



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO
DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y EL APLICATIVO IRI-CALC-
FREE EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTORES:

Chambilla Velásquez, Edwin Dennys (ORCID: 0000-0003-1536-7385)

Ramos Deza, Yssam Mazoel (ORCID: 0000-0003-3362-4269)

ASESOR:

M(o). De La Cruz Vega, Sleyther Arturo (ORCID: 0000-0003-0254-301X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

CALLAO- PERÚ

2021

DEDICATORIA

A Dios, la Virgen de la Candelaria, por ayudarme a concluir mis metas y darme la fortaleza para terminar mi camino de vida profesional.

A mis padres, Pantaleón Chambilla Choque y Pastora Velásquez Cruz por su amor incondicional y quienes me ayudaron a concluir mis objetivos.

A mi familia, por estar siempre motivándome, ser el pilar y el motivo para seguir adelante en mi vida profesional.

Para todos ellos es esta dedicatoria por su apoyo incondicional y palabras de aliento por ser parte de mi formación profesional.

De. Chambilla

DEDICATORIA

Agradecer a Dios por regalarme vida y salud por darme la fortaleza y la perseverancia para cumplir todas mis metas.

A mis padres Oscar y Yeny, que estuvieron siempre en los buenos y malos momentos de mi vida, por su apoyo incondicional, por su amor infinito y sus consejos que formaron en mí una persona de bien.

A mi compañera de vida Evelyn y mis hijos por su apoyo incondicional que me brindaron siempre, por animarme y alentarme en cada paso que doy para lograr mi superación.

De. Ramos

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por las bendiciones para lograr nuestras metas.

A nuestro asesor de tesis De La Cruz Vega, Sleyther Arturo, por la orientación en la elaboración de la presente tesis.

A nuestros profesores, por compartir sus enseñanzas y experiencias, durante nuestra formación profesional, con el cual hemos alcanzado nuestros objetivos personales.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE DE CONTENIDOS	v
INDICE DE TABLAS	vii
INDICE DE GRAFICOS Y FIGURAS	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- MARCO TEORICO	2
III.- METODOLOGÍA	122
3.1. Tipo y diseño de investigación :	122
3.2. Variables y Operacionalización:	133
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis:	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	155
3.5. Procedimientos:	15
3.6. Método de análisis de datos:	26
3.7. Aspectos éticos:	266
IV.- RESULTADOS	277
V.- DISCUSIÓN	3333
VI.- CONCLUSIONES	335
VII.- RECOMENDACIONES	36
REFERENCIAS	37
ANEXOS	40
ANEXO 1: Declaratoria de autenticidad (autores)	40

ANEXO 2: Declaratoria de autenticidad (asesor)	41
ANEXO 3: Matriz de operacionalización de variables	42
ANEXO 4: Instrumento de recolección de datos	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Índice de serviciabilidad	8
Tabla 2. Tabla de formato de ensayo para medición de rugosidad	188
Tabla 3. Resultados de los métodos aplicados	277
Tabla 4. Resultados de MERLIN - primer carril.....	288
Tabla 5. Resultados de MERLIN - Segundo carril	288
Tabla 6. Resultados obtenidos IRI CALC FREE del primer carril	299
Tabla 7. Resultados obtenidos IRI CALC FREE del segundo carril.....	30
Tabla 8. Resultados obtenidos de IRI y su eficiencia.....	31
Tabla 9. Serviciabilidad obtenida de método de MERLIN y IRI CALC FREE	322

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1 Escala y caracterización del IRI	6
Figura 2. Sección típica de un pavimento flexible	7
Figura 3. Primer prototipo del ROADROID.....	9
Figura 4. Segundo prototipo ROADROID.....	10
Figura 5. Aplicativo móvil.....	10
Figura 6. Calibración de equipo.....	16
Figura 7. Empleo del equipo rugosímetro de MERLI, Tramo 0+000	17
Figura 8. Operación del equipo rugosímetro de MERLIN, tramo 1+500.....	17
Figura 9. Ilustración del aplicativo y activación de GPS	20
Figura 10. Ubicación de smartphone en el vehículo.....	20
Figura 11. Icono de conteo para tomar datos de la vibración.....	21
Figura 12. Icono para detener la toma de datos.....	21
Figura 13. Icono para guardar los datos tomados.	22
Figura 14. Archivos descargados en formatos csv kml	22
Figura 15. Hoja excel con velocidades y valores IRI; Error! Marcador no definido.	
Figura 16. Hoja excel con velocidades y valores IRI	23
Figura 17. Botón para leer el último ensayo	24

RESUMEN

El objetivo de la investigación es efectuar la Evaluación de Pavimento flexible mediante método de Rugosímetro de Merlín y el aplicativo IRI-Calc-Free en la avenida Simón Bolívar de la ciudad de Puno.

La metodología es de tipo aplicada, diseño no experimental y de nivel cuantitativo. La población está conformada por la Avenida Simón Bolívar, que comprende un carril derecha e izquierda con una longitud de 3.20 kilómetros. La muestra para la metodología del Rugosímetro MERLÍN, 32 unidades de muestra c/u 400ml. Y para el aplicativo IRI-Calc- free 6.4 kilómetros ambos carriles izquierdo y derecho.

Los resultados obtenidos mediante el método de Rugosímetro de merlín en el primer carril un IRI de 3.28 clasificando en Regular y en el segundo carril un IRI promedio de 3.51 clasificándolo en Regular. Con el aplicativo IRI-Calc-Free primer carril 3.85 clasificándolo como regular y el segundo carril 4.21 calificándolo como Malo.

Las conclusiones entre los valores de IRI entre el Rugosímetro de MERLÍN y el aplicativo IRI-Calc-Free, se aproximan bastante. Esta relación está asociada a la técnica de toma de datos en cada metodología.

Palabras clave: Rugosímetro, IRI, serviciabilidad, aplicativo, pavimento.

ABSTRACT

The objective of the research is to carry out the Flexible Pavement Evaluation by means of the Merlin Roughometer method and the IRI-Calc-Free application on Simón Bolívar avenue in the city of Puno.

The methodology is of an applied type, non-experimental design and quantitative level. The population is made up of Avenida Simón Bolívar, which comprises a right and left lane with a length of 3.20 kilometers. The sample for the MERLÍN Roughometer methodology, 32 sample units each 400ml. And for the application IRI-Calc- free 6.4 kilometers both left and right lanes.

The results obtained by the merlin Roughometer method in the first lane an IRI of 3.28 classifying as Regular and in the second lane an average IRI of 3.51 classifying it as Regular. With the IRI-Calc-Free application, the first lane 3.85 classifying it as regular and the second lane 4.21 classifying it as Bad.

The conclusions between the IRI values between the MERLIN Roughometer and the IRI-Calc-Free application are quite close. This difference is associated with the data collection technique of each methodology.

Keywords: Roughness, IRI, serviceability, application, pavement.

I.- INTRODUCCIÓN

Los problemas que se observan actualmente en los países del mundo y en América Latina en cuanto a la calidad de la infraestructura vial son bastante insuficientes y, en cuanto al estado de los pavimentos, están dañados por falta de mantenimiento. Requiere altos costos, por lo que tiene un impacto directo y significativo en el desarrollo del país. De hecho, las actividades se crean a través de estas actividades económicas, culturales y sociales. Para Badilla (2014) indica que a través de la evaluación de los pavimentos obtenemos información y datos que son utilizados tanto para el diseño y la gestión de la infraestructura permitiendo dar una mejor actividad en actividades de mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción (p.2), según Porras (2020) en Perú, en los últimos tiempos se ha visto afectada por el aumento inconmensurable del tránsito vehicular la cual está afectando de manera negativa directamente a la superficie del pavimento, en nuestro país no le dan el debido tratamiento a la superficie del pavimento antes de efectuar un mantenimiento rutinario y/o periódico (p.1).

En la ciudad de Puno, el mal estado en que se encuentran las avenidas y calles principales, así como indica Paucar (2019) que las diferentes vías de Puno se pueden visualizar diversas fallas en la superficie las cuales necesitan una evaluación para así proponer mecanismos de mantenimiento o rehabilitación (p.13) asimismo Zelada (2019) indica que uno de los medios principales de transporte a lo largo de la región son las autopistas siendo por esto realizar una correcta evaluación y diseño para garantizar la vida útil del pavimento. En la avenida Simón Bolívar, el problema más visible está relacionados al tráfico de vehículos. Esto hace que el tránsito de vehículos sea en forma lenta, incomoda y peligrosa debido a las condiciones de la superficie del pavimento.

En este sentido se necesitará analizar este problema para el planteamiento del problema general: ¿Cómo es la Evaluación de Pavimento flexible mediante método de Rugosímetro de Merlín y el aplicativo Iri Calc Free en la avenida Simón Bolívar, Puno 2021?

La Justificación social de esta investigación es obtener resultados que beneficiaran a los usuarios de la vía en investigación, a partir del conocimiento del estado deterioro de la avenida Simón Bolívar de la ciudad de Puno, así como también las instancias encargadas de mantener en buen estado las vías, ya que con los resultados logrados se plantearan propuestas ya sea de mantenimiento, reparación o reconstrucción de la vía según sea necesario.

La Justificación teórica de nuestra investigación se realiza con aportar a la idea existente sobre evaluación funcional del pavimento flexible el método del Rugosímetro de Merlín y el aplicativo IRI-Calc-Free para determinar el IRI (índice de Rugosidad Internacional) del pavimento flexible.

La Justificación metodológica de nuestra investigación propone las metodologías existentes que den mejores resultados para la determinación del IRI del pavimento flexible, el instrumento de recolección de datos en ambas metodologías.

Como objetivo general de la presente investigación, será efectuar la evaluar el pavimento flexible mediante método de Rugosímetro de Merlín y el aplicativo IRI-Calc-Free en la avenida Simón Bolívar, Puno 2021. Los objetivos específicos de esta investigación será calcular el índice internacional de rugosidad (IRI) con el Rugosímetro de MERLÍN y el aplicativo IRI-Calc-Free; comparar y determinar la eficiencia del uso del aplicativo IRI-Calc-Free para la medición del IRI del pavimento flexible en la avenida Simón Bolívar; Calcular el nivel de serviciabilidad presente en el pavimento flexible (PSI) de la avenida Simón Bolívar

La hipótesis general de esta investigación es la evaluación de pavimento flexible entre el método de Rugosímetro de Merlín y el aplicativo IRI-Calc-Free nos permite determinar la condición funcional y estado real del pavimento flexible de la avenida Simón Bolívar de la Ciudad de Puno; y los específicos son; el IRI obtenido con Rugosímetro de Merlín y el aplicativo IRI-Calc-Free; el Método de Rugosímetro de merlín nos da un IRI más confiable que el aplicativo IRI-Calc-Free, El nivel de serviciabilidad presente obtenido en el pavimento flexible es de clasificación Regular.

II.- MARCO TEÓRICO

Como **antecedentes nacionales** tenemos los siguientes, Camacho (2019). En la tesis para título de Ingeniero Civil: Evaluación y Análisis de rugosidad en pavimentos de la ciudad de Puno aplicando el método Roadroid y el rugosímetro de *Merlín*, con el objetivo: Analizar y comparar el IRI, con un método moderno, usando el aplicativo de teléfonos móviles Roadroid y MERLÍN; la metodología utilizada de investigación de tipo aplicada, diseño no experimental, llegando a las conclusiones: carril de derecho: IRI carril de derecho: IRI promedio de 7.48 y con la aplicación del ROADROID IRI teniendo resultados de IRI promedio de 5.98 de la Av. Floral para ello se recomienda el uso de esta renovadora aplicación para Smartphone para esta investigación se hizo uso del Galaxy S7. Finalmente se expresó que el Roadroid proporciona datos similares al Rugosímetro de MERLÍN y se puede confirmar que la ventaja es mucho mejor con el aplicativo del Roadroid.

Luego se tiene a Condori (2016) en su tesis para título de ingeniero Civil: Análisis de la variabilidad del IRI obtenido por levantamiento topográfico y rugosímetro *Merlín* en carreteras no pavimentadas de la provincia de Canchis-Cusco, con el objetivo: Establecer la variabilidad de los valores del IRI en vías no pavimentadas, conseguidas con el Rugosímetro *Merlín*; aplicando la metodología de tipo aplicada, diseño no experimental, siendo los resultados indicando que las vías de la zona de estudio tienen una Rugosidad promedio de 8.29 m/km, que es mayor a la establecido según la EG-2013; siendo esto por la causa de lluvias que dañan a la vía aumentando su IRI, teniendo como conclusiones que el rugosímetro de MERLÍN da datos similares frente al uso de nivel y mira, también manifestar que realizar trabajos de medición del IRI con nivel y mira es más tedioso y por ende más gasto en la ejecución de esta.

Asimismo Gonzalo (2021) en su tesis presentada para optar el título profesional de Ingeniero Civil: Aplicación del Smartphone y el Rugosímetro de *Merlín* para la medición de la rugosidad del pavimento flexible en la Av. Internacional, Tacna-2021, con el objetivo: mejorar el conocimiento mediante la evaluación de la rugosidad del pavimento flexible, con la aplicación de una metodología moderna y económica

para Smartphone, denominado ABAKAL IRI y mediante el Rugosímetro de MERLÍN, aplicando la metodología utilizada fue de tipo aplicada, diseño no experimental; obteniendo los resultados para el Rugosímetro de Merlín de 4.61 m/km utilizando la tabla de clasificación de valores de IRI del MTC se ubicó el pavimento como malo y no aceptable. Comparando ambas metodologías se pudo observar el parecido del promedio de valores, para la calzada derecha entre el rugosímetro de Merlín y el aplicativo ABAKAL IRI, se tuvo un resultado de 88.67%, y para la calzada izquierda se obtuvo un resultado de 86.19%. Del mismo modo promediando ambos resultados de IRI existe una similitud en ambas metodologías del 87.43%, para toda la Av. Internacional concluyendo que entre ambas metodologías los valores de IRI son similares.

En **antecedentes internacionales** tenemos a Chang (2017), en su ponencia de investigación: *Niveles de servicio basados en el índice de rugosidad internacional (IRI)*, Presentado en el congreso Ibero – Latinoamericano, Medellín Colombia 2017, con el objetivo: Entre los diferentes factores que influyen en el IRI, uno de los elementos de la vía que es el trazo vial ha sido el menos estudiado a pesar de su influencia en los resultados de las mediciones. Esta investigación da a conocer una parte de los principales parámetros que tienen una fuerte influencia en los resultados del IRI con énfasis en las condiciones del trazo geométrico en perfil y planta de la vía”; además, Considera que las ondas que tienen mayor incidencia en los datos obtenidos del IRI están dentro del parámetro de 1.20 a 30m y pueden corresponder a depresiones, fallas, ahuellamientos, hundimientos, ondulaciones, curvas verticales u otros; el IRI es una valor de diferentes factores que pueda tener la forma o característica propia del Perfil Longitudinal; por lo que recomienda se debe incluir como singularidades, “donde los sectores en que la influencia de las características geométricas del trazo vial en el IRI es relevante, por ende, requieren de un análisis más detallado. Tomando como guía en las normas internacionales, las singularidades son excluidas del completo análisis estadístico para que este indique o determine los niveles de servicio son o no son satisfactorios.

También se tiene a Hernández (2018) en su tesis para obtener de grado de Ingeniero Civil: *Determinar el índice de rugosidad IRI y desarrollar un manual para equipo Merlín*, con el objetivo de convertir un manual del uso del rugosímetro de MERLÍN, así enseñar la importancia y cálculo del IRI de los pavimentos, la metodología utilizada de tipo aplicada, no experimental, teniendo como resultados donde se obtiene que el estado de la superficie del pavimento, es necesario efectuar un mantenimiento de la vía, llegando a las conclusión que en vías de poca importancia el IRI puede ser hallado con equipos de poco rendimiento como Topografía, merlín, mientras en las vías importantes y longitud se pueden emplear equipos de buen avance como es el perfilo metro inercial.

Luego tenemos a Rashed (2016), en su tesis para su maestría en ciencias *Evaluation of pavement network performance in Texas Considering Multiple performance Metric*; con el objetivo: Investigar la relación entre IRI, CS y DS para desarrollar valores equivalentes para pavimentos basados en estas métricas, aplicando una metodología de investigación de tipo aplicativo, en cuanto a su nivel descriptivo y, según su diseño no experimental, llegando a las conclusiones de este estudio se discuten a continuación: Rendimiento del pavimento en áreas rurales y urbanas; El análisis de los datos del IRI durante los últimos nueve años arrojó que las carreteras urbanas tienen un IRI significativa y consistentemente más alto que las carreteras rurales durante los últimos nueve años. Sin embargo, los datos de DS y CS no proporcionan una evidencia sólida para apoyar la idea de que los pavimentos rurales y urbanos se comportan de manera diferente en función de las angustias únicamente (es decir, DS) o de angustia y aspereza combinadas (es decir, CS).

Referente a las **teorías relacionadas** según Rivera (2012) señala el IRI es un acopio del movimiento vertical que se da en la parada de una rueda andando a una velocidad de 80 km/h, el confort y conforma el viaje cómodo del usuario (p.21).

Según Patiño (1998) Señala, el cálculo del IRI comprende en el empleo de la matemática, cómputo y estadística que aprueban a derivar la medida de rugosidad de la vía (p. 29)

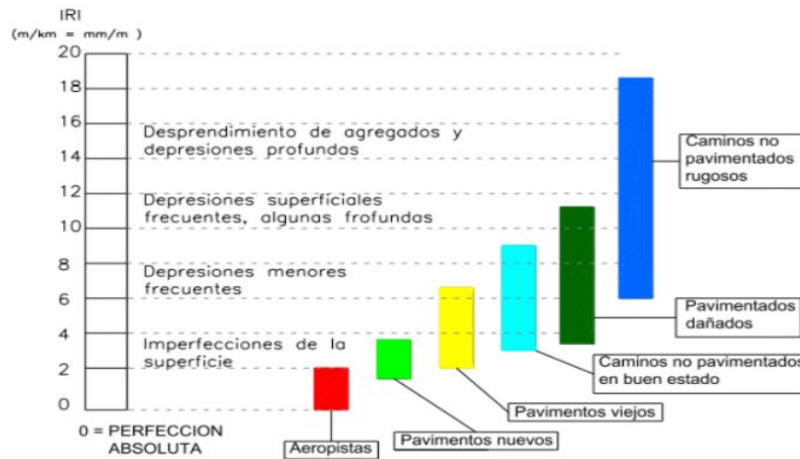


Figura 1 Escala y caracterización del IRI

Fuente: Banco Mundial, (1982)

El pavimento según Humpire (2016) están diseñados para soportar cargas de todo tipo y resistentes deterioros por consecuencia de las causas que lo perjudican como son el tráfico, el agua entre otros (p.17); para Chang (2005) es una estructura que soporta cargas externas generando deformaciones y esfuerzos siendo el desempeño según al tipo de pavimento y al periodo que se diseña (p.24) por lo que según Leguia (2016) es una superficie que deberá de brindar confort, comodidad y seguridad cuando se haga el uso de este es decir deberá de proporcionar un uso optimo a los usuarios (p.21) y estos pueden ser pavimento flexible Monsalve (2012) menciona que este tipo de pavimento está constituido por una carpeta bituminosa apoyado en dos capas que son la base y subbase donde puede variar la necesidad de una de ellas cuando sea necesaria (p.22) asimismo Espinoza (2018) menciona se puede determinar cómo estructuras que está conformada por la capa asfáltica el cual reposa por las capas subsiguientes con una rigidez menor que son capas granulares que son la base, subbase y subrasante siendo esto sobre un terreno natural. (p.30)

Asimismo Pari (2019) menciona que la subrasante es el soporte natural que es compactado para dar un apoyo uniforme del soporte y estable a la carga (p.19), también Chagua (2018) la subbase es una de las capas más compactas ya que su función es prevenir el bombeo del suelo por ende deberá estar bien compactado y estabilizado (p.34), Huamán (2017) la base es la capa que se ubica bajo la carpeta asfáltica por lo que debe soportar altas presiones de carga y su construcción debe ser de materiales granulares compactado y estabilizado (p.4).



Figura 2. Sección típica de un pavimento flexible

Fuente: Ingeniería de pavimentos (2002)

Evaluación del pavimento flexible, Montejo (2002) menciona que mediante la evaluación de diversas causas donde se puede determinar variaciones de la superficie de rodadura de los pavimentos flexibles que interfieren en la comodidad, velocidad y seguridad con que se debe circular el tráfico vehicular presente y por hacer, la finalidad de realizar una evaluación es realizar el mantenimiento o refuerzo si fuese necesario de un pavimento para alcanzar un nivel de Transitabilidad adecuado (p.505)

Evaluación Funcional de pavimento, según Medina (2015) indica tiene por objeto la obtención de aquellas deficiencias que se dan en la superficie y el estado de condición del pavimento flexible, tomando todos aquellos factores que afectan desfavorablemente a la comodidad y seguridad; siendo obtenidos a través de esta evaluación el tipo de deficiencias como la rugosidad, fallas superficiales y pérdida de fricción, costo de usuario y medio ambiente (p. 29)

Según la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (2013) las falla del tipo funcional relacionado al confort del usuario como son la mala textura, hundimientos, sentamientos, peladuras y otras fallas que están conectadas a la falla de la carpeta asfáltica (p.194).

La serviciabilidad del pavimento flexible, según Fernández (2018) es la percepción que tiene los usuarios al usar el pavimento es por ello que el dictamen de ellos será la medida para calificar la serviciabilidad de un pavimento (p. 33).Asimismo para Cordero (2019) indica que la serviciabilidad tiene un fin siendo su medición en PSI teniendo los rangos de 0 a 5 donde 0 significa que el pavimento se encuentra en un muy mal estado y por otro lado 5 significa que el pavimento se encuentra en muy buen estado (p. 10), también Mozo (2019) menciona es la principal peculiaridad operacional de un pavimento siendo el rango del servicio que este da a los usuarios tanto en la actualidad como en el futuro siendo el indicador para medir la serviciabilidad el PSI que es la combinación matemática de valores obtenidos de las medidas físicas que se realizan en un pavimento (p. 17); siendo la escala de calificación del PSI mostrándose en el cuadro

Tabla 1. Índice de serviciabilidad

Índice de serviciabilidad (PSI)	calificación
5-4	Muy buena
4-3	Buena
3-2	Regular
2-1	Mala
1-0	Muy Mala

Fuente: AASHTO, 1993

El rugosímetro de MERLÍN, según Servando (2014) consiste en determinar la desviación del suelo frente a una cuerda dada entre dos puntos localizados antes y después del punto de medida, para ello, se usa un punto con en el punto a medirse, el cual permite encontrar el desnivel del terreno respecto a la cuerda, dada por los puntos de apoyo (p. 12)

El aplicativo IRI-CALC-FREE según Lloclla (2019) indica que es un aplicativo para Smartphone teniendo como función principal analizar el estado de la vía por medio del acelerómetro del móvil que toma las vibraciones del vehículo y convierte con ecuaciones correccionales a unidades de rugosidad IRI, este sistema evaluaa la vía del camino 100 veces por segundo y con estos calcula el IRI almacenado estos datos con sus respectivas coordenadas (p. 45).

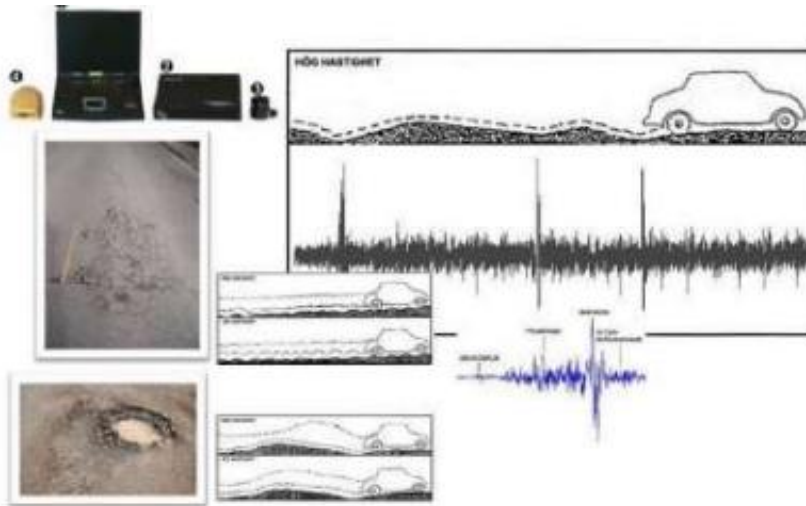


Figura 3. Primer prototipo del ROADROID
Fuente: ROADROID, 2014.

Según Zeballos (2021) siendo óptimos los resultados del primer prototipo el sistema proceso con una PC con un sistema Windows acoplado a un vehículo, GPS, acelerómetro instalado en el eje posterior del vehículo, internet y un sistema de geografía en la web para observar el estado de las carreteras mediante colores (p. 28)

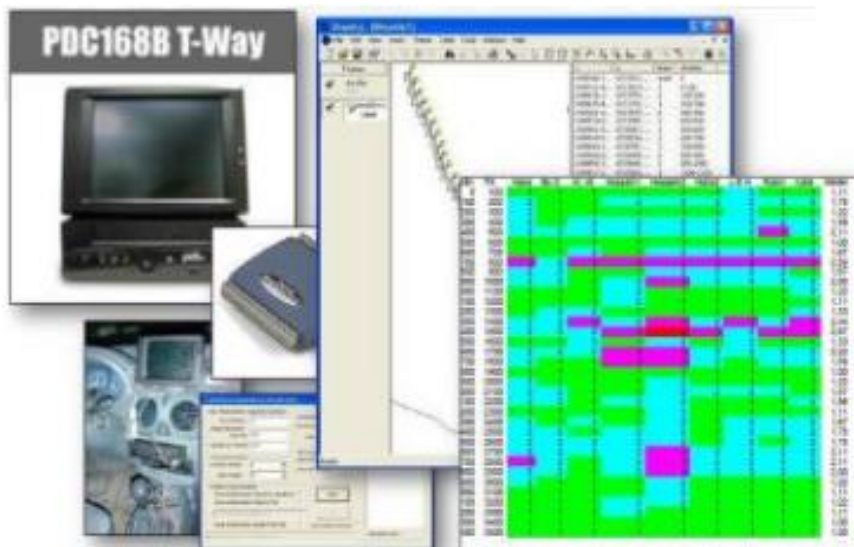


Figura 4. Segundo prototipo ROADROID

Fuente: Forslof, 2013

Aplicativo IRI CALC FREE indica que el sistema evalúa la vía 100 veces por segundo en 90 km/h una señal cada 25 cm, con los datos se calcula el IRI guardando la condición de la vía con sus coordenadas GPS, guardándose en el smartphone y consecutivamente cargado en la nube (p. 45).



Figura 5. Aplicativo móvil

Fuente: ROADROID, 2020

La web www.roadroid.com.pe, menciona que el aplicativo IRI CALC FREE dado por el Ing Lars Forslof está continuamente actualizándose para ofrecer a los usuarios una aplicación más dinámica, fácil y accesible; igualmente se viene publicando constantemente investigaciones y evaluaciones mediante sus redes sociales www.linkedin.com o su página www.roadroid.com.pe.

III.- METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación:

Tipo de investigación: aplicada

Según Suca (2015) considera aplicada por que también se conoce como una investigación empírica o práctica, buscando la aplicación y esmero de conocimientos obtenidos, de teorías existentes, relacionándose con la investigación básica que necesariamente necesita resultados de la investigación (p.50)

Analizando estas teorías, nuestra investigación es de tipo *aplicada*.

Diseño de investigación: no experimental

Según Behar (2008) Es no experimental cuando el investigador visualiza a los fenómenos o acontecimientos tal y como suceden de manera natural, sin intervenir en su desarrollo” (p.19)

Para Sánchez (2018) es no experimental cuando los fenómenos en estudio no fueron designados y tomados al azar por que rápidamente están reglados de esa manera por lo que precede para su desarrollo en la investigación. (p.29)

M → O → A → E

M = Muestra

O = Observación

A = Análisis

E= Evaluación

Analizando estas consideraciones y teoría estudiada el diseño que se empleará en la presente investigación será *no experimental*.

Enfoque de investigación: Cuantitativo

Según Hernández (2014) la investigación cuantitativa es la recolección o toma de datos que tiene como fin corroborar la hipótesis con base a datos numéricos, aplicando fundamentalmente el análisis estadístico (p.64).

Analizando estas consideraciones y teoría estudiada el enfoque de la investigación de la presente será cuantitativo.

3.2. Variables y Operacionalización:

Variable cuantitativa 1: Métodos de evaluación

Métodos de evaluación, según Thenoux (2002), los métodos de evaluación funcional de un pavimento tienen por compromiso determinar aquellas deficiencias que se vinculan principalmente con la calidad de superficie y estado de condición del pavimento (p. 2).

Variable cuantitativa 2: Pavimento flexible

Pavimento flexible, según MTC (2014) están conformados por una carpeta superior bituminosa que se apoya habitualmente sobre dos capas que son la base y la subbase. No obstante, puede desecharse de cualquiera de estas capas dependiendo del uso en particular de cada obra (p.8).

Operacionalización de variables: Ver anexo 3

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis:

Población:

Según Ñaupas (2014) lo primero para lograr un buen muestreo es fijar la población, que representa en los procedimientos estadísticos con la letra (N). El universo en

los estudios naturales, es el grupo de objetos, hechos, acciones que se van a investigar con las tantas técnicas que hemos analizado (p.11).

La población estará conformada por el tramo de vía pavimentada de la Avenida Simón Bolívar,

Muestra:

Así como para Baena (2018) que la muestra es una cantidad representativa de un todo, para su estudio (p. 125).

Para la metodología del Rugosímetro MERLÍN, se utilizó una población de 3.20 kilómetros carril izquierdo (Tramo 1) y 3.20 kilómetros carril derecho (Tramo 2); en total para ambos carriles 6.40 kilómetros, unidades de muestra a cada 400ml, dividido cada tramo en 8 secciones.

Muestra: 32 unidades de muestra c/u 400ml, en este método se siguió las huellas exteriores de los vehículos.

Para la metodología del aplicativo IRI CALC FREE, se utilizó una población de 3.20 kilómetros carril izquierdo (Tramo 1) y 3.20 kilómetros carril derecho (Tramo 2); en total para ambos carriles 6.40 kilómetros

Muestra: 6.4 kilómetros ambos carriles izquierdo y derecho, en este método se siguió las consideraciones de velocidad y calibración de equipo.

Muestreo:

Según Gay L.R (1996) es la selección de una parte representativa para un estudio cuyo fin del muestreo es captar datos acerca de la población; ocasionalmente hay una investigación que contenga la población total.

La presente investigación se empleará el muestreo no probabilístico.

Unidad de análisis:

La capeta asfáltica de la Avenida Simón Bolívar.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Técnica: observación directa

Según Cerda (1993) permite observar de una manera estructurada lo que vemos como son estructuras físicas, acciones y comportamientos para nuestra zona de estudio, permitiéndonos mejorar nuestra claridad y objetividad (p.241).

Dicho anteriormente la investigación presente será técnica de *observación directa*.

Instrumento de recolección de datos

Según Tamayo (2003) es importante para la investigación como del problema propuesto para la misma y pueden hallarse desde la simple ficha bibliográfica u observación (p.57).

Dicho anteriormente la investigación presente será de instrumentos será de *ficha de recopilación de datos*.

3.5. Procedimientos:

Método del Rugosímetro de MERLÍN

Para el Rugosímetro de MERLÍN se determina en ambos carriles tramos de 400m, para la medición de 200 desviaciones en forma consecutiva en todo el tramo de estudio, mediante el cálculo del IRI, para el trabajo en gabinete y posteriores cálculos en la hoja EXCEL.

Finalmente, con los datos tabulados podremos establecer cuadros comparativos de similitud para proponer una metodología de intervención.

Para tomar los datos se siguieron los siguientes pasos:

Primero: Para el ensayo con el rugosímetro de MERLÍN, el primer paso es la calibración del equipo anclando horizontalmente para ajustar los puntos de apoyo hasta que el puntero marque 25.

Segundo: Al dar inicio se procedemos a leer la primera lectura (L_i), después la otra lectura con la pastilla de calibración colocada (L_f), este proceso es para determinar el factor de corrección.

Tercero: Para poder realizar el ensayo con el Rugosímetro de MERLÍN, se necesita 3 personas: un operador del equipo, auxiliar que anote las lecturas y una que apoya con la seguridad.



Figura 6. Calibración de equipo
Fuente: Multiservicios y Constructora LH S.A.C.



*Figura 7. Empleo del equipo rugosímetro de MERLÍN, Tramo 0+000
Fuente: Elaboración propia*

Cuarto: El ensayo empieza con la manipulación del equipo, haciendo que la rueda de una vuelta completa (2m), luego el equipo apoyándose en sus 3 puntos fijos para proceder a leer la posición en que apunta el puntero (lectura entre 1 y 50), lo cual se anotará en el formato de campo. Así sucesivamente hasta concluir las 200 lecturas en forma consecutiva en todo el tramo de estudio.



*Figura 8. Operación del equipo rugosímetro de MERLÍN, tramo 1+500
Fuente: Elaboración propia*

Quinto: El formato consta como se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 2. Tabla de formato de ensayo para medición de rugosidad

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN
ASTM E1926-06 (2021)

Proyecto : EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y EL APLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO	Registro N° : LH21-LEMP-214
Solicitante : BACH. RAMOS DEZA, YSSAM MAZQUEL BACH. CHAMBILLA VELASQUEZ, EDWIN DENNY	Maestreado por : — Ensayado por : W. Rodríguez
Ubicación de Proyecto : PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIBAR	Fecha de Ensayo : 17/06/2021
Tipo : Carpeta asfáltica	Turno : Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

TRAMO : km 00+806.00 a 01+200.00
 CARRIL : Segundo SENTIDO : Derecho HUELLA : Externa

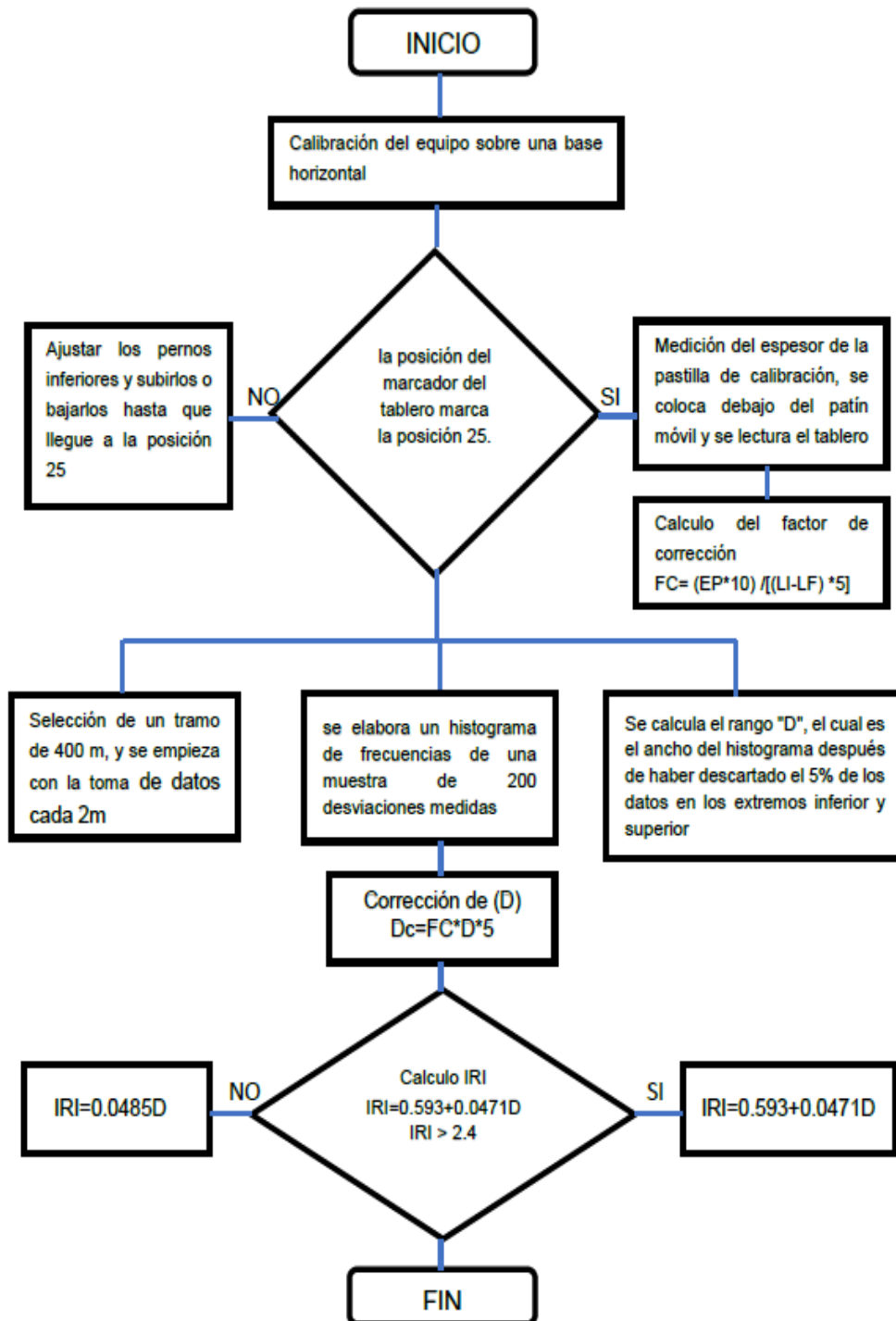
$R = 0.593 + 0.04710 \cdot (D-40)$
 $R = 0.04850 \cdot (D-40)$
 $D = 58.8$
 $R = 3.71 \text{ (R)}$

(M)/S	=	2.50
(11)/S	=	55.0
(14)/S	=	1.25
D	=	58.8
f _c	=	1.105
R	=	3.71 (R)
Especificación (Máximo)	=	2.80 (R)
Serviciabilidad	=	2.55 PSI

OBSERVACIONES :
 * Se tiene una serviciabilidad REGULAR

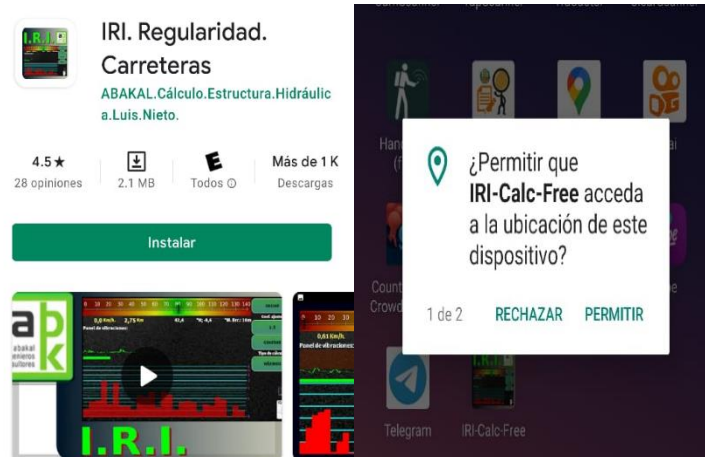
Fuente: Multiservicios y constructora LH S.A.C

Ilustración 1. Flujo de cálculo del índice de rugosidad – Rugosímetro de Merlín.



Aplicativo IRI-CALC-FREE

Primero: Instalar del play store el aplicativo IRI-Calc-Free en el celular, permitir al aplicativo acceder a la ubicación del dispositivo.



*Figura 9. Ilustración del aplicativo y activación de GPS
Fuente: Elaboración propia*

Segundo. -Colocar el fijador de celular en el parabrisas del vehículo, de modo que se encuentre fija y fácil manipulación.



*Figura 10. Ubicación de smartphone en el vehículo.
Fuente: Elaboración propia*

Tercero. - Iniciar la aplicación IRI-Calc-Free y dar la opción de conteo, en este punto del programa ira tomando datos de la vibración, el coeficiente de ajuste por defecto es 2 para el tipo de cálculo estadístico y para el tipo calculo estadístico y para el tipo de cálculo máximos, reflejándolos en las gráficas logarítmicas que se tienen en la parte inferior del programa.

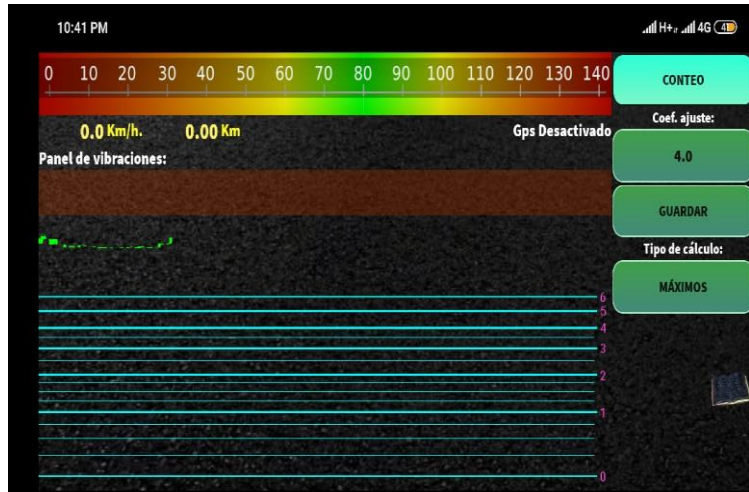


Figura 11. Icono de conteo para tomar datos de la vibracion
Fuente: Elaboración propia

Cuarto. - Una vez terminado el recorrido del tramo de estudio, pulsamos la opción PARAR y posteriormente al botón DETENER.



Figura 12. Icono para detener la toma de datos
Fuente: Elaboración propia

Quinto. - Al finalizar pulsamos la opción GUARDAR, posteriormente descargamos el archivo para el procesamiento.

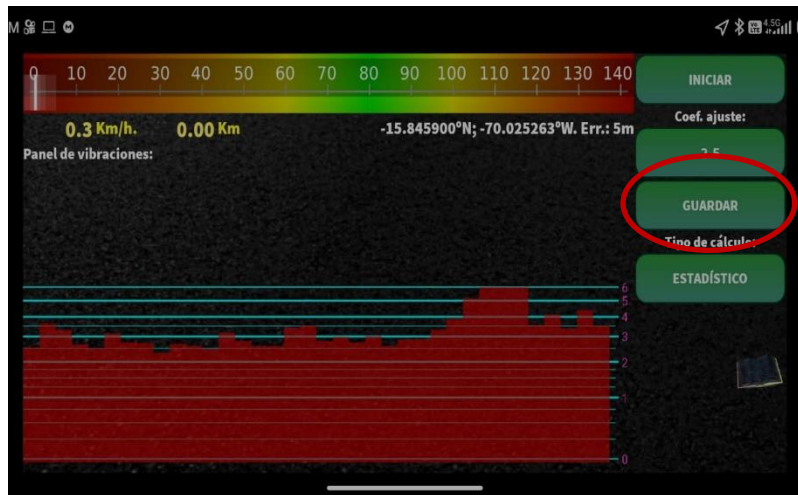


Figura 13. Icono para guardar los datos tomados.
Fuente: Elaboración propia

Los archivos guardados se ubican en el directorio “/storage/0/Abakal/IRI” en los siguientes formatos.

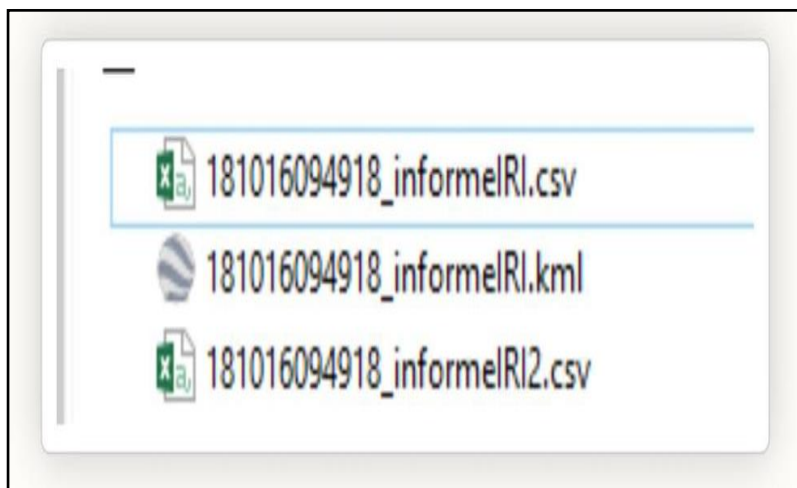


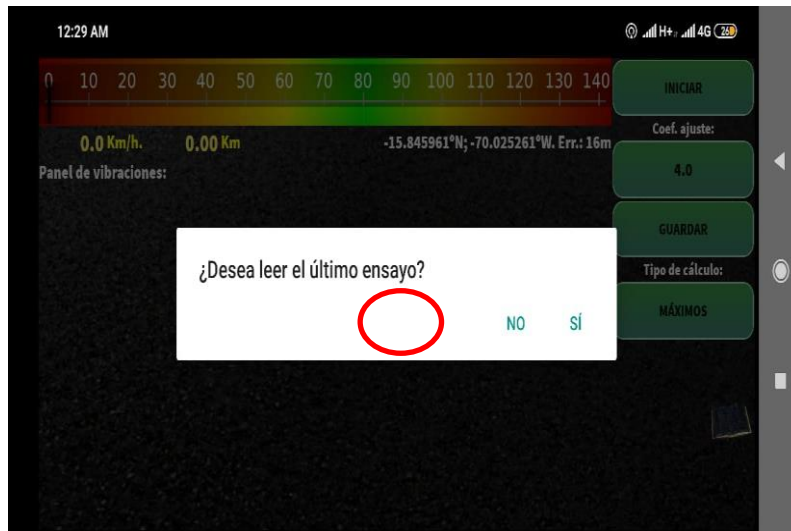
Figura 14. Archivos descargados en formatos csv kml
Fuente: Elaboración propia

El archivo informe IRI.csv, se puede abrir como una hoja de cálculo, es importante porque podemos graficar; el archivo informe IRI2.csv, es más una tabla de control.

Latitud	Longitud	Altitud	Velocidad	Desplazamie	Valor IRI
-15.856595	-70.006085	3,847.60	42.29	0	0.69
-15.8562	-70.007035	3,845.10	36.03	100	1.15
-15.855787	-70.007928	3,840.50	34.28	200	2.69
-15.855362	-70.008847	3,838.60	45.46	300	0.71
-15.854943	-70.009762	3,837.20	51.64	400	1.46
-15.854548	-70.01066	3,837.00	54.76	500	2.05
-15.854187	-70.011538	3,837.80	49.76	600	1.01
-15.853797	-70.012498	3,835.50	32.18	700	1.46
-15.853383	-70.01337	3,836.00	26.39	800	0.85
-15.85296	-70.014198	3,834.90	27.58	900	0.93
-15.85241	-70.014967	3,835.50	30.86	1,000.00	2.23
-15.85172	-70.015712	3,830.20	40.55	1,100.00	3.28
-15.850942	-70.016287	3,831.50	27.92	1,200.00	1.62
-15.850062	-70.016575	3,830.50	40.43	1,300.00	2.37
-15.849162	-70.016897	3,833.50	32.13	1,400.00	1.99
-15.848198	-70.017232	3,837.90	29.53	1,500.00	0.7
-15.847295	-70.017528	3,837.90	18.95	1,600.00	0.53
-15.846387	-70.017825	3,836.50	27.01	1,700.00	1.58
-15.845445	-70.01815	3,836.30	24.55	1,800.00	0.2

*Figura 155. Hoja Excel con velocidades y valores IRI
Fuente: Aplicativo IRI-CALC-FREE*

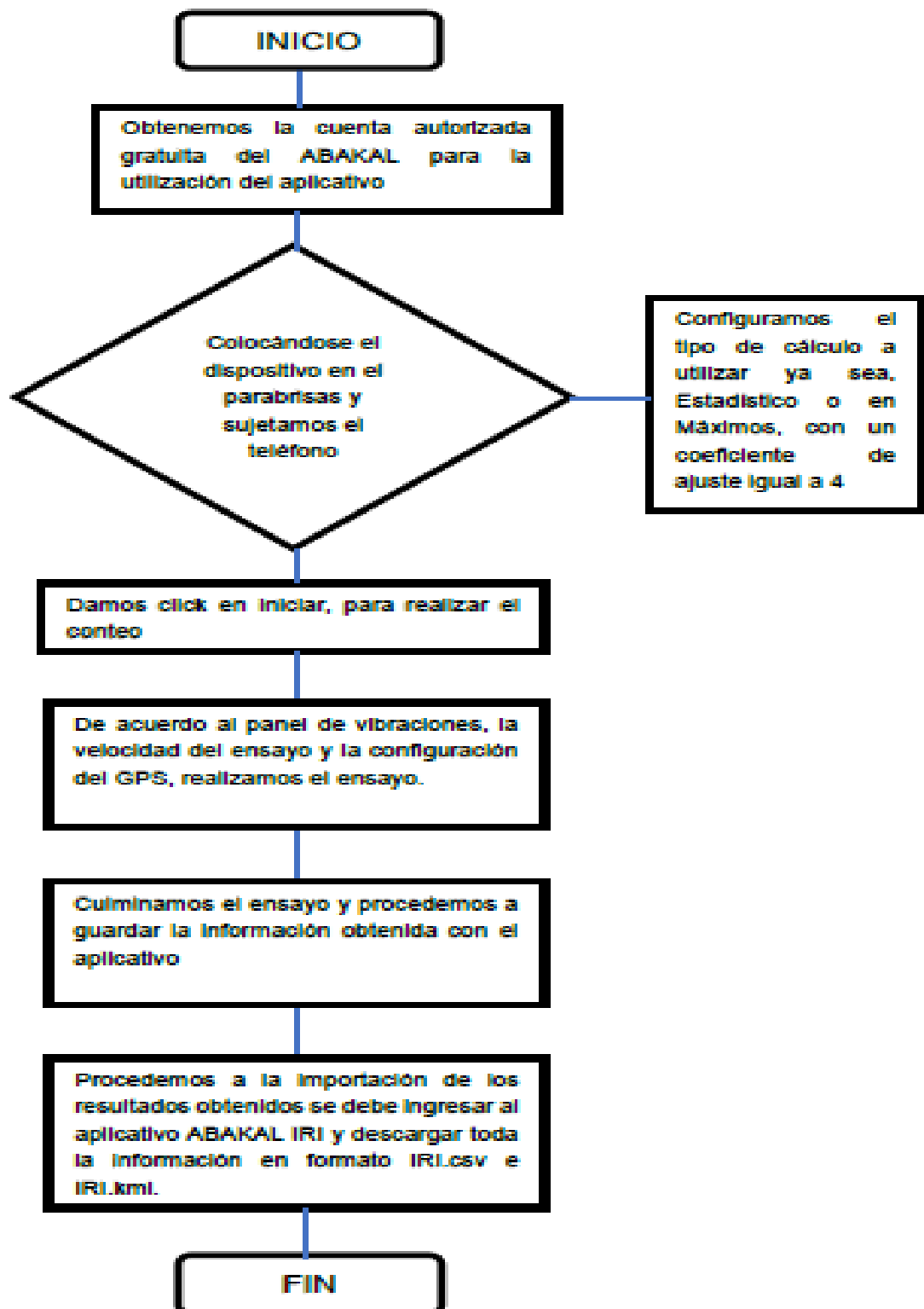
Hay que tener en cuenta que la siguiente vez que volvamos a abrir el programa, nos preguntará si queremos leer el último ensayo, si ponemos que “sí” tomara los datos de este y se nos permitirá cambiar los datos del coeficiente de ajuste, para ver si así nos vamos aproximando a los resultados que se hayan obtenido con otro método (Rugosímetro de MERLÍN) en la misma zona de estudio. Este paso es muy importante porque podremos ir comparando los resultados hasta poder hallar coeficiente de ajuste que más nos asemeje a los resultados obtenidos con otro método.



*Figura 16. Botón para leer el último ensayo
Fuente: Aplicativo IRI-CALC-FREE*

Sexto. Utilizando la información obtenida de los reportes del Aplicativo ABAKAL IRI, se obtiene el valor del IRI cada 100 m. en ambos carriles, se procesan los datos adicionales al aplicativo utilizando la hoja electrónica EXCEL

Ilustración 2. Flujo de procedimiento de cálculo de la rugosidad con el APP IRI CALC FREE



Fuente: Aplicativo IRI-CALC-FREE

3.6. Método de análisis de datos:

Para el método de análisis se utilizará un smartphone donde este instalado el aplicativo IRI CALC FREE, un sujetador para el smartphone, camioneta 4x4 y los datos obtenidos en hojas Excel y Google Earth, para el equipo de tipo 1 utilizaremos el rugosímetro de Merlín, en ambos casos obtendremos en campo el índice de rugosidad, para determinar en que estado se encuentra el pavimento.

3.7. Aspectos éticos:

La investigación presente se realizará según las condiciones del reglamento utilizado y la autoría de los investigadores. De igual forma se contará con la política de la Universidad Cesar Vallejo, igualmente se respetará la ley universitaria 30220 que dice que es necesidad generar investigaciones que aporten, brinden conocimiento y tecnología a la sociedad y al país.

IV.- RESULTADOS

Tabla 3. Resultados de los métodos aplicados

MÉTODO DE RUGOSÍMETRO DE MERLÍN		
LADO	IRI	Estado
PRIMER CARRIL	3.28	Regular
SEGUNDO CARRIL	3.51	Regular
APLICATIVO IRI CALC FREE		
LADO	IRI	Estado
PRIMER CARRIL	3.85	Regular
SEGUNDO CARRIL	4.21	Malo
EFICIENCIA (PRIMER CARRIL)		
MERLÍN	IRI CALC FREE	SIMILITUD
3.28	3.85	83.04 %
EFICIENCIA (SEGUNDO CARRIL)		
MERLÍN	IRI CALC FREE	SIMILITUD
3.51	4.21	83.37 %
SERVICIABILIDAD		
PRIMER CARRIL	PSI	CALIFICACIÓN
MERLÍN	2.76	REGULAR
IRI CALC FREE	2.44	REGULAR
SEGUNDO CARRIL	PSI	CALIFICACIÓN
MERLÍN	2.65	REGULAR
IRI CALC FREE	2.33	REGULAR

Fuente: elaboración propia

La evaluación del pavimento flexible mediante método del rugosímetro de MERLÍN y el aplicativo IRI CAL FREE en la Avenida Simón Bolívar de la ciudad de Puno se tiene resultados con el método del rugosímetro de MERLÍN un valor de 3.28 en el primer carril y 3.51 en el segundo carril y un PSI de 2.76 en el primer carril y 2.65 en el segundo carril teniendo una calificación de Regular en ambos casos; del mismo modo mediante el aplicativo IRI CALC FREE se tiene resultados de IRI de 3.85 en el primer carril y 4.21 en el segundo carril de igual manera el PSI hallado con los datos de IRI son en el primer carril de 2.44 en el primer carril y 2.33 en el segundo carril obteniendo una calificación de Regular en ambos casos; asimismo se tiene una eficiencia del método IRI CALC FREE en comparación al método MERLIN de 83.04% y 83.37% en el primer y segundo carril respectivamente.

Tabla 4. Resultados de MERLÍN - primer carril

PROGRESIVA	HUELLA EXTERNA DERECHA	HUELLA EXTERNA IZQUIERDA	RUGOSIDAD m/km	Estado de pavimento
0+000 al 0+400	2.94	3.03	2.99	Regular
0+400 al 0+800	2.76	2.98	2.87	Regular
0+800 al 1+200	3.37	3.69	3.53	Regular
1+200 al 1+600	1.83	3.21	2.52	Regular
1+600 al 2+000	3.02	3.44	3.23	Regular
2+000 al 2+400	3.83	4.11	3.97	Regular
2+400 al 2+800	3.41	3.74	3.58	Regular
2+800 al 3+200	3.35	3.76	3.56	Regular
IRI PROMEDIO			3.28	Regular

Fuente: elaboración propia

El índice de rugosidad se realiza por tramos de cada 400 m a lo largo de la vía Simón Bolívar mediante el método del rugosímetro de MERLÍN en este caso se realizó en el primer carril obteniendo un IRI promedio de 3.28 y un estado de pavimento regular en todo el tramo estudiado.

Tabla 5. Resultados de MERLÍN - Segundo carril

PROGRESIVA	HUELLA EXTERNA DERECHA	HUELLA EXTERNA IZQUIERDA	RUGOSIDAD m/km	Estado de pavimento
0+000 al 0+400	3.38	3.70	3.54	Regular
0+400 al 0+800	2.97	3.37	3.17	Regular
0+800 al 1+200	3.71	3.91	3.81	Regular
1+200 al 1+600	2.12	2.93	2.53	Regular
1+600 al 2+000	3.19	3.30	3.25	Regular
2+000 al 2+400	3.91	4.10	4.01	Malo
2+400 al 2+800	3.59	3.85	3.72	Regular
2+800 al 3+200	3.52	4.49	4.01	Regular
IRI PROMEDIO			3.51	Regular

Fuente: elaboración propia

El índice de rugosidad se realiza por tramos de cada 400 m a lo largo de la vía Simón Bolívar mediante el método del rugosímetro de MERLÍN en este caso se realizó en el segundo carril obteniendo un IRI promedio de 3.51 y un estado de pavimento regular en todo el tramo estudiado.

Tabla 6. Resultados obtenidos IRI CALC FREE del primer carril

DISTANCIAS	VELOCIDAD	IRI	IRI PROMEDIO	Estado de pavimento
0	35.16	0.75		
100	44.16	2.98		
200	50.15	3.16	3.45	Regular
300	45.46	3.2		
400	45.96	4.46		
500	46.74	3.96		
600	48.15	3.85	4.13	Malo
700	48.56	4.27		
800	45.26	4.43		
900	50.25	3.96		
1000	46.85	4.1	3.91	Regular
1100	48.16	3.56		
1200	49.15	4.02		
1300	49.53	3.56		
1400	50.15	3.8	3.84	Regular
1500	48.35	4.21		
1600	50.12	3.79		
1700	43.39	3.89		
1800	47.12	4.26	4.11	Malo
1900	45.32	4.54		
2000	49.31	3.73		
2100	47.26	3.81		
2200	55.51	4.15	3.98	Regular
2300	53.26	3.78		
2400	44.16	4.17		
2500	46.17	4.25		
2600	52.15	4.31	4.03	Malo
2700	56.14	3.57		
2800	45.78	3.98		
2900	43.15	4.23		
3000	42.16	4.12	4.11	Malo
3100	43.18	3.97		
3200	45.21	4.13		
PROMEDIO				

Fuente: elaboración propia

El índice de rugosidad se realiza por tramos de cada 100 m a lo largo de la vía Simón Bolívar mediante el uso del aplicativo IRI CALC FREE en este caso se realizó en el primer carril obteniendo un IRI promedio de 3.85 y un estado de pavimento regular en todo el tramo estudiado.

Tabla 7. Resultados obtenidos IRI CALC FREE del segundo carril

DISTANCIAS	VELOCIDAD	IRI	IRI PROMEDIO	Estado de pavimento
0	42.29	0.69		
100	53.41	3.16		
200	53.65	3.69	4.03	Malo
300	45.46	4.79		
400	51.64	4.47		
500	54.76	4.07		
600	49.76	4.12	4.13	Malo
700	47.56	4.46		
800	55.16	3.85		
900	47.86	3.93		
1000	52.16	4.23	4.19	Malo
1100	45.55	3.97		
1200	47.92	4.62		
1300	48.43	3.37		
1400	52.13	3.99	3.90	Regular
1500	49.53	4.7		
1600	48.95	3.53		
1700	47.01	4.58		
1800	44.55	4.2	4.37	Malo
1900	47.63	4.58		
2000	48.63	4.1		
2100	53.47	4.64		
2200	55.51	4.4	4.36	Malo
2300	58.26	4.16		
2400	55.16	4.25		
2500	54.15	4.2		
2600	53.16	4.28	4.42	Malo
2700	55.15	4.25		
2800	42.78	4.95		
2900	48.31	4.07		
3000	47.23	4.02	4.29	Malo
3100	45.16	4.96		
3200	43.27	4.1		
PROMEDIO			4.21	Malo

Fuente: elaboración propia

De las tablas según el MTC se obtiene el IRI del pavimento flexible de la avenida Simón Bolívar de la ciudad de Puno del kilómetro 0+000 @ 3+200, mediante el método de Rugosímetro de merlín en el primer carril un IRI de 3.28 clasificando en Regular y en el segundo carril un IRI promedio de 3.51 clasificándolo en Regular.

Con el aplicativo IRI-Calc-Free primer carril 3.85 clasificándolo como regular y el segundo carril 4.21 calificándolo como Malo.

Tabla 8. Resultados obtenidos de IRI y su eficiencia

PRIMER CARRIL			SEGUNDO CARRIL		
	IRI (m/km)			IRI (m/km)	
PROGRESIVA	RUGOSÍMETRO DE MERLIN	IRI-Calc-free	PROGRESIVA	RUGOSÍMETRO DE MERLIN	IRI-Calc-free
0+000 al 0+400	2.99	3.45	0+000 al 0+400	3.54	4.03
0+400 al 0+800	2.87	4.13	0+400 al 0+800	3.17	4.13
0+800 al 1+200	3.53	3.91	0+800 al 1+200	3.81	4.19
1+200 al 1+600	2.52	3.84	1+200 al 1+600	2.53	3.90
1+600 al 2+000	3.23	4.11	1+600 al 2+000	3.25	4.37
2+000 al 2+400	3.97	3.98	2+000 al 2+400	4.01	4.36
2+400 al 2+800	3.58	4.03	2+400 al 2+800	3.72	4.42
2+800 al 3+200	3.56	4.12	2+800 al 3+200	4.01	4.29
PROMEDIO	3.28	3.85	PROMEDIO	3.51	4.21
% DE SIMILITUD		83.04	% DE SIMILITUD		83.37

Fuente: elaboración propia

Se puede apreciar la similitud promedio de los valores de rugosidad que existe entre ambas metodologías, el cual fue 83.04 % para el primer carril y 83.37 % para el segundo carril, observamos que, si bien el primer carril entre los valores de IRI entre el Rugosímetro de MERLIN y el aplicativo IRI-Calc-Free, se aproximan bastante, en el segundo carril tienden a diferir mínimamente, del mismo modo promediando ambos resultados obtenidos de IRI, se determina una similitud de 83.16 % de los valores del aplicativo IRI-Calc-Free con respecto a los obtenidos con el rugosímetro de Merlín, para toda la avenida Simón Bolívar tramo de estudio.

Tabla 9. Serviciabilidad obtenida de método de MERLIN y IRI CALC FREE

PROGRESI VA.	PRIMER CARRIL			SEGUNDO CARRIL		
	MERLÍN	IRI-Calc-free	CALIFICACIÓN	MERLÍN	IRI-Calc-free	CALIFICACIÓN
0+000 al 0+400	2.90	2.67	REGULAR	2.63	2.41	REGULAR
0+400 al 0+800	2.97	2.36	REGULAR	2.81	2.36	REGULAR
0+800 al 1+200	2.63	2.46	REGULAR	2.50	2.33	REGULAR
1+200 al 1+600	3.16	2.49	REGULAR	3.16	2.46	REGULAR
1+600 al 2+000	2.78	2.37	REGULAR	2.77	2.26	REGULAR
2+000 al 2+400	2.43	2.43	REGULAR	2.41	2.26	REGULAR
2+400 al 2+800	2.61	2.40	REGULAR	2.54	2.24	REGULAR
2+800 al 3+200	2.62	2.36	REGULAR	2.41	2.29	REGULAR
PROMEDIO	2.76	2.44	REGULAR	2.65	2.33	REGULAR

Fuente: elaboración propia

En la tabla 9, se observa que los valores de serviciabilidad del pavimento obtenidos con el Rugosímetro de MERLIN, en el primer carril es de 2,76 que indica una transitabilidad promedio de Regular, en el segundo carril nos da un promedio de 2.65 clasificandolo en Regular, promediando ambos resultados nos da un valor de 2.71 clasificandolo Regular. Mientras los resultados obtenidos Aplicativo IRI-Calc-free. En el primer carril nos da un valor promedio de 2.44 clasificandolo como regular y 2.33 en el segundo carril clasificandolo como Regular, y un promedio de 2.39 clasificandolo en Regular.

V.- DISCUSIÓN

Según la tabla N° 4 se obtiene el IRI del pavimento flexible de la avenida Simón Bolívar de la ciudad de Puno del kilómetro 0+000 @ 3+200, mediante el método de Rugosímetro de merlín en el primer carril un IRI de 3.28 clasificando en Regular y en el segundo carril un IRI promedio de 3.51 clasificándolo en Regular. Con el aplicativo IRI-Calc-Free primer carril 3.85 clasificándolo como regular y el segundo carril 4.21 calificándolo como Malo, concuerda con Camacho (2019) Que los valores obtenidos mediante el Aplicativo IRI-Calc-Free nos aporta valores similares al Rugosímetro de merlín y se ve que el rendimiento es mejor con la aplicación Roadroid.

El cual es viable debido al realizar el ensayo de rugosímetro de Merlín se obtuvo un IRI en el primer carril de 3.28 y con el aplicativo Roadroid se obtuvo un IRI de 3.85, en el segundo carril se obtuvo un resultado de 3.51 con el aplicativo Merlín y con el aplicativo Roadroid 4.21, ambos resultados obtenidos son válidos ya que al clasificarlos nos da un valor Regular.

La metodología empleada en la Evaluación de Pavimento Flexible mediante métodos del rugosímetro de Merlín y el aplicativo IRI-Calc-Free en la avenida Simón Bolívar, Puno, es la adecuada debido a que permitió determinar una evaluación y cálculo del IRI presente en el pavimento flexible.

Según la tabla N°8 se aprecia la similitud promedio de rugosidad que existe entre ambas metodologías, el cual fue 83.04% para el primer carril y el 83.37% para el segundo carril, se observa que si bien en el primer carril entre los valores IRI entre el rugosímetro de Merlín y el aplicativo IRI-Calc-Free, se aproximan bastante, en el segundo carril tienden a diferir mínimamente, ambos resultados obtenidos se determina un similitud de 83.16% de los valores del aplicativo IRI-Calc-free con respecto a los obtenidos con el rugosímetro de Merlín, para toda la avenida Simón Bolívar. Concuerda con Gonzalo y Beingolea (2021) que comparando ambas metodologías se pudo observar el parecido del promedio de valores, para la calzada derecha entre el rugosímetro de Merlín y el aplicativo IRI-CALC-FREE, se

tuvo un resultado de 88.67%, y para la calzada izquierda se obtuvo un resultado de 86.19%. Del mismo modo promediando ambos resultados de IRI existe una similitud en ambas metodologías del 87.43%, para toda la Av. Internacional concluyendo que entre ambas metodologías los valores de IRI son similares.

El cual es viable debido que al comparar los resultados obtenidos mediante ambas metodologías se puede apreciar una similitud promedio de 83.04% para el primer carril y el 83.37% para el segundo carril, ambos resultados obtenidos se determinan una similitud de 83.16% siendo un resultado aceptable.

La metodología empleada para determinar la eficiencia del uso del IRI-Calc-Free para la medición del IRI del pavimento flexible de la avenida Simón Bolívar, es la adecuada debido a que permitió determinar la similitud promedio.

Según la tabla N°9, podemos apreciar un índice de serviciabilidad presente en el pavimento (PSI) de 2,76 en el primer carril, que nos indica una Transitabilidad promedio regular, en el segundo carril nos da un promedio de 2.65 clasificándolo como regular y con el aplicativo IRI-Calc-free. En el primer carril nos da un valor promedio de 2.44 y 2.33 en el segundo carril clasificándolo como regular, y un promedio de 2.39 clasificándolo como regular. Podemos apreciar que nuestros resultados no difieren mucho entre sí. Concuerta con Condori (2016) que dependiendo del clima y diversos factores afectan de manera negativa a la carretera, incrementando su índice de rugosidad y por ende el bajando el nivel de serviciabilidad presente en el pavimento.

El cual es viable debido que al comparar los resultados obtenidos mediante ambas metodologías la calificación del pavimento no varía de manera significativa calificándolo de Regular tanto al aplicar en el ensayo de rugosímetro de merlín como con el aplicativo IRI-Calc-free.

La metodología empleada para determinar el nivel de serviciabilidad presente en el pavimento, es la adecuada debido a que permitió determinar el nivel de serviciabilidad presente en el pavimento.

VI.- CONCLUSIONES

1.- Se calculó el índice internacional de rugosidad (IRI) del pavimento flexible en la avenida Simón Bolívar de la ciudad de Puno, aplicando la metodología Rugosímetro de MERLÍN y el aplicativo IRI-Calc-Free. Obteniéndose con el Rugosímetro de merlín en el primer carril un IRI de 3.28 clasificando en Regular y en el segundo carril un IRI promedio de 3.51 clasificándolo en Regular. Con el aplicativo IRI-Calc-Free primer carril 3.85 clasificándolo como regular y el segundo carril 4.21 calificándolo como Malo. Concluyendo que para la clasificación del IRI obtenido con el aplicativo IRI-CALC-FREE, el estado de pavimento de la Av. Simón Bolívar para el segundo carril lo clasifica como malo.

2.- De la comparación de similitudes entre valores de IRI de ambas metodologías, se puede apreciar que la similitud obtenida fue de 83.04 % para el primer carril y 83.37 % para el segundo carril, resultando una similitud promedio de 83.16 % de los valores del aplicativo IRI-Calc-Free con respecto a los obtenidos con el rugosímetro de Merlín para la avenida Simón Bolívar de Puno. Concluyendo que si bien el primer carril entre los valores de IRI entre el Rugosímetro de Merlín y el aplicativo IRI-Calc-Free, se aproximan bastante, en el segundo carril tienden a diferir mínimamente. Esta diferencia se asocia a la técnica de toma de datos en cada metodología.

3.- Debido a que se tienen valores IRI, tanto del rugosímetro de MERLÍN como los del aplicativo IRI-Calc-free, entonces se determinó los valores de PSI (índice de serviciabilidad presente en el pavimento) para ambos valores por separado y se obtiene la clasificación. Cuyos valores de un PSI promedio con el Rugosímetro de MERLÍN, en el primer carril es de 2,76 que indica una Transitabilidad promedio de Regular, en el segundo carril nos da un promedio de 2.65 clasificándolo en Regular, promediando ambos resultados nos da un valor de 2.71 clasificándolo Regular. Mientras los resultados obtenidos Aplicativo IRI-Calc-free en el primer carril nos da un valor promedio de 2.44 clasificándolo como regular y 2.33 en el segundo carril clasificándolo como Regular, y un promedio de 2.39 clasificándolo en Regular. En nuestros resultados obtenidos mediante ambas metodologías obtuvimos una Transitabilidad Regular. Concluyendo que ambas metodologías son confiables.

VII.- RECOMENDACIONES

1.- Siendo la avenida Simón Bolívar una de las avenidas con mayor aforo se recomienda realizar mantenimientos periódicos y rutinarios en las principales arterias de la ciudad para evitar desgastes prematuros fallas y deterioros generando esto más adelante en fallas estructurales conllevando esto a mayores gastos de reparación, como también causando molestias e inconvenientes a los usuarios como son los conductores y peatones.

2.- En la evaluación superficial de pavimentos para futuras investigaciones se deberían utilizar metodologías que nos den resultados confiables, y eficaces, por lo que se recomienda el uso del aplicativo IRI-Calc-free, debido a que este posee muchas funciones que se están actualizando permanentemente, que ayudaran a obtener resultados confiables de menor costo con un alto rendimiento, lo que facilitara a futuras investigaciones para el cálculo de la rugosidad.

3.- Se recomienda para nuestra región de Puno el uso de asfaltos modificados con polímeros debido al clima que presenta temperaturas bajas y altas. Con el uso de asfalto modificado y así poder evitar contracciones en el pavimento, las cuales son causantes de fisuras, grietas en bloque y asu vez afectan el índice de serviciabilidad presente en el pavimento flexible.

4.- Tener en cuenta el Manual de Transportes y Comunicaciones de conservación vial donde se da a conocer las técnicas óptimas para la conservación de las vías, donde hace en mención al manejo de actividades que se debe de realizar frente a un deterioro de la vía y su posterior mantenimiento o rehabilitación según sea el caso.

REFERENCIAS

- 1.-**ALBERTO, VIZCARRA AROCUTIPA CARLOS. 2021.** Aplicacion de telefonos inteligentes y rugosimetro de merlin para la determinacion del iri del pavimento flexible en el tramo puente peligro emp. pe-40, tacna 2020. tacna : universidad privada de tacna, 2021.
- 2.-**ASTO CAMPOS, CESAR MAXIMO, . 2020.** Analisis y evaluacion de la condicion superficial del pavimento para la conservacion de la av. Tupac Amaru- san agustin de caja, huancayo. huancayo, peru : repositorio universidad san ignacio de loyola, 2020.
- 3.-**BADILLA VARGAS, GUSTAVO. 2014.** Unidad de investigacion de infraestructura vial laboratorio nacional de materiales y modelos estructurales Universidad de Costa Rica. San Jose : Universidad de Costa Rica, 2014.
- 4.**BAENA PAZ, GULLERMINA. 2018.** Metodologia de la investigacion. Mexico : grupo editorial patria, 2018.
- 5.**BEHAR, Daniel. 2008.** Metodologia de la in|vestigacion. Colombia : A. Rubeira, 2008.
- 6.**C., CHANG. 2005.** Evaluacion, diseño y construccion gestion en pavimentos un enfoque al futuro. Lima : icg, 2005.
- 7.**C., MARIO, GARNICA ANGUAS, PAUL Y RICO RODRIGUEZ, ALFONSO. 1998.** Metodologia para la determinacion de la rugoidad de los pavimentos con equipo de bajo costo y gran precision,1999. 1998.
- 8.**CAMACHO PAMPAMALLCO, SHIAMELY YOSHIRA. 2019.** Evaluación y análisis de la Rugosidad en Pavimentos de la Ciudad de Puno Aplicando el Método Roadroid y el Rugosímetro de Merlín. Puno : s.n., 2019.
- 9.**CERDA GUTIERREZ, HUGO. 1993.** Elementos de investigacion como reconocerlos disenarlos y constrirlos. Quito : el buho, 1993.
- 10.**CONDORI. 2016.** Análisis de la variabilidad del IRI obtenido por levantamiento topográfico y rugosímetro Merlín en carreteras no pavimentadas de la provincia de Canchis-Cusco. Juliaca : s.n., 2016.
- 11.**CORDERO HUANCA, LUIS ANGEL. 2019.** Serviciabilidad del pavimento flexible y transitabilidad vehicular avenida Carlos Izaguirre avenida 12 de octubre Lima 2018. Lima : universidad Cesar Vallejo, 2019.
- 12.**DIRECCION GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES. 2013.** Manual de Carreteras. lima : Viceministerio de transportes, 2013.
- 13.**E., Huaman P. Heliden. 2017.** Evaluacion de los materiales de canteras utilizados como base y subbase para pavimentos. Huaraz : Universidad Sanrtiago de Nunez de Mayo, 2017.

- 14. ESPINOZA CARHUACUSMA, WENDY DIANA. 2018.** Evaluacion de patologias en pavimento flexible para proponer intervencion correctiva mediante visualizacion, Lurigancho 2018. Lima : UCV, 2018.
- 15. THENOUX Z., GULLERMO. 2002.** Evaluacion tecnica del pavimento y comparacion de metodos de diseño de capas de refuerzo asfaltico. Chile : revista de ingenieria, 2002.
- 16. FERNANDEZ VALERO, YONY. 2018.** Aplicacion del sistema gestion de pavimentos para mejorar la conservacion y serviciabilidad de pavimento juliaca 2016. Puno : Universidad Nacional del Altiplano, 2018.
- 17. GAY, L. R. 1996.** Metodologia de la investigacion. Lima : s.n., 1996.
- 18. GONZALO LOPEZ, JUDITH YOVANA Y BEINGOLEA VILLAREAL, HECTOR JESUS. 2021.** Aplicacion del smartphone y el Rugosimetro de Merlin para la medicion de la rugosidad del pavimento flexible en la Av. Internacional, Tacna -2021. Tacna : s.n., 2021.
- 19. HERNANDEZ CACERES, JULIAN CAMILO. 2018.** Determinar el Indice de rugosidad IRI y desarrollar un manual para el equipo Merlin. 2018.
- 20. HERNÁNDEZ, ROBERTO, FERNÁNDEZ, CARLOS Y BAPTISTA, PILAR. 2014.** Metodologia de la investigacion. Mexico : ISBN, 2014.
- 21. HUMPIRE PINEDA, KATIA. 2016.** Analisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de las vias en la region Puno. Puno : Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez, 2016.
- 22. J., CHAGUA. 2018.** Fibra sintetica estructural para la optimizacion del diseno de un pavimento rigido. Lima : s.n., 2018.
- 23. JENRRY, PARI MAMANI. 2019.** Aplicacion de la metodologia de losa con geometria optimizada en el diseño de un pavimento. puno : unap, 2019.
- 24. LEGUIA LOARTE, PAOLA BEATRIZ. 2016.** Evaluacion superficial del pavimento flexible por el metodo pci en las vias arteriales de huacho lima. Lima : Universidad San Martin de Porres, 2016.
- 25. LLOCLLA HUAYCHAO, ANDERSSON J. y SANCHEZ HURTADO, KEVIN K. 2019.** Analisis comparativo del indice de rugosidad internacional del pavimento de la av. Cultura de la ciudad del cusco mediante el aplicativo del smarphone roadroid . S.l. : Universidad Andina del Cusco, 2019.
- 26. MEDINA PALACIOS, MEDINA. 2015.** Evaluacion superficial de pavimento flexible del jr jose galvez del distrito de lince. Lima : Universidad de Ciencias Aplicadas, 2015.
- 27. MONSALVE ESCOBAR, LINA MERCEDES. 2012.** Diseño de pavimento flexible y rigido. Armenia ,Colombia : Universidad de Quindio, 2012.
- 28. Montejo Fonseca, Alfonso. 2002.** Ingenieria de pavimentos para carreteras. Bogota : Agora editores, 2002.

- 29. MOZO BARRANTES, WILDER VIDAL. 2019.** Evaluacion superficial de la condicion y serviciabilidad del pavimento flexible por el metodo pci y rodroid en el circuito humedal lucre-Huarpay. Cuzco : Universidad Andina del Cusco, 2019.
- 30. Chang, Marcobal, Tapia, Escamilla & Valdez. 2017.** Niveles de servicio basados en el indice de tugsidad internacional (IRI).
- 31. ÑAUPAS, PAITÁN HUMBERTO, Y OTROS. 2014.** Metodologia de la investigacion. Bogota : Ediciones de la U, 2014.
- 32. PAUCAR CURO, ELVIS FRANKLIN. 2019.** Evaluacion de los pavimentos flexibles y rigidos aplicando las metodologias de inspeccion visual de zonas y rutas de riesgo e indice de condicion de pavimento para el mantenimiento vial , puno. Puno : unap , 2019.
- 33. Porras Rojas, Denis fortunato. 2020.** "Evaluacion funcional del pavimento flexible aplicando el Indice Global del Pavimento(OPI), avenida Los Eucaliptos, San Juan de Miraflores, 2020". Miraflores : Repositorio Univerdidad Cesar Vallejo, 2020.
- 34. Rashed. 2016.** Evaluation of pavement network performance in Texas Considering Multiple performace Metrics. 2016.
- 35. Rivera, Caro y Peña, Castro. 2012.** Indice internacional de rugosidad. S.l. : publicaciones, 2012.
- 36. SANCHEZ CARLESSI, HUGO. 2018.** Manual de terminos en investigacion cientifica. Lima : Universidad Ricardo Palma, 2018.
- 37. SERVANDO ALVAREZ, RAFAEL RIVERO. 2014.** Instrumento electronico para la estimacion del indice de rugosidad internacional con base en perfilometro estatico de Merlin. Caracas : Universidad de caracas, 2014.
- 38. SUCA SUCA, NESTOR LEODAN. 2015.** *Metodologia de la investigacion cientifica y tecnologica en la ingenieria civil.* Puno : sagiatario impresiones, 2015.
- 39. TAMAYO TAMAYO, MARIO. 2003.** el proceso de la investigacion cientifica. mexico : noriega, 2003.
- 40. ZEBALLOS ZEGARRA, GONZALO GERMAN. 2021.** Aplicacion de telefonos inteligentes y el rugosimetro de merlin para la determinacion de la rugosidad del pavimento flexible en la carretera ta-615, tacna 2020. Tacna : Universidad Privada de Tacna, 2021.
- 41. ZELADA ROJAS, LUIS ALBERTO. 2019.** DISEÑO de 1km de pavimentocarretera juliaca - puno. Lima : Pontificia catolica del peru, 2019.

ANEXO 3: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable cuantitativa 1: Métodos de evaluación	Según Thenoux (2002) los métodos de evaluación de un pavimento tienen por compromiso encontrar aquellas deficiencias que enlazan con la calidad del pavimento (p.2)	Es la obtención de aquellas deficiencias que se dan en la superficie del pavimento tomando factores que afectan desfavorablemente a la funcionalidad en consecuencia a la comodidad y seguridad de quienes la usan.	D1: Rugosímetro de MERLÍN	I1: IRI I2: PSI I3: Clasificación	Nominal
			D2: Aplicativo IRI CALC FREE	I1: IRI I2: PSI I3: Clasificación	Nominal
Variable cuantitativa 2: Pavimento flexible	Según MTC (2014) están formados por una carpeta superior bituminosa que se apoya sobre dos capas siendo estas la base y subbase siendo dispensables dependiendo de la necesidad de la obra (p.8)	Está compuesto por distintas capas como son la subrasante, subbase, base y la carpeta de rodadura siendo este último el que proporciona el confort a los usuarios.	D1: índice de rugosidad internacional	I1: deformaciones I2: fallas I3: irregularidades	Nominal
			D2: serviciabilidad del pavimento	I1: muy bueno I2: bueno I3: regular I4: malo I5: muy malo	Nominal
					Nominal

ANEXO 4: Instrumento de recolección de datos



Pág. 1 de 3

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1302-182-2021

RUGOSÍMETRO MERLIN

CLIENTE : MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH SOCIEDAD ANÓNIMA
DIRECCIÓN : JR. HONDURAS MZA. B26 LOTE. 7B URB. TAPARACHI
1 SECTOR (AV AMERICA CON JR HONDURAS) PUNO -

DATOS DEL EQUIPO

Marca : ARSOU
Modelo : NO INDICA
Serie : 452261
Procedencia : PERÚ
Ubicación : Laboratorio de Pavimento.

Fecha de emisión:

06 AGOSTO DEL 2021

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

VERIFICACIÓN

1.- GENERALIDADES.

A solicitud de MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA, se procedió a verificar un Rugosímetro Merlin. La Verificación se realizó en

2.- DEL SISTEMA A VERIFICAR.

Rugosímetro Merlin
Marca : ARSOU
Modelo : NO INDICA
Serie : 4021310
Procedencia : PERÚ

3.- DEL SISTEMA DE CALIBRACIÓN

Dispositivo	: PIE REY	Dispositivo	: Flexómetro
Marca	: ACCUD	Marca	: Stanley
Indicación	: DIGITAL	Alcance	: 3 m
Identificación	: ACCUD-1	División	: 1 mm
Alcance	: 300 mm	Clase	: III
División	: 0.01 mm		

Equipo con Certificado de Calibración N° L-0031-2021 con trazabilidad al Laboratorio de Longitud y Ángulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL. Laboratorio Acreditado.

4.- PROCEDIMIENTO.

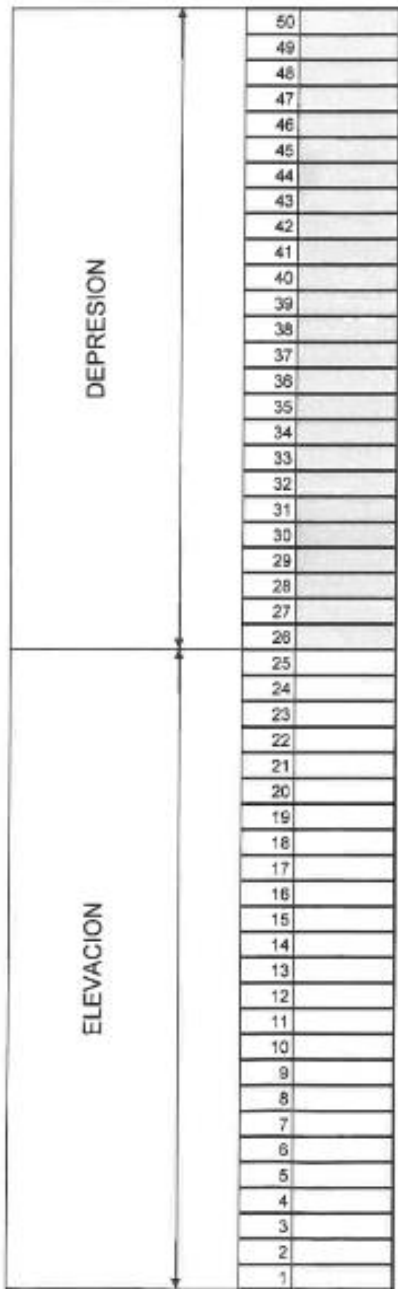
La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. Segunda Edición.

5.- RESULTADOS.

- * En el punto N° 6. Se indican las medidas normadas del equipo y lo datos actuales del equipo.
- * Se colocó una etiqueta autoadhesiva para su identificación.

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arávalo Cárnica
METROLOGÍA

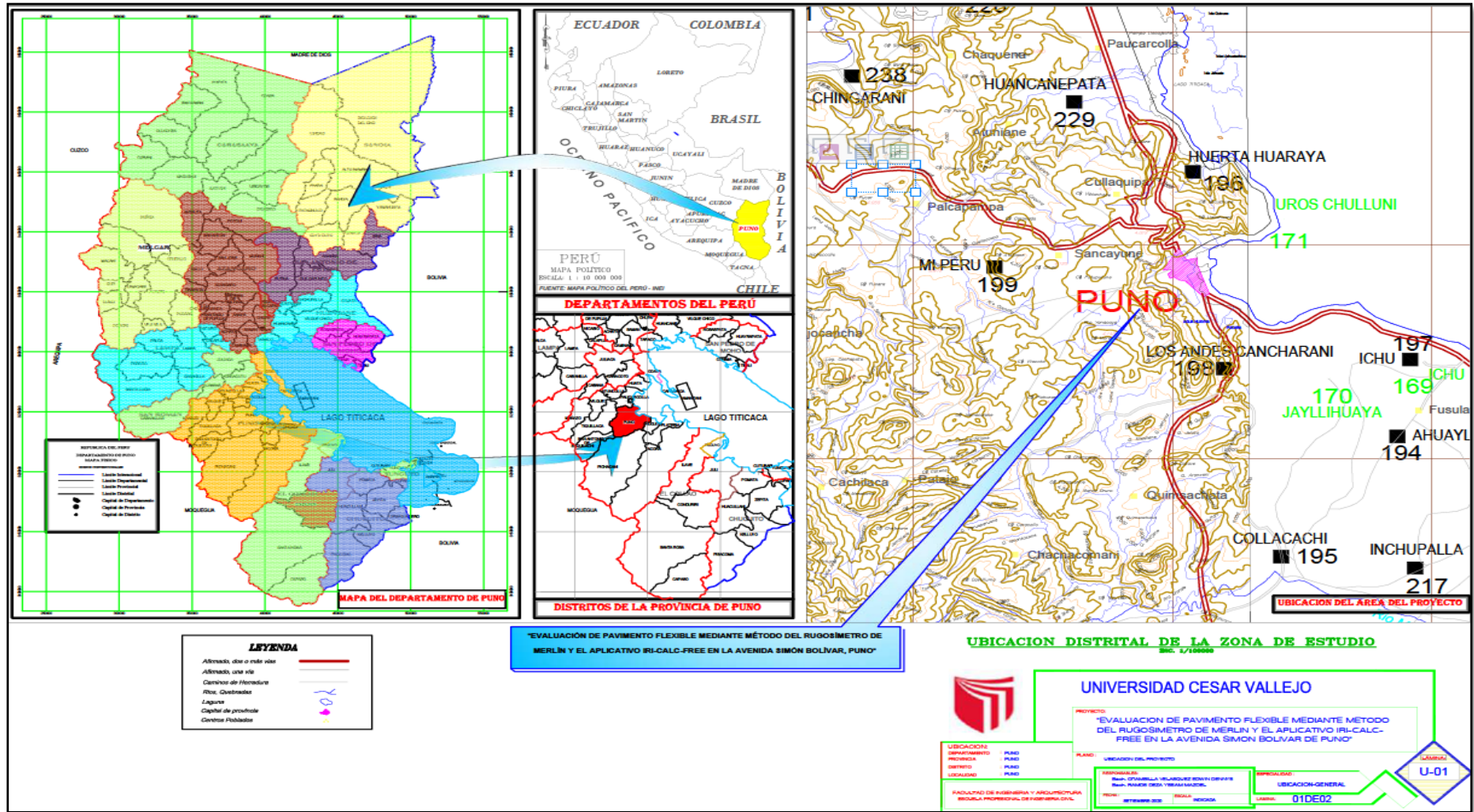


RUGOSIMETRO TRL - MERLIN

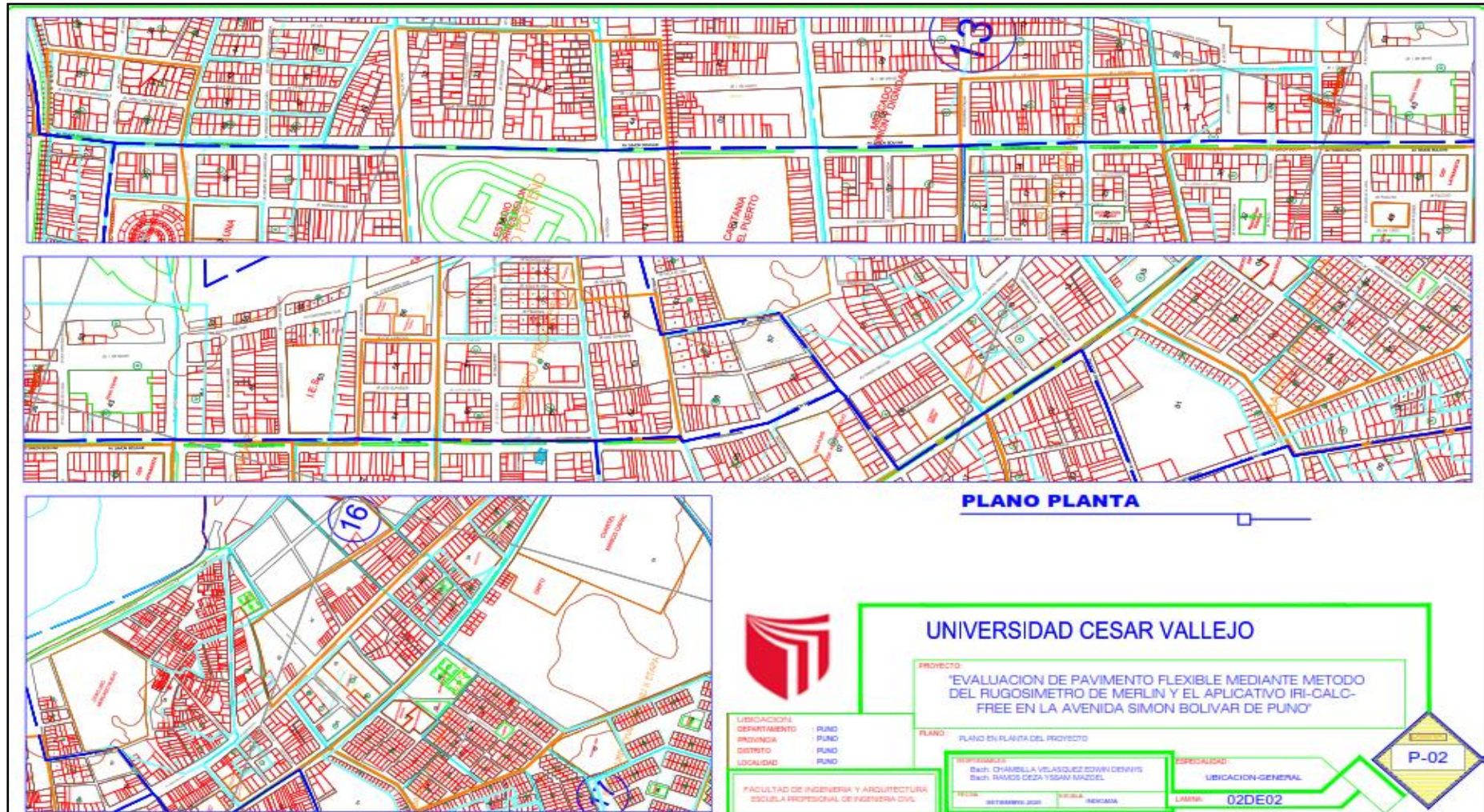
Escala para determinar irregularidades superficiales del pavimento

1 DIVISION = 5 mm

Ubicación Del Proyecto



Plano en planta





MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN

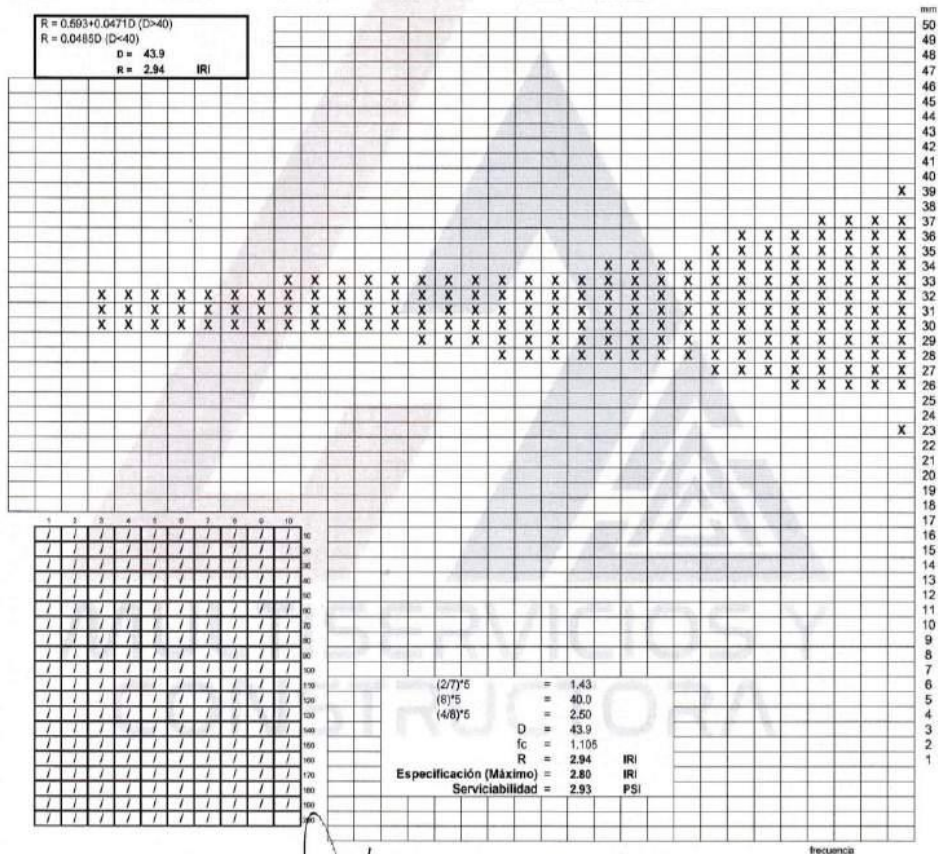
ASTM E1926-08 (2021)

Proyecto : EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y EL APLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO **Registro N°** : LH21-LEMP-214
Solicitante : BACH. RAMOS DEZA, YSSAM MAZOEL **Muestreado por** : ---
 BACH. CHAMBILLA VELASQUEZ, EDWIN DENNYS **Ensayado por** : W. Rodríguez
Ubicación de Proyecto : PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIBAR **Fecha de Ensayo** : 16/08/2021
Tipo : Carpeta asfáltica **Turno** : Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

TRAMO : km 00+000.00 a 00+400.00
CARRIL : Primero **SENTIDO** : Derecho **HUELLA** : Externa

$R = 0.693 + 0.0471D$ (D>40)
 $R = 0.0485D$ (D<40)
 D = 43.9
 R = 2.94 IRI



(2/7)⁵ = 1.43
 (8)⁵ = 40.0
 (4/8)⁵ = 2.50
 D = 43.9
 fc = 1.105
 R = 2.94 IRI
 Especificación (Máximo) = 2.80 IRI
 Serviciabilidad = 2.93 PSI

OBSERVACIONES

* Se tiene una serviciabilidad REGULAR

Washington Rodríguez Obzabal
 INGENIERO EN MEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 D.N.I. 04436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH

Juan Manuel Pizano Aguirre
 CIP. 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

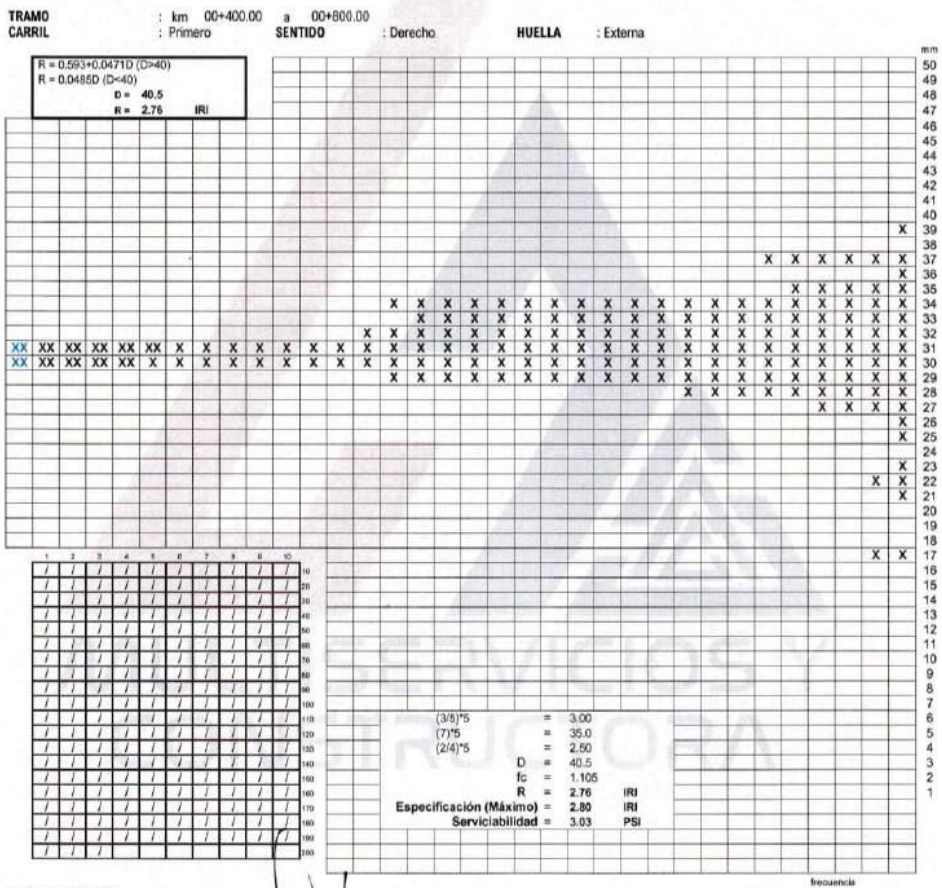
Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN

ASTM E1926-08 (2021)

Proyecto : EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLIN Y EL APLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO **Registro N°** : LH21-LEMP-214
Solicitante : BACH. RAMOS DEZA, YSSAM MAZOEL **Muestreado por** : ---
 BACH. CHAMBILLA VELASQUEZ, EDWIN DENNYS **Ensayado por** : W. Rodríguez
Ubicación de Proyecto : PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIBAR **Fecha de Ensayo** : 16/08/2021
Tipo : Carpeta asfáltica **Turno** : Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS



OBSERVACIONES

* Se tiene una serviciabilidad BUENA

Washington Rodríguez Chazabal
 MEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH

Juan Manuel Frizoncho Aguirre
 CIP. 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

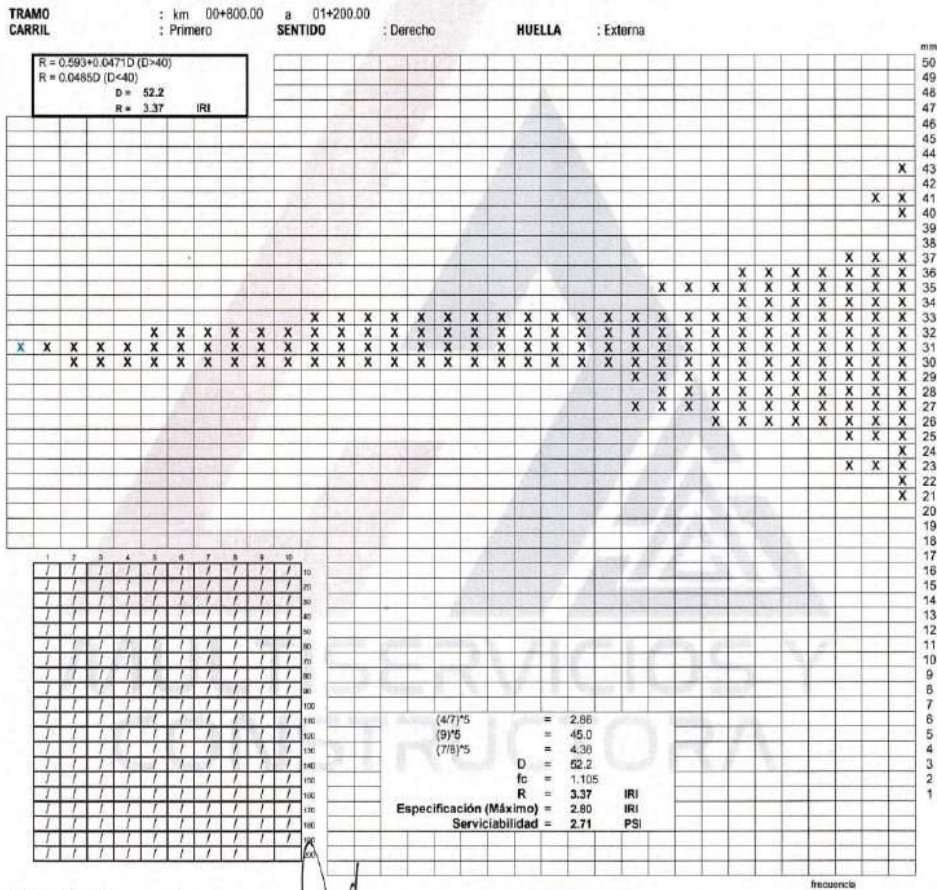
Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN

ASTM E1926-08 (2021)

Proyecto : EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y EL APLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO **Registro N°** : LH21-LEMP-214
Solicitante : BACH. RAMOS DEZA, YSSAM MAZOEL **Muestreado por** : ----
 BACH. CHAMBILLA VELASQUEZ, EDWIN DENNYS **Ensayado por** : W. Rodriguez
Ubicación de Proyecto : PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIBAR **Fecha de Ensayo** : 16/08/2021
Tipo : Carpeta asfáltica **Turno** : Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS



OBSERVACIONES

* Se tiene una serviciabilidad REGULAR

Washington Rodríguez Chacabal
 INGENIERO MEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH

Juan Manuel Priozacho Aguirre
 CIP. 45230
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

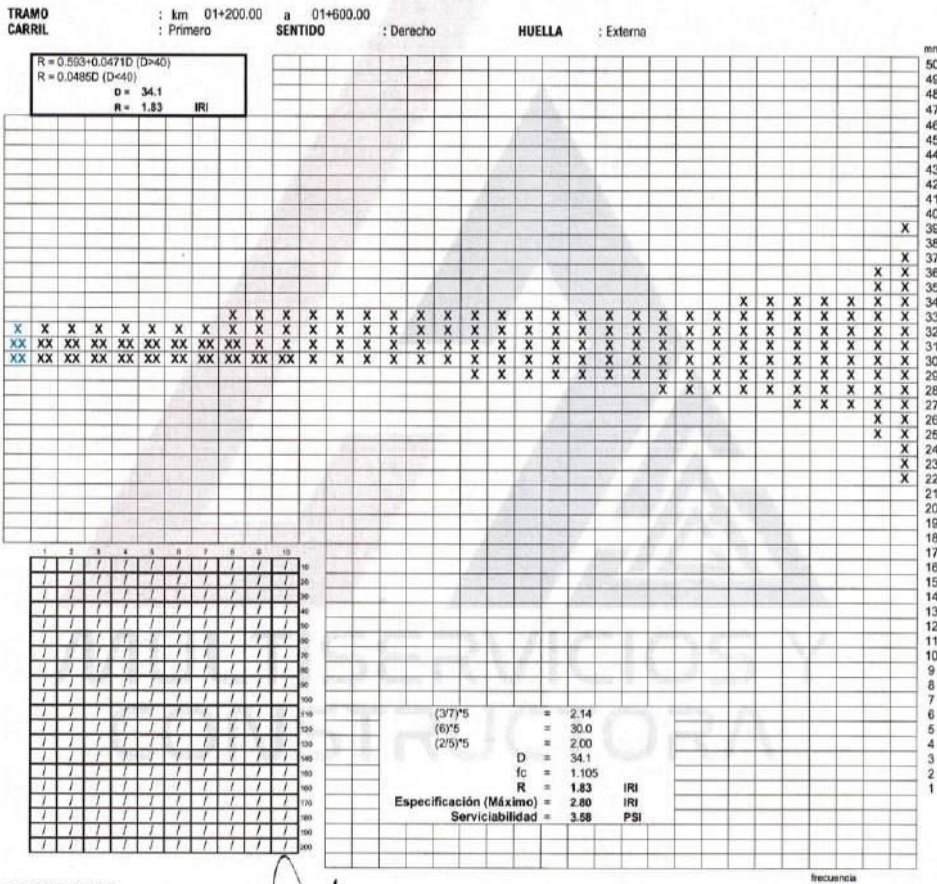
Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN

ASTM E1926-08 (2021)

Proyecto : EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y EL APLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO **Registro N°** : LH21-LEMP-214
Solicitante : BACH. RAMOS DEZA, YSSAM MAZOEL **Muestreado por** : ---
 BACH. CHAMBILLA VELASQUEZ, EDWIN DENNYS **Ensayado por** : W. Rodriguez
Ubicación de Proyecto : PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIBAR **Fecha de Ensayo** : 16/08/2021
Tipo : Carpeta asfáltica **Turno** : Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS



OBSERVACIONES :
 * Se tiene una serviciabilidad BUENA

Washington Rodriguez Chazabal
 PSC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI. 0336007



Juan Manuel Prieto Aguirre
 CIP. 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN

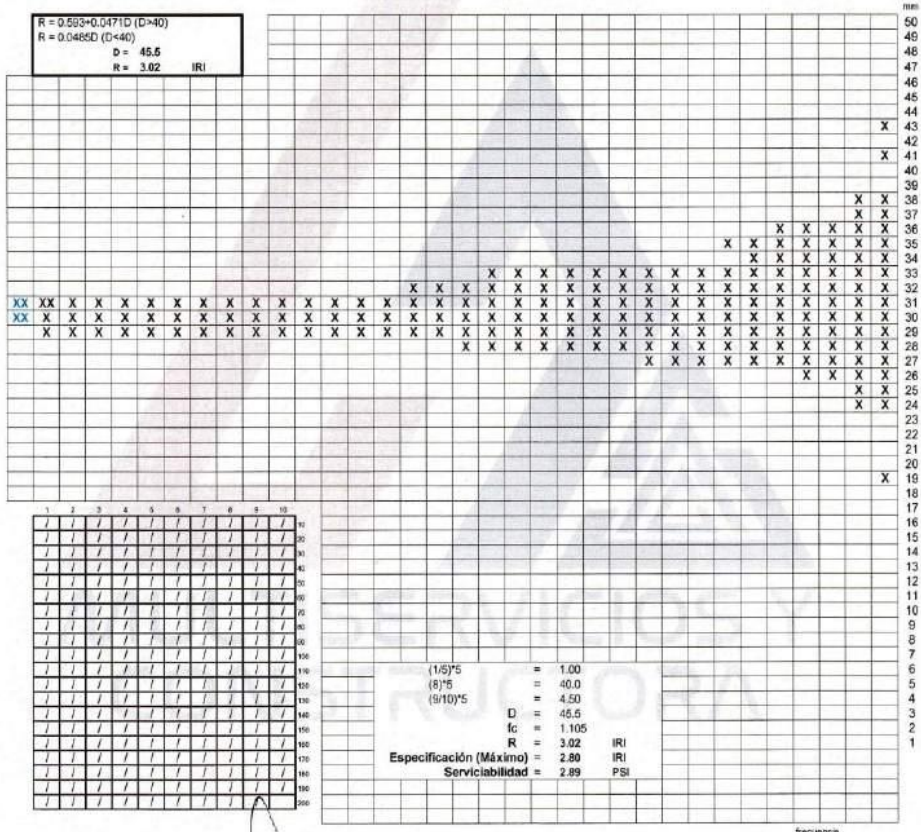
ASTM E1926-08 (2021)

Proyecto : EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y EL APLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO **Registro N°** : LH21-LEMP-214
Solicitante : BACH. RAMOS DEZA, YSSAM MAZOEL **Muestreado por** : ----
 BACH. CHAMBILLA VELASQUEZ, EDWIN DENNY **Ensayado por** : W. Rodriguez
Ubicación de Proyecto : PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIBAR **Fecha de Ensayo** : 16/08/2021
Tipo : Carpeta asfáltica **Turno** : Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

TRAMO : km 01+600.00 a 02+000.00 **HUELLA** : Externa
CARRIL : Primero **SENTIDO** : Derecho

$R = 0.559 + 0.0471D$ (D=40)
 $R = 0.0485D$ (D<40)
 D = 45.5
 R = 3.02 IRI



(1/5)'S = 1.00
 (8)'S = 40.0
 (9/10)'S = 4.50
 D = 45.5
 fc = 1.105
 R = 3.02 IRI
 Especificación (Máximo) = 2.80 IRI
 Serviciabilidad = 2.89 PSI

OBSERVACIONES

* Se tiene una serviciabilidad REGULAR

Washington Rodríguez Olazabal
 INGENIERO EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 D.N.I. 04436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH
 Juan Manuel Priacho Aguirre
 CIP. 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN

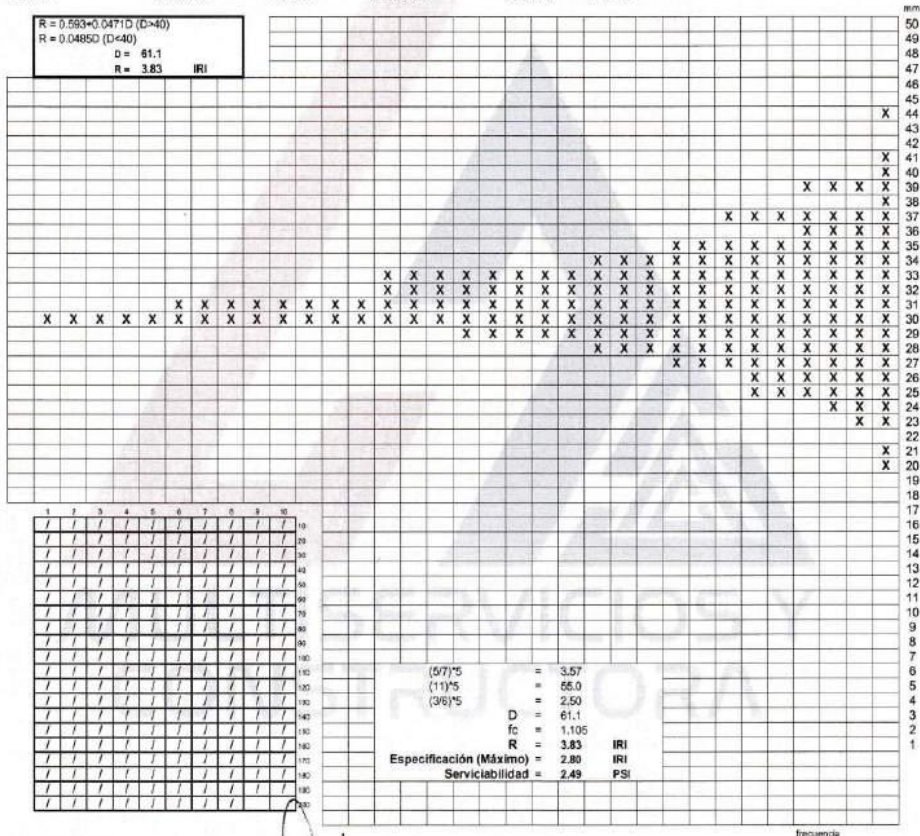
ASTM E1926-08 (2021)

Proyecto : EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y EL APLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO **Registro N°** : LH21-LEMP-214
Solicitante : BACH. RAMOS DEZA, YSSAM MAZOEL **Muestreado por** : ----
Ubicación de Proyecto : PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIBAR **Ensayado por** : W. Rodriguez
Tipo : Carpeta asfáltica **Fecha de Ensayo** : 16/08/2021
Turno : Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

TRAMO : km 02+000.00 a 02+400.00
 CARRIL : Primero SENTIDO : Derecho HUELLA : Externa

R = 0.593+0.0471D (D<40)
 R = 0.0485D (D<40)
 D = 61.1
 R = 3.83 IRI



(5/7)°S = 3.57
 (11)°S = 56.0
 (36)°S = 2.50
 D = 61.1
 fc = 1.105
 R = 3.83 IRI
 Especificación (Máximo) = 2.80 IRI
 Serviciabilidad = 2.49 PSI

OBSERVACIONES

* Se tiene una serviciabilidad REGULAR

Washington Rodríguez Charabot
 INGENIERO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 D.N.L. 02136001



Juan Manuel Frizanco Aguirre
 CIP. 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

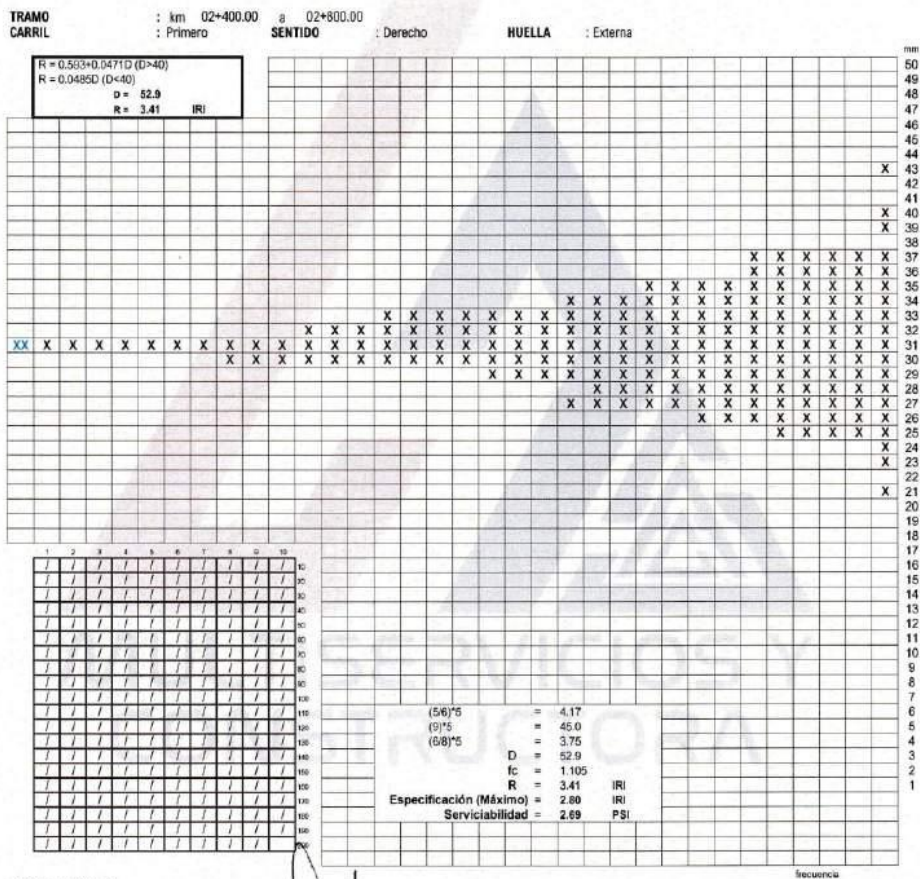
Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN

ASTM E1926-08 (2021)

Proyecto : EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLIN Y EL APLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO **Registro N°** : LH21-LEMP-214
Solicitante : BACH. RAMOS DEZA, YSSAM MAZOEL **Muestreado por** : ---
 BACH. CHAMBILLA VELASQUEZ, EDWIN DENNY **Ensayado por** : W. Rodriguez
Ubicación de Proyecto : PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIBAR **Fecha de Ensayo** : 16/08/2021
Tipo : Carpeta asfáltica **Turno** : Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS



OBSERVACIONES

* Se tiene una serviciabilidad REGULAR

Washington Rodríguez Chazabal
 INGENIERO MEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH
 Juan Manuel Prizanco Aguirre
 CIP. 45139
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh_sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN

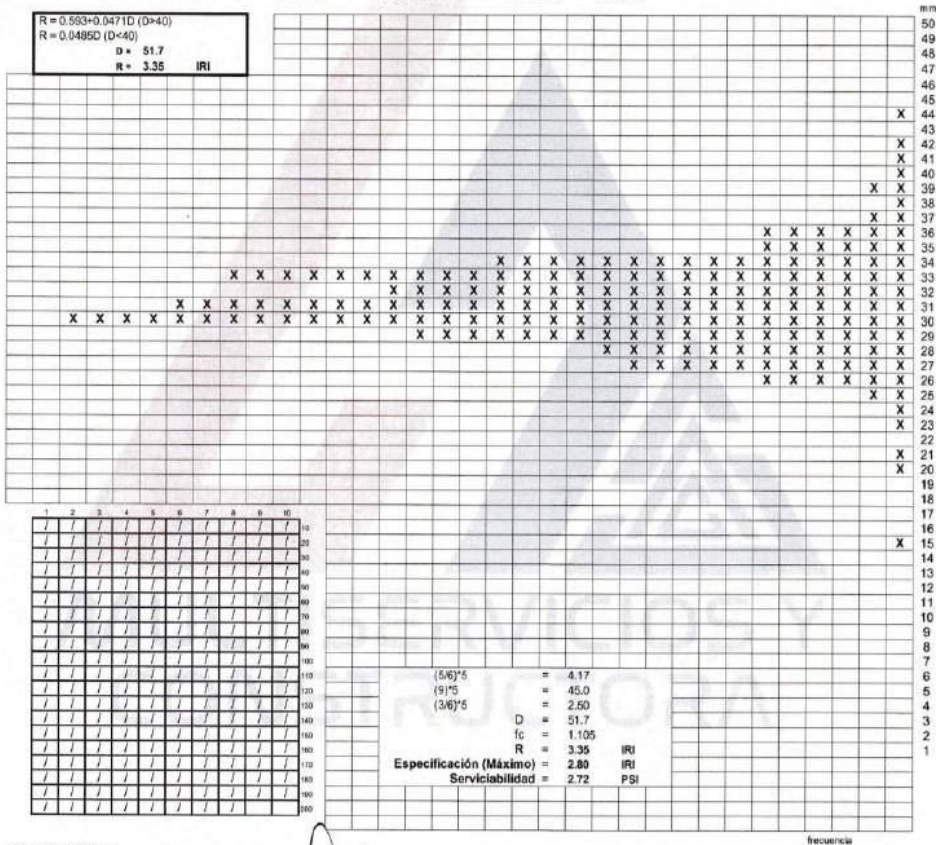
ASTM E1926-08 (2021)

Proyecto : EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y EL APLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO **Registro N°** : LH21-LEMP-214
Solicitante : BACH. RAMOS DEZA, YSSAM MAZOEL **Muestreado por** : ----
 BACH. CHAMBILLA VELASQUEZ, EDWIN DENNYS **Ensayado por** : W. Rodríguez
Ubicación de Proyecto : PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIBAR **Fecha de Ensayo** : 16/08/2021
Tipo : Carpeta asfáltica **Turno** : Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

TRAMO : km 02+800.00 a 03+200.00 **HUELLA** : Externa
CARRIL : Primero **SENTIDO** : Derecho

R = 0.563+0.0471D (D>40)
 R = 0.0485D (D<40)
 D = 51.7
 R = 3.35 IRI



OBSERVACIONES :

* Se tiene una serviciabilidad REGULAR

Washington Rodríguez Chazabal
 INGENIERO EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 D.N.I. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH
Juan Manuel Frisano Aguirre
 CIP. 45133
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

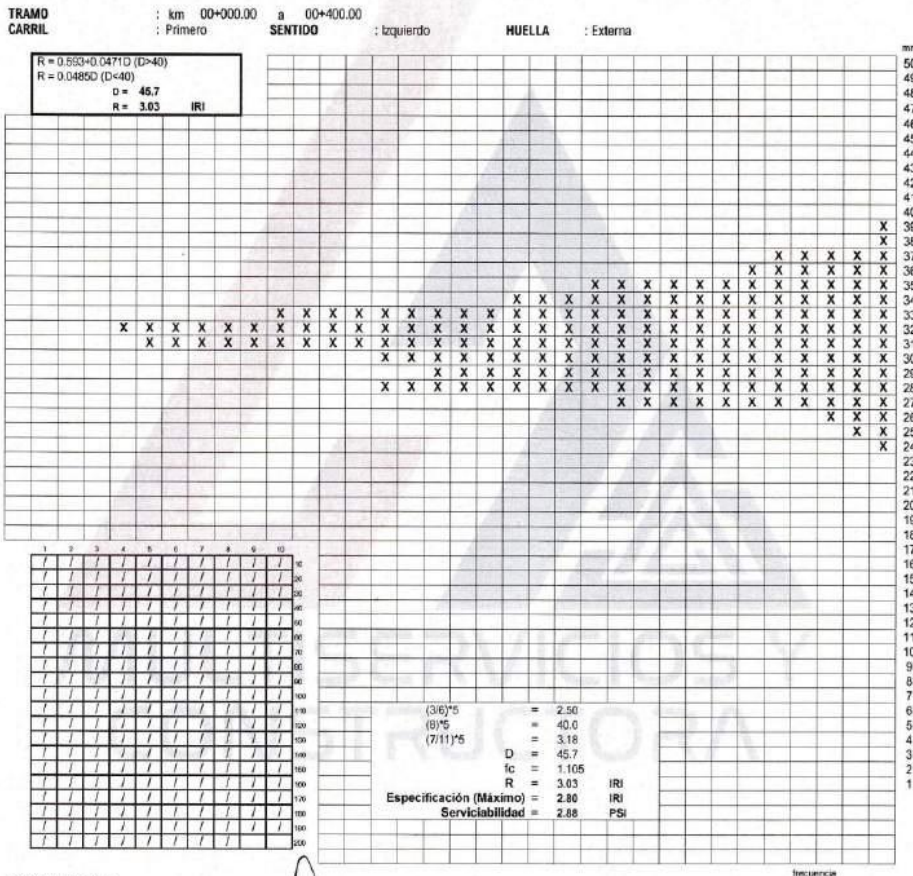
Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN

ASTM E1926-08 (2021)

Proyecto : EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y EL APLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO **Registro N°** : LH21-LEMP-214
Solicitante : BACH. RAMOS DEZA, YSSAM MAZOEL **Muestreado por** : ----
 BACH. CHAMBILLA VELASQUEZ, EDWIN DENNYS **Ensayado por** : W. Rodriguez
Ubicación de Proyecto : PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIBAR **Fecha de Ensayo** : 16/08/2021
Tipo : Carpeta asfáltica **Turno** : Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS



OBSERVACIONES :
 * Se tiene una serviciabilidad REGULAR

Washington Rodríguez Okazaba
 INGENIERO EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI. 09436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH
Juan Manuel Frizanco Aguirre
 CIP. 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

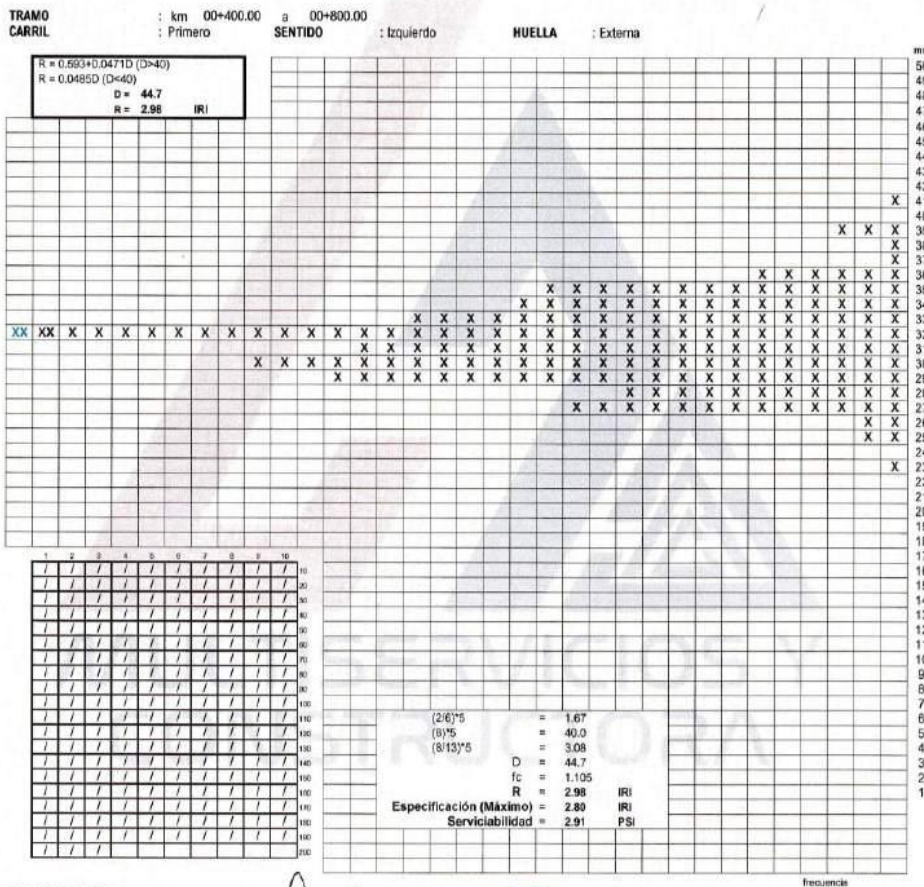
Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN

ASTM E1926-08 (2021)

Proyecto : EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y EL APLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO **Registro N°** : LH21-LEMP-214
Solicitante : BACH. RAMOS DEZA, YSSAM MAZOEL **Muestreado por** : ---
 BACH. CHAMBILLA VELASQUEZ, EDWIN DENNY **Ensayado por** : W. Rodriguez
Ubicación de Proyecto : PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIBAR **Fecha de Ensayo** : 16/08/2021
Tipo : Carpeta asfáltica **Turno** : Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS



OBSERVACIONES :

* Se tiene una serviciabilidad REGULAR

Washington Rodríguez Okarabal
 DNI. 02436007



Juan Manuel Frizanco Aguirre
 CIP. 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

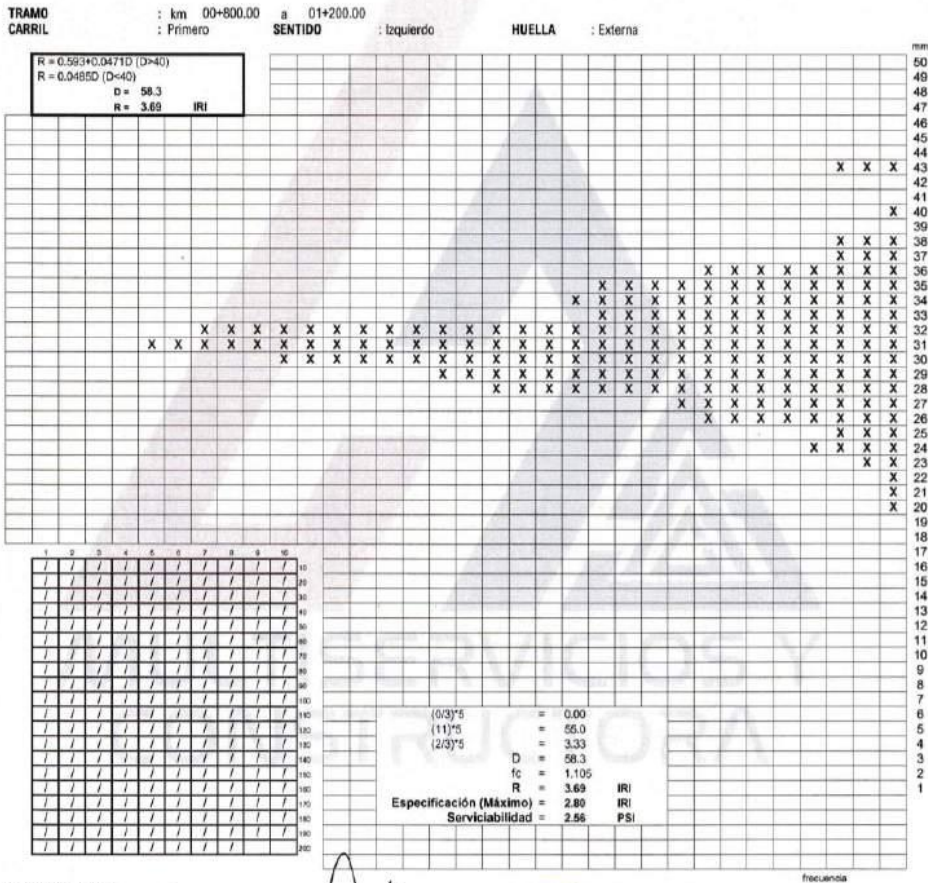
Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN

ASTM E1926-08 (2021)

Proyecto	: EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y EL APLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO	Registro N°	: LH21-LEMP-214
Solicitante	: BACH. RAMOS DEZA, YSSAM MAZOEL	Muestreado por	: ---
	: BACH. CHAMBILLA VELASQUEZ, EDWIN DENNYYS	Ensayado por	: W. Rodriguez
Ubicación de Proyecto	: PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIBAR	Fecha de Ensayo	: 16/08/2021
Tipo	: Carpeta asfáltica	Turno	: Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS



OBSERVACIONES :

* Se llenó una serviciabilidad REGULAR

Washington Rodríguez Okcabal
 INGENIERO EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 D.N.I. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH
 Juan Manuel Franco Aguirre
 CIP: 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Miza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com

RUC: 20602295533

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN

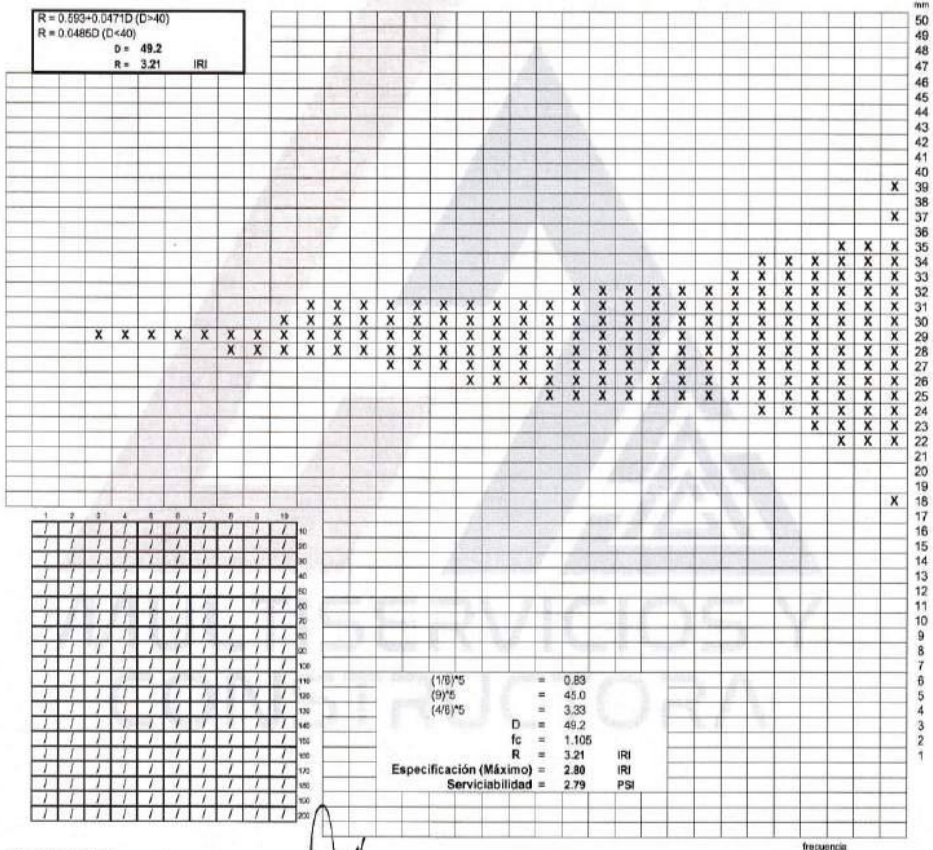
ASTM E1926-08 (2021)

Proyecto : EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y EL APLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO **Registro N°** : LH21-LEMP-214
Solicitante : BACH. RAMOS DEZA, YSSAM MAZOEL **Muestreado por** : ---
 BACH. CHAMBILLA VELASQUEZ, EDWIN DENNYS **Ensayado por** : W. Rodriguez
Ubicación de Proyecto : PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIBAR **Fecha de Ensayo** : 16/08/2021
Tipo : Carpeta asfáltica **Turno** : Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

TRAMO : km 01+200.00 a 01+600.00
CARRIL : Primero **SENTIDO** : Izquierdo **HUELLA** : Externa

R = 0.593+0.0471D (D>40)
 R = 0.0486D (D<40)
 D = 49.2
 R = 3.21 IRI



(1/8)"5 = 0.83
 (3/8)"5 = 45.0
 (4/8)"5 = 3.33
 D = 49.2
 f_c = 1.105
 R = 3.21 IRI
 Especificación (Máximo) = 2.80 IRI
 Serviciabilidad = 2.79 PSI

OBSERVACIONES :
 * Se tiene una serviciabilidad REGULAR

Washington Rodriguez Olazabal
 INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH
 Juan Manuel Friaño Aguirre
 CIP: 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

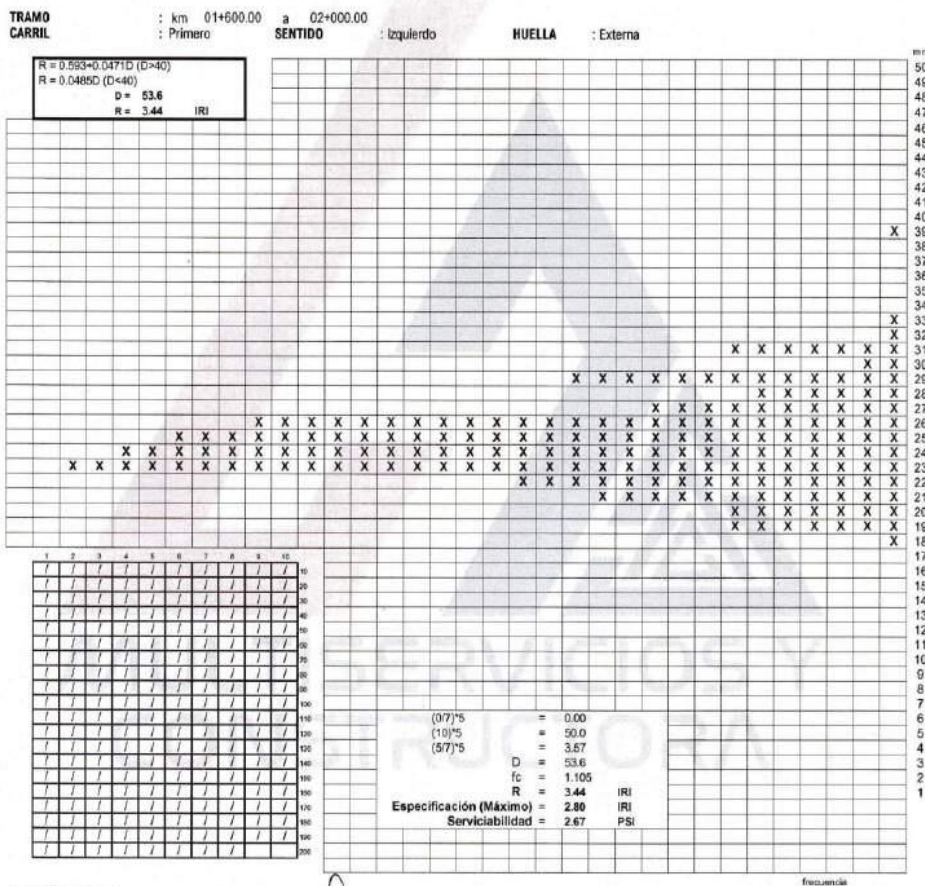
Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN

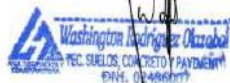
ASTM E1926-08 (2021)

Proyecto : EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y EL APLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO **Registro N°** : LH21-LEMP-214
Solicitante : BACH, RAMOS DEZA, YSSAM MAZOEL **Muestreado por** : ---
 BACH, CHAMBILLA VELASQUEZ, EDWIN DENNYS **Ensayado por** : W. Rodriguez
Ubicación de Proyecto : PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIBAR **Fecha de Ensayo** : 16/08/2021
Tipo : Carpeta asfáltica **Turno** : Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS



OBSERVACIONES :
 * Se tiene una serviciabilidad REGULAR



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH
 Juan Manuel Friañcho Aguirre
 CIP. 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

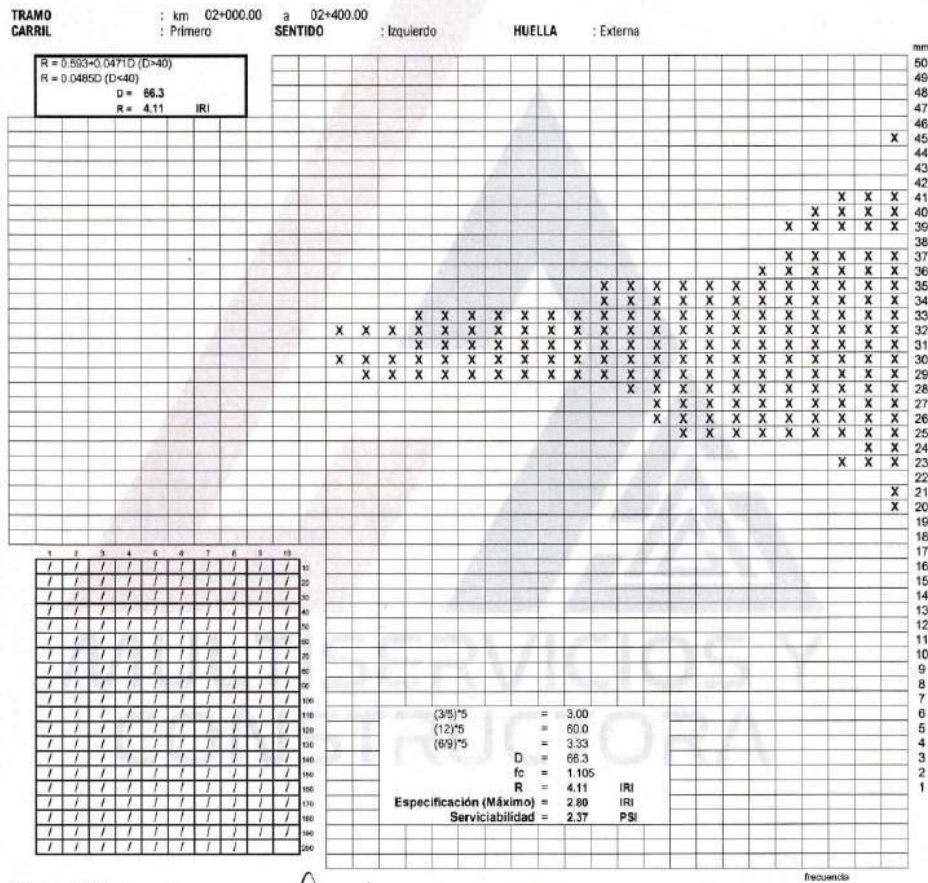
Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN

ASTM E1926-08 (2021)

Proyecto	: EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y EL APLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO	Registro N°	: LH21-LEMP-214
Solicitante	: BACH. RAMOS DEZA, YSSAM MAZOEL BACH. CHAMBILLA VELASQUEZ, EDWIN DENNY	Muestreado por	: ---
Ubicación de Proyecto	: PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIBAR	Ensayado por	: W. Rodriguez
Tipo	: Carpeta asfáltica	Fecha de Ensayo	: 16/08/2021
		Turno	: Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS



OBSERVACIONES

* Se tiene una serviciabilidad REGULAR

Washington Rodríguez Olazabal
 INGENIERO
 ESPECIALIDAD: SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 DNI. 0243607



Juan Manuel Frizanco Aguirre
 CIP. 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN

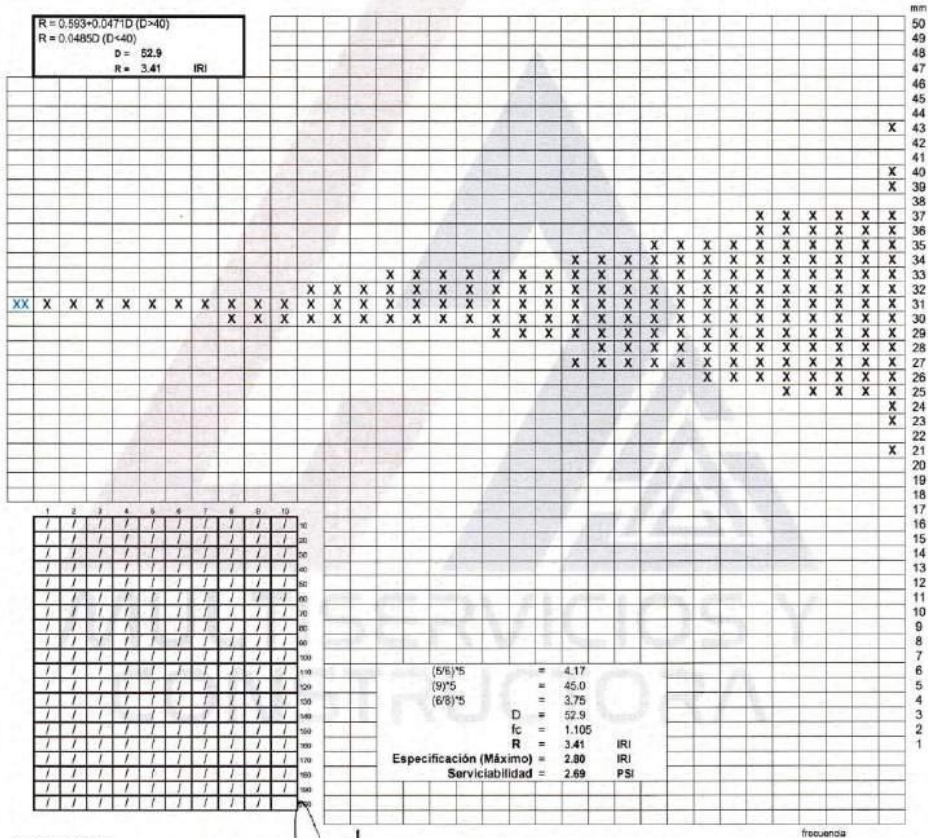
ASTM E1926-08 (2021)

Proyecto : EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y EL APLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO **Registro N°** : LH21-LEMP-214
Solicitante : BACH. RAMOS DEZA, YSSAM MAZDEL **Muestreado por** : ----
 BACH. CHAMBILLA VELASQUEZ, EDWIN DENNYS **Ensayado por** : W. Rodriguez
Ubicación de Proyecto : PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIBAR **Fecha de Ensayo** : 16/08/2021
Tipo : Carpeta asfáltica **Turno** : Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

TRAMO : km 02+400.00 a 02+800.00 **HUELLA** : Externa
CARRIL : Primero **SENTIDO** : Derecho

R = 0.593+0.047ID (D>40)
 R = 0.0485D (D<40)
 D = 52.9
 R = 3.41 IRI



OBSERVACIONES
 * Se tiene una serviciabilidad REGULAR

Washington Rodríguez Pizarro
 INGENIERO EN SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH
 Juan Manuel Pizarro Aguirre
 CIP. 451139
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN

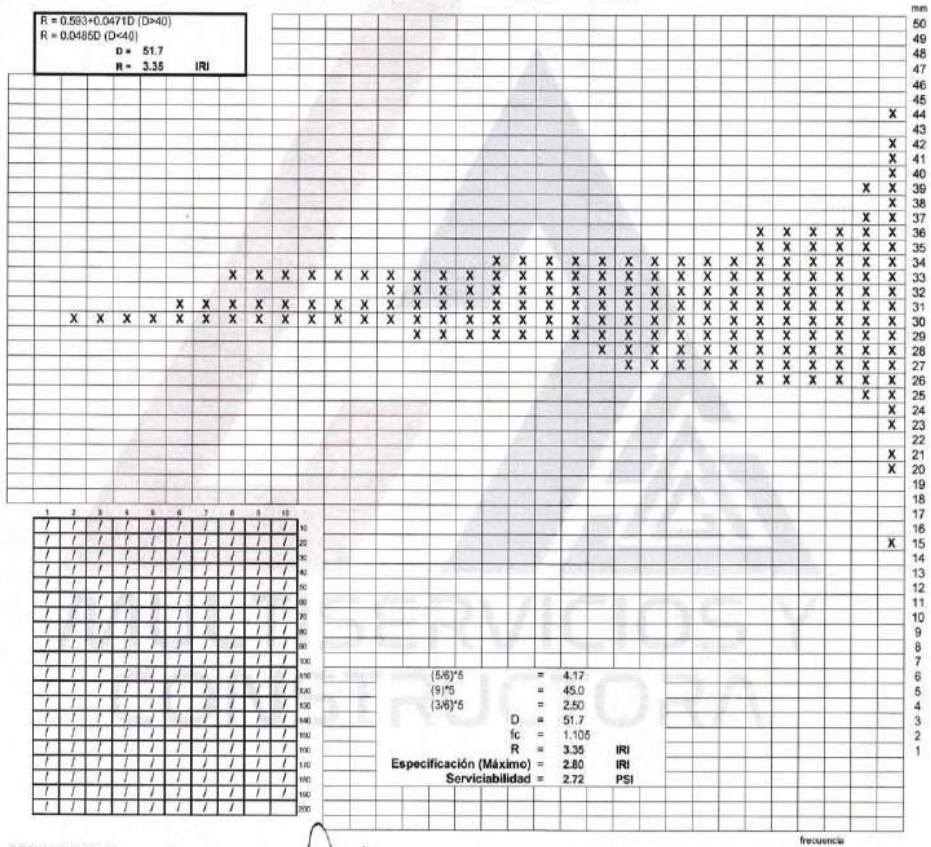
ASTM E1926-08 (2021)

Proyecto : EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y EL APLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO **Registro N°** : LH21-LEMP-214
Solicitante : BACH. RAMOS DEZA, YSSAM MAZOEL **Muestreado por** : ---
 BACH. CHAMBILLA VELASQUEZ, EDWIN DENNYS **Ensayado por** : W. Rodríguez
Ubicación de Proyecto : PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIBAR **Fecha de Ensayo** : 16/08/2021
Tipo : Carpeta asfáltica **Turno** : Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

TRAMO : km 02+800.00 a 03+200.00 **HUELLA** : Externa
CARRIL : Primero **SENTIDO** : Derecho

$R = 0.583 + 0.0471D$ (D>40)
 $R = 0.0485D$ (D<40)
 D = 51.7
 R = 3.35 IRI



(5/6)*5 = 4.17
 (9/7)*5 = 45.0
 (3/8)*5 = 2.50
 D = 51.7
 I_c = 1.106
 R = 3.35 IRI
 Especificación (Máximo) = 2.80 IRI
 Serviciabilidad = 2.72 PSI

OBSERVACIONES :
 * Se tiene una serviciabilidad REGULAR





MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

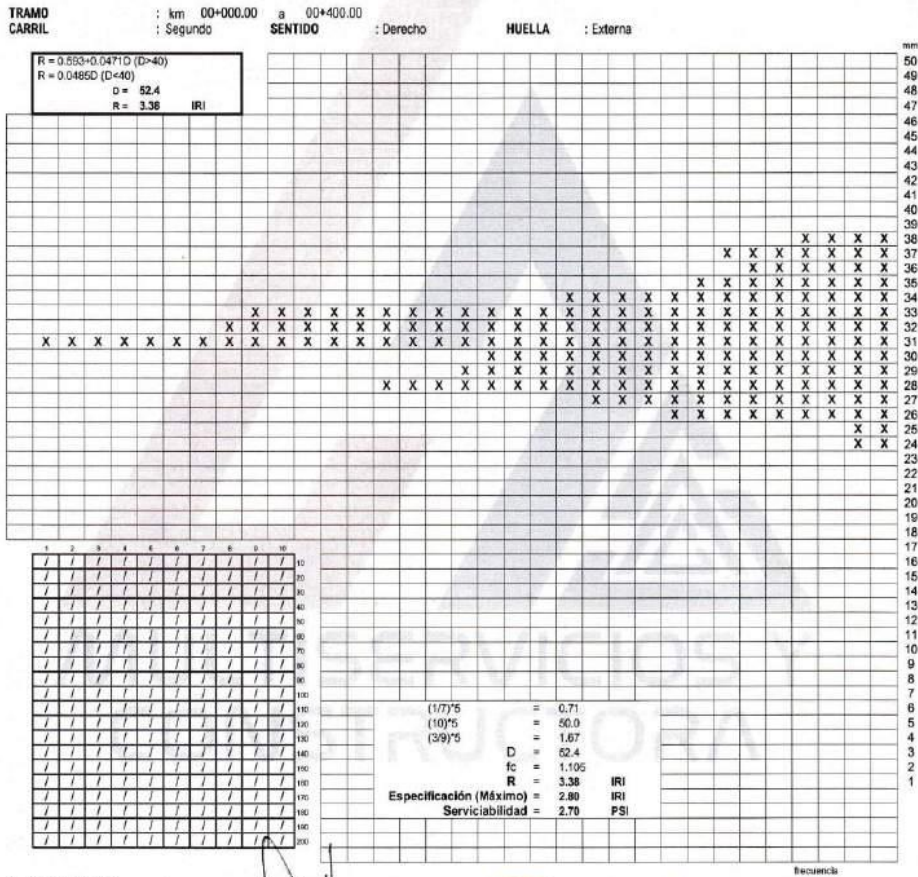
Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN

ASTM E1926-08 (2021)

Proyecto : EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y EL APLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO **Registro N°** : LH21-LEMP-214
Solicitante : BACH. RAMOS DEZA, YSSAM MAZOEL **Muestreado por** : ----
 BACH. CHAMBILLA VELASQUEZ, EDWIN DENNY **Ensayado por** : W. Rodriguez
Ubicación de Proyecto : PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIBAR **Fecha de Ensayo** : 17/08/2021
Tipo : Carpeta asfáltica **Turno** : Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS



OBSERVACIONES :
 * Se tiene una serviciabilidad REGULAR





MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN

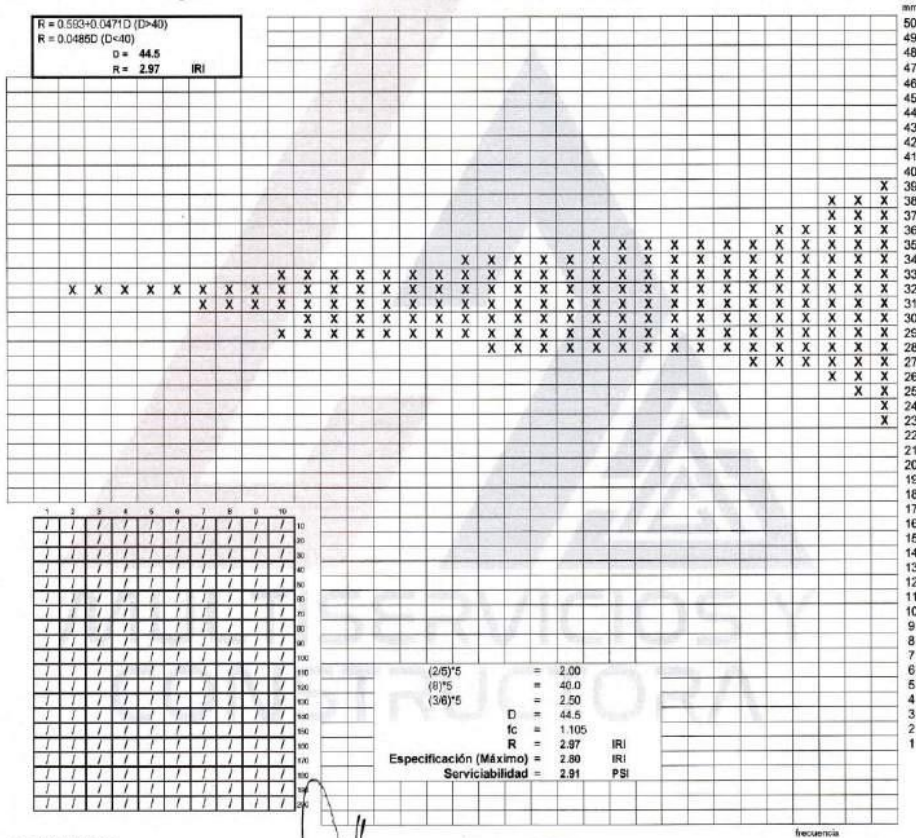
ASTM E1926-08 (2021)

Proyecto : EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y EL APLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO **Registro N°** : LH21-LEMP-214
Solicitante : BACH. RAMOS DEZA, YSSAM MAZOEL **Muestreado por** : ----
 BACH. CHAMBILLA VELASQUEZ, EDWIN DENNYS **Ensayado por** : W. Rodriguez
Ubicación de Proyecto : PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIVAR **Fecha de Ensayo** : 17/08/2021
Tipo : Carpeta asfáltica **Turno** : Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

TRAMO : km 00+400.00 a 00+800.00 **HUELLA** : Externa
CARRIL : Segundo **SENTIDO** : Derecho

$R = 0.553 + 0.0471D$ (D>40)
 $R = 0.0485D$ (D<40)
 D = 44.5
 R = 2.97 IRI



(2/8)*5 = 2.00
 (8)*5 = 40.0
 (3/8)*5 = 2.50
 D = 44.5
 fc = 1.105
 R = 2.97 IRI
 Especificación (Máximo) = 2.80 IRI
 Serviciabilidad = 2.91 PSI

OBSERVACIONES

* Se tiene una serviciabilidad REGULAR

Washington Rodríguez Obando
 INGENIERO EN MEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI. 62436907



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH
Juan Manuel Pruscho Aguirre
 CIR. 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

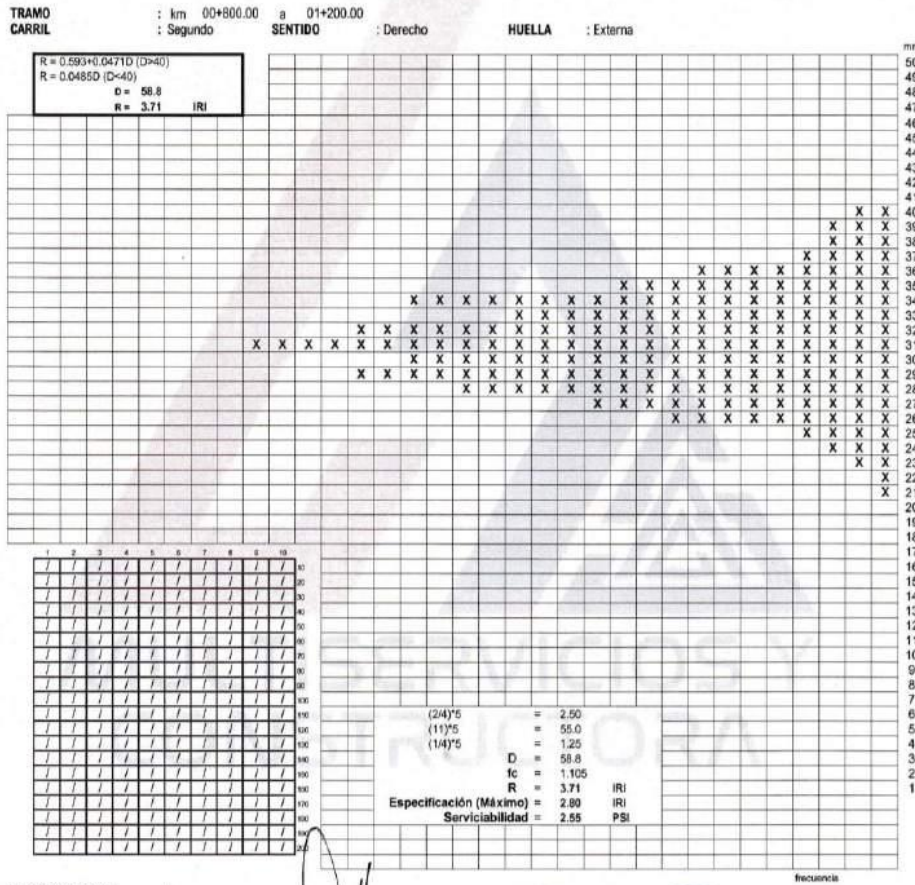
Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN

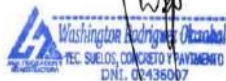
ASTM E1926-08 (2021)

Proyecto : EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y EL APLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO **Registro N°** : LH21-LEMP-214
Solicitante : BACH. RAMOS DEZA, YSSAM MAZOEL **Muestreado por** : ---
 BACH. CHAMBILLA VELASQUEZ, EDWIN DENNYS **Ensayado por** : W. Rodríguez
Ubicación de Proyecto : PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIBAR **Fecha de Ensayo** : 17/08/2021
Tipo : Carpeta asfáltica **Turno** : Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS



OBSERVACIONES :
 * Se tiene una serviciabilidad REGULAR



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH
 Juan Manuel Priozola Aguirre
 CIP. 45150
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN

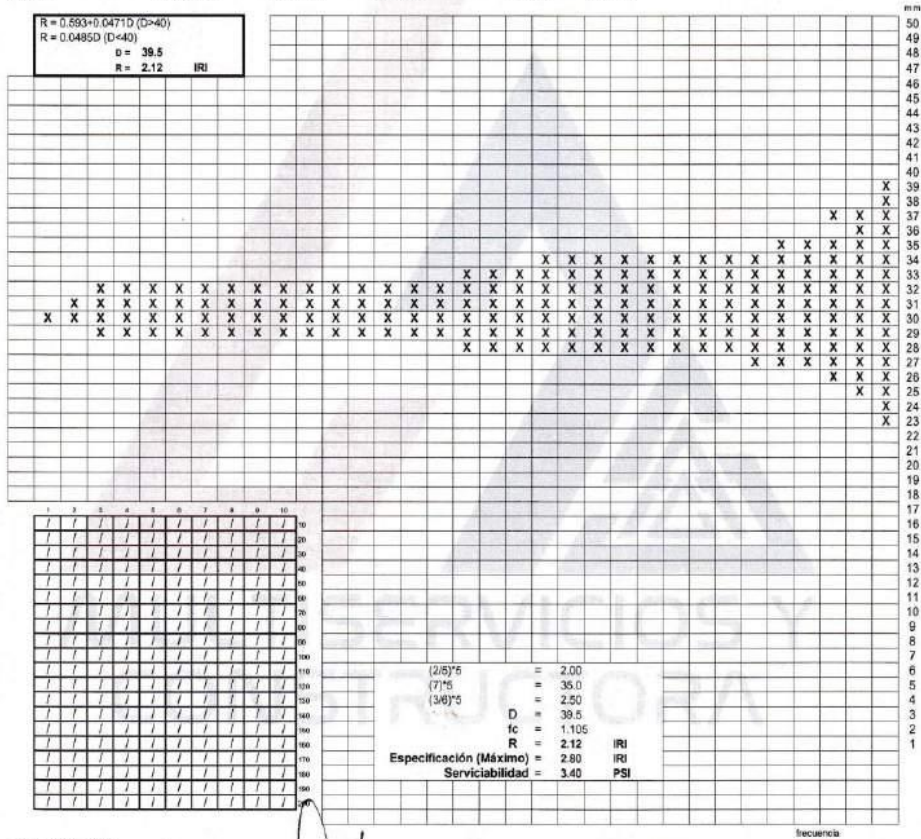
ASTM E1926-08 (2021)

Proyecto : EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y EL APPLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO **Registro N°** : LH21-LEMP-214
Solicitante : BACH. RAMOS DEZA, YSSAM MAZOEL **Muestreado por** : ----
 BACH. CHAMBILLA VELASQUEZ, EDWIN DENNYS **Ensayado por** : W. Rodriguez
Ubicación de Proyecto : PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIBAR **Fecha de Ensayo** : 17/08/2021
Tipo : Carpeta asfáltica **Turno** : Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

TRAMO : km 01+200.00 a 01+600.00
 CARRIL : Segundo SENTIDO : Derecho HUELLA : Externa

R = 0.593+0.0471D (D>40)
 R = 0.0485D (D<40)
 D = 39.5
 R = 2.12 IRI



(2/5)*5 = 2.00
 (7/5) = 35.0
 (3/8)*5 = 2.50
 D = 39.5
 fc = 1.105
 R = 2.12 IRI
 Especificación (Máximo) = 2.80 IRI
 Serviciabilidad = 3.40 PSI

OBSERVACIONES

* Se tiene una serviciabilidad BUENA





MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

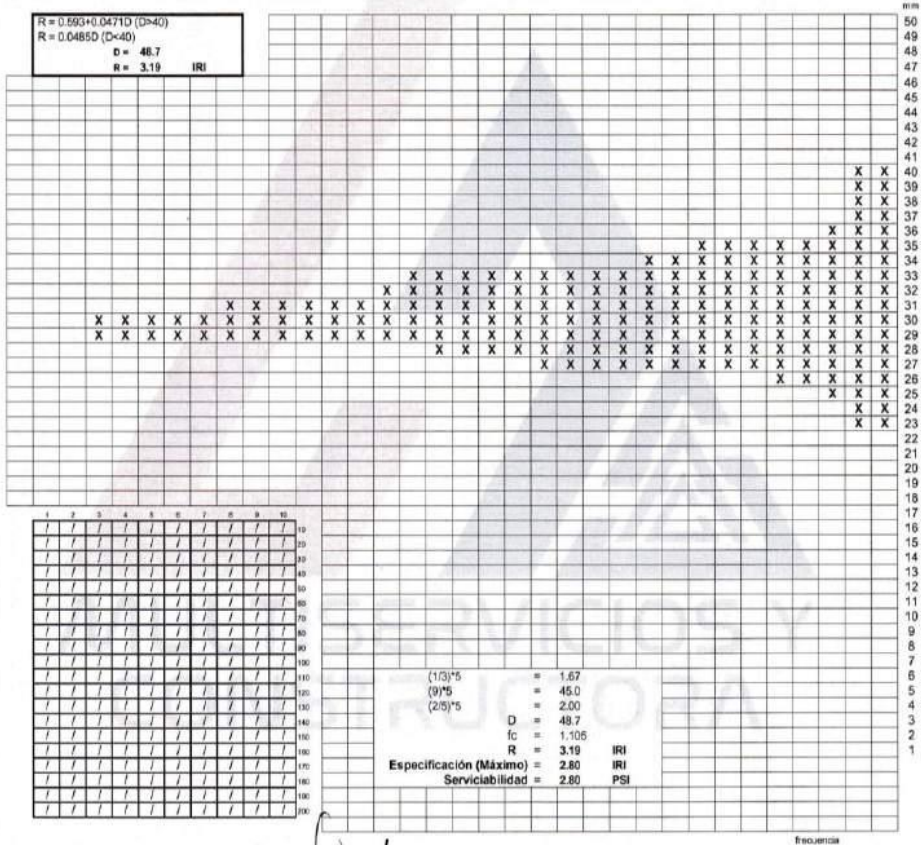
METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN

ASTM E1926-08 (2021)

Proyecto : EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y EL APLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO **Registro N°** : LH21-LEMP-214
Solicitante : BACH. RAMOS DEZA, YSSAM MAZOEL **Muestreado por** : ----
 BACH. CHAMBILLA VELASQUEZ, EDWIN DENNYS **Ensayado por** : W. Rodriguez
Ubicación de Proyecto : PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIBAR **Fecha de Ensayo** : 17/08/2021
Tipo : Carpeta asfáltica **Turno** : Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

TRAMO : km 01+600.00 a 02+000.00
CARRIL : Segundo **SENTIDO** : Derecho **HUELLA** : Externa



OBSERVACIONES
 * Se tiene una serviciabilidad REGULAR





MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

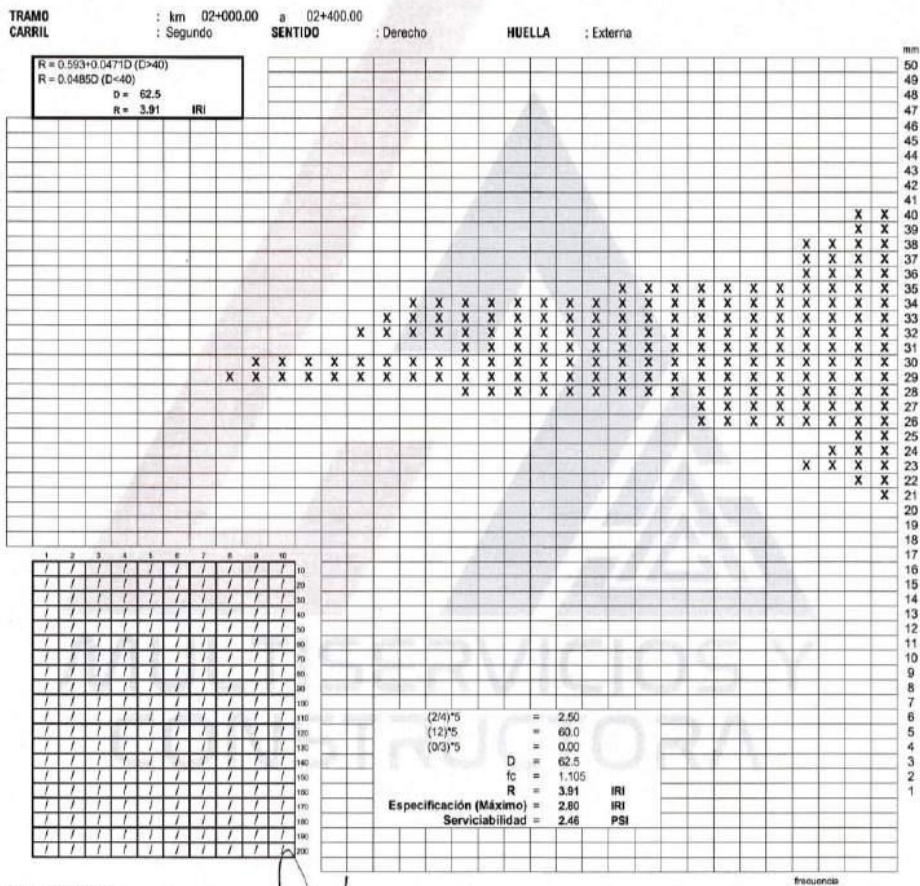
Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN

ASTM E1926-08 (2021)

Proyecto : EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y EL APLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO **Registro N°** : LH21-LEMP-214
Solicitante : BACH. RAMOS DEZA, YSSAM MAZOEL **Muestreado por** : ---
 BACH. CHAMBILLA VELASQUEZ, EDWIN DENNYS **Ensayado por** : W. Rodriguez
Ubicación de Proyecto : PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIBAR **Fecha de Ensayo** : 17/08/2021
Tipo : Carpeta asfáltica **Turno** : Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS



OBSERVACIONES :
 * Se tiene una serviciabilidad REGULAR

Washington Rodríguez Obarabal
 INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 D.N.I. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH
 Juan Manuel Frizanco Aguirre
 CIP: 49130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN

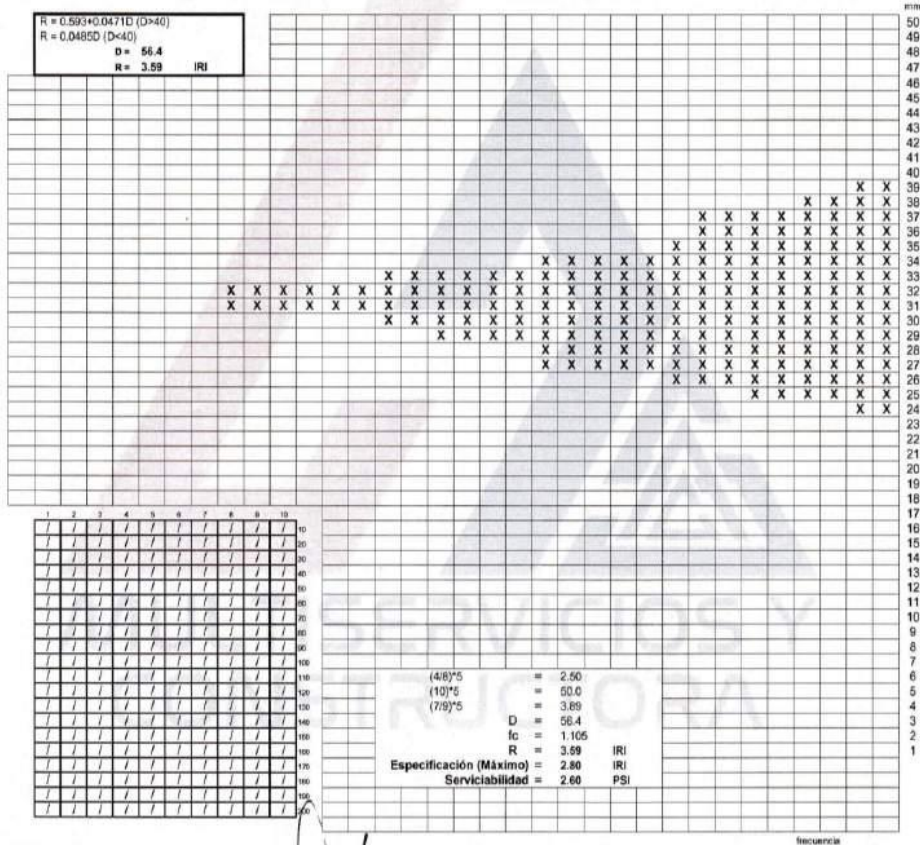
ASTM E1926-08 (2021)

Proyecto : EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y EL APLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO **Registro N°** : LH21-LEMP-214
Solicitante : BACH. RAMOS DEZA, YSSAM MAZOEL **Muestreado por** : ----
Ubicación de Proyecto : PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIBAR **Ensayado por** : W. Rodriguez
Tipo : Carpeta asfáltica **Fecha de Ensayo** : 17/08/2021
Turno : Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

TRAMO : km 02+400.00 a 02+800.00 **HUELLA** : Externa
CARRIL : Segundo **SENTIDO** : Derecho

R = 0.5934(0.0471D) (D>40)
 R = 0.0485D (D<40)
 D = 56.4
 R = 3.59 IRI



OBSERVACIONES
 * Se tiene una serviciabilidad REGULAR

Washington Rodríguez Macabail
 REC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH

Juan Manuel Frizanco Aguirre
 CIP. 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh_sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN

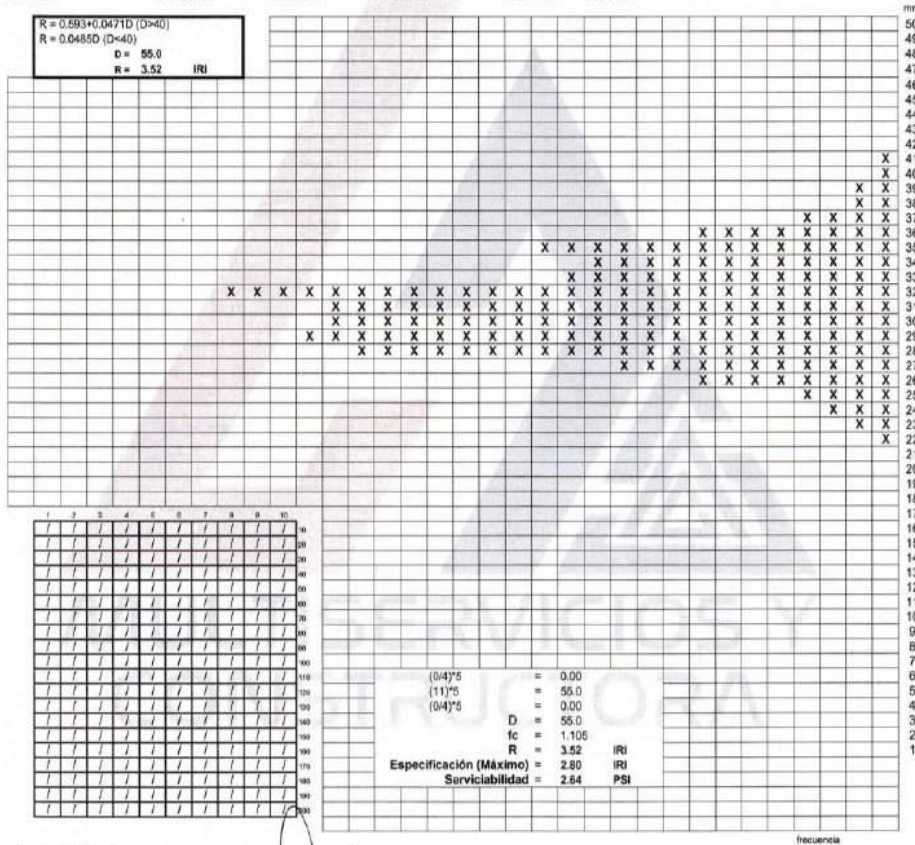
ASTM E1926-08 (2021)

Proyecto : EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y EL APLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO **Registro N°** : LH21-LEMP-214
Solicitante : BACH. RAMOS DEZA, YSSAM MAZOEL **Muestreado por** : ---
 BACH. CHAMBILLA VELASQUEZ, EDWIN DENNYS **Ensayado por** : W. Rodriguez
Ubicación de Proyecto : PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIBAR **Fecha de Ensayo** : 17/08/2021
Tipo : Carpeta asfáltica **Turno** : Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

TRAMO : km 02+800.00 a 03+200.00 **HUELLA** : Externa
CARRIL : Segundo **SENTIDO** : Derecho

$R = 0.593 + 0.0471D$ (D>40)
 $R = 0.0485D$ (D<40)
 D = 55.0
 R = 3.52 IRI



OBSERVACIONES

* Se tiene una serviciabilidad REGULAR

Washington Rodríguez Chazabal
 INGENIERO
 REC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI. 82436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH

Juan Manuel Frezco Aguirre
 CIP. 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN

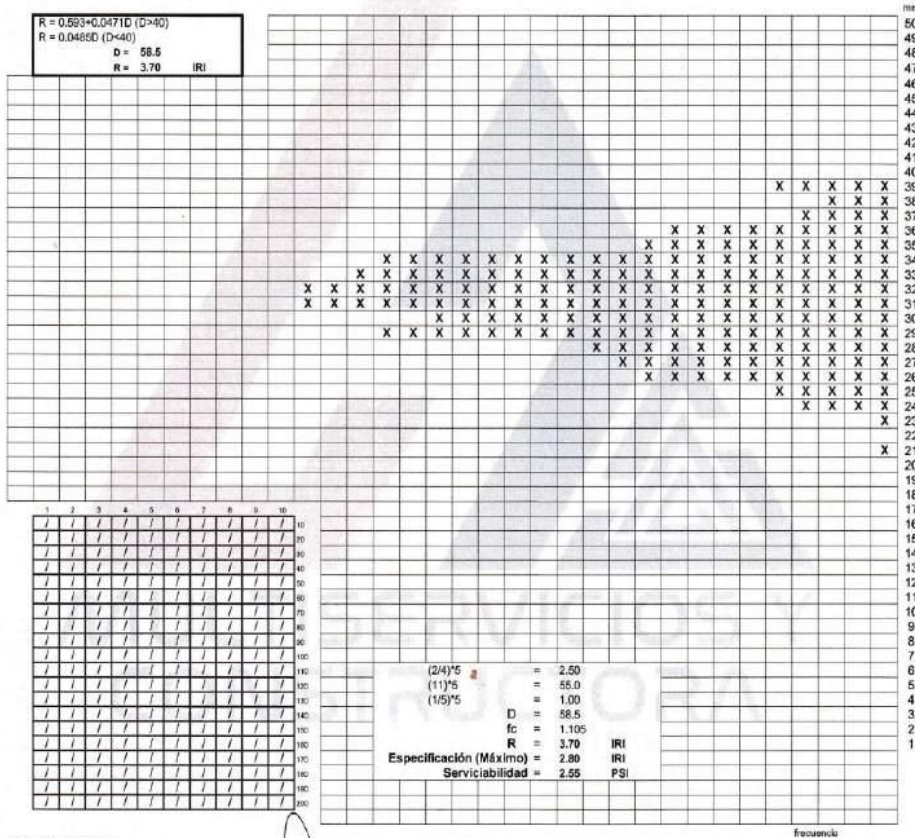
ASTM E1926-08 (2021)

Proyecto : EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y EL APLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO **Registro N°** : LH21-LEMP-214
Solicitante : BACH. RAMOS DEZA, YSSAM MAZOEL **Muestreado por** : ---
 BACH. CHAMBILLA VELASQUEZ, EDWIN DENNYS **Ensayado por** : W. Rodriguez
Ubicación de Proyecto : PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIBAR **Fecha de Ensayo** : 17/08/2021
Tipo : Carpeta asfáltica **Turno** : Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

TRAMO : km 00+000.00 a 00+400.00
 CARRIL : Segundo SENTIDO : Izquierdo HUELLA : Externa

$R = 0.593 + 0.0471D$ (D=40)
 $R = 0.0486D$ (D=40)
 D = 58.5
 R = 3.70 IRI



OBSERVACIONES
 * Se tiene una serviciabilidad REGULAR

Washington Rodriguez Chacabal
 REC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI. 82436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH

Juan Manuel Przancho Aguirre
 CIP. 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

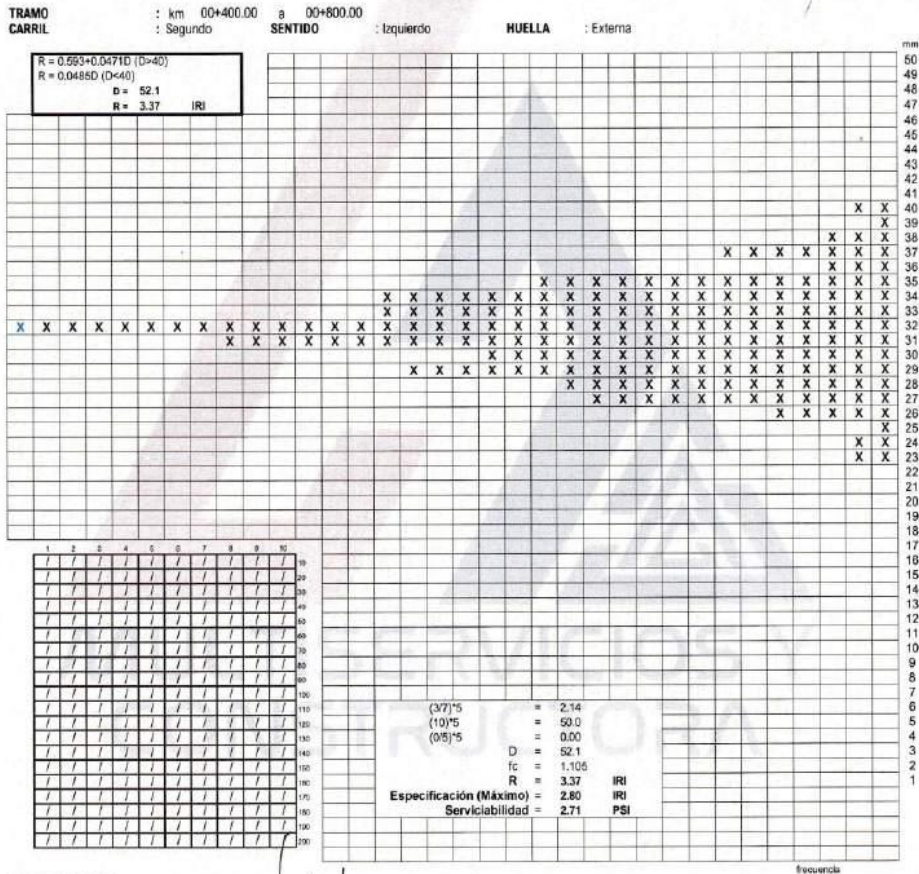
Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN

ASTM E1926-08 (2021)

Proyecto : EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y EL APLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMON BOLIVAR, PUNO **Registro N°** : LH21-LEMP-214
Solicitante : BACH. RAMOS DEZA, YSSAM MAZDEL **Muestreado por** : ---
 BACH. CHAMBILLA VELASQUEZ, EDWIN DENNYS **Ensayado por** : W. Rodríguez
Ubicación de Proyecto : PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIVAR **Fecha de Ensayo** : 17/08/2021
Tipo : Carpeta asfáltica **Turno** : Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS



OBSERVACIONES

* Se tiene una serviciabilidad REGULAR

Washington Rodríguez Charabiel
 MEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH

Juan Manuel Frizanco Aguirre
 CIP. 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN

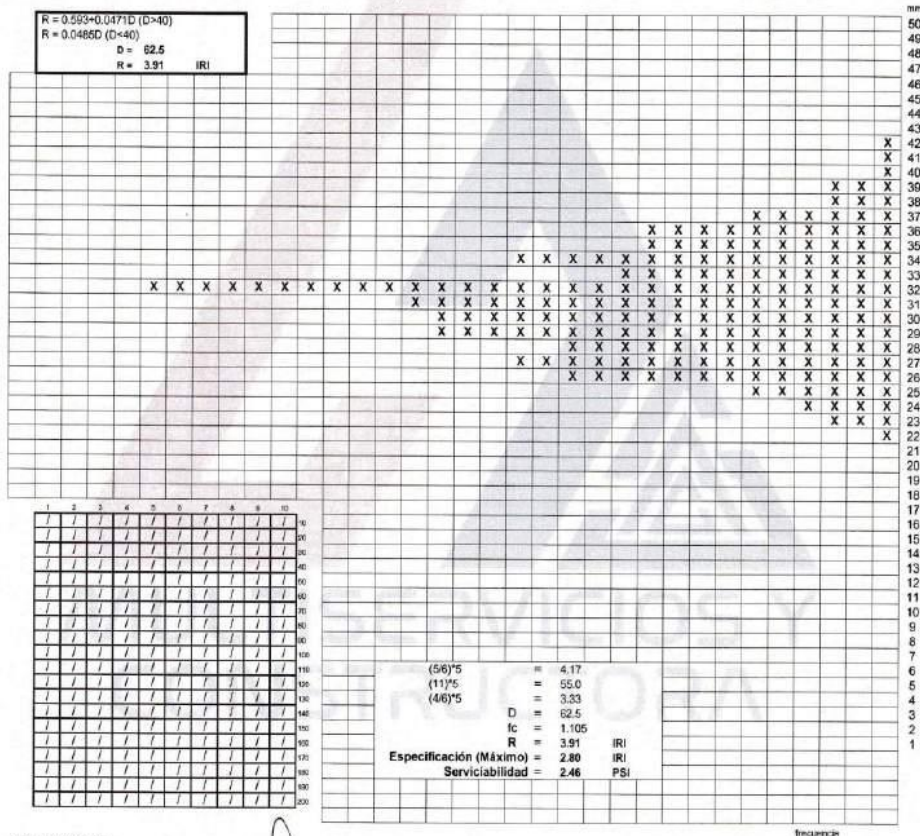
ASTM E1926-08 (2021)

Proyecto : EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y EL APLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO **Registro N°** : LH21-LEMP-214
Solicitante : BACH. RAMOS DEZA, YSSAM MAZOEL **Muestreado por** : ----
 BACH. CHAMBILLA VELASQUEZ, EDWIN DENNYS **Ensayado por** : W. Rodríguez
Ubicación de Proyecto : PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIBAR **Fecha de Ensayo** : 17/08/2021
Tipe : Carpeta asfáltica **Turno** : Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

TRAMO : km 00+800.00 a 01+200.00 **HUELLA** : Externa
CARRIL : Segundo **SENTIDO** : Izquierdo

$R = 0.593 + 0.0471D$ (D > 40)
 $R = 0.0485D$ (D < 40)
 D = 62.5
 R = 3.91 IRI



(5/6)*5 = 4.17
 (11)*5 = 55.0
 (4/6)*5 = 3.33
 D = 62.5
 fc = 1.105
 R = 3.91 IRI
 Especificación (Máximo) = 2.80 IRI
 Serviciabilidad = 2.46 PSI

OBSERVACIONES

* Se tiene una serviciabilidad REGULAR

Washington Rodríguez Okazabel
 INGENIERO EN MEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI. 03436009



Juan Manuel Frizoncho Aguirre
 CIP. 45110
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

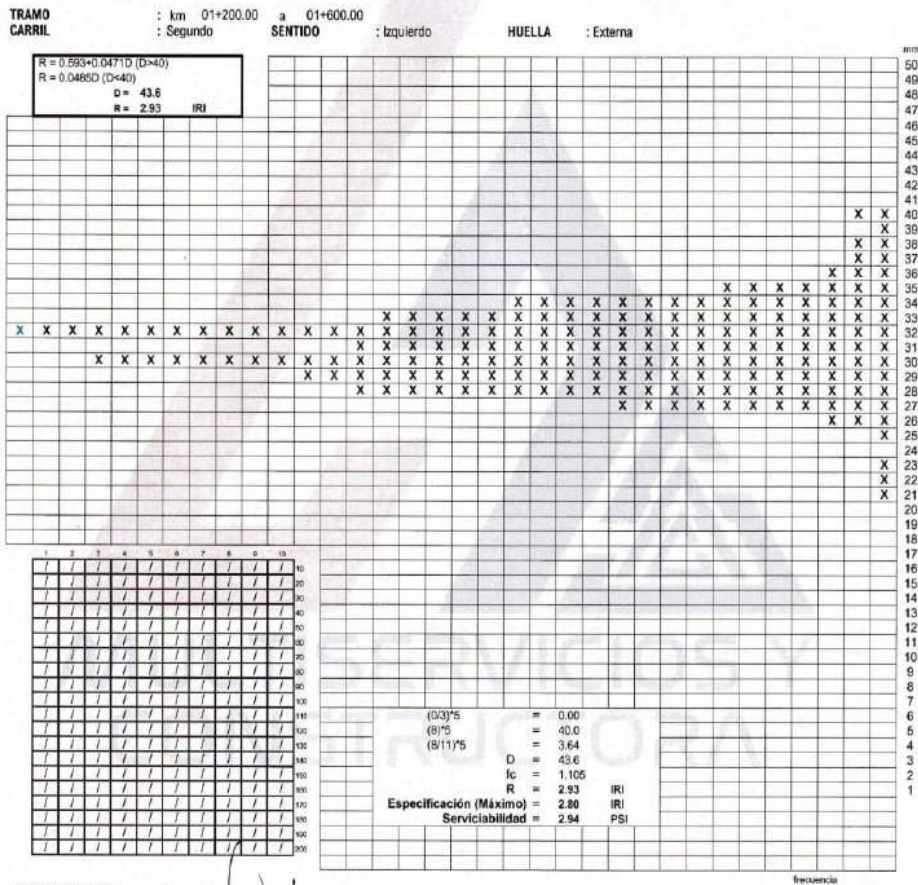
Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN

ASTM E1926-08 (2021)

Proyecto : EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y EL APLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO **Registro N°** : LH21-LEMP-214
Solicitante : BACH. RAMOS DEZA, YSSAM MAZOEL **Muestreado por** : ----
 BACH. CHAMBILLA VELASQUEZ, EDWIN DENNY **Ensayado por** : W. Rodriguez
Ubicación de Proyecto : PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIBAR **Fecha de Ensayo** : 17/08/2021
Tipo : Carpeta asfáltica **Turno** : Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS



OBSERVACIONES

* Se tiene una serviciabilidad REGULAR





MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN

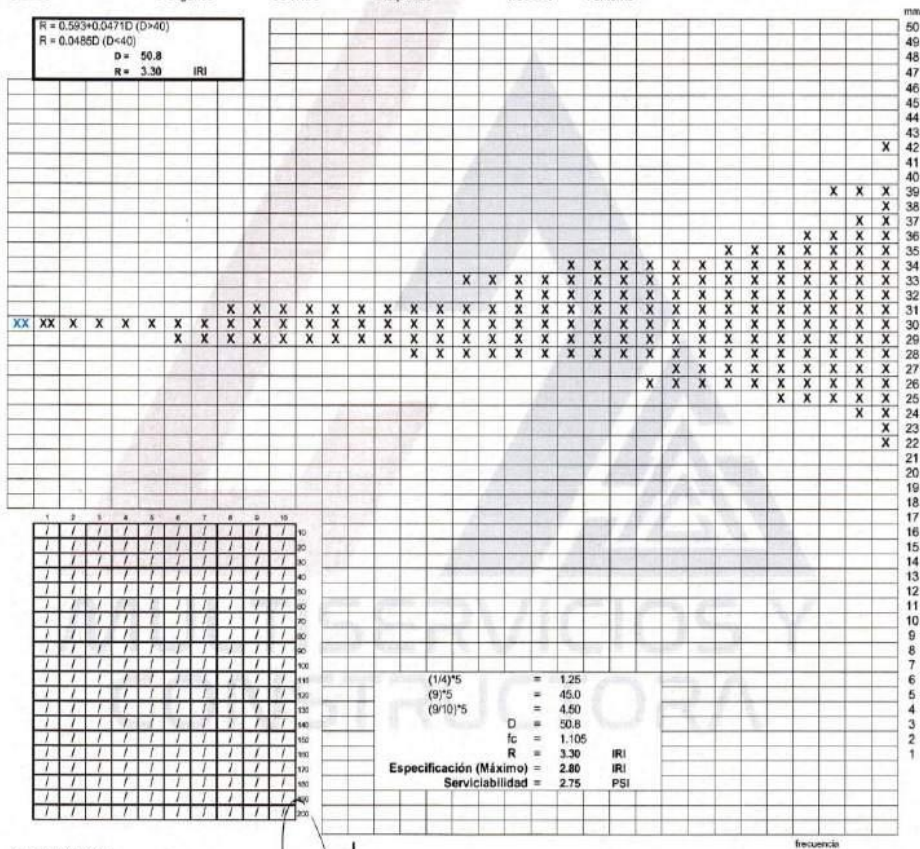
ASTM E1926-08 (2021)

Proyecto : EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y EL APLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO **Registro N°** : LH21-LEMP-214
Solicitante : BACH. RAMOS DEZA, YSSAM MAZOEL **Muestreado por** : ---
 BACH. CHAMBILLA VELASQUEZ, EDWIN DENNY **Ensayado por** : W. Rodriguez
Ubicación de Proyecto : PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIBAR **Fecha de Ensayo** : 17/08/2021
Tipo : Carpeta asfáltica **Turno** : Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

TRAMO : km 01+600.00 a 02+000.00 **HUELLA** : Externa
CARRIL : Segundo **SENTIDO** : Izquierdo

$R = 0.593 + 0.0471D (D > 40)$
 $R = 0.0485D (D < 40)$
 $D = 50.8$
 $R = 3.30$ IRI



OBSERVACIONES
 * Se tiene una serviciabilidad REGULAR

Washington Rodríguez Obando
 INGENIERO EN MEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 DNI. 02435037



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH

Juan Manuel Prizanco Aguirre
 CIP. 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN

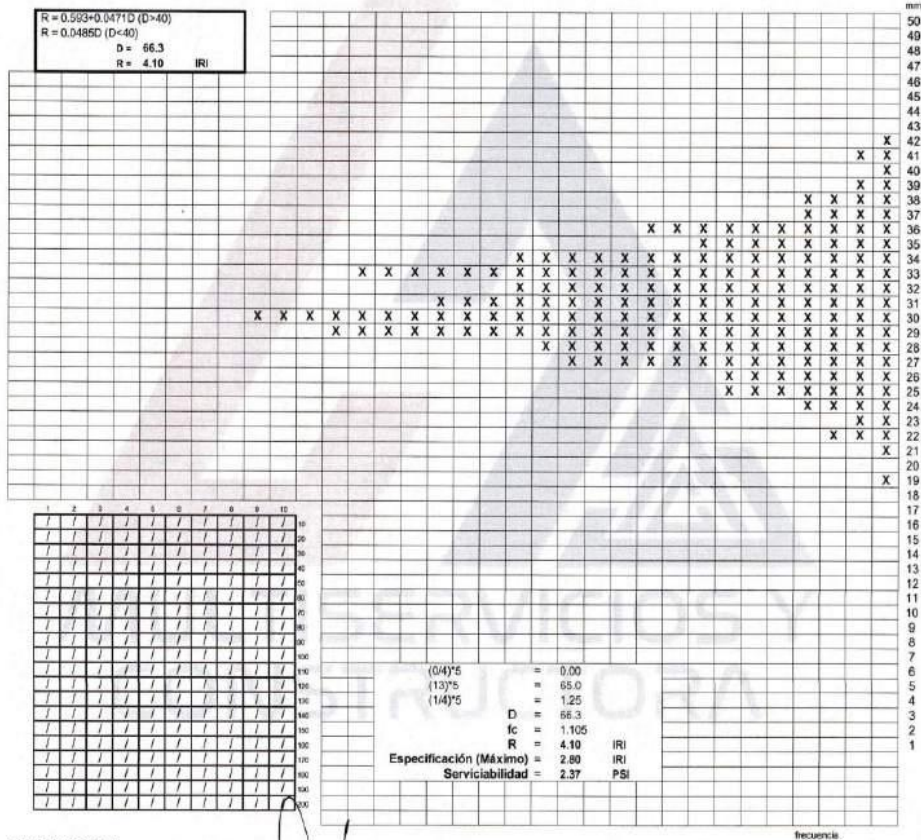
ASTM E1926-08 (2021)

Proyecto : EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y EL APLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO **Registro N°** : LH21-LEMP-214
Solicitante : BACH. RAMOS DEZA, YSSAM MAZOEL **Muestreado por** : ----
 BACH. CHAMBILLA VELASQUEZ, EDWIN DENNYS **Ensayado por** : W. Rodriguez
Ubicación de Proyecto : PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIBAR **Fecha de Ensayo** : 17/08/2021
Tipo : Carpeta asfáltica **Turno** : Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

TRAMO : km 02+000.00 a 02+400.00
CARRIL : Segundo **SENTIDO** : Izquierdo **HUELLA** : Externa

R = 0.593+0.0471D (D>40)
 R = 0.0485D (D<40)
 D = 66.3
 R = 4.10 IRI



(04)°S = 0.00
 (13)°S = 65.0
 (14)°S = 1.25
 D = 66.3
 fc = 1.105
 R = 4.10 IRI
 Especificación (Máximo) = 2.80 IRI
 Serviciabilidad = 2.37 PSI

OBSERVACIONES

* Se tiene una serviciabilidad REGULAR

Washington Rodríguez Chazabal
 INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI. 82495600



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH

Juan Manuel Franco Aguirre
 CIP. 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN

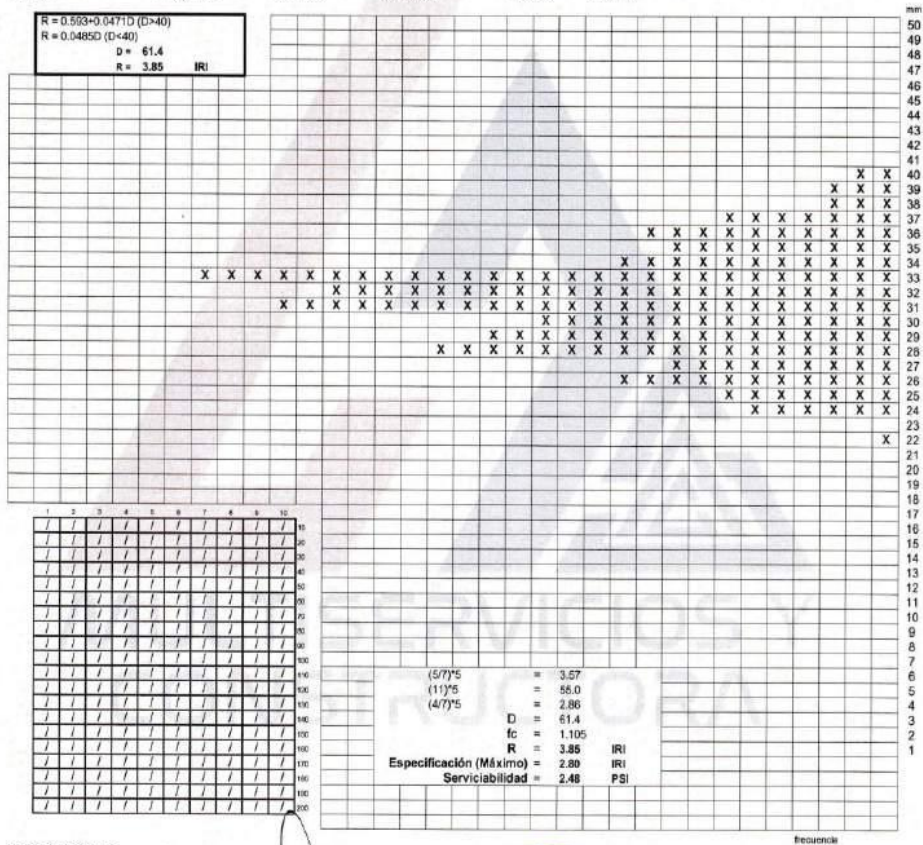
ASTM E1926-08 (2021)

Proyecto : EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y EL APLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO **Registro N°** : LH21-LEMP-214
Solicitante : BACH. RAMOS DEZA, YSSAM MAZOEL **Muestreado por** : ----
 BACH. CHAMBILLA VELASQUEZ, EDWIN DENNYS **Ensayado por** : W. Rodriguez
Ubicación de Proyecto : PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIBAR **Fecha de Ensayo** : 17/08/2021
Tipo : Carpeta asfáltica **Turno** : Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

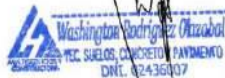
TRAMO : km 02+400.00 a 02+800.00
CARRIL : Segundo **SENTIDO** : Izquierdo **HUELLA** : Externa

$R = 0.593 + 0.0471D$ (D>40)
 $R = 0.0485D$ (D<40)
 D = 61.4
 R = 3.85 IRI



OBSERVACIONES

* Se tiene una serviciabilidad REGULAR





MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

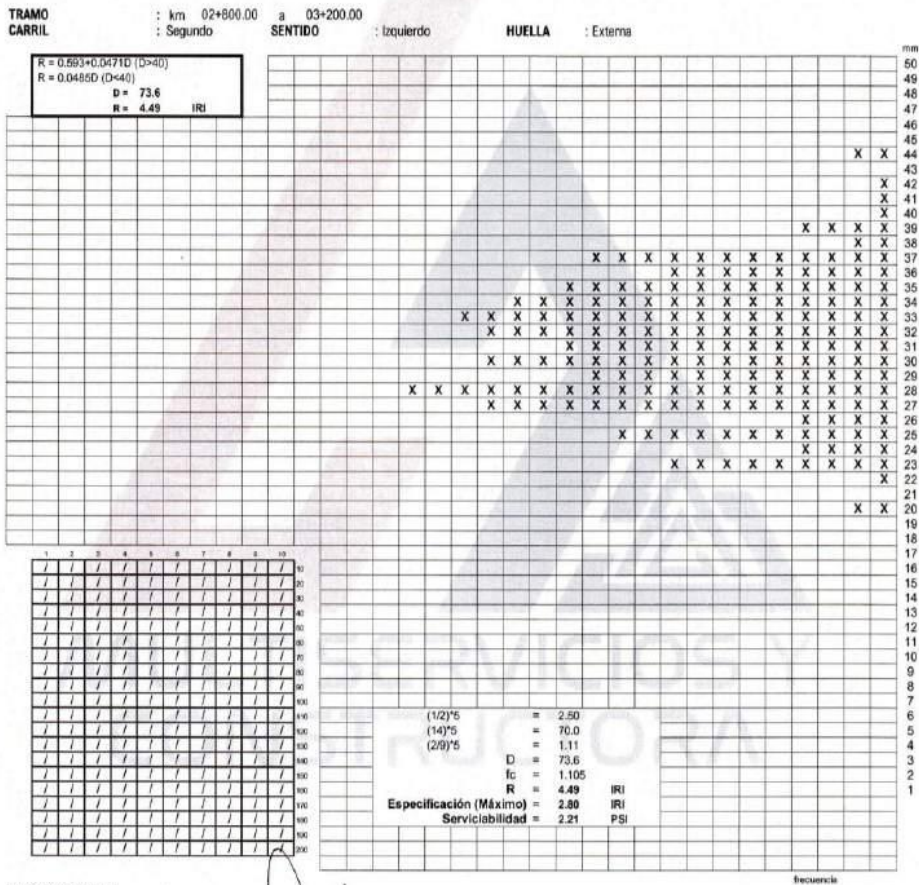
Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS CON EL EQUIPO MERLIN

ASTM E1926-08 (2021)

Proyecto	: EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y EL APLICATIVO ROADROID EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, PUNO	Registro N°	: LH21-LEMP-214
Solicitante	: BACH. RAMOS DEZA, YSSAM MAZOEL	Muestreado por	: ---
	: BACH. CHAMBILLA YELASQUEZ, EDWIN DENNYS	Ensayado por	: W. Rodríguez
Ubicación de Proyecto	: PUNO - PUNO - AV SIMON BOLIBAR	Fecha de Ensayo	: 17/08/2021
Tipo	: Carpeta asfáltica	Turno	: Diurno

CÁLCULO GRÁFICO DE RUGOSIDAD - HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS



OBSERVACIONES

* Se tiene una serviciabilidad REGULAR



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH

Juan Manuel Frizoncho Aguirre
 CIP: 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C

CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA



Venta de Artículos de Construcción Como:
 Cemento, Pintura, Tuberías PVC, Equipos de Protección Personal,
 Accesorios y Equipos Para Agua, Diseño, Electricidad,
 Comunicaciones, Electrodomésticos, Agregados Puesto en Obra,
 Alquiler de Maquinaria y Equipo Pesado y Liviano,
 Actividades de Consultoría de Gestión

CEL: 956 020220 / 988 080809

JR. HONDURAS MZA. B26 LOTE. 75 - URB. TAPARACHI 1 SECTOR / JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

RUC. 20602295533

BOLETA DE VENTA

002 - Nº 000016

Señor(es): YSSAM MAZUEL RAMOS DEZA, EDWIN CHAMBILLA VELASQUEZ

FECHA		
Día	Mes	Año
19	08	21

Dirección: JP. (HUACUITO) # 315 - PUNO D.N.I. 4291759, 71044899

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. UNIT.	IMPORTE
01	SERVICIO DE ENSAYO DE ADHESIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON EQUIPO HELIX	1000.00	1000.00
 			
 			
 			
 			
 			
 			
 			
 			
 			

Son: MIL CON 00/100

Soles **TOTAL S/ 1000.00**

Dep. **OLISETE POMA POMA**
 RUC: 20602295533
 Jr. 7 de Junio Nro 610 - Telf: 322171
 Aut. N° 0629892213 - EL 27-01-2021
 Serie 902 del 000001 al 000100

[Signature]
 CANCELADO

USUARIO

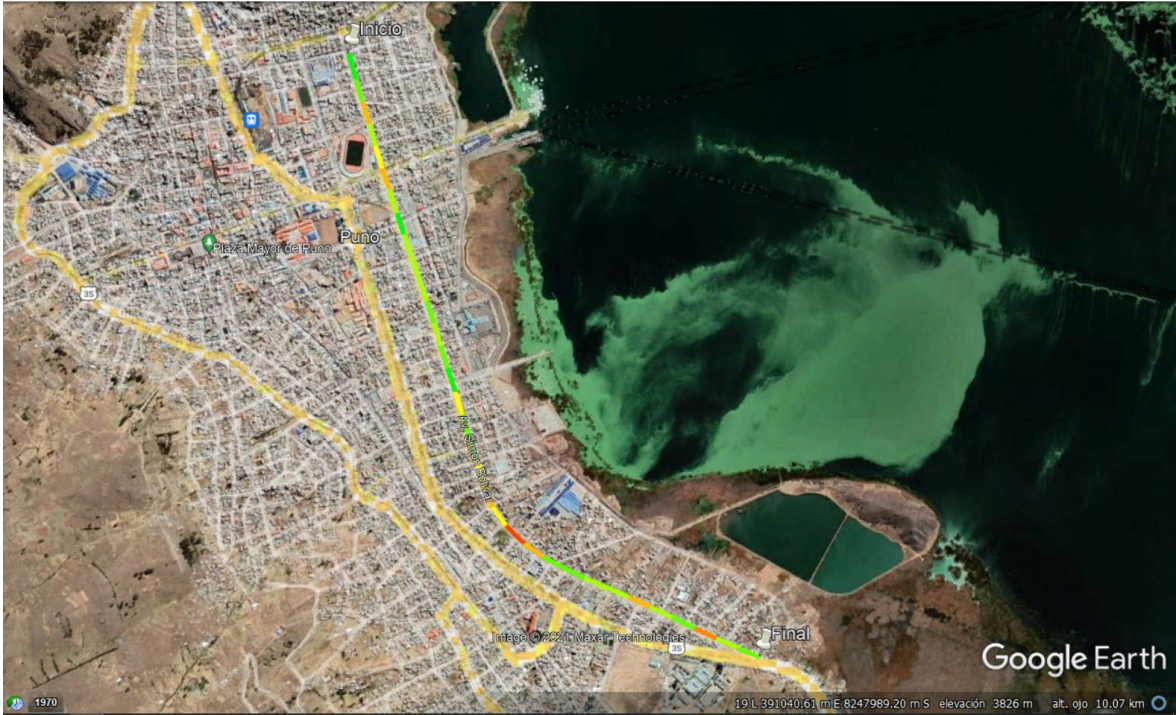


Imagen del Google Earth con el IRI-Calc-free

PANEL FOTOGRÁFICO



❖ Ubicación del tramo desde el punto de inicio



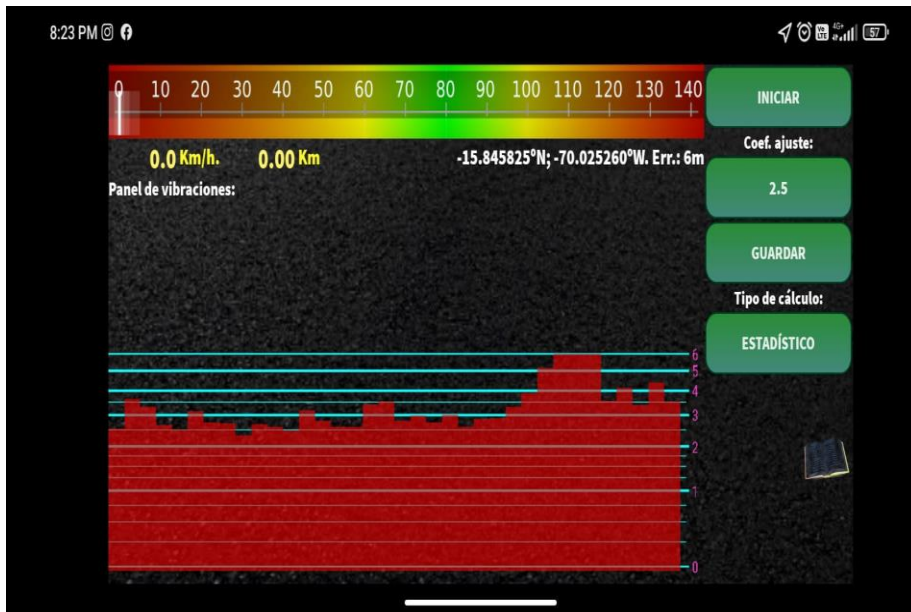
❖ Se observa la comprobación de dos metros de giro



❖ Se observa la realización del método de Merlín desde el km 0+000 de ida



❖ Instalando el smartphone en el parabrisas



- ❖ se aprecia que ya cargo las coordenadas y está listo para iniciar y registrar las vibraciones para determinar el iri



- ❖ Se ve que ya está registrando las vibraciones