLIN																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	26	21	22	24	22	26	25	28	23	25	20	26	20	19	29	23	22	21	18	22
2	24	26	18	24	22	23	19	21	22	23	22	18	17	16	21	22	24	21	26	23
3	25	21	20	22	24	28	23	24	26	27	21	26	18	20	25	27	17	29	30	18
4	26	22	21	23	25	29	24	25	22	28	22	28	19	17	24	28	18	20	23	26
5	21	27	31	21	33	29	28	30	24	31	21	24	23	34	20	23	28	21	26	27
6	20	25	25	18	16	23	22	24	26	30	14	27	24	22	32	26	34	26	22	21
7	26	16	19	16	28	22	23	21	27	24	22	20	18	21	19	28	29	17	19	25
8	20	27	25	20	16	25	22	26	26	32	14	29	24	24	32	28	34	28	22	23
9	29	24	25	27	25	29	28	31	26	28	23	29	23	22	32	26	25	24	21	25
10	27	29	21	27	25	26	22	24	25	26	25	21	20	19	24	25	27	24	29	26

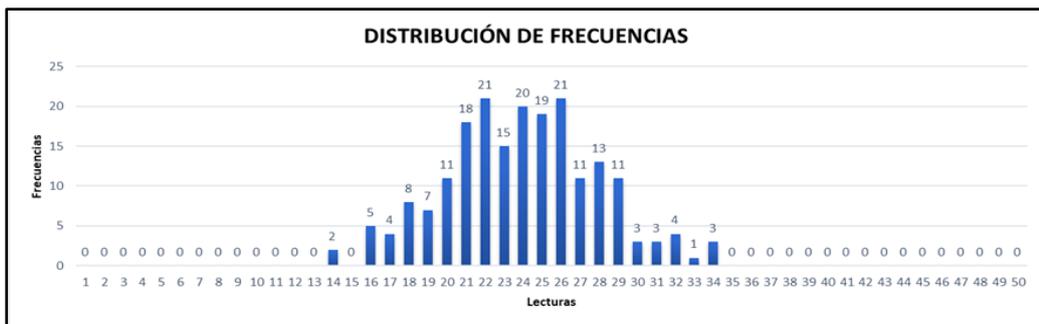
TIPO DE PAVIMENTO:

AFIRMADO	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA	<input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA	<input type="checkbox"/>	SELLO	<input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 75

Datos de frecuencia 4 – carril izquierdo



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 76” y “figura 77”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 19 a 28, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 76

Datos de campo tramo 5 – carril izquierdo

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO

HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024

UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna	N.º DE ENSAYO: 5
MUESTRA: Costanera Sur	SECTOR: 1+600 - 2+000
FECHA: 20 de Julio 2024	CARRIL: Izquierdo (Subida)

LECTURA EN CAMPO - MERLIN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	26	21	22	24	22	26	25	28	23	25	20	26	20	19	29	23	22	21	18	22
2	24	26	18	24	22	23	19	21	22	23	22	18	17	16	21	22	24	21	26	23
3	25	21	20	22	24	28	23	24	26	27	21	26	18	20	25	27	17	29	30	18
4	26	22	21	23	25	29	32	25	22	28	22	28	19	17	24	28	18	20	23	26
5	21	27	31	21	33	29	28	30	24	31	21	24	23	34	20	23	28	21	26	27
6	20	25	25	18	16	23	22	24	26	30	14	27	24	22	31	26	31	26	22	21
7	26	16	19	16	28	22	23	21	27	24	22	20	18	21	19	28	29	17	19	25
8	18	21	23	22	15	19	20	20	24	26	15	23	22	18	30	22	25	22	20	17
9	24	20	19	21	23	27	22	23	25	26	20	25	17	19	24	26	16	28	29	17
10	25	21	20	22	24	28	23	24	21	27	21	27	18	16	23	27	17	19	22	25

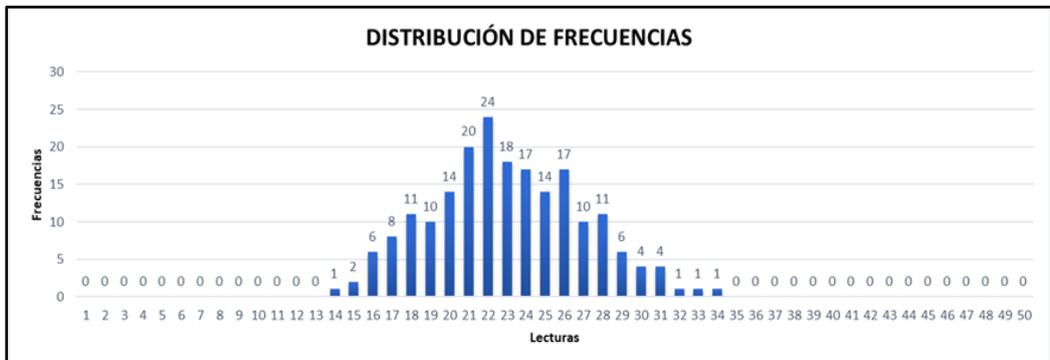
TIPO DE PAVIMENTO:

AFIRMADO <input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA <input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA <input type="checkbox"/>	SELLO <input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 77

Datos de frecuencia 5 – carril izquierdo



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 78” y “figura 79”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 19 a 27, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 78

Datos de campo tramo 6 – carril izquierdo

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO

HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024

UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna **N.º DE ENSAYO:** 6
MUESTRA: Costanera Sur **SECTOR:** 2+000 - 2+400
FECHA: 20 de Julio 2024 **CARRIL:** Izquierdo (Subida)

LECTURA EN CAMPO - MERLIN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	27	22	23	25	23	15	26	29	24	26	21	27	21	20	30	24	23	22	19	23
2	25	27	19	25	23	24	20	22	23	24	23	19	18	17	22	23	25	22	27	24
3	26	22	21	23	25	29	24	25	27	28	22	27	14	21	26	28	18	30	31	19
4	27	23	22	24	26	30	25	26	23	29	23	29	20	18	25	29	19	21	24	27
5	19	23	29	17	31	25	26	26	22	27	19	20	21	30	18	19	26	22	24	23
6	29	25	26	16	19	16	28	22	23	21	26	28	22	20	18	21	19	22	25	27
7	27	17	20	17	29	23	24	22	28	25	23	21	15	22	20	29	30	18	20	26
8	19	22	24	23	16	20	21	21	25	27	16	24	23	19	31	23	26	23	21	18
9	25	21	20	22	24	28	23	24	26	27	21	26	18	20	25	27	17	29	30	18
10	26	22	21	23	25	29	24	25	22	28	22	28	19	17	24	28	18	20	23	26

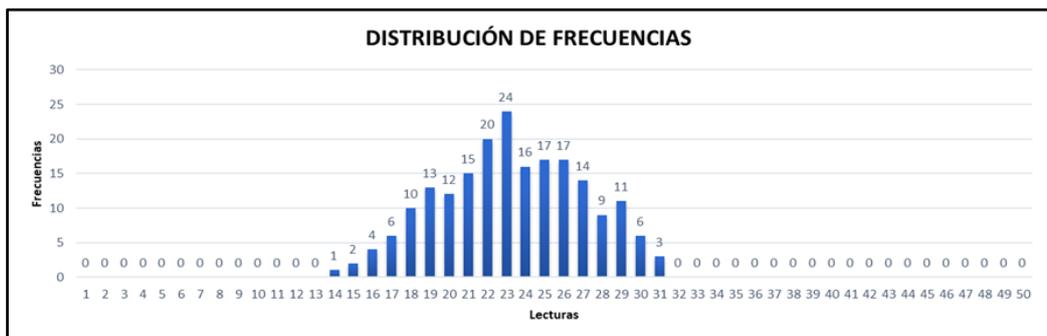
TIPO DE PAVIMENTO:

AFIRMADO <input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA <input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA <input type="checkbox"/>	SELLO <input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 79

Datos de frecuencia 6 – carril izquierdo



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 80” y “figura 81”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 18 a 26, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 80

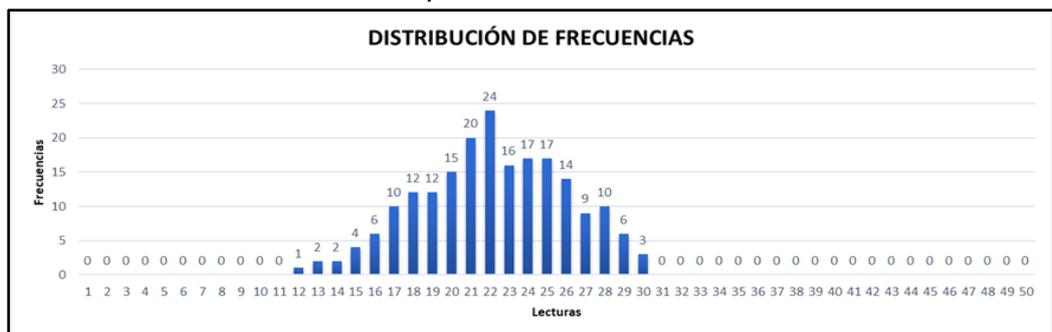
Datos de campo tramo 7 – carril izquierdo

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO			
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN			
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024			
UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna	N.º DE ENSAYO: 7		
MUESTRA: Costanera Sur	SECTOR: 2+400 - 2+800		
FECHA: 20 de Julio 2024	CARRIL: Izquierdo (Subida)		
LECTURA EN CAMPO - MERLIN			
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20		
1	26 21 22 24 22 14 25 28 23 25 20 26 20 19 29 23 22 21 18 22		
2	24 26 18 24 22 23 19 21 22 23 22 18 17 16 21 22 24 21 26 23		
3	25 21 20 22 24 28 23 24 26 27 21 26 13 20 25 27 17 29 30 18		
4	26 22 21 23 25 29 24 25 22 28 22 28 19 17 24 28 12 20 23 26		
5	18 22 13 16 30 24 25 25 21 26 18 19 20 29 17 18 25 21 23 22		
6	28 24 25 15 18 15 27 21 22 20 25 27 21 19 17 20 18 21 24 26		
7	26 16 19 16 28 22 23 21 27 24 22 20 14 21 19 28 29 17 19 25		
8	18 21 23 22 15 19 20 20 24 26 15 23 22 18 30 22 25 22 20 17		
9	24 20 19 21 23 27 22 23 25 26 20 25 17 19 24 26 16 28 29 17		
10	25 21 20 22 24 28 23 24 21 27 21 27 18 16 23 27 17 19 22 25		
TIPO DE PAVIMENTO:			
AFIRMADO	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA	<input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA	<input type="checkbox"/>	SELLO	<input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 81

Datos de frecuencia 7 – carril izquierdo



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 82” y “figura 83”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 20 a 27, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 82

Datos de campo tramo 8 – carril izquierdo

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO

HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024

UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna	N.º DE ENSAYO: 8
MUESTRA: Costanera Sur	SECTOR: 2+800 - 3+200
FECHA: 20 de Julio 2024	CARRIL: Izquierdo (Subida)

LECTURA EN CAMPO - MERLIN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	30	26	27	17	20	17	29	23	24	22	27	29	23	21	27	17	20	23	26	28
2	28	18	21	18	30	24	25	23	29	26	24	22	20	23	21	18	30	19	21	27
3	27	23	22	24	26	30	25	26	28	29	23	28	20	22	22	24	26	31	32	20
4	28	24	23	25	27	31	26	27	24	30	24	30	21	19	23	25	27	22	25	28
5	20	24	30	18	32	26	27	27	23	28	20	21	22	31	30	18	32	23	25	24
6	30	26	27	17	20	17	29	23	24	22	27	29	23	21	27	17	20	23	26	28
7	28	18	21	18	30	24	25	23	29	26	24	22	20	23	21	18	30	19	21	27
8	20	23	25	24	17	21	22	22	26	28	17	25	24	20	25	24	17	24	22	19
9	26	22	21	23	25	29	24	25	27	28	22	27	19	21	21	23	25	30	31	19
10	27	23	22	24	26	30	25	26	23	29	23	29	20	18	22	24	26	21	24	27

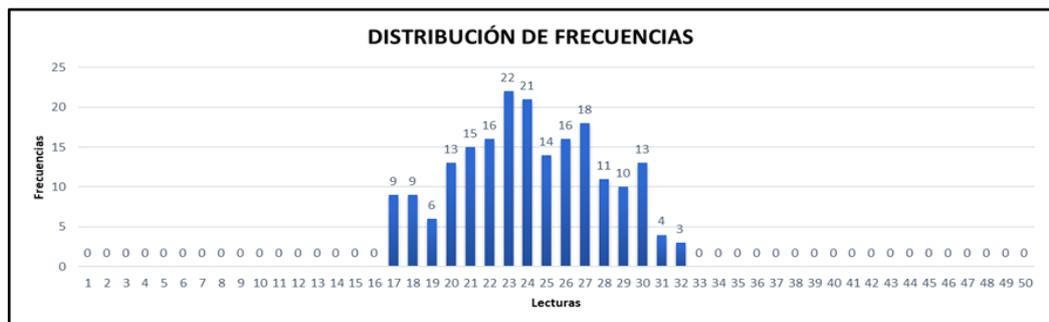
TIPO DE PAVIMENTO:

AFIRMADO <input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA <input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA <input type="checkbox"/>	SELLO <input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 83

Datos de frecuencia 8 – carril izquierdo



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 84” y “figura 85”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 19 a 28, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 84

Datos de campo tramo 9 – carril izquierdo

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO	
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN	
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024	
UBICACIÓN:	Tacna - Tacna - Tacna
N.º DE ENSAYO:	9
MUESTRA:	Costanera Sur
SECTOR:	3+200 - 3+600
FECHA:	20 de Julio 2024
CARRIL:	Izquierdo (Subida)

LECTURA EN CAMPO - MERLIN																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	27	22	23	25	23	27	26	29	24	26	21	27	21	20	30	24	23	22	19	23
2	25	27	19	25	23	24	20	22	23	24	23	19	18	17	22	23	25	22	27	24
3	26	22	21	13	25	29	24	25	27	28	22	27	19	21	26	15	18	30	31	19
4	27	23	22	24	26	30	25	26	23	29	23	29	20	14	25	29	19	21	24	27
5	22	28	32	22	34	30	29	31	25	32	22	25	24	35	21	24	16	22	27	28
6	21	26	16	19	17	14	23	25	27	31	15	15	25	23	33	27	35	27	23	22
7	27	17	20	17	16	23	24	22	28	25	23	21	19	22	20	29	30	18	20	26
8	19	22	24	23	13	20	21	21	25	27	16	24	23	19	31	23	26	23	21	18
9	25	21	20	22	24	28	23	24	26	27	21	26	18	20	25	27	17	29	30	18
10	26	22	21	23	25	29	24	25	22	28	22	28	19	17	24	28	18	20	23	26

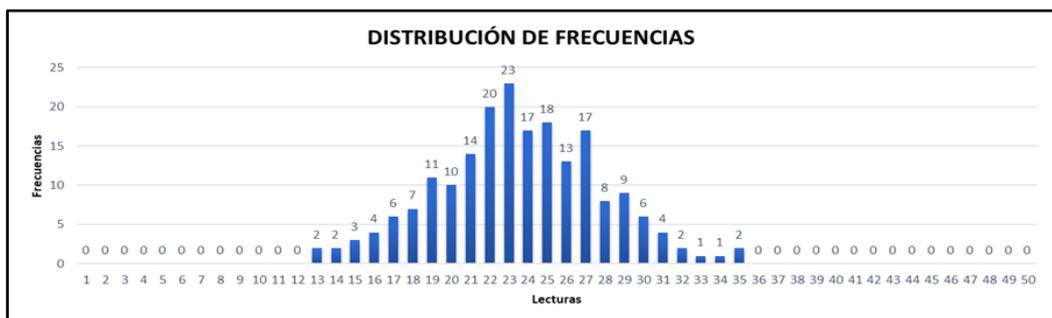
TIPO DE PAVIMENTO:

AFIRMADO	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA	<input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA	<input type="checkbox"/>	SELLO	<input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 85

Datos de frecuencia 9 – carril izquierdo



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 86” y “figura 87”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 20 a 29, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 86

Datos de campo tramo 10 – carril izquierdo

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO

HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024

UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna	N.º DE ENSAYO: 10
MUESTRA: Costanera Sur	SECTOR: 3+600 - 4+000
FECHA: 20 de Julio 2024	CARRIL: Izquierdo (Subida)

LECTURA EN CAMPO - MERLIN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	28	23	24	26	24	28	27	30	25	27	22	28	22	21	31	25	24	23	20	24
2	26	28	20	26	24	25	21	23	24	25	24	20	19	18	23	24	26	23	28	25
3	27	23	22	24	26	30	25	26	28	29	23	28	20	22	27	29	19	31	32	20
4	28	24	23	25	27	31	26	27	15	30	24	30	21	19	26	30	20	22	25	28
5	20	24	30	14	32	26	27	27	23	28	20	21	34	31	19	20	27	23	25	24
6	30	26	33	17	20	17	29	23	24	22	27	29	23	21	19	22	20	23	26	28
7	28	18	21	18	30	24	25	23	29	26	24	22	20	23	21	30	31	19	21	27
8	20	23	25	24	17	21	22	22	26	28	33	16	24	20	32	24	27	24	22	19
9	26	22	21	23	25	29	24	25	27	28	22	27	19	21	26	28	18	30	31	19
10	27	23	22	24	26	30	25	26	23	29	23	29	20	18	25	29	19	21	24	27

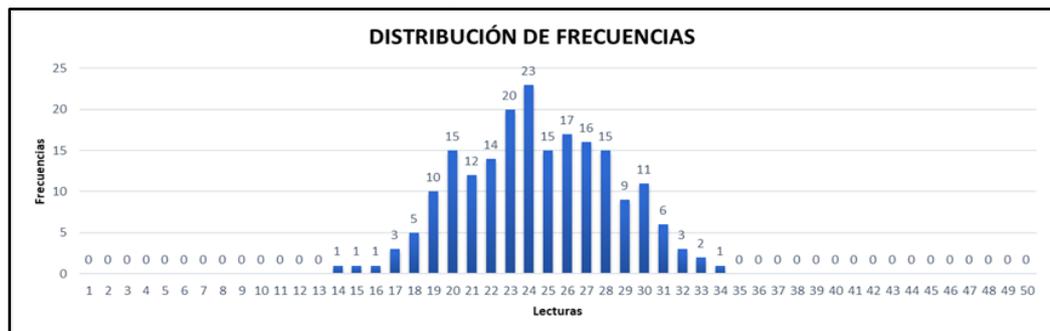
TIPO DE PAVIMENTO:

AFIRMADO <input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA <input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA <input type="checkbox"/>	SELLO <input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 87

Datos de frecuencia 10 – carril izquierdo



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 88” y “figura 89”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 22 a 33, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 88

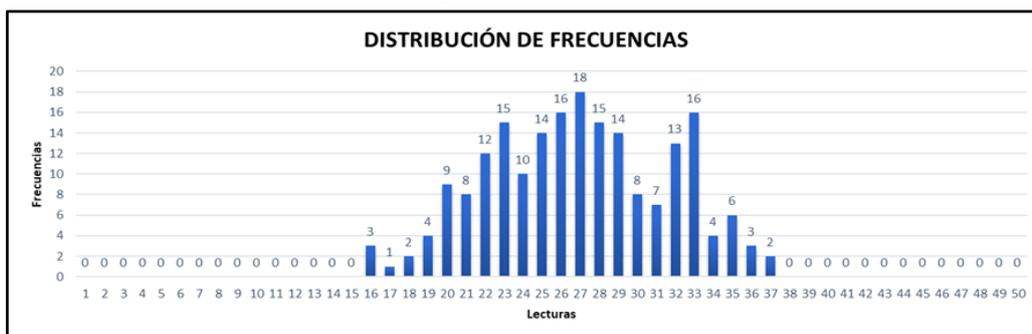
Datos de campo tramo 11 – carril izquierdo

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO	
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN	
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024	
UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna	N.º DE ENSAYO: 11
MUESTRA: Costanera Sur	SECTOR: 4+000 - 4+400
FECHA: 20 de Julio 2024	CARRIL: Izquierdo (Subida)
LECTURA EN CAMPO - MERLIN	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
1	29 23 22 23 31 29 26 28 36 30 25 27 21 23 22 35 32 31 26 32
2	26 32 31 28 37 37 18 27 24 22 29 27 26 24 28 27 19 25 27 29
3	27 28 16 29 23 26 23 27 27 33 20 30 25 25 33 29 35 29 23 24
4	25 33 28 35 26 32 26 27 32 20 25 28 22 33 30 22 32 32 24 32
5	20 28 30 22 32 30 27 31 23 32 20 25 22 35 19 24 27 22 25 28
6	26 34 29 36 27 33 27 28 33 21 26 29 23 34 31 23 33 33 25 33
7	21 29 31 23 33 31 28 21 24 33 21 26 23 36 20 21 28 23 26 29
8	20 27 25 20 16 25 22 26 26 32 19 29 24 24 32 28 34 28 22 23
9	21 28 26 21 17 26 23 27 27 33 20 30 25 25 33 29 35 29 23 24
10	27 27 22 28 26 34 25 30 16 33 18 30 20 22 33 33 19 35 32 24
TIPO DE PAVIMENTO:	
AFIRMADO <input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA <input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA <input type="checkbox"/>	SELLO <input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 89

Datos de frecuencia 11 – carril izquierdo



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 90” y “figura 91”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 18 a 25, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 90

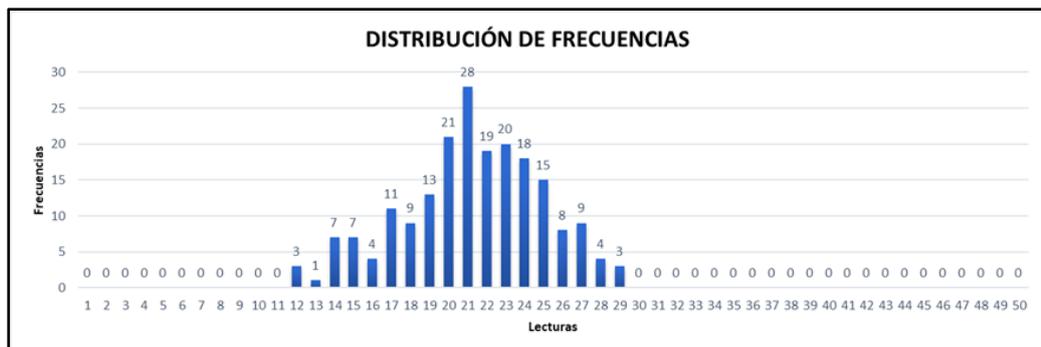
Datos de campo tramo 12 – carril izquierdo

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO	
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN	
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024	
UBICACIÓN:	Tacna - Tacna - Tacna
N.º DE ENSAYO:	12
MUESTRA:	Costanera Sur
SECTOR:	4+400 - 4+800
FECHA:	20 de Julio 2024
CARRIL:	Izquierdo (Subida)
LECTURA EN CAMPO - MERLIN	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
1	25 20 21 23 21 13 24 27 22 24 19 25 19 18 28 22 21 20 17 21
2	23 25 17 23 21 22 18 20 21 22 21 17 16 15 20 21 23 20 25 22
3	24 20 19 21 23 27 22 23 25 26 20 25 12 19 24 26 16 28 29 17
4	25 21 20 22 24 28 23 24 25 17 23 21 22 18 20 21 22 21 17 25
5	17 21 12 15 29 23 24 24 20 19 21 23 27 22 23 25 26 20 25 21
6	27 23 24 14 17 14 26 20 21 20 22 24 28 23 24 21 27 21 27 25
7	25 15 18 15 27 21 22 20 21 12 15 29 23 24 24 20 25 17 18 24
8	17 20 22 21 14 18 19 19 23 24 14 17 14 26 20 21 19 24 26 16
9	23 19 18 20 22 26 21 22 15 18 15 27 21 22 20 26 23 21 19 16
10	24 20 19 21 23 27 22 23 20 22 21 14 18 19 19 23 25 14 22 24
TIPO DE PAVIMENTO:	
AFIRMADO	<input type="checkbox"/>
CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>
CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA	<input type="checkbox"/>
RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA	<input type="checkbox"/>
SELLO	<input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 91

Datos de frecuencia 12 – carril izquierdo



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 92” y “figura 93”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 21 a 31, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 92

Datos de campo tramo 13 – carril izquierdo

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO	
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN	
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024	
UBICACIÓN:	Tacna - Tacna - Tacna
MUESTRA:	Costanera Sur
FECHA:	20 de Julio 2024
N.º DE ENSAYO:	13
SECTOR:	4+800 - 5+200
CARRIL:	Izquierdo (Subida)

LECTURA EN CAMPO - MERLIN																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	30	25	26	28	26	30	29	32	27	29	24	30	24	23	33	27	26	25	22	26
2	28	30	22	36	26	27	23	25	26	27	26	22	21	20	25	26	28	25	30	27
3	22	23	21	34	22	33	24	29	27	26	20	35	28	27	19	25	26	31	30	29
4	27	31	30	17	28	30	28	25	28	18	27	26	24	31	18	20	28	30	26	30
5	22	26	32	20	34	38	29	29	25	30	22	23	24	33	21	22	29	25	27	26
6	32	28	29	19	35	19	31	25	26	24	29	31	25	23	21	24	22	25	28	30
7	30	20	23	20	32	26	27	25	31	28	26	24	16	25	23	32	33	21	23	29
8	22	25	27	26	19	23	24	24	28	30	19	36	26	22	34	37	29	26	24	21
9	28	24	23	25	27	31	26	27	29	30	24	29	21	23	28	30	20	32	33	21
10	29	25	24	26	28	32	27	28	25	31	25	31	22	20	27	31	21	23	26	29

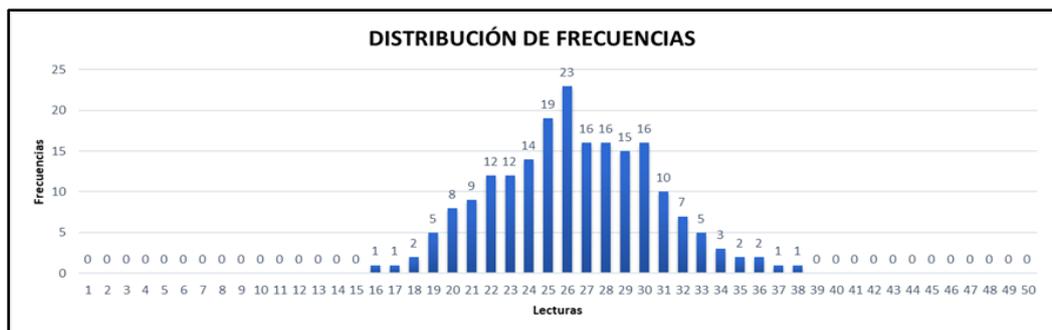
TIPO DE PAVIMENTO:

AFIRMADO	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA	<input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA	<input type="checkbox"/>	SELLO	<input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 93

Datos de frecuencia 13 – carril izquierdo



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 94” y “figura 95”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 19 a 28, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 94

Datos de campo tramo 14 – carril izquierdo

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO

HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024

UBICACIÓN:	Tacna - Tacna - Tacna	N.º DE ENSAYO:	14
MUESTRA:	Costanera Sur	SECTOR:	5+200 - 5+600
FECHA:	20 de Julio 2024	CARRIL:	Izquierdo (Subida)

LECTURA EN CAMPO - MERLIN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	31	26	27	29	27	31	30	33	28	30	25	31	25	24	34	28	27	26	23	27
2	25	27	19	25	23	24	20	22	23	24	23	19	18	17	22	23	25	22	27	24
3	26	22	21	23	25	29	24	25	27	28	22	27	14	21	26	28	18	30	31	19
4	27	23	22	24	26	30	25	26	23	29	23	29	20	18	25	29	19	21	24	27
5	19	23	29	17	31	25	26	26	22	27	19	20	21	30	18	19	26	22	24	23
6	29	25	26	16	19	16	28	22	23	21	26	28	22	20	18	21	19	22	25	27
7	27	17	20	17	29	23	24	22	28	25	23	21	15	22	20	29	30	18	20	26
8	19	22	24	23	16	20	21	21	25	27	16	24	23	32	31	23	26	23	21	18
9	25	21	20	22	24	28	23	24	26	27	21	26	18	20	25	27	17	29	30	18
10	26	22	21	23	25	29	24	25	22	28	22	28	19	17	24	28	18	20	23	26

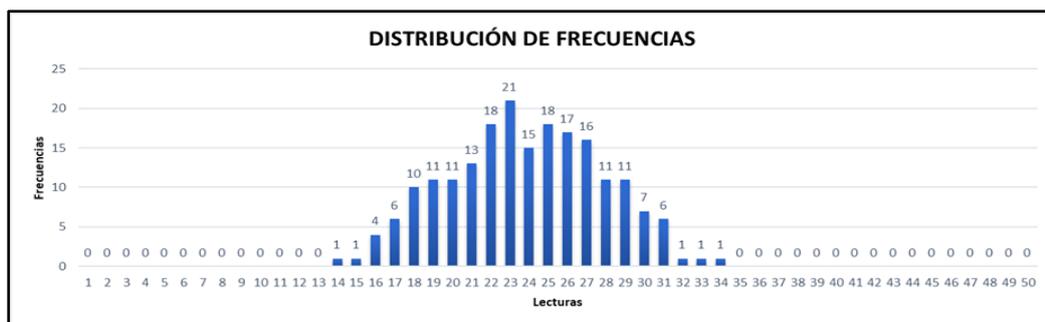
TIPO DE PAVIMENTO:

AFIRMADO	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA	<input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA	<input type="checkbox"/>	SELLO	<input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 95

Datos de frecuencia 14 – carril izquierdo



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 96” y “figura 97”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 20 a 28, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 96

Datos de campo tramo 15 – carril izquierdo

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO

HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024

UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna	N.º DE ENSAYO: 15
MUESTRA: Costanera Sur	SECTOR: 5+600 - 6+000
FECHA: 20 de Julio 2024	CARRIL: Izquierdo (Subida)

LECTURA EN CAMPO - MERLIN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	32	27	28	30	28	32	31	29	29	31	26	32	26	25	28	29	28	27	24	28
2	26	28	20	26	24	25	21	23	24	25	24	20	19	18	23	24	26	23	28	25
3	29	25	26	16	19	16	28	22	23	21	26	28	22	20	18	21	19	22	25	27
4	27	17	20	17	29	23	24	22	28	25	23	21	15	22	20	29	30	18	20	26
5	19	22	24	23	16	20	21	21	25	27	16	24	23	32	31	23	26	23	21	18
6	30	26	27	17	20	17	29	23	24	26	24	25	21	23	24	25	24	23	26	28
7	28	18	21	18	30	24	25	23	29	24	26	30	25	26	28	29	23	19	21	27
8	20	23	25	24	17	21	22	22	26	25	27	31	26	27	24	30	24	24	22	19
9	26	22	21	23	25	29	24	25	27	18	32	26	27	27	23	28	20	30	31	19
10	27	23	22	24	26	30	25	26	23	17	20	17	29	23	24	22	27	21	24	27

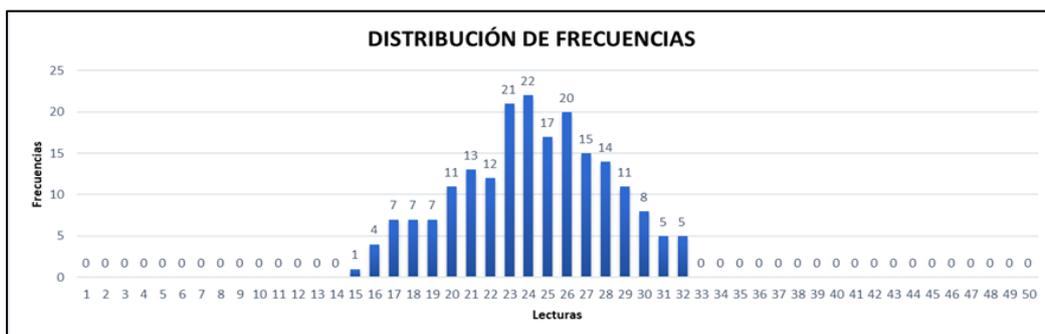
TIPO DE PAVIMENTO:

AFIRMADO	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA	<input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA	<input type="checkbox"/>	SELLO	<input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 97

Datos de frecuencia 15 – carril izquierdo



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 98” y “figura 99”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 21 a 29, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 98

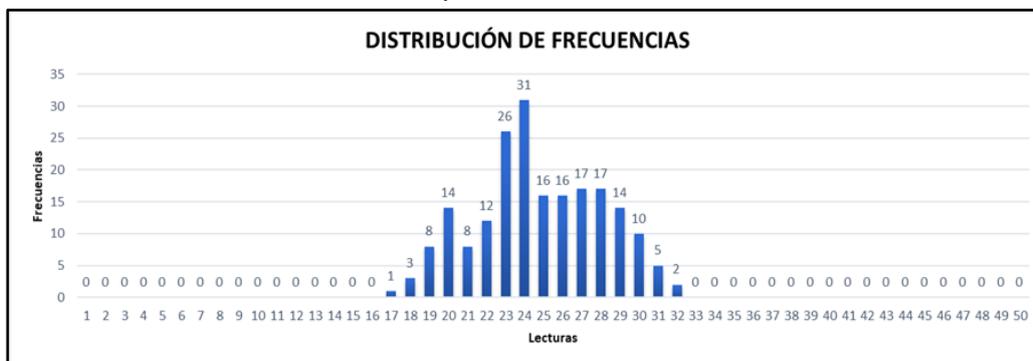
Datos de campo tramo 16 – carril izquierdo

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO																					
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN																					
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024																					
UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna										N.º DE ENSAYO: 16											
MUESTRA: Costanera Sur										SECTOR: 6+000 - 6+400											
FECHA: 20 de Julio 2024										CARRIL: Izquierdo (Subida)											
LECTURA EN CAMPO - MERLIN																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	28	23	24	26	24	28	27	30	25	27	22	28	22	21	31	25	24	23	20	24	
2	26	28	20	26	24	25	21	23	24	25	24	20	19	18	23	24	26	23	28	25	
3	27	23	28	29	23	28	20	22	27	29	19	31	20	22	27	29	19	31	32	20	
4	28	24	24	24	25	21	23	24	25	24	20	22	23	24	25	24	20	22	25	28	
5	20	24	23	26	30	25	26	28	29	23	28	23	26	28	29	23	28	23	25	24	
6	30	26	24	27	31	26	27	24	30	24	30	23	27	24	30	24	30	23	26	28	
7	28	18	29	32	26	27	27	23	28	20	21	19	27	23	28	20	21	19	21	27	
8	20	23	26	20	17	29	23	24	22	27	29	24	23	24	22	27	29	24	22	19	
9	26	22	21	23	25	29	24	25	27	30	24	25	23	29	26	24	22	30	31	19	
10	27	23	22	24	26	30	25	26	23	29	23	29	20	18	25	29	19	21	24	27	
TIPO DE PAVIMENTO:																					
AFIRMADO	<input type="checkbox"/>										CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>									
BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>										CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>									
BASE IMPRIMIDA	<input type="checkbox"/>										RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>									
TRAT. BICAPA	<input type="checkbox"/>										SELLO	<input type="checkbox"/>									

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 99

Datos de frecuencia 16 – carril izquierdo



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 100” y “figura 101”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 21 a 30, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 100

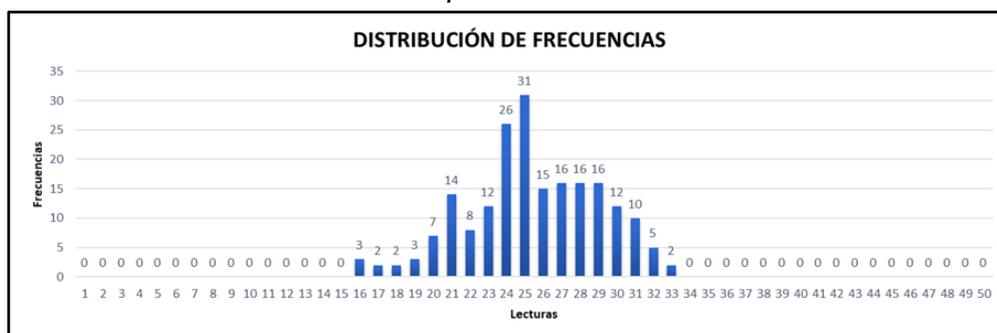
Datos de campo tramo 17 – carril izquierdo

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO	
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN	
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024	
UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna	N.º DE ENSAYO: 17
MUESTRA: Costanera Sur	SECTOR: 6+400 - 6+800
FECHA: 20 de Julio 2024	CARRIL: Izquierdo (Subida)
LECTURA EN CAMPO - MERLIN	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
1	29 24 25 27 25 29 28 31 26 28 23 29 23 22 32 26 25 24 21 25
2	27 29 21 27 25 26 22 24 25 26 25 21 20 19 24 25 27 24 29 26
3	28 24 29 18 24 16 21 23 28 30 20 32 21 23 28 30 20 32 33 21
4	29 25 25 25 26 22 24 25 26 25 21 23 24 25 26 25 21 23 26 29
5	21 25 24 27 31 17 27 29 30 24 29 24 27 29 17 24 29 24 26 25
6	31 27 25 28 32 27 28 25 31 25 31 24 28 25 31 25 31 24 27 29
7	29 19 30 33 27 16 28 24 29 21 22 16 28 24 29 21 22 20 22 28
8	21 24 27 21 18 30 24 25 23 28 30 25 24 25 23 28 30 25 23 20
9	27 23 22 24 26 30 25 26 28 31 25 26 24 30 27 25 23 31 32 20
10	28 24 23 25 27 31 26 27 24 30 24 30 21 19 26 30 20 22 25 28
TIPO DE PAVIMENTO:	
AFIRMADO <input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA <input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA <input type="checkbox"/>	SELLO <input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 101

Datos de frecuencia 17 – carril izquierdo



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 102” y “figura 103”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 21 a 31, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 102

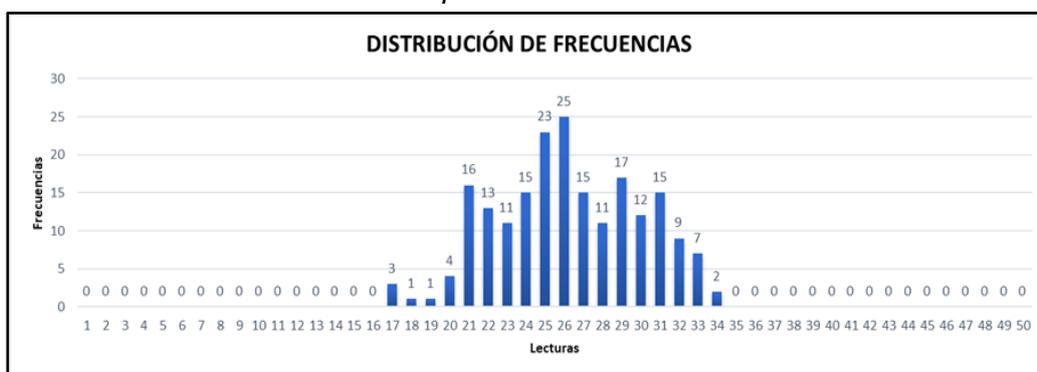
Datos de campo tramo 18 – carril izquierdo

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO	
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN	
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024	
UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna	N.º DE ENSAYO: 18
MUESTRA: Costanera Sur	SECTOR: 6+800 - 7+200
FECHA: 20 de Julio 2024	CARRIL: Izquierdo (Subida)
LECTURA EN CAMPO - MERLIN	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
1	28 30 18 25 30 25 27 26 27 29 24 30 24 23 33 27 26 25 22 26
2	29 26 32 26 32 25 28 30 26 27 26 22 21 20 25 26 28 25 30 27
3	29 25 30 22 23 21 23 29 29 31 21 33 22 24 29 31 21 33 34 22
4	25 26 24 29 31 26 24 21 27 26 22 24 25 26 27 26 22 24 27 30
5	25 31 28 26 24 32 33 21 31 23 21 23 29 29 31 21 33 25 27 26
6	22 20 27 31 21 23 26 29 32 31 26 24 21 27 26 22 24 25 28 30
7	30 20 31 34 28 17 29 25 30 24 32 33 21 31 25 30 25 21 23 29
8	22 25 28 22 19 31 25 26 24 21 23 26 29 32 26 32 25 26 24 21
9	28 24 23 25 27 31 26 27 29 28 17 29 25 30 22 23 17 32 33 21
10	29 25 24 26 28 32 27 28 25 31 25 31 22 20 27 31 21 23 26 29
TIPO DE PAVIMENTO:	
AFIRMADO <input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA <input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA <input type="checkbox"/>	SELLO <input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 103

Datos de frecuencia 18 – carril izquierdo



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 104” y “figura 105”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 22 a 32, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 104

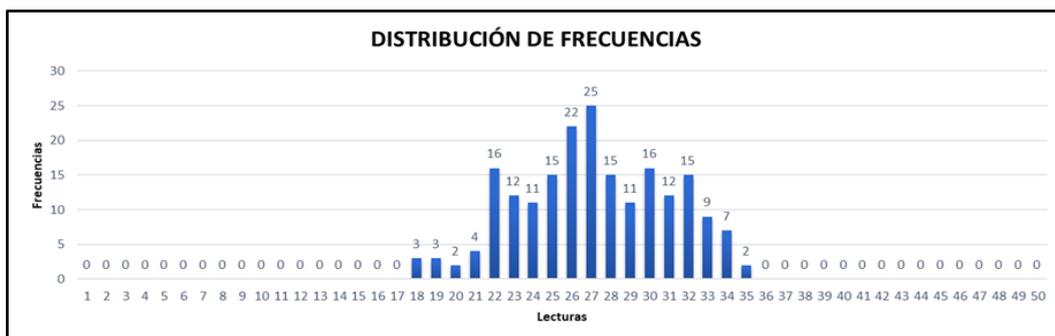
Datos de campo tramo 19 – carril izquierdo

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO	
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN	
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024	
UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna	N.º DE ENSAYO: 19
MUESTRA: Costanera Sur	SECTOR: 7+200 - 7+600
FECHA: 20 de Julio 2024	CARRIL: Izquierdo (Subida)
LECTURA EN CAMPO - MERLIN	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
1	29 31 19 26 31 26 28 27 28 30 25 31 25 24 34 28 27 26 23 27
2	30 27 33 27 33 26 29 31 27 28 27 23 22 21 26 27 29 26 31 28
3	30 26 31 20 24 22 24 30 30 32 22 34 23 25 30 32 22 34 35 23
4	26 27 25 30 32 27 25 22 28 27 23 25 19 27 28 27 23 25 28 31
5	26 32 29 27 25 33 34 22 32 24 22 24 30 20 32 22 34 26 28 27
6	23 21 28 32 22 24 27 30 33 32 27 25 22 28 27 23 25 26 29 31
7	31 21 32 35 29 18 30 26 31 25 33 34 22 32 26 31 26 22 24 30
8	23 26 29 23 19 32 26 27 25 22 24 27 30 33 27 33 26 27 25 22
9	29 25 24 26 28 32 27 28 30 29 18 30 26 31 23 24 18 33 34 22
10	30 26 25 27 29 33 28 29 26 32 26 32 23 21 28 32 22 24 27 30
TIPO DE PAVIMENTO:	
AFIRMADO	<input type="checkbox"/>
BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA	<input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA	<input type="checkbox"/>
CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>
CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>
RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>
SELLO	<input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 105

Datos de frecuencia 19 – carril izquierdo



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 106” y “figura 107”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 23 a 33, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 107

Datos de campo tramo 20 – carril izquierdo

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO

HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024

UBICACION: Tacna - Tacna - Tacna N.º DE ENSAYO: 20

MUESTRA: Costanera Sur SECTOR: 7+600 - 8+000

FECHA: 20 de Julio 2024 CARRIL: Izquierdo (Subida)

LECTURA EN CAMPO - MERLIN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	30	32	20	27	32	27	29	28	29	31	26	32	26	25	35	29	28	27	24	28
2	31	28	34	28	34	27	30	32	28	29	28	24	23	22	27	28	30	27	32	29
3	31	27	32	21	37	23	25	31	31	33	23	35	24	26	31	33	23	35	36	24
4	27	28	26	31	33	28	26	23	29	28	24	26	20	28	29	28	24	26	29	32
5	27	33	30	28	26	34	35	23	33	25	23	25	31	21	33	23	35	27	29	28
6	24	22	29	33	23	25	28	31	34	33	28	26	23	29	28	24	26	27	30	32
7	32	17	33	36	30	19	31	27	32	26	34	35	23	33	27	32	27	23	25	31
8	24	27	30	24	20	33	27	28	26	23	25	28	31	34	28	34	27	28	26	23
9	30	26	25	27	29	33	28	29	31	30	19	31	27	32	24	25	19	34	35	23
10	31	27	26	28	30	34	29	30	27	33	27	33	24	22	29	33	23	25	28	31

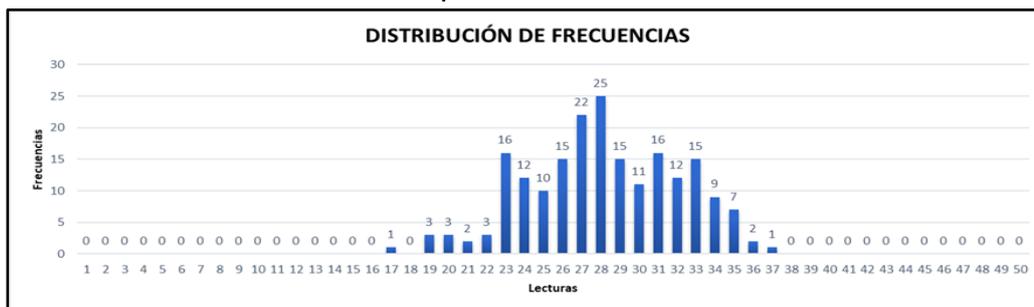
TIPO DE PAVIMENTO:

AFIRMADO	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA	<input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA	<input type="checkbox"/>	SELLO	<input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 108

Datos de frecuencia 20 – carril izquierdo



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 108” y “figura 109”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 24 a 34, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 108

Datos de campo tramo 21 – carril izquierdo

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO

HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024

UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna	N.º DE ENSAYO: 21
MUESTRA: Costanera Sur	SECTOR: 8+000 - 8+400
FECHA: 20 de Julio 2024	CARRIL: Izquierdo (Subida)

LECTURA EN CAMPO - MERLIN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	31	33	21	28	33	28	31	33	30	32	27	33	27	26	36	30	29	28	31	33
2	32	29	35	29	35	28	32	29	29	30	29	25	24	23	28	29	31	28	32	29
3	32	28	33	22	38	24	32	28	32	34	24	36	25	27	32	34	24	36	32	28
4	28	29	27	32	34	29	28	29	30	29	25	27	21	29	30	29	25	27	28	29
5	28	34	31	29	27	35	28	34	34	26	24	26	32	22	34	24	36	28	28	34
6	25	23	30	34	24	26	25	23	19	34	29	27	19	30	29	25	27	28	25	23
7	33	18	34	37	31	20	33	18	33	27	35	36	24	34	28	33	28	24	33	18
8	25	28	31	25	21	34	25	28	27	24	26	29	32	35	29	35	28	29	25	28
9	31	27	26	28	30	34	31	27	32	31	20	32	28	33	25	26	20	35	31	27
10	32	28	27	29	31	35	32	28	28	34	28	34	25	23	30	34	24	26	32	28

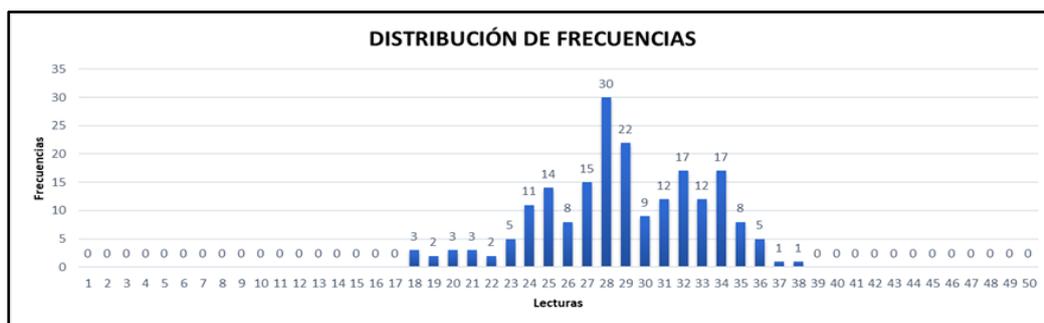
TIPO DE PAVIMENTO:

AFIRMADO	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA	<input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA	<input type="checkbox"/>	SELLO	<input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 109

Datos de frecuencia 21 – carril izquierdo



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 110” y “figura 111”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 25 a 34, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 110

Datos de campo tramo 22 – carril izquierdo

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO	
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN	
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024	
UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna	N.º DE ENSAYO: 22
MUESTRA: Costanera Sur	SECTOR: 8+400 - 8+800
FECHA: 20 de Julio 2024	CARRIL: Izquierdo (Subida)

LECTURA EN CAMPO - MERLIN																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	32	34	22	29	34	29	31	30	31	33	28	34	28	27	37	31	30	29	26	30
2	33	30	36	30	36	29	32	34	30	31	30	26	25	24	29	30	32	29	34	31
3	33	29	34	23	39	25	27	33	33	35	25	37	26	28	33	35	25	37	38	26
4	29	30	28	33	35	30	28	25	31	30	26	28	22	30	31	20	26	28	31	34
5	29	35	32	30	28	36	37	25	35	27	25	27	33	23	35	25	37	29	31	30
6	26	24	31	35	25	27	30	33	36	35	30	28	25	31	30	26	28	29	32	34
7	34	19	35	38	32	21	33	29	34	28	36	37	25	35	29	34	29	25	27	33
8	26	29	32	26	22	35	29	30	28	25	27	30	33	36	30	36	29	30	28	25
9	32	28	27	29	31	35	30	31	33	32	21	33	29	34	26	27	21	36	37	25
10	33	29	28	30	32	36	31	32	29	35	29	35	26	24	31	35	25	27	30	33

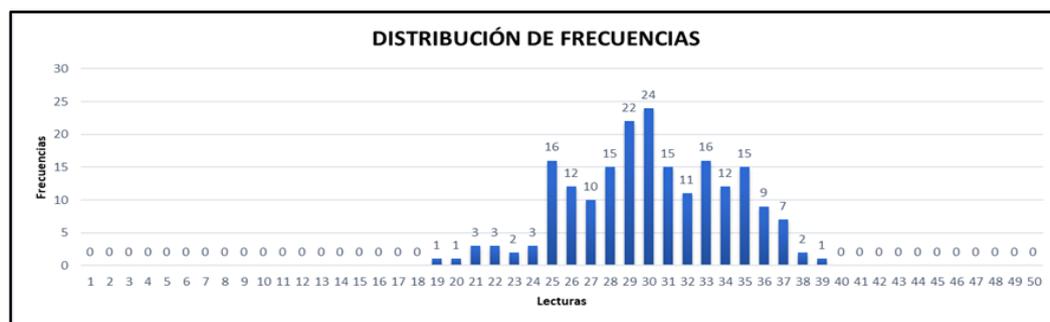
TIPO DE PAVIMENTO:

AFIRMADO	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA	<input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA	<input type="checkbox"/>	SELLO	<input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 111

Datos de frecuencia 22 – carril izquierdo



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 112” y “figura 113”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 26 a 36, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 112

Datos de campo tramo 23 – carril izquierdo

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO

HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024

UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna	N.º DE ENSAYO: 23
MUESTRA: Costanera Sur	SECTOR: 8+800 - 9+200
FECHA: 20 de Julio 2024	CARRIL: Izquierdo (Subida)

LECTURA EN CAMPO - MERLIN																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	35	32	31	30	35	30	32	31	32	34	29	35	29	28	38	32	31	30	27	31
2	30	31	33	31	37	30	33	35	31	32	31	27	26	25	30	31	33	30	35	32
3	34	36	26	24	40	26	28	34	34	36	26	38	27	29	34	36	26	38	39	27
4	32	31	27	34	36	31	29	26	32	31	27	29	23	31	32	31	27	29	32	35
5	36	26	38	31	29	37	38	26	36	28	26	28	34	24	36	26	38	30	32	31
6	31	27	29	36	26	28	31	34	37	36	31	29	26	32	31	27	29	30	33	35
7	30	35	30	39	33	22	34	30	35	29	37	38	26	36	30	35	30	26	28	34
8	31	37	30	27	23	36	30	31	29	26	28	31	34	37	31	37	30	31	29	26
9	27	28	22	30	32	36	31	32	34	33	22	34	30	35	27	28	22	37	38	26
10	32	36	26	31	33	37	32	33	30	36	30	36	27	25	32	36	26	28	31	34

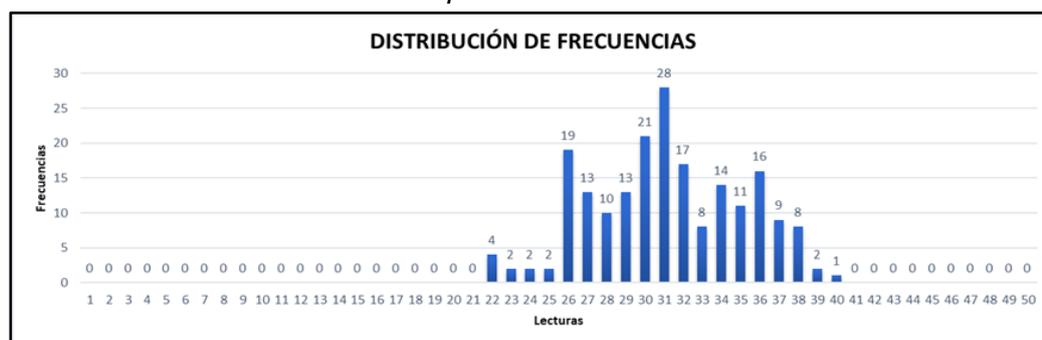
TIPO DE PAVIMENTO:

AFIRMADO <input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA <input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA <input type="checkbox"/>	SELLO <input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 113

Datos de frecuencia 23 – carril izquierdo

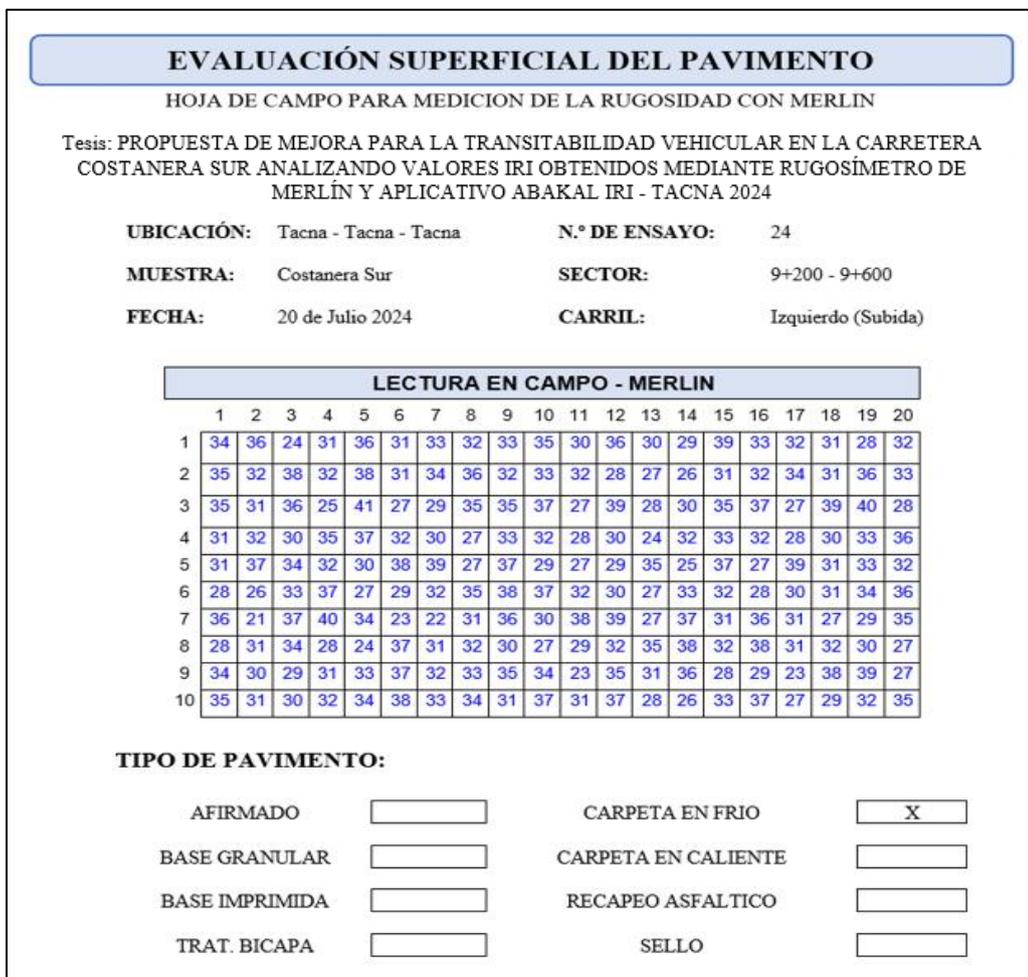


Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 114” y “figura 115”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 27 a 36, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 114

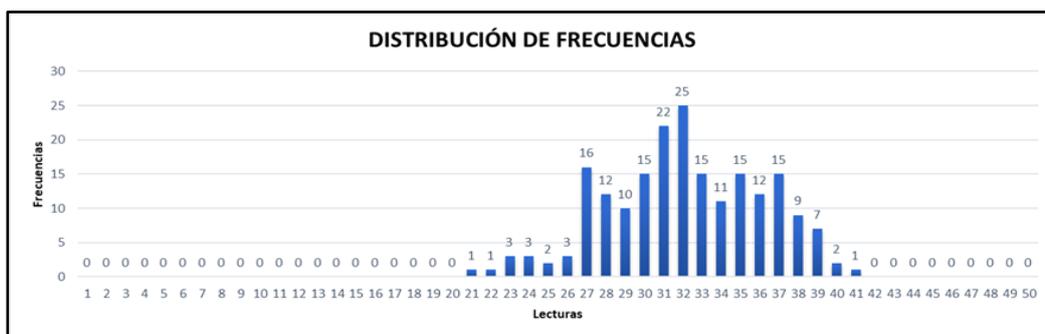
Datos de campo tramo 24 – carril izquierdo



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 115

Datos de frecuencia 24 – carril izquierdo



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Como podemos ver en la “figura 116” y “figura 117”, se ve que predomina las variaciones en el perfil del pavimento se concentran en los rangos de 20 a 29, lo que sugiere que el tramo presenta, en su mayor parte, hundimientos o depresiones.

Figura 117

Datos de campo tramo 25 – carril izquierdo

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO	
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN	
Tesis: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y APLICATIVO ABAKAL IRI - TACNA 2024	
UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna	N.º DE ENSAYO: 25
MUESTRA: Costanera Sur	SECTOR: 9+600 - 10+000
FECHA: 20 de Julio 2024	CARRIL: Izquierdo (Subida)

LECTURA EN CAMPO - MERLIN																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	28	23	24	27	22	28	27	30	25	27	22	28	22	21	31	25	24	23	20	24
2	26	28	20	25	24	20	21	23	24	25	24	20	19	18	23	24	26	23	28	25
3	27	23	28	29	19	31	20	22	27	29	19	31	20	22	27	29	19	31	32	20
4	28	24	24	24	20	22	23	24	25	24	20	22	23	24	25	24	20	22	25	28
5	20	24	23	23	28	23	26	28	29	23	28	23	26	28	29	23	28	23	25	24
6	30	26	24	24	30	23	27	24	30	24	30	23	27	24	30	24	30	23	26	28
7	28	18	29	20	21	19	27	23	28	20	21	19	27	23	28	20	21	19	21	27
8	20	23	26	27	29	24	23	24	22	27	29	24	23	24	22	27	29	24	22	19
9	26	22	21	30	24	25	24	25	27	30	24	25	23	29	26	24	22	30	31	19
10	27	23	22	29	23	29	25	26	23	29	23	29	20	18	25	29	19	21	24	27

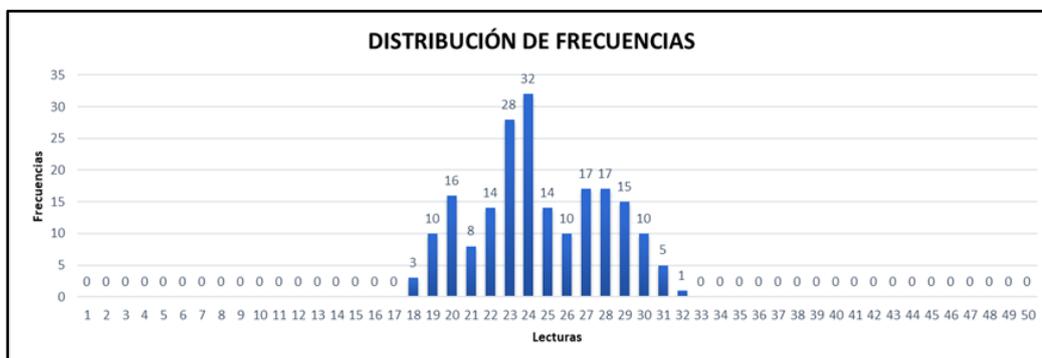
TIPO DE PAVIMENTO:

AFIRMADO	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>
BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>
BASE IMPRIMIDA	<input type="checkbox"/>	RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>
TRAT. BICAPA	<input type="checkbox"/>	SELLO	<input type="checkbox"/>

Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Figura 118

Datos de frecuencia 25 – carril izquierdo



Nota. Extraído del Software Excel 2016.

Anexo 3. Tablas de los datos importados del aplicativo móvil Abakal IRI

Tabla 21

Valores IRI del primer viaje carril derecho, aplicativo móvil Abakal IRI

Latitud (DMS)	Longitud (DMS)	Altitud (m s.n.m)	Velocidad (m/s)	Desplazamiento (m)		Valor IRI (m/km)	IRI (m/km) promedio
-18,105941	-70,347353	286,89	76,3	0+000	0+100	4,09	
-18,106356	-70,348265	285,06	77,16	0+100	0+200	3,3	3,36
-18,106773	-70,349191	283,39	78,3	0+200	0+300	3,49	
-18,107201	-70,350132	281,87	79,46	0+300	0+400	2,57	
-18,107637	-70,351077	280,19	80,36	0+400	0+500	3,47	
-18,108058	-70,352035	278,66	80,88	0+500	0+600	3,42	3,58
-18,108489	-70,35298	277,04	79,84	0+600	0+700	3,53	
-18,108922	-70,353915	275,38	78,97	0+700	0+800	3,9	
-18,109342	-70,354845	273,48	78,11	0+800	0+900	3,5	
-18,109761	-70,355772	271,84	78,12	0+900	1+000	3,84	3,78
-18,110182	-70,356699	270,18	78,01	1+000	1+100	3,62	
-18,110602	-70,35762	268,56	77,57	1+100	1+200	4,17	
-18,111022	-70,358542	266,85	77,79	1+200	1+300	4,94	
-18,111447	-70,359468	265,49	78,46	1+300	1+400	3,88	3,56
-18,111874	-70,360404	263,54	79,09	1+400	1+500	2,92	
-18,112305	-70,361347	261,88	80,08	1+500	1+600	2,49	
-18,112739	-70,362302	260,14	80,76	1+600	1+700	2,8	
-18,113176	-70,36326	258,6	81,21	1+700	1+800	2,73	2,73
-18,113611	-70,36422	256,97	81,19	1+800	1+900	2,56	
-18,114045	-70,365181	255,52	80,83	1+900	2+000	2,83	
-18,114496	-70,366135	254,41	80,7	2+000	2+100	2,95	
-18,114923	-70,367093	252,58	80,22	2+100	2+200	2,85	2,73
-18,115349	-70,368044	250,43	80,13	2+200	2+300	2,64	
-18,11577	-70,368997	248,74	79,73	2+300	2+400	2,48	
-18,116202	-70,369939	246,57	79,7	2+400	2+500	2,32	
-18,116629	-70,370876	245,03	79,83	2+500	2+600	2,61	2,28
-18,117079	-70,371826	243,52	79,95	2+600	2+700	2,2	
-18,117495	-70,372781	241,35	80,11	2+700	2+800	1,98	

(continúa)

Tabla 21 (continuación)

-18,117927	-70,37373	239,31	80,38	2+800	2+900	2,31	
-18,118359	-70,374684	237,23	80,42	2+900	3+000	2,34	2,19
-18,11879	-70,375638	235,36	80,26	3+000	3+100	1,98	
-18,11922	-70,376587	233,49	80,05	3+100	3+200	2,11	
-18,119648	-70,377535	231,76	79,67	3+200	3+300	2,21	
-18,120076	-70,378478	229,99	79,37	3+300	3+400	2,22	2,07
-18,120503	-70,379416	228,27	79,16	3+400	3+500	1,7	
-18,120932	-70,380353	226,68	78,89	3+500	3+600	2,16	
-18,121357	-70,381282	224,79	78,57	3+600	3+700	2,66	
-18,121776	-70,382213	223,02	78,51	3+700	3+800	2,14	2,23
-18,122197	-70,383144	221,34	78,38	3+800	3+900	1,95	
-18,12262	-70,384078	219,61	78,81	3+900	4+000	2,18	
-18,123044	-70,385015	217,83	78,99	4+000	4+100	1,73	
-18,123471	-70,385953	216,13	79,21	4+100	4+200	1,96	2,26
-18,123897	-70,386891	214,43	79,06	4+200	4+300	2,7	
-18,124318	-70,387826	212,83	78,47	4+300	4+400	2,63	
-18,124738	-70,388753	211,16	77,92	4+400	4+500	2,77	
-18,125156	-70,38967	209,5	76,99	4+500	4+600	2,56	2,46
-18,125565	-70,390569	208,25	76,29	4+600	4+700	2,23	
-18,125974	-70,391463	207,05	75,55	4+700	4+800	2,29	
-18,126387	-70,392355	205,37	74,89	4+800	4+900	2,14	
-18,126783	-70,393239	203,78	74,5	4+900	5+000	2,9	2,56
-18,127188	-70,394128	202,2	75,31	5+000	5+100	2,51	
-18,1276	-70,395034	200,74	77,02	5+100	5+200	2,67	
-18,128016	-70,39595	199,43	77,94	5+200	5+300	2,36	
-18,128439	-70,396877	197,87	78,24	5+300	5+400	2,32	2,32
-18,128857	-70,397803	196,32	78,37	5+400	5+500	2,43	
-18,129284	-70,398728	194,66	78,24	5+500	5600	2,15	
-18,129713	-70,39966	193,24	78,32	5600	5+700	2,25	
-18,130135	-70,400585	191,89	78,22	5+700	5+800	2,4	2,33
-18,130554	-70,40151	190,37	78,09	5+800	5+900	2,27	
-18,130982	-70,402435	189,3	78,03	5+900	6+000	2,41	

(continúa)

Tabla 21 (continuación)

-18,131401	-70,403362	187,8	78,01	6+000	6+100	2,53	
-18,131818	-70,404289	186,15	78,08	6+100	6+200	2,38	2,30
-18,132239	-70,405215	184,38	78,02	6+200	6+300	2,1	
-18,132664	-70,406144	182,97	78,46	6+300	6+400	2,19	
-18,133089	-70,407077	181,51	78,82	6+400	6+500	2,79	
-18,133516	-70,408013	180,32	79,03	6+500	6+600	2,51	2,65
-18,133942	-70,40895	179	78,99	6+600	6+700	2,57	
-18,134366	-70,409882	177,69	78,47	6+700	6+800	2,72	
-18,134784	-70,410809	176,47	77,79	6+800	6+900	2,54	
-18,135203	-70,411726	175,2	77,29	6+900	7+000	2,58	2,48
-18,135618	-70,412642	173,89	77,24	7+000	7+100	2,45	
-18,136033	-70,41356	172,44	77,19	7+100	7+200	2,33	
-18,136448	-70,414473	171,47	76,86	7+200	7+300	2,52	
-18,136862	-70,415383	170,29	76,78	7+300	7+400	2,82	2,74
-18,137275	-70,416291	168,96	76,68	7+400	7+500	2,74	
-18,137686	-70,417201	167,73	76,63	7+500	7+600	2,88	
-18,138099	-70,418108	166,56	76,55	7+600	7+700	2,37	
-18,138514	-70,419016	165,65	76,62	7+700	7+800	3,02	2,77
-18,138928	-70,419923	164,48	76,63	7+800	7+900	2,74	
-18,139341	-70,420831	163,46	76,61	7+900	8+000	2,95	
-18,139756	-70,421736	162,52	76,62	8+000	8+100	3,15	
-18,140173	-70,42265	161,35	77,51	8+100	8+200	3,2	2,98
-18,140604	-70,423555	160,51	77,74	8+200	8+300	2,92	
-18,141023	-70,424469	159,5	77,56	8+300	8+400	2,66	
-18,141442	-70,425385	158,26	77,04	8+400	8+500	2,57	
-18,14186	-70,426298	157,06	76,8	8+500	8+600	2,58	2,71
-18,142274	-70,427206	156,16	76,93	8+600	8+700	2,86	
-18,14269	-70,428108	155,03	76,82	8+700	8+800	2,82	
-18,143105	-70,429013	154,01	76,53	8+800	8+900	3,01	
-18,14352	-70,429922	152,94	76,52	8+900	9+000	3,13	2,90
-18,143931	-70,430828	151,94	76,28	9+000	9+100	2,86	
-18,144342	-70,431727	150,69	75,66	9+100	9+200	2,6	

(continúa)

Tabla 21 (continuación)

-18,14475	-70,432619	149,49	75,24	9+200	9+300	2,8	3,05
-18,145159	-70,433515	148,58	75,82	9+300	9+400	3,42	
-18,14557	-70,434417	147,7	76,42	9+400	9+500	2,92	
-18,145988	-70,435322	146,84	76,93	9+500	9+600	3,07	
-18,146405	-70,436237	145,82	77,37	9+600	9+700	2,33	2,70
-18,146827	-70,43716	144,91	78,13	9+700	9+800	2,74	
-18,147255	-70,438084	143,95	78,17	9+800	9+900	2,98	
-18,147677	-70,43901	143,09	77,86	9+900	10+000	2,75	

Nota. Datos importados del aplicativo Abakal IRI

Tabla 22

Valores IRI del primer viaje carril izquierdo, aplicativo móvil Abakal IRI

Latitud (DMS)	Longitud (DMS)	Altitud (m s.n.m)	Velocidad (m/s)	Desplazamiento (m)	Valor IRI (m/km)	IRI (m/km) promedio	
-18,14716	-70,437788	143,81	80,44	0+000	0+100	2,42	
-18,14673	-70,436839	144,99	79,85	0+100	0+200	2,8	2,49
-18,1463	-70,435898	146,1	78,94	0+200	0+300	2,18	
-18,14588	-70,43497	147,07	77,87	0+300	0+400	2,54	2,96
-18,14545	-70,434053	148,08	77,32	0+400	0+500	2,6	
-18,14504	-70,433143	149,17	75,89	0+500	0+600	2,87	
-18,14463	-70,432251	150,23	75,21	0+600	0+700	3,39	
-18,14423	-70,431381	150,85	75,17	0+700	0+800	2,97	2,84
-18,14381	-70,430479	151,85	76,52	0+800	0+900	3,52	
-18,14339	-70,429558	152,75	77,78	0+900	1+000	2,87	
-18,14297	-70,428631	153,86	78,87	1+000	1+100	2,34	
-18,14254	-70,427687	154,9	79,91	1+100	1+200	2,63	2,69
-18,1421	-70,426731	156,13	80,87	1+200	1+300	2,62	
-18,14166	-70,425775	157,34	80,69	1+300	1+400	2,86	
-18,14123	-70,424841	158,54	78,8	1+400	1+500	2,52	
-18,14081	-70,423915	159,65	78,2	1+500	1+600	2,75	2,60
-18,14039	-70,422981	160,58	78,79	1+600	1+700	2,85	
-18,13996	-70,422043	161,85	79,54	1+700	1+800	2,85	
-18,13952	-70,421101	163,07	79,7	1+800	1+900	2,55	
-18,1391	-70,42017	163,78	78,47	1+900	2+000	2,13	

(continúa)

Tabla 22 (continuación)

-18,13867	-70,419243	164,87	78,25	2+000	2+100	2,5	
-18,13825	-70,418312	166,09	78,73	2+100	2+200	2,36	2,38
-18,13782	-70,417363	167,13	80,11	2+200	2+300	2,1	
-18,13738	-70,416404	168,49	81,7	2+300	2+400	2,54	
-18,13693	-70,415425	169,91	82,83	2+400	2+500	2,5	
-18,13649	-70,414461	171,04	80	2+500	2+600	2,19	2,45
-18,13607	-70,413529	172,12	78,08	2+600	2+700	2,49	
-18,13565	-70,412611	173,28	77,07	2+700	2+800	2,61	
-18,13524	-70,411703	174,37	76,5	2+800	2+900	2,39	
-18,13483	-70,410799	175,62	76,04	2+900	3+000	2,5	2,30
-18,13442	-70,4099	176,87	76	3+000	3+100	2,2	
-18,134	-70,408992	177,94	77,33	3+100	3+200	2,12	
-18,13359	-70,408065	179,1	78,81	3+200	3+300	2,5	
-18,13316	-70,407129	180,47	79,51	3+300	3+400	2,33	2,47
-18,13273	-70,406192	181,89	78,75	3+400	3+500	2,55	
-18,13231	-70,40526	183,25	77,94	3+500	3+600	2,49	
-18,13189	-70,404334	184,65	78,52	3+600	3+700	2,31	
-18,13146	-70,403398	186,02	79,27	3+700	3+800	2,85	2,61
-18,13102	-70,402455	187,4	79,98	3+800	3+900	2,83	
-18,13059	-70,401497	188,85	80,54	3+900	4+000	2,44	
-18,13015	-70,40054	190,28	80,84	4+000	4+100	2,71	
-18,12972	-70,399594	191,88	78,58	4+100	4+200	2,53	2,59
-18,1293	-70,398673	193,45	76,98	4+200	4+300	2,77	
-18,12889	-70,397766	194,62	76,71	4+300	4+400	2,35	
-18,12848	-70,396858	195,98	76,64	4+400	4+500	2,34	
-18,12806	-70,395951	197,49	76,73	4+500	4+600	2,3	2,36
-18,12765	-70,395046	198,85	76,57	4+600	4+700	2,26	
-18,12724	-70,394137	200,46	76,6	4+700	4+800	2,55	
-18,12682	-70,393229	202	76,47	4+800	4+900	2,07	
-18,12641	-70,392324	203,53	76,55	4+900	5+000	2,55	2,39
-18,126	-70,391409	204,94	76,8	5+000	5+100	2,3	
-18,12558	-70,390494	206,55	76,82	5+100	5+200	2,63	

(continúa)

Tabla 22 (continuación)

-18,12517	-70,389586	207,99	76,84	5+200	5+300	2,58	
-18,12475	-70,388686	209,5	76,77	5+300	5+400	2,47	2,44
-18,12434	-70,387779	211,02	76,64	5+400	5+500	2,29	
-18,12393	-70,386867	212,08	76,53	5+500	5600	2,4	
-18,12351	-70,385954	213,69	76,71	5600	5+700	3,24	
-18,1231	-70,385041	215,44	76,95	5+700	5+800	2,64	2,89
-18,12269	-70,384129	217,14	77,23	5+800	5+900	2,89	
-18,12227	-70,383212	218,77	77,42	5+900	6+000	2,79	
-18,12185	-70,382292	220,64	77,76	6+000	6+100	2,31	
-18,12143	-70,381368	222,42	77,9	6+100	6+200	2,32	2,37
-18,12101	-70,380444	224,2	77,93	6+200	6+300	3,01	
-18,12059	-70,379522	225,96	77,82	6+300	6+400	1,83	
-18,12018	-70,378602	227,77	77,71	6+400	6+500	2,14	
-18,11976	-70,377688	229,41	77,49	6+500	6+600	2,14	2,22
-18,11934	-70,376773	231,15	77,78	6+600	6+700	2,59	
-18,11892	-70,375845	232,62	77,68	6+700	6+800	2,01	
-18,11849	-70,374922	234,26	77,89	6+800	6+900	1,95	
-18,11808	-70,374004	236,05	77,96	6+900	7+000	2,49	2,29
-18,11766	-70,373082	237,63	77,89	7+000	7+100	2,36	
-18,11724	-70,372153	239,4	77,97	7+100	7+200	2,37	
-18,11681	-70,371235	241,08	78	7+200	7+300	2,17	
-18,11639	-70,370311	242,93	77,91	7+300	7+400	2,91	2,57
-18,11597	-70,369377	244,97	78,2	7+400	7+500	2,67	
-18,11555	-70,368445	246,3	78,47	7+500	7+600	2,53	
-18,11513	-70,367518	247,92	78,62	7+600	7+700	2,42	
-18,1147	-70,366591	249,68	78,12	7+700	7+800	2,71	2,40
-18,11429	-70,36567	251,42	77,26	7+800	7+900	2,42	
-18,11388	-70,364762	252,81	76,44	7+900	8+000	2,04	
-18,11348	-70,363872	254,49	75,65	8+000	8+100	2,33	
-18,11307	-70,362975	256,26	75,16	8+100	8+200	3,57	2,77
-18,11266	-70,362085	257,67	74,87	8+200	8+300	2,44	
-18,11226	-70,3612	259,36	74,73	8+300	8+400	2,72	

(continúa)

Tabla 22 (continuación)

-18,11185	-70,360313	261,02	75,63	8+400	8+500	2,61	3,03
-18,11144	-70,359404	262,68	76,84	8+500	8+600	2,54	
-18,11103	-70,358486	264,43	77,18	8+600	8+700	2,98	
-18,11061	-70,357569	266,24	77,16	8+700	8+800	3,98	
-18,1102	-70,356656	267,97	77,36	8+800	8+900	3,43	3,24
-18,10978	-70,355739	269,83	77,32	8+900	9+000	3,4	
-18,10936	-70,354827	271,4	77,1	9+000	9+100	3,01	
-18,10895	-70,353918	272,74	76,98	9+100	9+200	3,12	
-18,10854	-70,353007	274,52	76,56	9+200	9+300	3,09	3,27
-18,10812	-70,3521	275,91	76,15	9+300	9+400	3,67	
-18,10771	-70,351193	277,63	76,82	9+400	9+500	3,3	
-18,1073	-70,350278	279,45	77,25	9+500	9+600	3,01	
-18,10688	-70,349367	281,26	77,16	9+600	9+700	3,92	3,74
-18,10647	-70,348458	283,14	76,37	9+700	9+800	3,9	
-18,10606	-70,347561	284,85	74,58	9+800	9+900	3,84	
-18,10567	-70,346689	286,51	72,55	9+900	10+000	3,31	

Nota. Datos importados del aplicativo Abakal IRI

Tabla 23

Valores IRI del segundo viaje carril derecho, aplicativo móvil Abakal IRI

Latitud (DMS)	Longitud (DMS)	Altitud (m s.n.m)	Velocidad (m/s)	Desplazamiento (m)	Valor IRI (m/km)	IRI (m/km) promedio
-18,105921	-70,347334	285,03	78,45	0+000	0+100	3,56
-18,106343	-70,348266	283,28	77,54	0+100	0+200	3,23
-18,106762	-70,349179	282,01	77	0+200	0+300	3,55
-18,107175	-70,350086	280,7	76,38	0+300	0+400	2,9
-18,107585	-70,350992	279,03	76,25	0+400	0+500	3,24
-18,107994	-70,351896	277,3	76,8	0+500	0+600	3,33
-18,108412	-70,352818	275,77	78,29	0+600	0+700	3,42
-18,10884	-70,353752	274,14	79,31	0+700	0+800	4,01
-18,109267	-70,354692	272,51	79,17	0+800	0+900	3,55
-18,109691	-70,355625	270,73	78,59	0+900	1+000	3,57
-18,110111	-70,356556	268,97	78,02	1+000	1+100	3,63
-18,110529	-70,357471	267,34	76,83	1+100	1+200	4,04

Tabla 23 (continuación)

-18,110937	-70,358364	265,74	75,46	1+200	1+300	5,64	
-18,111342	-70,359256	264,03	75,6	1+300	1+400	4,07	3,89
-18,11175	-70,360164	262,43	76,95	1+400	1+500	3,04	
-18,112162	-70,36108	261,22	77,38	1+500	1+600	2,79	
-18,11258	-70,361999	259,88	78,12	1+600	1+700	2,72	
-18,113002	-70,362933	258,39	78,04	1+700	1+800	2,66	2,74
-18,113428	-70,363853	256,23	77,95	1+800	1+900	2,61	
-18,113847	-70,364771	254,6	77,98	1+900	2+000	2,96	
-18,114266	-70,3657	252,87	77,84	2+000	2+100	3,24	
-18,114687	-70,366623	251,26	77,43	2+100	2+200	2,84	2,91
-18,115101	-70,367537	249,61	77,34	2+200	2+300	2,77	
-18,115517	-70,368456	247,89	77,82	2+300	2+400	2,8	
-18,115934	-70,369375	246,03	78,19	2+400	2+500	2,07	
-18,11636	-70,370314	244,44	78,69	2+500	2+600	2,37	2,23
-18,116781	-70,371245	242,55	79,12	2+600	2+700	2,45	
-18,117209	-70,372187	240,31	79,7	2+700	2+800	2,04	
-18,117641	-70,373138	238,4	80,22	2+800	2+900	2,24	
-18,11808	-70,374089	236,52	80,62	2+900	3+000	1,95	2,08
-18,118516	-70,37505	234,87	81,04	3+000	3+100	2,33	
-18,11895	-70,376007	233,04	80,49	3+100	3+200	1,8	
-18,11938	-70,376959	231,24	79,62	3+200	3+300	2,09	
-18,119805	-70,377894	229,57	78,37	3+300	3+400	2	1,97
-18,120225	-70,378813	227,85	77,16	3+400	3+500	2,06	
-18,120642	-70,379726	226,28	76,76	3+500	3+600	1,74	
-18,12105	-70,380631	225,14	76,2	3+600	3+700	2,19	
-18,121462	-70,381534	223,35	76,15	3+700	3+800	2,5	2,22
-18,121869	-70,382435	221,62	76,38	3+800	3+900	2,13	
-18,122279	-70,383339	220,19	76,79	3+900	4+000	2,06	
-18,12269	-70,384237	218,64	74,45	4+000	4+100	2,18	
-18,123117	-70,385179	216,76	53,22	4+100	4+200	2,06	2,20
-18,123567	-70,386106	215,13	64,66	4+200	4+300	1,83	
-18,124019	-70,387134	213,45	75,54	4+300	4+400	2,73	

(continúa)

Tabla 23 (continuación)

-18,124434	-70,38807	212,06	83,42	4+400	4+500	2,46	
-18,124916	-70,389084	210,31	84,51	4+500	4+600	2,58	2,45
-18,125339	-70,390058	208,66	79,97	4+600	4+700	2,37	
-18,125763	-70,391001	207,16	79,62	4+700	4+800	2,4	
-18,126189	-70,391932	205,55	78,61	4+800	4+900	2,35	
-18,126614	-70,392859	204,13	78,31	4+900	5+000	2,63	2,73
-18,127035	-70,393787	202,74	78,29	5+000	5+100	2,83	
-18,127454	-70,394709	201,33	77,44	5+100	5+200	3,1	
-18,12787	-70,395621	199,97	77,49	5+200	5+300	2,07	
-18,128287	-70,396539	198,6	77,77	5+300	5+400	2,62	2,25
-18,128705	-70,397465	197,12	78,09	5+400	5+500	2,11	
-18,129131	-70,398396	195,76	78,47	5+500	5600	2,19	
-18,129555	-70,399324	194,14	78,69	5600	5+700	2,17	
-18,129978	-70,400255	192,57	78,6	5+700	5+800	2,87	2,47
-18,130403	-70,401189	191,07	78,69	5+800	5+900	2,29	
-18,130826	-70,402122	189,66	78,47	5+900	6+000	2,54	
-18,13125	-70,403054	188,31	78,53	6+000	6+100	2,48	
-18,131674	-70,403981	186,89	78,57	6+100	6+200	2,05	2,15
-18,132095	-70,404904	185,81	77,53	6+200	6+300	1,88	
-18,132521	-70,405841	184,31	78,81	6+300	6+400	2,19	
-18,132947	-70,406777	182,54	78,97	6+400	6+500	2,83	
-18,133371	-70,407713	181,09	79,25	6+500	6+600	2,43	2,68
-18,133799	-70,408648	179,65	79,15	6+600	6+700	2,61	
-18,134229	-70,409588	178,43	79,16	6+700	6+800	2,85	
-18,134656	-70,410528	177,13	79,2	6+800	6+900	2,41	
-18,135085	-70,411465	175,83	79,09	6+900	7+000	2,76	2,47
-18,135511	-70,412404	174,83	79,08	7+000	7+100	2,34	
-18,135936	-70,413344	173,53	78,73	7+100	7+200	2,37	
-18,136361	-70,414276	172,36	78,29	7+200	7+300	2,64	
-18,136784	-70,415198	171,45	78,03	7+300	7+400	2,43	2,66
-18,137202	-70,416123	170	78,13	7+400	7+500	2,74	
-18,137627	-70,417048	169,05	78,04	7+500	7+600	2,84	

(continúa)

Tabla 23 (continuación)

-18,138051	-70,417969	167,86	77,93	7+600	7+700	2,35	2,86
-18,138474	-70,418893	166,52	77,94	7+700	7+800	2,97	
-18,138894	-70,419817	165,44	77,87	7+800	7+900	2,96	
-18,139318	-70,420737	164,14	77,73	7+900	8+000	3,15	
-18,139737	-70,421653	163,06	77,56	8+000	8+100	3,28	2,93
-18,140157	-70,422567	161,83	77,46	8+100	8+200	3,22	
-18,140574	-70,423489	160,84	77,35	8+200	8+300	2,72	
-18,140996	-70,424404	159,83	77,37	8+300	8+400	2,48	
-18,141413	-70,425316	158,82	77,34	8+400	8+500	2,88	2,81
-18,141833	-70,426233	157,84	77,48	8+500	8+600	2,49	
-18,142247	-70,427149	156,82	76,69	8+600	8+700	2,79	
-18,142671	-70,428064	155,81	77,46	8+700	8+800	3,09	
-18,143086	-70,42898	154,84	77,26	8+800	8+900	2,76	2,80
-18,143499	-70,429896	153,6	77,37	8+900	9+000	2,84	
-18,14392	-70,430818	152,74	77,75	9+000	9+100	2,79	
-18,144344	-70,431747	151,73	78,81	9+100	9+200	2,82	
-18,144772	-70,432686	150,83	79,1	9+200	9+300	2,71	2,98
-18,145202	-70,433625	150,01	78,64	9+300	9+400	3,49	
-18,145627	-70,434552	148,89	78,21	9+400	9+500	2,84	
-18,146052	-70,435468	147,84	77,82	9+500	9+600	2,88	
-18,146474	-70,436388	146,85	77,57	9+600	9+700	2,34	2,67
-18,146893	-70,437304	145,93	77,11	9+700	9+800	3	
-18,147314	-70,438211	144,5	76,01	9+800	9+900	2,81	
-18,147717	-70,439101	143,59	74,44	9+900	10+000	2,52	

Nota. Datos importados del aplicativo Abakal IRI

Tabla 24

Valores IRI del segundo viaje carril izquierdo, aplicativo móvil Abakal IRI

Latitud (DMS)	Longitud (DMS)	Altitud (m s.n.m)	Velocidad (m/s)	Desplazamiento (m)	Valor IRI (m/km)	IRI (m/km) promedio
-18,147723	-70,439012	141,21	78,24	0+000	0+100	2,76
-18,147293	-70,438074	142,34	78,92	0+100	0+200	2,84
-18,146866	-70,437138	143,55	79,11	0+200	0+300	2,74
-18,146432	-70,436202	144,65	79,63	0+300	0+400	2,24

Tabla 24 (continuación)

-18,146	-70,43525	145,66	80,26	0+400	0+500	2,39	
-18,145563	-70,434297	146,73	80,83	0+500	0+600	2,82	2,62
-18,145126	-70,433338	147,81	81,46	0+600	0+700	2,47	
-18,144681	-70,432368	148,69	81,79	0+700	0+800	2,81	
-18,144242	-70,431409	149,88	80,68	0+800	0+900	3,32	
-18,143807	-70,430456	151,02	79,49	0+900	1+000	3,14	2,96
-18,143385	-70,429526	152,2	78,37	1+000	1+100	2,85	
-18,142961	-70,428606	153,1	77,68	1+100	1+200	2,52	
-18,142538	-70,427687	154,13	77,32	1+200	1+300	2,91	
-18,142121	-70,42677	155,42	77,14	1+300	1+400	2,84	2,72
-18,141703	-70,425863	156,63	76,81	1+400	1+500	2,96	
-18,141289	-70,424958	157,62	76,77	1+500	1+600	2,16	
-18,140876	-70,424052	158,69	76,67	1+600	1+700	2,53	
-18,140461	-70,423149	159,68	76,63	1+700	1+800	2,71	2,74
-18,140048	-70,422237	160,83	76,82	1+800	1+900	2,85	
-18,139628	-70,421322	162,1	77,08	1+900	2+000	2,85	
-18,139211	-70,420402	163,26	77,74	2+000	2+100	2,31	
-18,138787	-70,419477	164,35	78,41	2+100	2+200	2,52	2,39
-18,138366	-70,418553	165,44	78,78	2+200	2+300	2,52	
-18,137938	-70,417618	166,55	79,18	2+300	2+400	2,21	
-18,137501	-70,416679	167,76	79,41	2+400	2+500	2,55	
-18,13707	-70,415739	168,91	79,77	2+500	2+600	2,39	2,38
-18,136639	-70,414784	170,08	80,09	2+600	2+700	2,14	
-18,136206	-70,413836	171,27	80,21	2+700	2+800	2,43	
-18,135778	-70,412882	172,47	80,28	2+800	2+900	2,54	
-18,135343	-70,411935	173,81	79,75	2+900	3+000	2,76	2,46
-18,134918	-70,410996	175,08	78,58	3+000	3+100	2,27	
-18,134493	-70,41007	176,4	78,35	3+100	3+200	2,28	
-18,134071	-70,409142	177,64	78,52	3+200	3+300	2,25	
-18,133646	-70,408206	178,93	79,17	3+300	3+400	2,41	2,38
-18,133217	-70,407265	180,29	79,38	3+400	3+500	2,35	
-18,132784	-70,406322	181,44	79,59	3+500	3+600	2,49	

(continúa)

Tabla 24 (continuación)

-18,132356	-70,405383	182,79	79,72	3+600	3+700	2,57	
-18,131925	-70,404435	184,14	79,98	3+700	3+800	2,4	2,62
-18,131493	-70,403491	185,54	80,12	3+800	3+900	3,05	
-18,131064	-70,402538	186,9	80,29	3+900	4+000	2,45	
-18,130628	-70,401586	188,46	80,43	4+000	4+100	2,61	
-18,130196	-70,400636	189,94	80,08	4+100	4+200	3,18	2,83
-18,129766	-70,399692	191,56	79,8	4+200	4+300	2,75	
-18,129334	-70,398747	193,38	79,47	4+300	4+400	2,79	
-18,128903	-70,397805	194,89	79,18	4+400	4+500	2,39	
-18,128479	-70,396867	196,37	78,93	4+500	4+600	2,36	2,42
-18,12805	-70,395934	197,96	78,65	4+600	4+700	2,42	
-18,127624	-70,395	199,12	79,11	4+700	4+800	2,5	
-18,127198	-70,394054	200,67	79,43	4+800	4+900	2,45	
-18,126768	-70,393118	202,2	79,42	4+900	5+000	2,21	2,35
-18,126339	-70,392181	203,69	79,35	5+000	5+100	2,58	
-18,125914	-70,391241	205,42	79,15	5+100	5+200	2,14	
-18,125486	-70,390301	207,15	79,08	5+200	5+300	2,34	
-18,125059	-70,389362	208,84	78,93	5+300	5+400	2,75	2,37
-18,124635	-70,38843	210,41	78,65	5+400	5+500	2,09	
-18,124212	-70,387502	212,03	78,43	5+500	5600	2,28	
-18,123791	-70,386574	213,7	78,29	5600	5+700	2,89	
-18,123369	-70,385643	215,26	78,47	5+700	5+800	2,94	2,87
-18,122944	-70,384704	217	78,43	5+800	5+900	2,65	
-18,122521	-70,383781	218,36	78,34	5+900	6+000	3	
-18,122103	-70,382847	220,06	78,42	6+000	6+100	2,61	
-18,121677	-70,381918	221,32	78,59	6+100	6+200	2,55	2,49
-18,121256	-70,38099	222,98	78,86	6+200	6+300	2,3	
-18,120827	-70,380051	224,74	79,59	6+300	6+400	2,51	
-18,120401	-70,379101	226,57	80,25	6+400	6+500	2,13	
-18,119966	-70,378144	228,35	80,46	6+500	6+600	2,1	2,15
-18,119533	-70,377198	230,27	79,81	6+600	6+700	2,36	
-18,119106	-70,376261	232,08	78,78	6+700	6+800	2,01	

(continúa)

Tabla 24 (continuación)

-18,118685	-70,375332	233,87	77,82	6+800	6+900	2,21	
-18,118266	-70,374415	235,71	76,84	6+900	7+000	2,39	2,37
-18,117854	-70,373508	237,38	76,07	7+000	7+100	2,41	
-18,117445	-70,372613	238,48	75,05	7+100	7+200	2,48	
-18,117043	-70,371728	240,2	74,37	7+200	7+300	2,18	
-18,116645	-70,370848	241,9	73,64	7+300	7+400	2,43	2,60
-18,116249	-70,369979	243,6	73,72	7+400	7+500	3,2	
-18,115856	-70,369104	245,33	74,07	7+500	7+600	2,58	
-18,115456	-70,368227	246,96	74,52	7+600	7+700	2,54	
-18,115045	-70,36732	248,69	77,15	7+700	7+800	2,86	2,59
-18,114624	-70,366396	250,58	78,72	7+800	7+900	2,57	
-18,1142	-70,365453	252,42	79,98	7+900	8+000	2,37	
-18,113764	-70,364499	254,19	81,03	8+000	8+100	2,1	
-18,113326	-70,363533	256,06	80,13	8+100	8+200	2,93	2,76
-18,112906	-70,362608	257,75	76,71	8+200	8+300	3,17	
-18,112498	-70,36171	259,03	75,31	8+300	8+400	2,82	
-18,112097	-70,360824	260,7	74,72	8+400	8+500	2,52	
-18,11169	-70,359933	262,38	75,43	8+500	8+600	2,68	2,90
-18,111285	-70,359032	263,76	76,81	8+600	8+700	2,92	
-18,110866	-70,358109	265,47	78,45	8+700	8+800	3,48	
-18,110435	-70,357166	267,2	80,09	8+800	8+900	3,66	
-18,110005	-70,356207	269,05	81,02	8+900	9+000	3,66	3,61
-18,109567	-70,355254	270,85	80,16	9+000	9+100	3,76	
-18,109143	-70,354315	272,53	77,85	9+100	9+200	3,37	
-18,10873	-70,3534	274,22	76,42	9+200	9+300	3,3	
-18,108315	-70,352503	275,76	75,8	9+300	9+400	3,46	3,29
-18,107905	-70,351607	277,41	75,81	9+400	9+500	3,31	
-18,107495	-70,350703	278,88	76,68	9+500	9+600	3,08	
-18,107082	-70,349791	280,58	77,25	9+600	9+700	3,77	
-18,106666	-70,34887	281,71	77,26	9+700	9+800	3,24	3,45
-18,106256	-70,347962	283,57	76,51	9+800	9+900	4,12	
-18,105839	-70,347064	284,63	75,42	9+900	10+000	2,66	

Nota. Datos importados del aplicativo Abakal IRI

Tabla 25*Valores IRI del tercer viaje carril derecho, aplicativo móvil Abakal IRI*

Latitud (DMS)	Longitud (DMS)	Altitud (m s.n.m)	Velocidad (m/s)	Desplazamiento (m)		Valor IRI (m/km)	IRI (m/km) promedio
-18,1059	-70,34729	283,69	79,96	0+000	0+100	3,38	3,34
-18,10633	-70,348242	282,16	80,85	0+100	0+200	3,43	
-18,10678	-70,349198	280,58	80,82	0+200	0+300	3,77	
-18,10722	-70,350159	278,94	80,63	0+300	0+400	2,77	
-18,10765	-70,351118	277,26	80,71	0+400	0+500	3,59	3,59
-18,10808	-70,352073	275,52	81,03	0+500	0+600	3,33	
-18,10851	-70,353033	274,45	81,07	0+600	0+700	3,58	
-18,10895	-70,353991	272,91	81,31	0+700	0+800	3,85	
-18,10939	-70,35496	271,23	81,44	0+800	0+900	3,42	3,81
-18,10983	-70,355921	269,71	81,35	0+900	1+000	3,87	
-18,11026	-70,356882	267,93	81,32	1+000	1+100	3,75	
-18,1107	-70,357847	266,08	81,16	1+100	1+200	4,19	
-18,11114	-70,358808	264,34	79,83	1+200	1+300	4,84	3,28
-18,11156	-70,359754	262,68	78,93	1+300	1+400	3,46	
-18,11199	-70,360691	260,94	78,62	1+400	1+500	2,2	
-18,11241	-70,361618	259,23	78,65	1+500	1+600	2,61	
-18,11284	-70,362551	257,36	79,17	1+600	1+700	2,84	2,85
-18,11327	-70,363492	255,52	79,59	1+700	1+800	2,7	
-18,1137	-70,364441	253,77	80,06	1+800	1+900	2,84	
-18,11413	-70,365395	252,07	80,41	1+900	2+000	3,03	
-18,11456	-70,366346	250,27	80,3	2+000	2+100	2,72	2,64
-18,115	-70,367299	248,41	79,93	2+100	2+200	2,84	
-18,11543	-70,36825	246,87	79,7	2+200	2+300	2,71	
-18,11586	-70,369188	245,22	79,51	2+300	2+400	2,3	
-18,11629	-70,370131	243,37	80	2+400	2+500	2,43	2,27
-18,11672	-70,37108	241,83	80,49	2+500	2+600	2,25	
-18,11715	-70,372036	239,73	80,58	2+600	2+700	2,36	
-18,11758	-70,372993	237,81	80,93	2+700	2+800	2,04	

(continúa)

Tabla 25 (continuación)

-18,11802	-70,373956	235,86	81,19	2+800	2+900	2,19	
-18,11846	-70,374918	234,06	81,54	2+900	3+000	2,23	2,14
-18,1189	-70,375888	232,24	82,1	3+000	3+100	1,89	
-18,11935	-70,376866	230,42	82,84	3+100	3+200	2,23	
-18,1198	-70,377853	228,64	83,48	3+200	3+300	1,83	
-18,12024	-70,378845	227,01	83,53	3+300	3+400	1,98	2,08
-18,12069	-70,379833	224,89	83,05	3+400	3+500	1,98	
-18,12114	-70,380805	223,13	81,99	3+500	3+600	2,52	
-18,12157	-70,381771	221,37	80,57	3+600	3+700	1,72	
-18,12201	-70,382719	219,61	79,66	3+700	3+800	2,3	2,04
-18,12243	-70,383656	217,9	79,03	3+800	3+900	2,24	
-18,12286	-70,384593	216,1	79,01	3+900	4+000	1,91	
-18,12328	-70,385532	214,43	79,2	4+000	4+100	2,2	
-18,12371	-70,386467	212,71	79,18	4+100	4+200	2,05	2,38
-18,12414	-70,387409	211,13	79,41	4+200	4+300	2,94	
-18,12457	-70,388357	209,54	79,61	4+300	4+400	2,34	
-18,125	-70,389303	207,92	80,07	4+400	4+500	2,75	
-18,12543	-70,390252	206,65	79,82	4+500	4+600	2,27	2,42
-18,12585	-70,391187	205,43	78,96	4+600	4+700	2,32	
-18,12628	-70,392123	203,83	78,45	4+700	4+800	2,32	
-18,1267	-70,393047	202,23	78,13	4+800	4+900	2,57	
-18,12713	-70,393977	200,71	78,06	4+900	5+000	2,73	2,55
-18,12755	-70,394903	199,03	78,42	5+000	5+100	2,63	
-18,12797	-70,395831	197,4	78,67	5+100	5+200	2,26	
-18,1284	-70,396763	196,02	78,96	5+200	5+300	2,47	
-18,12882	-70,39769	194,47	76,97	5+300	5+400	2,24	2,24
-18,12923	-70,398578	192,88	75,54	5+400	5+500	1,97	
-18,12964	-70,399489	191,34	76,9	5+500	5600	2,29	
-18,13005	-70,400412	189,98	78,04	5600	5+700	2,45	
-18,13049	-70,401347	188,79	78,77	5+700	5+800	2,16	2,45
-18,13091	-70,402274	187,14	79,19	5+800	5+900	2,64	
-18,13133	-70,403207	185,77	78,51	5+900	6+000	2,54	

(continúa)

Tabla 25 (continuación)

-18,13175	-70,404129	184,42	77,47	6+000	6+100	2,17	
-18,13217	-70,405039	183,25	76,28	6+100	6+200	2,08	2,28
-18,13258	-70,405938	181,8	75,16	6+200	6+300	2,25	
-18,13298	-70,406822	180,47	74,35	6+300	6+400	2,63	
-18,13338	-70,407692	179,16	73,55	6+400	6+500	2,46	
-18,13378	-70,408559	177,98	73	6+500	6+600	2,49	2,55
-18,13418	-70,409426	176,77	74,72	6+600	6+700	2,58	
-18,13459	-70,410335	175,54	77,53	6+700	6+800	2,67	
-18,13501	-70,411259	174,36	77,89	6+800	6+900	3,05	
-18,13543	-70,412177	173,26	78,07	6+900	7+000	2,41	2,68
-18,13585	-70,413101	171,99	78	7+000	7+100	2,56	
-18,13626	-70,414023	170,89	77,52	7+100	7+200	2,69	
-18,13668	-70,414936	169,75	76,77	7+200	7+300	2,27	
-18,13709	-70,415845	168,32	76,2	7+300	7+400	3	2,68
-18,1375	-70,416745	167,3	75,71	7+400	7+500	3,26	
-18,13791	-70,417645	166,28	75,44	7+500	7+600	2,19	
-18,13832	-70,418531	165,28	74,19	7+600	7+700	2,87	
-18,13877	-70,419499	164,27	64,82	7+700	7+800	3,06	2,66
-18,13918	-70,420389	163,15	61,54	7+800	7+900	2,4	
-18,13965	-70,421371	162,13	75,19	7+900	8+000	2,31	
-18,14004	-70,422303	161,49	77,88	8+000	8+100	2,91	
-18,14047	-70,423245	160,32	79,33	8+100	8+200	2,91	2,69
-18,1409	-70,424175	159,04	78,55	8+200	8+300	2,35	
-18,14132	-70,425098	157,9	77,65	8+300	8+400	2,59	
-18,14174	-70,426013	156,82	76,58	8+400	8+500	2,51	
-18,14215	-70,426915	156,01	75,69	8+500	8+600	2,77	2,88
-18,14257	-70,427805	154,86	74,89	8+600	8+700	3,25	
-18,14296	-70,42869	153,84	74,72	8+700	8+800	3	
-18,14337	-70,429575	153,26	74,95	8+800	8+900	2,99	
-18,14378	-70,430469	152,17	75,8	8+900	9+000	2,88	2,91
-18,14419	-70,43137	151,02	76,3	9+000	9+100	2,75	
-18,1446	-70,432281	149,87	76,89	9+100	9+200	3,01	

(continúa)

Tabla 25 (continuación)

-18,14502	-70,433197	148,97	78,16	9+200	9+300	3,25	2,92
-18,14544	-70,434104	147,98	76,07	9+300	9+400	3,01	
-18,14585	-70,435002	147,05	76,08	9+400	9+500	2,84	
-18,14626	-70,435903	146,04	76,57	9+500	9+600	2,58	
-18,14668	-70,436818	145,07	77,51	9+600	9+700	2,7	2,58
-18,14711	-70,437744	144,3	79,06	9+700	9+800	2,68	
-18,14754	-70,438691	143,13	80,28	9+800	9+900	2,29	
-18,14797	-70,439645	142,18	81,08	9+900	10+000	2,63	

Nota. Datos importados del aplicativo Abakal IRI

Tabla 26

Valores IRI del tercer viaje carril izquierdo, aplicativo móvil Abakal IRI

Latitud (DMS)	Longitud (DMS)	Altitud (m s.n.m)	Velocidad (m/s)	Desplazamiento (m)	Valor IRI (m/km)	IRI (m/km) promedio
-18,147705	-70,438967	141,13	80,24	0+000 0+100	2,53	2,62
-18,147263	-70,438012	142,25	80,98	0+100 0+200	2,75	
-18,146823	-70,437061	143,21	79,91	0+200 0+300	2,88	
-18,146394	-70,436123	143,95	79,7	0+300 0+400	2,33	
-18,145963	-70,435176	144,88	80,17	0+400 0+500	2,28	2,62
-18,145531	-70,434228	145,9	80,53	0+500 0+600	2,85	
-18,145091	-70,43327	146,72	80,98	0+600 0+700	2,58	
-18,144656	-70,432312	147,9	81,17	0+700 0+800	2,78	
-18,144215	-70,431353	149,09	81,29	0+800 0+900	3,05	2,88
-18,143772	-70,430393	150,04	81,22	0+900 1+000	3,37	
-18,143334	-70,429429	151,33	80,69	1+000 1+100	2,66	
-18,142896	-70,428473	152,57	80,48	1+100 1+200	2,45	
-18,142455	-70,427514	153,75	80,46	1+200 1+300	2,84	2,56
-18,14202	-70,42656	155,01	80,52	1+300 1+400	2,43	
-18,141582	-70,425605	156,13	80,67	1+400 1+500	2,48	
-18,141142	-70,424649	157,37	80,72	1+500 1+600	2,48	
-18,140708	-70,423695	158,63	80,34	1+600 1+700	2,9	2,72
-18,140278	-70,422752	159,88	79,69	1+700 1+800	2,97	
-18,139854	-70,421814	160,99	79,2	1+800 1+900	2,77	
-18,139429	-70,42088	161,96	78,84	1+900 2+000	2,24	

Tabla 26 (continuación)

-18,139006	-70,419949	163,01	78,49	2+000	2+100	2,41	
-18,138577	-70,419022	163,9	78,36	2+100	2+200	2,4	2,36
-18,138151	-70,418096	165,05	78,39	2+200	2+300	2,46	
-18,137724	-70,417159	165,94	79,03	2+300	2+400	2,17	
-18,137296	-70,416216	167,03	79,09	2+400	2+500	2,72	
-18,136869	-70,415281	168,19	79,47	2+500	2+600	2,44	2,52
-18,136441	-70,414342	168,98	79,25	2+600	2+700	2,24	
-18,136013	-70,413402	170,27	79,31	2+700	2+800	2,68	
-18,135583	-70,412458	171,6	79,18	2+800	2+900	2,66	
-18,135153	-70,411519	173,06	79,07	2+900	3+000	2,46	2,37
-18,134726	-70,410579	174,26	78,94	3+000	3+100	2,22	
-18,134298	-70,409647	175,71	78,81	3+100	3+200	2,14	
-18,133876	-70,408715	176,95	78,73	3+200	3+300	2,37	
-18,133454	-70,407777	178,25	78,57	3+300	3+400	2,49	2,48
-18,133032	-70,406853	179,74	78,2	3+400	3+500	2,5	
-18,132615	-70,405935	181,53	77,74	3+500	3+600	2,55	
-18,132198	-70,405016	182,82	77,17	3+600	3+700	2,37	
-18,131776	-70,404112	184,21	76,62	3+700	3+800	2,51	2,70
-18,131366	-70,403209	185,56	76,47	3+800	3+900	3,37	
-18,13095	-70,402303	186,95	76,41	3+900	4+000	2,53	
-18,130536	-70,401389	188,24	76,63	4+000	4+100	2,81	
-18,130121	-70,400474	189,48	77,12	4+100	4+200	2,94	2,82
-18,129711	-70,399563	190,88	77,36	4+200	4+300	2,67	
-18,129289	-70,398649	192,13	77,04	4+300	4+400	2,86	
-18,128878	-70,397742	193,47	76,4	4+400	4+500	2,2	
-18,128472	-70,396844	195,15	75,85	4+500	4+600	2,02	2,24
-18,128063	-70,395954	196,7	75,72	4+600	4+700	2,39	
-18,127651	-70,395045	197,76	76,33	4+700	4+800	2,36	
-18,127238	-70,394135	199,39	77,3	4+800	4+900	2,57	
-18,12681	-70,393201	200,6	79,11	4+900	5+000	2,44	2,46
-18,126376	-70,392252	202,14	80,48	5+000	5+100	2,6	
-18,125942	-70,391303	203,72	80,38	5+100	5+200	2,23	

(continúa)

Tabla 26 (continuación)

-18,125515	-70,390358	205,21	80,01	5+200	5+300	2,38	
-18,125086	-70,389407	206,9	79,83	5+300	5+400	2,84	2,41
-18,124656	-70,388468	208,22	78,93	5+400	5+500	1,95	
-18,124234	-70,387546	209,94	77,8	5+500	5600	2,48	
-18,123816	-70,386629	211,55	77,04	5600	5+700	2,99	
-18,123404	-70,38572	213,12	75,87	5+700	5+800	3,04	2,82
-18,123	-70,384835	214,79	74,66	5+800	5+900	2,61	
-18,122596	-70,383944	216,37	75,3	5+900	6+000	2,62	
-18,122188	-70,383041	218,01	77,41	6+000	6+100	2,76	
-18,121763	-70,382105	219,48	79,42	6+100	6+200	2,56	2,66
-18,121334	-70,381157	221,54	80,31	6+200	6+300	2,55	
-18,120903	-70,380204	223,04	79,97	6+300	6+400	2,78	
-18,120472	-70,379253	224,94	79,67	6+400	6+500	1,96	
-18,120044	-70,378313	226,66	79,49	6+500	6+600	2,06	2,18
-18,119621	-70,37738	228,25	78,21	6+600	6+700	2,33	
-18,119203	-70,376463	230,05	76,59	6+700	6+800	2,37	
-18,118797	-70,375567	231,79	75,14	6+800	6+900	2,05	
-18,118391	-70,374685	233,48	74,8	6+900	7+000	1,88	2,18
-18,117987	-70,373798	235,16	75,49	7+000	7+100	2,25	
-18,117576	-70,37289	236,97	77,17	7+100	7+200	2,52	
-18,117155	-70,37197	238,7	77,86	7+200	7+300	2,4	
-18,116739	-70,371052	240,6	76,75	7+300	7+400	2,27	2,52
-18,116312	-70,37018	242,06	73,35	7+400	7+500	3,12	
-18,115877	-70,369237	244,02	79,61	7+500	7+600	2,28	
-18,115489	-70,368305	245,8	77,43	7+600	7+700	2,32	
-18,115071	-70,367375	247,6	78,51	7+700	7+800	2,62	2,45
-18,114644	-70,36644	249,67	78,41	7+800	7+900	2,44	
-18,114218	-70,365511	251,05	78,04	7+900	8+000	2,4	
-18,113803	-70,364602	252,7	76,73	8+000	8+100	2,08	
-18,113393	-70,3637	254,3	75,61	8+100	8+200	2,34	2,58
-18,11299	-70,36281	256,01	75,28	8+200	8+300	3,25	
-18,112584	-70,361913	257,61	75,29	8+300	8+400	2,66	

(continúa)

Tabla 26 (continuación)

-18,112179	-70,361018	258,69	76,1	8+400	8+500	2,58	2,75
-18,111767	-70,360108	260,33	76,9	8+500	8+600	2,56	
-18,111347	-70,359186	262,11	77,58	8+600	8+700	2,66	
-18,110927	-70,358277	263,83	77,04	8+700	8+800	3,18	
-18,110515	-70,357361	265,21	76,88	8+800	8+900	3,84	3,40
-18,110104	-70,356451	266,89	76,48	8+900	9+000	3,61	
-18,109694	-70,355554	268,32	75,45	9+000	9+100	3,24	
-18,109293	-70,354663	269,95	75,08	9+100	9+200	2,91	
-18,108892	-70,353775	270,99	74,48	9+200	9+300	3,04	3,26
-18,108487	-70,352894	272,7	74,65	9+300	9+400	3,23	
-18,108076	-70,352	274,36	75,8	9+400	9+500	3,51	
-18,107664	-70,351088	275,94	76,79	9+500	9+600	3,27	
-18,107253	-70,350177	277,7	76,86	9+600	9+700	3,13	3,47
-18,106848	-70,349275	279,55	75,13	9+700	9+800	3,71	
-18,106443	-70,348384	281,32	74,98	9+800	9+900	3,46	
-18,106037	-70,347489	283,08	75,92	9+900	10+000	3,57	

Nota. Datos importados del aplicativo Abakal IRI

Tabla 27

Valores IRI del cuarto viaje carril derecho, aplicativo móvil Abakal IRI

Latitud (DMS)	Longitud (DMS)	Altitud (m s.n.m)	Velocidad (m/s)	Desplazamiento (m)	Valor IRI (m/km)	IRI (m/km) promedio
-18,105852	-70,347194	283,15	80,61	0+000	0+100	3,44
-18,106292	-70,34817	281,45	83,56	0+100	0+200	3,41
-18,106744	-70,349166	279,79	84,65	0+200	0+300	4,04
-18,107204	-70,350173	278,06	84,94	0+300	0+400	3,2
-18,107659	-70,351176	276,26	84,29	0+400	0+500	3,46
-18,108114	-70,352178	274,58	84,48	0+500	0+600	3,55
-18,108571	-70,353182	272,91	84,94	0+600	0+700	3,73
-18,109021	-70,354169	271,22	81,3	0+700	0+800	3,8
-18,109447	-70,35511	269,66	78,18	0+800	0+900	3,49
-18,109871	-70,356039	268,35	78,36	0+900	1+000	3,59
-18,110287	-70,356955	266,74	77,46	1+000	1+100	4,04
-18,110707	-70,357871	265,28	77,02	1+100	1+200	4,75

Tabla 27 (continuación)

-18,111119	-70,358786	264,01	76,67	1+200	1+300	5,07	
-18,111533	-70,35969	262,45	76,67	1+300	1+400	3,62	3,47
-18,111942	-70,360595	260,66	76,63	1+400	1+500	2,87	
-18,112359	-70,361509	258,98	76,71	1+500	1+600	2,32	
-18,112772	-70,362421	257,3	76,88	1+600	1+700	2,9	
-18,113185	-70,363334	255,57	76,91	1+700	1+800	2,8	2,78
-18,113598	-70,364247	254,24	77,12	1+800	1+900	2,62	
-18,114011	-70,365165	252,67	77,08	1+900	2+000	2,79	
-18,114426	-70,366075	251	76,38	2+000	2+100	2,95	
-18,114838	-70,366972	249,54	75,35	2+100	2+200	2,87	2,79
-18,11524	-70,367857	247,45	74,66	2+200	2+300	2,87	
-18,115647	-70,368742	245,99	74,68	2+300	2+400	2,48	
-18,116051	-70,369632	244,03	75,93	2+400	2+500	1,93	
-18,116466	-70,370537	242,37	75,93	2+500	2+600	2,37	2,32
-18,116886	-70,37146	240,6	78,26	2+600	2+700	2,82	
-18,117318	-70,372398	238,71	79,51	2+700	2+800	2,15	
-18,117742	-70,37335	236,81	80,67	2+800	2+900	2,23	
-18,118182	-70,374308	234,93	81,14	2+900	3+000	2,09	2,20
-18,118619	-70,375277	233,03	81,68	3+000	3+100	2,49	
-18,119056	-70,376234	231	79,48	3+100	3+200	1,99	
-18,119476	-70,377159	229,07	77,91	3+200	3+300	2,08	
-18,119899	-70,378083	227,79	78,11	3+300	3+400	1,83	1,95
-18,120319	-70,379006	225,87	78,33	3+400	3+500	1,92	
-18,120744	-70,379939	223,91	78,34	3+500	3+600	1,95	
-18,121161	-70,38086	222,1	77,3	3+600	3+700	2,85	
-18,121578	-70,38177	220,49	76,67	3+700	3+800	1,94	2,32
-18,121986	-70,382674	219,08	76,1	3+800	3+900	2,16	
-18,122391	-70,383574	217,42	75,61	3+900	4+000	2,34	
-18,122793	-70,384469	215,66	75,29	4+000	4+100	1,87	
-18,123195	-70,385345	214,5	73,51	4+100	4+200	1,9	2,12
-18,123599	-70,386235	212,61	77,53	4+200	4+300	2,08	
-18,124073	-70,38723	211,01	88,45	4+300	4+400	2,64	

(continúa)

Tabla 27 (continuación)

-18,124553	-70,388263	209,07	85,67	4+400	4+500	2,05	
-18,12498	-70,389261	207,51	82,48	4+500	4+600	2,12	2,20
-18,125413	-70,390231	205,64	80,81	4+600	4+700	2,24	
-18,125844	-70,391177	204,08	79,87	4+700	4+800	2,37	
-18,126268	-70,392103	202,98	76	4+800	4+900	2,56	
-18,126698	-70,393047	201,15	78,75	4+900	5+000	2,59	2,71
-18,127122	-70,393983	199,58	78,13	5+000	5+100	2,52	
-18,127539	-70,394896	198,33	75,94	5+100	5+200	3,18	
-18,127942	-70,395777	196,83	73,6	5+200	5+300	2,41	
-18,128341	-70,39665	195,22	73,87	5+300	5+400	2,96	2,40
-18,128745	-70,397536	193,77	75,65	5+400	5+500	2,33	
-18,129159	-70,398445	192,17	77,32	5+500	5600	1,89	
-18,129577	-70,399363	190,74	78,47	5600	5+700	2,26	
-18,129997	-70,400295	189,14	78,27	5+700	5+800	2,74	2,58
-18,130422	-70,401223	187,56	77,52	5+800	5+900	2,27	
-18,130841	-70,402135	186,12	76,56	5+900	6+000	3,04	
-18,131257	-70,403022	184,7	74,18	6+000	6+100	3,05	
-18,131649	-70,403891	183,24	54,45	6+100	6+200	2,11	2,38
-18,132078	-70,40484	181,9	62,71	6+200	6+300	1,76	
-18,13253	-70,405791	180,26	69,28	6+300	6+400	2,59	
-18,133	-70,406809	178,76	78,91	6+400	6+500	3,03	
-18,133399	-70,407744	177,47	76,45	6+500	6+600	3,52	3,11
-18,13381	-70,408653	176,27	76,43	6+600	6+700	3,06	
-18,134225	-70,409557	174,96	76,67	6+700	6+800	2,83	
-18,134644	-70,41047	174,15	76,96	6+800	6+900	2,46	
-18,135058	-70,411381	172,87	76,59	6+900	7+000	2,76	2,58
-18,135466	-70,412282	171,65	75,66	7+000	7+100	2,8	
-18,135869	-70,413175	170,49	74,86	7+100	7+200	2,31	
-18,136267	-70,414053	169,39	73,52	7+200	7+300	2,7	
-18,13666	-70,414913	168,36	72,21	7+300	7+400	2,44	2,80
-18,137125	-70,415929	167,25	70,78	7+400	7+500	2,72	
-18,137572	-70,416922	166,11	69,49	7+500	7+600	3,32	

(continúa)

Tabla 27 (continuación)

-18,13803	-70,417905	165	69,59	7+600	7+700	2,36	
-18,138488	-70,418902	163,65	71,14	7+700	7+800	2,76	2,94
-18,138956	-70,419926	162,46	72,76	7+800	7+900	2,98	
-18,139354	-70,4208	161,56	74,52	7+900	8+000	3,67	
-18,139765	-70,421693	160,68	76,21	8+000	8+100	3,41	
-18,140179	-70,422603	159,6	76,85	8+100	8+200	3,16	2,99
-18,140596	-70,423518	158,42	77,36	8+200	8+300	2,86	
-18,141016	-70,424439	157,51	77,93	8+300	8+400	2,51	
-18,141438	-70,425363	156,34	78,18	8+400	8+500	2,44	
-18,141862	-70,426287	154,99	78,3	8+500	8+600	2,54	2,74
-18,142287	-70,427213	153,98	78,24	8+600	8+700	2,98	
-18,14271	-70,428133	153,07	77,74	8+700	8+800	3	
-18,14313	-70,429049	151,86	76,97	8+800	8+900	3,06	
-18,143544	-70,429959	150,94	76,82	8+900	9+000	2,89	2,96
-18,143958	-70,430871	149,91	76,36	9+000	9+100	2,9	
-18,144369	-70,431771	148,59	74,86	9+100	9+200	2,98	
-18,144766	-70,432641	147,56	73,59	9+200	9+300	2,9	
-18,145162	-70,433505	146,63	72,86	9+300	9+400	3,13	2,90
-18,145566	-70,434384	145,63	74,6	9+400	9+500	2,94	
-18,145971	-70,435272	144,76	74,57	9+500	9+600	2,62	
-18,146373	-70,436151	143,98	74,73	9+600	9+700	2,29	
-18,14678	-70,437036	143,1	74,85	9+700	9+800	2,64	2,66
-18,147189	-70,437927	142,02	75,59	9+800	9+900	2,98	
-18,14761	-70,438847	141,11	76,94	9+900	10+000	2,73	

Nota. Datos importados del aplicativo Abakal IRI

Tabla 28

Valores IRI del cuarto viaje carril izquierdo, aplicativo móvil Abakal IRI

Latitud (DMS)	Longitud (DMS)	Altitud (m s.n.m)	Velocidad (m/s)	Desplazamiento (m)		Valor IRI (m/km)	IRI (m/km) promedio
-18,1476	-70,438762	138,88	78,68	0+000	0+100	2,99	
-18,147165	-70,437805	140,06	81,96	0+100	0+200	2,82	2,73
-18,146711	-70,436817	141,3	83,99	0+200	0+300	2,87	
-18,146251	-70,43582	142,51	84,21	0+300	0+400	2,22	

(continúa)

Tabla 28 (continuación)

-18,145803	-70,434833	143,66	83,28	0+400	0+500	2,4	
-18,145355	-70,433859	144,57	81,97	0+500	0+600	2,7	2,72
-18,144922	-70,43291	145,6	79,27	0+600	0+700	2,7	
-18,144499	-70,431988	146,76	77,27	0+700	0+800	3,06	
-18,144084	-70,431078	148	76,69	0+800	0+900	3,16	
-18,143668	-70,430174	148,99	76,49	0+900	1+000	3,42	2,93
-18,143255	-70,429263	150,11	76,73	1+000	1+100	2,67	
-18,142834	-70,428347	151,23	77,1	1+100	1+200	2,47	
-18,142418	-70,427435	152,2	76,63	1+200	1+300	2,79	
-18,142002	-70,426532	153,39	74,96	1+300	1+400	2,75	2,74
-18,141606	-70,42566	154,56	72,54	1+400	1+500	2,79	
-18,141142	-70,424648	155,77	70,51	1+500	1+600	2,61	
-18,140693	-70,423657	156,75	68,79	1+600	1+700	2,89	
-18,14024	-70,422664	157,76	70,58	1+700	1+800	2,83	2,81
-18,139828	-70,421792	158,79	77,11	1+800	1+900	2,63	
-18,139351	-70,420792	159,8	89,16	1+900	2+000	2,9	
-18,138876	-70,419758	161,37	85,17	2+000	2+100	2,66	
-18,138441	-70,418754	162,8	84,03	2+100	2+200	2,55	2,42
-18,137999	-70,417763	164,22	81,92	2+200	2+300	2,23	
-18,137564	-70,416816	165,58	78,94	2+300	2+400	2,25	
-18,137145	-70,415903	166,77	77,14	2+400	2+500	2,56	
-18,136733	-70,414994	167,88	76,47	2+500	2+600	2,47	2,55
-18,136318	-70,414088	169,04	76,43	2+600	2+700	2,73	
-18,135909	-70,413182	170,05	76,05	2+700	2+800	2,45	
-18,135502	-70,412289	170,78	76,31	2+800	2+900	2,82	
-18,135086	-70,411385	172,1	76,49	2+900	3+000	2,56	2,43
-18,134676	-70,410472	173,39	76,96	3+000	3+100	2,03	
-18,134256	-70,409551	174,73	77,89	3+100	3+200	2,29	
-18,133834	-70,408624	175,82	78,66	3+200	3+300	2,48	
-18,13341	-70,407688	177,21	78,91	3+300	3+400	2,2	2,48
-18,132981	-70,406751	178,41	79	3+400	3+500	2,39	
-18,13256	-70,405815	179,71	78,75	3+500	3+600	2,83	

(continúa)

Tabla 28 (continuación)

-18,132139	-70,404888	181,02	78,24	3+600	3+700	2,5	
-18,131719	-70,403963	182,3	77,77	3+700	3+800	2,48	2,60
-18,1313	-70,403042	183,67	77,36	3+800	3+900	3,1	
-18,130881	-70,402126	185,16	77,39	3+900	4+000	2,33	
-18,130459	-70,401214	186,56	77,4	4+000	4+100	2,99	
-18,13004	-70,400293	188,13	77,65	4+100	4+200	2,94	2,89
-18,129618	-70,399379	189,77	77,69	4+200	4+300	2,91	
-18,129197	-70,398458	191,12	77,65	4+300	4+400	2,7	
-18,12878	-70,39753	192,8	78,33	4+400	4+500	2,28	
-18,128356	-70,396603	194,52	78,46	4+500	4+600	2,09	2,23
-18,127932	-70,395668	196,14	78,66	4+600	4+700	2,37	
-18,127504	-70,394728	197,74	79,17	4+700	4+800	2,18	
-18,127078	-70,393788	199,31	79,46	4+800	4+900	2,74	
-18,126649	-70,39285	200,98	80,17	4+900	5+000	2,37	2,43
-18,126211	-70,391888	202,32	82,21	5+000	5+100	2,33	
-18,125759	-70,390898	203,74	84,11	5+100	5+200	2,27	
-18,125303	-70,389896	205,18	84,43	5+200	5+300	2,43	
-18,124856	-70,388917	206,89	81,17	5+300	5+400	2,52	2,51
-18,124425	-70,387976	208,48	78,5	5+400	5+500	2,17	
-18,124008	-70,387053	210,13	76,89	5+500	5600	2,9	
-18,123594	-70,386145	211,8	76,26	5600	5+700	3,02	
-18,123188	-70,385247	213,38	75,55	5+700	5+800	2,6	2,77
-18,122783	-70,384354	215,02	74,87	5+800	5+900	2,81	
-18,122382	-70,383467	216,63	74,47	5+900	6+000	2,66	
-18,121972	-70,382563	218,35	77,05	6+000	6+100	2,38	
-18,121547	-70,381627	220,17	80,78	6+100	6+200	2,52	2,48
-18,121103	-70,38066	221,95	81,65	6+200	6+300	2,55	
-18,120678	-70,379719	223,72	78,48	6+300	6+400	2,45	
-18,120255	-70,378794	224,94	78,29	6+400	6+500	2,07	
-18,119831	-70,377865	226,45	78,75	6+500	6+600	2,19	2,22
-18,119408	-70,376927	228,46	79,26	6+600	6+700	2,53	
-18,11898	-70,375983	230,37	79,48	6+700	6+800	2,09	

(continúa)

Tabla 28 (continuación)

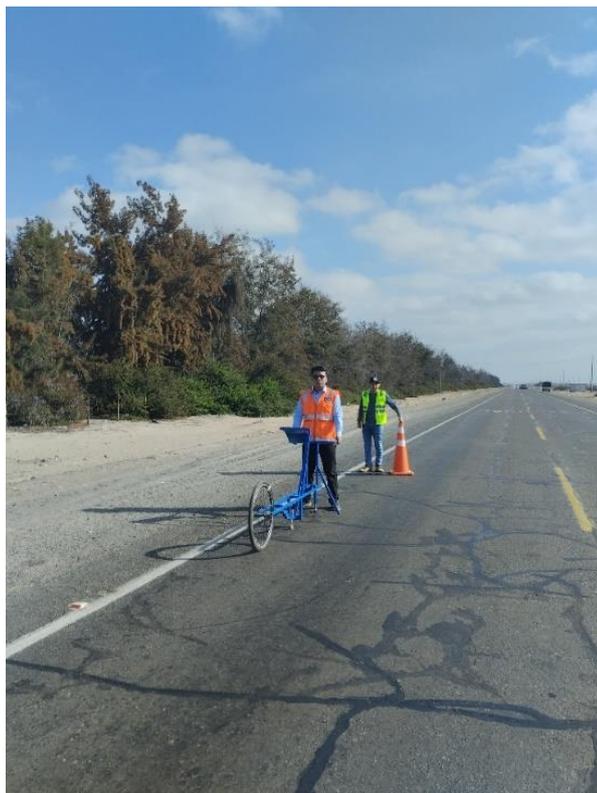
-18,118548	-70,375043	232,2	79,15	6+800	6+900	2,1	
-18,118125	-70,374115	234,01	78,24	6+900	7+000	2,35	2,34
-18,117707	-70,373191	236,04	77,63	7+000	7+100	2,47	
-18,11729	-70,372268	237,85	77,58	7+100	7+200	2,42	
-18,116874	-70,371343	239,77	78,06	7+200	7+300	2,11	
-18,116453	-70,370428	241,62	76,61	7+300	7+400	2,96	2,63
-18,116048	-70,369533	243,39	74,96	7+400	7+500	3,05	
-18,115644	-70,368649	245	74,6	7+500	7+600	2,41	
-18,115239	-70,367763	246,24	75,63	7+600	7+700	2,17	
-18,114825	-70,366844	247,48	78,76	7+700	7+800	2,67	2,30
-18,11439	-70,365897	249,19	81,55	7+800	7+900	2,38	
-18,113945	-70,364909	251,16	83,55	7+900	8+000	1,97	
-18,113497	-70,363928	252,68	82,29	8+000	8+100	2,14	
-18,113063	-70,362973	254,43	79,37	8+100	8+200	3,47	2,67
-18,11265	-70,362058	256,07	76,11	8+200	8+300	2,45	
-18,112236	-70,361144	257,86	76,25	8+300	8+400	2,63	
-18,111827	-70,360243	259,67	75,34	8+400	8+500	2,39	
-18,111426	-70,359356	261,3	74,29	8+500	8+600	2,87	3,13
-18,111028	-70,358487	263,03	73,48	8+600	8+700	3,2	
-18,110623	-70,357608	264,62	75,21	8+700	8+800	4,06	
-18,110219	-70,356713	266,01	75,95	8+800	8+900	3,45	
-18,10981	-70,355808	267,63	76,77	8+900	9+000	3,44	3,38
-18,109391	-70,354889	269,23	77,69	9+000	9+100	3,2	
-18,108973	-70,353972	270,85	77,42	9+100	9+200	3,41	
-18,10856	-70,353065	272,49	75,59	9+200	9+300	3,15	
-18,108161	-70,352188	273,97	71,96	9+300	9+400	2,63	2,54
-18,107731	-70,351244	275,51	62,24	9+400	9+500	2,21	
-18,107318	-70,350334	277,09	49,9	9+500	9+600	2,17	
-18,106844	-70,349342	278,88	68,46	9+600	9+700	2,5	
-18,106409	-70,348324	280,7	73,27	9+700	9+800	3,23	3,18
-18,105996	-70,347411	282,46	79,6	9+800	9+900	3,45	
-18,105566	-70,34646	284,26	79,64	9+900	10+000	3,52	

Nota. Datos importados del aplicativo Abakal IRI

Anexo 4. RUGOSIMETRO DE MERLÍN



Nota. Se inició la medición en el kilómetro 8+000 a las 2:00 a.m. empleando el rugosímetro MERLIN, garantizando en todo momento la seguridad de los tesisistas mediante el uso de chalecos reflectantes y la correcta disposición de conos de señalización. Además, se contó con el apoyo de terceras personas, quienes colaboraron en temas de seguridad, asegurando un entorno controlado y libre de riesgos para todos los involucrados



Nota. La actividad concluyó exitosamente a las 4:00 p.m., completando los 20 kilómetros programados de manera segura y eficiente.

Anexo 5. ABAKAL IRI

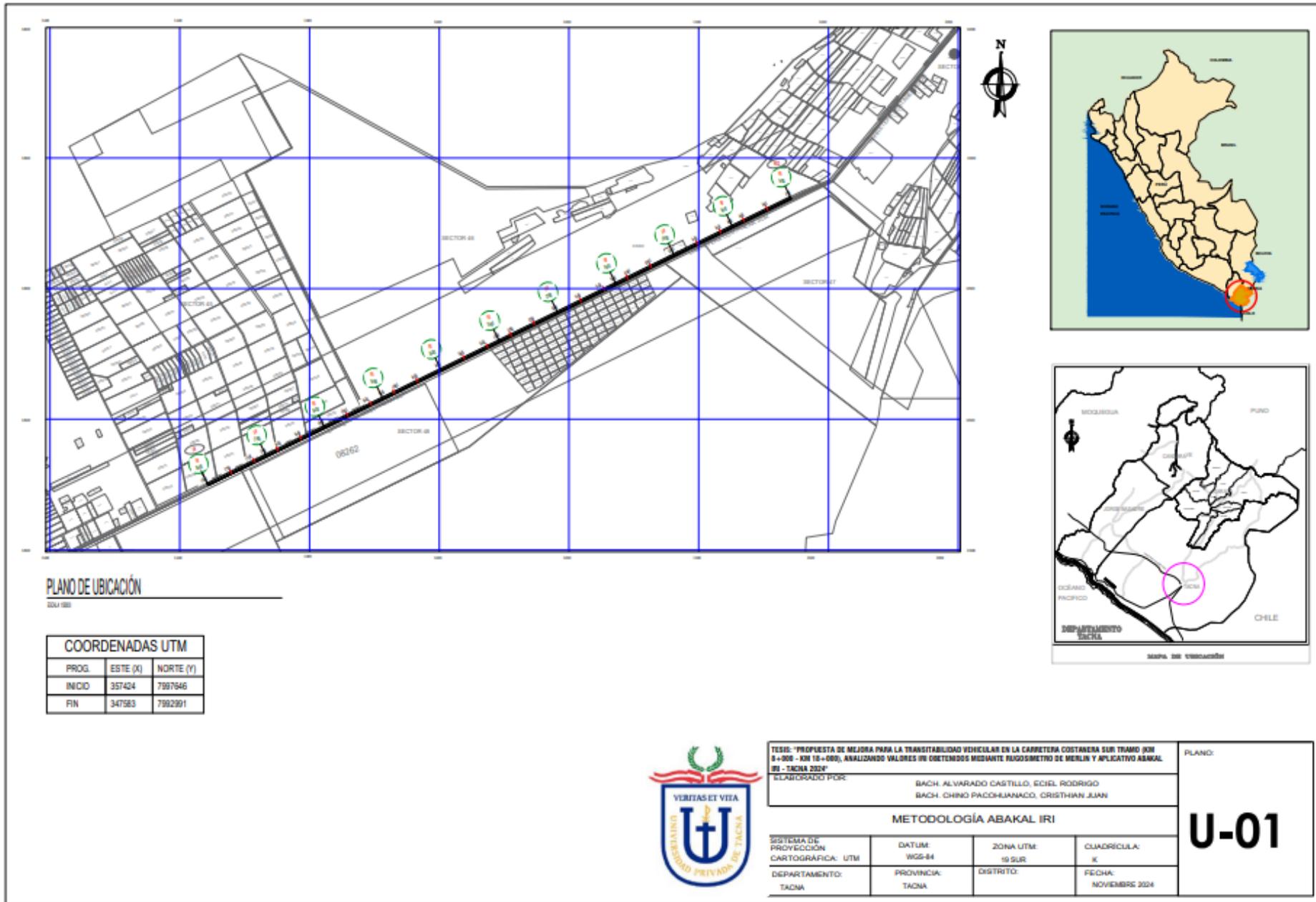


Nota. La medición se inició a las 3:00 a.m. utilizando el aplicativo Abakal IRI, empleando distintos smartphones, como el Samsung A55 y el S21, para garantizar la precisión de los datos. Se recorrieron 20 kilómetros en total, repitiendo el trayecto en cuatro ocasiones con el fin de obtener resultados más precisos. Durante todo el proceso, se aseguró la correcta calibración de los dispositivos y se mantuvieron todas las medidas de seguridad necesarias para garantizar la fiabilidad y exactitud de las mediciones.



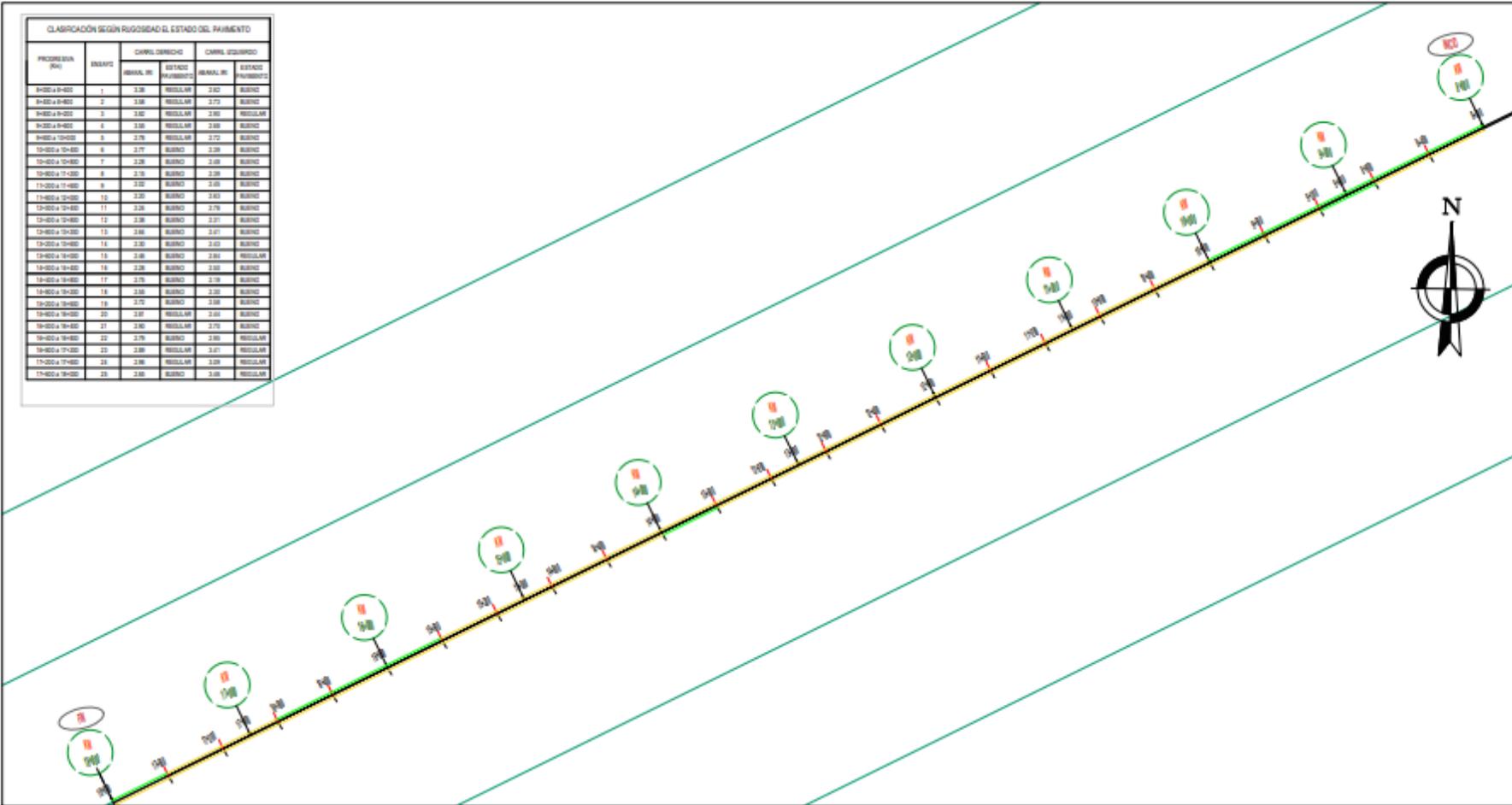
Nota. La medición concluyó a las 5:00 a.m., tras completar un recorrido total de 80 kilómetros. Durante el proceso, se siguieron estrictos protocolos de seguridad y precisión, garantizando la fiabilidad de los resultados obtenidos.

Anexo 6. Planos de ubicación, perfil longitudinal y transversal de la zona de estudio



CLASIFICACIÓN SEGÚN RUGOSIDAD EL ESTADO DEL PAVIMENTO

PROGRESIVA (KM)	SEÑALIZ	CARRIL DERECHO		CARRIL IZQUIERDO	
		SEÑAL. IR	ESTADO PAVIMENTO	SEÑAL. IR	ESTADO PAVIMENTO
8+000 a 8+020	1	2.20	REGULAR	2.60	BUENO
8+020 a 8+040	2	2.00	REGULAR	2.70	BUENO
8+040 a 8+060	3	2.00	REGULAR	2.90	REGULAR
8+060 a 8+080	4	2.00	REGULAR	2.80	BUENO
8+080 a 8+100	5	2.70	REGULAR	2.70	BUENO
8+100 a 8+120	6	2.77	BUENO	2.30	BUENO
8+120 a 8+140	7	2.20	BUENO	2.00	BUENO
8+140 a 8+160	8	2.10	BUENO	2.20	BUENO
8+160 a 8+180	9	2.00	BUENO	2.00	BUENO
8+180 a 8+200	10	2.20	BUENO	2.40	BUENO
8+200 a 8+220	11	2.20	BUENO	2.70	BUENO
8+220 a 8+240	12	2.30	BUENO	2.27	BUENO
8+240 a 8+260	13	2.00	BUENO	2.07	BUENO
8+260 a 8+280	14	2.30	BUENO	2.40	BUENO
8+280 a 8+300	15	2.00	BUENO	2.00	REGULAR
8+300 a 8+320	16	2.20	BUENO	2.00	BUENO
8+320 a 8+340	17	2.70	BUENO	2.70	BUENO
8+340 a 8+360	18	2.00	BUENO	2.30	BUENO
8+360 a 8+380	19	2.70	BUENO	2.00	BUENO
8+380 a 8+400	20	2.00	REGULAR	2.00	BUENO
8+400 a 8+420	21	2.00	REGULAR	2.70	BUENO
8+420 a 8+440	22	2.70	BUENO	2.00	REGULAR
8+440 a 8+460	23	2.00	REGULAR	2.07	REGULAR
8+460 a 8+480	24	2.00	REGULAR	2.00	REGULAR
8+480 a 8+500	25	2.00	BUENO	2.00	REGULAR



LEYENDA

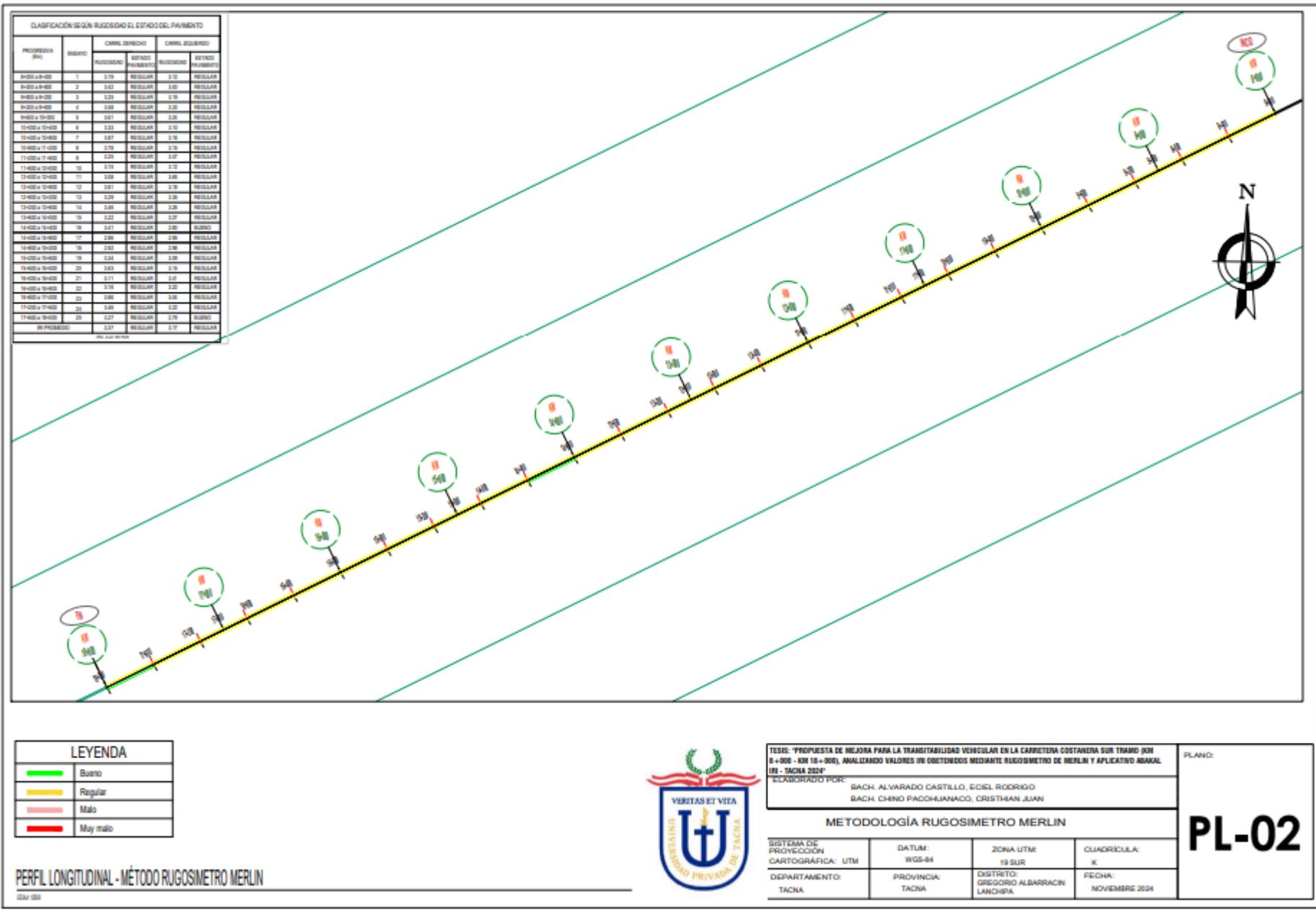
█	Bueno
█	Regular
█	Malo
█	Muy malo

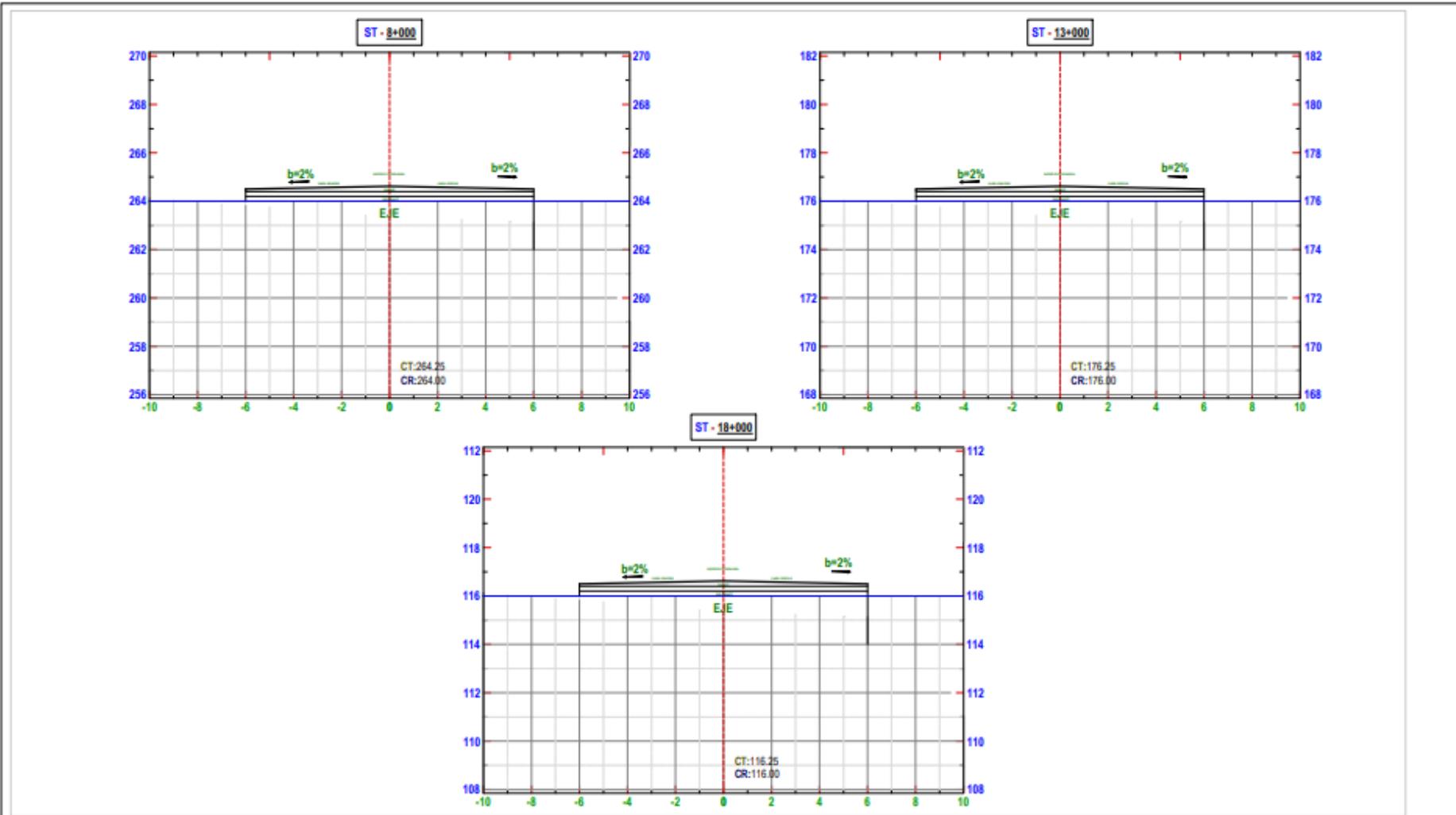
PERFIL LONGITUDINAL - MÉTODO ABAKAL IRI



TESIS: "PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR TRAMO (KM 8+000 - KM 10+000), ANALIZANDO VALORES IRI OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSÍMETRO DE NEPLIN Y APLICATIVO ABAKAL IR - TACNA 2024" ELABORADO POR: BACH. ALVARADO CASTILLO, ECIEL RODRIGO BACH. CHINO PACOHUANACO, CRISTHIAN JUAN			
METODOLOGÍA ABAKAL IRI			
SISTEMA DE PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA: UTM	DATUM: WGS-84	ZONA UTM: 19 SUR	CUADRÍCULA: K
DEPARTAMENTO: TACNA	PROVINCIA: TACNA	DISTRITO: GREGORIO ALBARRACH LANCHIPA	FECHA: NOVIEMBRE 2024

PLANO:
PL-01





PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES

20x=100



TESIS: "PROPUESTA DE MEJORA PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA COSTANERA SUR TRAMO (KM 8+000 - KM 18+000), ANALIZANDO VALORES IN OBTENIDOS MEDIANTE RUGOSIMETRO DE MERLIN Y APLICATIVO ARAKAL (M - TACNA 2024)"

ELABORADO POR:

BACH. ALVARADO CASTILLO, ECIEL RODRIGO
BACH. CHINO PACOHUANACO, CRISTHIAN JUAN

SECCIONES TRANSVERSALES

SISTEMA DE PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA: UTM	DATUM: WGS-84	ZONA UTM: 18 SUR	CUADRÍCULA: K
DEPARTAMENTO: TACNA	PROVINCIA: TACNA	DISTRITO:	FECHA: NOVIEMBRE 2024

PLANO:

ST-01