



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Evaluación de Superficie de Rodadura en Pavimento Flexible para
Determinar Uniformidad Aplicando el Sistema Roadroid con
Smartphone Juliaca Puno 2022”**

AUTOR:

Carita Cahuana, Joel Jhonatan (ORCID: [0000-0003-0337-3278](https://orcid.org/0000-0003-0337-3278))

ASESOR:

Mg. Casso Valdivia, Hugo ([ORCID: 0000-0002-7891-0819](https://orcid.org/0000-0002-7891-0819).)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

LIMA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

A Dios, por guiar mi camino a lo largo de mi vida, a mis padres Rene Samuel Carita Ovando y Gladys Ana Cahuana Chambi por brindarme el apoyo moral y emocional para cumplir mis objetivos en toda mi formación universitaria.

A mis hermanos Maykol Carita Cahuana y Jean Pol Carita Cahuana quienes formaron una parte fundamental en mi vida.

AGRADECIMIENTO

En primera instancia agradezco a mi familia por su compañía en los momentos más difíciles de mi vida pues sin ellos no hubiera logrado mis metas, a la universidad Cesar Vallejo que me formaron como un futuro profesional de principios y valores, a mis docentes que me formaron en el transcurso de mi etapa estudiantil.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE DE CONTENIDOS	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	X
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	13
3.1.1. Tipo de Investigación.....	13
3.1.2. Diseño de investigación.....	13
3.2. Variables y operacionalización	13
3.3. Población, muestra y muestreo	15
3.3.1. Población	15
3.3.2. Muestra	15
3.3.3. Muestreo	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.4.1. Técnica para la recolección de datos	17
3.4.2. Instrumentos de recolección de datos	17
3.4.3. Validez y confiabilidad	18
3.5. Procedimientos.....	19
3.6. Método de análisis de datos	24
3.7. Aspectos éticos	26
IV. RESULTADOS	27
V. DISCUSIÓN	35
VI. CONCLUSIONES.....	40

VII. RECOMENDACIONES	41
REFERENCIAS	42
ANEXOS.....	15
1.- Matriz De Consistencia	16
2.- Operacionalización De Variables	17
3.- Autorización del Instrumento Utilizado Por el Sistema Roadroid	18
4.- Confiabilidad y Valides Del Instrumento.....	22
5.- Datos proporcionados por el sistema Roadroid cada 50 metros.	27
5.a. Progresiva Km 0+000 Al 3+000.....	29
5.b. Progresiva Km 3+000 Al 6+000.....	34
5.c. Progresiva Km 6+000 Al 9+000.	39
5.d. Progresiva Km 9+000 Al 12+000.....	44
5.e. Progresiva Km 12+000 Al 15+000.....	49
5.f. Progresiva Km 15+000 Al 18+000.	54
5.g. Progresiva Km 18+000 Al 21+000.....	59
5.h. Progresiva Km 21+000 Al 24+000.....	64
5.i. Progresiva Km 24+000 Al 27+000.....	69
5.j. Progresiva Km 27+000 Al 30+000.....	74
5.k. Progresiva Km 30+000 Al 33+000.....	79
5.l. Progresiva Km 33+000 Al 34+550.....	84
6.- Panel fotográfico en la recopilación de datos	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de equipos de levantamiento de la condición del pavimento.	5
Tabla 2 Equipos para medir la rugosidad.....	5
Tabla 3 Diseño de la prueba y descripción de los factores.....	8
Tabla 4 Determinación del valor IRI según la aplicación de la calandria.	10
Tabla 5 Ubicación del pavimento flexible.	16
Tabla 6 Formato de recopilación de datos Roadroid.....	17
Tabla 7 Escala de Likert.	18
Tabla 8 Reparaciones y Procedimiento preventivo para Pavimento Flexible (AASHTO 93).....	25
Tabla 9 Cuadro Resumen de Resultados obtenidos por el sistema Roadroid.....	28
Tabla 10 Datos obtenidos por el sistema Roadroid cada 200 metros	29
Tabla 11: Cuadro Comparativo de métodos de medición.	33
Tabla 12 Matriz de consistencia.....	16
Tabla 13 Operacionalización de Variables.....	17
Tabla 14 Datos Obtenidos del sistema Roadroid en el Km 0+000 al 3+000	29
Tabla 15 Cuadro resumen de los resultados en el Km 0+000 al 3+000	31
Tabla 16 Datos Obtenidos del sistema Roadroid en el Km 3+000 al 6+000.....	34
Tabla 17 Cuadro resumen del resultado en el Km 3+000 al 6+000	36
Tabla 18 Datos Obtenidos del sistema Roadroid en el Km 3+000 al 6+000.....	39
Tabla 19 Cuadro resumen del resultado en el Km 6+000 al 9+000.....	41
Tabla 20 Porcentaje del estado de la carretera en el Km 6+000 al 9+000	41
Tabla 21 Datos Obtenidos del sistema Roadroid en el Km 9+000 al 12+000.....	44
Tabla 22 Cuadro resumen del resultado en el Km 9+000 al 12+000.....	46
Tabla 23 Datos Obtenidos del sistema Roadroid en el Km 12+000 al 15+000.....	49
Tabla 24 Cuadro resumen del resultado en el Km 12+000 al 15+000.....	51
Tabla 25 Datos Obtenidos del sistema Roadroid en el Km 15+000 al 18+000.....	54
Tabla 26 Cuadro resumen del resultado en el Km 15+000 al 18+000.....	56
Tabla 27 Datos Obtenidos del sistema Roadroid en el Km 18+000 al 21+000.....	59
Tabla 28 Cuadro resumen del resultado en el Km 18+000 al 21+000.....	61
Tabla 29 Datos Obtenidos del sistema Roadroid en el Km 21+000 al 24+000.....	64
Tabla 30 Porcentaje del estado de la carretera en el Km 21+000 al 24+000	66

Tabla 31	Datos Obtenidos del sistema Roadroid en el Km 24+000 al 27+000.....	69
Tabla 32	Cuadro resumen del resultado en el Km 24+000 al 27+000.....	71
Tabla 33	Datos Obtenidos del sistema Roadroid en el Km 27+000 al 30+000.....	74
Tabla 34	Cuadro resumen del resultado en el Km 27+000 al 30+000.....	76
Tabla 35	Datos Obtenidos del sistema Roadroid en el Km 30+000 al 33+000.....	79
Tabla 36	Cuadro resumen del resultado en el Km 30+000 al 33+000.....	81
Tabla 37	Datos Obtenidos del sistema Roadroid en el Km 34+000 al 34+550.....	84
Tabla 38	Cuadro resumen del resultado en el Km 33+000 al 34+550.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación en zona de la carretera Juliaca – Puno.....	1
Figura 2: Modelo del cuarto de carro (ASTM, 2001).....	4
Figura 3: Valores IRI para diferentes velocidades y diferentes formas de onda (l es la longitud de onda de la carretera).	6
Figura 4 Montaje de parabrisas (a). soporte en T, (b). soporte de ventilacion (c). .	8
Figura 5 Una captura de pantalla de la herramienta web GIS del centro de Suecia.....	9
Figura 6: Diagrama esquemático del sistema de medición.....	10
Figura 7: Localización de la carretera Juliaca - Puno.	15
Figura 8: Posicionamiento mediante Google Earth de la muestra.	16
Figura 9: Soporte del dispositivo, camioneta.	20
Figura 10: Pasos para la recopilación de datos.....	21
Figura 11: Lista de historial de importación.	22
Figura 12: Detalle de encuesta.....	22
Figura 13: Datos de la encuesta en el mapa.	22
Figura 14: Importación de datos txt. a Excel.....	23
Figura 15: Grafico dinámico.	23
Figura 16: Escala de rugosidad adaptado al MTC.....	24
Figura 17: Resumen de la obtención de datos.	27
Figura 18: Primer evaluador de la ficha de datos.	19
Figura 19: Segundo evaluador de la ficha de datos.....	20
Figura 20: Tercer evaluador de la ficha de datos.	21
Figura 21: Primer evaluador de la validación del instrumento.....	23
Figura 22: Segundo evaluador de la validación del instrumento.....	24
Figura 23: Tercer evaluador de la validación del instrumento.....	25
Figura 24: Comprobación de la prueba piloto por el alfa de cronbach.	26
Figura 25: Inicio del recorrido en la Autopista Mártires 4 de noviembre con Jr. Olmos.	27
Figura 26: Final del recorrido en Alto puno a la altura del Jr. Santa Cruz.	28
Figura 27: Panel fotográfico en la recolección de datos.	89
Figura 28: Inicio en el recorrido de la recopilación de datos.	90

Figura 29: Panel fotográfico en INSITU.....	91
Figura 30: Panel fotográfico con los integrantes en la recopilación de datos.....	92

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Estado de la carretera en porcentaje	28
Gráfico 2 Variación de uniformidad de la carretera Juliaca – Puno entre el eIRI y cIRI	31
Gráfico 3 Relación de la Rugosidad y Velocidad	32
Gráfico 4: Grafico comparativo de métodos en base a sus datos.....	34
Gráfico 5 Porcentaje del estado de la carretera en el Km 0+000 al 3+000	31
Gráfico 6 Variación de la uniformidad del eIRI y cIRI en el Km 0+000 al 3+000 ..	32
Gráfico 7 Relación de la rugosidad y la velocidad	33
Gráfico 8 Porcentaje del estado de la carretera en el Km 3+000 al 6+000	36
Gráfico 9 Variación de la uniformidad de la carretera entre eIRI y cIRI en el Km 3+000 al 6+000	37
Gráfico 10 Relación de la rugosidad y la velocidad en el Km 3+000 al 6+000.....	38
Gráfico 11 Variación de la uniformidad de la carretera entre eIRI y cIRI en el Km 6+000 al 9+000	42
Gráfico 12 Relación de la rugosidad y la velocidad en el Km 6+000 al 9+000.....	43
Gráfico 13 Porcentaje del estado de la carretera en el Km 9+000 al 12+000	46
Gráfico 14 Variación de la uniformidad de la carretera entre eIRI y cIRI en el Km 9+000 al 12+000	47
Gráfico 15 Relación de la rugosidad y la velocidad en el Km 9+000 al 12+000...48	
Gráfico 16 Porcentaje del estado de la carretera en el Km 12+000 al 15+000	51
Gráfico 17 Variación de la uniformidad de la carretera entre eIRI y cIRI en el Km 12+000 al 15+000	52
Gráfico 18 Relación de la rugosidad y la velocidad en el Km 12+000 al 15+000.53	
Gráfico 19 Porcentaje del estado de la carretera en el Km 15+000 al 18+000	56
Gráfico 20 Variación de la uniformidad de la carretera entre eIRI y cIRI en el Km 15+000 al 18+000	57
Gráfico 21 Relación de la rugosidad y la velocidad en el Km 15+000 al 18+000.58	
Gráfico 22 Porcentaje del estado de la carretera en el Km 18+000 al 21+000	61
Gráfico 23 Variación de la uniformidad de la carretera entre eIRI y cIRI en el Km 18+000 al 21+000	62
Gráfico 24 Relación de la rugosidad y la velocidad en el Km 18+000 al 21+000.63	

Gráfico 25 Porcentaje del estado de la carretera en el Km 21+000 al 24+000	66
Gráfico 26 Variación de la uniformidad de la carretera entre elRI y clRI en el Km 21+000 al 24+000	67
Gráfico 27 Relación de la rugosidad y la velocidad en el Km 21+000 al 24+000.	68
Gráfico 28 Porcentaje del estado de la carretera en el Km 24+000 al 27+000	71
Gráfico 29 Variación de la uniformidad de la carretera entre elRI y clRI en el Km 24+000 al 27+000	72
Gráfico 30 Relación de la rugosidad y la velocidad en el Km 24+000 al 27+000.	73
Gráfico 31 Porcentaje del estado de la carretera en el Km 27+000 al 30+000	76
Gráfico 32 Variación de la uniformidad de la carretera entre elRI y clRI en el Km 27+000 al 30+000	77
Gráfico 33 Relación de la rugosidad y la velocidad en el Km 27+000 al 30+000.	78
Gráfico 34 Porcentaje del estado de la carretera en el Km 30+000 al 33+000	81
Gráfico 35 Variación de la uniformidad de la carretera entre elRI y clRI en el Km 30+000 al 33+000	82
Gráfico 36 Relación de la rugosidad y la velocidad en el Km 30+000 al 33+000.	83
Gráfico 37 Porcentaje del estado de la carretera en el Km 33+000 al 34+550	86
Gráfico 38 Variación de la uniformidad de la carretera entre elRI y clRI en el Km 33+000 al 34+550	87
Gráfico 39 Relación de la rugosidad y la velocidad en el Km 33+000 al 34+550.	88

RESUMEN

El presente proyecto de tesis tiene por objetivo evaluar la superficie de rodadura del pavimento flexible para determinar su uniformidad donde se requiere el uso de teléfonos inteligentes para el cálculo del índice internacional de rugosidad (IRI), teniendo una visión del estado en el que se encuentra el pavimento flexible y proceder con su mantenimiento vial. En cuanto a la metodología es del tipo aplicada y al enfocarnos en detallar la variación de uniformidad podemos decir que es del nivel descriptivo y de un diseño no experimental, con la modernización de los teléfonos inteligentes estos tienen la incorporación de aplicaciones como son: acelerómetros, sistema de posicionamiento global (GPS), almacenamiento de datos, transferencia de datos. Estas características de los teléfonos inteligentes son imprescindibles para el uso del sistema Roadroid para su correcta operación en la recopilación de datos. En cuanto a los resultados obtenidos por medio del Sistema Roadroid en la carretera Juliaca – Puno en un tramo de 34.571 km de recorrido y 2282 puntos, el eIRI Promedio es de 4.49 m/km siendo su estado “No Satisfactorio” según los parámetros Roadroid. En conclusión, es un pavimento antiguo con imperfecciones superficiales que necesita un mantenimiento preventivo según lo establecido en la norma.

Palabras clave: Dispositivo Inteligente, Roadroid, IRI, Rodadura, Pavimento Flexible.

ABSTRACT

The objective of this thesis project is to evaluate the running surface of the flexible pavement to determine its uniformity where the use of smartphones is required for the calculation of the International Roughness Index (IRI), having a vision of the state in which the flexible pavement is and to proceed with its road maintenance. As for the methodology, it is of the applied type and when focusing on detailing the variation of uniformity we can say that it is of the descriptive level and of a non-experimental design, with the modernization of smartphones these have the incorporation of applications such as: accelerometers, global positioning system (GPS), data storage, data transfer. These features of smart phones are essential for the use of the Roadroid system for its correct operation in data collection. Regarding the results obtained through the Roadroid System on the Juliaca - Puno road in a section of 34.571 km and 2282 points, the average eIRI is 4.49 m/km being its condition "Not Satisfactory" according to the Roadroid parameters. In conclusion, it is an old pavement with surface imperfections that needs preventive maintenance as established in the standard.

Keywords: Intelligent Device, Roadroid, IRI, Rolling, Flexible Pavement.

I. INTRODUCCIÓN

Las ciudades de Puno - Juliaca está en constante crecimiento poblacional y territorial, siendo una zona donde se realiza un alto índice de comercio por lo que el transporte vial es de gran importancia ya que impulsa el comercio y la economía de la ciudad. Es indispensable tener en cuenta los factores de factibilidad que debe de proporcionar una vía que aseguren la circulación segura, cómoda y fluida del conductor y de los usuarios.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.



Figura 1: Ubicación en zona de la carretera Juliaca – Puno.

La realidad problemática en la carretera de Juliaca - Puno, se apreció de forma visual ya que contiene un índice moderado de fallas superficiales, donde su principal causal aparte del tránsito vehicular, es la falta de evacuación de aguas pluviales sobre la rodadura del pavimento flexible siendo este el que afectó la durabilidad del pavimento por las que se busca evaluar y predecir la magnitud en la que el pavimento sufrió un deterioro. En este sentido la necesidad de investigación del autor es dar a conocer un método más viable, accesible, menos costoso y eficiente en la recolección de datos del IRIc y posterior análisis para un mantenimiento vial.

Actualmente no se toma en consideración algunos aspectos al momento de realizar el proyecto para la ejecución de pavimentos flexibles como son, fallas en la elaboración del expediente técnico que no cuenten con los estudios previos como son estudio de suelos, estudios climatológicos, estudio previo del índice medio diario anual (IMDA) que indica el valor numérico del tráfico vehicular esto con lleva que en su mayoría afecta en el proceso constructivo del pavimento flexible.

La presente tesis tiene por justificación dar a conocer la circunstancia real por la que atraviesa la carretera Juliaca – Puno sobre el deterioro y las variaciones que presenta la capa de rodadura, tomando en consideración que este pavimento atraviesa por; constantes lluvias o precipitaciones pluviales, alta concurrencia de tránsito vehicular o IMDA y suelos altamente arcillosos o suelos expansivos. Como justificación técnica es adaptar el eIRI con el Reglamento en la sección componentes estructurales CE 010 de pavimentos urbanos en la que proporciona la forma idónea de ejecutar un mantenimiento adecuado. Como justificación social se busca mejorar la calidad y serviciabilidad del pavimento en beneficio de los usuarios recurrentes de la carretera y evitar accidentes o incomodidad a los usuarios. En cuanto a la justificación económica el sistema Roadroid proporciona una mejor eficiencia en cuanto tiempo y costo para beneficiar a los ejecutores de obras viales como también a ingenieros civiles para elaborar futuras investigaciones.

Es por ello que se optó, aplicar los smartphones por medio del sistema Roadroid. Siendo su aplicación de manera sencilla, eficaz y de menor costo garantizando una mejor visualización del estado actual del pavimento examinando el índice internacional de rugosidad (IRI) mejorando eficazmente su funcionalidad y vida útil, dando una mejor transitabilidad vehicular a los usuarios.

El sistema ROADROID permite la evaluación y monitoreo de una vía en este caso de pavimentos flexibles con el uso de un aparato inteligente, este sistema mediante las vibraciones que obtiene en el transcurso del recorrido en la vía, en función del acelerómetro que esta incorporado dentro del aparato inteligente y el GPS que localiza su posición. Con la ayuda del internet se puede monitorear y transferir datos obtenidos de la condición en la que se encuentra una vía, teniendo una mejor gestión para un mantenimiento de vía (Roadroid, 2014, mayo 3).

Teniendo en cuenta la **realidad problemática** se propone realizar la formulación del problema general de la siguiente manera: **PG:** ¿Cómo evaluar la superficie de rodadura del pavimento flexible para determinar su uniformidad aplicando el sistema Roadroid con smartphone?, Para el **problema específico** se formula de la siguiente manera: **PE-01:** ¿Cómo podemos determinar el índice internacional de

rugosidad aplicando el sistema Roadroid con smartphone sobre la rodadura del pavimento flexible?, **PE-02:** ¿Cómo determinar la variación de uniformidad vertical producidas por las vibraciones sobre la rodadura del pavimento flexible?, **PE-03:** ¿Cómo determinar el índice internacional de rugosidad calculado a una velocidad constante entre 60 – 90 km/h?

El **objetivo general** del presente plan de tesis es: **OG:** “Evaluar la superficie de rodadura del pavimento flexible para determinar su uniformidad aplicando el sistema Roadroid con smartphone”. Para el **objetivo específico** es: **OE-01:** “Determinar el índice internacional de rugosidad aplicando el sistema Roadroid con smartphone sobre la rodadura del pavimento flexible”, **OE-02:** “Determinar la variación de uniformidad vertical producidas por las vibraciones sobre la rodadura del pavimento flexible”, **OE3:** “Determinar el índice internacional de rugosidad calculado a una velocidad constante entre 20 - 80 km/h”.

Para el planteamiento de la siguiente **hipótesis general y específico** se tomó en consideración que al ser del nivel descriptivo y de un diseño no experimental no se formula hipótesis. Por otra parte, se menciona que “solo se puede formular la hipótesis en el nivel descriptivo cuando cumple con algunos requisitos como el predecir un suceso o dato, dando a entender que no siempre se realiza una hipótesis” (Sampieri, 2014, p. 108).

Los equipos de medición tal es el caso de la clase I que vendría hacer los escáneres láser tienen un elevado precio ya que estos cuentan con hardware pesados y complejos, también está el hecho que los datos obtenidos pasan por un proceso de análisis donde puede demorar un largo tiempo e incluso las muestras solo se toman de un solo carril de la vía ya que su costo es elevado para realizarlo en ambos carriles.

De acuerdo con Jones (2015) enfatiza en que el IRI estimado es el punto de partida para la clasificación del RI (Índice Roadroid) por su parte, el IRI calculado estando limitado a un rango de velocidad de 60 – 80 km/h se basa en la simulación del cuarto de coche QCS, además al medir el cIRI se puede calibrar la sensibilidad del dispositivo con respecto a una referencia conocida (Jones, 2015, p. 2).

II. MARCO TEÓRICO

Algunos de los antecedentes internacionales obtenidos por medio de la revisión de artículos y proyectos de investigación científica se describe a continuación.

De acuerdo con Solminihac (2018), define, la rugosidad de la superficie de un pavimento como irregularidades que producen desviaciones, siendo la causa que afecta a la velocidad, la seguridad. Para obtener una medición de la rugosidad se estima en base a indicadores universales tal es el caso del índice de rugosidad internacional (*International Roughness Index, IRI*). Por otra parte, para obtener la estimación del desplazamiento vertical que se genera cuando el vehículo está en movimiento a una cierta velocidad sobre una superficie rugosa, se aplica un modelo de simulación para obtener el IRI, además existen una variedad de modelados de simulación tal es el caso del modelo del cuarto de coche (Quarter Car Model) que en la actualidad es el más empleado para el cálculo del IRI; el modelado del cuarto de coche simula la suspensión de una rueda. La norma ASTM E1170-2001, se encarga de la obtención del IRI por medio del modelado del cuarto de carro; donde su representación matemática está definida por los siguientes: una masa amortiguada (m_s) que representa el $\frac{1}{4}$ de la masa total del vehículo; una masa no amortiguada (m_u) que representa la masa del sistema de amortiguamiento; k_s es el sistema de amortiguamiento que posee una constante de rigidez; C_s es la constante de amortiguamiento y el neumático representado por una constante de rigidez k_t (Solminihac, 2018, agosto 9).

Fuente: Gestión de infraestructura vial.

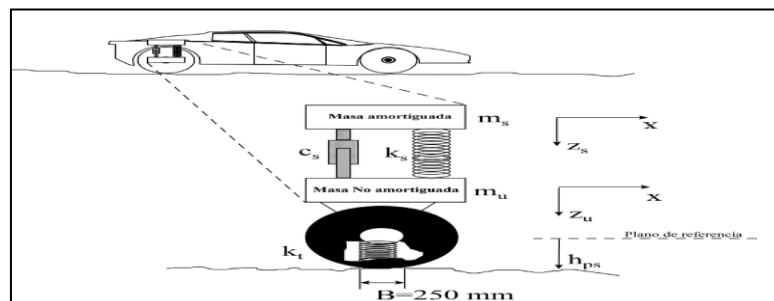


Figura 2: Modelo del cuarto de carro (ASTM, 2001).

Desde el punto de vista de, Solminihac (2018) considera que la carga aplicada que sufre un pavimento es una deformación elástica; que comúnmente se denomina deflexión, siendo este un desplazamiento vertical de la superficie de rodadura. Por

consiguiente, las tecnologías para el levantamiento de la condición del pavimento son propiedades medibles y de esta manera cada aspecto de los componentes del pavimento (atributo) requiere de una tecnología de medición propia como se aprecia en la Tabla 1 y los equipos para medir la irregularidad del pavimento se clasifican según su precisión y estimación del IRI como se aprecia en la Tabla 2. Además el autor también se refiere al mecanismo de deterioro de los pavimentos asfálticos, a causa de las cargas que se le aplica por el tránsito vehicular que inducen tensiones y deformaciones; dependiendo a los factores del proceso constructivo o factores externos como son el climático o materiales empleados son más susceptibles al agrietamiento y la desintegración, a medida que este agrietamiento va en aumento se genera el desconche de la capa superficial y por último la presencia de baches. Por último, las estrategias de mantenimiento permiten mejorar el índice de desempeño estructural y funcional de la infraestructura en general, estas estrategias se aplican dependiendo al nivel de deterioro que presenta la superficie del pavimento (Solminihac, 2018, agosto 9).

Tabla 1: *Tipos de equipos de levantamiento de la condición del pavimento.*

Atributo del activo	Propiedad del pavimento	Tipo de equipos de medición
Vida útil	irregularidad	Clase I, II, III y IV
Seguridad	textura	Estacionarios y dinámicos
	Resistencia del desplazamiento	Estacionarios y dinámicos
Capacidad Clase II estructural	Propiedades mecánicas	Deflectómetros de impacto
		Viga de deflexión
		Penetrómetro de cono dinámico
	Deterioro de la superficie	Inspección visual
		Perfilómetros transversales
		Análisis de deterioro por video

Fuente: Gestión de infraestructura vial.

Tabla 2: *Equipos para medir la rugosidad.*

Clase	Equipo
Clase I: Perfilómetros de precisión	Perfilómetro láser montados en vehículos
	Perfilógrafos manuales (por ejemplo, TRL beam, Fase Dipstick/ROMDAS Z- 250, ARRB Walking Profiler)
Clase II: Otros tipos de perfilómetros	Perfilógrafos, perfilómetros ópticos e inerciales, acelerómetros verticales
Clase III: Para estimar IRI mediante ecuaciones de correlación	Roadmaster, ROMDAS, Roughometer, integrador de irregularidades TRL, escantillón deslizante
Clase IV: Para estimar IRI mediante índices subjetivos	Sistema de clasificación de códigos clase inspección visual.

Fuente: Gestión de infraestructura vial (Bennett et al., 2007)

Teniendo en cuenta a Du (2014) considera, en su artículo denominado “Medición del IRI mediante el uso de acelerómetros del eje Z y GPS”. El autor teniendo en consideración a la falta de equipos de medición para el cálculo del IRI que no sean difíciles de transportar, extremadamente frágiles o de considerable costo económico propone el uso de teléfonos inteligentes basado en el modelo de cuarto de móvil y la vibración del vehículo, generando una relación entre el acelerómetro del eje Z y el IRI, donde el autor concluye en que la variación de la velocidad durante la medición influye considerablemente en el cálculo del IRI. Por consiguiente, el modelo es bidimensional porque solo considera el movimiento del eje Z, esta consiste en una rueda que se representa en forma de resorte. Es por ello que el autor realiza una comparación con respecto al modelado que se realizó en la carretera de Shanghai por la administración de carreteras en el 2012. Para la ejecución de la prueba comenzó por colocar los acelerómetros de forma plana para evitar el efecto de gravedad, siendo colocados de manera fija para evitar variaciones y estos reflejan completamente la vibración del vehículo, siendo fijados en el centro y sobre las ruedas del vehículo. Para ello realizó dos modelos el primero de una sola rueda y el segundo de dos ruedas. Sin embargo, en la correlación de la velocidad variaba el cálculo del IRI al aumentar o disminuir la velocidad, cuando esta no se mantiene en 80 km/h como se especifica esto se debe a la condición de la superficie de rodadura, por esto los resultados mostraron complejidad al cambio de velocidad de (0 -200 km/h) y la longitud de onda (dividida en onda larga $l = 30\text{m}$, onda media $l = 10\text{ m}$ y onda corta $l = 3\text{m}$) como se aprecia en la Figura 3 (Du, 2014).

Fuente: Medición del IRI mediante el uso de acelerómetros del eje Z y GPS.

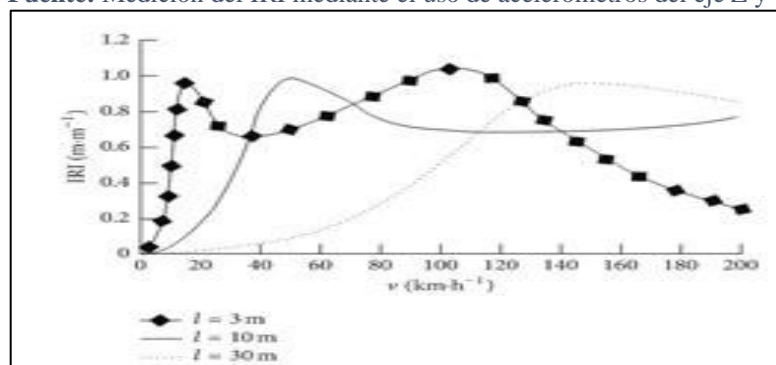


Figura 3: Valores IRI para diferentes velocidades y diferentes formas de onda (l es la longitud de onda de la carretera).

Según Hanson (2014) menciona, en su artículo denominado “Evaluación de la tecnología de teléfonos móviles de bajo costo a nivel de consumidor para medir los valores del IRI”. Donde el autor realizó la evaluación de tres dispositivos inteligentes los cuales fueron los más comerciales y de diferentes marcas; de igual forma opto por el uso de tres tipos de vehículos de diferentes marcas en 11 escenarios de prueba en 1000m de tramo de carretera en New Brunswick, el propósito del autor fue contrastar los datos recopilados con los de un perfilador de Clase 1 promediaron más de 1000m (2,60 m/Km, dev. Std. = 0.029). Por lo que los resultados para el Galaxy SIII fue a 80 Km/h (2,58 m/Km, desv. Estd. = 0.0075), el iPhone 5 fue a 50 Km/h (2,63 m/Km, desv, stand. = 0.054) concluyendo en que las variaciones se dieron el tipo de dispositivo, tipo de vehículo y montaje del dispositivo (Figura 4) influyeron en la variación del IRI, así mismo la velocidad del vehículo (50 km/h y 80 km/h) no lo hizo. En cuanto a la metodología el autor tubo por objetivo evaluar el potencial de los dispositivos inteligentes haciendo una comparación entre los datos obtenidos con los de un perfilador láser inercial de Clase 1, la muestra se limitó a 1 km en tramos de 100m limitándose al cálculo del IRI. Con respecto al diseño de prueba tomo en consideración los factores que influyen en los resultados, siendo estos factores los siguientes: tipo de vehículo (tres vehículos de tamaño creciente), velocidad del vehículo (dos niveles de 50 km/h y 80 km/h), tipo de dispositivo de teléfono inteligente (tres marcas principales), tipo de montaje para el dispositivo inteligente (tres dispositivos), donde no se seleccionó la condición subjetiva de la carretera (es decir, suave, áspero). Por lo que se refiere al diseño de prueba se identificaron los cuatro factores de prueba, las variables y como se modificaron como se muestra en la Tabla 3. Además para el procesamiento de la obtención de datos, los archivos se almacenan en un formato csv y se corrigieron en el programa Microsoft Excel haciendo uso de macros para eliminar archivos como la aceleración del eje (x, y, z), coordenadas GPS y la información del giroscopio, obteniendo solo la aceleración y el tiempo de procesamiento, en cuanto a la señal de aceleración se procesó en el software DATS Toolbox de Prosing, este mismo aplica una transformada de Fourier (FFT) para transferirlo en el dominio de la frecuencia siendo esta técnica conveniente para evitar la acumulación de error, básicamente convierte la aceleración en desplazamiento y luego a una serie de tiempo de desplazamiento de perfil por el software usando un inverso. Para generar los datos

de desplazamiento vertical fue necesario ejecutar la información por medio de bloques de algoritmos predeterminados, estos datos de desplazamiento al procesarlo por el programa ProVal se obtiene el IRI. En conclusión, de la comparación del perfilador inercial tenía un promedio de 2,60 m/km y el de los teléfonos inteligentes dio un promedio de 2,73 m/km en la CV (Hanson, 2014, septiembre 9).

Tabla 3 *Diseño de la prueba y descripción de los factores.*

Prueba	Vehículo	Dispositivo	Montura	Velocidad (Km/h)
B1	Perfilador	Perfilador	Perfilador	80
B2	Perfilador	iPhone 5	Parabrisas	80
A	Pequeño	iPhone 5	Parabrisas	80
B	SUV	iPhone 5	Parabrisas	80
C	Camión	iPhone 5	Parabrisas	80
D	Pequeño	Galaxy SIII	Parabrisas	80
E	Pequeño	Z10	Parabrisas	80
F	Pequeño	iPhone 5	Soporte en T	80
G	Pequeño	iPhone 5	Vent	80
H	Pequeño	iPhone 5	Parabrisas	50
I	SUV	iPhone 5	Parabrisas	50
J	Camión	iPhone 5	Parabrisas	50

Fuente: Trevor Hanson.

Fuente: Trevor Hanson.

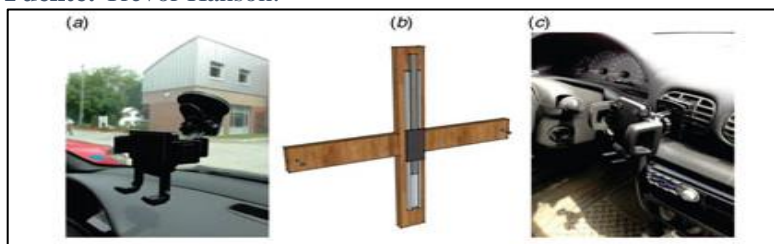


Figura 4 Montaje de parabrisas (a). soporte en T, (b). soporte de ventilacion (c).

Citando a Jones (2015) menciona que el sistema Roadroid como una alternativa económica para la evaluación de la superficie de rodadura por consiguiente el cálculo del IRI; según el autor este sistema se viene desarrollando desde los años 90 enfocándose en la obtención de datos como es el caso de la metodología de la carretera y la base de datos de la carretera, siendo apenas en el año de 2010 donde se pudo lograr el desarrollo de este sistema gracias al avance de la tecnología con los dispositivos inteligentes, desarrollando así un aplicativo Android y algoritmos de prueba haciendo uso del acelerómetro incorporado. Para la elección del hardware fue el Samsung Galaxy Tab GT P1000, la prueba se realizó en diversos tipos de vehículos (coche pequeño hasta un Jeep 4x4) y en varias velocidades diferentes:

20, 40, 60, 80, 100 y 120 km/h; realizando los análisis se descubrió diferencias entre diferentes modelos de coches, pero en intervalos de 40 - 80 km/h las diferencias son limitadas, dando como resultado un modelo para calcular la influencia de la velocidad de la señal para 3 tipos de chasis. Por otra parte, el autor creó un visor de mediciones multiusuario: una herramienta cartográfica basada en HTML5 para presentar los datos obtenidos de la condición del pavimento Figura 5, por medio de un servicio de transferencia de archivos como el protocolo de transporte de hipertexto (HTTP) o el protocolo de transferencia de archivos (FTP) los datos que están cifrados se envían desde el dispositivo al servidor web de la nube. Además, el autor implementó los cálculos del cuarto de coche al IRI para la obtención del calculado (cIRI) con los parámetros de la velocidad estable en torno a 60 – 80 km/h para que funcione correctamente; también desarrolló una correlación entre sus algoritmos de base de datos del estado del pavimento y el IRI ya obtener el estimado (eIRI), para generar informes utilizó el porcentaje de cada clase para los puntos individuales siendo conectados espacialmente o a un área geográfica. Por último, se correlacionó el RI con el IRI, el eIRI se puede utilizar desde puntos individuales y en resoluciones de 1 Hz, el coeficiente de determinación (R^2) fue de 0,5, en conclusión, el sistema Roadroid obtuvo una correlación del 81% con respecto a los sistemas de medición láser. Para la validación de los datos se procesa por medio del software ProVal (Jones, 2015, septiembre 4).




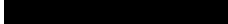
Fuente: www.roadroid.com



Figura 5 Una captura de pantalla de la herramienta web GIS del centro de Suecia.

Teniendo en cuenta a, Prahara et al. (2021) menciona que el valor del IRI se refiere a los datos obtenidos a la textura de la carretera además del valor de la velocidad en tiempo real, se puede apreciar la escala estándar internacional Tabla 4, donde especifica que cuando mayor sea el valor IRI, más afectada se encuentra la condición del pavimento (p.6).

Tabla 4: Determinación del valor IRI según la aplicación de la calandria.

Basado en la escala estándar internacional		Basado en la aplicación de Roadroid		
Valor Color (m/Km)	IRI Condiciones	Superficie de la carretera valor (m/Km)	IRI Condiciones	Superficie de la carretera Indicador
0 – 4	Bien	0 – 2.2	Bien	
4.1 – 8	Medio	2.2 – 3.8	Ok	
8.1 – 12	Ligeramente dañado	3.8 – 5.4	No está bien	
>12	Muy dañado	> 5.4	Pobre	

Fuente: Analysis of Vehicle type for Roadroid application.

Según el artículo de Zimoz, Radoslaw (2018) denominado: “monitoreo de vibraciones basado en dispositivos móviles y su aplicación al monitoreo de la calidad de carreteras en minas subterráneas profundas”. Donde lo que busca el autor es optimizar el mantenimiento de las maquinarias y la eficiencia del operador al generar horas de producción sin interferencias por lo que realiza dos pruebas, la primera sobre una superficie de carretera con un móvil ordinario y la segunda se realiza in-situ en una mina profunda, en base a los resultados estadísticos obtenidos de la primera prueba se le aplica el mismo método a la segunda prueba para diferenciar las características de una vía subterránea. La parametrización estadística, se basa en la orientación de los ejes en tres dimensiones espacio donde se analiza las vibraciones que se basa en un plano donde el monitoreo conduce a la identificación de las principales causas de eventos de falla y distingue diferentes estados de la superficie de la carretera (Radoslaw Zimoz, 2018, septiembre 20).

Fuente: Zimoz, Radoslaw. Monitoreo de vibraciones basado en dispositivos móviles.

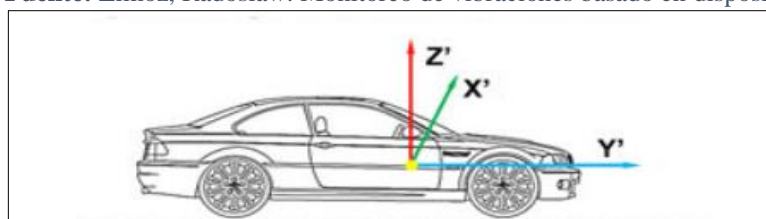


Figura 6: Diagrama esquemático del sistema de medición.

Teniendo en cuenta lo siguiente “el perfilador portátil instalado con el analizador automático de carreteras ARAN, donde este mismo emplea tecnología que le permite escanear los datos para el cálculo del IRI, mediante el modelo del cuarto de coche” (Radovic, 2016, p.4). Por otra parte, la Universidad Técnica Vilnius propone “una metodología que se adecua a los pavimentos de grava siendo este el método de la regla, este método se ejecuta en tres etapas en un tramo de 160 m

de largo; en este estudio la Universidad de Vilnius analiza los índices de evaluación de la calidad de pavimentos existentes con el fin de evitar las ondulaciones y estas se profundicen constantemente, por tanto aumente las vibraciones en el recorrido del vehículo afectando a la comodidad y la disminución del tiempo de viaje” (Letter, 2021, septiembre 17).

Algunos de los antecedentes Nacionales que se obtuvieron por la revisión de proyectos de tesis donde se da a conocer los siguientes.

Según, Pampamallco (2019) plantea una comparación entre el sistema Roadroid y el rugosímetro Merlín en la ciudad de Puno, siendo este último uno de los más recomendados por el banco mundial para calibrar otros equipos; tomando como objetivo principal el estudio de la rugosidad de pavimentos mediante el índice de rugosidad internacional, donde los autores llegaron a la conclusión que el sistema Roadroid nos proporciona datos similares o incluso mejores al del rugosímetro de Merlín también nos indica los beneficios que se obtienen en cuanto se refiere a tiempo, costo y producción (Pampamallco, 2019, septiembre 26).

Según, Gamboa (2018) plantea el sistema Roadroid utilizando un smartphone para diagnosticar la uniformidad superficial del pavimento en el centro urbano de Chiclayo, dando a conocer el estado actual del pavimento flexible, por ende la estimación del índice de rugosidad internacional, para la muestra de estudio el autor tomo 38 avenidas pavimentadas de un centro urbano; donde las avenidas no cumplirían con lo estipulado en la norma (2.5 m/km) siendo estas Av. Tumbes con un valor mínimo de 3.29 m/km y Av. JRyT con 28.53 m/km el máximo valor donde el autor concluyo en que las avenidas son pobre y requieren mantenimiento (Gamboa, 2018, diciembre 14).

Según Vidal (2016) plantea la medición y cuantificación de los índices: índice de serviciabilidad actual (ISA) siendo un parámetro subjetivo y el índice de rugosidad internacional (IRI) siendo un parámetro subjetivo; el autor realizó los estudios en la ciudad de Huánuco dando como resultado un IRI de 5.96 m/km donde los valores que da el sistema (cIRI) son similares al IRI (Vidal Asencios, 2016, marzo 18).

Como señala Gong (2018) propone una alternativa para predecir el IRI en pavimentos asfálticos, haciendo uso del modelado de regresión de bosques

aleatorios (RFR), para este modelado se tomó 11,000 muestras que fueron recopilados de la base de datos del programa de rendimiento de pavimento a largo plazo (LTPP); dando como resultado que el modelo RFR superó ampliamente el modelo de regresión lineal con un coeficiente de terminación de (R^2) superior a 0.95 siendo demostrado con éxito el bosque aleatorio (Gong, 2018, noviembre 20).

Por lo que se refiere a las normas que lo rigen: la primera “la norma ASTM E 867 – 06 es la que define la desviación vertical de la superficie de rugosidad con respecto a un plano horizontal teórica viéndose afectados por su perfil longitudinal y transversal” (ASTM, 2011).

La segunda es “norma técnica CE.010 Pavimento Urbanos consiste en el mantenimiento para conservar la infraestructura urbana para lograr mantener un tránsito vehicular confortable” (NT-CE010, 2017, p.123).

La tercera norma “el manual de carreteras de diseño geométrico donde se aprecia la clasificación de las carreteras, las características del tránsito como el IMDA, velocidad de diseño, el diseño geométrico en sus secciones transversales de perfil y planta” (DG, 2018, p.92).

Por otra parte, en “la evaluación de diseño y ejecución de presupuesto (EDEP) relacionando solo al mantenimiento de infraestructuras y seguridad vial” (MEF, 2018, p 25).

Además, “el procesamiento de datos el sistema Roadroid utilizo el software ProVal, donde básicamente se trata de rescatar los datos obtenidos para analizarlos y se pueda tener un informe de los perfiles originales” (ProVal, 2016, p 1).

Como se señala que: “la transferencia ZingBee es más eficiente que la transmisión vía cable, siendo la baja potencia y la corta distancia requisitos adecuados para la comunicación en el vehículo” (Liu, 2016, p. 2).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

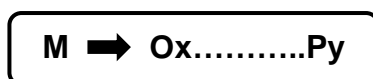
3.1.1. Tipo de Investigación

Al enfocarnos en la solución de un problema y en la búsqueda de conocimientos para enriquecer la investigación podemos decir que es del tipo aplicada.

3.1.2. Diseño de investigación

Según Sampieri (2014) en su libro metodología de la investigación menciona algunos puntos sobre el diseño de investigación donde se deduce lo siguiente:

Al realizar una medición por el IRI podemos decir que es un enfoque cuantitativo. Al enfocarnos en detallar la variabilidad que presentaría el pavimento podemos decir que es del nivel descriptivo, teniendo por propósito describir los niveles de severidad, variación de uniformidad. Al ser un dispositivo que por medio del sistema Roadroid se obtiene la variabilidad, en una determinada velocidad la medición en campo solo se tomará una sola vez siendo un diseño No Experimental (Sampieri, 2014, p.152).



Dónde:

M: Obtención de la muestra

Ox: Obtención de datos adquiridos para determinar la uniformidad

Py: Planteamiento de la incorporación del aplicativo Roadroid.

3.2. Variables y operacionalización

A fin de demostrar los elementos como también los aspectos que se necesita cuantificar es indispensable la realización de la operacionalización de variables para el enfoque cuantitativo.

La Variable Independiente: Evaluación de superficie de rodadura.

Su Dimensión es Monitoreo de superficie de rodadura. Según el estado del pavimento y la severidad en que este se encuentre se toma como indicadores a los siguientes:

- Verde = bien
- Amarillo = satisfactorio
- Rojo = insatisfactorio
- Negro = malo.

Al tener un orden de sucesión de bien a malo se deduce que los indicadores son de una escala ordinal.

La Variable Dependiente: es la determinación de la uniformidad del pavimento flexible.

Para lo cual se utilizó el sistema Roadroid nos permite evaluar las vibraciones que se generan a través del recorrido del vehículo, siendo su variación sobre la rodadura la que genera las vibraciones. Teniendo como dimensión los siguientes:

Su dimensión es Índice internacional de Rugosidad (IRI). Para lo cual se considera los siguientes indicadores:

- Condición de pavimento (m/km)
- GPS
- Acelerómetro
- Velocidad (km/h)

Su dimensión es Índice Roadroid (IR). Para lo cual se considera los siguientes indicadores:

- eIRI Estimado.
- cIRI Calculado.

Se deduce que los indicadores son de una escala de intervalo.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Con relación al proyecto de investigación, la población se localiza en el Departamento de Puno, Provincia de San Román, Distrito de Juliaca, siendo su criterio de inclusión su ubicación en la carretera Juliaca – Puno, siendo la carretera de pavimento flexible que conecta las ciudades de Juliaca y Puno. Los criterios de exclusión sería los pavimentos que conectan con otras ciudades y que no se consideran en la presente investigación.

Fuente: Roadroid.



Figura 7: Localización de la carretera Juliaca - Puno.

3.3.2. Muestra

La muestra es, “la recolección de datos de un determinado subgrupo que esta se representa por una población, donde esta misma debe estar delimitado” (Sampieri, 2014, p.170).

Concerniente al presente proyecto de investigación, se consideró una muestra de 34.571 km dando inicio en la Autopista Mártires 4 de noviembre con jr. Olmos y culminando en Alto Puno a la altura del Jr. Santa Cruz de recorrido a lo largo del pavimento asfáltico, donde se obtuvieron los datos de la variación de uniformidad de la superficie de rodadura, mediante el uso del smartphone con la incorporación del Sistema Roadroid. Al mismo tiempo para la delimitación de muestra el investigador tomo en cuenta la realidad problemática según la necesidad de investigar.

Fuente: Google Maps.



Figura 8: Posicionamiento mediante Google Earth de la muestra.

Tabla 5: Ubicación del pavimento flexible.

Nº	NOMBRE	DIST.	INICIO UTM		FINAL UTM	
			ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
1	Tramo Juliaca – Puno.	34.571 km	379011.46	8285597.03	388926.47	8251560.46

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

3.3.3. Muestreo

En lo que respecta al muestreo del presente proyecto de investigación, al ser un muestreo no probabilístico sino relacionada con la particularidad de la investigación, es decir que el muestreo no es generalizable a la población. Además, este es un método no estadístico, no probabilístico, siendo un muestreo por juicio del investigador en base a sus conocimientos, en pocas palabras es deliberado, no permitiendo hacer generalizaciones directas de una población porque no hay ningún procedimiento ni fórmula en su aplicación.

Teniendo en cuenta que “se considera las unidades o casos disponibles en un determinado momento” (Canales y Alvarado, 1994, p.107). Por consiguiente, a criterio del investigador se tomó en cuenta una muestra de 34.571 km de pavimento asfáltico.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnica para la recolección de datos

Según Diaz (2014) menciona que la adquisición de datos es una etapa de gran importancia dentro del ciclo del sistema de gestión de pavimentos (PMS) y los datos registrados que son: la ubicación, tipo de carretera, el tipo de pavimento, etc. Así como el estado en que se encuentra el pavimento, como rugosidad, fallas superficiales, rajaduras y su resistencia (Diaz, 2014, p. 97).

Cabe mencionar que la técnica que fue empleado para esta investigación es la de observación, siendo mi guía de observación en gabinete para la recopilación de información e in-situ para la obtención de datos por medio del sistema Roadroid.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Por consiguiente, el trabajo realizado para la obtención de datos en gabinete es la utilización de la base de datos de la biblioteca virtual, donde se buscó revistas indexadas, artículos, información y documentos referidos al sistema Roadroid y trabajos complementarios a nivel nacional.

Por otra parte, el trabajo realizado para la obtención de datos in-situ. se requiere de instrumentos que proporcionen la recolección, procesamiento y obtención de datos; para lo cual se utilizó distintos aparatos (automóvil, soporte de celular para automóvil, smartphone, laptop, calculadora) y programas / aplicativos como son (sistema Roadroid solo para Android, Google Maps, GPS, acelerómetro, software ProVal, almacenamiento de datos).

El formato en la que el sistema Roadroid proporciona los datos es según la guía de usuario donde esta información se proporciona en un archivo “txt” y están incorporados en cada columna tal como se aprecia en la tabla 6.

Tabla 6: *Formato de recopilación de datos Roadroid.*

Nº	Date Time	Latitude	Longitude	Distance (m)	Speed (Km/h)	Altitude (m)	eIRI	cIRI	RoadId

Fuente: Sitio web Roadroid

3.4.3. Validez y confiabilidad

Según Sampieri (2014) menciona que la confiabilidad se evalúa y calcula todo instrumento de medición, existiendo diversos procedimientos para su cálculo ya sea de una o varias escalas que miden las variables. También indica que la validez se obtiene en base a las opiniones de expertos, asegurándose que las dimensiones sean representativas del universo (Sampieri, 2014, p.294)

Por último, la validez y confiabilidad es otorgada por la opinión de expertos y a su vez por el aplicativo mediante su registro de datos en su página, por medio de una membresía que se paga de forma mensual o anual dando la validez de los datos siendo una fuente confiable.

Es por ello que se realizó una prueba piloto para corroborar la validez y confiabilidad por medio del alfa de cronbach donde se escogió las preguntas que se realizaron las universidades para comprobar la eficiencia del sistema Roadroid y se añadió algunas preguntas planteadas por el autor de la presente tesis para incluir los resultados de algunas tesis en las que se realizó el sistema Roadroid. Tomando como participantes a las universidades que realizaron las primeras pruebas en el 2014 y las universidades a nivel nacional.

Tomando en consideración lo antes mencionado y solo de la de una variable. Se procesa por el programa SPSS para su cálculo y obteniendo un resultado de fiabilidad del 0.901 del instrumento de obtención de datos, los cuadros se ven en anexos. Según la escala de Likert, como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7 *Escala de Likert.*

VALOR	PERCEPCION
1	TOTALMENTE EN DESACUERDO
2	EN DESACUERDO
3	NI EN ACUERDO NI DESACUERDO
4	DE ACUERDO
5	TOTALMENTE DE ACUERDO

Fuente: Hernández Sampieri

3.5. Procedimientos

Con los equipos y los accesorios necesarios se procede a la recopilación de datos por medio de las vibraciones generadas al paso del vehículo en circulación para lo cual tomaremos en consideración la norma RNE (Reglamento Nacional De Edificaciones) y el MTC (Ministerio De Transportes Y Comunicaciones).

Según el reglamento señala, “el cumplimiento de ciertos parámetros que indica la norma para la rugosidad de la superficie de rodadura, donde deberá tener una rugosidad máxima de 2.5 m/km. También indica el uso del perfilómetro, este mismo es el parámetro utilizado en el sistema Roadroid” (NT-CE010, 2017, p.136)

Por otra parte, para la recolección de datos del sistema Roadroid se tomó en consideración un plan para realizar cada paso que se tiene que ejecutar hasta la culminación de todas las actividades previstas, por tal motivo la guía de usuario recomienda tener una velocidad desde los 20km/h hasta los 80km/h, lo cual garantizara resultados eficientes. Para una mejor precisión en la obtención de datos. Una vez definido los puntos importantes previos a la ejecución para la evaluación del pavimento flexible se procede a usar el manual de usuario del sistema Roadroid.

Posterior a ello se debe tener todos los accesorios y el dispositivo inteligente en este caso un Samsung Galaxy A12 y que el IMEI del dispositivo ya se encuentre registrado en el sitio web www.roadroid.com/account/register, para la presente investigación se solicitó una licencia de estudiante, también se puede solicitar una membresía pagada por 3 meses o un año dependiendo a las necesidades de cada uno. La versión del aplicativo es de 3.0.6. que se descarga del sitio web www.roadroid.com/home/app. Para la descarga de los datos subidos a la nube se ingresa el usuario y contraseña por medio del sitio web www.roadroid.com/Account/Login.

La recopilación de datos se dio de la siguiente manera:

Paso 1: instalar el aplicativo en el celular y se obtenga con una cuenta de usuario que se debió registrar con anterioridad, también el dispositivo debe contar con un almacenamiento interno y que el GPS este encendido.

Paso 2: fijar el dispositivo con un soporte de celular sobre el parabrisas delantero de la camioneta tal como se muestra en la figura 9, quedando este inerte para evitar variaciones al momento de la recopilación de datos donde la cámara del dispositivo este de manera horizontal.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.



Figura 9: Soporte del dispositivo, camioneta.

Paso 3: situar la zona de estudio y abrir el aplicativo para comenzar con la configuración del mismo para la recolección de datos.

Paso 4: una vez abierta la aplicación se muestra una ventana emergente donde se presiona “ok”, para comenzar con la configuración nos dirigimos a la opción “settings” y en “general” se inserta el correo electrónico, el IMEI. En “Device & Vehicle” se configura el tipo de vehículo que se utilizara en este caso es el “4WD jeep type (Hilux/King Cab)”. Para la captura de fotos se configura por “Data, media & sync” una vez culminado la configuración se calibra el sensor donde (x, y, z) deben estar en cero, para estar bien calibrado y cambia de color amarillo al color verde el “Fitting adjustment”. Ya terminada la calibración de presiona sobre el icono de la cámara y se presiona el botón rojo para empezar con la recopilación de datos sobre el pavimento flexible. Posterior a eso ya con la recopilación de datos culminada se dirige a opción “Manage Uploads” y se presiona “Upload Data and Media” para subir los datos a la nube del sistema

Roadroid, tomar en consideración que solo se realiza este último paso cuando se tenga una conexión vía wifi para evitar cortes en la transferencia de datos. Todos los pasos se aprecian en la figura 10.

Fuente: Aplicativo Roadroid.

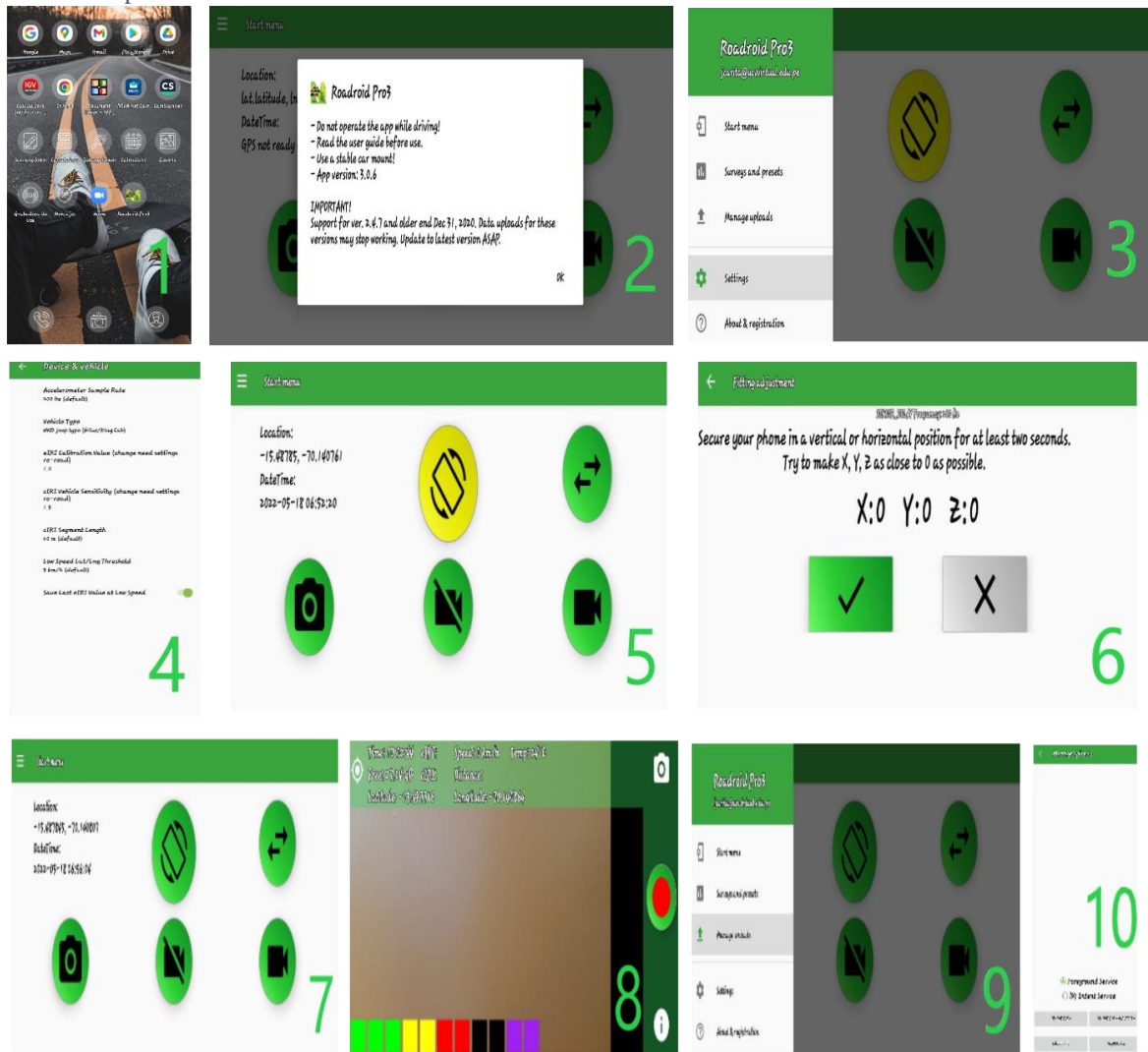


Figura 10: Pasos para la recopilación de datos.

Paso 7: una vez obtenido y procesado los datos se procede a descargar de la página oficial de <https://www.roadroid.com> donde se ingresa con el usuario y contraseña proporcionados por el administrador del aplicativo. Se ingresa al “Import History”, donde se visualiza todas las recopilaciones que se realizó como se aprecia en la figura 11. “Details” se detalla toda la información recopilada desde el archivo en txt, el archivo KML, mostrar datos de la encuesta en el mapa como se aprecia en la figura 12. En este último se puede visualizar en el mapa del sistema, la leyenda, las fotografías tomadas y el estado del pavimento flexible como se aprecia en la figura 13.

Fuente: Sitio web de Roadroid.

Fecha de caducidad de la cuenta: 2022-08-08 (Notifiquenos con anticipación para la extensión)
 Información del usuario: febrero de 2022: haremos cambios de Infraestructura en Roadroid.
 Puede haber interrupciones en el servidor durante este tiempo.
 Versión actual del sistema: 2.6.12

Mis Unidades Importar historial Cerrar sesión
 inglés | Svenska | portugués

Casa Condiciones del camino Sensores de tráfico Informe de cambios Información

Lista de historial de importación

Show 25 entradas Búsqueda: Tipo: Todos

Fecha de importación	Nombre de usuario	Nombre de la unidad	Estado de importación	eIRI medio	cIRI promedio	La velocidad promedio	Identificación de la carretera	Longitud de la encuesta (m)	Tipo
17/05/2022 21:40:58	JoelJhonatan	joel jhonatan	Importar Aceptar	4,9	7,6	57,6	... 002	36356	Condiciones del camino Detalles
17/05/2022 21:40:33	JoelJhonatan	joel jhonatan	Importar Aceptar	4,5	6,4	53,1	... 001	34571	Condiciones del camino Detalles

Mostrando 1 a 2 de 2 entradas
 © 2013-2022 - Derechos de autor (c) Roadroid Anterior 1 próximo

Figura 11: Lista de historial de importación.

Fuente: Sitio web de Roadroid.

Fecha de caducidad de la cuenta: 2022-08-08 (Notifiquenos con anticipación para la extensión)
 Información del usuario: febrero de 2022: haremos cambios de infraestructura en Roadroid.
 Puede haber interrupciones en el servidor durante este tiempo.
 Versión actual del sistema: 2.6.12

Mis Unidades Importar historial Cerrar sesión
 inglés | Svenska | portugués

Casa Condiciones del camino Sensores de tráfico Informe de cambios Información

Detalles de la encuesta

[Mostrar el punto de inicio y finalización de la encuesta en Google Maps](#)
 (debe permitir las ventanas emergentes en el navegador web)

[Mostrar datos de la encuesta en el mapa](#)
 (Use la pestaña "Condición de la carretera" arriba para ver todas las encuestas).

Generar archivo de forma
 Generar archivo KML
 Generar archivo agregado 100m Seleccionar longitud de agregación (metros)

Detalles de la encuesta	Valor
-------------------------	-------

Figura 12: Detalle de encuesta.

Fuente: Sitio web Roadroid

Casa Mapa Información

Leyenda

RC	eIRI	Velocidad (km/h)
Bueno	<2.2	> 70
DE ACUERDO	2.2 - 3.8	50 - 70
No está bien	3.8 - 5.4	30 - 50
Pobre	> 5.4	< 30
Peor		

Mapa showing locations: Tacamami Canguro Suatia, Juliaca, Tapachchi, Capachica, Cabana, Acnacuri, Mañazo, Altiplano, Puño, bosque tormentoso.

5 kilómetros 2 millas
 -70.08642, -15.83734 (WGS84)

Figura 13: Datos de la encuesta en el mapa.

3.6. Método de análisis de datos

Gracias al aplicativo del sistema Roadroid se obtuvieron los datos recopilados del pavimento flexible, posterior a este los datos se almacenan en smartphone para luego ser enviados a la nube del servidor, donde el sistema realiza un análisis donde hace uso del software ProVal para la obtención del índice de rugosidad internacional. También se hace uso de manera externa del software de Microsoft Excel 2019 para la elaboración de tablas y gráficos para una mejor interpretación de la información obtenida.

Además, se utilizó el Manual de carreteras en la sección de “Suelos y Pavimentos” del Ministerio de Transportes y Comunicaciones donde realizó una adaptación de la escala de rugosidad IRI (m/Km) del “Guidelines for conducting and calibrating road roughness measurements” tal como se muestra en la Figura 16.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

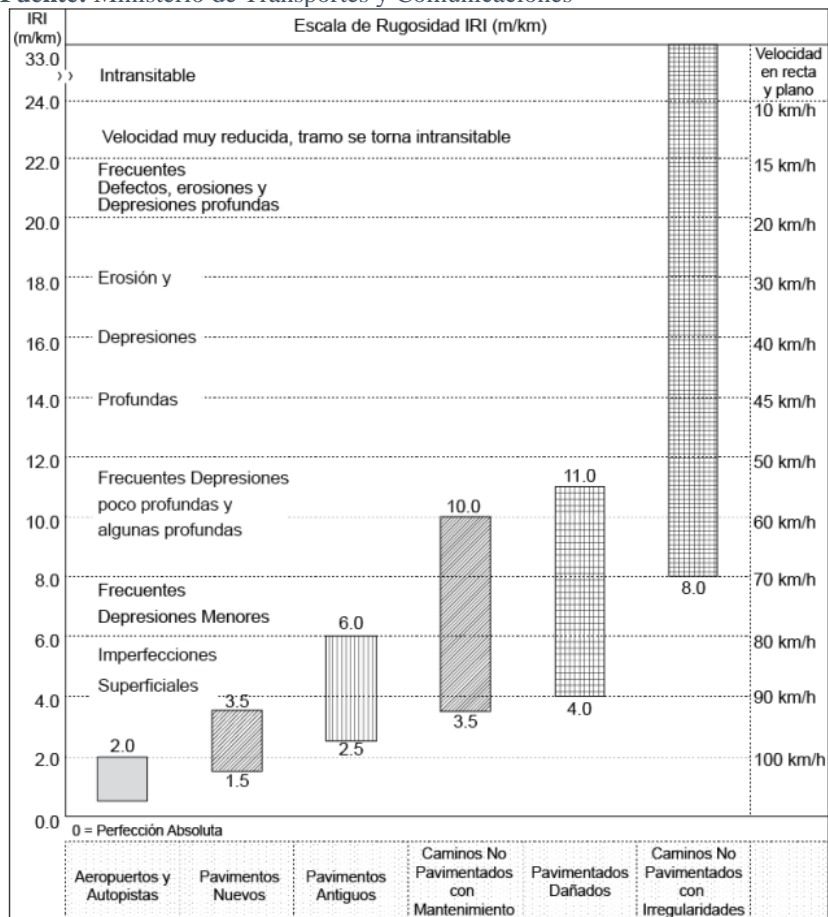


Figura 16: Escala de rugosidad adaptado al MTC.

Para el mantenimiento vial se tomó en consideración el Manual De Carreteras de “suelos y pavimentos” en la sección “Niveles de Servicio” señala que para el mantenimiento preventivo de la superficie del pavimento flexible se toma en consideración alguna sugerencia para el mantenimiento vial según AASHTO tal como se aprecia en la siguiente Tabla 8

Tabla 8: *Reparaciones y Procedimiento preventivo para Pavimento Flexible (AASHTO 93)*

DETERIORO	REPARACIONES	PROCEDIMIENTO PREVENTIVO
Fisuras en piel de cocodrilo	Reparación en espesor total	Sellado de fisuras
Exudación	Aplicar arena caliente	
Fisuras en bloque	Sellado de fisuras	
Depresión	Capa Nivelante	
Agregados Pulidos	Resistencia al deslizamiento tratamiento superficial. Sello	
Baches	Parchado profundo	Sellado de fisuras y sellos de capa
Bombeo	Parchado profundo	Sellado de fisuras y sellos de capa
Descascaramiento y Oxidación	Sellos de capa	Sello o lechada asfáltica rejuvenecedor
Ahuellamiento	Capa Nivelante y fresado en Frio	
Abultamiento	Remoción y Reemplazo	Impermeabilización de la berma

Fuente: Manual de carreteras sección "Suelos y Pavimentos"

Por último, la Norma Técnica CE. 010 de “Pavimentos Urbanos” del reglamento nacional de edificaciones señala que para los Pavimentos Nuevos o en proceso constructivo se debe tener una rugosidad IRI igual o menor al 2.5 m/km.

3.7. Aspectos éticos

Según los criterios internacionales los datos obtenidos mediante el aplicativo en el presente proyecto de investigación son auténticos, según los canones de la formación profesional. Siendo regidos por la honestidad, privacidad, compatibilidad y derecho a conocer los hallazgos. Además de dar reconocimiento, citando a los autores de los textos empleados en el presente proyecto de investigación.

Según los criterios nacionales, tomado en cuenta la aprobación del código de ética en investigación de la universidad cesar vallejo con RESOLUCIÓN DE CONSEJO UNIVERSITARIO 0262-2020/UCV aprobado el 28 de agosto de 2020 donde promueve la investigación con normas que rigen las buenas prácticas e incentivar los principios éticos a favor del bienestar y autonomía del investigador, con iniciativa de cultivar la integridad de la investigación científica.

Según Josep M. (2004) en su libro “Métodos de Investigación Clínica y Epidemiológica” en el capítulo 3 de “Ética e investigación” mencionan sobre la Beneficencia donde se procura favorecer la investigación, procurando enriquecer el conocimiento que se quiere lograr y las respuestas sean científicamente validas. En cuanto a la No Maleficencia busca la protección, seguridad, bienestar y no infringiendo daños a los participantes en la investigación. En cuanto a la Autonomía busca garantizar la confiabilidad de la investigación en la protección de datos y el principio de poder decidir por nosotros mismos. Por último, menciona la Justicia donde busca no hacer diferencias entre los participantes por lo que se requiere la equidad en la investigación (Josep M. Argimon Pallás, 2004, p.19).

IV. RESULTADOS

En el tramo Juliaca – Puno de la carretera longitudinal sierra sur ubicada en el departamento de puno, según la clasificación del MTC por su demanda ya que su IMDA (índice Medio Diario Anual) supera los 2001 a 4000 veh/día y tiene 2 carriles por sentido se puede afirmar que es una carretera de primera clase. Además, en la recolección de datos se obtuvo los siguientes resultados:

Fuente: Sitio web Roadroid.

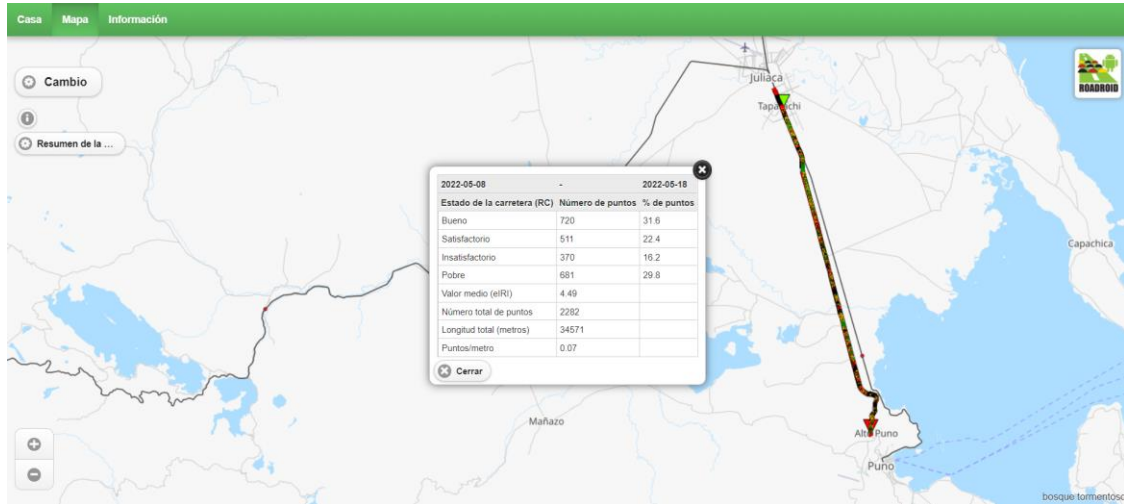


Figura 17: Resumen de la obtención de datos.

De acuerdo con el objetivo específico 01 planteado de la siguiente manera: “Determinar el índice internacional de rugosidad aplicando el sistema Roadroid con smartphone sobre la rodadura del pavimento flexible”

Los resultados obtenidos de la muestra ubicada en el tramo de la carretera Juliaca – Puno, donde se concluyó que el estado de la carretera fue, en 720 puntos es de condición Buena (< 2.2), en 511 puntos es satisfactoria (2.2 - 3.8), en 370 puntos es no satisfactoria (3.8 – 5.4), y en 681 puntos es pobre (>5.4). Por consiguiente, la rugosidad del pavimento flexible según Roadroid es eIRI = 4.49 m/km siendo no satisfactorio tal como se aprecia en la Tabla 9, con respecto a la adaptación del MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones) que realizó la escala de rugosidad IRI (m/Km) tal como se aprecia en la Figura 16, se puede decir que el pavimento flexible está entre un rango de (2.5 a 6.0) m/Km siendo considerado como un pavimento antiguo y siendo clasificado como un pavimento con imperfecciones superficiales.

Además, en la sección de “Tratamientos Superficiales” del manual del MTC de “Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción” en la subsección de “Rugosidad” afirma que solo la rugosidad de un pavimento es aceptable siempre y cuando si el promedio por Km o fracción del IRI sea igual o menor al 2.5 m/Km.

Tomando en consideración que no es un pavimento nuevo, sino que ya cumplió con sus años de serviciabilidad se deduce que es un pavimento aceptable.

Tabla 9: Cuadro Resumen de Resultados obtenidos por el sistema Roadroid.

Nombre	Estado de la Carretera		Nº total de Puntos	% de puntos	Velocidad Prom (km/h)	eIRI Prom (m/km)	cIRI Prom (m/km)
Tramo Juliaca – Puno	Bueno	< 2.2	720	31.6 %	57.09	4.49	6.58
	Satisfactorio	2.2 -3.8	511	22.4 %			
	No satisfactorio	3.8 – 5.4	370	16.2 %			
	Pobre	> 5.4	681	29.8 %			
TOTAL			2282	100 %			

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

De igual forma se obtuvo el porcentaje de todos los puntos considerados por el sistema Roadroid siendo un total de 2282 puntos a un aproximado de cada 15.15 m de distancia entre punto y punto haciendo un total de 34.571 km de recorrido donde el mayor porcentaje con un 32% se considera un estado Bueno, el siguiente con 30% se considera un estado Pobre, el siguiente con 22% de considera en un estado satisfactorio, el menor porcentaje es No Satisfactorio con 16%, tal como se muestra Grafico 1

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

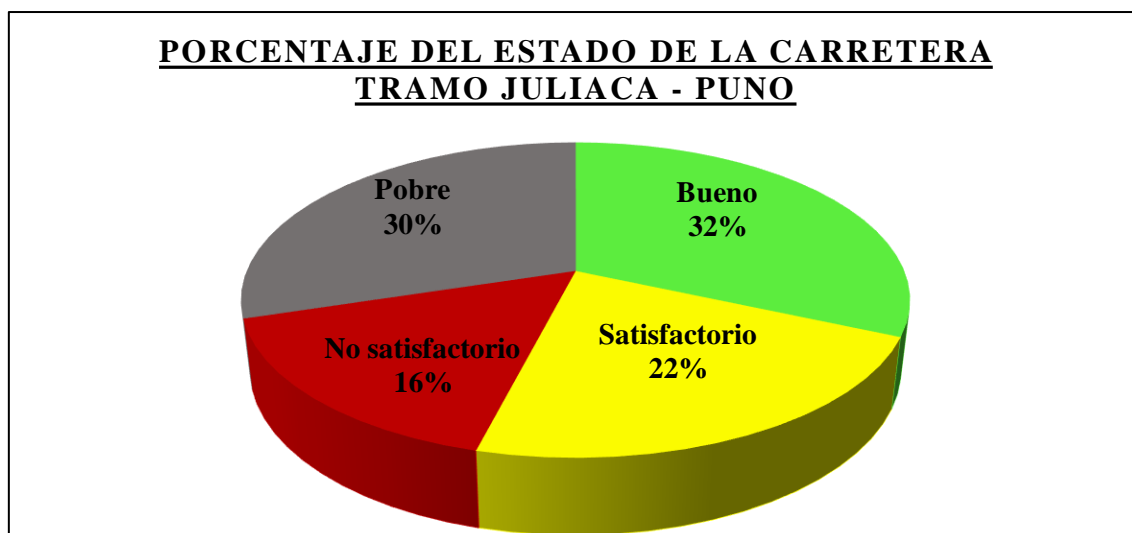


Gráfico 1: Estado de la carretera en porcentaje.

Tabla 10: Datos obtenidos por el sistema Roadroid cada 200 metros.

Punto	Distance (m)	eIRI	cIRI	Estado de la carretera	Punto	Distance (m)	eIRI	cIRI	Estado de la carretera
1	200	4.71	6.71	No satisfactorio	87	17400	4.23	7.03	No satisfactorio
2	400	6.04	8.05	Pobre	88	17600	4.69	6.25	No satisfactorio
3	600	4.19	6.93	No satisfactorio	89	17800	3.25	5.12	Satisfactorio
4	800	7.87	7.79	Pobre	90	18000	5.12	7.00	No satisfactorio
5	1000	8.98	8.95	Pobre	91	18200	3.74	5.92	Satisfactorio
6	1200	3.85	4.46	No satisfactorio	92	18400	4.42	6.75	No satisfactorio
7	1400	3.55	4.72	Satisfactorio	93	18600	6.50	9.28	Pobre
8	1600	2.73	3.87	Satisfactorio	94	18800	8.94	11.50	Pobre
9	1800	1.71	2.46	Bueno	95	19000	6.89	10.33	Pobre
10	2000	2.19	4.63	Bueno	96	19200	7.84	8.77	Pobre
11	2200	1.97	3.29	Bueno	97	19400	3.21	5.47	Satisfactorio
12	2400	3.22	4.59	Satisfactorio	98	19600	2.94	4.71	Satisfactorio
13	2600	4.64	7.28	No satisfactorio	99	19800	3.29	4.78	Satisfactorio
14	2800	2.45	5.53	Satisfactorio	100	20000	6.35	7.73	Pobre
15	3000	2.79	4.89	Satisfactorio	101	20200	8.94	10.45	Pobre
16	3200	4.56	6.86	No satisfactorio	102	20400	4.46	5.84	No satisfactorio
17	3400	5.57	8.58	Pobre	103	20600	5.10	8.58	No satisfactorio
18	3600	3.70	6.81	Satisfactorio	104	20800	7.88	10.81	Pobre
19	3800	3.16	4.88	Satisfactorio	105	21000	7.02	9.74	Pobre
20	4000	4.45	7.33	No satisfactorio	106	21200	4.19	6.08	No satisfactorio
21	4200	5.15	8.08	No satisfactorio	107	21400	4.49	7.62	No satisfactorio
22	4400	6.40	8.75	Pobre	108	21600	3.32	5.56	Satisfactorio
23	4600	5.84	8.04	Pobre	109	21800	3.13	4.80	Satisfactorio
24	4800	4.54	6.18	No satisfactorio	110	22000	2.06	4.77	Bueno
25	5000	3.47	5.33	Satisfactorio	111	22200	1.63	2.82	Bueno
26	5200	2.49	3.33	Satisfactorio	112	22400	4.37	4.28	No satisfactorio
27	5400	2.64	3.82	Satisfactorio	113	22600	2.60	4.97	Satisfactorio
28	5600	4.87	4.71	No satisfactorio	114	22800	3.26	6.39	Satisfactorio
29	5800	4.68	5.37	No satisfactorio	115	23000	5.44	7.23	No satisfactorio
30	6000	4.19	5.01	No satisfactorio	116	23200	4.93	6.55	No satisfactorio
31	6200	1.79	3.32	Bueno	117	23400	4.26	6.40	No satisfactorio
32	6400	1.99	4.09	Bueno	118	23600	4.95	4.98	No satisfactorio
33	6600	1.86	3.80	Bueno	119	23800	3.86	6.91	No satisfactorio
34	6800	2.93	4.58	Satisfactorio	120	24000	3.00	4.72	Satisfactorio
35	7000	2.42	4.83	Satisfactorio	121	24200	3.09	4.81	Satisfactorio
36	7200	3.29	6.36	Satisfactorio	122	24400	6.02	6.55	Pobre
37	7400	3.00	4.27	Satisfactorio	123	24600	5.87	10.37	Pobre
38	7600	3.44	5.63	Satisfactorio	124	24800	2.69	6.15	Satisfactorio
39	7800	2.78	4.27	Satisfactorio	125	25000	3.13	6.51	Satisfactorio
40	8000	3.60	5.79	Satisfactorio	126	25200	2.16	3.96	Bueno
41	8200	2.47	4.95	Satisfactorio	127	25400	3.55	3.60	Satisfactorio
42	8400	2.38	3.38	Satisfactorio	128	25600	3.00	3.61	Satisfactorio
43	8600	2.75	4.03	Satisfactorio	129	25800	3.15	3.95	Satisfactorio

44	8800	2.60	5.27	Satisfactorio	130	26000	3.82	4.49	Satisfactorio
45	9000	3.08	5.11	Satisfactorio	131	26200	4.33	5.65	No satisfactorio
46	9200	2.69	4.96	Satisfactorio	132	26400	5.90	8.51	Pobre
47	9400	4.01	5.48	No satisfactorio	133	26600	7.48	8.86	Pobre
48	9600	3.21	4.89	Satisfactorio	134	26800	8.87	10.62	Pobre
49	9800	3.07	4.91	Satisfactorio	135	27000	9.09	10.05	Pobre
50	10000	3.10	3.94	Satisfactorio	136	27200	4.54	7.27	No satisfactorio
51	10200	2.57	5.02	Satisfactorio	137	27400	3.57	6.66	Satisfactorio
52	10400	2.50	3.93	Satisfactorio	138	27600	4.29	7.93	No satisfactorio
53	10600	3.57	4.94	Satisfactorio	139	27800	5.74	7.20	Pobre
54	10800	3.11	5.54	Satisfactorio	140	28000	4.01	6.27	No satisfactorio
55	11000	3.98	6.39	No satisfactorio	141	28200	6.08	8.48	Pobre
56	11200	4.94	8.14	No satisfactorio	142	28400	5.19	8.66	No satisfactorio
57	11400	2.62	6.40	Satisfactorio	143	28600	5.99	9.97	Pobre
58	11600	4.25	7.24	No satisfactorio	144	28800	3.67	6.40	Satisfactorio
59	11800	3.98	7.12	No satisfactorio	145	29000	4.79	6.78	No satisfactorio
60	12000	5.28	7.02	No satisfactorio	146	29200	4.66	7.54	No satisfactorio
61	12200	4.92	8.59	No satisfactorio	147	29400	4.18	5.91	No satisfactorio
62	12400	5.48	6.65	No satisfactorio	148	29600	3.53	6.57	Satisfactorio
63	12600	3.96	7.02	No satisfactorio	149	29800	9.38	10.92	Pobre
64	12800	4.76	5.75	No satisfactorio	150	30000	8.88	11.47	Pobre
65	13000	4.98	6.64	No satisfactorio	151	30200	7.91	10.15	Pobre
66	13200	5.59	6.21	Pobre	152	30400	10.02	11.62	Pobre
67	13400	4.13	7.15	No satisfactorio	153	30600	8.13	10.58	Pobre
68	13600	3.68	5.48	Satisfactorio	154	30800	7.49	9.03	Pobre
69	13800	4.81	7.03	No satisfactorio	155	31000	5.06	6.73	No satisfactorio
70	14000	3.83	5.51	No satisfactorio	156	31200	4.72	7.19	No satisfactorio
71	14200	4.99	6.99	No satisfactorio	157	31400	10.25	9.82	Pobre
72	14400	4.59	7.18	No satisfactorio	158	31600	10.60	11.48	Pobre
73	14600	7.11	7.78	Pobre	159	31800	7.68	10.49	Pobre
74	14800	7.12	8.17	Pobre	160	32000	5.81	7.26	Pobre
75	15000	5.89	8.50	Pobre	161	32200	8.01	9.26	Pobre
76	15200	5.98	5.88	Pobre	162	32400	8.20	10.69	Pobre
77	15400	4.91	6.42	No satisfactorio	163	32600	6.86	9.96	Pobre
78	15600	3.45	5.82	Satisfactorio	164	32800	2.62	5.20	Satisfactorio
79	15800	3.97	6.35	No satisfactorio	165	33000	3.16	6.00	Satisfactorio
80	16000	3.08	4.46	Satisfactorio	166	33200	4.41	5.73	No satisfactorio
81	16200	6.20	7.87	Pobre	167	33400	2.32	4.50	Satisfactorio
82	16400	5.36	7.77	No satisfactorio	168	33600	6.91	9.55	Pobre
83	16600	4.61	6.51	No satisfactorio	169	33800	4.58	6.48	No satisfactorio
84	16800	6.20	5.75	Pobre	170	34000	2.23	4.04	Satisfactorio
85	17000	5.39	8.14	No satisfactorio	171	34200	5.00	6.39	No satisfactorio
86	17200	4.47	6.34	No satisfactorio	172	34400	3.43	5.46	Satisfactorio

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

De acuerdo con el objetivo específico 02 planteado de la siguiente manera: “Determinar la variación de uniformidad vertical producidas por las vibraciones sobre la rodadura del pavimento flexible”

En base a los valores del IRI proporcionados por el sistema Roadroid a lo largo del tramo de la carretera Juliaca – Puno se consideró la descarga de la base de datos cada 100 metros para poder tener una visión general del estado del pavimento flexible tal como se aprecia en el Grafico 2. Tomando en consideración que el eIRI se basa en la uniformidad, rugosidad y textura se puede decir que la variación del eIRI va desde 1.54 m/Km en la progresiva Km 1 + 800 donde se puede considerar que no se produjo mucha variación de uniformidad vertical en ese tramo y que su estado es Bueno. Por otra parte, el eIRI más alto con 13.44 m/Km se encuentra en la progresiva Km 0 + 900 donde se produjo una elevada variación de uniformidad vertical del pavimento flexible, siendo considerado en ese tramo un pavimento pobre. Sin embargo, también se puede apreciar que la variación de uniformidad es casi constante no produciéndose muchas irregularidades a lo largo de la carretera. Por otra parte, para diagnosticar la variación de uniformidad que proporciona el cIRI es necesario una velocidad constante a lo largo de la carretera para un mejor diagnóstico.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

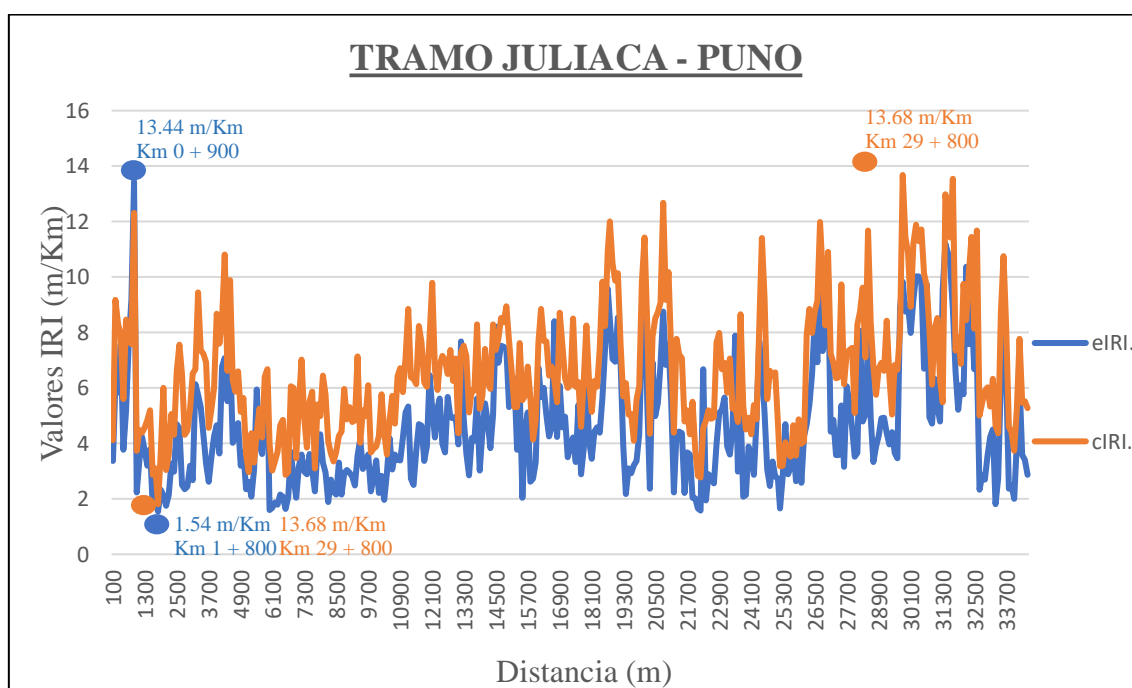


Gráfico 2: Variación de uniformidad de la carretera Juliaca – Puno entre el eIRI y cIRI.

De acuerdo con el objetivo específico 03 planteado de la siguiente manera: “determinar el índice internacional de rugosidad calculado a una velocidad constante entre 20 - 80 km/h”.

Según la guía de usuario del sistema Roadroid los parámetros para obtener una recopilación de datos optima y eficiente, la velocidad tiene que ser constante. Es por ello que la velocidad no disminuye menos de 20 km/h ni aumenta más de 80 km/h, sin embargo, como se puede apreciar en el Grafico 3 la velocidad bajo casi bruscamente en 12 puntos de los cuales son puntos donde se encontraban los rompemuelleres, las vías férreas por las que se tuvo que disminuir la velocidad.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

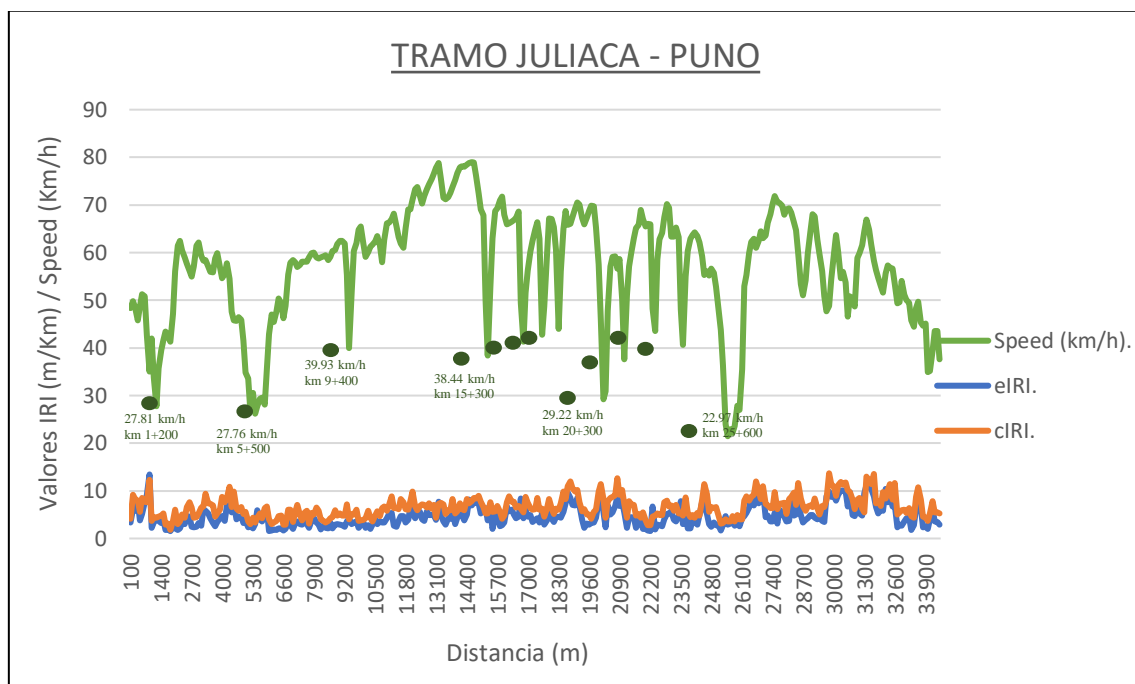


Gráfico 3: Relación de la Rugosidad y Velocidad.

Por consiguiente, el pavimento flexible del tramo Juliaca – Puno con los datos obtenidos del sistema Roadroid, donde el eIRI es de 4.49 m/km se puede deducir según a los parámetros de Roadroid el estado de la carretera fue “No satisfactorio”. Asu vez en la Figura 16 de la (Escala de Rugosidad adaptado al MTC) según el resultado es un “Pavimento antiguo” además de tener “Imperfecciones Superficiales”. Por consiguiente, se busca un adecuado mantenimiento vial según las imperfecciones superficiales que tenga el

pavimento flexible tal como se muestra en la Tabla 8, de Reparaciones y Procedimiento preventivo para Pavimento Flexible (AASHTO 93).

En cuanto a la contrastación de la hipótesis por ser del nivel descriptivo y de un diseño no experimental no se formuló la hipótesis.

Por último, para la viabilidad del presente proyecto de tesis y que esta contenga una información innovadora, aporte a la ingeniería, aporte a la sociedad y que sea accesible a todo aquel que quiera investigar. Se consideró varios factores como (tiempo, confiabilidad del instrumento, costo/día, tiempo en la obtención de datos), ya que estos factores son los que determinan la mejor forma de obtener datos del IRI y que estos no conlleven a un proceso muy largo y tedioso en el proceso de investigación.

Es por ello que se consideró algunos métodos de medición del IRI tales como el: Perfilómetro de Clase 1, Rugosímetro de Merlín, Fotogramétrico, Equipo Rooga, Nivel de Ingeniero, Sistema Roadroid. Por ende, en base a la revisión bibliográfica de algunas tesis de investigación y con datos aproximados ya que estos pueden variar según la zona y la disponibilidad de cada proveedor de estos equipos de medición.

En tal sentido se consideró 1 kilómetro de muestra hipotéticamente hablando solo con el fin de demostrar que el sistema Roadroid es viable confiable y de mayor precisión en cuanto a la obtención de datos tal como se muestra en la tabla 11.

Tabla 11: *Cuadro Comparativo de métodos de medición.*

Método de Medición	Tiempo (min)	Confiabilidad (%)	Costo/día	Tiempo en la Obtención de Datos (días)
Perfilómetro Clase 1	10	100	S/500	186
Rugosímetro de Merlín	300	89	S/100	15
Fotogramétrico	240	88	S/200	19
Equipo Rooga	10	65	S/250	25
Nivel de Ingeniero	300	75	S/80	12
Sistema Roadroid	10	90	S/8	1

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

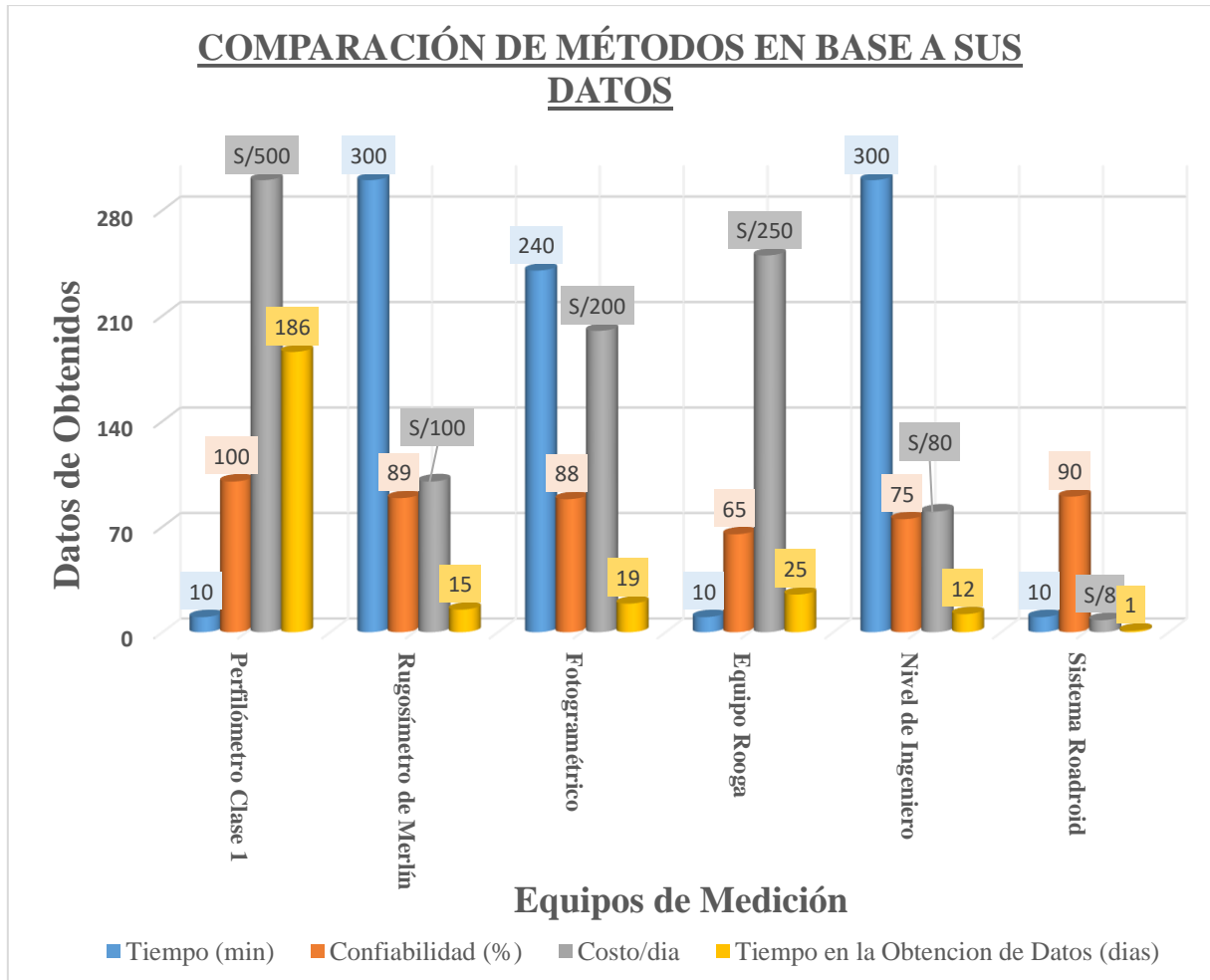


Gráfico 4: Grafico comparativo de métodos en base a sus datos.

En base al gráfico 4 se puede apreciar que el Sistema Roadroid es más eficiente en cuanto a costo y beneficio se refiere ya que el tiempo que se emplea en campo para recopilar datos es mínimo en comparación a otros métodos, en cuanto a confiabilidad es más cercano al método de medición del perfilómetro de clase 1, en cuanto a costo se refiere es el menos costoso tomando en consideración que no se restringe el tiempo de uso del instrumento como los demás métodos que solo se usa para determinados tramos. Por último, en cuanto al tiempo que se demora en analizar y calcular los resultados obtenidos en la recopilación de datos de cada instrumento solo se demora 1 día caso contrario que en los demás métodos de medición se demora entre 2 a 6 meses para saber los resultados del ensayo.

V. DISCUSIÓN

En el presente proyecto de investigación se realizó la evaluación de la superficie de rodadura para determinar su uniformidad con la incorporación del sistema Roadroid, donde se utilizó un nuevo sistema de medición del IRI que a diferencia de muchos instrumentos de medición es el más eficiente. Por otra parte, nos brinda un panorama de la rugosidad del pavimento en tiempo real y los datos lo puedes adquirir según sea la conveniencia del investigador, este sistema nos permite la recopilación de datos en base a la velocidad (20 km/h – 80 km/h), uniformidad, acelerómetro, y el GPS. Dando a conocer el estado en el que se encuentra siendo su clasificación de la siguiente forma: Bueno (< 2.2), Satisfactorio (2.2 – 3.8), No Satisfactorio (3.8 – 5.4), Pobre (> 5.4).

En la presente investigación se utilizó el sistema Roadroid como un método de medición del eIRI donde el promedio fue de 4.49 m/km donde según la norma se clasifica en un pavimento antiguo, tomando en consideración que el pavimento flexible de la presente investigación ya cumplió con su vida útil por ende es correcto el diagnostico que se realizó en base a la escala de rugosidad adaptado al MTC. Con respecto al reglamento nacional de edificaciones en C.E. 0.10 Pavimentos urbanos no cumple con lo requerido porque es un pavimento antiguo y tal como lo indica el reglamento solo es aplicable el parámetro de rugosidad IRI = 2.5 m/km, siempre y cuando este en proceso de construcción o en inicios de serviciabilidad.

Además, para una mejor evaluación del pavimento el sistema brinda una visualización de la carretera por medio de la captura de imágenes o grabación del tramo recorrido en una cierta cantidad de puntos para tener un mejor diagnóstico de las fallas superficiales o estructurales según vea por conveniencia del investigador. También nos brinda archivos KML que se puede visualizar por medio del Google Earth Pro y los archivos Shape que contiene datos geométricos.

Por otra parte, el sistema Roadroid tomo como modelo para el cálculo del IRI el “Quarter car model” este método se enfoca en las vibraciones verticales generadas por el neumático sobre la superficie del pavimento y va recolectando los datos a medida que va transitando sobre ella.

Para validar la eficiencia de este sistema se realizó varias investigaciones donde ponían a prueba la eficiencia de este sistema. Donde evaluaban la tecnología de estos dispositivos inteligentes (smartphone) con respecto al perfilómetro de clase 1 siendo un sistema con un software de difícil manejo. Tal como se aprecia en el artículo de investigación de “Evaluation of low-cost consumer-level mobile phone technology for measuring international roughness index (IRI) values” por el autor de Trevor Hanson, Coady Cameron y Eric Hildebrand donde en su investigación situado en New Brunswick en un tramo de 1000 m. Donde se realizó una correlación con respecto al perfilador inercial de clase 1 con datos (2.60 m/km, desviación estándar = 0,029) de este mismo, por lo que se procedió a realizar las pruebas en 11 escenarios diferentes y con diferente tipos de (vehículo, dispositivo, sujetador de celular, velocidad) donde se concluyó que solo solo hubo variaciones en el tipo de vehículo, tipo de sujetador de dispositivos y el tipo de dispositivos empleados en la prueba a excepción de la velocidad ya que se mantuvo en un rango de 50 – 80 km/h. En conclusión, si se verifica el uso de un dispositivo adecuado y que este bien sujeto al parabrisas y un vehículo correcto, estos dispositivos serian una alternativa viable ya que su correlación del Galaxy SIII que fue el más acertado al perfilómetro de clase 1 con una correlación de 0,889.

Otra correlación que se asemeja y es similar al sistema Roadroid es el Rugosímetro de Merlín, donde se busca comparar la eficiencia del sistema Roadroid. Teniendo en cuenta la tesis en la que se compara entre el sistema Roadroid y el rugosímetro de Merlín siendo la autora Deyse Laura Hirpahuanca (2016), realizó una prueba en 31.20 km de recorrido donde la autora buscaba relacionar estos dos métodos dando como resultado que el eIRI del sistema Roadroid dio como resultado 1.5 m/km y el IRI del rugosímetro de Merlín dio como resultado 1.69 m/km dando como resultado una similitud del 89 %. Esto quiere decir que el sistema Roadroid es más eficiente en cuanto al rugosímetro de Merlín ya que también el sistema Roadroid toma los datos del carril y no solo los datos de una sola rueda tal como lo hace el rugosímetro de Merlín.

Por otra parte, existe otro método que se emplea para diagnosticar el IRI. Según la tesis en la que se compara entre el sistema Roadroid y el fotogramétrico de los autores Goicochea salvador, Anthony Alberto (2020) donde realizaron su

estudio en una muestra de 4.10 km de distancia donde sus resultados fueron que para el eIRI del sistema Roadroid fue de 2.29 m/km y para el procedimiento fotogramétrico fue de 2.24 m/km dando como resultado una similitud del 88.30% de estos dos métodos, por otra parte se observa que fotogramétrico es un poco más preciso que el sistema Roadroid en cuanto a la recopilación de datos sin embargo su eficiencia es casi igual al de fotogramétrico.

Otra de las tesis encontradas fue la comparación del sistema Roadroid y el equipo Rooga del autor de tesis julio César López Huaynate (2018) donde indica que para la recopilación de datos para el equipo Rooga se toma en consideración una velocidad de 5 a 120 km/h por lo que para su investigación en el caso del sistema Roadroid tomo una velocidad promedio de 45.41 km/h, siendo un tramo de 11.012 km de recorrido con un resultado promedio eIRI de 1.41 m/km y el IRI Rooga es de 2.00 m/km, la similitud de ambos métodos de medición no tenían una similitud aceptable por el contrario eran muy diferentes en cada tramo de todo el recorrido sin embargo eso se debe a los puntos donde existía badenes o rompemuelleres y curvas que dificultaban una recopilación de datos exacto.

Tomando en consideración las tesis donde realizan una evaluación comparativa del sistema Roadroid con instrumentos estandarizados se puede deducir que el sistema Roadroid si proporciona datos exactos, siempre y cuando el sistema Roadroid sea utilizado de manera correcta. Realizando las configuraciones correctas dentro del aplicativo según al tipo de vehículo a utilizarse calibrar la sensibilidad del eIRI que mayormente es de 1 y del cIRI es de 1.5, mantener una velocidad constante no menor de 20 km/h y no mayor de 80 km/h, mantener fijo el dispositivo ya que este mide las vibraciones, el GPS para monitorear la recolección de datos en el mapa del sistema Roadroid a lo largo del recorrido y si no se sigue estos pasos tendremos resultados pésimos y poco fiables.

Además, a diferencia de otros métodos de medición del IRI, el sistema Roadroid es más eficiente en cuanto a tiempo ya que el rugosímetro de Merlín su recopilación de datos es de 2 día de trabajo en comparación del sistema Roadroid que es 1 hora de recolección de datos según la distancia o el tramo que se desea evaluar. A todo esto, se tiene que incluir el número de integrantes para el ensayo ya que para el sistema Roadroid solo se necesita dos personas

en cambio para el rugosímetro de Merlín se necesita 4 personas. Otro de los puntos importantes es el tiempo de uso y el costo que implica hacer uso del instrumento ya que el rugosímetro de Merlín solo se puede usar en el tramo requerido por lo que se paga un monto dependiendo del tramo en estudio, cosa que es muy diferente con el sistema Roadroid que puedes pedir una membresía de un año y puedes realizar estudios de varios pavimentos según tu desees en tiempo real e incluso puedes actualizar tus datos cuantas veces lo requiera. Caso contrario ocurre con el rugosímetro de Merlín y el perfilómetro de clase 1 que la entrega de los resultados es de 6 meses a más dependiendo la información a entregar.

En conclusión, las fortalezas del sistema Roadroid son la recopilación de datos en tiempo real, su uso es prolongado según a la membresía que se obtenga, la recopilación y análisis de los datos obtenidos es práctico y fácil de descifrar, el instrumento es fácil de transportar y usar en donde se requiera, también en comparación de otros métodos de medición se puede decir que tienen una relación igual o casi igual a los estandarizados con una correlación promedio del 89 %, además en cuanto a su costo es accesible en comparación a la información que se puede obtener. Por otra parte, sus debilidades son el mal posicionamiento o falta de estática del instrumento ya que no puede moverse una vez iniciado la recopilación de datos, la mala calibración antes del uso del sistema Roadroid, ya que si no está de acuerdo a las necesidades de la investigación puede generar errores, otro de las debilidades es en curvas y en rompemuelleres donde necesariamente al bajar la velocidad interrumpe la correcta recopilación de datos y genera errores.

Los métodos de medición de clase 1 y los de clase 2 para un uso en el aspecto científico social no son accesibles para la mayoría de investigadores o al menos para algunos de los instrumentos requieren una supervisión de expertos, donde dificulta el manejo por cuenta propia del investigador, por el contrario con el sistema Roadroid es accesible a la población en general o al menos a los que requieran su uso con fines académicos e investigación científica, donde se puede realizar distintos tipos de análisis según lo requiera el investigador.

Donde la relevancia de la incorporación del sistema Roadroid en la sociedad es factible en cuanto a tiempo ya que se puede realizar varias evaluaciones de pavimentos flexibles y pocas horas de trabajo en campo, cosa que es muy diferente con otros métodos de medición ya que toman un proceso un tanto más complejo. Otro de los factores es el costo ya que las membresías por un año no superan los 1000 soles, caso contrario de otros métodos de medición que por día o horas alquiladas superan los 200 soles. Otro de los factores es el uso ya que el investigador se familiariza con el manejo y análisis del aplicativo, cosa que no ocurre con otros métodos que solo te proporcionan los resultados para interpretar datos.

VI. CONCLUSIONES

1. Con respecto al objetivo específico 01, “Determinar el índice internacional de rugosidad aplicando el sistema Roadroid con smartphone sobre la rodadura del pavimento flexible” se concluyó lo siguiente:

Para el cálculo del eIRI se obtuvo 4.49 m/km donde el sistema considero 2282 puntos de los cuales el porcentaje de cada uno de ellos con respecto al Estado de la Carretera son similares tal como se puede apreciar en el Grafico 1, donde en 720 puntos está en buen estado, 511 puntos es satisfactorio, 370 puntos es no satisfactorio, 681 puntos es pobre. En base a estos datos se puede realizar la evaluación del pavimento flexible para determinar su uniformidad dando como resultado un pavimento no satisfactorio según los parámetros de Roadroid y según la norma es un pavimento antiguo donde se requiere mantenimiento superficial.

2. Con respecto al objetivo específico 02, “Determinar la variación de uniformidad vertical producidas por las vibraciones sobre la rodadura del pavimento flexible” se concluyó lo siguiente:

El sistema Roadroid proporciona a lo largo del tramo varios puntos donde estos contienen la información del eIRI y el cIRI, estas rugosidades muestran mediante el Gráfico 2 cuanta variación de uniformidad vertical se produce por las vibraciones causadas por el paso del vehículo sobre la rodadura del pavimento flexible. Con respecto a estos datos se deduce en que tramos se genera una mayor variación de uniformidad y en que tramos su uniformidad es constante.

3. Con respecto al objetivo específico 03, “determinar el índice internacional de rugosidad calculado a una velocidad constante entre 20 - 80 km/h” se concluyó lo siguiente:

El sistema Roadroid proporcionó la velocidad del vehículo y la rugosidad del pavimento en cada punto, donde en algunos la velocidad disminuye bruscamente por lo que la rugosidad se eleva, esto en algunos casos es a causa de las (curvas, rompe muelles o las vías férreas) que generan cambios bruscos de uniformidad. Tal como se aprecia en el Grafico 3 que se correlaciona el IRI calculado y estimado con respecto a la velocidad.

VII. RECOMENDACIONES

1. Para los futuros proyecto y artículos de investigación se recomienda ser precisos y leer de ante mano la guía de usuario para poder sacar un mejor partido en la recopilación de datos del sistema Roadroid. Otro de los puntos importantes a tomar en consideración es la de calibrar bien el instrumento de medición del IRI ya que en base a esto los datos serán factibles o no factibles.
2. Para futuros ingenieros o profesionales que estén en el rubro de obras de infraestructura vial o en general este sistema es ampliamente recomendado para la obtención de datos ya que con la sola guía de usuario puedes aprender a utilizarlo y aplicarlo en caso se requiera un seguimiento constante de un pavimento flexible para evitar futuras fallas superficiales o estructurales según sea el caso.
3. También sería de mucha ayuda la nueva actualización que tiene el sistema Roadroid con respecto a la creación de histogramas o gráficos para interpretar los resultados del pavimento flexible que ya viene por defecto del mismo sistema.
4. Es recomendable en comparación con otros métodos de medición de rugosidad, ya que este sistema es más eficiente en cuanto a uso ya que todo aquel que quiera realizar su manejo puede adquirirlo, en cuanto a tiempo no se necesita largos procesos y menos esperar periodos largos para obtener los datos y por último el costo ya que no es necesario pagar cada que se utiliza el instrumento con solo adquirir la membresía del instrumento es suficiente para su uso. Por último, no se corre riesgo de que el instrumento se dañe o no se pueda encontrar a su disposición.

REFERENCIAS

- Almenara Cueto, C. I. (2015). Aplicación de teléfonos inteligentes para determinar la rugosidad de pavimentos urbanos en Lima. Pontificia Universidad Católica Del Perú: Repositorio de Tesis - PUCP. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.B0EE476B&lang=es&site=eds-live>
- Arianto, T., Suprpto, M., & Syafi'i. (2018). Pavement condition assessment using IRI from roadroid and surface distress index method on national road in sumenep regency. IOP Conference Series. Materials Science and Engineering, 333(1) doi: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/333/1/012091>
- Arofah, M. A., & Prahara, E. (2021). Evaluate the accuracy of vehicle type on road surface condition survey using roadroid application. IOP Conference Series. Earth and Environmental Science, 729(1) doi: <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/729/1/012039>
- ASTM (ed.). «ASTM E867 - 06 Standard Terminology Relating to Vehicle-Pavement Systems». astm.org (en inglés). Consultado el 4 de febrero de 2011.
- Badilla Vargas, G. A. (2010). Aspectos y consideraciones importantes en el cálculo del Índice de Regularidad Internacional (IRI). Ingeniería, 20(1-2), 155+. <https://link.gale.com/apps/doc/A302768756/IFME?u=univcv&sid=bookmark-IFME&xid=af2b18b3>
- Camacho Pampamallco, S. Y. (2019). "Evaluación y análisis de la Rugosidad en Pavimentos de la Ciudad de Puno Aplicando el Método Roadroid y el Rugosímetro de Merlín." Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.41F2A782&lang=es&site=eds-live>

- Corredor, G. (2009). Manual de evaluación de pavimentos, Diseño de pavimentos. https://www.academia.edu/37177464/Manual_de_evaluacion_d_e_pavimentos

- Díaz, H. P., Suárez, J. H. R., Melgarejo, Y. H. M., & Rodríguez, J. M. P. (2014). Sistemas automáticos para la adquisición de datos enfocados a examinar pavimentos flexibles. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 24(1), 79-98.

- Du, Y., Liu, C., Wu, D., & Jiang, S. (2014). Measurement of International Roughness Index by using Z-axis accelerometers and GPS. *Mathematical Problems in Engineering*. <https://link.gale.com/apps/doc/A425457202/AONE?u=univcv&sid=bookmark-AONE&xid=486330a3>

- Du, Y., Liu, C., Wu, D., & Li, S. (2016). Application of vehicle mounted accelerometers to measure pavement roughness. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 2016. <https://link.gale.com/apps/doc/A509469180/AONE?u=univcv&sid=bookmark-AONE&xid=416cb43a>

- D.Y. GALAGODA, & Niranga AMARASINGHA. (2019). Smartphone Applications for Pavement Roughness Computation of Sri Lankan Roadways. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 13, 2581. <https://doi.org/10.11175/easts.13.2581>

- Ferreyro, A., & Longhi, A. L. D. (2014). *Metodología de la investigación 1*. Encuentro Grupo Editor. <https://eds.s.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=5&sid=576df709-8d33-430ab3998f7456ab00cb%40redis&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=847673&db=nlebk>

- Ferreyro, A., & Longhi, A. L. D. (2014). *Metodología de la investigación 2*. Encuentro Grupo Editor.

<https://eds.s.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=6&sid=576df709-8d33-430ab3998f7456ab00cb%40redis&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=847674&db=nlebk>

- Final pmt for supply of 05 number of roadoid equipment / travel to afghanistan for training and analyze data. (2015). MENA Report, Retrieved from <https://www.proquest.com/trade-journals/final-pmt-supply-05-number-roadoid-equipment/docview/1737865344/se-2?accountid=37408>
- Godínez, V. L. (2013). Métodos, técnicas e instrumentos de investigación. Lima, Perú.
- Gong, H., Sun, Y., Shu, X., & Huang, B. (2018, November 20). Use of random forests regression for predicting IRI of asphalt pavements. *Construction and Building Materials*, 189, 890+. <https://link.gale.com/apps/doc/A565200105/AONE?u=univcv&sid=bookmark-AONE&xid=60c2e437>
- Hambleton James P., Makhnenko Roman, & Budge Aaron S. (2020). 52.3.2 International Roughness Index (IRI). In *Geo-Congress 2020 - Geotechnical Earthquake Engineering and Special Topics, Selected Papers from Sessions of Geo-Congress 2020, February 25-28, 2020, Minneapolis, Minnesota. American Society of Civil Engineers (ASCE)*. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsknv&AN=edsknv.kt012FVV1A&lang=es&site=eds-live>
- Hanson, T., Cameron, C., & Hildebrand, E. (2014). Evaluation of low-cost consumer-level mobile phone technology for measuring international roughness index (IRI) values. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 41(9), 819+. <https://link.gale.com/apps/doc/A387231707/AONE?u=univcv&sid=bookmark-AONE&xid=f68662c2>

- Hernán De Solminihaç, T. E. A. C. (2018). Gestión de infraestructura vial. EdicionesUC. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=2225766&lang=es&site=eds-live>.
- Hernández Sampieri, R. (2014). Metodología de la Investigación. Sexta Edición. Editorial McGraw-Hill. México. Recuperado de: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wpcontent/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigación-sexta-edición.compressed.pdf>.
- Hiroyuki ONEYAMA, & Viengnam DOUANGPHACHANH. (2014). A Model for the Estimation of Road Roughness Condition from Sensor Data Collected by Android Smartphones. 土木学会論文集D3 (土木計画学), 70(5), null-103. https://doi.org/10.2208/jscejpm.70.l_103
- Jones, H. (2014). Monitoreo continuo del estado de la carretera Roadroid con teléfonos inteligentes. https://pdfs.semanticscholar.org/1654/585fbc39893b7b8bd7aca3af4d83aa56f308.pdf?_ga=2.230617180.1772630991.1635294380-1143177299.1633205204
- Lars Forslof Hans Jones. (2015). Roadroid : Continuous Road Condition Monitoring with Smart Phones. 土木工程与建筑 : 英文版 / Journal of Civil Engineering and Architecture, 4, 485. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edscqv&AN=edscqv.664529887&lang=es&site=eds-live>
- Latorre Gamboa, F. E. (2018). "Aplicación del sistema Roadroid utilizando smartphone para diagnosticar la uniformidad superficial del pavimento en el Centro Urbano de Chiclayo." Universidad César Vallejo; Repositorio Institucional - UCV. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.A76471D2&lang=es&site=eds-live>

- Lukman, M., Halim, H., & Saing, Z. (2020). The flatness levels of flexible road based on roadroid software in perintis kemerdekaan street makassar. IOP Conference Series.Earth and Environmental Science, 419(1) doi: <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/419/1/012008>

- LUKMAN, M., HALIM, H. y SAING, Z. (2020). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science The flatness levels of flexible road based on roadroid software in Perintis Kemerdekaan Street Makassar The flatness levels of flexible road based on roadroid software in Perintis Kemerdekaan Street M., pp. 10. DOI 10.1088/1755-1315/419/1/012008.

- Manco Castillo, K. G. (2020). Análisis de la variabilidad del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) de la carretera Baños del Inca – Llacanora, utilizando el equipo MERLIN y la aplicación Roadroid en un smartphone. Universidad Privada Del Norte; Repositorio Institucional - UPN. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.FDCF28FF&lang=es&site=eds-live>.

- MEF (2018). Consultoría para la evaluación de diseño y ejecución presupuestal (EDEP) para las acciones de mantenimiento y de aquellas dirigidas a garantizar la seguridad vial en el transporte. https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_public/ppr/eval_indep/2018_inf_financiera/EDEP_seguridad_vial_transp.pdf

- MTC (2018). Manual De Carreteras Mantenimiento O Conservación Vial R.D. N° 08-2014-Mtc/14 Incorporación De Parte Iv Rd N° 05-2016-Mtc/14. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC

- NT CE.010 (2017). Pavimentos Urbanos, Reglamento nacional de edificaciones. https://cdnweb.construccion.org/normas/files/tecnicas/Pavimentos_Urbanos.pdf

- Perneti, M., D'Apuzzo, M., & Galante, F. (2016). A NEW APPROACH TO ASSESS THE INFLUENCE OF ROAD ROUGHNESS ON DRIVER SPEED BEHAVIOR BASED ON DRIVING SIMULATOR TESTS. *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, 11(2), 144+. <https://link.gale.com/apps/doc/A677900997/AONE?u=univcv&sid=bookmark-AONE&xid=5473236c>

- Pineda, E. B., De Alvarado, E. L., & de Canales, F. H. (1994). Metodología de la investigación: manual para el desarrollo de personal de salud. OPS. <http://187.191.86.244/rceis/registro/Metodologia%20de%20la%20Investigacion%20Manual%20para%20el%20Desarrollo%20de%20Personal%20de%20Salud.pdf>

- Prahara, E., Nataadmadja, A. D., Arofah, M. A., & Pionar, R. G. (2021, July). Analysis of Vehicle Type for Roadroid Application. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 794, No. 1, p. 012062). IOP Publishing.

- Putra, D. A., Suprpto, M., Putra, D. A., & Suprpto, M. (2018). Assessment of the road based on PCI and IRI roadroid measurement. *MATEC Web of Conferences*, 195(1). <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eoah&AN=46349892&lang=es&site=ehost-live>

- Radovic, N., Jokanovic, I., Matic, B., & Seslija, M. (2016). A measurement of roughness as indicator of road network condition --case study Serbia/Mjerenje hrapavosti kolnika kao indikator stanja cestovne mreze--studija slucaja Srbija. *Tehnicki Vjesnik - Technical Gazette*, 23(3), 881+. <https://link.gale.com/apps/doc/A459170662/AONE?u=univcv&sid=bookmark-AONE&xid=2d49eb91>

- Ramírez Castro, B. S. (2017). Cálculo del IRI mediante acelerómetro de smartphone en el tramo Huarmey - Casma de la carretera Panamericana Norte. Pontificia Universidad Católica Del Perú; Repositorio de Tesis -

PUCP. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.A509AB4B&lang=es&site=eds-live>

- Researchers at Vilnius Gediminas Technical University Have Published New Data on Applied Sciences (Variability of Gravel Pavement Roughness: An Analysis of the Impact on Vehicle Dynamic Response and Driving Comfort). (2021, September 17). Science Letter, 1724. <https://link.gale.com/apps/doc/A675118340/AONE?u=univcv&sid=bookmark-AONE&xid=e297d938>
- Roadroid (2014). Referencias de proyectos Roadroid. <https://www.roadroid.com/common/References/Roadroid%20Referencia%20de%20proyectos.pdf>
- Roadroid (2014). Guía de usuario fundamentos. <https://docplayer.es/1560559-Fundamentos-para-uso-profesional.html>
- Surbakti, M. S., & Ginting, P. (2020). Comparison of road inequality values using roughometer III and roadroid applications. IOP Conference Series. Materials Science and Engineering, 801(1) doi: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/801/1/012026>
- Tehrani, S. S., Falls, L. C., & Mesher, D. (2015). Road users' perception of roughness and the corresponding IRI threshold values. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 42(4), 233+. <https://link.gale.com/apps/doc/A412982319/AONE?u=univcv&sid=bookmark-AONE&xid=912b7006>
- THE TRANSTEC GROUP (2016). ¿Qué es ProVAL?. <http://www.roadprofile.com/download/ProVAL-Intro-Spanish.pdf>
- Vidal Asencios, D. (2016). Medición y comparación de la rugosidad en pavimentos de la ciudad de Huánuco: mediante smartphone y un método tradicional. Pontificia Universidad Católica Del Perú; Repositorio de Tesis-

PUCP. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.49E1174A&lang=es&site=eds-live>

- Zimoz, R., Wodecki, J., Sobkowicz, J. H., Wylomanska, A., Stefaniak, P., Sliwinski, P., & Kaniewski, T. (2018). Mobile based vibration monitoring and its application to road quality monitoring in deep underground mine. *Vibroengineering* *Procedia*, 19, 153+. <https://link.gale.com/apps/doc/A557713874/AONE?u=univcv&sid=bookmark-AONE&xid=d2924c31>

Anexos

1.- Matriz De Consistencia

“Evaluación de Superficie de Rodadura en Pavimento Flexible para Determinar Uniformidad aplicando el sistema Roadroid con smartphone Juliaca Puno 2022”

Tabla 12: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><u>Problema General</u></p> <p>PG: ¿Cómo evaluar la superficie de rodadura del pavimento flexible para determinar su uniformidad aplicando el sistema Roadroid con smartphone?</p> <p><u>Problemas Específicos</u></p> <p>PE1: ¿Cómo determinar el índice internacional de rugosidad aplicando el sistema Roadroid con smartphone sobre la rodadura del pavimento flexible?</p> <p>PE2: ¿Cómo determinar la variación de uniformidad vertical producidas por las vibraciones sobre la rodadura del pavimento flexible?</p> <p>PE3: ¿Cómo determinar el índice internacional de rugosidad calculado a una velocidad constante entre 60 – 90 km/h?</p>	<p><u>Objetivo General</u></p> <p>OG: “Evaluar la superficie de rodadura del pavimento flexible para determinar su uniformidad aplicando el sistema Roadroid con smartphone”</p> <p><u>Objetivos Específicos</u></p> <p>OE1: “Determinar el índice internacional de rugosidad aplicando el sistema Roadroid con smartphone sobre la rodadura del pavimento flexible”</p> <p>OE2: “Determinar la variación de uniformidad vertical producidas por las vibraciones sobre la rodadura del pavimento flexible”</p> <p>OE3: “determinar el índice internacional de rugosidad calculado a una velocidad constante entre 20 - 80 km/h”</p>	<p>Al ser del nivel descriptivo y de un diseño no experimental no se formula hipótesis.</p>	<p>Variable Y = Variable dependiente:</p> <p>Determinación de la uniformidad del pavimento flexible (aplicación del sistema Roadroid)</p> <p>Indicadores:</p> <p>Condición de pavimento Y1 GPS Y2 Velocidad Y3 Acelerómetro Y4</p> <p>Variable Y = Variable independiente</p> <p>Evaluación de superficie de rodadura</p> <p>Indicadores:</p> <p>Bien X1 Satisfactorio X2 Insatisfactorio X3 Malo X4</p>	<p><u>Método de la Investigación</u></p> <p>Enfoque cuantitativo.</p> <p><u>Tipo de Investigación</u></p> <p>Es del tipo aplicada.</p> <p><u>Nivel de la Investigación</u></p> <p>Descriptivo.</p> <p><u>Diseño de la Investigación:</u></p> <p>No Experimental</p> <p><u>Población</u></p> <p>La población se localiza en el Departamento de Puno. En el tramo Juliaca – Puno.</p> <p><u>Muestra</u></p> <p>se consideró una muestra de 34.571 km de recorrido.</p> <p><u>Muestreo</u></p> <p>Es un método no estadístico, no probabilístico, siendo una muestra a conveniencia del investigador.</p> <p><u>Técnicas</u></p> <p>In- situ, Gabinete</p> <p><u>Instrumentos</u></p> <p>Móvil inteligente, vehículo,</p>

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana

2.- Operacionalización De Variables

“Evaluación de Superficie de Rodadura en Pavimento Flexible para Determinar Uniformidad aplicando el sistema Roadroid con smartphone Juliaca Puno 2022”

Tabla 13: Operacionalización de Variables

Variable		Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable Dependiente	Determinación de la uniformidad del pavimento flexible	El sistema Roadroid es un aplicativo que con la ayuda de un acelerómetro y un GPS incorporados en el teléfono inteligente (smartphone) nos permite monitorear y determinar su uniformidad, que se obtiene de las vibraciones del recorrido sobre la capa de rodadura. con la ayuda del internet se puede transferir los datos obtenidos. (Roadroid, 2014)	El sistema Roadroid fue perfeccionada con la ayuda de la innovación de la tecnología de los celulares inteligentes, por la "guía de usuario - fundamentos Roadroid en Rusia en mayo de 2014" este sistema permite el monitoreo del índice internacional de rugosidad por medio de vibraciones generadas a lo largo de la vía, como resultado obtenemos los datos del índice Roadroid.	Índice internacional de Rugosidad (IRI)	1.Condición de pavimento (m/km) 2.coordenadas 3.Acelerómetro (km/h ²) 4.Velocidad (km/h)	Intervalo
		Los datos obtenidos son: KML, File y Shape File que se pueden generar en aplicaciones de mapas como Google Earth, Google Map, etc. Datos en formato (*.txt) generados para cada segmento de la carretera al menos cada 20m a 50m. los datos contienen: hora y fecha del estudio, nombre de segmento, posición GPS, Km/distancia, velocidad, los cambios en la alineación vertical de la carretera, eIRI, cIRI. (Lukman, 2020).	ASTM E 867-06 “ Standard Terminology Relating to Vehicle-Pavement Systems ”, indica que la rugosidad es: La variación que se produce a causa del mal drenaje y las cargas dinámicas aplicadas, que afectan a la transitabilidad del vehículo y la calidad de manejo. Esta variación se mide respecto a una superficie plana teórica.	Índice Roadroid	1.eIRI Estimado. 2.cIRI Calculado.	
Variable Independiente	Evaluación de superficie de rodadura	A lo largo de la vida útil del pavimento se originan diversas causas que afectan la superficie de rodadura, como fallas funcionales esto se da en la capa asfáltica y se basa en la reparación de la rugosidad o regularidad, fallas estructurales se produce en una o más capas que conforman la estructura del pavimento. (Gustavo Corredor M., 2009) P. 47	Según la Norma Técnica CE. 010 pavimentos Urbanos. Habla acerca de regular los aspectos técnicos relacionados con el mantenimiento de pavimentos. Además, habla de los métodos sugeridos para el diseño estructural de pavimentos asfálticos urbanos.	Monitoreo de superficie de rodadura	1.Verde = bien 2.Amarillo = satisfactorio 3.Rojo = insatisfactorio 4.Negro = malo	Ordinal

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

3.- Autorización del Instrumento Utilizado Por el Sistema Roadroid

“Ficha De Datos Del Sistema Roadroid”

Tabla 14: Formato del instrumento utilizado por el Sistema Roadroid.

PROYECTO:	“Evaluación de Superficie de Rodadura en Pavimento Flexible para Determinar Uniformidad Aplicando el Sistema Roadroid con Smartphone Juliaca Puno 2022”						COORDENADAS UTM			
UBICACIÓN	: Departamento de Puno - Provincia de San Román - Distrito de Juliaca						INICIO UTM		FINAL UTM	
INVESTIG.	: Joel Jhonatan Carita Cahuana						ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
cIRI-sensitivity	: 1,5	eIRI-sensitivity	: 1	Recorrido	: 34.571 km		379011.46	8285597.03	388926.47	8251560.46
Nº de Puntos	Date Time	Latitude	Longitude	Distance (m)	Speed (km/h)	Altitude (m)	Grade (%)	eIRI	cIRI	Roadld

<u>DATOS DEL VALIDADOR</u>			
APELLIDOS Y NOMBRES	:		DNI :
ESPECIALIDAD	:		TELEFONO :
VALIDACIÓN A JUICIO DEL EXPERTO		APROBADO	SI NO

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

PRIMER EVALUADOR

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

FICHA DE DATOS DEL SISTEMA ROADROID										
PROYECTO:	"Evaluación de Superficie de Rodadura en Pavimento Flexible para Determinar Uniformidad Aplicando el Sistema Roadroid con Smartphone Juliaca Puno 2022"						COORDENADAS UTM			
UBICACIÓN	: Departamento de Puno - Provincia de San Roman - Distrito de Juliaca						INICIO UTM		FINAL UTM	
INVESTIG.	: Joel Jhonatan Carita Cahuana						ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
eIRI-sensitivity	: 1,5	eIRI-sensitivity	: 1	Recorrido	: 34.571 km		379011.46	8285597.03	388926.47	8251560.46
N° de Puntos	Date Time	Latitude	Longitude	Distance (m)	Speed (km/h)	Altitude (m)	Grade (%)	eIRI	eIRI	RoadId

DATOS DEL VALIDADOR			
APELLIDOS Y NOMBRES	: MESTAS PACOMPIA LEONARDO	DNI	: 40479421
ESPECIALIDAD	:	TELEFONO	: 998609089
VALIDACIÓN A JUICIO DEL EXPERTO		APROBADO	SI NO
		SI	NO

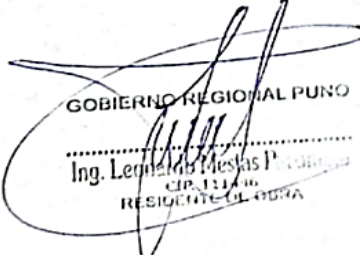

 GOBIERNO REGIONAL PUNO
 Ing. Leonardo Mestas Pacompia
 CIP. 1114
 RESIDENTE EN OBRA

Figura 18: Primer evaluador de la ficha de datos.

SEGUNDO EVALUADOR

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

FICHA DE DATOS DEL SISTEMA ROADROID										
PROYECTO:	“Evaluación de Superficie de Rodadura en Pavimento Flexible para Determinar Uniformidad Aplicando el Sistema Roadroid con Smartphone Juliaca Puno 2022”						COORDENADAS UTM			
UBICACIÓN	: Departamento de Puno - Provincia de San Roman - Distrito de Juliaca						INICIO UTM		FINAL UTM	
INVESTIG.	: Joel Jhonatan Carita Cahuana						ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
eIRI-sensitivity	: 1,5	eIRI-sensitivity	: 1	Recorrido	: 34.571 km		379011.46	8285597.03	388926.47	8251560.46
N° de Puntos	Date Time	Latitude	Longitude	Distance (m)	Speed (km/h)	Altitude (m)	Grade (%)	eIRI	cIRI	RoadId

DATOS DEL VALIDADOR				
APELLIDOS Y NOMBRES	: VARGAS PALOMINO ANAR HENRY	DNI	: 02064086	
ESPECIALIDAD	: PAVIMENTOS URBANOS Y CARRETEROS	TELEFONO	: 964648439	
VALIDACIÓN A JUICIO DEL EXPERTO			APROBADO	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>



Figura 19: Segundo evaluador de la ficha de datos.

TERCER EVALUADOR

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

FICHA DE DATOS DEL SISTEMA ROADROID										
PROYECTO:	“Evaluación de Superficie de Rodadura en Pavimento Flexible para Determinar Uniformidad Aplicando el Sistema Roadroid con Smartphone Juliaca Puno 2022”					COORDENADAS UTM				
UBICACIÓN	: Departamento de Puno - Provincia de San Roman - Distrito de Juliaca					INICIO UTM		FINAL UTM		
INVESTIG.	: Joel Jhonatan Carita Cahuana					ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	
cIRI-sensitivity	: 1,5	eIRI-sensitivity	: 1	Recorrido	: 34.571 km		379011.46	8285597.03	388926.47	8251560.46
N° de Puntos	Date Time	Latitude	Longitude	Distance (m)	Speed (km/h)	Altitude (m)	Grade (%)	eIRI	cIRI	RoadId

DATOS DEL VALIDADOR					
APELLIDOS Y NOMBRES	: POCURI ZAPANA OMAR ABEL			DNI	: 02446328
ESPECIALIDAD	: ING. CIVIL			TELEFONO	: 9360384183
VALIDACIÓN A JUICIO DEL EXPERTO				APROBADO	SI NO



Figura 20: Tercer evaluador de la ficha de datos.

4.- Confiabilidad y Valides Del Instrumento

La confiabilidad se dio por juicio de expertos donde los evaluadores fueron tres ingenieros civiles.

Tabla 15: Valides del instrumento por la escala de Likert.

<u>VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO POR LA ESCALA LIKERT</u>					
PROYECTO	:	“Evaluación de Superficie de Rodadura en Pavimento Flexible para Determinar Uniformidad Aplicando el Sistema Roadroid con Smartphone Juliaca Puno 2022”			
INVESTIGADOR	:	Joel Jhonatan Carita Cahuana			
TIPO DE INSTRUMENTO	:	Sistema Roadroid			
ITEM	Escala de Likert				
	1	2	3	4	5
Nº de Puntos					
Date Time					
Latitude					
Longitude					
Distance (m)					
Speed (km/h)					
Altitude (m)					
Grade (%)					
eIRI					
cIRI					
Roadld					
Leyenda					
LEYENDA DE LA PUNTUACIÓN DE LA ESCALA DE LIKERT	PUNTUACIÓN	PERCEPCIÓN DE LA ESCALA			
	5	: Muy de acuerdo			
	4	: De acuerdo			
	3	: Ni de acuerdo ni en desacuerdo			
	2	: En desacuerdo			
	1	: Muy en desacuerdo			
<u>DATOS DEL VALIDADOR</u>					
APROBADO	:	SI	NO	CODIGO CIP	:
ESPECIALIDAD	:				FIRMA
APELLIDOS Y NOMBRES	:				

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

PRIMER EVALUADOR

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

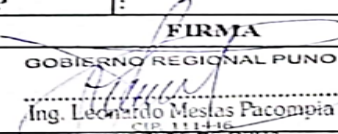
VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO POR LA ESCALA LIKERT					
PROYECTO	:	"Evaluación de Superficie de Rodadura en Pavimento Flexible para Determinar Uniformidad Aplicando el Sistema Roadroid con Smartphone Juliaca Puno 2022"			
INVESTIGADOR	:	Joel Jhonatan Carita Cahuana			
TIPO DE INSTRUMENTO	:	Sistema Roadroid			
ITEM	Escala de Likert				
	1	2	3	4	5
Nº de Puntos					X
Date Time					X
Latitude					X
Longitude					X
Distance (m)					X
Speed (km/h)					X
Altitude (m)					X
Grade (%)					X
eIRI					X
cIRI					X
RoadId					X
Leyenda					X
LEYENDA DE LA Puntuación DE LA ESCALA DE LIKERT	Puntuación	PERCEPCIÓN DE LA ESCALA			
	5	: Muy de acuerdo			
	4	: De acuerdo			
	3	: Ni de acuerdo ni en desacuerdo			
	2	: En desacuerdo			
1	: Muy en desacuerdo				
DATOS DEL VALIDADOR					
APROBADO	:	<u>SI</u>	NO	CODIGO CIP	:
ESPECIALIDAD	:				FIRMA
APELLIDOS Y NOMBRES	:	MESTAS PACOMPIA LEONARDO			 GOBIERNO REGIONAL PUNO Ing. Leonardo Mestas Pacompia CIP. 111416 RESIDENTE DE OBRA

Figura 21: Primer evaluador de la validación del instrumento.

SEGUNDO EVALUADOR

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO POR LA ESCALA LIKERT					
PROYECTO	:	"Evaluación de Superficie de Rodadura en Pavimento Flexible para Determinar Uniformidad Aplicando el Sistema Roadroid con Smartphone Juliaca Puno 2022"			
INVESTIGADOR	:	Joel Jhonatan Carita Cahuana			
TIPO DE INSTRUMENTO	:	Sistema Roadroid			
ITEM	Escala de Likert				
	1	2	3	4	5
Nº de Puntos					X
Date Time					X
Latitude					X
Longitude					X
Distance (m)					X
Speed (km/h)					X
Altitude (m)					X
Grade (%)					X
eIRI					X
cIRI					X
RoadId					X
Leyenda					X
LEYENDA DE LA PUNTUACIÓN DE LA ESCALA DE LIKERT	PUNTUACIÓN	PERCEPCIÓN DE LA ESCALA			
	5	: Muy de acuerdo			
	4	: De acuerdo			
	3	: Ni de acuerdo ni en desacuerdo			
	2	: En desacuerdo			
1	: Muy en desacuerdo				
DATOS DEL VALIDADOR					
APROBADO	:	SI	NO	CODIGO CIP	
ESPECIALIDAD	:	CONCRETO Y PAVIMENTOS VERDEOS			FIRMA
APELLIDOS Y NOMBRES	:	VARGAS PALOMERO OMAR HENRY			

Figura 22: Segundo evaluador de la validación del instrumento.

TERCER EVALUADOR

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

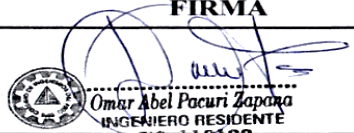
VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO POR LA ESCALA LIKERT					
PROYECTO	:	"Evaluación de Superficie de Rodadura en Pavimento Flexible para Determinar Uniformidad Aplicando el Sistema Roadroid con Smartphone Juliaca Puno 2022"			
INVESTIGADOR	:	Joel Jhonatan Carita Cahuana			
TIPO DE INSTRUMENTO	:	Sistema Roadroid			
ITEM	Escala de Likert				
	1	2	3	4	5
N° de Puntos					X
Date Time					X
Latitude					X
Longitude					X
Distance (m)					X
Speed (km/h)					X
Altitude (m)					X
Grade (%)					X
eIRI					X
cIRI					X
RoadId					X
Leyenda					X
LEYENDA DE LA PUNTUACIÓN DE LA ESCALA DE LIKERT	PUNTUACIÓN	PERCEPCIÓN DE LA ESCALA			
	5	: Muy de acuerdo			
	4	: De acuerdo			
	3	: Ni de acuerdo ni en desacuerdo			
	2	: En desacuerdo			
1	: Muy en desacuerdo				
DATOS DEL VALIDADOR					
APROBADO	:	SI	NO	CODIGO CIP	: 119162
ESPECIALIDAD	:	ING. CIVIL			FIRMA
APELLIDOS Y NOMBRES	:	PACURI ZAPANA OMAR ABEL			 Omar Abel Pacuri Zapana INGENIERO RESIDENTE CIP 119122

Figura 23: Tercer evaluador de la validación del instrumento.

Prueba piloto del alfa de cronbach de la variable de determinación de la uniformidad del pavimento flexible se realizó como una forma de comprobación del instrumento utilizado dando como resultado una fiabilidad del instrumento de 0.901.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

Escala: TODAS LAS VARIABLES

Resumen del procesamiento de los casos

		N	%
Casos	Válidos	10	100,0
	Excluidos ^a	0	,0
	Total	10	100,0

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,901	7

Figura 24: Comprobación de la prueba piloto por el alfa de cronbach.

5.-Datos proporcionados por el sistema Roadroid cada 50 metros.

La recopilación de datos en el tramo Juliaca - Puno se tomó en consideración una muestra de 34.571 km dando inicio en la Autopista Mártires 4 de noviembre con jr. Olmos ubicado en la Ciudad de Juliaca y culminando en Alto Puno a la altura del Jr. Santa Cruz ubicado en la Ciudad de Puno de recorrido a lo largo del pavimento asfáltico. Para lo cual se tomó progresivas cada 3000 metros o 3 kilómetros de recorrido con 60 puntos obtenidos en cada tramo, para un mejor análisis de cada tramo del pavimento.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.



Figura 25: Inicio del recorrido en la Autopista Mártires 4 de noviembre con Jr. Olmos.

Fuente: *Joel Jhonatan Carita Cahuana.*



Figura 26: Final del recorrido en Alto Puno a la altura del Jr. Santa Cruz.

5.a. Progresiva Km 0+000 Al 3+000.

Tabla 16: Datos Obtenidos del sistema Roadroid en el Km 0+000 al 3+000.

PROYECTO:		“Evaluación de Superficie de Rodadura en Pavimento Flexible para Determinar Uniformidad Aplicando el Sistema Roadroid con Smartphone Juliaca Puno 2022”					COORDENADAS UTM			
UBICACIÓN		: Departamento de Puno - Provincia de San Román - Distrito de Juliaca					INICIO UTM		FINAL UTM	
INVESTIG.		: Joel Jhonatan Carita Cahuana					ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
PROGRESIVA 0+000		cIRI-sensitivity: 1,5	eIRI-sensitivity: 1	Recorrido	: 34.571 km	379011.5	8285597	388926.47	8251560.46	
Puntos	DateTime	Latitude	Longitude	Distance (m)	Speed (km/h)	Altitude (m)	Grade (%)	eIRI	cIRI	RoadId
1	17/05/2022 11:29	-15,522,657	-70,120,335	50	47.03	3868.00	0	2.26	2.45	Juliaca - Puno
2	17/05/2022 11:29	-155,230,129,625,023	-70,120,181,714,173	100	49.33	3867.40	-1.2	4.09	5.54	Juliaca - Puno
3	17/05/2022 11:29	-155,235,150,306,422	-701,199,597,710,108	150	50.08	3867.00	-0.8	7.01	8.83	Juliaca - Puno
4	17/05/2022 11:29	-155,237,931,159,344	-701,198,429,501,685	200	49.56	3867.40	0.8	5.36	10.02	Juliaca - Puno
5	17/05/2022 11:29	-155,242,958,425,605	-701,196,190,173,454	250	49.99	3868.00	1.2	4.39	9.53	Juliaca - Puno
6	17/05/2022 11:29	-155,248,002,272,818	-701,193,985,229,246	300	47.12	3868.00	0	6.48	6.56	Juliaca - Puno
7	17/05/2022 11:29	-155,252,486,723,964	-701,191,994,861,142	350	45.14	3868.50	1	10.25	9.33	Juliaca - Puno
8	17/05/2022 11:30	-155,254,620,107,624	-701,191,009,952,397	400	46.14	3869.00	1	4.37	6.94	Juliaca - Puno
9	17/05/2022 11:30	-155,259,065,957,243	-701,189,068,440,455	450	47.73	3869.00	0	3.01	5.95	Juliaca - Puno
10	17/05/2022 11:30	-155,263,782,051,719	-70,118,702,737,443	500	49.54	3869.00	0	4.62	5.14	Juliaca - Puno
11	17/05/2022 11:30	-155,268,777,100,336	-701,184,828,702,487	550	50.52	3869.00	0	7.06	9.96	Juliaca - Puno
12	17/05/2022 11:30	-15,527,163,582,608	-701,183,600,360,252	600	51.75	3869.20	0.4	3.89	8.12	Juliaca - Puno
13	17/05/2022 11:30	-155,277,124,385,545	-701,181,275,999,604	650	52.52	3869.00	-0.4	7.53	7.36	Juliaca - Puno
14	17/05/2022 11:30	-155,280,251,212,855	-701,179,907,577,947	700	49.71	3869.00	0	8.61	8.66	Juliaca - Puno
15	17/05/2022 11:30	-155,285,265,656,856	-701,177,768,146,154	750	45.09	3868.80	-0.4	9.60	9.44	Juliaca - Puno
16	17/05/2022 11:30	-155,289,320,271,941	-701,176,047,263,862	800	40.25	3868.80	0	9.02	5.07	Juliaca - Puno
17	17/05/2022 11:30	-155,292,526,498,445	-701,174,935,401,651	850	34.35	3869.57	1.54	15.89	13.70	Juliaca - Puno
18	17/05/2022 11:30	-155,297,505,580,954	-701,172,338,343,451	900	35.53	3869.67	0.19	11.19	9.89	Juliaca - Puno
19	17/05/2022 11:30	-155,301,454,511,944	-701,170,172,270,584	950	40.33	3869.00	-1.33	2.24	3.83	Juliaca - Puno
20	17/05/2022 11:30	-15,530,488,858,191	-701,168,708,272,687	1000	43.87	3869.00	0	2.16	3.79	Juliaca - Puno
21	17/05/2022 11:30	-155,308,904,463,793	-70,116,690,589,854	1050	38.33	3869.00	0	3.42	4.57	Juliaca - Puno
22	17/05/2022 11:30	-155,313,288,885,705	-701,165,001,556,927	1100	29.56	3869.00	0	3.93	4.70	Juliaca - Puno
23	17/05/2022 11:31	-155,317,274,605,048	-701,163,281,452,579	1150	28.36	3869.00	0	4.98	5.39	Juliaca - Puno
24	17/05/2022 11:31	-155,323,145,016,438	-70,116,086,582,621	1200	25.87	3868.17	-1.67	4.21	3.25	Juliaca - Puno
25	17/05/2022 11:31	-155,326,289,694,574	-701,159,448,958,099	1250	34.45	3868.67	1	4.80	5.08	Juliaca - Puno

26	17/05/2022 11:31	-155,330,284,995,888	-701,157,741,455,257	1300	37.13	3869.33	1.33	2.39	4.14	Juliaca - Puno
27	17/05/2022 11:31	-15,533,478,778,529	-701,155,894,885,884	1350	38.33	3869.00	-0.67	3.00	4.60	Juliaca - Puno
28	17/05/2022 11:31	-155,337,804,829,555	-701,154,612,914,768	1400	40.45	3869.33	0.67	3.40	5.20	Juliaca - Puno
29	17/05/2022 11:31	-155,343,010,916,648	-70,115,214,140,413	1450	40.94	3870.00	1.33	3.22	5.71	Juliaca - Puno
30	17/05/2022 11:31	-155,346,406,231,355	-701,150,626,863,259	1500	42.29	3870.00	0	3.94	4.76	Juliaca - Puno
31	17/05/2022 11:31	-155,350,074,595,121	-701,148,978,197,992	1550	43.16	3870.17	0.33	1.91	3.44	Juliaca - Puno
32	17/05/2022 11:31	-155,356,096,406,716	-701,146,441,291,155	1600	43.98	3870.00	-0.33	1.49	2.06	Juliaca - Puno
33	17/05/2022 11:31	-155,360,047,686,744	-701,144,657,510,363	1650	43.14	3870.80	1.6	1.88	2.86	Juliaca - Puno
34	17/05/2022 11:31	-155,363,877,206,186	-701,143,005,646,644	1700	41.26	3871.80	2	1.93	3.51	Juliaca - Puno
35	17/05/2022 11:32	-155,367,215,984,476	-701,141,605,437,952	1750	40.48	3872.00	0.4	1.58	1.81	Juliaca - Puno
36	17/05/2022 11:32	-155,372,392,394,904	-701,139,365,046,464	1800	42.22	3872.00	0	1.45	1.95	Juliaca - Puno
37	17/05/2022 11:32	-15,537,617,470,373	-701,137,707,909,453	1850	43.36	3872.00	0	1.84	2.61	Juliaca - Puno
38	17/05/2022 11:32	-15,538,007,898,095	-701,135,950,169,027	1900	50.43	3871.60	-0.8	2.78	4.44	Juliaca - Puno
39	17/05/2022 11:32	-155,385,388,607,322	-701,133,626,501,364	1950	54.33	3871.25	-0.7	2.30	6.36	Juliaca - Puno
40	17/05/2022 11:32	-155,388,899,220,553	-701,132,351,002,206	2000	58.01	3872.00	1.5	1.93	5.50	Juliaca - Puno
41	17/05/2022 11:32	-155,392,931,472,512	-701,130,930,237,088	2050	60.53	3871.25	-1.5	1.66	3.07	Juliaca - Puno
42	17/05/2022 11:32	-155,397,291,261,863	-701,129,086,755,281	2100	62.60	3871.00	-0.5	1.88	2.80	Juliaca - Puno
43	17/05/2022 11:32	-155,401,972,010,069	-701,127,166,852,964	2150	62.25	3871.00	0	2.18	3.34	Juliaca - Puno
44	17/05/2022 11:32	-155,406,566,795,654	-701,125,397,735,891	2200	62.60	3871.00	0	2.50	4.28	Juliaca - Puno
45	17/05/2022 11:32	-155,408,339,650,621	-701,124,736,537,422	2250	61.79	3871.75	1.5	3.20	4.95	Juliaca - Puno
46	17/05/2022 11:32	-155,412,684,478,123	-701,122,995,236,663	2300	59.25	3872.20	0.9	3.05	5.39	Juliaca - Puno
47	17/05/2022 11:32	-155,419,568,807,985	-701,120,330,505,963	2350	59.29	3872.50	0.6	2.20	4.01	Juliaca - Puno
48	17/05/2022 11:32	-155,423,756,498,749	-701,118,661,395,426	2400	58.80	3872.00	-1	3.71	4.64	Juliaca - Puno
49	17/05/2022 11:32	-155,427,760,123,228	-701,117,019,082,215	2450	57.99	3872.00	0	5.17	7.10	Juliaca - Puno
50	17/05/2022 11:32	-155,431,695,808,101	-701,115,326,857,748	2500	57.29	3872.25	0.5	3.72	6.68	Juliaca - Puno
51	17/05/2022 11:32	-155,435,423,754,271	-701,113,735,623,259	2550	56.51	3873.00	1.5	5.19	6.93	Juliaca - Puno
52	17/05/2022 11:32	-155,439,062,301,437	-701,112,191,931,689	2600	55.92	3873.00	0	4.09	8.59	Juliaca - Puno
53	17/05/2022 11:33	-155,442,709,467,232	-701,110,603,952,209	2650	55.05	3872.75	-0.5	2.61	7.15	Juliaca - Puno
54	17/05/2022 11:33	-155,446,214,685,159	-701,109,039,028,818	2700	54.76	3872.40	-0.7	2.30	5.97	Juliaca - Puno
55	17/05/2022 11:33	-155,452,188,661,173	-70,110,650,357,903	2750	56.03	3872.25	-0.3	2.45	4.60	Juliaca - Puno
56	17/05/2022 11:33	-155,455,794,685,261	-701,104,958,012,314	2800	58.24	3872.25	0	2.25	4.16	Juliaca - Puno
57	17/05/2022 11:33	-155,459,682,544,892	-701,103,287,770,988	2850	60.47	3872.00	-0.5	2.43	4.43	Juliaca - Puno
58	17/05/2022 11:33	-155,464,092,437,573	-701,101,392,439,639	2900	62.37	3872.00	0	2.37	4.51	Juliaca - Puno
59	17/05/2022 11:33	-155,468,598,268,888	-701,099,405,757,361	2950	62.71	3871.50	-1	2.66	5.12	Juliaca - Puno
60	17/05/2022 11:33	-15,547,313,954,831	-701,097,488,521,538	3000	61.42	3871.00	-1	3.62	5.52	Juliaca - Puno

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

Tabla 17: Cuadro resumen de los resultados en el Km 0+000 al 3+000.

TRAMO DE LA PROGRESIVA 0+000 AL 3+000						
ESTADO DE LA CARRETERA		PUNTOS	PORCENTAJE (%)	PROMEDIO eIRI (m/km)	PROMEDIO cIRI (m/km)	PROMEDIO SPEED (Km/h)
Bueno	<2.2	13	21.31%	4.08	5.59	3870.28
Satisfactorio	2.2 - 3.8	24	39.34%			
No Satisfactorio	3.8 - 5.4	14	22.95%			
Pobre	>5.4	10	16.39%			
TOTAL		61	100.00%			

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

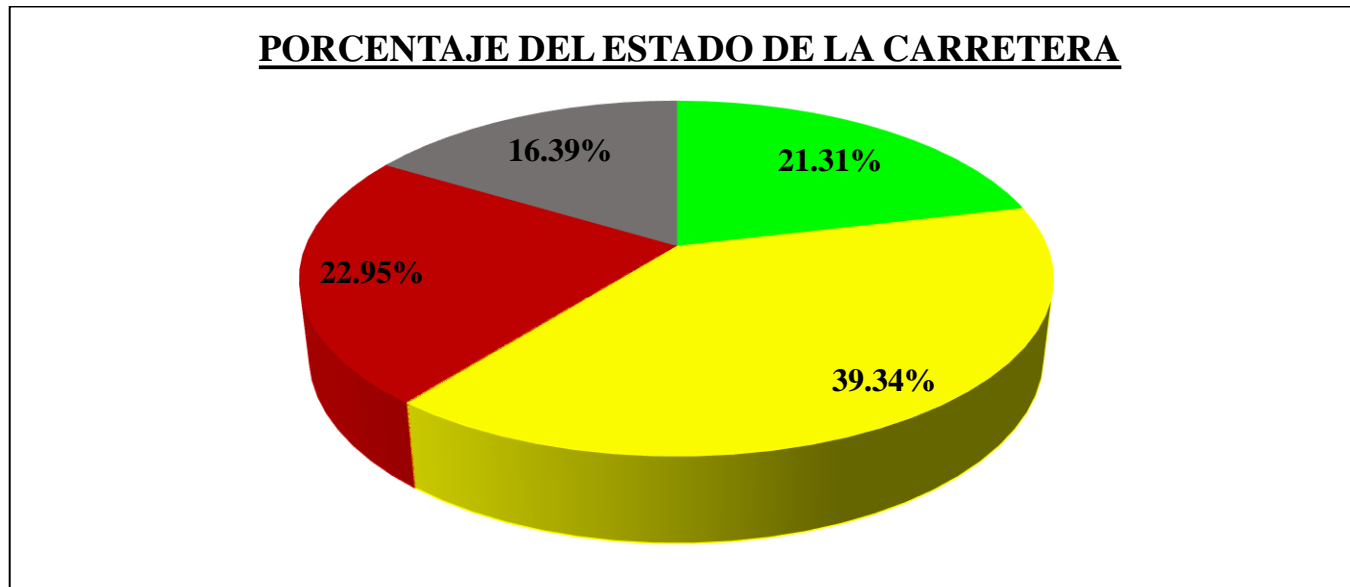


Gráfico 5: Porcentaje del estado de la carretera en el Km 0+000 al 3+000.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

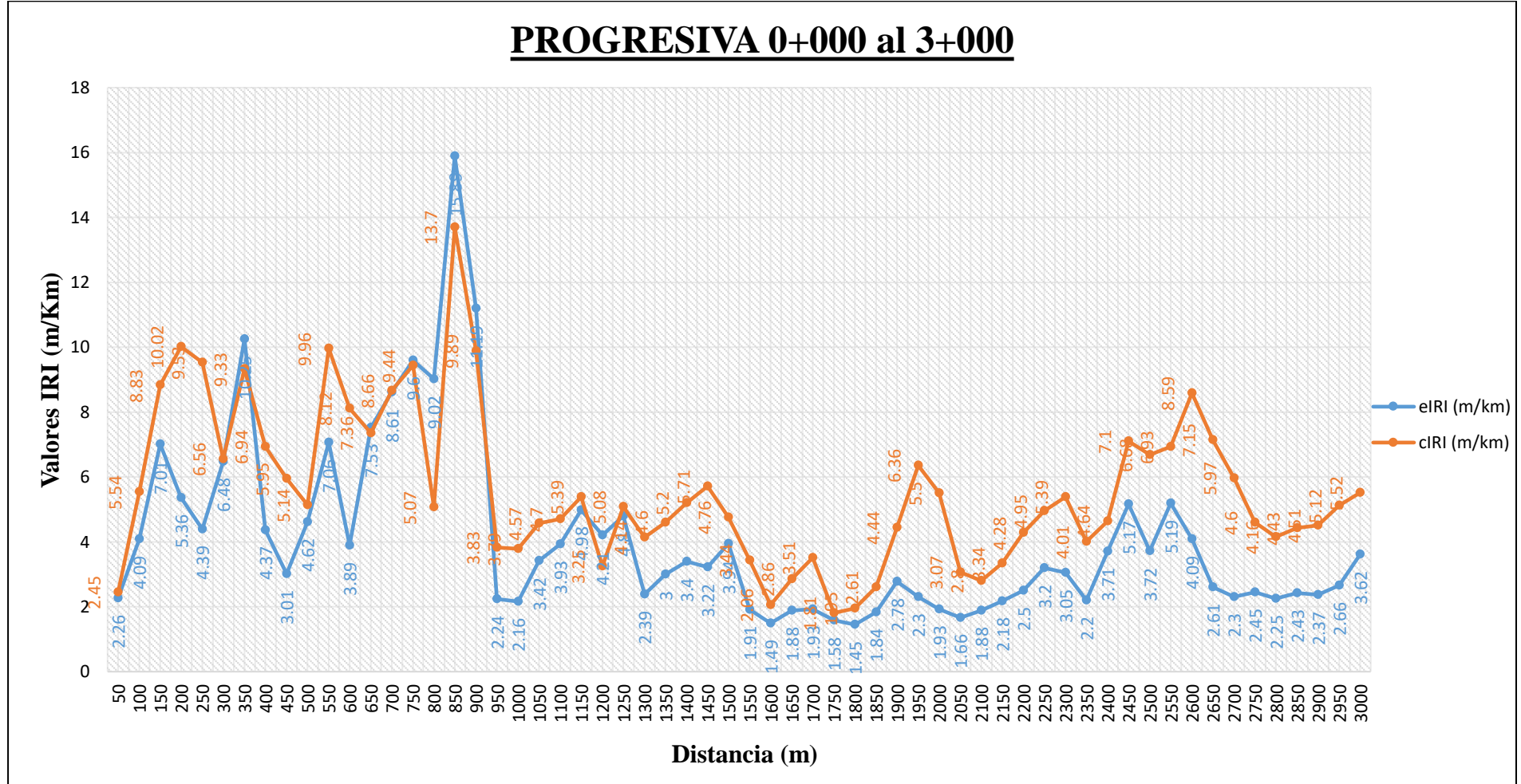


Gráfico 6: Variación de la uniformidad del eIRI y cIRI en el Km 0+000 al 3+000.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

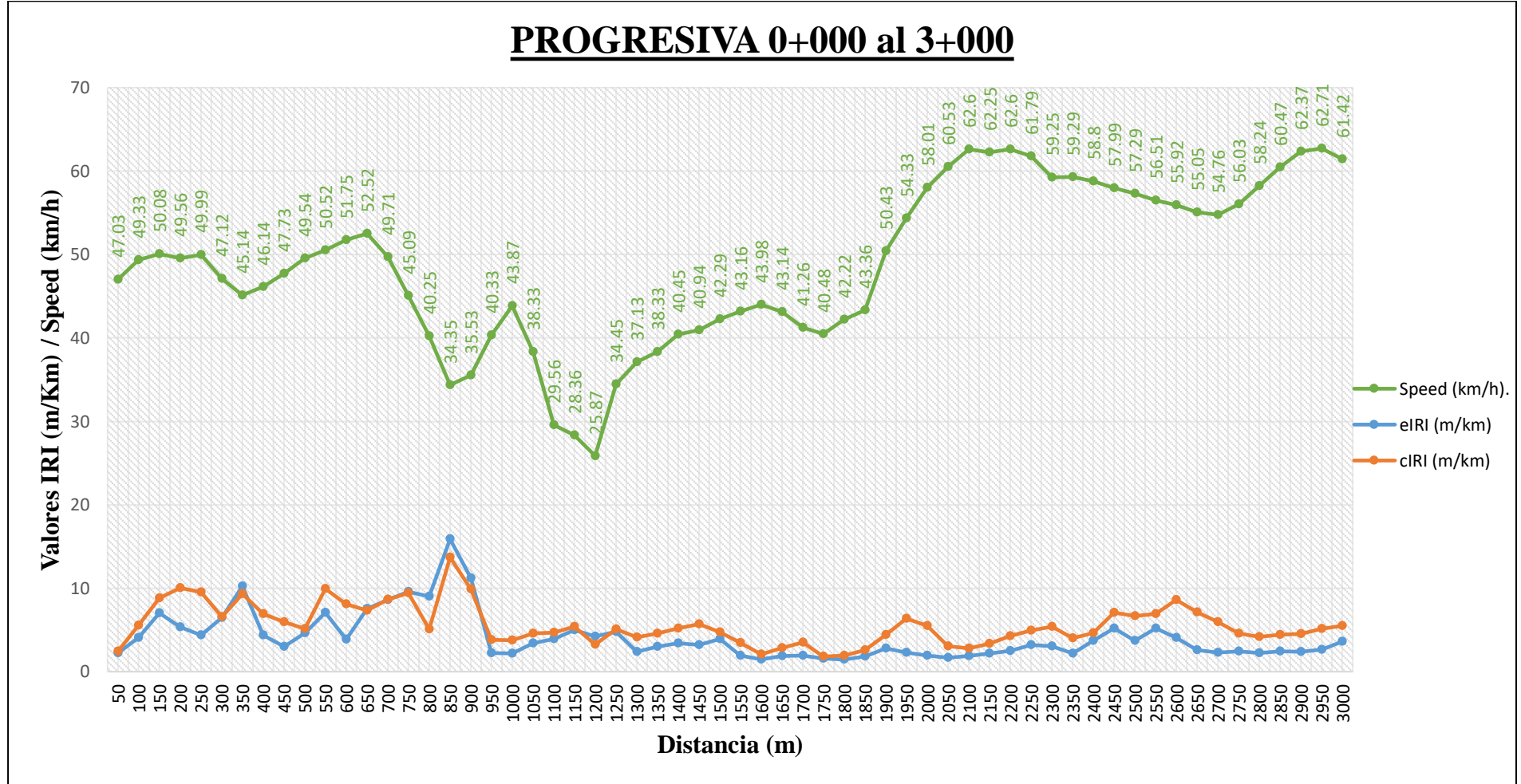


Gráfico 7: Relación de la rugosidad y la velocidad.

5.b. Progresiva Km 3+000 Al 6+000.

Tabla 18: Datos Obtenidos del sistema Roadroid en el Km 3+000 al 6+000.

PROYECTO:		“Evaluación de Superficie de Rodadura en Pavimento Flexible para Determinar Uniformidad Aplicando el Sistema Roadroid con Smartphone Juliaca Puno 2022”					COORDENADAS UTM			
UBICACIÓN		: Departamento de Puno - Provincia de San Román - Distrito de Juliaca					INICIO UTM		FINAL UTM	
INVESTIG.		: Joel Jhonatan Carita Cahuana					ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
PROGRESIVA 3+000		cIRI-sensitivity: 1,5	eIRI-sensitivity: 1	Recorrido	: 34.571 km	379011.5	8285597	388926.47	8251560.46	
Puntos	DateTime	Latitude	Longitude	Distance (m)	Speed (km/h)	Altitude (m)	Grade (%)	eIRI	cIRI	RoadId
61	17/05/2022 11:33	-155,477,516,200,569	-701,095,674,568,556	3050	59.77	3870.75	-0.5	3.24	7.70	Juliaca - Puno
62	17/05/2022 11:33	-155,481,546,186,233	-701,093,919,472,785	3100	58.67	3870.00	-1.5	2.26	5.19	Juliaca - Puno
63	17/05/2022 11:33	-15,548,551,455,137	-701,092,142,911,916	3150	58.30	3870.00	0	4.15	4.89	Juliaca - Puno
64	17/05/2022 11:33	-155,489,411,101,223	-701,090,442,873,342	3200	58.32	3870.00	0	7.98	8.40	Juliaca - Puno
65	17/05/2022 11:33	-155,493,474,841,587	-701,088,746,880,527	3250	58.46	3870.00	0	7.01	11.70	Juliaca - Puno
66	17/05/2022 11:33	-155,497,428,728,425	-70,108,700,422,811	3300	58.37	3869.50	-1	4.03	7.09	Juliaca - Puno
67	17/05/2022 11:33	-155,501,371,921,787	-701,085,297,174,344	3350	57.42	3869.00	-1	6.60	7.41	Juliaca - Puno
68	17/05/2022 11:33	-155,505,166,503,239	-70,108,365,358,256	3400	56.78	3869.00	0	3.77	7.64	Juliaca - Puno
69	17/05/2022 11:33	-155,508,848,137,983	-701,082,052,710,853	3450	56.37	3869.00	0	3.89	5.91	Juliaca - Puno
70	17/05/2022 11:33	-155,515,118,842,704	-701,079,448,462,918	3500	55.44	3869.00	0	4.65	8.64	Juliaca - Puno
71	17/05/2022 11:33	-155,518,618,112,069	-701,077,980,310,545	3550	55.42	3869.00	0	4.15	8.95	Juliaca - Puno
72	17/05/2022 11:34	-155,522,210,214,925	-7,010,764,199,861	3600	56.15	3869.00	0	2.19	4.50	Juliaca - Puno
73	17/05/2022 11:34	-155,525,953,652,501	-701,074,787,744,293	3650	57.72	3869.00	0	3.03	4.07	Juliaca - Puno
74	17/05/2022 11:34	-155,529,847,311,351	-701,073,055,642,249	3700	59.81	3869.00	0	2.79	5.27	Juliaca - Puno
75	17/05/2022 11:34	-155,533,978,802,313	-70,107,129,965,859	3750	60.88	3869.00	0	2.65	4.27	Juliaca - Puno
76	17/05/2022 11:34	-155,538,273,811,705	-701,069,411,223,555	3800	59.27	3869.00	0	4.72	5.97	Juliaca - Puno
77	17/05/2022 11:34	-15,554,228,030,269	-701,067,682,308,733	3850	56.71	3869.00	0	4.23	6.08	Juliaca - Puno
78	17/05/2022 11:34	-15,554,856,938,058	-701,064,903,679,748	3900	57.25	3869.25	0.5	3.91	5.82	Juliaca - Puno
79	17/05/2022 11:34	-155,552,310,067,059	-701,063,310,434,199	3950	55.56	3869.75	1	5.44	7.08	Juliaca - Puno
80	17/05/2022 11:34	-155,555,692,099,206	-701,061,865,117,288	4000	53.50	3869.00	-1.5	4.33	10.11	Juliaca - Puno
81	17/05/2022 11:34	-155,558,984,018,642	-701,060,424,507,906	4050	54.61	3869.00	0	3.31	8.14	Juliaca - Puno
82	17/05/2022 11:34	-155,565,014,035,258	-701,057,824,809,167	4100	56.61	3869.00	0	3.85	6.55	Juliaca - Puno
83	17/05/2022 11:34	-155,568,748,110,841	-701,056,192,391,981	4150	57.79	3868.75	-0.5	5.44	6.57	Juliaca - Puno
84	17/05/2022 11:34	-155,572,583,123,846	-701,054,539,013,661	4200	57.83	3868.00	-1.5	8.52	9.26	Juliaca - Puno

85	17/05/2022 11:34	-155,576,438,424,339	-70,105,286,718,617	4250	56.66	3868.00	0	8.11	11.76	Juliaca - Puno
86	17/05/2022 11:34	-155,580,066,386,838	-701,051,239,491,669	4300	52.98	3868.00	0	6.40	10.69	Juliaca - Puno
87	17/05/2022 11:34	-155,585,484,497,783	-701,048,908,944,384	4350	49.46	3868.00	0	5.69	7.78	Juliaca - Puno
88	17/05/2022 11:34	-155,588,096,715,669	-701,047,823,313,732	4400	46.11	3868.00	0	5.24	5.82	Juliaca - Puno
89	17/05/2022 11:34	-155,592,347,733,256	-701,045,962,781,912	4450	44.78	3868.20	0.4	8.32	10.56	Juliaca - Puno
90	17/05/2022 11:34	-155,596,538,217,641	-701,044,082,326,806	4500	46.98	3868.00	-0.4	6.58	9.97	Juliaca - Puno
91	17/05/2022 11:35	-155,600,953,850,187	-701,042,216,662,536	4550	45.68	3868.00	0	5.03	6.71	Juliaca - Puno
92	17/05/2022 11:35	-155,605,297,019,254	-701,040,349,327,837	4600	45.48	3868.00	0	3.04	5.66	Juliaca - Puno
93	17/05/2022 11:35	-155,609,619,662,883	-70,103,841,932,586	4650	46.61	3868.80	1.6	3.17	5.74	Juliaca - Puno
94	17/05/2022 11:35	-155,614,189,784,609	-701,036,478,627,695	4700	46.23	3868.60	-0.4	5.03	5.83	Juliaca - Puno
95	17/05/2022 11:35	-155,618,599,212,135	-701,034,664,666,105	4750	45.85	3868.00	-1.2	4.92	7.11	Juliaca - Puno
96	17/05/2022 11:35	-15,562,287,606,872	-701,032,754,106,566	4800	45.57	3868.00	0	4.39	6.36	Juliaca - Puno
97	17/05/2022 11:35	-155,627,159,579,774	-701,030,897,352,174	4850	43.26	3868.00	0	3.58	5.26	Juliaca - Puno
98	17/05/2022 11:35	-155,630,793,236,629	-701,029,268,489,573	4900	39.73	3868.33	0.67	2.76	4.83	Juliaca - Puno
99	17/05/2022 11:35	-155,635,831,419,062	-701,027,091,858,049	4950	38.38	3868.20	-0.27	3.02	5.37	Juliaca - Puno
100	17/05/2022 11:35	-155,638,579,630,547	-701,025,937,834,405	5000	32.48	3868.00	-0.4	4.25	5.88	Juliaca - Puno
101	17/05/2022 11:35	-155,643,337,832,023	-701,023,956,189,827	5050	34.08	3868.00	0	2.80	3.98	Juliaca - Puno
102	17/05/2022 11:35	-155,647,290,935,528	-701,022,247,620,761	5100	33.61	3868.00	0	1.82	3.56	Juliaca - Puno
103	17/05/2022 11:35	-155,652,145,841,712	-701,020,168,397,931	5150	24.65	3868.00	0	2.78	3.00	Juliaca - Puno
104	17/05/2022 11:36	-155,654,528,790,445	-701,019,144,362,368	5200	27.44	3868.00	0	2.76	2.99	Juliaca - Puno
105	17/05/2022 11:36	-155,660,504,323,875	-701,016,739,836,569	5250	31.86	3867.83	-0.33	2.27	4.76	Juliaca - Puno
106	17/05/2022 11:36	-155,663,910,265,621	-701,015,946,158,785	5300	29.30	3867.00	-1.67	1.98	3.87	Juliaca - Puno
107	17/05/2022 11:36	-155,668,162,257,014	-701,015,097,985,148	5350	27.97	3867.00	0	2.96	2.77	Juliaca - Puno
108	17/05/2022 11:36	-155,673,281,683,132	-701,014,771,558,609	5400	24.06	3867.86	1.71	3.59	3.79	Juliaca - Puno
109	17/05/2022 11:36	-155,676,916,995,007	-701,014,847,335	5450	24.86	3870.62	5.54	5.22	4.06	Juliaca - Puno
110	17/05/2022 11:36	-15,568,297,134,743	-701,014,967,214,037	5500	32.17	3871.67	2.08	6.59	4.77	Juliaca - Puno
111	17/05/2022 11:36	-155,686,726,950,145	-701,015,135,385,889	5550	30.21	3872.00	0.67	4.78	7.25	Juliaca - Puno
112	17/05/2022 11:36	-155,691,126,199,803	-701,015,328,788,583	5600	28.12	3873.43	2.86	3.11	2.87	Juliaca - Puno
113	17/05/2022 11:37	-15,569,518,228,217	-701,015,229,533,589	5650	29.11	3874.00	1.14	3.95	4.48	Juliaca - Puno
114	17/05/2022 11:37	-155,700,912,454,112	-701,015,529,273,907	5700	29.83	3872.83	-2.33	2.85	3.76	Juliaca - Puno
115	17/05/2022 11:37	-155,704,347,274,005	-701,015,711,104,734	5750	27.81	3872.88	0.08	6.18	5.49	Juliaca - Puno
116	17/05/2022 11:37	-155,709,317,164,805	-70,101,598,117,204	5800	27.86	3873.12	0.5	5.64	7.35	Juliaca - Puno
117	17/05/2022 11:37	-155,714,792,140,509	-701,016,169,904,153	5850	34.60	3872.83	-0.58	2.33	5.06	Juliaca - Puno
118	17/05/2022 11:37	-155,719,064,801,539	-701,016,258,074,742	5900	36.55	3871.83	-2	9.13	8.09	Juliaca - Puno
119	17/05/2022 11:37	-155,723,787,972,843	-701,016,387,896,347	5950	41.31	3871.00	-1.67	1.61	4.88	Juliaca - Puno
120	17/05/2022 11:37	-155,727,694,837,388	-701,016,594,239,153	6000	44.46	3871.00	0	1.55	2.76	Juliaca - Puno

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

Tabla 19: Cuadro resumen del resultado en el Km 3+000 al 6+000.

TRAMO DE LA PROGRESIVA 3+000 AL 6+000						
ESTADO DE LA CARRETERA		PUNTOS	PORCENTAJE (%)	PROMEDIO eIRI (m/km)	PROMEDIO cIRI (m/km)	PROMEDIO SPEED (Km/h)
Bueno	<2.2	5	8.33%	4.33	6.20	45.39
Satisfactorio	2.2 - 3.8	21	35.00%			
No Satisfactorio	3.8 - 5.4	19	31.67%			
Pobre	>5.4	15	25.00%			
TOTAL		60	100.00%			

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

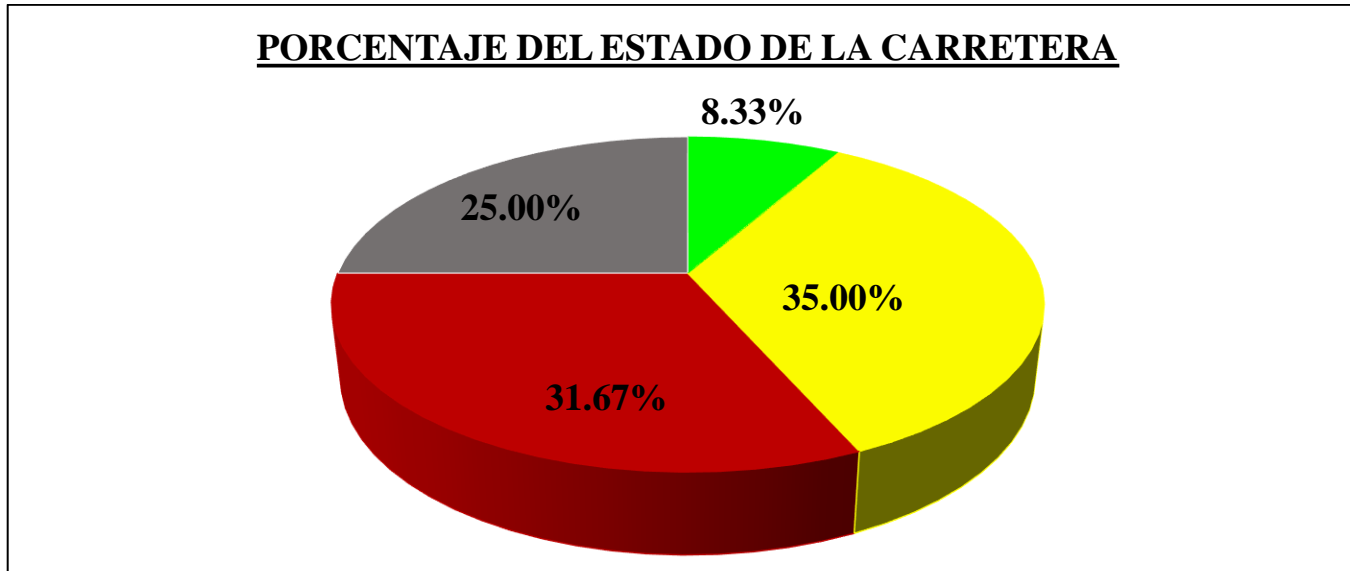


Gráfico 8: Porcentaje del estado de la carretera en el Km 3+000 al 6+000.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

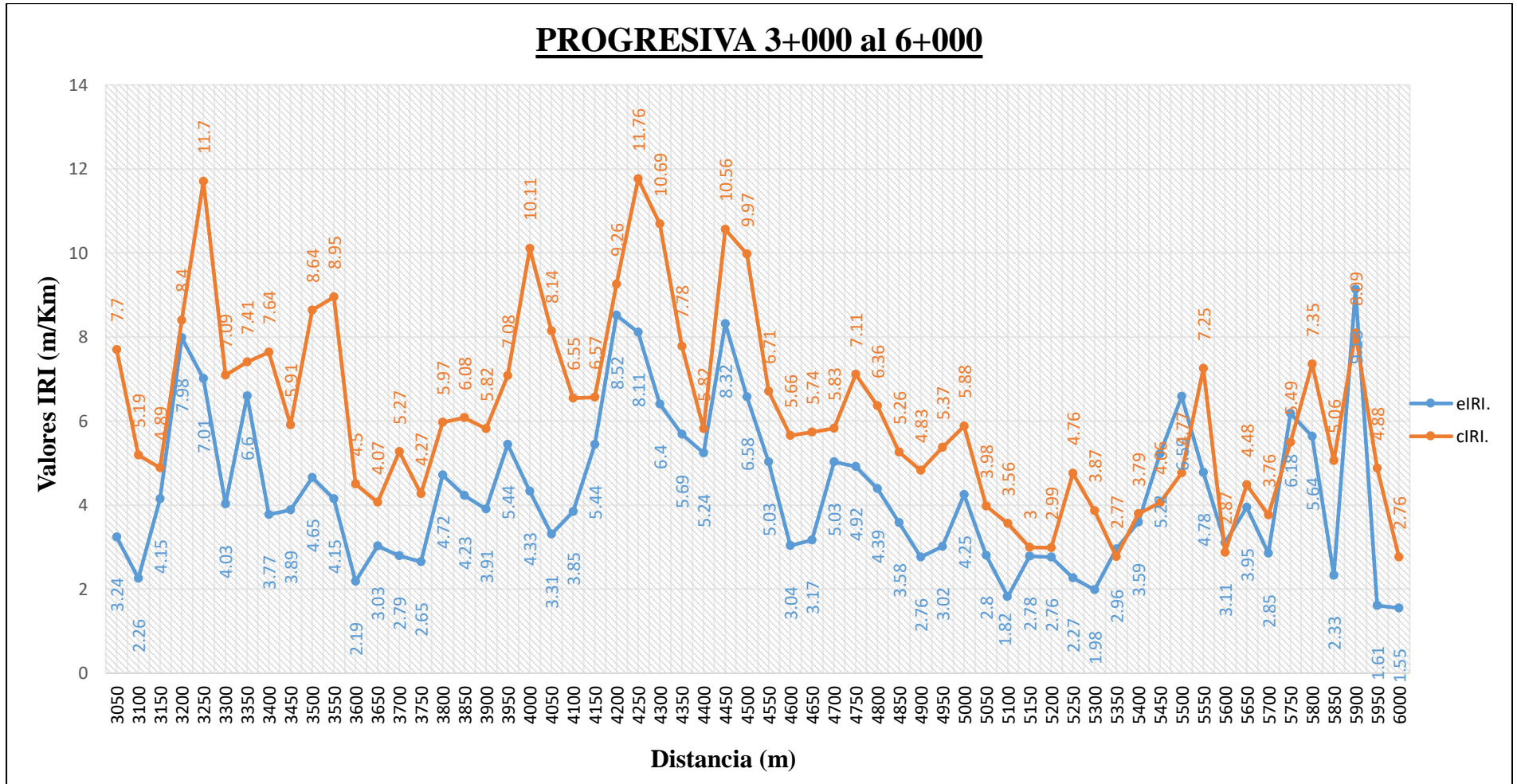


Gráfico 9: Variación de la uniformidad de la carretera entre eIRI y cIRI en el Km 3+000 al 6+000.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

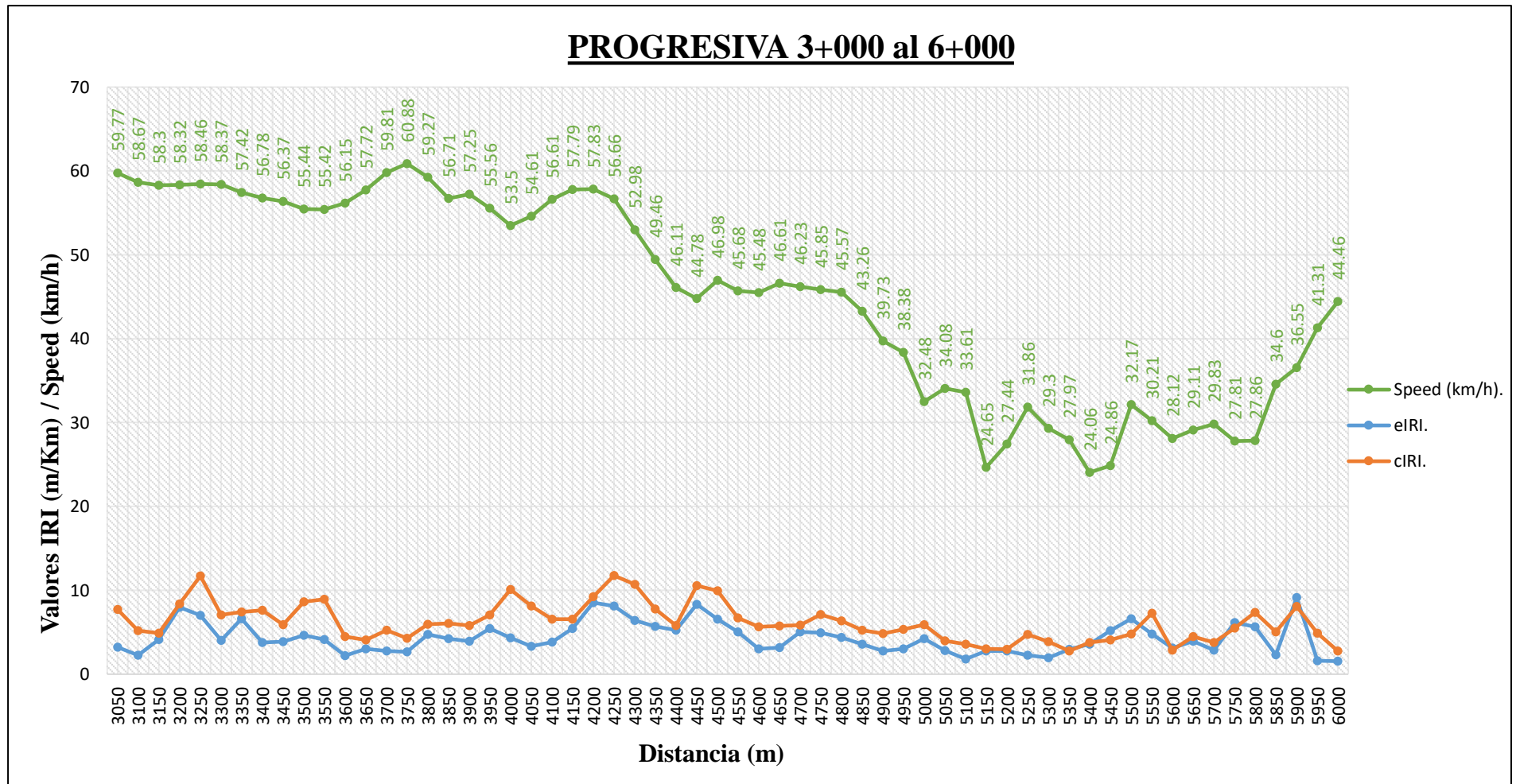


Gráfico 10: Relación de la rugosidad y la velocidad en el Km 3+000 al 6+000.

5.c. Progresiva Km 6+000 Al 9+000.

Tabla 20: Datos Obtenidos del sistema Roadroid en el Km 3+000 al 6+000.

PROYECTO:		“Evaluación de Superficie de Rodadura en Pavimento Flexible para Determinar Uniformidad Aplicando el Sistema Roadroid con Smartphone Juliaca Puno 2022”					COORDENADAS UTM			
UBICACIÓN		: Departamento de Puno - Provincia de San Román - Distrito de Juliaca					INICIO UTM		FINAL UTM	
INVESTIG.		: Joel Jhonatan Carita Cahuana					ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
PROGRESIVA 6+000		cIRI-sensitivity: 1,5	eIRI-sensitivity: 1	Recorrido	: 34.571 km		379011.5	8285597	388926.47	8251560.46
Puntos	DateTime	Latitude	Longitude	Distance (m)	Speed (km/h)	Altitude (m)	Grade (%)	eIRI	cIRI	RoadId
121	17/05/2022 11:37	-155,732,338,056,973	-701,016,714,975,895	6050	46.71	3871.00	0	1.68	3.10	Juliaca - Puno
122	17/05/2022 11:37	-155,737,422,408,134	-701,016,892,661,493	6100	47.64	3871.25	0.5	1.69	3.17	Juliaca - Puno
123	17/05/2022 11:37	-155,740,194,836,372	-701,016,907,419,394	6150	46.28	3872.00	1.5	1.71	2.76	Juliaca - Puno
124	17/05/2022 11:37	-155,744,949,141,554	-701,016,751,958,108	6200	44.45	3872.00	0	2.00	3.83	Juliaca - Puno
125	17/05/2022 11:38	-155,749,325,197,627	-701,016,595,631,219	6250	46.78	3872.00	0	1.73	3.72	Juliaca - Puno
126	17/05/2022 11:38	-155,754,267,559,795	-70,101,623,798,343	6300	48.81	3872.00	0	1.80	3.59	Juliaca - Puno
127	17/05/2022 11:38	-155,759,647,700,362	-701,015,726,903,891	6350	50.66	3872.00	0	2.34	4.66	Juliaca - Puno
128	17/05/2022 11:38	-155,762,900,392,857	-701,015,351,063,429	6400	50.35	3871.40	-1.2	2.36	4.56	Juliaca - Puno
129	17/05/2022 11:38	-155,768,308,125,613	-701,014,473,437,388	6450	50.66	3870.75	-1.3	2.05	4.59	Juliaca - Puno
130	17/05/2022 11:38	-155,771,453,718,706	-701,013,847,774,563	6500	48.67	3869.60	-2.3	1.98	5.55	Juliaca - Puno
131	17/05/2022 11:38	-15,577,658,724,699	-70,101,276,356,094	6550	45.77	3868.80	-1.6	1.51	2.88	Juliaca - Puno
132	17/05/2022 11:38	-155,781,062,503,723	-701,011,637,089,826	6600	46.68	3868.00	-1.6	1.76	2.78	Juliaca - Puno
133	17/05/2022 11:38	-155,785,705,080,829	-701,010,320,556,541	6650	47.52	3867.60	-0.8	1.83	2.71	Juliaca - Puno
134	17/05/2022 11:38	-155,790,587,853,845	-7,010,088,023,881	6700	50.26	3867.00	-1.2	2.27	3.37	Juliaca - Puno
135	17/05/2022 11:38	-155,793,554,100,191	-701,007,854,833,023	6750	54.40	3867.00	0	3.29	6.11	Juliaca - Puno
136	17/05/2022 11:38	-155,799,950,233,346	-701,006,083,539,457	6800	56.74	3867.00	0	4.00	6.59	Juliaca - Puno
137	17/05/2022 11:38	-155,803,958,576,941	-701,005,001,799,291	6850	57.65	3867.00	0	2.99	6.67	Juliaca - Puno
138	17/05/2022 11:38	-15,580,807,609,392	-701,003,897,428,931	6900	58.03	3867.00	0	2.74	5.16	Juliaca - Puno
139	17/05/2022 11:38	-155,812,210,990,047	-701,002,761,701,876	6950	58.43	3867.00	0	1.94	3.09	Juliaca - Puno
140	17/05/2022 11:38	-155,816,292,771,983	-701,001,600,773,906	7000	58.34	3867.00	0	2.12	3.63	Juliaca - Puno
141	17/05/2022 11:38	-155,820,397,358,805	-701,000,431,760,915	7050	58.13	3867.00	0	2.72	5.16	Juliaca - Puno
142	17/05/2022 11:39	-155,824,534,406,815	-700,999,273,555,707	7100	57.94	3867.00	0	3.53	5.69	Juliaca - Puno
143	17/05/2022 11:39	-155,828,514,041,796	-700,998,237,478,068	7150	57.55	3867.00	0	3.44	5.63	Juliaca - Puno
144	17/05/2022 11:39	-155,832,407,924,251	-700,997,187,817,184	7200	56.62	3866.80	-0.4	3.89	7.90	Juliaca - Puno

145	17/05/2022 11:39	-155,839,103,972,699	-700,995,336,208,706	7250	57.08	3866.00	-1.6	3.70	4.44	Juliaca - Puno
146	17/05/2022 11:39	-155,842,996,176,917	-700,994,197,487,255	7300	57.78	3866.00	0	2.71	5.42	Juliaca - Puno
147	17/05/2022 11:39	-155,847,062,579,408	-700,993,029,088,956	7350	57.93	3865.75	-0.5	2.05	3.70	Juliaca - Puno
148	17/05/2022 11:39	-15,585,119,520,628	-700,991,974,001,128	7400	58.00	3865.00	-1.5	3.52	3.93	Juliaca - Puno
149	17/05/2022 11:39	-155,855,306,782,128	-700,990,979,925,406	7450	58.10	3865.00	0	3.58	5.23	Juliaca - Puno
150	17/05/2022 11:39	-15,585,940,221,391	-700,990,010,260,148	7500	58.08	3865.00	0	3.31	5.57	Juliaca - Puno
151	17/05/2022 11:39	-155,863,578,240,782	-700,989,004,797,484	7550	58.01	3865.00	0	2.87	6.08	Juliaca - Puno
152	17/05/2022 11:39	-155,867,593,264,697	-700,987,819,259,666	7600	58.22	3865.00	0	3.23	6.30	Juliaca - Puno
153	17/05/2022 11:39	-155,871,748,326,067	-700,986,612,166,219	7650	58.58	3865.00	0	1.85	3.87	Juliaca - Puno
154	17/05/2022 11:39	-155,876,009,653,539	-70,098,544,996,268	7700	59.29	3865.20	0.4	2.54	2.34	Juliaca - Puno
155	17/05/2022 11:39	-155,883,118,610,401	-70,098,350,038,165	7750	59.62	3865.00	-0.4	4.58	5.92	Juliaca - Puno
156	17/05/2022 11:39	-15,588,745,220,498	-70,098,232,983,706	7800	60.02	3865.00	0	2.78	5.79	Juliaca - Puno
157	17/05/2022 11:39	-155,891,872,788,794	-700,981,147,538,239	7850	60.24	3865.00	0	3.10	4.45	Juliaca - Puno
158	17/05/2022 11:39	-155,893,420,028,293	-700,980,741,978,744	7900	59.98	3864.75	-0.5	5.02	5.23	Juliaca - Puno
159	17/05/2022 11:39	-155,897,767,715,537	-700,979,524,832,969	7950	59.06	3864.00	-1.5	3.93	6.88	Juliaca - Puno
160	17/05/2022 11:39	-155,904,709,623,121	-700,977,565,310,405	8000	58.90	3864.00	0	2.80	5.70	Juliaca - Puno
161	17/05/2022 11:40	-155,908,949,252,164	-700,976,429,354,335	8050	58.86	3864.00	0	3.33	4.89	Juliaca - Puno
162	17/05/2022 11:40	-155,913,146,720,298	-700,975,252,619,781	8100	58.76	3864.25	0.5	3.10	6.27	Juliaca - Puno
163	17/05/2022 11:40	-155,917,390,413,023	-70,097,412,261,463	8150	59.00	3864.25	0	1.91	3.87	Juliaca - Puno
164	17/05/2022 11:40	-155,921,613,558,013	-700,972,969,894,413	8200	59.01	3864.00	-0.5	1.89	4.08	Juliaca - Puno
165	17/05/2022 11:40	-155,925,741,230,079	-700,971,804,527,211	8250	59.12	3864.00	0	2.50	3.43	Juliaca - Puno
166	17/05/2022 11:40	-155,929,919,554,368	-700,970,650,534,884	8300	59.42	3864.00	0	2.70	3.73	Juliaca - Puno
167	17/05/2022 11:40	-155,934,261,473,943	-700,969,503,670,533	8350	59.78	3863.25	-1.5	2.22	3.88	Juliaca - Puno
168	17/05/2022 11:40	-155,938,682,660,169	-70,096,830,328,023	8400	59.28	3862.50	-1.5	2.16	2.70	Juliaca - Puno
169	17/05/2022 11:40	-155,942,948,338,206	-700,967,120,246,879	8450	58.45	3862.00	-1	2.34	3.23	Juliaca - Puno
170	17/05/2022 11:40	-15,594,707,914,589	-70,096,599,842,073	8500	58.43	3861.75	-0.5	1.90	3.99	Juliaca - Puno
171	17/05/2022 11:40	-155,951,213,603,943	-70,096,489,094,269	8550	58.88	3861.00	-1.5	2.57	3.97	Juliaca - Puno
172	17/05/2022 11:40	-155,955,420,774,344	-700,963,774,784,905	8600	59.26	3861.00	0	4.07	4.67	Juliaca - Puno
173	17/05/2022 11:40	-155,959,661,073,358	-700,962,540,560,227	8650	60.23	3861.00	0	2.31	4.26	Juliaca - Puno
174	17/05/2022 11:40	-155,964,033,810,172	-700,961,196,054,237	8700	60.46	3861.00	0	2.00	4.42	Juliaca - Puno
175	17/05/2022 11:40	-155,968,555,619,346	-700,960,026,251,357	8750	60.39	3860.50	-1	3.43	6.51	Juliaca - Puno
176	17/05/2022 11:40	-155,972,977,343,572	-700,958,878,262,035	8800	60.75	3860.00	-1	2.36	6.12	Juliaca - Puno
177	17/05/2022 11:40	-155,977,488,046,146	-700,957,614,523,595	8850	61.52	3860.00	0	3.82	4.90	Juliaca - Puno
178	17/05/2022 11:40	-155,982,122,212,575	-700,956,335,719,931	8900	62.04	3860.00	0	2.55	4.80	Juliaca - Puno
179	17/05/2022 11:40	-155,986,802,431,604	-700,955,061,877,902	8950	62.42	3860.00	0	3.11	5.67	Juliaca - Puno
180	17/05/2022 11:40	-155,991,637,136,613	-70,095,372,548,109	9000	62.57	3860.75	1.5	2.59	5.29	Juliaca - Puno

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

Tabla 21: Cuadro resumen del resultado en el Km 6+000 al 9+000.

TRAMO DE LA PROGRESIVA 6+000 AL 9+000						
ESTADO DE LA CARRETERA		PUNTOS	PORCENTAJE (%)	PROMEDIO eIRI (m/km)	PROMEDIO cIRI (m/km)	PROMEDIO SPEED (Km/h)
Bueno	<2.2	20	33.33%	2.70	4.64	56.38
Satisfactorio	2.2 - 3.8	33	55.00%			
No Satisfactorio	3.8 - 5.4	7	11.67%			
Pobre	>5.4	0	0.00%			
TOTAL		60	100.00%			

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

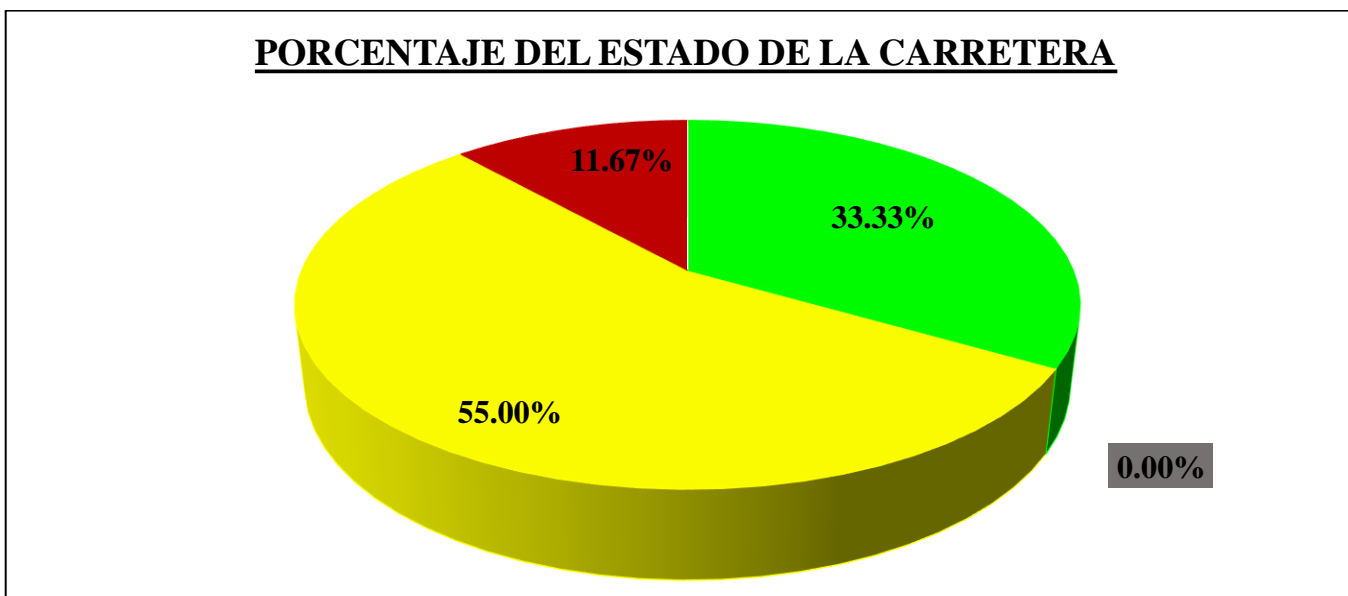


Tabla 22: Porcentaje del estado de la carretera en el Km 6+000 al 9+000.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

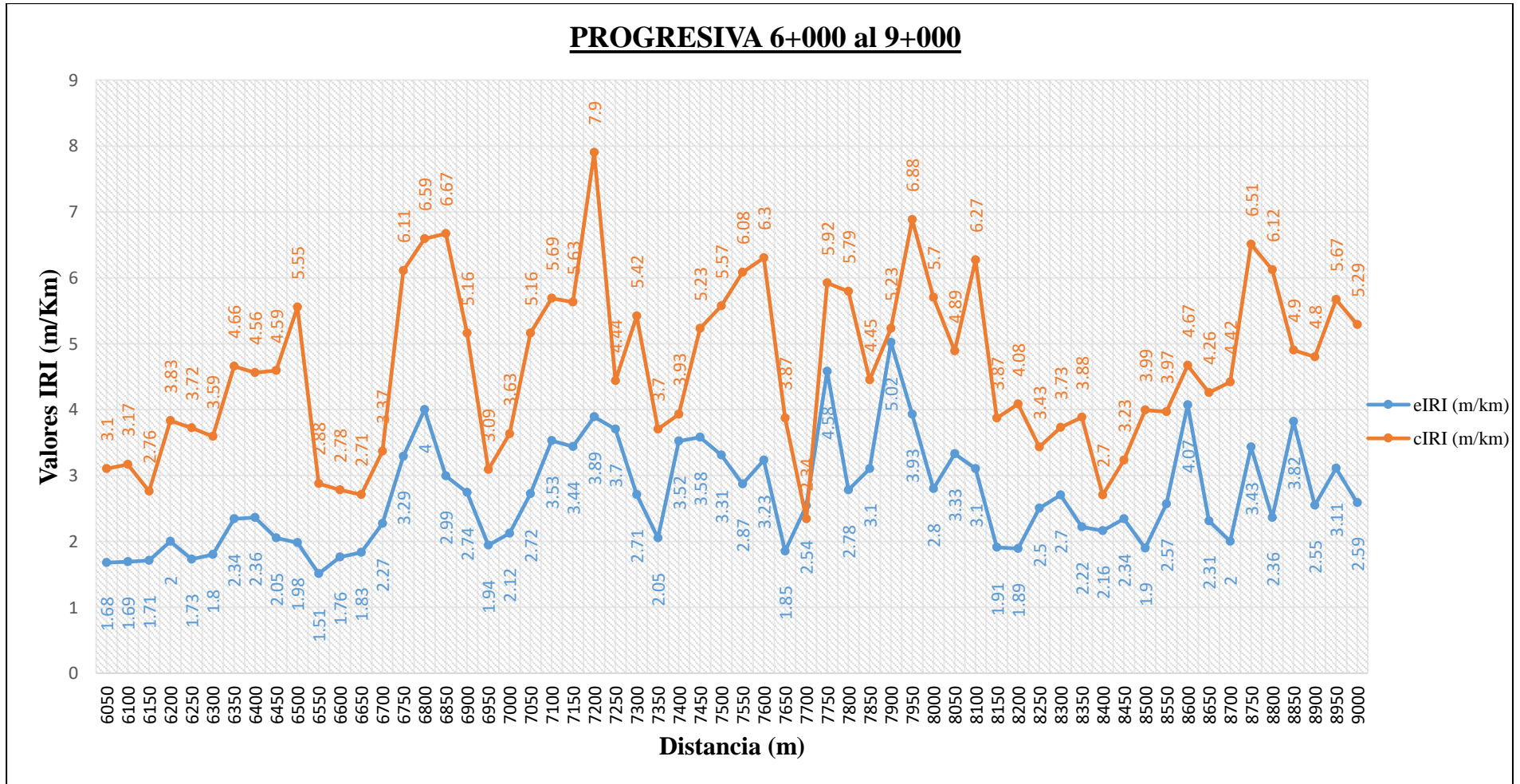


Gráfico 11: Variación de la uniformidad de la carretera entre eIRI y cIRI en el Km 6+000 al 9+000.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

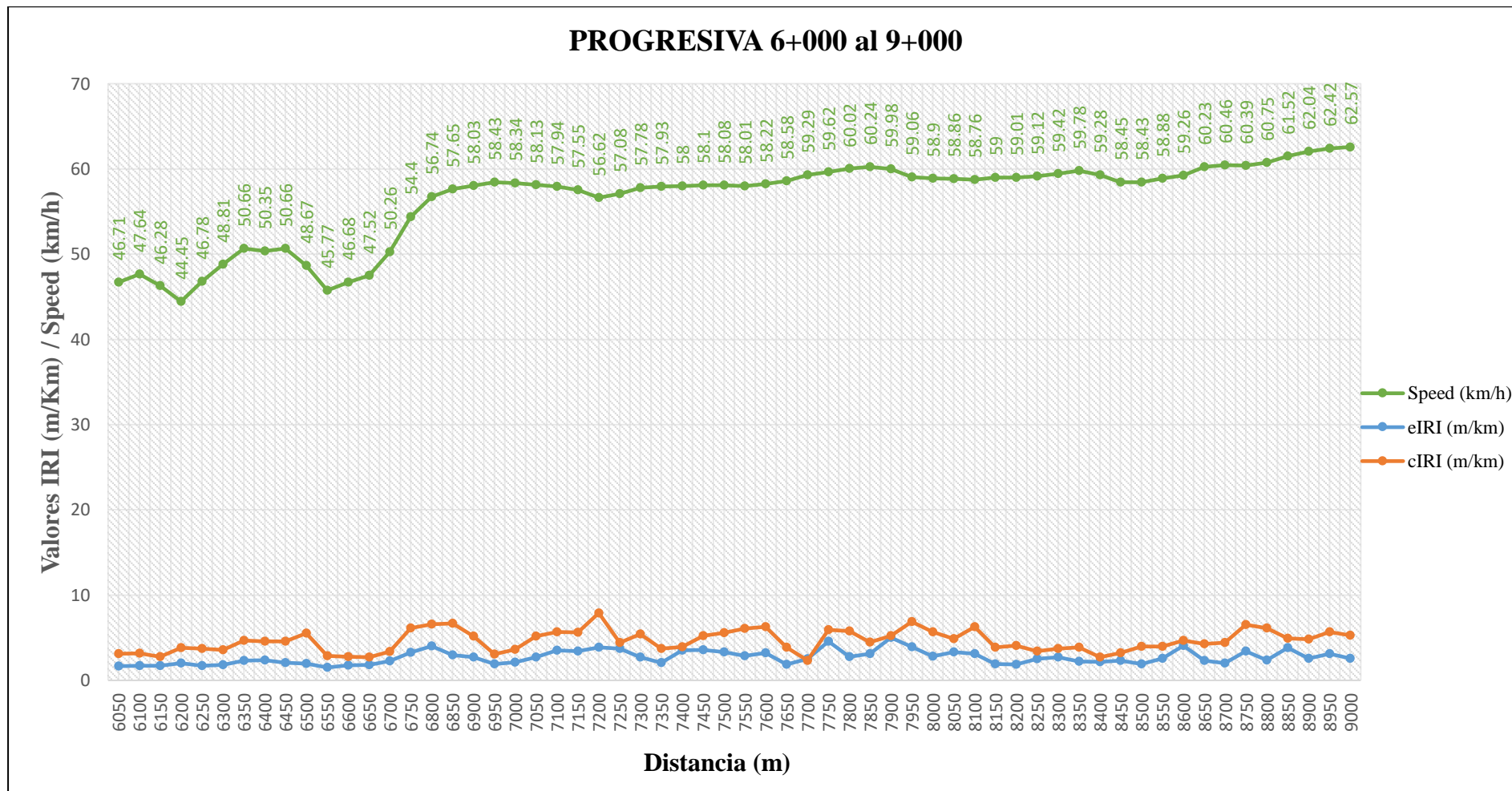


Gráfico 12: Relación de la rugosidad y la velocidad en el Km 6+000 al 9+000.

5.d. Progresiva Km 9+000 Al 12+000.

Tabla 23: Datos Obtenidos del sistema Roadroid en el Km 9+000 al 12+000.

PROYECTO:		“Evaluación de Superficie de Rodadura en Pavimento Flexible para Determinar Uniformidad Aplicando el Sistema Roadroid con Smartphone Juliaca Puno 2022”					COORDENADAS UTM			
UBICACIÓN		: Departamento de Puno - Provincia de San Román - Distrito de Juliaca					INICIO UTM		FINAL UTM	
INVESTIG.		: Joel Jhonatan Carita Cahuana					ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
PROGRESIVA 9+000		cIRI-sensitivity: 1,5	eIRI-sensitivity: 1	Recorrido	: 34.571 km		379011.5	8285597	388926.47	8251560.46
Puntos	DateTime	Latitude	Longitude	Distance (m)	Speed (km/h)	Altitude (m)	Grade (%)	eIRI	cIRI	RoadId
181	17/05/2022 11:41	-15,599,642,329,514	-700,952,414,672,544	9050	62.75	3861.00	0.5	3.72	5.35	Juliaca - Puno
182	17/05/2022 11:41	-15,599,810,064,934	-700,951,969,822,514	9100	62.24	3861.00	0	1.85	4.85	Juliaca - Puno
183	17/05/2022 11:41	-156,002,701,666,037	-700,950,676,744,617	9150	61.94	3860.75	-0.5	2.45	4.73	Juliaca - Puno
184	17/05/2022 11:41	-156,007,364,989,937	-700,949,395,333,858	9200	62.02	3860.25	-1	2.46	5.24	Juliaca - Puno
185	17/05/2022 11:41	-156,012,033,983,905	-700,948,145,880,524	9250	59.64	3860.00	-0.5	3.96	5.76	Juliaca - Puno
186	17/05/2022 11:41	-156,016,145,021,439	-700,946,983,580,898	9300	52.47	3860.00	0	3.36	9.16	Juliaca - Puno
187	17/05/2022 11:41	-156,021,682,577,227	-700,945,477,628,893	9350	37.04	3860.00	0	5.83	5.16	Juliaca - Puno
188	17/05/2022 11:41	-156,026,080,444,021	-700,944,389,061,341	9400	43.16	3860.00	0	1.64	2.23	Juliaca - Puno
189	17/05/2022 11:41	-156,030,230,458,803	-700,943,222,790,428	9450	49.00	3860.40	0.8	3.10	3.60	Juliaca - Puno
190	17/05/2022 11:41	-156,035,658,619,727	-700,941,719,923,058	9500	55.39	3860.25	-0.3	3.53	7.81	Juliaca - Puno
191	17/05/2022 11:41	-156,039,559,481,212	-700,940,586,448,762	9550	60.14	3860.00	-0.5	2.78	4.93	Juliaca - Puno
192	17/05/2022 11:41	-156,044,015,113,838	-700,939,329,898,061	9600	60.83	3860.00	0	3.99	4.85	Juliaca - Puno
193	17/05/2022 11:41	-156,048,410,921,143	-700,938,116,879,673	9650	61.35	3860.00	0	4.27	6.65	Juliaca - Puno
194	17/05/2022 11:41	-156,053,024,082,927	-70,093,683,208,344	9700	62.65	3860.00	0	3.60	5.16	Juliaca - Puno
195	17/05/2022 11:41	-156,057,846,598,994	-700,935,506,340,918	9750	63.96	3860.00	0	1.87	4.29	Juliaca - Puno
196	17/05/2022 11:41	-156,059,765,902,103	-700,935,028,166,316	9800	65.31	3859.50	-1	2.49	3.19	Juliaca - Puno
197	17/05/2022 11:41	-156,064,901,263,283	-700,933,664,003,911	9850	65.94	3859.00	-1	2.85	3.47	Juliaca - Puno
198	17/05/2022 11:41	-156,070,163,952,214	-700,932,168,238,738	9900	65.13	3859.00	0	2.48	4.45	Juliaca - Puno
199	17/05/2022 11:41	-156,075,228,121,654	-700,930,777,969,586	9950	63.40	3859.00	0	3.03	3.39	Juliaca - Puno
200	17/05/2022 11:41	-156,076,977,554,281	-700,930,310,912,773	10000	60.70	3859.00	0	3.52	4.46	Juliaca - Puno
201	17/05/2022 11:42	-156,081,374,930,238	-700,929,105,054,479	10050	58.90	3859.00	0	2.06	4.32	Juliaca - Puno
202	17/05/2022 11:42	-156,085,649,167,939	-70,092,790,663,185	10100	59.20	3859.00	0	2.32	3.81	Juliaca - Puno
203	17/05/2022 11:42	-156,089,854,028,003	-700,926,728,873,286	10150	59.81	3859.00	0	2.86	4.71	Juliaca - Puno
204	17/05/2022 11:42	-156,094,255,514,359	-70,092,553,002,679	10200	60.44	3859.00	0	2.93	6.92	Juliaca - Puno

205	17/05/2022 11:42	-156,098,732,802,918	-700,924,314,747,505	10250	61.00	3859.00	0	2.04	4.19	Juliaca - Puno
206	17/05/2022 11:42	-156,103,200,041,648	-700,923,078,434,408	10300	61.39	3859.00	0	1.89	4.57	Juliaca - Puno
207	17/05/2022 11:42	-156,107,825,051,872	-700,921,793,476,007	10350	61.74	3859.00	0	2.16	4.02	Juliaca - Puno
208	17/05/2022 11:42	-156,112,538,809,789	-700,920,503,750,327	10400	61.70	3859.75	1.5	3.43	3.43	Juliaca - Puno
209	17/05/2022 11:42	-15,611,709,353,281	-700,919,247,685,603	10450	61.96	3859.25	-1	3.10	2.89	Juliaca - Puno
210	17/05/2022 11:42	-15,612,167,042,856	-700,918,067,557,241	10500	62.82	3859.00	-0.5	5.44	6.34	Juliaca - Puno
211	17/05/2022 11:42	-156,126,505,833,677	-700,916,733,655,825	10550	63.84	3859.00	0	2.73	6.92	Juliaca - Puno
212	17/05/2022 11:42	-156,131,508,549,877	-700,915,348,985,749	10600	63.33	3859.00	0	3.00	4.24	Juliaca - Puno
213	17/05/2022 11:42	-156,136,282,312,555	-700,913,997,454,642	10650	62.62	3858.33	-1.33	2.37	4.36	Juliaca - Puno
214	17/05/2022 11:42	-156,137,949,144,579	-700,913,549,825,892	10700	60.86	3858.00	-0.67	4.12	4.94	Juliaca - Puno
215	17/05/2022 11:42	-156,142,370,097,381	-700,912,388,543,606	10750	57.13	3858.40	0.8	3.66	6.29	Juliaca - Puno
216	17/05/2022 11:42	-156,149,119,196,147	-700,910,499,310,142	10800	58.79	3859.00	1.2	2.62	5.54	Juliaca - Puno
217	17/05/2022 11:42	-15,615,339,538,824	-700,909,276,111,286	10850	61.75	3859.00	0	4.01	6.56	Juliaca - Puno
218	17/05/2022 11:42	-15,615,805,050,712	-700,908,001,445,495	10900	63.97	3859.00	0	3.30	7.90	Juliaca - Puno
219	17/05/2022 11:42	-156,159,967,180,805	-700,907,483,969,971	10950	65.92	3859.00	0	2.76	4.02	Juliaca - Puno
220	17/05/2022 11:42	-156,165,267,459,848	-700,906,050,118,214	11000	66.70	3859.00	0	5.89	7.09	Juliaca - Puno
221	17/05/2022 11:43	-156,170,632,552,773	-700,904,523,466,316	11050	66.13	3859.00	0	4.88	7.47	Juliaca - Puno
222	17/05/2022 11:43	-156,172,666,467,795	-700,903,942,437,773	11100	66.32	3859.00	0	5.15	6.69	Juliaca - Puno
223	17/05/2022 11:43	-156,177,939,245,903	-700,902,479,025,964	11150	66.71	3859.00	0	5.26	8.38	Juliaca - Puno
224	17/05/2022 11:43	-156,183,338,547,733	-700,901,021,713,385	11200	67.46	3859.00	0	5.44	8.78	Juliaca - Puno
225	17/05/2022 11:43	-156,188,853,743,477	-700,899,538,069,961	11250	68.08	3859.33	0.67	2.66	8.12	Juliaca - Puno
226	17/05/2022 11:43	-156,191,103,835,372	-700,898,933,961,048	11300	68.35	3860.00	1.33	2.70	5.19	Juliaca - Puno
227	17/05/2022 11:43	-156,196,638,227,229	-700,897,406,808,434	11350	66.06	3860.00	0	2.83	5.18	Juliaca - Puno
228	17/05/2022 11:43	-156,201,848,268,307	-700,895,921,151,653	11400	64.43	3859.67	-0.67	2.69	7.23	Juliaca - Puno
229	17/05/2022 11:43	-156,203,666,777,588	-700,895,407,064,571	11450	63.61	3859.00	-1.33	3.42	5.87	Juliaca - Puno
230	17/05/2022 11:43	-156,208,526,710,692	-700,894,061,373,846	11500	62.95	3859.00	0	4.35	6.45	Juliaca - Puno
231	17/05/2022 11:43	-156,213,337,474,697	-700,892,759,957,483	11550	62.32	3859.00	0	3.79	7.32	Juliaca - Puno
232	17/05/2022 11:43	-156,218,053,183,231	-700,891,498,253,671	11600	61.42	3859.00	0	5.51	9.26	Juliaca - Puno
233	17/05/2022 11:43	-156,222,619,600,101	-700,890,186,529,626	11650	60.36	3859.00	0	5.92	8.20	Juliaca - Puno
234	17/05/2022 11:43	-156,226,951,008,264	-700,888,975,491	11700	61.49	3859.00	0	3.10	7.71	Juliaca - Puno
235	17/05/2022 11:43	-156,231,575,681,085	-700,887,739,359,704	11750	64.10	3859.00	0	3.55	6.29	Juliaca - Puno
236	17/05/2022 11:43	-156,236,607,264,154	-700,886,309,353,099	11800	66.37	3859.00	0	3.03	6.07	Juliaca - Puno
237	17/05/2022 11:43	-156,238,714,057,118	-700,885,740,823,287	11850	68.48	3859.00	0	3.67	5.57	Juliaca - Puno
238	17/05/2022 11:43	-156,244,342,926,071	-700,884,160,825,731	11900	70.06	3859.00	0	4.32	6.41	Juliaca - Puno
239	17/05/2022 11:43	-156,246,762,598,234	-700,883,473,788,789	11950	68.97	3859.00	0	5.96	6.65	Juliaca - Puno
240	17/05/2022 11:43	-156,252,431,865,996	-700,881,818,617,061	12000	68.96	3859.25	0.5	7.01	9.14	Juliaca - Puno

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

Tabla 24: Cuadro resumen del resultado en el Km 9+000 al 12+000.

TRAMO DE LA PROGRESIVA 9+000 AL 12+000						
ESTADO DE LA CARRETERA		PUNTOS	PORCENTAJE (%)	PROMEDIO eIRI (m/km)	PROMEDIO cIRI (m/km)	PROMEDIO SPEED (Km/h)
Bueno	<2.2	7	11.67%	3.51	5.73	62.03
Satisfactorio	2.2 - 3.8	35	58.33%			
No Satisfactorio	3.8 - 5.4	10	16.67%			
Pobre	>5.4	8	13.33%			
TOTAL PUNTOS		60	100.00%			

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

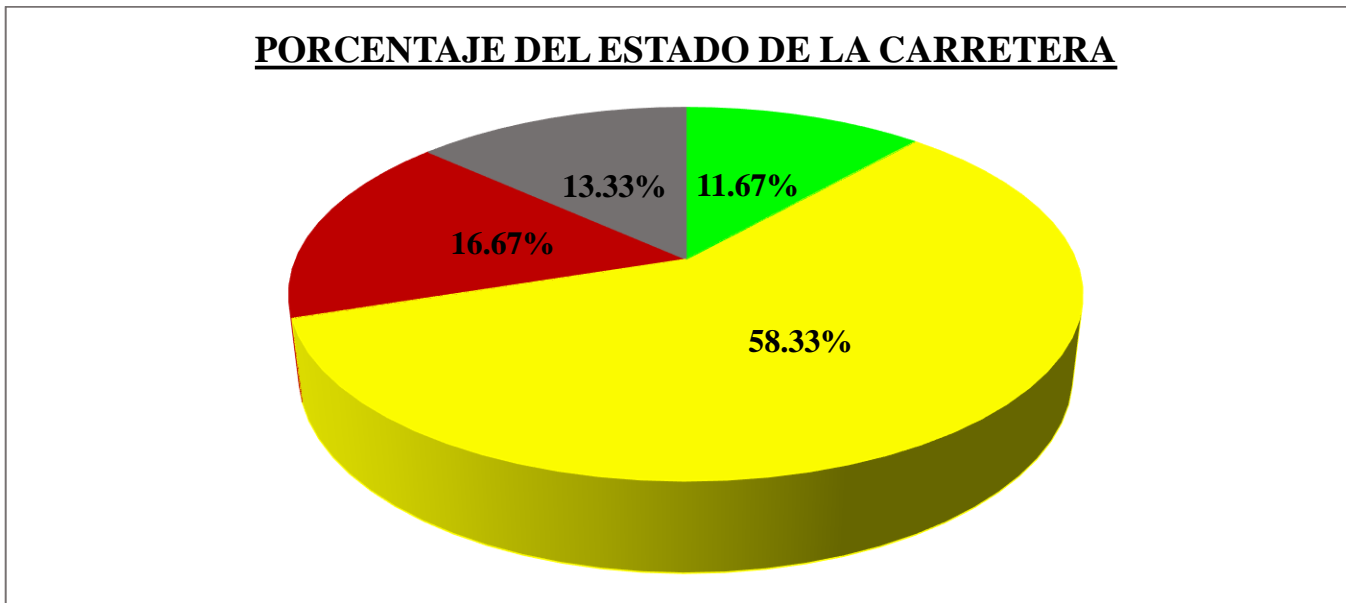


Gráfico 13: Porcentaje del estado de la carretera en el Km 9+000 al 12+000.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

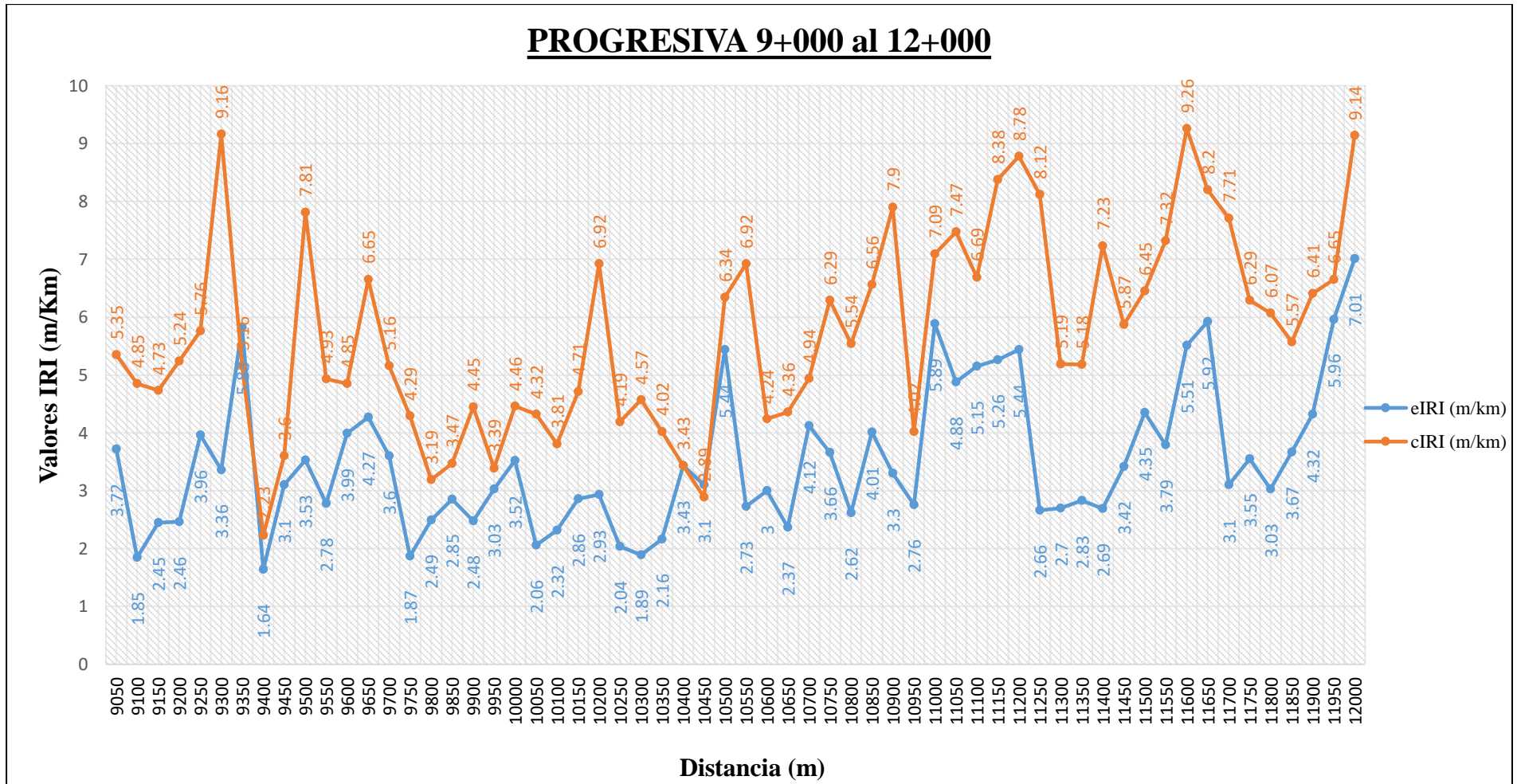


Gráfico 14: Variación de la uniformidad de la carretera entre eIRI y cIRI en el Km 9+000 al 12+000.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

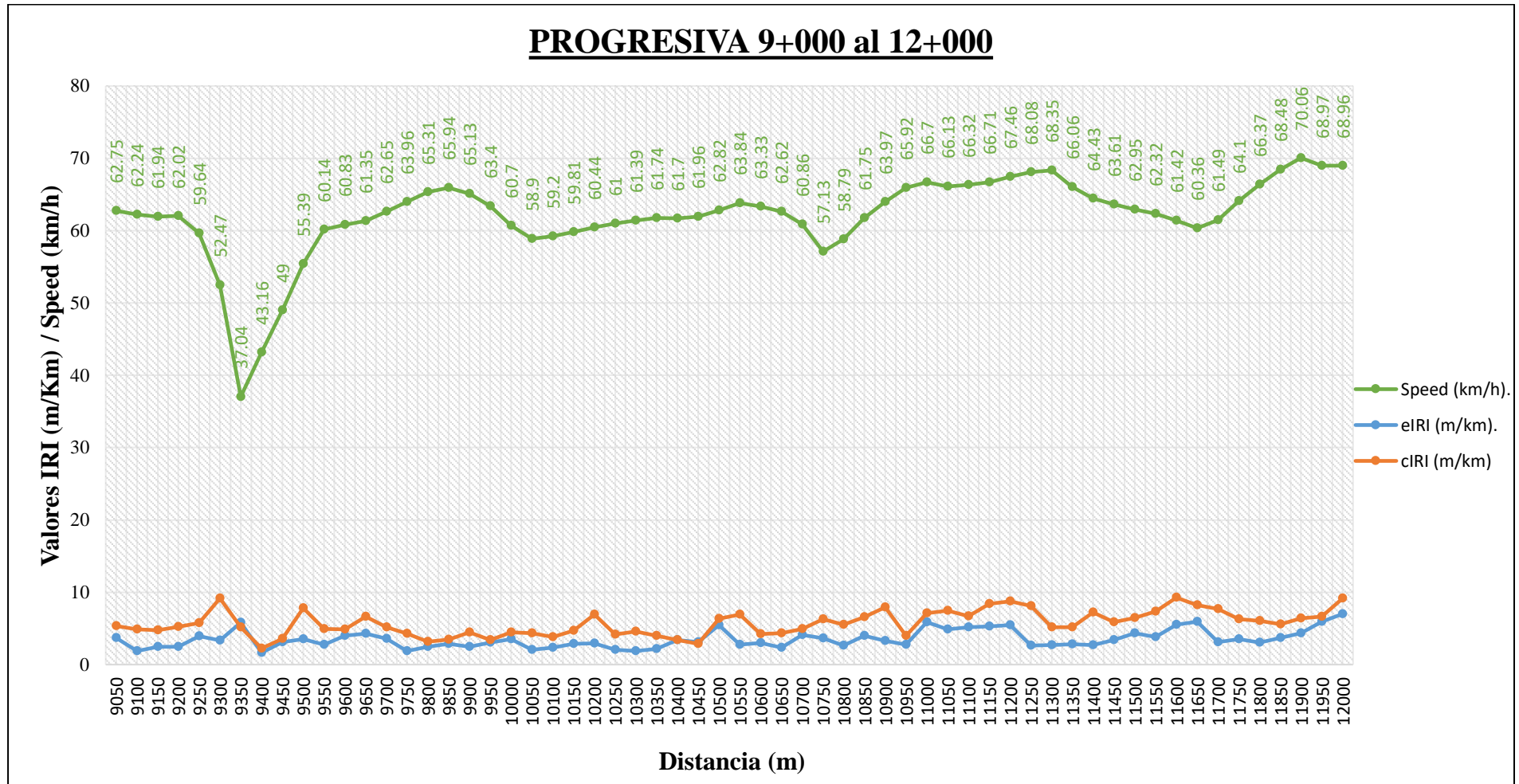


Gráfico 15: Relación de la rugosidad y la velocidad en el Km 9+000 al 12+000.

5.e. Progresiva Km 12+000 Al 15+000.

Tabla 25: Datos Obtenidos del sistema Roadroid en el Km 12+000 al 15+000.

PROYECTO:		“Evaluación de Superficie de Rodadura en Pavimento Flexible para Determinar Uniformidad Aplicando el Sistema Roadroid con Smartphone Juliaca Puno 2022”					COORDENADAS UTM			
UBICACIÓN		: Departamento de Puno - Provincia de San Román - Distrito de Juliaca					INICIO UTM		FINAL UTM	
INVESTIG.		: Joel Jhonatan Carita Cahuana					ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
PROGRESIVA 12+000		cIRI-sensitivity: 1,5	eIRI-sensitivity: 1	Recorrido	: 34.571 km	379011.5	8285597	388926.47	8251560.46	
Puntos	DateTime	Latitude	Longitude	Distance (m)	Speed (km/h)	Altitude (m)	Grade (%)	eIRI	cIRI	RoadId
241	17/05/2022 11:43	-156,258,242,701,338	-700,880,236,954,999	12050	70.26	3860.00	1.5	7.54	10.98	Juliaca - Puno
242	17/05/2022 11:43	-156,260,739,129,966	-700,879,568,633,666	12100	71.60	3860.00	0	4.03	9.32	Juliaca - Puno
243	17/05/2022 11:44	-15,626,687,981,494	-700,877,855,248,971	12150	73.00	3860.00	0	3.52	4.58	Juliaca - Puno
244	17/05/2022 11:44	-156,269,637,853,258	-700,877,082,084,735	12200	73.59	3860.00	0	4.65	7.95	Juliaca - Puno
245	17/05/2022 11:44	-15,627,600,741,239	-70,087,529,456,649	12250	73.76	3860.00	0	5.47	7.33	Juliaca - Puno
246	17/05/2022 11:44	-156,278,760,317,563	-700,874,476,497,084	12300	73.74	3860.00	0	3.99	3.64	Juliaca - Puno
247	17/05/2022 11:44	-156,281,520,792,987	-700,873,679,767,032	12350	73.18	3860.00	0	5.71	5.87	Juliaca - Puno
248	17/05/2022 11:44	-15,628,767,398,514	-700,871,915,934,552	12400	70.64	3860.00	0	6.31	7.48	Juliaca - Puno
249	17/05/2022 11:44	-1,562,935,648,084	-700,870,273,144,539	12450	69.84	3859.33	-1.33	4.73	7.49	Juliaca - Puno
250	17/05/2022 11:44	-156,296,017,952,892	-700,869,558,578,007	12500	70.66	3859.00	-0.67	3.41	6.75	Juliaca - Puno
251	17/05/2022 11:44	-156,301,930,732,407	-700,867,883,434,174	12550	71.40	3859.00	0	3.94	7.79	Juliaca - Puno
252	17/05/2022 11:44	-156,304,493,101,351	-700,867,156,731,622	12600	72.08	3859.00	0	3.44	6.66	Juliaca - Puno
253	17/05/2022 11:44	-156,310,683,203,983	-700,865,421,494,346	12650	72.84	3859.67	1.33	3.30	4.44	Juliaca - Puno
254	17/05/2022 11:44	-15,631,339,750,188	-700,864,641,906,238	12700	73.58	3860.00	0.67	7.29	8.11	Juliaca - Puno
255	17/05/2022 11:44	-156,319,757,810,043	-700,862,794,010,549	12750	74.14	3860.00	0	6.87	9.55	Juliaca - Puno
256	17/05/2022 11:44	-156,322,564,025,898	-700,861,958,226,824	12800	74.56	3860.00	0	3.83	4.50	Juliaca - Puno
257	17/05/2022 11:44	-156,325,452,276,167	-700,861,144,935,932	12850	75.19	3859.25	-1.5	5.56	6.23	Juliaca - Puno
258	17/05/2022 11:44	-156,332,068,094,277	-700,859,302,983,017	12900	75.82	3859.00	-0.5	4.74	6.34	Juliaca - Puno
259	17/05/2022 11:44	-156,335,003,806,192	-700,858,435,430,065	12950	76.29	3859.00	0	3.86	5.46	Juliaca - Puno
260	17/05/2022 11:44	-156,341,704,746,561	-700,856,532,998,328	13000	76.87	3859.00	0	5.50	8.08	Juliaca - Puno
261	17/05/2022 11:44	-156,344,824,474,893	-700,855,623,671,328	13050	77.46	3859.00	0	2.80	5.53	Juliaca - Puno
262	17/05/2022 11:44	-156,348,033,625,303	-700,854,734,232,809	13100	78.11	3859.00	0	4.84	3.66	Juliaca - Puno
263	17/05/2022 11:44	-156,351,258,142,175	-700,853,805,412,972	13150	78.64	3859.25	0.5	6.35	5.69	Juliaca - Puno
264	17/05/2022 11:44	-156,358,301,807,949	-700,851,779,917,166	13200	78.94	3859.00	-0.5	8.86	8.96	Juliaca - Puno

265	17/05/2022 11:44	-156,361,578,296,136	-700,850,870,901,083	13250	77.58	3859.00	0	5.99	9.12	Juliaca - Puno
266	17/05/2022 11:44	-156,364,647,753,664	-700,850,022,871,164	13300	74.28	3859.00	0	4.48	6.16	Juliaca - Puno
267	17/05/2022 11:44	-156,371,026,477,203	-700,848,169,576,348	13350	72.00	3859.00	0	4.29	8.04	Juliaca - Puno
268	17/05/2022 11:45	-156,373,605,941,395	-700,847,418,360,995	13400	71.24	3859.00	0	3.18	6.06	Juliaca - Puno
269	17/05/2022 11:45	-15,637,955,723,526	-700,845,747,618,173	13450	71.18	3859.00	0	2.78	5.23	Juliaca - Puno
270	17/05/2022 11:45	-156,382,039,265,267	-700,845,059,279,162	13500	71.22	3859.00	0	2.65	4.89	Juliaca - Puno
271	17/05/2022 11:45	-156,387,951,552,531	-700,843,372,106,822	13550	71.53	3859.00	0	4.55	6.56	Juliaca - Puno
272	17/05/2022 11:45	-156,390,536,964,728	-700,842,626,774,301	13600	71.73	3859.00	0	3.99	5.90	Juliaca - Puno
273	17/05/2022 11:45	-156,396,609,332,983	-700,840,910,077,173	13650	72.17	3859.00	0	4.51	6.09	Juliaca - Puno
274	17/05/2022 11:45	-156,399,254,741,345	-700,840,144,672,423	13700	72.75	3859.00	0	3.77	5.73	Juliaca - Puno
275	17/05/2022 11:45	-156,405,471,221,213	-700,838,373,133,248	13750	73.39	3859.00	0	7.32	9.13	Juliaca - Puno
276	17/05/2022 11:45	-156,408,217,825,901	-700,837,592,208,164	13800	74.02	3858.75	-0.5	5.69	9.59	Juliaca - Puno
277	17/05/2022 11:45	-156,414,648,783,152	-700,835,727,264,062	13850	74.71	3858.00	-1.5	4.22	6.86	Juliaca - Puno
278	17/05/2022 11:45	-156,417,564,309,295	-70,083,489,235,851	13900	75.48	3858.00	0	2.99	5.47	Juliaca - Puno
279	17/05/2022 11:45	-156,424,196,905,448	-700,833,006,473,179	13950	76.42	3858.00	0	4.82	6.41	Juliaca - Puno
280	17/05/2022 11:45	-156,427,289,722,524	-70,083,213,150,785	14000	77.05	3858.00	0	4.55	6.35	Juliaca - Puno
281	17/05/2022 11:45	-156,430,403,429,022	-700,831,216,638,523	14050	77.65	3858.00	0	5.71	7.96	Juliaca - Puno
282	17/05/2022 11:45	-156,437,330,598,268	-700,829,260,040,923	14100	78.24	3858.00	0	4.81	6.40	Juliaca - Puno
283	17/05/2022 11:45	-156,440,517,762,887	-700,828,341,292,772	14150	78.23	3858.00	0	5.41	6.87	Juliaca - Puno
284	17/05/2022 11:45	-156,443,762,874,152	-700,827,414,816,645	14200	77.92	3858.00	0	3.91	5.30	Juliaca - Puno
285	17/05/2022 11:45	-156,446,963,941,575	-700,826,523,123,165	14250	77.87	3858.00	0	3.15	5.60	Juliaca - Puno
286	17/05/2022 11:45	-156,453,881,650,507	-700,824,546,062,561	14300	78.18	3858.00	0	4.10	5.69	Juliaca - Puno
287	17/05/2022 11:45	-156,457,108,101,815	-700,823,646,783,864	14350	78.38	3858.00	0	4.24	8.92	Juliaca - Puno
288	17/05/2022 11:45	-156,460,347,298,688	-700,822,715,495,091	14400	78.58	3858.00	0	6.11	9.31	Juliaca - Puno
289	17/05/2022 11:45	-156,467,396,055,056	-700,820,725,172,015	14450	78.82	3858.00	0	9.21	8.83	Juliaca - Puno
290	17/05/2022 11:45	-156,470,717,649,446	-700,819,785,621,252	14500	78.89	3858.00	0	7.56	7.11	Juliaca - Puno
291	17/05/2022 11:45	-156,474,050,716,071	-70,081,884,160,941	14550	78.94	3858.00	0	7.88	8.52	Juliaca - Puno
292	17/05/2022 11:45	-156,477,384,110,751	-700,817,898,822,441	14600	79.00	3858.00	0	5.32	7.20	Juliaca - Puno
293	17/05/2022 11:46	-156,484,474,813,335	-700,815,885,742,151	14650	79.07	3858.00	0	5.62	8.45	Juliaca - Puno
294	17/05/2022 11:46	-156,487,701,158,646	-700,814,963,954,673	14700	78.89	3858.00	0	7.57	7.63	Juliaca - Puno
295	17/05/2022 11:46	-156,490,952,928,313	-700,814,064,080,338	14750	76.69	3858.00	0	5.31	6.86	Juliaca - Puno
296	17/05/2022 11:46	-15,649,766,139,714	-700,812,172,569,087	14800	75.49	3858.00	0	8.64	8.65	Juliaca - Puno
297	17/05/2022 11:46	-156,500,614,413,104	-700,811,328,058,437	14850	73.64	3858.00	0	7.55	10.22	Juliaca - Puno
298	17/05/2022 11:46	-156,506,860,027,572	-700,809,533,596,636	14900	70.64	3858.00	0	5.77	7.92	Juliaca - Puno
299	17/05/2022 11:46	-156,509,265,622,352	-700,808,848,962,794	14950	69.26	3858.00	0	6.03	8.40	Juliaca - Puno
300	17/05/2022 11:46	-156,514,958,111,401	-700,807,232,731,229	15000	68.72	3858.00	0	5.29	6.39	Juliaca - Puno

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

Tabla 26: Cuadro resumen del resultado en el Km 12+000 al 15+000.

TRAMO DE LA PROGRESIVA 12+000 AL 15+000						
ESTADO DE LA CARRETERA		PUNTOS	PORCENTAJE (%)	PROMEDIO eIRI (m/km)	PROMEDIO cIRI (m/km)	PROMEDIO SPEED (Km/h)
Bueno	<2.2	0	0.00%	5.16	7.04	74.77
Satisfactorio	2.2 - 3.8	11	18.33%			
No Satisfactorio	3.8 - 5.4	24	40.00%			
Pobre	>5.4	25	41.67%			
TOTAL		60	100.00%			

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

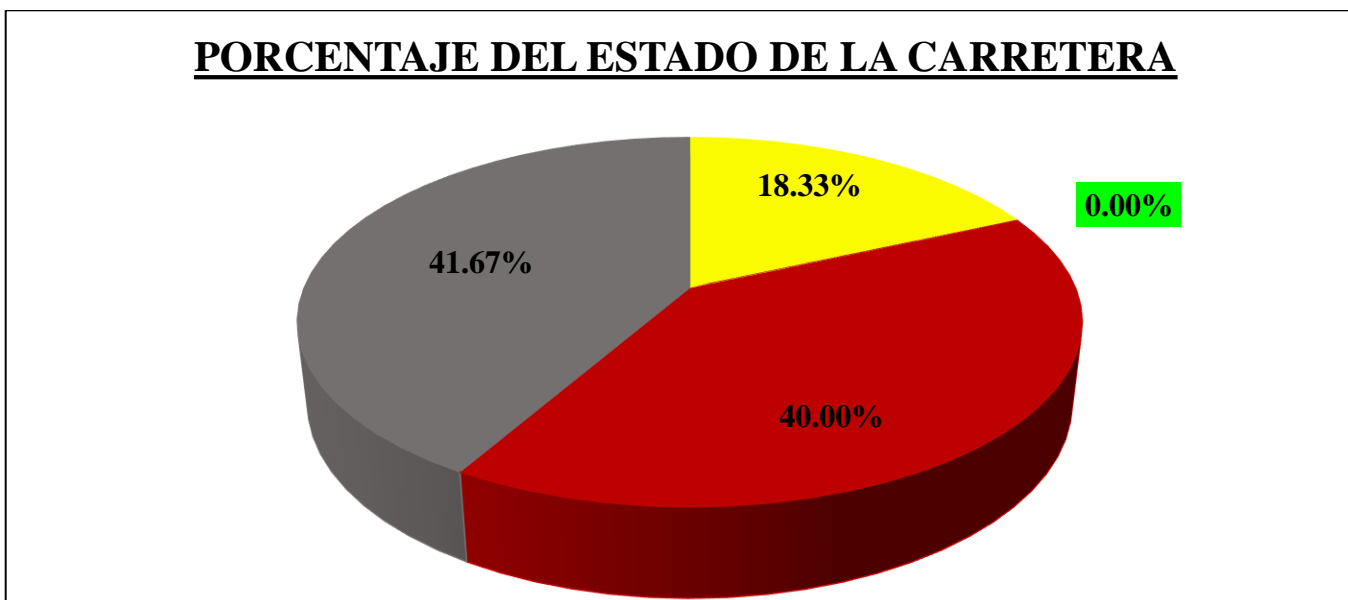


Gráfico 16: Porcentaje del estado de la carretera en el Km 12+000 al 15+000.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

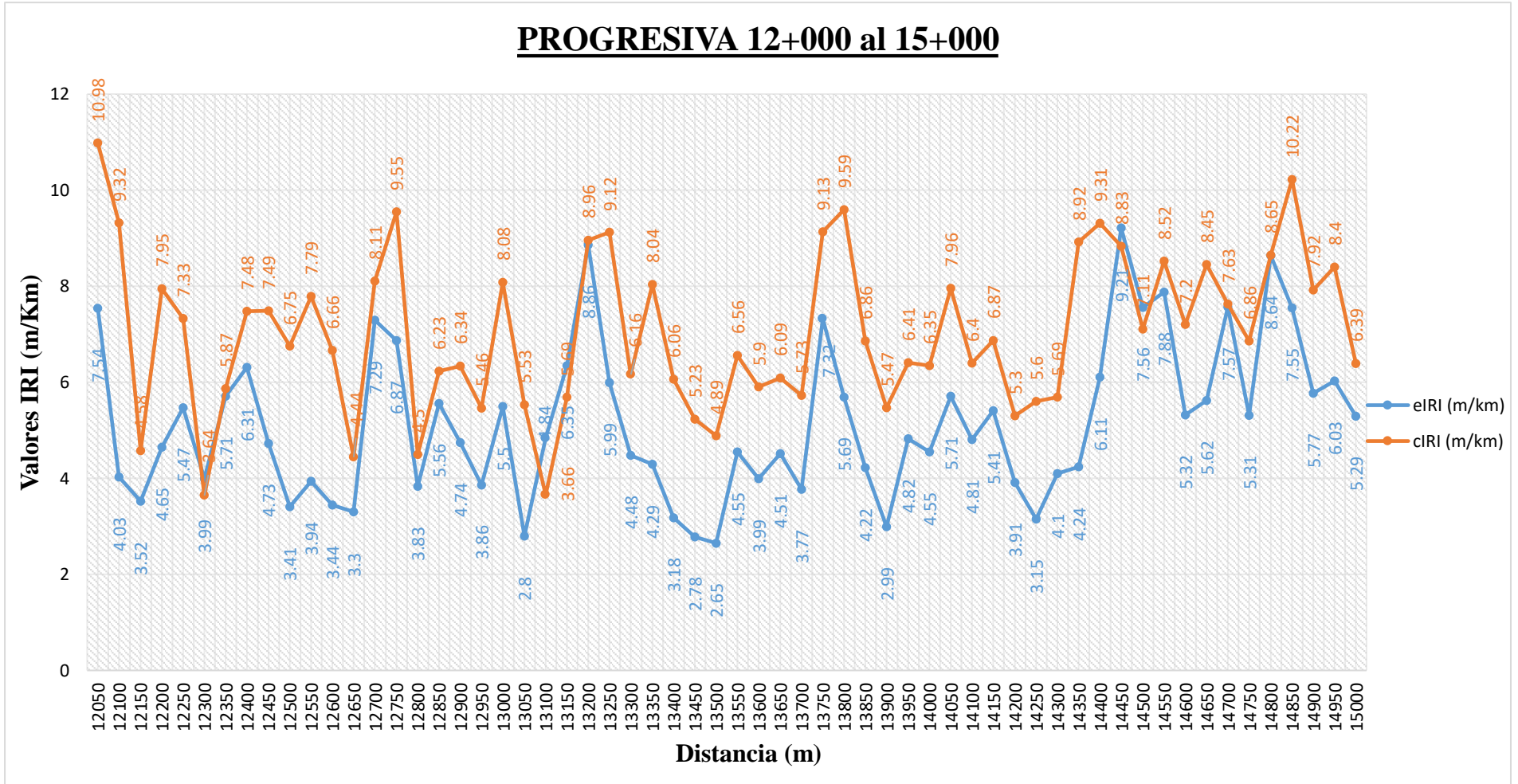


Gráfico 17: Variación de la uniformidad de la carretera entre eIRI y cIRI en el Km 12+000 al 15+000.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

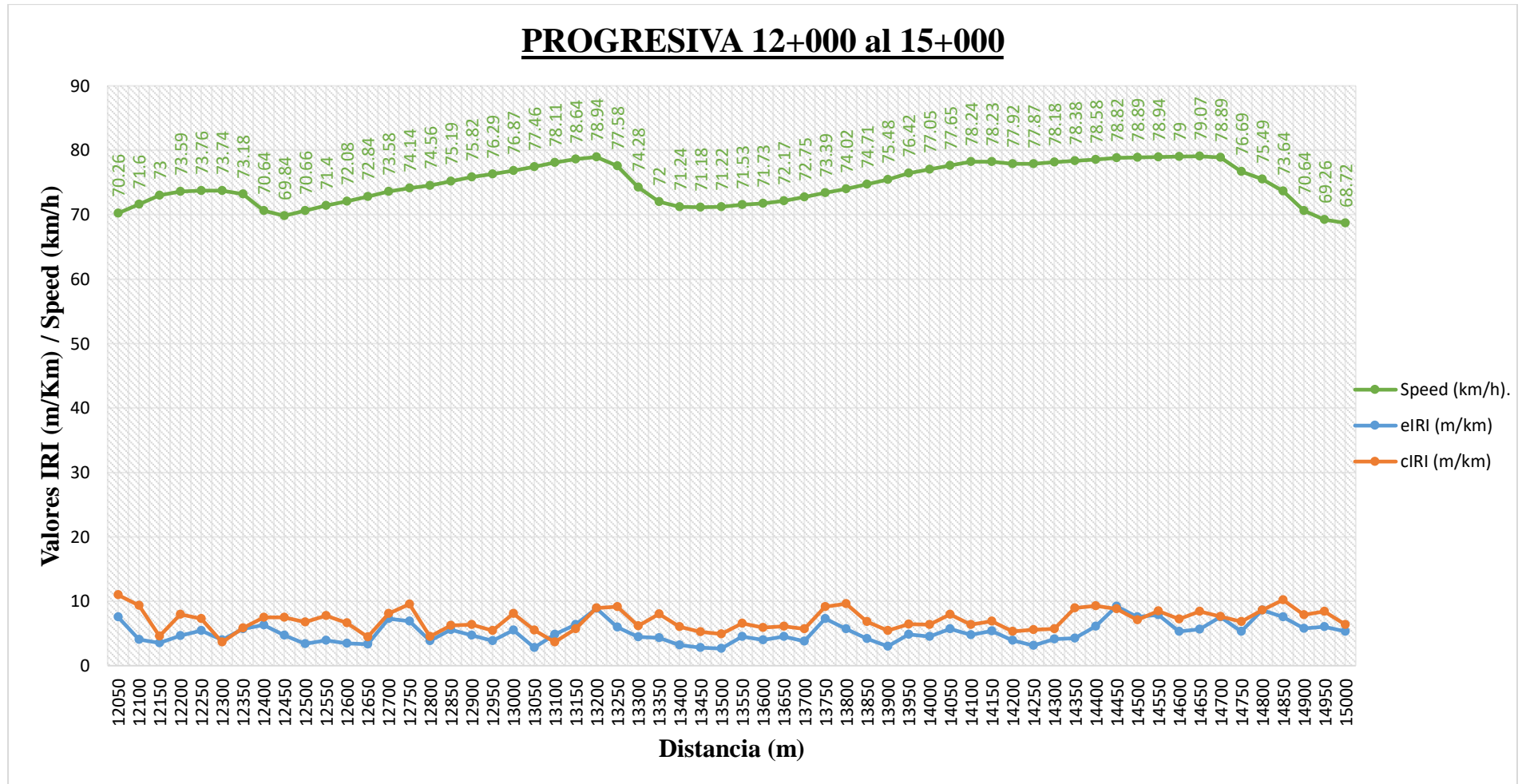


Gráfico 18: Relación de la rugosidad y la velocidad en el Km 12+000 al 15+000.

5.f. Progresiva Km 15+000 Al 18+000.

Tabla 27: Datos Obtenidos del sistema Roadroid en el Km 15+000 al 18+000.

PROYECTO:		“Evaluación de Superficie de Rodadura en Pavimento Flexible para Determinar Uniformidad Aplicando el Sistema Roadroid con Smartphone Juliaca Puno 2022”					COORDENADAS UTM			
UBICACIÓN		: Departamento de Puno - Provincia de San Román - Distrito de Juliaca					INICIO UTM		FINAL UTM	
INVESTIG.		: Joel Jhonatan Carita Cahuana					ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
PROGRESIVA 15+000		cIRI-sensitivity: 1,5	eIRI-sensitivity: 1	Recorrido	: 34.571 km	379011.5	8285597	388926.47	8251560.46	
Puntos	DateTime	Latitude	Longitude	Distance (m)	Speed (km/h)	Altitude (m)	Grade (%)	eIRI	cIRI	RoadId
301	17/05/2022 11:46	-156,517,213,998,128	-700,806,579,012,567	15050	68.39	3858.00	0	4.75	7.52	Juliaca - Puno
302	17/05/2022 11:46	-156,522,728,099,702	-700,805,018,650,992	15100	67.44	3858.00	0	7.39	6.27	Juliaca - Puno
303	17/05/2022 11:46	-156,528,150,904,068	-700,803,483,140,358	15150	62.08	3857.75	-0.5	4.26	5.66	Juliaca - Puno
304	17/05/2022 11:46	-156,532,593,203,162	-70,080,224,605,498	15200	41.52	3857.20	-1.1	7.14	5.00	Juliaca - Puno
305	17/05/2022 11:46	-156,535,579,394,189	-700,801,405,463,388	15250	33.55	3857.83	1.27	3.67	6.37	Juliaca - Puno
306	17/05/2022 11:46	-156,539,878,641,085	-700,800,222,065,809	15300	44.99	3857.00	-1.67	3.50	4.19	Juliaca - Puno
307	17/05/2022 11:46	-156,544,450,595,998	-700,798,954,237,276	15350	50.08	3857.00	0	4.93	7.20	Juliaca - Puno
308	17/05/2022 11:46	-156,550,060,121,223	-700,797,376,187,202	15400	56.51	3857.00	0	6.95	8.70	Juliaca - Puno
309	17/05/2022 11:46	-15,655,401,305,195	-700,796,228,258,559	15450	61.57	3857.00	0	2.04	6.60	Juliaca - Puno
310	17/05/2022 11:46	-156,558,660,459,927	-700,794,879,866,473	15500	65.29	3857.00	0	2.00	3.51	Juliaca - Puno
311	17/05/2022 11:46	-156,560,708,932,683	-700,794,286,019,234	15550	68.60	3857.25	0.5	2.83	4.36	Juliaca - Puno
312	17/05/2022 11:46	-156,566,417,447,446	-700,792,683,544,251	15600	69.28	3857.75	1	6.31	6.73	Juliaca - Puno
313	17/05/2022 11:47	-156,572,043,792,684	-700,791,071,773,519	15650	68.82	3857.33	-0.83	6.52	7.82	Juliaca - Puno
314	17/05/2022 11:47	-156,574,291,194,706	-700,790,423,991,892	15700	69.66	3858.00	1.33	4.37	6.08	Juliaca - Puno
315	17/05/2022 11:47	-156,580,055,968,634	-700,788,776,381,029	15750	70.52	3858.00	0	2.60	5.16	Juliaca - Puno
316	17/05/2022 11:47	-156,582,553,868,416	-700,788,060,389,352	15800	71.30	3858.00	0	2.58	6.17	Juliaca - Puno
317	17/05/2022 11:47	-156,588,536,884,127	-700,786,355,084,173	15850	71.89	3858.00	0	3.27	4.88	Juliaca - Puno
318	17/05/2022 11:47	-156,591,192,933,243	-700,785,614,448,442	15900	71.67	3858.00	0	2.16	3.40	Juliaca - Puno
319	17/05/2022 11:47	-156,597,251,973,372	-700,783,924,881,905	15950	68.77	3858.00	0	2.89	5.31	Juliaca - Puno
320	17/05/2022 11:47	-156,602,780,419,332	-700,782,296,917,967	16000	66.53	3858.00	0	3.60	4.56	Juliaca - Puno
321	17/05/2022 11:47	-156,604,837,423,878	-700,781,697,521,544	16050	65.95	3858.00	0	5.75	6.03	Juliaca - Puno
322	17/05/2022 11:47	-156,610,006,439,929	-70,078,024,814,852	16100	65.96	3858.00	0	7.38	8.58	Juliaca - Puno
323	17/05/2022 11:47	-156,615,315,492,332	-700,778,768,685,325	16150	66.08	3858.00	0	5.67	9.69	Juliaca - Puno
324	17/05/2022 11:47	-156,617,332,973,132	-70,077,821,335,165	16200	66.17	3858.00	0	5.32	8.12	Juliaca - Puno

325	17/05/2022 11:47	-156,622,542,896,732	-700,776,736,784,003	16250	66.37	3858.00	0	6.53	7.86	Juliaca - Puno
326	17/05/2022 11:47	-156,627,848,501,716	-700,775,274,384,624	16300	66.52	3858.00	0	5.88	7.44	Juliaca - Puno
327	17/05/2022 11:47	-156,633,236,789,054	-700,773,728,773,961	16350	66.68	3858.00	0	4.64	6.77	Juliaca - Puno
328	17/05/2022 11:47	-156,635,386,348,176	-700,773,121,569,951	16400	66.92	3857.75	-0.5	4.71	8.18	Juliaca - Puno
329	17/05/2022 11:47	-156,640,768,610,173	-700,771,646,218,338	16450	66.95	3857.25	-1	4.35	6.70	Juliaca - Puno
330	17/05/2022 11:47	-15,664,604,683,493	-700,770,163,761,449	16500	67.76	3857.00	-0.5	4.52	5.30	Juliaca - Puno
331	17/05/2022 11:47	-156,648,251,677,067	-700,769,568,089,488	16550	68.93	3857.00	0	3.89	6.09	Juliaca - Puno
332	17/05/2022 11:47	-15,665,391,014,487	-700,767,986,584,616	16600	68.45	3857.00	0	6.38	6.80	Juliaca - Puno
333	17/05/2022 11:47	-156,659,370,538,287	-700,766,452,412,278	16650	63.46	3856.67	-0.67	4.97	6.10	Juliaca - Puno
334	17/05/2022 11:47	-156,661,006,184,971	-700,766,000,178,365	16700	44.18	3856.83	0.33	9.05	6.55	Juliaca - Puno
335	17/05/2022 11:48	-156,666,751,498,955	-700,764,380,012,526	16750	38.09	3857.00	0.33	3.24	5.77	Juliaca - Puno
336	17/05/2022 11:48	-156,671,917,686,175	-70,076,286,237,876	16800	46.76	3857.00	0	5.34	4.57	Juliaca - Puno
337	17/05/2022 11:48	-156,674,477,443,517	-700,762,144,455,364	16850	50.93	3857.00	0	7.24	9.29	Juliaca - Puno
338	17/05/2022 11:48	-156,680,071,905,298	-700,760,648,348,547	16900	52.17	3857.00	0	4.23	8.44	Juliaca - Puno
339	17/05/2022 11:48	-156,683,380,586,008	-700,759,694,145,043	16950	54.80	3857.00	0	4.74	7.65	Juliaca - Puno
340	17/05/2022 11:48	-156,687,147,140,657	-700,758,645,120,543	17000	57.20	3857.00	0	4.69	7.42	Juliaca - Puno
341	17/05/2022 11:48	-156,693,989,852,001	-700,756,666,661,408	17050	59.60	3856.75	-0.5	6.70	6.82	Juliaca - Puno
342	17/05/2022 11:48	-156,698,336,072,375	-70,075,547,669,198	17100	60.91	3856.25	-1	4.48	6.39	Juliaca - Puno
343	17/05/2022 11:48	-156,702,906,563,522	-700,754,204,312,616	17150	61.88	3857.00	1.5	3.27	5.17	Juliaca - Puno
344	17/05/2022 11:48	-156,704,628,899,351	-700,753,717,360,962	17200	62.86	3857.00	0	3.83	6.51	Juliaca - Puno
345	17/05/2022 11:48	-156,709,442,881,366	-700,752,428,713,403	17250	63.99	3857.00	0	4.12	4.59	Juliaca - Puno
346	17/05/2022 11:48	-156,714,488,851,421	-700,751,046,338,419	17300	65.65	3856.50	-1	3.85	6.92	Juliaca - Puno
347	17/05/2022 11:48	-156,719,693,875,154	-700,749,515,233,751	17350	66.67	3856.67	0.33	4.07	7.98	Juliaca - Puno
348	17/05/2022 11:48	-156,721,850,735,208	-700,748,895,504,226	17400	66.29	3857.00	0.67	4.78	8.08	Juliaca - Puno
349	17/05/2022 11:48	-156,727,040,238,234	-700,747,416,015,637	17450	65.00	3857.00	0	3.40	6.97	Juliaca - Puno
350	17/05/2022 11:48	-156,731,994,368,027	-700,746,108,568,045	17500	61.07	3857.00	0	3.42	5.00	Juliaca - Puno
351	17/05/2022 11:48	-156,736,359,489,987	-700,744,904,323,735	17550	47.37	3857.00	0	5.45	4.72	Juliaca - Puno
352	17/05/2022 11:48	-156,740,748,913,981	-700,743,633,124,755	17600	37.73	3857.17	0.33	7.01	7.03	Juliaca - Puno
353	17/05/2022 11:48	-156,745,765,106,662	-700,742,291,592,794	17650	46.49	3857.00	-0.33	2.03	3.95	Juliaca - Puno
354	17/05/2022 11:49	-156,750,539,332,098	-700,740,973,355,355	17700	51.61	3857.00	0	3.70	5.35	Juliaca - Puno
355	17/05/2022 11:49	-1,567,538,206,211	-700,740,042,679,686	17750	56.74	3857.00	0	2.57	6.50	Juliaca - Puno
356	17/05/2022 11:49	-156,757,864,993,429	-700,738,925,407,181	17800	61.69	3857.00	0	4.65	5.48	Juliaca - Puno
357	17/05/2022 11:49	-156,762,707,463,691	-70,073,755,909,285	17850	66.07	3857.50	1	7.30	7.83	Juliaca - Puno
358	17/05/2022 11:49	-156,768,161,150,616	-700,736,027,055,223	17900	69.01	3858.00	1	4.78	8.73	Juliaca - Puno
359	17/05/2022 11:49	-156,770,485,076,465	-700,735,388,141,001	17950	67.64	3858.00	0	4.72	7.19	Juliaca - Puno
360	17/05/2022 11:49	-156,775,847,308,032	-700,733,912,757,526	18000	66.40	3858.00	0	3.85	4.88	Juliaca - Puno

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

Tabla 28: Cuadro resumen del resultado en el Km 15+000 al 18+000.

TRAMO DE LA PROGRESIVA 15+000 AL 18+000						
ESTADO DE LA CARRETERA		PUNTOS	PORCENTAJE (%)	PROMEDIO eIRI (m/km)	PROMEDIO cIRI (m/km)	PROMEDIO SPEED (Km/h)
Bueno	<2.2	4	6.67%	4.67	6.42	61.06
Satisfactorio	2.2 - 3.8	14	23.33%			
No Satisfactorio	3.8 - 5.4	25	41.67%			
Pobre	>5.4	17	28.33%			
TOTAL		60	100.00%			

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

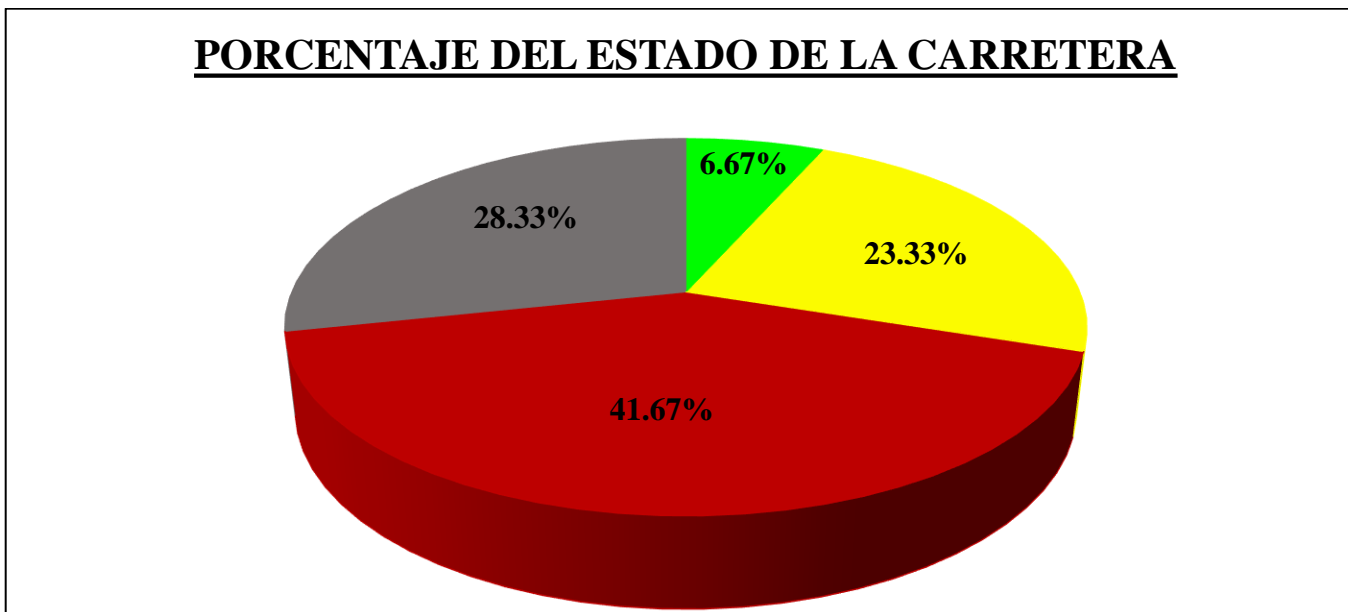


Gráfico 19: Porcentaje del estado de la carretera en el Km 15+000 al 18+000.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

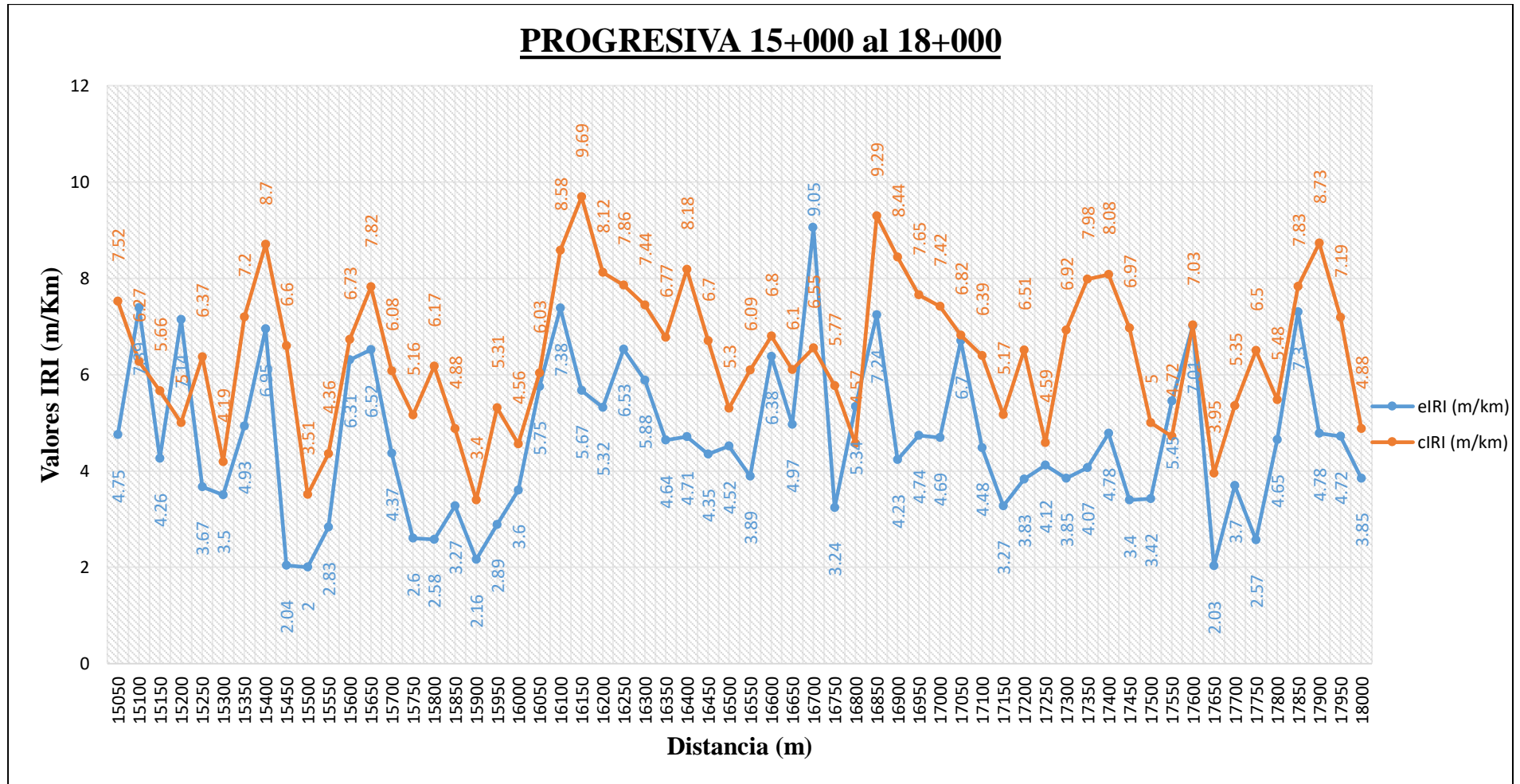


Gráfico 20: Variación de la uniformidad de la carretera entre eIRI y cIRI en el Km 15+000 al 18+000.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

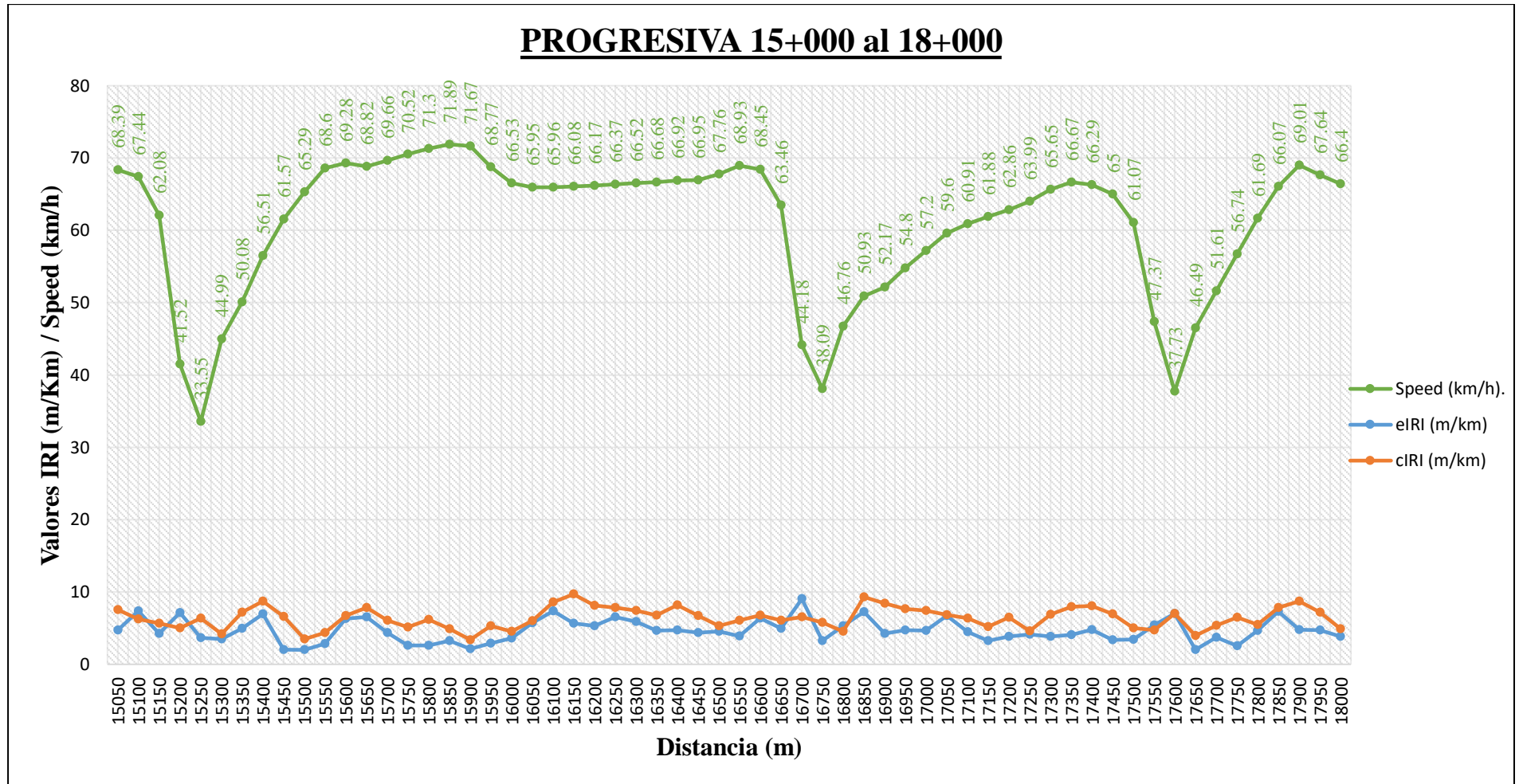


Gráfico 21: Relación de la rugosidad y la velocidad en el Km 15+000 al 18+000.

5.g. Progresiva Km 18+000 Al 21+000.

Tabla 29: Datos Obtenidos del sistema Roadroid en el Km 18+000 al 21+000.

PROYECTO:		“Evaluación de Superficie de Rodadura en Pavimento Flexible para Determinar Uniformidad Aplicando el Sistema Roadroid con Smartphone Juliaca Puno 2022”					COORDENADAS UTM			
UBICACIÓN		: Departamento de Puno - Provincia de San Román - Distrito de Juliaca					INICIO UTM		FINAL UTM	
INVESTIG.		: Joel Jhonatan Carita Cahuana					ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
PROGRESIVA 18+000		cIRI-sensitivity: 1,5	eIRI-sensitivity: 1	Recorrido	: 34.571 km		379011.5	8285597	388926.47	8251560.46
Puntos	DateTime	Latitude	Longitude	Distance (m)	Speed (km/h)	Altitude (m)	Grade (%)	eIRI	cIRI	RoadId
361	17/05/2022 11:49	-156,780,990,098,013	-700,732,437,002,538	18050	65.59	3858.00	0	2.90	5.34	Juliaca - Puno
362	17/05/2022 11:49	-15,678,299,735,914	-700,731,868,105,904	18100	65.26	3858.00	0	3.58	5.07	Juliaca - Puno
363	17/05/2022 11:49	-156,788,085,617,256	-700,730,445,931,794	18150	64.14	3858.00	0	5.10	7.74	Juliaca - Puno
364	17/05/2022 11:49	-156,793,032,310,622	-700,729,108,545,035	18200	57.46	3858.00	0	3.15	6.19	Juliaca - Puno
365	17/05/2022 11:49	-156,796,722,582,351	-700,728,105,203,135	18250	41.69	3858.00	0	5.54	6.87	Juliaca - Puno
366	17/05/2022 11:49	-15,680,207,339,362	-700,726,568,446,912	18300	45.99	3858.00	0	2.86	5.26	Juliaca - Puno
367	17/05/2022 11:49	-156,807,103,183,715	-700,725,152,187,617	18350	54.73	3858.00	0	5.09	7.55	Juliaca - Puno
368	17/05/2022 11:49	-156,810,688,003,206	-700,724,091,234,375	18400	57.68	3857.75	-0.5	3.83	8.09	Juliaca - Puno
369	17/05/2022 11:49	-156,814,912,847,807	-700,723,013,195,657	18450	63.02	3856.50	-2.5	6.15	10.94	Juliaca - Puno
370	17/05/2022 11:49	-156,819,915,828,558	-700,721,607,325,292	18500	66.99	3857.25	1.5	4.95	9.77	Juliaca - Puno
371	17/05/2022 11:49	-156,825,354,822,349	-700,720,067,214,649	18550	70.02	3857.33	0.17	7.02	7.47	Juliaca - Puno
372	17/05/2022 11:49	-156,827,817,523,871	-700,719,371,601,766	18600	68.17	3857.75	0.83	8.28	8.94	Juliaca - Puno
373	17/05/2022 11:50	-15,683,327,475,381	-700,717,886,337,498	18650	65.93	3858.00	0.5	9.36	13.72	Juliaca - Puno
374	17/05/2022 11:50	-156,835,322,305,468	-700,717,299,212,178	18700	65.73	3858.00	0	9.16	10.09	Juliaca - Puno
375	17/05/2022 11:50	-156,840,507,868,021	-700,715,846,669,609	18750	65.83	3858.00	0	9.03	12.52	Juliaca - Puno
376	17/05/2022 11:50	-156,845,788,823,824	-700,714,364,800,795	18800	66.21	3858.00	0	8.00	11.87	Juliaca - Puno
377	17/05/2022 11:50	-156,851,046,284,865	-700,712,899,734,044	18850	66.98	3858.00	0	7.87	11.26	Juliaca - Puno
378	17/05/2022 11:50	-156,853,233,453,466	-700,712,283,219,802	18900	67.82	3858.00	0	6.31	10.33	Juliaca - Puno
379	17/05/2022 11:50	-15,685,870,644,692	-700,710,748,442,447	18950	69.02	3858.00	0	7.63	9.88	Juliaca - Puno
380	17/05/2022 11:50	-156,864,464,545,505	-700,709,176,951,858	19000	69.59	3858.00	0	5.47	10.39	Juliaca - Puno
381	17/05/2022 11:50	-156,866,888,768,076	-700,708,476,492,259	19050	70.22	3858.00	0	7.88	10.14	Juliaca - Puno
382	17/05/2022 11:50	-156,872,655,948,439	-700,706,880,060,956	19100	70.97	3858.67	1.33	9.73	10.80	Juliaca - Puno
383	17/05/2022 11:50	-156,875,193,909,445	-700,706,166,834,374	19150	70.70	3859.00	0.67	8.45	8.61	Juliaca - Puno
384	17/05/2022 11:50	-156,881,054,901,136	-700,704,515,178,117	19200	69.12	3859.00	0	5.43	6.03	Juliaca - Puno
385	17/05/2022 11:50	-156,883,434,940,133	-700,703,839,661,266	19250	67.88	3859.00	0	2.67	4.73	Juliaca - Puno

386	17/05/2022 11:50	-156,889,013,786,523	-700,702,289,767,076	19300	66.70	3859.00	0	4.87	6.50	Juliaca - Puno
387	17/05/2022 11:50	-156,894,314,255,571	-700,700,837,015,818	19350	65.69	3859.00	0	1.79	8.46	Juliaca - Puno
388	17/05/2022 11:50	-156,896,344,997,178	-700,700,274,286,521	19400	66.12	3859.00	0	2.42	3.61	Juliaca - Puno
389	17/05/2022 11:50	-156,901,666,105,327	-700,698,804,391,146	19450	67.03	3859.00	0	2.37	4.07	Juliaca - Puno
390	17/05/2022 11:50	-156,907,055,836,333	-700,697,253,677,113	19500	67.96	3859.00	0	3.72	6.26	Juliaca - Puno
391	17/05/2022 11:50	-156,909,271,253,601	-700,696,659,645,065	19550	68.53	3859.00	0	2.69	6.34	Juliaca - Puno
392	17/05/2022 11:50	-156,914,960,161,959	-700,695,059,955,829	19600	68.82	3859.00	0	2.87	3.41	Juliaca - Puno
393	17/05/2022 11:50	-156,920,558,773,948	-700,693,530,234,039	19650	69.20	3859.33	0.67	2.15	3.27	Juliaca - Puno
394	17/05/2022 11:50	-156,922,896,608,567	-700,692,916,346,831	19700	70.30	3860.00	1.33	3.82	4.63	Juliaca - Puno
395	17/05/2022 11:50	-156,928,769,695,692	-700,691,314,235,687	19750	71.21	3860.00	0	3.68	6.53	Juliaca - Puno
396	17/05/2022 11:51	-156,931,363,374,601	-700,690,582,507,384	19800	69.06	3860.00	0	3.79	5.23	Juliaca - Puno
397	17/05/2022 11:51	-156,936,972,206,894	-700,688,960,086,846	19850	66.88	3860.00	0	3.09	5.40	Juliaca - Puno
398	17/05/2022 11:51	-156,942,225,494,293	-700,687,423,799,723	19900	63.83	3860.00	0	5.31	6.77	Juliaca - Puno
399	17/05/2022 11:51	-156,947,052,148,139	-700,686,095,180,713	19950	59.62	3859.75	-0.5	4.71	8.20	Juliaca - Puno
400	17/05/2022 11:51	-15,695,124,797,208	-700,684,963,596,242	20000	55.53	3859.50	-0.5	11.19	10.41	Juliaca - Puno
401	17/05/2022 11:51	-156,954,857,049,839	-700,683,963,746,168	20050	51.37	3860.00	1	14.16	12.36	Juliaca - Puno
402	17/05/2022 11:51	-156,957,844,973,822	-700,683,149,569,211	20100	42.98	3860.00	0	9.93	11.10	Juliaca - Puno
403	17/05/2022 11:51	-156,963,772,562,832	-700,681,544,872,084	20150	29.22	3859.40	-1.2	5.52	8.32	Juliaca - Puno
404	17/05/2022 11:51	-156,970,394,538,767	-70,067,969,377,675	20200	29.22	3859.40	0	5.52	8.32	Juliaca - Puno
405	17/05/2022 11:51	-156,970,485,218,549	-700,679,668,204,169	20250	26.55	3857.25	-4.3	2.19	3.89	Juliaca - Puno
406	17/05/2022 11:52	-156,976,656,487,986	-70,067,791,582,298	20300	38.28	3858.00	1.5	2.62	5.37	Juliaca - Puno
407	17/05/2022 11:52	-156,979,965,602,857	-700,677,013,801,126	20350	43.91	3858.00	0	5.64	6.45	Juliaca - Puno
408	17/05/2022 11:52	-156,984,242,794,319	-700,675,786,866,462	20400	51.70	3858.00	0	7.84	9.35	Juliaca - Puno
409	17/05/2022 11:52	-156,990,022,671,287	-700,674,126,768,215	20450	56.72	3857.75	-0.5	5.02	10.87	Juliaca - Puno
410	17/05/2022 11:52	-156,993,842,711,973	-700,673,110,408,007	20500	57.32	3857.75	0	4.10	7.23	Juliaca - Puno
411	17/05/2022 11:52	-156,997,923,614,846	-700,671,924,423,778	20550	58.67	3857.00	-1.5	5.90	9.96	Juliaca - Puno
412	17/05/2022 11:52	-157,002,183,931,941	-700,670,761,011,409	20600	59.51	3857.00	0	4.72	8.00	Juliaca - Puno
413	17/05/2022 11:52	-157,006,403,900,459	-700,669,552,141,526	20650	60.14	3857.00	0	4.35	8.27	Juliaca - Puno
414	17/05/2022 11:52	-157,010,774,760,319	-70,066,833,880,992	20700	58.55	3857.75	1.5	8.98	9.98	Juliaca - Puno
415	17/05/2022 11:52	-157,014,830,666,324	-700,667,194,408,857	20750	56.14	3858.00	0.5	9.81	13.63	Juliaca - Puno
416	17/05/2022 11:52	-15,701,862,465,257	-700,666,145,935,784	20800	56.79	3858.00	0	7.68	12.12	Juliaca - Puno
417	17/05/2022 11:52	-157,025,364,829,999	-700,664,261,217,234	20850	58.61	3858.00	0	6.68	10.09	Juliaca - Puno
418	17/05/2022 11:52	-157,029,523,033,779	-700,663,088,914,354	20900	58.91	3858.75	1.5	7.00	7.29	Juliaca - Puno
419	17/05/2022 11:52	-157,033,745,959,998	-700,661,914,192,168	20950	55.77	3858.75	0	9.00	10.66	Juliaca - Puno
420	17/05/2022 11:52	-157,037,352,081,471	-700,660,944,367,061	21000	46.35	3858.40	-0.7	6.30	10.06	Juliaca - Puno

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

Tabla 30: Cuadro resumen del resultado en el Km 18+000 al 21+000.

TRAMO DE LA PROGRESIVA 18+000 AL 21+000						
ESTADO DE LA CARRETERA		PUNTOS	PORCENTAJE (%)	PROMEDIO eIRI (m/km)	PROMEDIO cIRI (m/km)	PROMEDIO SPEED (Km/h)
Bueno	<2.2	3	5.00%	5.78	8.20	60.00
Satisfactorio	2.2 - 3.8	14	23.33%			
No Satisfactorio	3.8 - 5.4	12	20.00%			
Pobre	>5.4	31	51.67%			
TOTAL		60	100.00%			

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

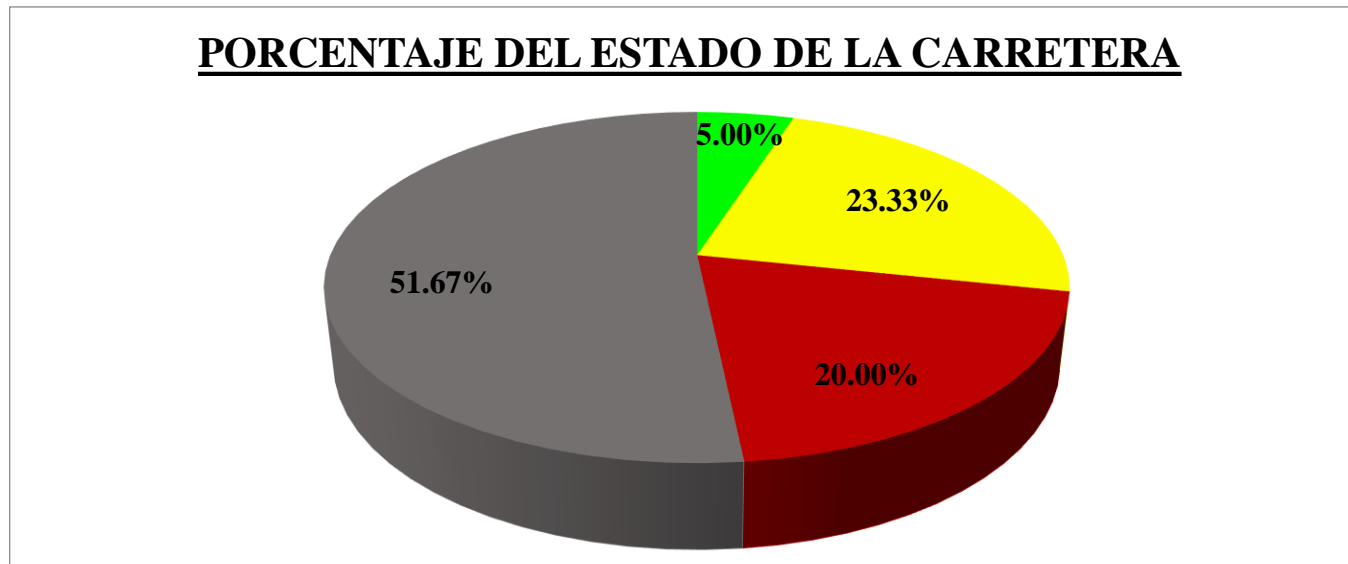


Gráfico 22: Porcentaje del estado de la carretera en el Km 18+000 al 21+000.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

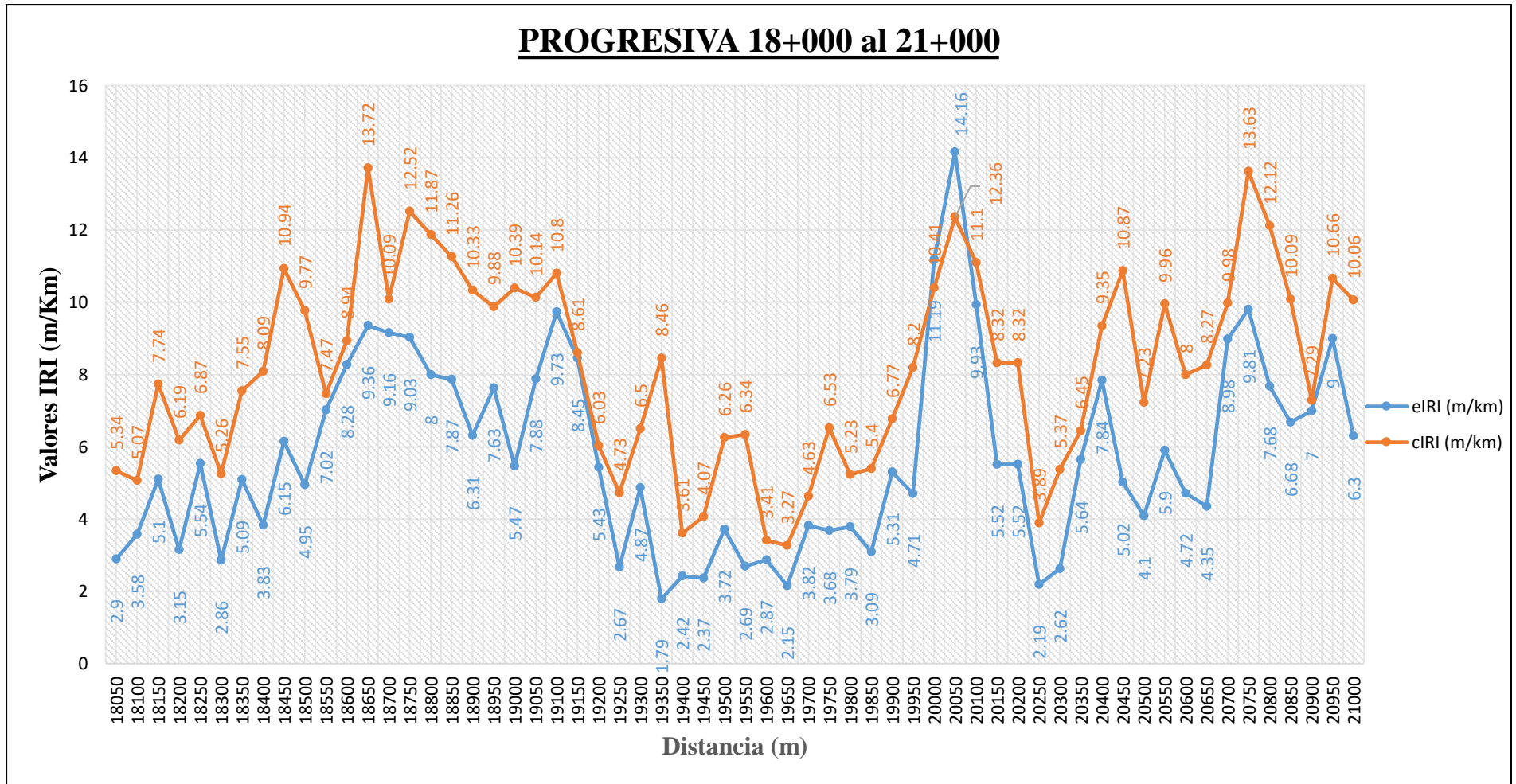


Gráfico 23: Variación de la uniformidad de la carretera entre eIRI y cIRI en el Km 18+000 al 21+000.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

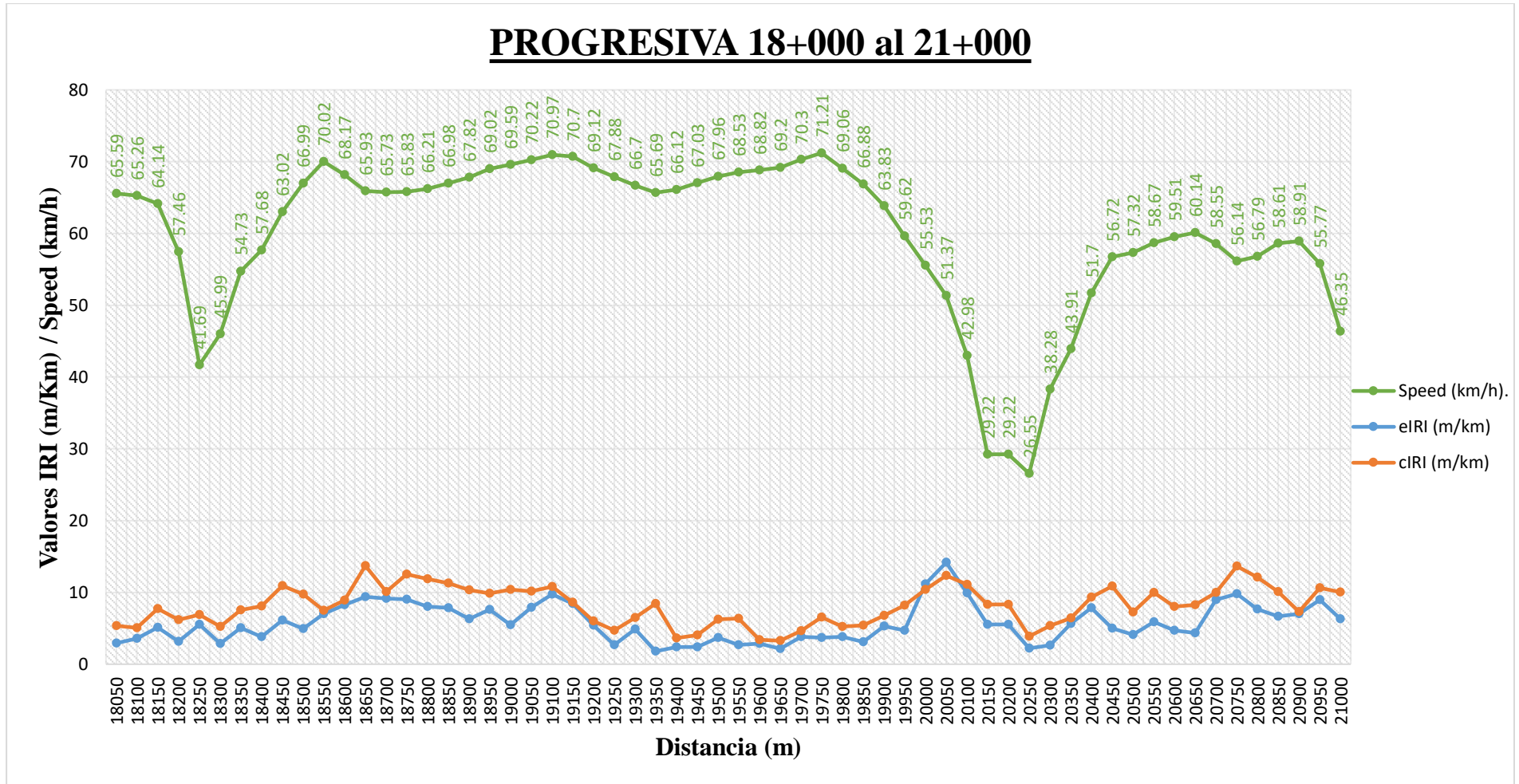


Gráfico 24: Relación de la rugosidad y la velocidad en el Km 18+000 al 21+000.

5.h. Progresiva Km 21+000 Al 24+000.

Tabla 31: Datos Obtenidos del sistema Roadroid en el Km 21+000 al 24+000.

PROYECTO:		"Evaluación de Superficie de Rodadura en Pavimento Flexible para Determinar Uniformidad Aplicando el Sistema Roadroid con Smartphone Juliaca Puno 2022"					COORDENADAS UTM			
UBICACIÓN		: Departamento de Puno - Provincia de San Román - Distrito de Juliaca					INICIO UTM		FINAL UTM	
INVESTIG.		: Joel Jhonatan Carita Cahuana					ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
PROGRESIVA 21+000		cIRI-sensitivity: 1,5	eIRI-sensitivity: 1	Recorrido	: 34.571 km		379011.5	8285597	388926.47	8251560.46
Puntos	DateTime	Latitude	Longitude	Distance (m)	Speed (km/h)	Altitude (m)	Grade (%)	eIRI	cIRI	RoadId
421	17/05/2022 11:52	-157,041,611,930,986	-700,659,748,019,124	21050	34.51	3858.33	-0.13	8.00	9.45	Juliaca - Puno
422	17/05/2022 11:52	-157,045,617,697,584	-700,658,635,821,652	21100	41.75	3858.00	-0.67	1.77	3.81	Juliaca - Puno
423	17/05/2022 11:53	-157,049,542,596,233	-700,657,575,878,976	21150	48.83	3858.00	0	1.93	3.29	Juliaca - Puno
424	17/05/2022 11:53	-157,054,793,917,232	-700,656,085,430,175	21200	54.11	3858.75	1.5	3.02	5.23	Juliaca - Puno
425	17/05/2022 11:53	-157,058,299,075,879	-700,655,088,892,563	21250	56.39	3858.75	0	2.99	6.51	Juliaca - Puno
426	17/05/2022 11:53	-157,062,218,313,011	-700,654,067,428,349	21300	57.74	3858.00	-1.5	5.33	8.74	Juliaca - Puno
427	17/05/2022 11:53	-157,069,085,347,832	-700,652,119,728,412	21350	58.55	3858.00	0	3.50	5.35	Juliaca - Puno
428	17/05/2022 11:53	-157,073,404,269,234	-700,650,981,087,506	21400	61.27	3858.00	0	5.54	8.43	Juliaca - Puno
429	17/05/2022 11:53	-157,078,012,314,063	-700,649,728,654,542	21450	62.29	3857.67	-0.67	4.57	6.27	Juliaca - Puno
430	17/05/2022 11:53	-157,079,684,091,512	-700,649,259,661,154	21500	63.48	3857.00	-1.33	5.04	7.21	Juliaca - Puno
431	17/05/2022 11:53	-157,084,684,102,645	-700,647,904,680,276	21550	65.14	3857.75	1.5	1.92	5.31	Juliaca - Puno
432	17/05/2022 11:53	-157,089,843,895,931	-700,646,458,496,677	21600	65.23	3857.50	-0.5	2.46	4.14	Juliaca - Puno
433	17/05/2022 11:53	-157,094,932,260,805	-700,645,026,535,051	21650	65.32	3857.33	-0.33	2.84	4.72	Juliaca - Puno
434	17/05/2022 11:53	-157,096,948,636,607	-700,644,421,640,245	21700	66.17	3857.75	0.83	4.18	5.51	Juliaca - Puno
435	17/05/2022 11:53	-157,102,318,577,258	-700,642,896,130,769	21750	68.44	3857.00	-1.5	3.68	3.81	Juliaca - Puno
436	17/05/2022 11:53	-157,108,029,014,499	-700,641,333,370,944	21800	69.89	3857.00	0	2.95	4.70	Juliaca - Puno
437	17/05/2022 11:53	-157,110,402,346,683	-70,064,069,220,063	21850	68.09	3857.00	0	2.35	5.73	Juliaca - Puno
438	17/05/2022 11:53	-157,115,829,888,207	-700,639,101,498,435	21900	65.72	3856.50	-1	1.81	5.81	Juliaca - Puno
439	17/05/2022 11:53	-157,121,066,659,213	-700,637,643,038,182	21950	65.50	3856.75	0.5	2.13	3.65	Juliaca - Puno
440	17/05/2022 11:53	-157,126,172,747,785	-700,636,252,403,706	22000	65.33	3857.00	0.5	1.81	4.34	Juliaca - Puno
441	17/05/2022 11:53	-157,128,240,924,976	-700,635,680,927,321	22050	65.84	3857.00	0	1.70	2.85	Juliaca - Puno
442	17/05/2022 11:53	-157,133,531,161,555	-700,634,247,798,313	22100	66.36	3857.50	1	1.68	2.67	Juliaca - Puno
443	17/05/2022 11:53	-157,138,755,622,283	-700,632,759,267,747	22150	66.85	3857.00	-1	1.46	2.39	Juliaca - Puno
444	17/05/2022 11:54	-157,140,886,378,655	-700,632,166,748,956	22200	65.54	3857.00	0	1.62	2.89	Juliaca - Puno

445	17/05/2022 11:54	-157,145,983,884,389	-700,630,731,424,129	22250	59.84	3857.25	0.5	1.73	3.92	Juliaca - Puno
446	17/05/2022 11:54	-157,150,061,353,578	-700,629,637,571,257	22300	41.49	3857.00	-0.5	9.08	5.04	Juliaca - Puno
447	17/05/2022 11:54	-15,715,528,386,464	-700,628,211,118,572	22350	40.00	3857.00	0	2.04	6.12	Juliaca - Puno
448	17/05/2022 11:54	-157,159,061,535,497	-700,627,185,849,784	22400	46.89	3856.40	-1.2	1.82	3.08	Juliaca - Puno
449	17/05/2022 11:54	-157,164,057,206,608	-700,625,780,835,417	22450	55.47	3856.25	-0.3	1.94	4.96	Juliaca - Puno
450	17/05/2022 11:54	-157,167,918,099,007	-700,624,687,959,578	22500	61.69	3857.00	1.5	3.63	5.61	Juliaca - Puno
451	17/05/2022 11:54	-157,172,585,519,109	-700,623,391,705,498	22550	62.33	3857.00	0	3.14	5.44	Juliaca - Puno
452	17/05/2022 11:54	-157,177,332,024,844	-700,622,072,570,012	22600	63.33	3857.00	0	2.10	4.35	Juliaca - Puno
453	17/05/2022 11:54	-157,182,143,694,373	-700,620,702,891,688	22650	63.41	3857.00	0	2.27	4.16	Juliaca - Puno
454	17/05/2022 11:54	-157,186,953,236,803	-700,619,383,212,689	22700	65.09	3857.00	0	3.31	5.24	Juliaca - Puno
455	17/05/2022 11:54	-157,188,920,415,907	-700,618,826,972,785	22750	66.83	3856.50	-1	3.99	7.32	Juliaca - Puno
456	17/05/2022 11:54	-157,194,445,071,302	-700,617,259,176,481	22800	68.00	3856.50	0	3.70	8.13	Juliaca - Puno
457	17/05/2022 11:54	-157,200,083,753,095	-700,615,678,395,208	22850	68.93	3857.00	1	5.83	6.71	Juliaca - Puno
458	17/05/2022 11:54	-1,572,023,873,075	-700,615,016,332,632	22900	70.82	3856.25	-1.5	4.94	8.46	Juliaca - Puno
459	17/05/2022 11:54	-157,208,419,900,368	-700,613,320,713,042	22950	71.34	3856.67	0.83	5.22	7.70	Juliaca - Puno
460	17/05/2022 11:54	-157,210,913,243,333	-700,612,639,883,677	23000	68.11	3857.00	0.67	5.67	5.83	Juliaca - Puno
461	17/05/2022 11:54	-157,216,324,224,623	-700,611,159,489,758	23050	64.24	3857.00	0	7.60	7.62	Juliaca - Puno
462	17/05/2022 11:54	-157,221,212,438,321	-700,609,787,151,426	23100	62.21	3857.00	0	4.25	6.56	Juliaca - Puno
463	17/05/2022 11:54	-157,225,900,896,339	-700,608,495,511,439	23150	63.05	3857.00	0	3.76	5.75	Juliaca - Puno
464	17/05/2022 11:55	-157,230,714,507,403	-700,607,175,589,519	23200	63.92	3857.00	0	4.60	5.72	Juliaca - Puno
465	17/05/2022 11:55	-157,232,568,069,141	-700,606,632,864,671	23250	64.84	3857.00	0	4.32	8.09	Juliaca - Puno
466	17/05/2022 11:55	-15,723,770,133,227	-700,605,169,811,622	23300	65.71	3857.00	0	2.77	6.60	Juliaca - Puno
467	17/05/2022 11:55	-157,242,976,415,379	-700,603,756,088,367	23350	64.39	3857.00	0	4.93	4.53	Juliaca - Puno
468	17/05/2022 11:55	-157,247,937,304,783	-700,602,385,610,029	23400	62.06	3857.00	0	4.31	6.16	Juliaca - Puno
469	17/05/2022 11:55	-157,252,477,409,038	-700,601,120,305,164	23450	57.10	3857.00	0	3.46	4.71	Juliaca - Puno
470	17/05/2022 11:55	-157,256,197,928,288	-700,600,117,569,721	23500	41.62	3856.40	-1.2	10.75	5.61	Juliaca - Puno
471	17/05/2022 11:55	-157,259,395,369,233	-700,599,240,859,401	23550	36.55	3856.00	-0.8	3.17	6.02	Juliaca - Puno
472	17/05/2022 11:55	-157,264,272,333,791	-700,597,799,351,725	23600	46.34	3856.00	0	2.47	3.02	Juliaca - Puno
473	17/05/2022 11:55	-157,269,262,708,877	-700,596,361,515,308	23650	52.36	3856.00	0	6.98	7.52	Juliaca - Puno
474	17/05/2022 11:55	-157,272,672,251,717	-700,595,435,596,985	23700	57.69	3856.25	0.5	3.54	11.17	Juliaca - Puno
475	17/05/2022 11:55	-157,276,829,797,557	-700,594,280,324,985	23750	59.98	3856.50	0.5	1.87	5.49	Juliaca - Puno
476	17/05/2022 11:55	-157,281,185,823,702	-700,593,068,758,215	23800	60.53	3857.00	1	2.22	5.38	Juliaca - Puno
477	17/05/2022 11:55	-157,285,641,687,213	-700,591,846,759,538	23850	62.39	3857.00	0	1.83	4.67	Juliaca - Puno
478	17/05/2022 11:55	-157,290,411,028,708	-700,590,550,185,486	23900	63.50	3856.50	-1	2.36	4.18	Juliaca - Puno
479	17/05/2022 11:55	-157,295,290,616,449	-700,589,140,276,621	23950	63.63	3856.00	-1	4.80	5.12	Juliaca - Puno
480	17/05/2022 11:55	-157,300,170,317,527	-700,587,740,822,493	24000	63.72	3856.00	0	3.77	4.76	Juliaca - Puno

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

Tabla 32: Porcentaje del estado de la carretera en el Km 21+000 al 24+000.

TRAMO DE LA PROGRESIVA 21+000 AL 24+000						
ESTADO DE LA CARRETERA		PUNTOS	PORCENTAJE (%)	PROMEDIO eIRI (m/km)	PROMEDIO cIRI (m/km)	PROMEDIO SPEED (Km/h)
Bueno	<2.2	17	28.33%	3.64	5.56	60.30
Satisfactorio	2.2 - 3.8	22	36.67%			
No Satisfactorio	3.8 - 5.4	13	21.67%			
Pobre	>5.4	8	13.33%			
TOTAL		60	100.00%			

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

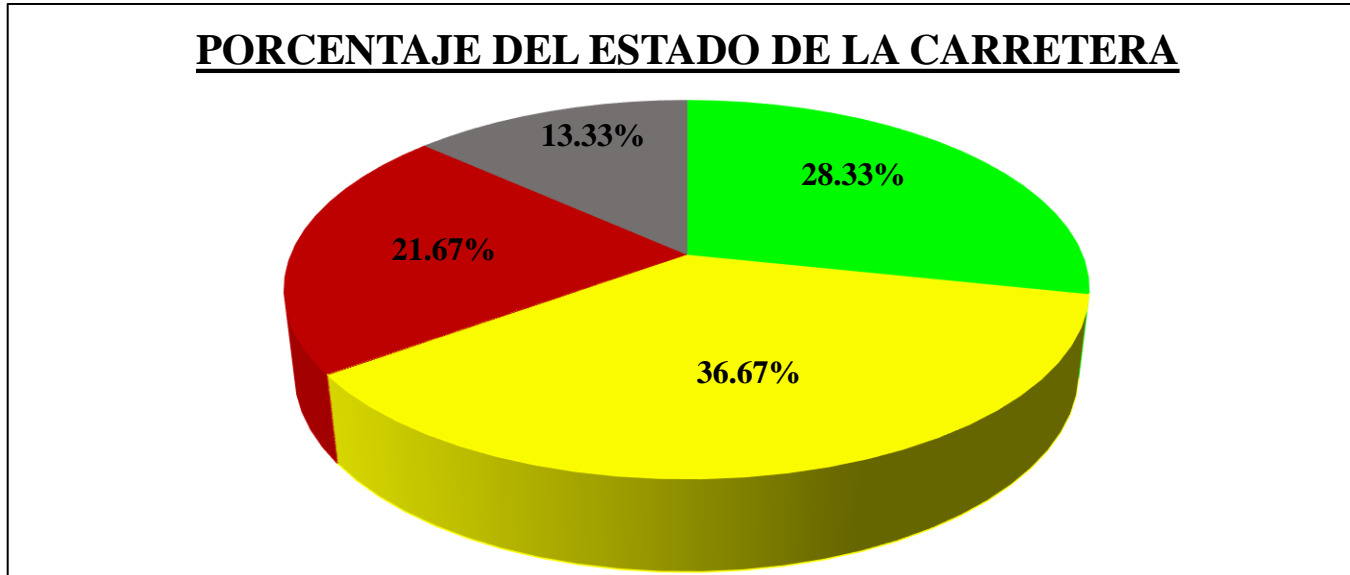


Gráfico 25: Porcentaje del estado de la carretera en el Km 21+000 al 24+000.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

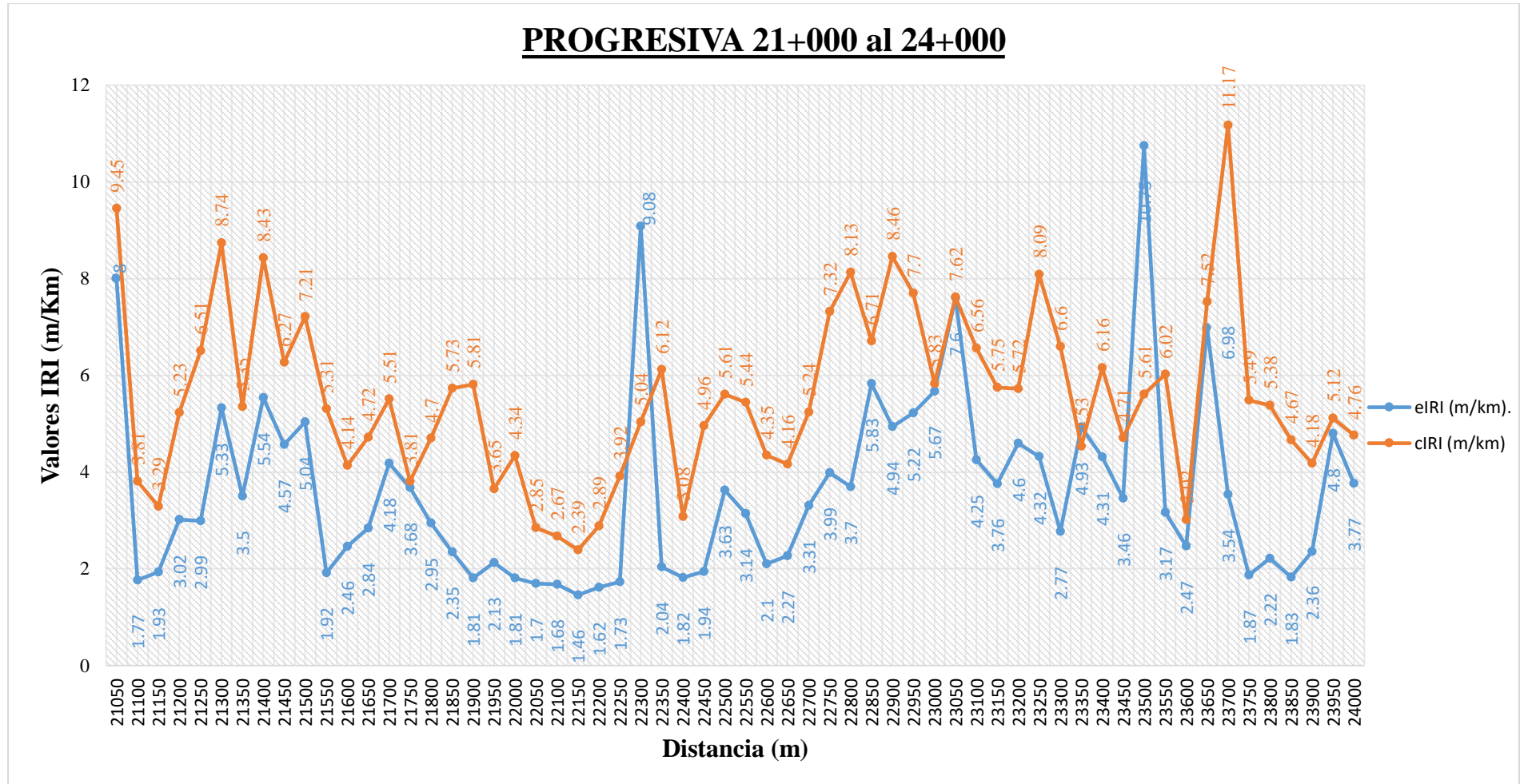


Gráfico 26: Variación de la uniformidad de la carretera entre eIRI y cIRI en el Km 21+000 al 24+000.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

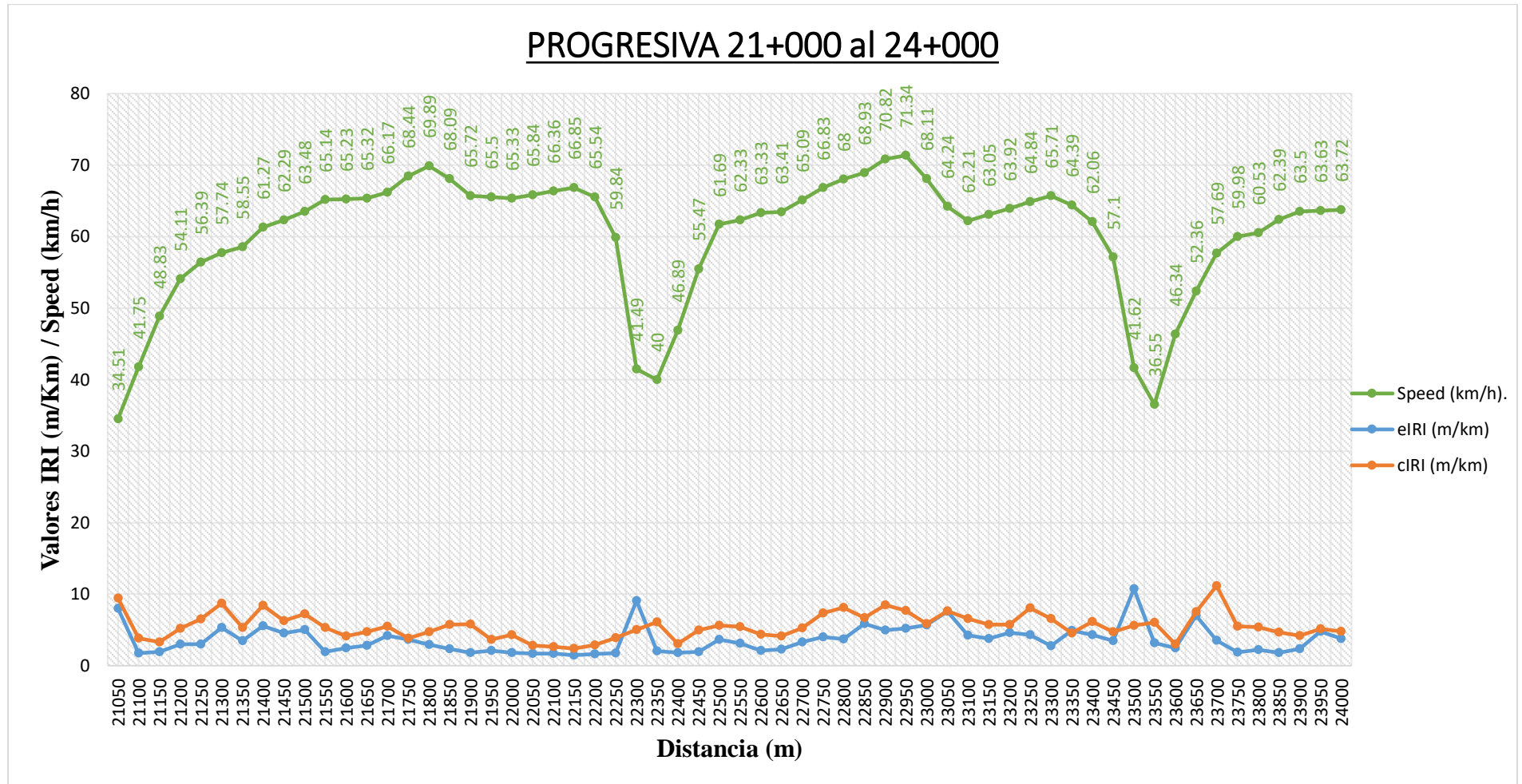


Gráfico 27: Relación de la rugosidad y la velocidad en el Km 21+000 al 24+000.

5.i. Progresiva Km 24+000 Al 27+000.

Tabla 33: Datos Obtenidos del sistema Roadroid en el Km 24+000 al 27+000.

PROYECTO:		“Evaluación de Superficie de Rodadura en Pavimento Flexible para Determinar Uniformidad Aplicando el Sistema Roadroid con Smartphone Juliaca Puno 2022”					COORDENADAS UTM			
UBICACIÓN		: Departamento de Puno - Provincia de San Román - Distrito de Juliaca					INICIO UTM		FINAL UTM	
INVESTIG.		: Joel Jhonatan Carita Cahuana					ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
PROGRESIVA 24+000		cIRI-sensitivity: 1,5	eIRI-sensitivity: 1	Recorrido	: 34.571 km	379011.5	8285597	388926.47	8251560.46	
Puntos	DateTime	Latitude	Longitude	Distance (m)	Speed (km/h)	Altitude (m)	Grade (%)	eIRI	cIRI	RoadId
481	17/05/2022 11:55	-157,302,006,813,193	-700,587,242,997,829	24050	64.06	3856.00	0	2.83	3.89	Juliaca - Puno
482	17/05/2022 11:55	-157,307,105,453,159	-700,585,883,753,296	24100	64.51	3856.00	0	4.41	4.65	Juliaca - Puno
483	17/05/2022 11:56	-157,312,039,414,682	-700,584,524,828,934	24150	63.95	3856.00	0	3.65	6.55	Juliaca - Puno
484	17/05/2022 11:56	-15,731,689,147,105	-700,583,157,140,289	24200	62.93	3856.00	0	1.82	4.78	Juliaca - Puno
485	17/05/2022 11:56	-157,321,582,616,043	-700,581,876,108,229	24250	62.35	3856.25	0.5	3.50	3.47	Juliaca - Puno
486	17/05/2022 11:56	-157,326,277,922,036	-70,058,053,086,235	24300	61.75	3856.25	0	5.92	5.94	Juliaca - Puno
487	17/05/2022 11:56	-157,330,867,638,289	-700,579,191,928,449	24350	60.04	3857.00	1.5	5.51	7.94	Juliaca - Puno
488	17/05/2022 11:56	-157,335,162,711,795	-700,577,932,526,876	24400	58.51	3857.00	0	8.45	8.82	Juliaca - Puno
489	17/05/2022 11:56	-157,339,229,571,159	-70,057,681,500,946	24450	55.47	3857.00	0	7.68	12.12	Juliaca - Puno
490	17/05/2022 11:56	-157,342,927,526,365	-700,575,782,041,538	24500	54.84	3857.00	0	6.33	10.68	Juliaca - Puno
491	17/05/2022 11:56	-157,346,562,970,575	-70,057,477,938,606	24550	55.96	3857.00	0	6.20	12.01	Juliaca - Puno
492	17/05/2022 11:56	-157,350,410,460,849	-700,573,661,503,323	24600	56.23	3857.00	0	4.11	8.25	Juliaca - Puno
493	17/05/2022 11:56	-157,356,881,544,995	-700,571,879,613,751	24650	55.48	3856.75	-0.5	3.33	6.32	Juliaca - Puno
494	17/05/2022 11:56	-157,360,638,178,864	-700,570,851,416,496	24700	54.81	3857.00	0.5	2.48	4.20	Juliaca - Puno
495	17/05/2022 11:56	-157,364,226,796,059	-700,569,920,800,985	24750	55.97	3856.25	-1.5	2.45	6.81	Juliaca - Puno
496	17/05/2022 11:56	-157,368,066,380,617	-700,568,915,002,097	24800	57.46	3856.00	-0.5	2.39	6.41	Juliaca - Puno
497	17/05/2022 11:56	-157,372,103,014,895	-700,567,845,095,532	24850	56.06	3856.00	0	3.43	6.14	Juliaca - Puno
498	17/05/2022 11:56	-157,378,565,311,822	-700,565,988,304,768	24900	55.02	3856.00	0	3.11	7.01	Juliaca - Puno
499	17/05/2022 11:56	-157,382,185,334,081	-700,564,939,904,548	24950	53.99	3856.00	0	3.87	8.02	Juliaca - Puno
500	17/05/2022 11:56	-157,385,639,069,456	-700,563,958,837,298	25000	52.05	3856.00	0	2.10	6.02	Juliaca - Puno
501	17/05/2022 11:56	-15,739,114,656,262	-700,562,454,031,214	25050	48.86	3856.00	0	3.30	4.79	Juliaca - Puno
502	17/05/2022 11:57	-157,396,096,520,058	-700,561,049,682,127	25100	46.48	3856.00	0	2.30	5.37	Juliaca - Puno
503	17/05/2022 11:57	-157,398,466,313,665	-700,560,339,576,633	25150	44.83	3856.20	0.4	1.69	3.37	Juliaca - Puno
504	17/05/2022 11:57	-157,402,750,130,662	-700,559,149,964,038	25200	42.95	3857.00	1.6	1.61	2.96	Juliaca - Puno

505	17/05/2022 11:57	-157,408,665,595,096	-700,557,419,662,142	25250	40.10	3857.00	0	2.31	3.37	Juliaca - Puno
506	17/05/2022 11:57	-157,412,004,176,229	-700,556,493,449,964	25300	33.93	3857.00	0	3.01	3.07	Juliaca - Puno
507	17/05/2022 11:57	-157,417,253,691,568	-700,555,093,438,309	25350	26.24	3857.00	0	5.07	5.99	Juliaca - Puno
508	17/05/2022 11:57	-15,741,871,303,043	-700,554,716,704,798	25400	22.73	3858.88	3.75	4.46	3.70	Juliaca - Puno
509	17/05/2022 11:57	-157,425,629,323,007	-700,552,916,092,846	25450	21.65	3861.67	5.58	2.60	3.87	Juliaca - Puno
510	17/05/2022 11:57	-15,742,959,599,651	-700,551,825,334,351	25500	21.23	3864.20	5.07	3.16	3.35	Juliaca - Puno
511	17/05/2022 11:57	-157,434,561,199,528	-700,550,453,434,096	25550	23.50	3866.22	4.04	3.00	3.10	Juliaca - Puno
512	17/05/2022 11:58	-15,743,931,468,587	-700,549,196,983,208	25600	22.45	3868.50	4.56	3.28	4.13	Juliaca - Puno
513	17/05/2022 11:58	-15,744,280,696,754	-700,548,173,596,214	25650	22.16	3868.78	0.56	3.84	4.66	Juliaca - Puno
514	17/05/2022 11:58	-157,452,816,420,862	-700,545,401,866,547	25700	22.16	3868.78	0	3.84	4.66	Juliaca - Puno
515	17/05/2022 11:58	-157,452,943,396,011	-700,545,364,841,592	25750	22.28	3872.43	7.3	2.36	3.51	Juliaca - Puno
516	17/05/2022 11:58	-15,745,557,145,434	-700,544,379,540,735	25800	24.89	3871.50	-1.86	2.98	3.55	Juliaca - Puno
517	17/05/2022 11:58	-157,459,964,690,347	-700,543,185,812,588	25850	26.64	3869.25	-4.5	5.99	5.55	Juliaca - Puno
518	17/05/2022 11:58	-157,464,666,014,916	-700,541,815,880,813	25900	29.36	3867.86	-2.79	3.05	4.20	Juliaca - Puno
519	17/05/2022 11:58	-157,468,698,164,761	-70,054,057,446,015	25950	28.02	3866.38	-2.96	2.26	4.09	Juliaca - Puno
520	17/05/2022 11:59	-157,473,676,929,786	-700,539,119,074,971	26000	23.39	3864.00	-4.75	3.88	3.59	Juliaca - Puno
521	17/05/2022 11:59	-157,474,897,441,267	-700,538,760,142,298	26050	29.94	3861.43	-5.14	3.79	2.90	Juliaca - Puno
522	17/05/2022 11:59	-15,748,292,002,811	-700,536,253,540,893	26100	46.58	3861.00	-0.86	5.25	6.14	Juliaca - Puno
523	17/05/2022 11:59	-157,485,517,731,315	-700,535,381,435,232	26150	51.94	3860.60	-0.8	4.63	7.97	Juliaca - Puno
524	17/05/2022 11:59	-157,491,247,672,058	-700,533,975,365,464	26200	54.02	3860.00	-1.2	4.80	7.08	Juliaca - Puno
525	17/05/2022 11:59	-15,749,485,254,705	-700,533,007,964,795	26250	54.87	3859.50	-1	6.22	9.04	Juliaca - Puno
526	17/05/2022 11:59	-157,498,481,100,293	-70,053,199,709,381	26300	55.32	3859.00	-1	4.57	9.07	Juliaca - Puno
527	17/05/2022 11:59	-157,504,887,002,162	-700,530,225,151,594	26350	58.31	3859.00	0	5.93	7.07	Juliaca - Puno
528	17/05/2022 11:59	-157,509,091,959,069	-700,528,997,902,746	26400	61.52	3859.00	0	6.78	8.58	Juliaca - Puno
529	17/05/2022 11:59	-157,513,672,792,914	-700,527,682,501,326	26450	61.96	3859.50	1	7.80	8.04	Juliaca - Puno
530	17/05/2022 11:59	-157,518,254,290,548	-700,526,373,028,295	26500	62.54	3860.00	1	10.32	9.13	Juliaca - Puno
531	17/05/2022 11:59	-157,519,960,603,736	-700,525,887,444,897	26550	62.87	3859.50	-1	6.13	9.43	Juliaca - Puno
532	17/05/2022 11:59	-157,524,798,668,884	-700,524,494,772,713	26600	62.80	3859.00	-1	6.83	8.23	Juliaca - Puno
533	17/05/2022 11:59	-157,529,489,820,669	-700,523,140,985,937	26650	61.33	3858.50	-1	9.65	10.23	Juliaca - Puno
534	17/05/2022 11:59	-157,534,019,213,183	-700,521,820,489,539	26700	60.60	3858.25	-0.5	10.84	13.27	Juliaca - Puno
535	17/05/2022 12:00	-157,538,448,645,218	-700,520,550,141,657	26750	61.61	3859.00	1.5	6.91	10.55	Juliaca - Puno
536	17/05/2022 12:00	-157,543,048,596,509	-700,519,211,808,987	26800	63.22	3859.00	0	8.01	9.01	Juliaca - Puno
537	17/05/2022 12:00	-15,754,793,320,901	-700,517,823,582,075	26850	64.22	3859.00	0	8.15	8.59	Juliaca - Puno
538	17/05/2022 12:00	-157,552,870,463,796	-700,516,395,128,901	26900	64.74	3859.00	0	7.96	8.35	Juliaca - Puno
539	17/05/2022 12:00	-157,554,690,600,558	-700,515,843,793,422	26950	63.39	3859.00	0	10.70	9.11	Juliaca - Puno
540	17/05/2022 12:00	-157,559,490,153,504	-700,514,364,988,227	27000	62.41	3859.00	0	9.95	13.19	Juliaca - Puno

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

Tabla 34: Cuadro resumen del resultado en el Km 24+000 al 27+000.

TRAMO DE LA PROGRESIVA 24+000 AL 27+000						
ESTADO DE LA CARRETERA		PUNTOS	PORCENTAJE (%)	PROMEDIO eIRI (m/km)	PROMEDIO cIRI (m/km)	PROMEDIO SPEED (Km/h)
Bueno	<2.2	4	6.67%	4.88	6.60	48.66
Satisfactorio	2.2 - 3.8	22	36.67%			
No Satisfactorio	3.8 - 5.4	12	20.00%			
Pobre	>5.4	22	36.67%			
TOTAL		60	100.00%			

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

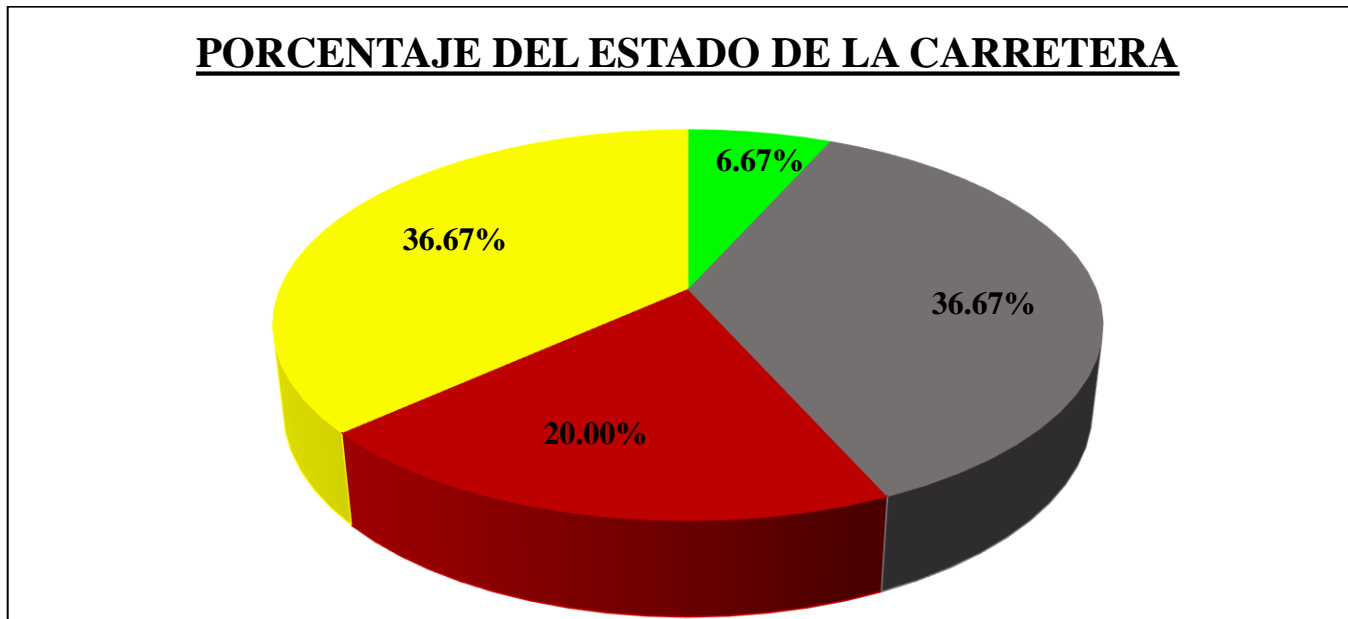


Gráfico 28: Porcentaje del estado de la carretera en el Km 24+000 al 27+000.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

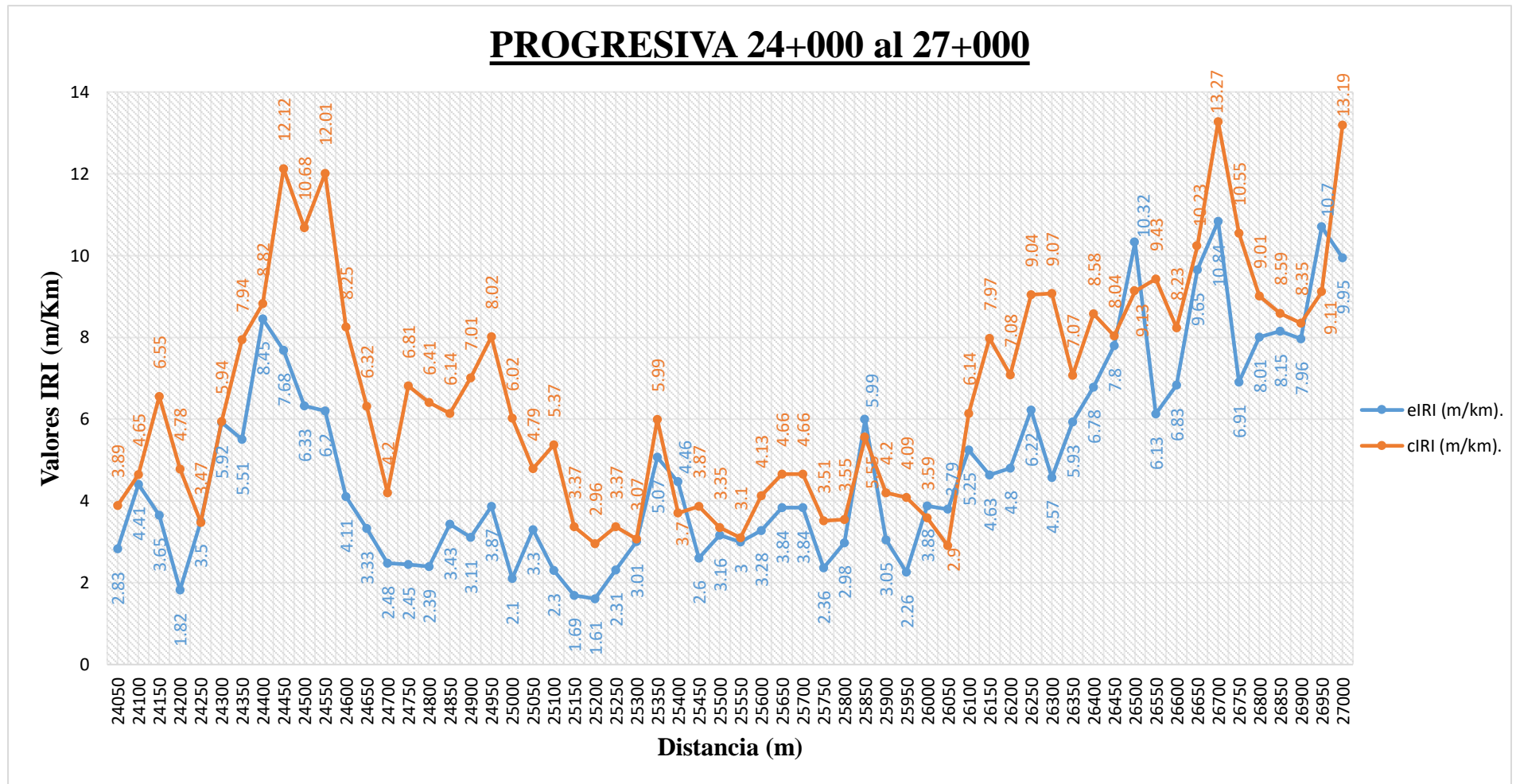


Gráfico 29: Variación de la uniformidad de la carretera entre eIRI y cIRI en el Km 24+000 al 27+000.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

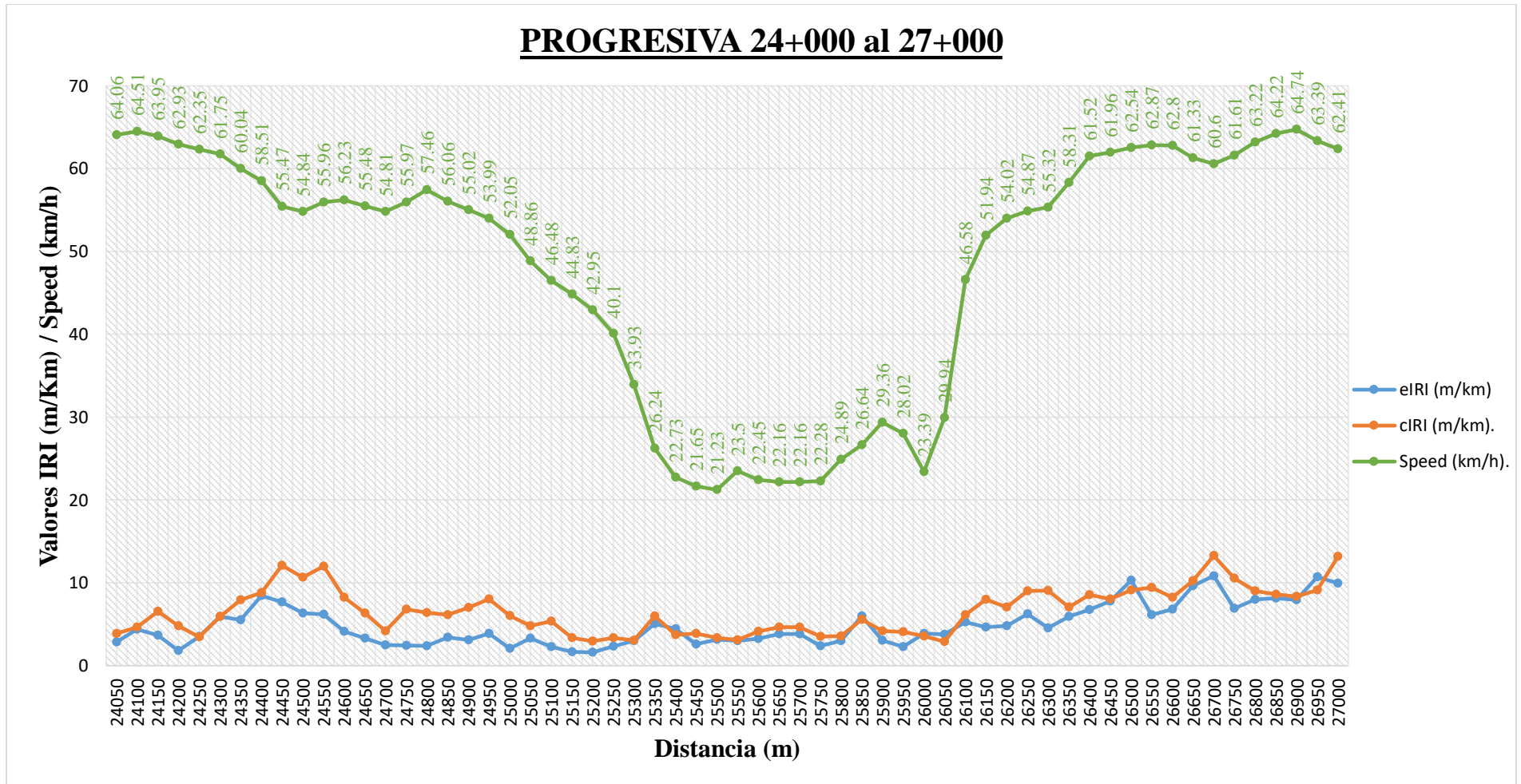


Gráfico 30: Relación de la rugosidad y la velocidad en el Km 24+000 al 27+000.

5.j. Progresiva Km 27+000 Al 30+000.

Tabla 35: Datos Obtenidos del sistema Roadroid en el Km 27+000 al 30+000.

PROYECTO:		“Evaluación de Superficie de Rodadura en Pavimento Flexible para Determinar Uniformidad Aplicando el Sistema Roadroid con Smartphone Juliaca Puno 2022”					COORDENADAS UTM			
UBICACIÓN		: Departamento de Puno - Provincia de San Román - Distrito de Juliaca					INICIO UTM		FINAL UTM	
INVESTIG.		: Joel Jhonatan Carita Cahuana					ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
PROGRESIVA 27+000		cIRI-sensitivity: 1,5	eIRI-sensitivity: 1	Recorrido	: 34.571 km		379011.5	8285597	388926.47	8251560.46
Puntos	DateTime	Latitude	Longitude	Distance (m)	Speed (km/h)	Altitude (m)	Grade (%)	eIRI	cIRI	RoadId
541	17/05/2022 12:00	-157,564,334,035,555	-700,513,015,897,836	27050	62.97	3859.00	0	4.33	7.77	Juliaca - Puno
542	17/05/2022 12:00	-157,569,202,317,403	-700,511,654,066,785	27100	64.28	3859.00	0	4.65	6.22	Juliaca - Puno
543	17/05/2022 12:00	-157,574,175,438,911	-700,510,205,630,497	27150	65.85	3859.00	0	6.07	6.93	Juliaca - Puno
544	17/05/2022 12:00	-157,579,353,967,094	-700,508,734,593,661	27200	67.00	3859.00	0	3.51	7.56	Juliaca - Puno
545	17/05/2022 12:00	-157,581,496,232,424	-700,508,115,043,679	27250	67.67	3859.00	0	4.08	7.20	Juliaca - Puno
546	17/05/2022 12:00	-157,586,890,193,438	-700,506,531,669,886	27300	68.44	3859.00	0	3.12	6.40	Juliaca - Puno
547	17/05/2022 12:00	-157,592,469,979,302	-700,504,942,668,356	27350	69.47	3859.00	0	4.17	5.70	Juliaca - Puno
548	17/05/2022 12:00	-1,575,948,816,422	-700,504,285,460,453	27400	70.60	3859.00	0	3.48	7.09	Juliaca - Puno
549	17/05/2022 12:00	-157,600,828,858,514	-700,502,587,337,961	27450	71.86	3859.00	0	3.42	4.83	Juliaca - Puno
550	17/05/2022 12:00	-157,603,436,522,035	-700,501,840,213,616	27500	71.96	3859.00	0	7.13	11.76	Juliaca - Puno
551	17/05/2022 12:00	-157,609,479,554,518	-700,500,043,021,238	27550	71.30	3859.00	0	3.44	7.15	Juliaca - Puno
552	17/05/2022 12:00	-157,612,007,452,896	-700,499,303,317,867	27600	70.24	3859.50	1	2.96	5.22	Juliaca - Puno
553	17/05/2022 12:00	-157,617,782,269,649	-70,049,760,317,466	27650	70.03	3860.00	1	6.76	6.74	Juliaca - Puno
554	17/05/2022 12:00	-157,620,215,968,489	-700,496,878,659,837	27700	70.71	3859.75	-0.5	5.87	7.75	Juliaca - Puno
555	17/05/2022 12:00	-15,762,606,802,818	-700,495,220,980,113	27750	70.58	3860.00	0.5	5.74	8.29	Juliaca - Puno
556	17/05/2022 12:00	-157,628,495,956,504	-700,494,535,268,711	27800	69.31	3860.00	0	5.61	6.77	Juliaca - Puno
557	17/05/2022 12:01	-157,634,202,636,837	-700,492,885,004,847	27850	67.89	3860.00	0	5.43	7.77	Juliaca - Puno
558	17/05/2022 12:01	-157,639,666,722,479	-700,491,282,049,346	27900	68.04	3860.00	0	2.83	7.39	Juliaca - Puno
559	17/05/2022 12:01	-157,641,903,571,919	-700,490,642,702,096	27950	68.76	3860.00	0	2.92	4.89	Juliaca - Puno
560	17/05/2022 12:01	-157,647,543,557,481	-700,489,047,555,005	28000	69.41	3860.00	0	3.70	5.20	Juliaca - Puno
561	17/05/2022 12:01	-157,653,342,490,058	-700,487,388,179,512	28050	69.25	3860.00	0	3.24	8.57	Juliaca - Puno
562	17/05/2022 12:01	-157,655,657,682,749	-700,486,685,005,165	28100	69.34	3859.25	-1.5	4.32	7.54	Juliaca - Puno
563	17/05/2022 12:01	-157,661,383,135,047	-70,048,495,270,535	28150	69.08	3859.00	-0.5	6.66	7.55	Juliaca - Puno
564	17/05/2022 12:01	-157,663,686,196,164	-700,484,276,160,145	28200	68.02	3859.25	0.5	9.47	9.17	Juliaca - Puno

565	17/05/2022 12:01	-157,669,140,518,045	-700,482,758,247,963	28250	66.85	3860.00	1.5	6.72	12.46	Juliaca - Puno
566	17/05/2022 12:01	-157,674,443,062,597	-70,048,121,933,033	28300	65.89	3860.00	0	2.52	7.16	Juliaca - Puno
567	17/05/2022 12:01	-15,767,958,583,115	-700,479,731,149,106	28350	65.11	3860.00	0	3.95	5.94	Juliaca - Puno
568	17/05/2022 12:01	-157,681,459,187,084	-700,479,188,513,256	28400	64.43	3860.00	0	5.51	7.66	Juliaca - Puno
569	17/05/2022 12:01	-157,686,418,698,969	-700,477,791,135,125	28450	61.64	3860.50	1	7.89	12.11	Juliaca - Puno
570	17/05/2022 12:01	-157,690,987,738,552	-700,476,511,631,483	28500	57.87	3862.00	3	7.89	12.09	Juliaca - Puno
571	17/05/2022 12:01	-157,694,995,882,223	-700,475,322,184,912	28550	54.09	3865.00	6	5.79	9.24	Juliaca - Puno
572	17/05/2022 12:01	-157,700,907,887,089	-700,473,511,577,092	28600	52.32	3868.50	7	3.11	7.46	Juliaca - Puno
573	17/05/2022 12:01	-157,704,010,244,013	-700,472,541,451,576	28650	51.32	3871.20	5.4	3.98	7.58	Juliaca - Puno
574	17/05/2022 12:01	-157,709,243,500,767	-700,470,491,030,331	28700	50.66	3872.25	2.1	3.24	6.01	Juliaca - Puno
575	17/05/2022 12:01	-157,711,934,559,736	-70,046,900,027,944	28750	52.60	3873.60	2.7	3.91	5.79	Juliaca - Puno
576	17/05/2022 12:01	-157,717,192,581,595	-700,465,514,089,133	28800	56.31	3873.75	0.3	3.93	5.81	Juliaca - Puno
577	17/05/2022 12:02	-157,720,426,370,533	-700,462,854,684,224	28850	58.98	3872.75	-2	4.13	6.23	Juliaca - Puno
578	17/05/2022 12:02	-157,723,627,045,123	-700,459,598,509,462	28900	60.65	3871.75	-2	4.30	7.29	Juliaca - Puno
579	17/05/2022 12:02	-157,726,547,674,441	-700,455,971,964,343	28950	63.45	3870.75	-2	5.33	7.23	Juliaca - Puno
580	17/05/2022 12:02	-157,729,666,456,482	-70,045,174,906,398	29000	65.80	3870.00	-1.5	4.98	6.68	Juliaca - Puno
581	17/05/2022 12:02	-157,730,981,354,861	-700,449,913,969,027	29050	68.02	3870.25	0.5	4.43	6.07	Juliaca - Puno
582	17/05/2022 12:02	-157,734,446,454,074	-700,445,165,720,381	29100	68.27	3871.00	1.5	5.14	7.56	Juliaca - Puno
583	17/05/2022 12:02	-157,735,910,655,582	-700,443,134,243,773	29150	68.59	3872.50	3	5.75	7.95	Juliaca - Puno
584	17/05/2022 12:02	-157,739,418,060,794	-700,438,191,670,376	29200	66.79	3875.50	6	4.44	8.73	Juliaca - Puno
585	17/05/2022 12:02	-157,742,649,559,566	-700,433,684,036,793	29250	63.58	3878.25	5.5	3.60	5.72	Juliaca - Puno
586	17/05/2022 12:02	-157,745,516,281,318	-70,042,962,231,451	29300	61.73	3881.50	6.5	5.07	7.03	Juliaca - Puno
587	17/05/2022 12:02	-157,747,966,643,953	-700,425,553,201,415	29350	60.76	3883.75	4.5	4.24	4.38	Juliaca - Puno
588	17/05/2022 12:02	-157,750,272,477,251	-700,421,308,133,413	29400	58.72	3885.50	3.5	4.62	5.80	Juliaca - Puno
589	17/05/2022 12:02	-157,752,365,582,935	-700,417,329,507,115	29450	56.64	3887.00	3	4.10	5.30	Juliaca - Puno
590	17/05/2022 12:02	-15,775,423,586,199	-700,413,681,161,959	29500	55.65	3888.50	3	3.72	7.80	Juliaca - Puno
591	17/05/2022 12:02	-157,756,070,743,793	-70,041,018,739,132	29550	53.06	3890.00	3	4.10	8.89	Juliaca - Puno
592	17/05/2022 12:02	-157,757,650,872,642	-700,407,176,736,706	29600	48.85	3891.60	3.2	2.90	5.30	Juliaca - Puno
593	17/05/2022 12:02	-157,759,237,339,813	-700,402,152,354,338	29650	47.94	3893.40	3.6	10.08	8.42	Juliaca - Puno
594	17/05/2022 12:02	-157,761,199,521,171	-700,397,353,635,488	29700	47.53	3896.00	5.2	7.06	8.71	Juliaca - Puno
595	17/05/2022 12:02	-157,763,232,674,195	-700,392,729,303,219	29750	47.40	3898.20	4.4	10.19	11.85	Juliaca - Puno
596	17/05/2022 12:02	-157,763,059,401,589	-700,387,390,848,284	29800	50.63	3899.75	3.1	10.93	16.29	Juliaca - Puno
597	17/05/2022 12:03	-157,762,371,898,944	-700,384,182,617,058	29850	53.33	3901.00	2.5	10.31	13.47	Juliaca - Puno
598	17/05/2022 12:03	-157,761,693,766,582	-700,380,536,323,644	29900	55.14	3901.00	0	7.56	10.47	Juliaca - Puno
599	17/05/2022 12:03	-157,762,185,728,535	-700,373,681,357,327	29950	58.13	3902.00	2	10.90	9.01	Juliaca - Puno
600	17/05/2022 12:03	-157,763,057,923,528	-700,369,312,372,492	30000	61.16	3903.25	2.5	7.80	12.75	Juliaca - Puno

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

Tabla 36: Cuadro resumen del resultado en el Km 27+000 al 30+000.

TRAMO DE LA PROGRESIVA 27+000 AL 30+000						
ESTADO DE LA CARRETERA		PUNTOS	PORCENTAJE (%)	PROMEDIO eIRI (m/km)	PROMEDIO cIRI (m/km)	PROMEDIO SPEED (Km/h)
Bueno	<2.2	0	0.00%	5.28	7.83	62.53
Satisfactorio	2.2 - 3.8	16	26.67%			
No Satisfactorio	3.8 - 5.4	21	35.00%			
Pobre	>5.4	23	38.33%			
TOTAL		60	100.00%			

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

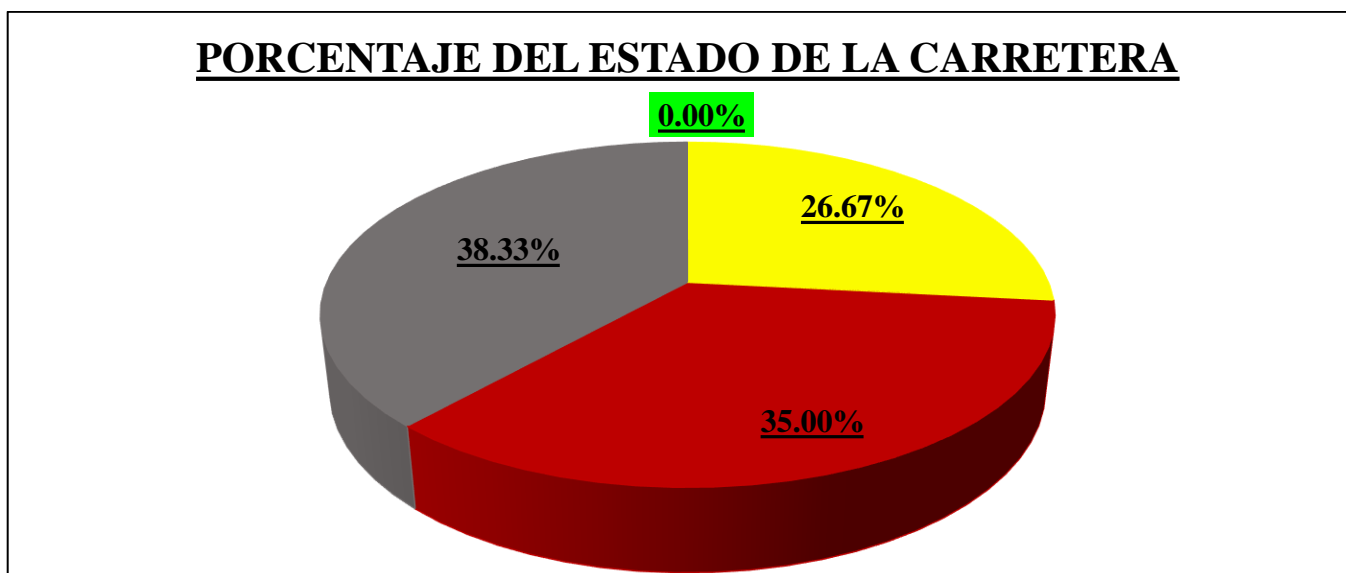


Gráfico 31: Porcentaje del estado de la carretera en el Km 27+000 al 30+000.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

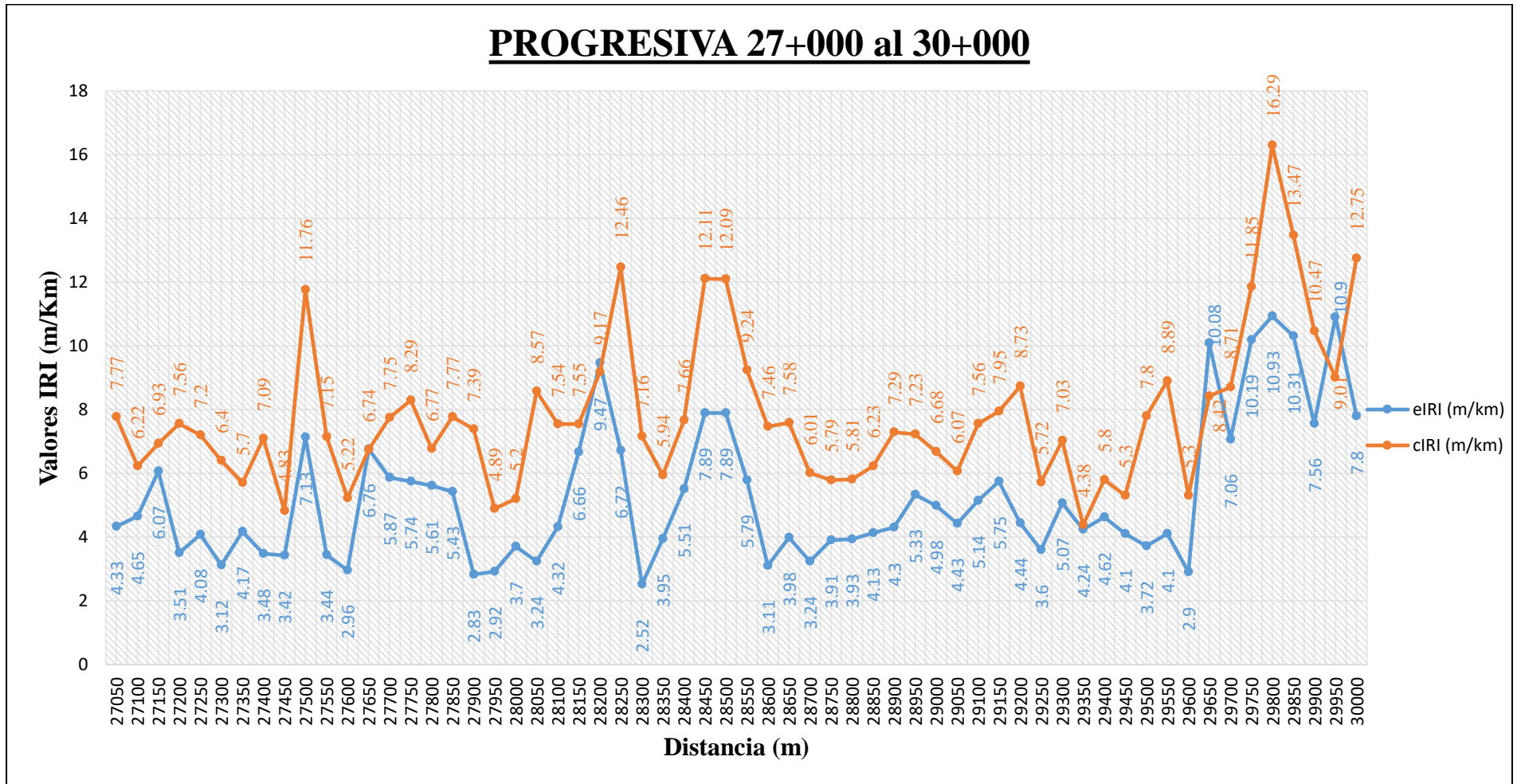


Gráfico 32: Variación de la uniformidad de la carretera entre eIRI y cIRI en el Km 27+000 al 30+000.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

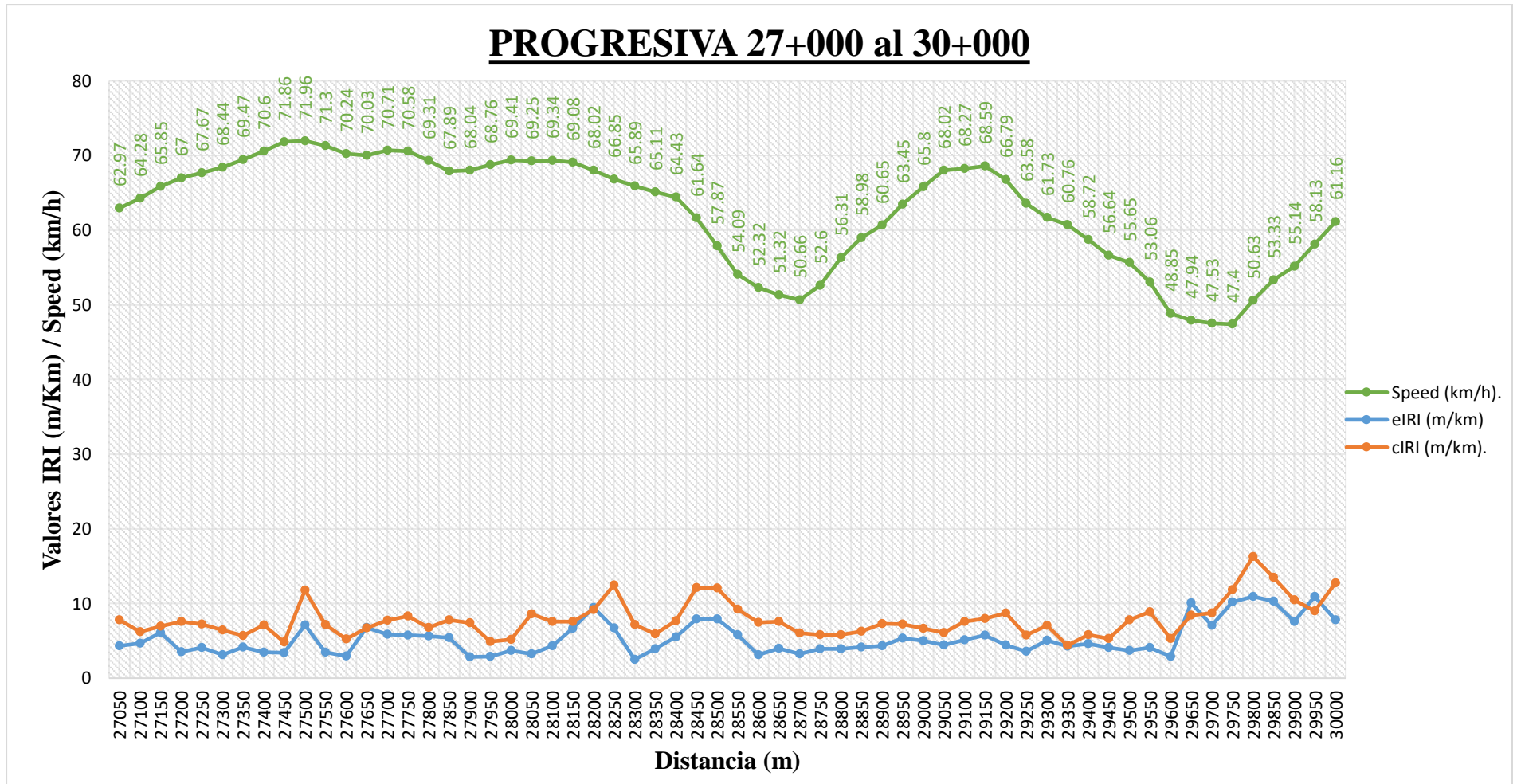


Gráfico 33: Relación de la rugosidad y la velocidad en el Km 27+000 al 30+000.

5.k. Progresiva Km 30+000 Al 33+000.

Tabla 37: Datos Obtenidos del sistema Roadroid en el Km 30+000 al 33+000.

PROYECTO:		“Evaluación de Superficie de Rodadura en Pavimento Flexible para Determinar Uniformidad Aplicando el Sistema Roadroid con Smartphone Juliaca Puno 2022”					COORDENADAS UTM			
UBICACIÓN		: Departamento de Puno - Provincia de San Román - Distrito de Juliaca					INICIO UTM		FINAL UTM	
INVESTIG.		: Joel Jhonatan Carita Cahuana					ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
PROGRESIVA 30+000		cIRI-sensitivity: 1,5	eIRI-sensitivity: 1	Recorrido	: 34.571 km		379011.5	8285597	388926.47	8251560.46
Puntos	DateTime	Latitude	Longitude	Distance (m)	Speed (km/h)	Altitude (m)	Grade (%)	eIRI	cIRI	RoadId
601	17/05/2022 12:03	-157,763,959,561,847	-700,364,587,322,209	30050	63.50	3904.50	2.5	5.02	8.10	Juliaca - Puno
602	17/05/2022 12:03	-157,764,919,937,702	-700,359,510,311,492	30100	63.92	3905.00	1	10.52	10.66	Juliaca - Puno
603	17/05/2022 12:03	-157,765,301,966,004	-700,357,543,464,689	30150	61.42	3905.00	0	11.43	12.25	Juliaca - Puno
604	17/05/2022 12:03	-157,766,218,533,013	-700,352,857,579,432	30200	58.72	3905.50	1	6.46	10.93	Juliaca - Puno
605	17/05/2022 12:03	-157,767,107,751,126	-700,348,469,043,468	30250	55.06	3907.00	3	10.64	12.02	Juliaca - Puno
606	17/05/2022 12:03	-157,768,291,151,346	-70,034,205,178,439	30300	53.81	3908.00	2	9.16	11.90	Juliaca - Puno
607	17/05/2022 12:03	-157,769,250,411,103	-700,338,427,421,742	30350	54.84	3908.25	0.5	11.16	11.91	Juliaca - Puno
608	17/05/2022 12:03	-157,770,752,123,977	-700,334,944,762,985	30400	56.86	3910.00	3.5	8.93	11.23	Juliaca - Puno
609	17/05/2022 12:03	-157,774,376,787,988	-700,328,890,834,326	30450	56.15	3911.50	3	11.40	11.40	Juliaca - Puno
610	17/05/2022 12:03	-157,776,296,807,183	-70,032,572,114,111	30500	51.30	3912.00	1	9.33	12.70	Juliaca - Puno
611	17/05/2022 12:03	-157,777,818,901,303	-700,323,199,874,768	30550	45.78	3913.00	2	7.81	11.78	Juliaca - Puno
612	17/05/2022 12:03	-157,781,859,902,917	-700,320,720,350,686	30600	46.89	3914.20	2.4	5.69	9.08	Juliaca - Puno
613	17/05/2022 12:03	-157,786,763,683,184	-700,320,934,880,289	30650	51.53	3916.60	4.8	11.25	9.67	Juliaca - Puno
614	17/05/2022 12:03	-157,792,676,367,628	-700,321,368,071,058	30700	50.60	3919.25	5.3	8.50	11.02	Juliaca - Puno
615	17/05/2022 12:04	-157,795,577,541,501	-700,321,367,620,158	30750	49.19	3921.20	3.9	5.78	7.80	Juliaca - Puno
616	17/05/2022 12:04	-157,800,876,652,591	-700,319,654,220,809	30800	51.41	3923.00	3.6	4.22	8.56	Juliaca - Puno
617	17/05/2022 12:04	-157,803,956,832,494	-700,318,374,223,006	30850	47.53	3924.20	2.4	2.82	5.98	Juliaca - Puno
618	17/05/2022 12:04	-157,808,665,754,437	-700,318,005,999,326	30900	49.26	3925.00	1.6	5.99	5.67	Juliaca - Puno
619	17/05/2022 12:04	-157,813,337,988,202	-700,321,009,886,354	30950	57.20	3924.25	-1.5	6.54	9.06	Juliaca - Puno
620	17/05/2022 12:04	-157,816,882,392,409	-700,323,544,566,006	31000	61.08	3923.25	-2	5.27	6.93	Juliaca - Puno
621	17/05/2022 12:04	-157,820,688,974,915	-700,326,201,750,139	31050	59.95	3922.50	-1.5	3.45	7.66	Juliaca - Puno
622	17/05/2022 12:04	-157,824,380,266,772	-700,328,803,916,732	31100	59.49	3921.75	-1.5	7.32	9.14	Juliaca - Puno
623	17/05/2022 12:04	-157,828,556,278,263	-700,330,627,508,966	31150	60.03	3920.75	-2	5.29	7.26	Juliaca - Puno
624	17/05/2022 12:04	-157,833,084,727,445	-700,331,822,081,923	31200	62.80	3919.25	-3	4.39	4.84	Juliaca - Puno
625	17/05/2022 12:04	-157,837,926,337,878	-700,333,011,386,411	31250	64.04	3918.00	-2.5	10.57	4.70	Juliaca - Puno

626	17/05/2022 12:04	-157,839,947,004,757	-700,333,334,724,218	31300	64.57	3916.50	-3	9.27	6.42	Juliaca - Puno
627	17/05/2022 12:04	-1,578,452,598,319	-700,333,487,704,767	31350	66.88	3914.25	-4.5	11.18	12.91	Juliaca - Puno
628	17/05/2022 12:04	-157,850,893,430,855	-700,333,670,339,922	31400	67.05	3912.25	-4	11.07	12.61	Juliaca - Puno
629	17/05/2022 12:04	-157,856,438,481,607	-700,333,876,960,527	31450	65.75	3910.67	-3.17	8.81	9.78	Juliaca - Puno
630	17/05/2022 12:04	-157,858,502,040,729	-70,033,392,382,997	31500	64.25	3909.50	-2.33	12.10	12.79	Juliaca - Puno
631	17/05/2022 12:04	-157,863,686,950,125	-700,334,136,023,903	31550	62.60	3908.50	-2	9.93	10.24	Juliaca - Puno
632	17/05/2022 12:04	-157,868,490,947,598	-700,334,289,813,875	31600	60.78	3907.50	-2	11.77	11.10	Juliaca - Puno
633	17/05/2022 12:04	-157,872,985,588,377	-700,334,448,680,453	31650	58.99	3906.50	-2	11.14	15.43	Juliaca - Puno
634	17/05/2022 12:04	-157,877,187,636,195	-700,335,017,640,248	31700	57.67	3905.75	-1.5	6.28	12.93	Juliaca - Puno
635	17/05/2022 12:05	-157,881,147,388,384	-700,336,073,986,764	31750	57.00	3904.75	-2	6.79	8.91	Juliaca - Puno
636	17/05/2022 12:05	-157,885,126,292,781	-700,337,175,126,789	31800	55.94	3903.60	-2.3	5.97	6.83	Juliaca - Puno
637	17/05/2022 12:05	-157,891,764,681,873	-70,033,829,105,303	31850	55.04	3902.00	-3.2	4.84	7.53	Juliaca - Puno
638	17/05/2022 12:05	-157,895,492,770,363	-700,337,660,263,077	31900	54.50	3900.75	-2.5	4.73	8.29	Juliaca - Puno
639	17/05/2022 12:05	-157,898,884,202,162	-700,336,149,504,552	31950	55.39	3900.50	-0.5	3.03	6.64	Juliaca - Puno
640	17/05/2022 12:05	-157,902,223,097,344	-70,033,417,993,084	32000	51.37	3901.60	2.2	7.75	6.33	Juliaca - Puno
641	17/05/2022 12:05	-157,907,368,112,001	-700,332,745,279,434	32050	50.27	3902.60	2	5.67	11.59	Juliaca - Puno
642	17/05/2022 12:05	-157,912,525,178,102	-700,335,061,428,321	32100	53.49	3903.25	1.3	5.13	6.34	Juliaca - Puno
643	17/05/2022 12:05	-157,915,812,280,278	-700,336,767,526,378	32150	54.54	3904.75	3	6.81	8.26	Juliaca - Puno
644	17/05/2022 12:05	-157,919,169,267,078	-700,338,688,522,611	32200	56.44	3905.25	1	13.31	8.19	Juliaca - Puno
645	17/05/2022 12:05	-157,922,936,683,717	-70,034,058,773,541	32250	57.38	3906.75	3	7.91	12.78	Juliaca - Puno
646	17/05/2022 12:05	-15,792,660,884,272	-700,342,425,690,439	32300	57.28	3909.60	5.7	6.19	7.40	Juliaca - Puno
647	17/05/2022 12:05	-15,793,256,657,131	-700,346,029,685,634	32350	57.10	3912.00	4.8	9.71	11.48	Juliaca - Puno
648	17/05/2022 12:05	-157,935,897,854,941	-700,348,365,270,849	32400	56.72	3914.25	4.5	9.03	11.37	Juliaca - Puno
649	17/05/2022 12:05	-157,939,195,053,351	-700,350,710,641,162	32450	56.74	3916.75	5	4.77	8.83	Juliaca - Puno
650	17/05/2022 12:05	-157,942,576,216,177	-700,353,065,617,575	32500	56.45	3919.25	5	7.72	7.22	Juliaca - Puno
651	17/05/2022 12:05	-157,945,933,975,494	-700,355,420,684,599	32550	54.10	3920.60	2.7	8.73	11.36	Juliaca - Puno
652	17/05/2022 12:05	-157,951,262,399,382	-700,359,075,840,985	32600	52.59	3921.50	1.8	5.55	12.44	Juliaca - Puno
653	17/05/2022 12:06	-157,954,481,360,481	-700,360,719,301,558	32650	51.71	3921.75	0.5	1.86	6.22	Juliaca - Puno
654	17/05/2022 12:06	-157,957,501,670,896	-700,362,038,276,709	32700	47.43	3922.00	0.5	2.63	3.76	Juliaca - Puno
655	17/05/2022 12:06	-157,962,207,570,613	-700,363,527,567,673	32750	47.79	3923.00	2	2.77	5.43	Juliaca - Puno
656	17/05/2022 12:06	-157,967,318,751,649	-700,362,471,392,686	32800	52.10	3923.00	0	3.22	5.39	Juliaca - Puno
657	17/05/2022 12:06	-15,797,071,660,282	-700,360,940,000,386	32850	54.68	3923.25	0.5	3.08	6.31	Juliaca - Puno
658	17/05/2022 12:06	-157,974,379,364,102	-700,359,363,345,957	32900	53.71	3924.60	2.7	2.22	5.25	Juliaca - Puno
659	17/05/2022 12:06	-157,980,301,805,841	-700,356,870,264,442	32950	51.70	3927.00	4.8	3.21	6.59	Juliaca - Puno
660	17/05/2022 12:06	-157,983,542,212,151	-700,355,975,177,726	33000	50.70	3931.00	8	3.59	5.96	Juliaca - Puno

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

Tabla 38: Cuadro resumen del resultado en el Km 30+000 al 33+000.

TRAMO DE LA PROGRESIVA 30+000 AL 33+000						
ESTADO DE LA CARRETERA		PUNTOS	PORCENTAJE (%)	PROMEDIO eIRI (m/km)	PROMEDIO cIRI (m/km)	PROMEDIO SPEED (Km/h)
Bueno	<2.2	1	1.67%	7.11	9.05	56.05
Satisfactorio	2.2 - 3.8	10	16.67%			
No Satisfactorio	3.8 - 5.4	9	15.00%			
Pobre	>5.4	40	66.67%			
TOTAL		60	100.00%			

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

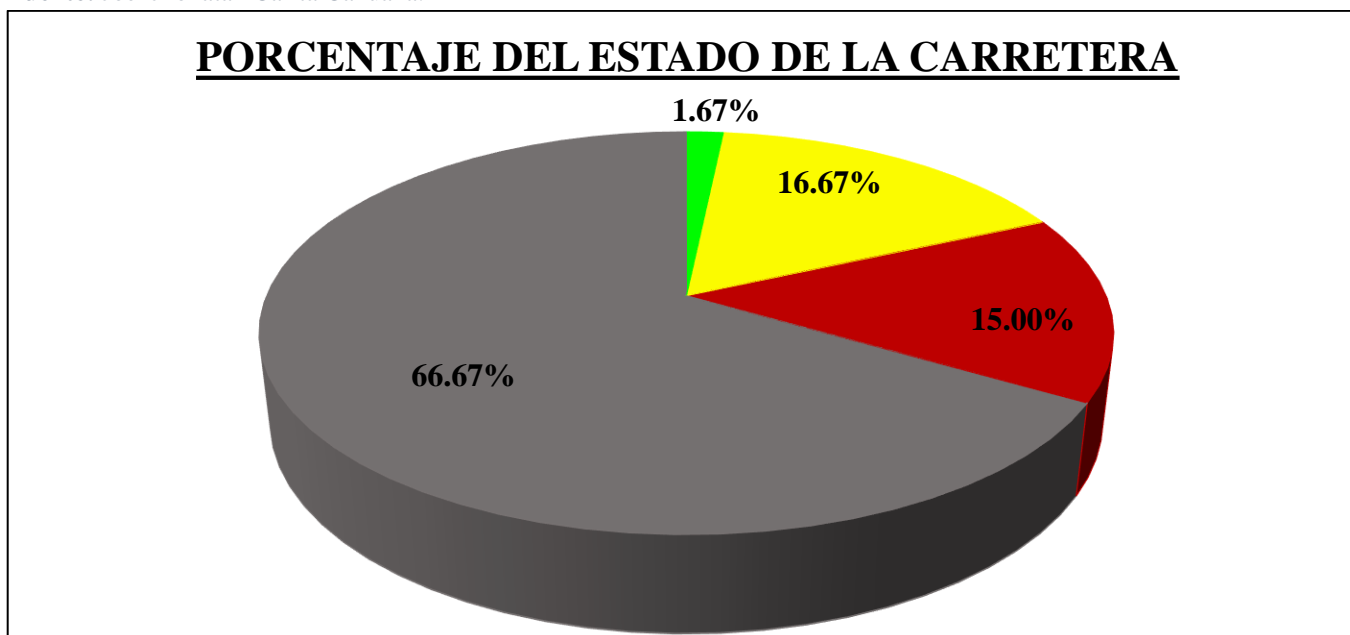


Gráfico 34: Porcentaje del estado de la carretera en el Km 30+000 al 33+000.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

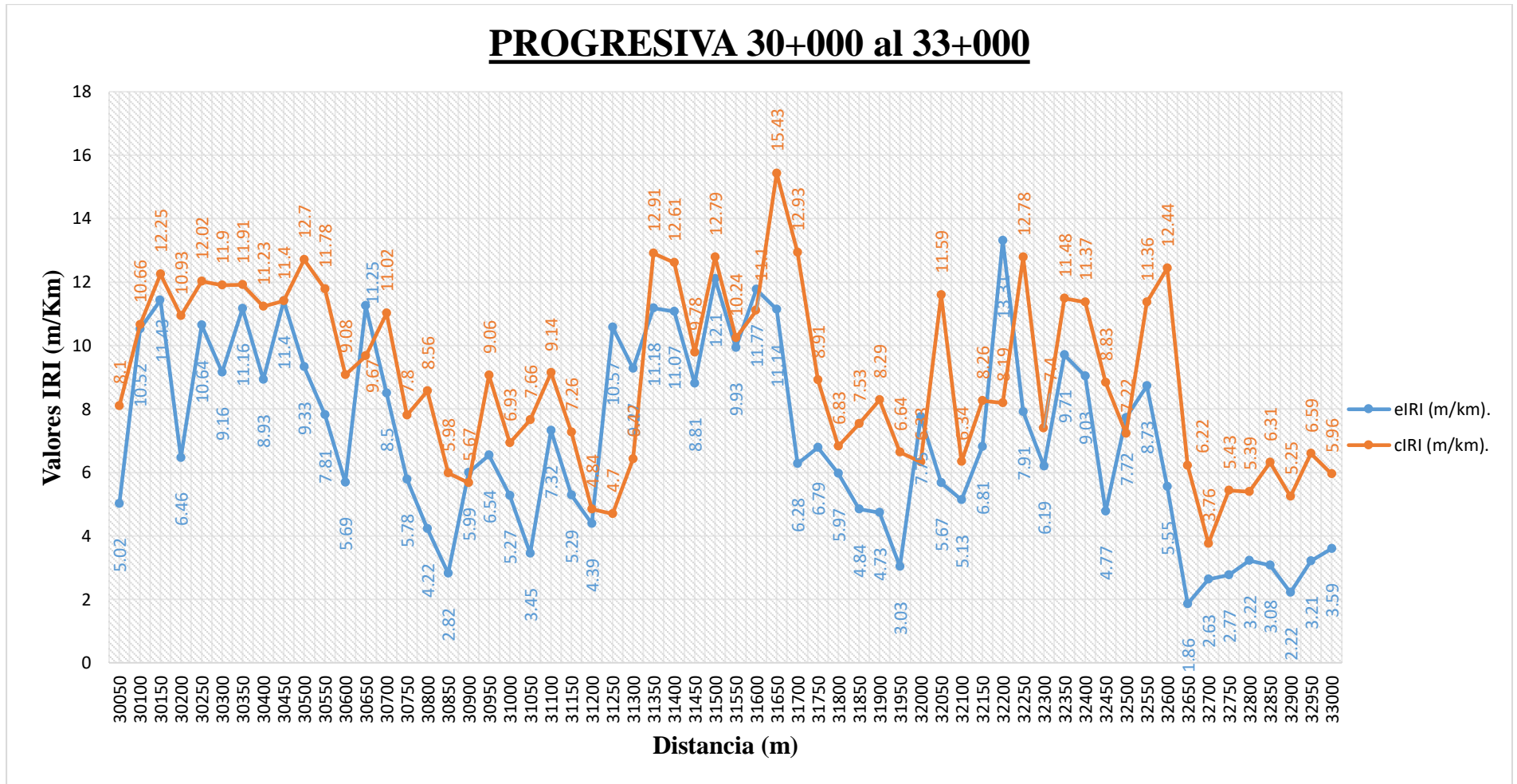


Gráfico 35: Variación de la uniformidad de la carretera entre eIRI y cIRI en el Km 30+000 al 33+000.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

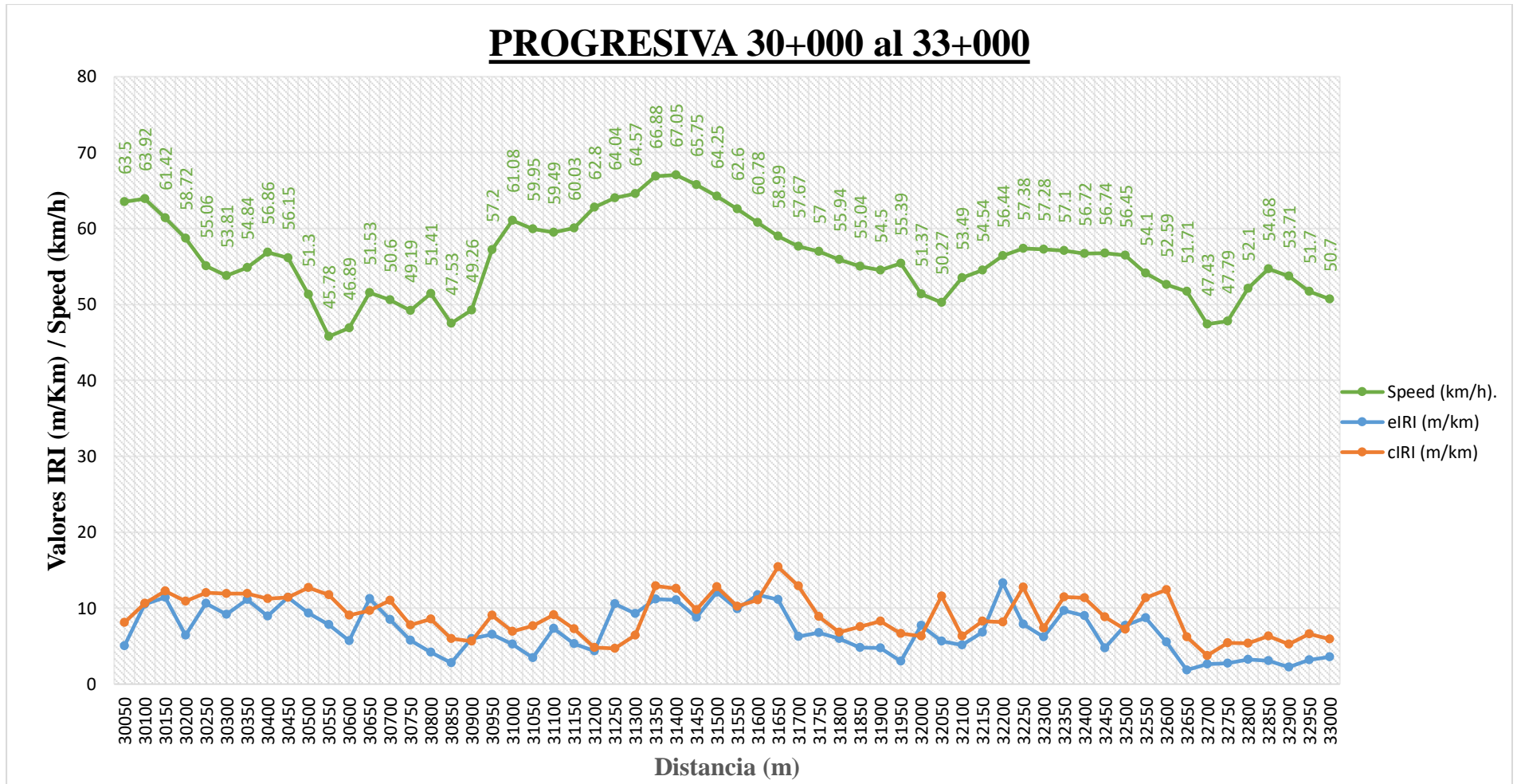


Gráfico 36: Relación de la rugosidad y la velocidad en el Km 30+000 al 33+000.

5.I. Progresiva Km 33+000 Al 34+550.

Tabla 39: Datos Obtenidos del sistema Roadroid en el Km 34+000 al 34+550.

PROYECTO:		“Evaluación de Superficie de Rodadura en Pavimento Flexible para Determinar Uniformidad Aplicando el Sistema Roadroid con Smartphone Juliaca Puno 2022”					COORDENADAS UTM			
UBICACIÓN		: Departamento de Puno - Provincia de San Román - Distrito de Juliaca					INICIO UTM		FINAL UTM	
INVESTIG.		: Joel Jhonatan Carita Cahuana					ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
PROGRESIVA 33+000		cIRI-sensitivity: 1,5	eIRI-sensitivity: 1	Recorrido	: 34.571 km		379011.5	8285597	388926.47	8251560.46
Puntos	DateTime	Latitude	Longitude	Distance (m)	Speed (km/h)	Altitude (m)	Grade (%)	eIRI	cIRI	RoadId
661	17/05/2022 12:06	-157,988,589,806,923	-700,356,292,360,721	33050	49.54	3936.00	10	3.47	5.34	Juliaca - Puno
662	17/05/2022 12:06	-157,993,299,571,547	-700,358,791,829,942	33100	50.70	3940.25	8.5	4.67	5.50	Juliaca - Puno
663	17/05/2022 12:06	-157,996,002,722,139	-700,360,538,481,426	33150	49.65	3943.80	7.1	5.14	6.40	Juliaca - Puno
664	17/05/2022 12:06	-158,000,593,427,425	-700,363,487,940,537	33200	49.23	3946.25	4.9	3.65	6.31	Juliaca - Puno
665	17/05/2022 12:06	-158,003,163,979,801	-700,365,111,157,234	33250	47.80	3948.60	4.7	1.92	4.97	Juliaca - Puno
666	17/05/2022 12:06	-158,007,338,940,008	-700,367,750,163,197	33300	43.78	3951.00	4.8	1.74	4.18	Juliaca - Puno
667	17/05/2022 12:06	-158,010,914,000,916	-700,370,092,298,399	33350	43.84	3952.33	2.67	2.43	3.96	Juliaca - Puno
668	17/05/2022 12:06	-158,017,067,454,964	-700,371,782,009,733	33400	45.44	3953.50	2.33	3.55	5.05	Juliaca - Puno
669	17/05/2022 12:06	-158,019,517,443,507	-700,371,608,837,099	33450	48.45	3954.80	2.6	4.52	7.76	Juliaca - Puno
670	17/05/2022 12:07	-158,024,845,978,459	-700,371,159,873,896	33500	48.36	3958.00	6.4	7.71	9.85	Juliaca - Puno
671	17/05/2022 12:07	-158,029,958,331,028	-700,371,188,233,303	33550	49.34	3961.00	6	6.54	10.87	Juliaca - Puno
672	17/05/2022 12:07	-158,035,037,674,254	-700,372,735,573,451	33600	50.31	3963.50	5	9.48	10.02	Juliaca - Puno
673	17/05/2022 12:07	-158,037,839,421,462	-700,373,840,643,181	33650	47.21	3966.00	5	9.81	10.78	Juliaca - Puno
674	17/05/2022 12:07	-158,042,369,242,817	-700,375,509,810,704	33700	43.11	3967.80	3.6	2.17	5.33	Juliaca - Puno
675	17/05/2022 12:07	-158,046,375,035,193	-700,375,368,287,279	33750	44.22	3969.60	3.6	2.10	4.15	Juliaca - Puno
676	17/05/2022 12:07	-158,050,325,562,452	-700,373,065,118,153	33800	45.17	3971.60	4	2.52	5.13	Juliaca - Puno
677	17/05/2022 12:07	-158,054,436,836,491	-700,371,019,076,049	33850	45.68	3973.20	3.2	2.32	4.43	Juliaca - Puno
678	17/05/2022 12:07	-158,058,986,781,963	-70,037,017,675,188	33900	44.67	3974.60	2.8	2.82	4.39	Juliaca - Puno
679	17/05/2022 12:07	-158,063,405,039,979	-700,370,546,249,066	33950	38.14	3975.83	2.47	2.23	4.07	Juliaca - Puno
680	17/05/2022 12:07	-158,067,739,911,795	-700,372,502,723,875	34000	32.03	3977.71	3.76	1.74	3.79	Juliaca - Puno
681	17/05/2022 12:07	-158,071,867,205,844	-70,037,486,581,902	34050	32.75	3980.33	5.24	1.72	2.85	Juliaca - Puno
682	17/05/2022 12:07	-15,807,591,860,459	-700,375,629,191,105	34100	37.65	3981.00	1.33	6.03	7.31	Juliaca - Puno
683	17/05/2022 12:07	-158,081,209,659,676	-700,374,813,990,958	34150	39.99	3981.60	1.2	9.23	9.41	Juliaca - Puno

684	17/05/2022 12:08	-158,084,606,361,084	-700,374,210,682,297	34200	38.84	3983.50	3.8	3.70	6.88	Juliaca - Puno
685	17/05/2022 12:08	-158,089,782,501,062	-700,373,360,857,708	34250	41.90	3986.00	5	3.48	6.32	Juliaca - Puno
686	17/05/2022 12:08	-158,093,918,299,475	-70,037,307	34300	45.17	3988.80	5.6	4.03	4.42	Juliaca - Puno
687	17/05/2022 12:08	-158,098,353,570,292	-700,373,217,130,776	34350	46.48	3990.80	4	4.53	6.38	Juliaca - Puno
688	17/05/2022 12:08	-158,103,027,855,067	-700,373,571,836,576	34400	41.02	3993.67	5.73	2.18	4.88	Juliaca - Puno
689	17/05/2022 12:08	-158,108,570,775,515	-700,373,964,163,266	34450	40.52	3995.00	2.67	3.49	5.55	Juliaca - Puno
690	17/05/2022 12:08	-158,112,091,428,031	-700,374,198,842,065	34500	35.47	3996.50	3	2.27	5.49	Juliaca - Puno
691	17/05/2022 12:08	-158,116,380,108,944	-70,037,427,408,301	34550	28.20	3998.62	4.25	5.80	6.29	Juliaca - Puno

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

Tabla 40: Cuadro resumen del resultado en el Km 33+000 al 34+550.

TRAMO DE LA PROGRESIVA 33+000 AL 34+550						
ESTADO DE LA CARRETERA		PUNTOS	PORCENTAJE (%)	PROMEDIO eIRI (m/km)	PROMEDIO cIRI (m/km)	PROMEDIO SPEED (Km/h)
Bueno	<2.2	7	22.58%	4.10	6.07	43.38
Satisfactorio	2.2 - 3.8	12	38.71%			
No Satisfactorio	3.8 - 5.4	5	16.13%			
Pobre	>5.4	7	22.58%			
TOTAL		31	100.00%			

Fuente Joel Jhonatan Carita Cahuana.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

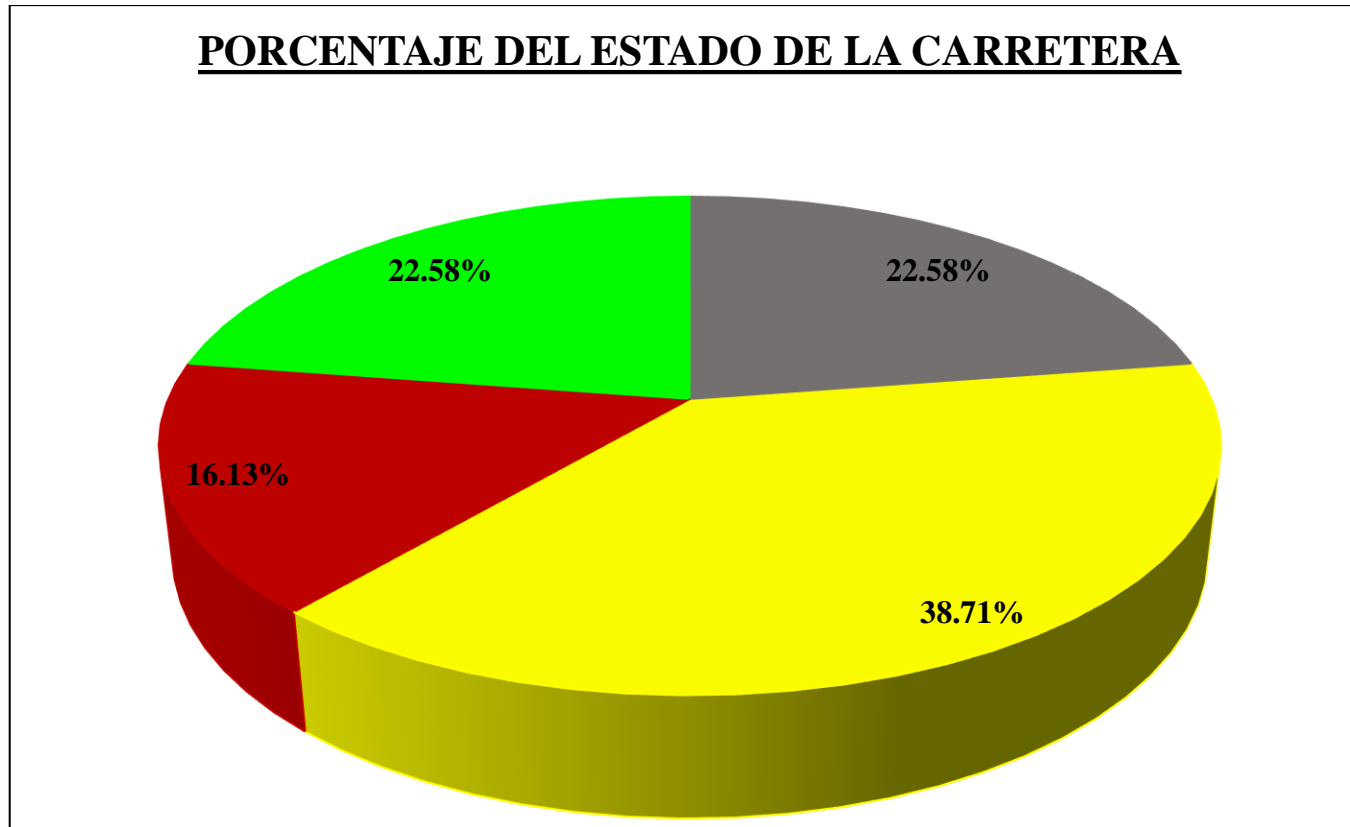


Gráfico 37: Porcentaje del estado de la carretera en el Km 33+000 al 34+550.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

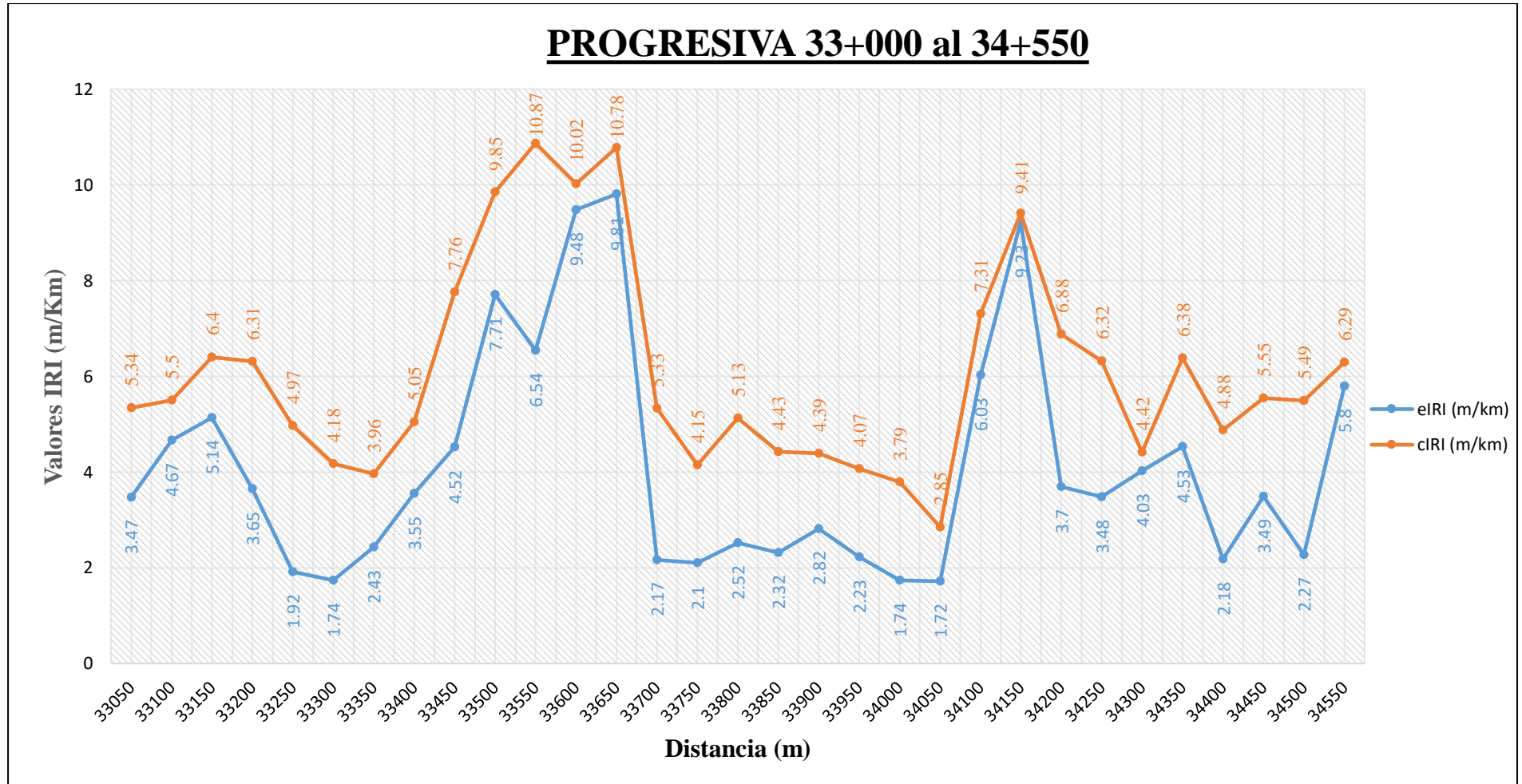


Gráfico 38: Variación de la uniformidad de la carretera entre eIRI y cIRI en el Km 33+000 al 34+550.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

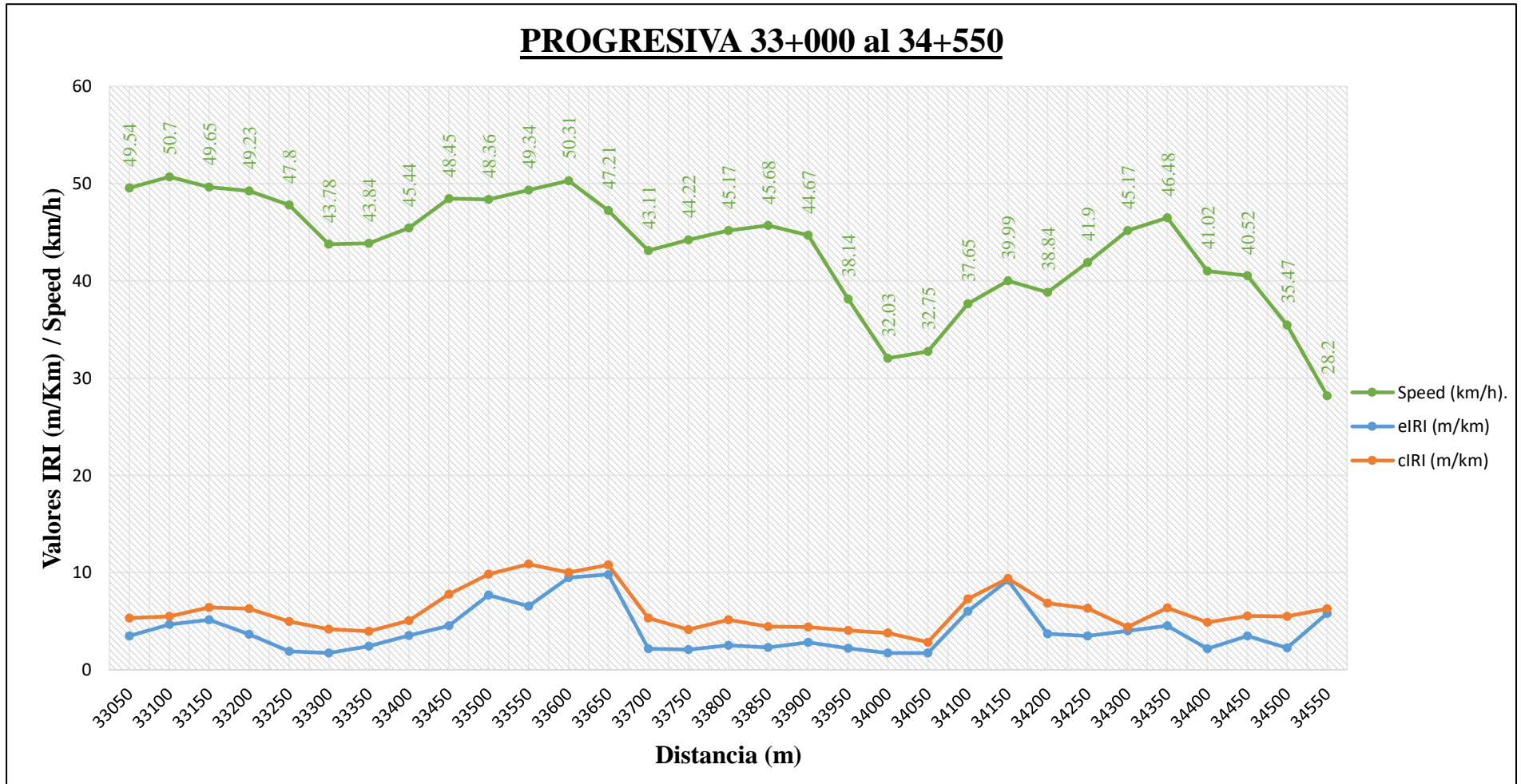


Gráfico 39: Relación de la rugosidad y la velocidad en el Km 33+000 al 34+550.

6.-Panel fotográfico en la recopilación de datos

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.



Figura 27: Panel fotográfico en la recolección de datos.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.

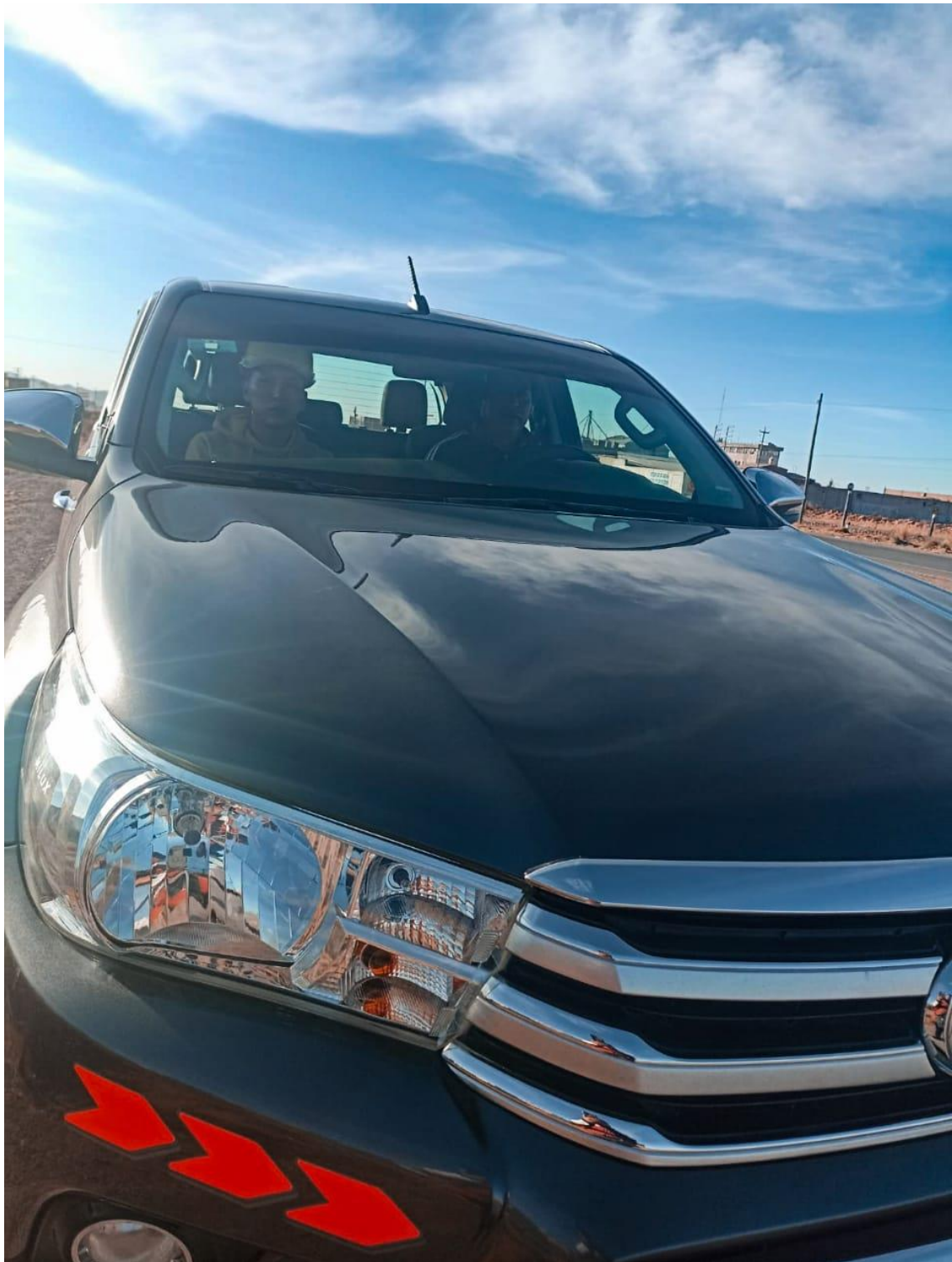


Figura 28: Inicio en el recorrido de la recopilación de datos.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.



Figura 29: Panel fotográfico en INSITU.

Fuente: Joel Jhonatan Carita Cahuana.



Figura 30: Panel fotográfico con los integrantes en la recopilación de datos.