

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA Av. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA.”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autor:

Bach. Milton Oswaldo Sangay Cusquisibán

Asesor:

Ing. Alejandro Cubas Becerra

Cajamarca - Perú

2019



Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

DEDICATORIA

Esta presente investigación está dedicada a mi madre Margarita Lucila Cusquisibán Cuzco, a mi abuelita Julia Cuzco de Cusquisibán, a mi abuelito Máximo Cusquisibán Fernández, a mi Tío Elías Cusquisibán Cuzco.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecer a Dios por darme la vida para poder llegar a disfrutar la culminación de este proceso de formación académica con la presentación de la presente investigación.

A mi Madre, que hizo el mayor esfuerzo en apoyándome moralmente y brindándome incondicionalmente su apoyo económico lo cual fue de gran importancia durante mi vida de estudiantil para la culminación de este objetivo.

A mis Abuelitos por darme el aliento necesario para continuar sin desvanecer en este proceso.

A la Universidad Privada del Norte, en el cual lleve a cabo los cinco años de vida Universitaria perteneciendo a la prestigiosa Facultad Académico Profesional de Ingeniería Civil, teniendo a Docentes capacitados en brindarnos la mejor enseñanza.

Al asesor, el Ing. Alejandro Cubas Becerra por brindarme su apoyo, conocimiento y el tiempo necesario.

Al director de Carrera, Ing. Orlando Aguilar Aliaga por transmitirme su conocimiento, experiencia, paciencia, motivación y comprensión para lograr terminar mis estudios con éxito.

A los Docentes y Compañeros de aula por que mediante la realización de trabajos en equipo aprendimos uno de otros y fue vital la ayuda para ir avanzando y poder ahora concluir nuestros deberes.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	10
ÍNDICE DE GRÁFICOS	11
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍA	13
ÍNDICE DE ECUACIONES	17
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	19
1.1. Realidad problemática	19
1.2. Formulación del problema	23
1.3. Objetivos	23
1.3.1. Objetivo general	23
1.3.2. Objetivos específicos	23
1.4. Hipótesis	24
1.4.1. Hipótesis general	24
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	25
2.1. Tipo de investigación	25
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	25
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	26
2.4. Procedimiento	26

2.4.1.	<i>Procediendo de recolección de datos</i>	26
2.4.2.	<i>Procedimiento de tratamiento y análisis de datos</i>	32
2.5.	Aspectos éticos	37
CAPÍTULO III. RESULTADOS		38
3.1.	Ubicación del tramo de estudio	38
3.1.1.	<i>Ubicación Política:</i>	38
3.1.2.	<i>Ubicación Geográfica:</i>	38
3.2	Clasificación de la vía	39
3.3	Características de la vía en estudio	39
3.3.1.	<i>Características Geométricas</i>	39
3.3.2	<i>Estructura del pavimento</i>	40
3.3.3	<i>Año de construcción y puesta en servicio: 2008</i>	40
3.3.4.	<i>Croquis del pavimento:</i>	40
3.4.	ESTUDIO DE TRÁFICO	41
3.5.	Evaluación con el equipo Merlin y lecturas de la rugosidad en la hoja de campo	42
3.5.1.	<i>Resultados del carril W-E (Interno) km 00+000 m hasta el km 01+600 m.</i>	42
3.5.1.1.	<i>ENSAYO N° 1 Carril W-E (Externo) km 00+000 m hasta el km 00+400 m.</i>	42
3.5.1.2.	<i>ENSAYO N° 2 Carril W-E (Externo) km 00+400 m hasta el km 00+800 m.</i>	44
3.5.1.3.	<i>ENSAYO N° 3 Carril W-E (Externo) km 00+800 m hasta el km 01+200 m.</i>	46
3.5.1.4.	<i>ENSAYO N° 4 Carril W-E (Externo) km 01+200 m hasta el km 01+600 m.</i>	48
3.6.	Resultados del carril W-E (Interno) km 00+000 m hasta el km 01+600 m.	50
3.6.1.	<i>ENSAYO N° 5 Carril W-E (Interno) km 00+000 m hasta el km 00+400 m.</i>	50
3.6.2.	<i>ENSAYO N° 6 Carril W-E (Interno) km 00+400 m hasta el km 00+800 m.</i>	52

3.6.3. ENSAYO N° 7 Carril W-E (Interno) km 00+800 m hasta el km 01+200 m.....	54
3.6.4. ENSAYO N° 8 Carril W-E (Interno) km 01+200 m hasta el km 01+600 m.....	56
3.7. Resultados del carril E-W (Externo) km 00+000 m hasta el km 01+600 m.	58
3.7.1. ENSAYO N° 9 Carril E-W (Externo) km 00+000 m hasta el km 00+000 m.....	58
3.7.2. ENSAYO N° 10 Carril E-W (Externo) km 00+400 m hasta el km 00+800 m.....	60
3.7.3. ENSAYO N° 11 Carril E-W (Externo) km 00+800 m hasta el km 01+200 m.....	62
3.7.4. ENSAYO N° 12 Carril E-W (Externo) km 01+200 m hasta el km 01+600 m.....	64
3.8. Resultados del carril E-W (Interno) km 00+000 m hasta el km 01+600 m.	66
3.8.1. ENSAYO N° 13 Carril E-W (Interno) km 00+000 m hasta el km 00+400 m.....	66
3.8.2. ENSAYO N° 14 Carril E-W (Interno) km 00+400 m hasta el km 00+800 m.....	68
3.8.3. ENSAYO N° 15 Carril E-W (Interno) km 00+800 m hasta el km 01+200 m.....	70
3.8.4. ENSAYO N° 16 Carril E-W (Interno) km 01+200 m hasta el km 01+600 m.....	72
3.9. RESUMEN DE LA RUGOSIDAD SOBRE LA CARPETA ASFALTICA	74
3.9.1. PARA EL CARRIL W(oeste)- E(este).	74
3.9.2. PARA EL CARRIL E(este) - W(oeste)	74
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	77
4.1 Discusión	77
4.3. Conclusiones	79
REFERENCIAS	80
ANEXOS.....	81
Anexo N° 1: Tablero Rugosímetro Merlin.	81
Anexo N° 2: Formato Conteo Tráfico.	82
Anexo 3: Formato Rugosímetro Merlin.	83

Anexo 4: Cálculo para los histogramas y el IRI	84
Anexo 5: Datos de campo Equipo Merlin	85
Anexo 6: Datos de campo - Estudio de Tráfico.....	101
Anexo 7:Intervalos de desviaciones.	108
Anexo 8: Equipo Merlin.....	108
Anexo 9: Plano de ubicación.....	109
Anexo 10: Plano Topográfico	111
Anexo 11: Panel fotográfico.....	113
Anexo 12: Validación de Formatos IRI y Conteo Tráfico.....	132
Anexo N° 13: Pronunciamento sobre informe de Tesis.....	142

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1 <i>Rugosidad según el tipo de carreteras.</i>	31
TABLA N° 2 <i>Estado vial según rugosidad.</i>	31
TABLA N° 3 <i>Caracterización del PSI.</i>	36
TABLA N° 4 <i>Clasificación de la serviciabilidad mediante IRI y PSI.</i>	37
TABLA N° 5 <i>Ubicación geográfica</i>	38
TABLA N° 6 <i>Descripción geométrica de la vía.</i>	39
TABLA N° 7 <i>Muestra 1 km 00 + 400 m del carril W - E externo.</i>	43
TABLA N° 8 <i>Muestra 2 km 0+400 m – km 0+800 m del carril W-E externo.</i>	45
TABLA N° 9 <i>Muestra 3 km 0+800 m – km 01+200 m del carril W-E externo.</i>	47
TABLA N° 10 <i>Muestra 4 km 01+200 m – km 01+600 m del carril W-E externo.</i>	49
TABLA N° 11 <i>Muestra 5 km 0+000 m – km 0+400 m del carril W-E interno.</i>	51
TABLA N° 12 <i>Muestra 6 km 0+400 m – km 0+800 m del carril W-E interno.</i>	53
TABLA N° 13 <i>Muestra 7 km 0+800 m – km 1+200 m del carril W-E interno.</i>	55
TABLA N° 14 <i>Muestra 8 km 01+200 m – km 01+600 m del carril W-E interno.</i>	57
TABLA N° 15 <i>Muestra 9 km 0+000 m – km 0+400 m del carril W-E externo.</i>	59
TABLA N° 16 <i>Muestra 10 km 0+400 m – km 0+800 m del carril W-E externo.</i>	61
TABLA N° 17 <i>Muestra 11 km 0+800 m – km 01+200 m del carril W-E externo.</i>	63
TABLA N° 18 <i>Muestra 12 km 01+200 m – km +600 m del carril W-E externo.</i>	65
TABLA N° 19 <i>Muestra 13 km 0+000 m – km 0+400 m del carril W-E interno.</i>	67
TABLA N° 20 <i>Muestra 14 km 0+400 m – km 0+800 m del carril W-E interno.</i>	69
TABLA N° 21 <i>Muestra 15 km 0+000 m – km 0+400 m del carril W-E interno.</i>	71
TABLA N° 22 <i>Muestra 16 km 01+200 m – km 01+600 m del carril W-E interno.</i>	73
TABLA N° 23 <i>Cuadro resumen de las muestras tomadas en el carril w(oeste)-E(este)</i>	74

TABLA N° 24 Cuadro resumen de las muestras tomadas en el carril E(este) - w(oeste). ...	74
TABLA N° 25 Cuadro resumen del IRIC (Índice de Rugosidad Internacional característico).	75
TABLA N° 26 Cuadro resumen para graficar los rugogramas.....	75
TABLA N° 27 Mediante las fórmulas 7 y 8 calcularemos el nivel de servicio por carril: ...	76
TABLA N° 28 Nivel de servicio por carril.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>FIGURA N° 1:</i> Ubicación de la zona de estudio.	39
<i>FIGURA N° 2:</i> Sección típica de la vía.	40
<i>FIGURA N° 3:</i> Croquis del pavimento en estudio, mostrando su orientación al norte.	40

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>GRÁFICO N° 1:</i> Escala de Rugosidad para distintos pavimentos.	30
<i>GRÁFICO N° 2:</i> Histograma de la muestra 1 carril W-E (externo) km 000 + 000 m - km 000 + 400 m.....	43
<i>GRÁFICO N° 3:</i> Histograma de la muestra 2 carril W - E (externo) km 000 + 400 m - km 000 + 800 m.....	45
<i>GRÁFICO N° 4:</i> Histograma de la muestra 3 carril W - E (externo) km 000 + 800 m - km 001 + 200 m.....	47
<i>GRÁFICO N° 5:</i> Histograma de la muestra 4 carril W - E (externo) km 001 + 200 m - km 001 + 600 m.....	49
<i>GRÁFICO N° 6:</i> Histograma de la muestra 5 carril W - E (interno) km 000 + 000 m - km 000 + 400 m.....	51
<i>GRÁFICO N° 7:</i> Histograma de la muestra 6 carril W - E (interno) km 000 + 400 m - km 000 + 800 m.....	53
<i>GRÁFICO N° 8:</i> Histograma de la muestra 7 carril W - E (interno) km 000 + 800 m - km 001 + 200 m.....	55
<i>GRÁFICO N° 9:</i> Histograma de la muestra 8 carril W - E (interno) km 001 + 200 m - km 001 + 600 m.....	57
<i>GRÁFICO N° 10:</i> Histograma de la muestra 9 carril E - W (externo) km 000 + 000 m - km 000 + 400 m.....	59
<i>GRÁFICO N° 11:</i> Histograma de la muestra 10 carril W - E (interno) km 000 + 400 m - km 000 + 800 m.....	61
<i>GRÁFICO N° 12:</i> Histograma de la muestra 11 carril W - E (externo) km 000 + 800 m - km 001 + 200 m.....	63

<i>GRÁFICO N° 13:</i> Histograma de la muestra 12 carril W - E (externo) km 001 + 200 m - km 001 + 600 m.....	65
<i>GRÁFICO N° 14:</i> Histograma de la muestra 13 carril W - E (interno) km 000 + 000 m - km 000 + 400 m.....	67
<i>GRÁFICO N° 15:</i> Histograma de la muestra 14 carril W - E (interno) km 000 + 400 m - km 000 + 800 m.....	69
<i>GRÁFICO N° 16:</i> Histograma de la muestra 15 carril W - E (interno) km 000 + 800 m - km 001 + 200 m.....	71
<i>GRÁFICO N° 17:</i> Histograma de la muestra 16 carril W - E (interno) km 001 + 200 m - km 001 + 600 m.....	73
<i>GRÁFICO N° 18:</i> Rugograma carril W – E.	76
<i>GRÁFICO N° 19:</i> Rugograma carril E – W.	76

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍA

<i>FOTOGRAFÍA N° 1:</i> Se ubicó la estación N°01 para el levantamiento topográfico con el Ing. Alejandro Cubas Becerra.....	114
<i>FOTOGRAFÍA N° 2:</i> Se continuo con el levantamiento topográfico con la toma del BM-2.	114
<i>FOTOGRAFÍA N° 3:</i> Se ubicó la estación N°02.....	114
<i>FOTOGRAFÍA N° 4:</i> Se ubicó la estación N°03.....	115
<i>FOTOGRAFÍA N° 5:</i> Se continuo con el levantamiento topográfico con la toma del BM-3.	115
<i>FOTOGRAFÍA N° 6:</i> Se ubicó la estación N°04.....	115
<i>FOTOGRAFÍA N° 7:</i> Se ubicó la estación N°05.....	116
<i>FOTOGRAFÍA N° 8:</i> Se continuo con el levantamiento topográfico con la toma del BM-5.	116
<i>FOTOGRAFÍA N° 9:</i> Tramo final del levantamiento topográfico en supervisión del Ing. Alejandro Cubas Becerra.....	116
<i>FOTOGRAFÍA N° 10:</i> Se comenzó con el ensayo mediante el rugosímetro de Merlin para obtener la rugosidad.	117
<i>FOTOGRAFÍA N° 11:</i> Verificación que la regla metálica se encuentre nivelada.	117
<i>FOTOGRAFÍA N° 12:</i> El rugosímetro Merlin sobre la regla metálica nivelada para calcular el factor de corrección y lectura inicial.	117
<i>FOTOGRAFÍA N° 13:</i> Tablero del rugosímetro de Merlin donde la hoja dividida en elevaciones y depresiones.....	118
<i>FOTOGRAFÍA N° 14:</i> Se midió la distancia que avanzo el rugosímetro de Merlin.....	118

<i>FOTOGRAFÍA N° 15:</i> Calculo del factor de corrección = 0.9 con el espesor de la pastilla.	118
<i>FOTOGRAFÍA N° 16:</i> Explicaciones del ingeniero para la toma de irregularidades del pavimento.	119
<i>FOTOGRAFÍA N° 17:</i> Primera lectura de irregularidad del pavimento.	119
<i>FOTOGRAFÍA N° 18:</i> Lecturas de irregularidades del pavimento para el carril W(Oeste)-E(este) Externo.	119
<i>FOTOGRAFÍA N° 19:</i> El vigía avanza con los conos y paletas de seguridad.	120
<i>FOTOGRAFÍA N° 20:</i> Lectura de la irregularidad del pavimento para el kilómetro km 00+070m.....	120
<i>FOTOGRAFÍA N° 21:</i> Lectura de la irregularidad del pavimento para el kilómetro km 00+080m.....	120
<i>FOTOGRAFÍA N° 22:</i> Lectura de la irregularidad del pavimento para el kilómetro km 00+130m.....	121
<i>FOTOGRAFÍA N° 23:</i> Lectura de la irregularidad del pavimento para el kilómetro km 00+140m.....	121
<i>FOTOGRAFÍA N° 24:</i> Lectura de la irregularidad del pavimento para el kilómetro 0km+270m.	121
<i>FOTOGRAFÍA N° 25:</i> km 00+ 450m y la supervisión del Ing. Alejandro Cubas Becerra.	122
<i>FOTOGRAFÍA N° 26:</i> Irregularidades del pavimento km 00 +550 m.....	122
<i>FOTOGRAFÍA N° 27:</i> Irregularidades del pavimento km 00 +600 m.....	122
<i>FOTOGRAFÍA N° 28:</i> Irregularidades del pavimento km 00 +800 m.....	123
<i>FOTOGRAFÍA N° 29:</i> Irregularidades del pavimento km 00 +900 m.....	123
<i>FOTOGRAFÍA N° 30:</i> Irregularidades del pavimento km 01 +350 m.....	123

<i>FOTOGRAFÍA N° 31:</i> Irregularidades del pavimento km 01 +600 m.....	124
<i>FOTOGRAFÍA N° 32:</i> Irregularidades para el carril E(este)-W(oeste) externo.	124
<i>FOTOGRAFÍA N° 33:</i> Irregularidades del pavimento km 00+050m del carril E(este)-W(oeste) externo.	124
<i>FOTOGRAFÍA N° 34:</i> Irregularidades del pavimento km 00+150m del carril E(este)-W(oeste) externo.	125
<i>FOTOGRAFÍA N° 35:</i> Irregularidades del pavimento km 00+200m del carril E(este)-W(oeste) externo.	125
<i>FOTOGRAFÍA N° 36:</i> Irregularidades del pavimento km 00+300m del carril E(este)-W(oeste) externo.	125
<i>FOTOGRAFÍA N° 37:</i> Irregularidades del pavimento km 00+500m del carril E(este)-W(oeste) externo.	126
<i>FOTOGRAFÍA N° 38:</i> Irregularidades del pavimento km 00+700m del carril E(este)-W(oeste) externo.	126
<i>FOTOGRAFÍA N° 39:</i> Irregularidades del pavimento km 01+200m del carril E(este)-W(oeste) externo.	126
<i>FOTOGRAFÍA N° 40:</i> Irregularidades del pavimento carril W(oeste) - E(este) interno. .	127
<i>FOTOGRAFÍA N° 41:</i> Irregularidades del pavimento carril W(oeste) - E(este) interno km 00+770 m.....	127
<i>FOTOGRAFÍA N° 42:</i> Irregularidades del pavimento carril W(oeste) - E(este) interno km 00+870 m.....	127
<i>FOTOGRAFÍA N° 43:</i> Irregularidades del pavimento carril E(este) - W(oeste) interno km 00+000 m.....	128

<i>FOTOGRAFÍA N° 44:</i> Irregularidades del pavimento carril E(este) - W(oeste) interno km 00+050 m.....	128
<i>FOTOGRAFÍA N° 45:</i> Irregularidades del pavimento carril E(este) - W(oeste) interno km 00+080 m.....	128
<i>FOTOGRAFÍA N° 46:</i> Irregularidades del pavimento carril E(este) - W(oeste) interno km 00+500 m.....	129
<i>FOTOGRAFÍA N° 47:</i> Se puede visualizar el rugosímetro de Merlin como en el anexo N° 6.	129
<i>FOTOGRAFÍA N° 48:</i> Tablero del rugosímetro de Merlin con las escalas de elevaciones y depresiones.	129
<i>FOTOGRAFÍA N° 49:</i> Paletas de seguridad para desviar el tráfico del lugar del ensayo.	130
<i>FOTOGRAFÍA N° 50:</i> Vernier o pie de rey que sirve para medir el espesor de la pastilla o disco de bronce.	130
<i>FOTOGRAFÍA N° 51:</i> Llave destornillador que sirve para regular el tornillo del rugosímetro de Merlin.	130
<i>FOTOGRAFÍA N° 52:</i> Pastilla o disco circular de bronce.	131
<i>FOTOGRAFÍA N° 53:</i> Nivel que indicara la nivelación de la regla metálica con sus burbujas.	131
<i>FOTOGRAFÍA N° 54:</i> Conteo tráfico en supervisión con el Ing. Alejandro Cubas Becerra.	131

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 2.4.2.3.1 (Factor de Corrección).....	33
Ecuación 2.4.2.3.2 (Rango D corregido).....	34
Ecuación 2.4.2.3.3 (Cuando $D > 50$).....	34
Ecuación 2.4.2.3.4 (Cuando $D < 50$).....	34
Ecuación 2.4.2.3.5 (IRI característico).....	34
Ecuación 2.4.2.5.6 (Cuando $IRI < 12$).....	36
Ecuación 2.4.2.5.7 (Serviciabilidad).....	36
Ecuación 2.4.2.5.8 (Para un $IRI < 4.7m/km$).....	36

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es la Determinación del Nivel de Servicio mediante el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo de Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca. La vía en estudio tiene un $IMDs=7218$ veh/día, Orografía tipo I y perteneciente a la Red Nacional (Ruta 3N). Para el estudio se utilizó la siguiente metodología: inspección visual, levantamiento topográfico, mediciones de las irregularidades del pavimento con mediciones cada 2 m que son equivalentes a una vuelta de la rueda de equipo en muestras representativas de 400 m, medición del tráfico según lo establecido en MTC luego se determinó el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) para los cuatro carriles: para el carril E-W una desviación estándar de 0.67, $IRIp=2.841$ m/km, $IRIc=3.944$ m/km y un $PSI=2.441$; para el carril W-E una desviación estándar de 0.402, $IRIp=2.455$ m/km, $IRIc=3.117$ m/km y un $PSI=2.837$ y para todo el pavimento una desviación estándar de 0.190, $IRIp=2.648$ m/km, $IRIc=2.960$ m/km y $PSI=2.919$ con este valor se ubica en el rango de serviciabilidad de 2 – 3, se concluye que el pavimento aún se encuentra en una condición regular por lo tanto se valida la hipótesis planteada.

Palabras clave: Índice de Rugosidad Internacional (IRI), Índice Medio Diario Semanal (IMDs).

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En los últimos años en la ciudad de Cajamarca, algunas calzadas presentan pavimentos deteriorados. Esto puede ser visible en la capa de rodadura impidiendo así desplazamientos rápidos y expeditos, afectando a la población. Esto repercute en el deterioro de sus vehículos o retrasos para sus centros de trabajo. Es por ello, se debe tener en cuenta el nivel de servicio de un pavimento en consideración a su índice de rugosidad para luego llevar a un adecuado mantenimiento periódico y rutinario.

Gonzales, (2009) menciona que las vías se encuentran con un nivel de deterioro elevado y presenta tres factores que se ven afectados:

- La comunidad y la seguridad del viaje se ven severamente deteriorados.
- Los costos de operación y los tiempos de viaje de los vehículos que utilizan la carretera aumentan sensiblemente.
- La inversión en las vías aumenta, pues los procesos de reposición que se requieren cuando los pavimentos han alcanzado un nivel de deterioro extremo, son mucho que cuando el mantenimiento se realiza oportunamente.

Arriaga, Garnica & Rico, (1998) menciona que solo en algunos países como Estados Unidos, España, Chile, Honduras y Uruguay se han establecieron valores de niveles de rugosidad para características de su red de caminos en la escala de Índice de Rugosidad Internacional (IRI). Actualmente, en nuestro país deberían de existir los niveles o las especificaciones al respecto.

En la red vial es necesario contar con un control de calidad eficiente con el que tenga la historia de las obras y saber si en la construcción se cumplió el proyecto en forma parcial o total y si hubo deficiencia grave en alguna intervención en la etapa de conservación. Con dicho control, también es posible conocer el tipo de rehabilitaciones que se realicen, así como en el incremento del tránsito en número y cargas, con lo cual se pueden hacer los ajustes racionales y necesarios a la tecnología del proyecto y aún a la calidad de los materiales que se usen (Bustamante, 2007).

Redondo, O. (2006) en su tesis “Diseño de un Equipo en base al Equipo Merlin que permita evaluar las condiciones rugosidades existente en un pavimento” indica hacer un diseño de un equipo que se evalúa los requisitos para la rugosidad de un pavimento utilizando el equipo Merlin, con la finalidad de obtener un diseño que se obtenga el mejoramiento para que así obtener un equipo mayor exactitud, eficiente y finalmente teniendo en cuenta las características geométricas del equipo de Merlin se logró un desarrollo de diseño con el instrumento nuevo se tendrá que utilizar de muchas maneras así como utilizar los costos de fabricación comprensible.

Sachún, J. (2016) “Estudio de Índice de Rugosidad Internacional de Panamericano Norte – Zona Trujillo, para su mantenimiento” tuvo como objetivo realizar el Índice de Rugosidad para el mantenimiento correcto respecto al socio – económico para la gestión desde el ovalo Salaverry hasta Ovalo el Milagro con una distancia de 29.6 km de pavimentos para la carretera más importante para el Perú y la ciudad de Trujillo, se utilizó la metodología en las distribuciones de desviaciones para el pavimento actual, utilizando el Equipo Merlin, para lo cual se realizó la recolección de datos del área elegida dando un cumplimiento del MTC. Se obtuvieron los resultados para hacer la comparación de los datos realizados del año 1995 y 2013, lo cual se obtuvieron la alteración del índice

de rugosidad internacional durante el tiempo, sin embargo, luego de la realización de 74 ensayos se obtiene para el año 2015 un IRI promedio de 1.77 m/km, una desviación estándar de 0.19 y un IRI característico de 2.08 m/km un PSI de 3.43 lo que indica que el pavimento estudiado en la ciudad de Trujillo se encuentra en óptimas condiciones para la transitabilidad.

Tapia, R. (2018) en su estudio de investigación “Evaluación del comportamiento funcional del pavimento rígido del Jr. José Sabogal Cdra. 01 utilizando el rugosímetro Merlin y las propuestas de técnicas de rehabilitación” tiene como propósito concretar la evaluación superficial del pavimento rígido con el proceso del Laboratorio Británico de Investigación de Transportes y Caminos, se utilizó la metodología en donde se mide el desplazamiento vertical del terreno y el eje medio de la línea imaginaria de la distancia continua.

Se tiene el pavimento flexible de la avenida Hoyos Rubio del cual no existe un estudio de su estado actual, razón por la cual este proyecto es una propuesta destinada a verificar si este pavimento aún puede soportar cargas del tráfico o es posible alargar su vida útil para ello se utilizará el Método del Rugosímetro de Merlín el cual permite obtener datos para calcular de índice de rugosidad, el cual nos servirá para determinar el nivel de servicio. Con este procedimiento se reforzará el aprendizaje adquirido en la Universidad Privada del Norte, se podrá verificar si esta vía aún cuenta con una adecuada respuesta que la mantenga con una serviciabilidad adecuada, así mismo será de interés para investigadores de esta temática y para estudiantes de universidad.

Para esta investigación necesario conocer algunos términos como:

Nivel de servicio

El nivel de servicio se define como una manera “Cualitativa” que describe las condiciones de operación dentro de una corriente de tránsito y la percepción por parte de los conductores relacionado a un conjunto de factores (velocidad, detenciones, libertad de maniobras, seguridad, comodidad y economía) que concurren en ella cuando soportan un cierto volumen de tránsito (Rondón, 2015).

Determinación Del PSI

Índice de serviciabilidad presente (IRI), por sus siglas en inglés – Present Serviciability). Utilizada en diseños de pavimentos para tener en cuenta el estado inicial y final de la serviciabilidad del pavimento que se diseñará y construirá (Rondón, 2015).

El estado de la Serviciabilidad se evalúa de manera cuantitativa entre los valores 0 y 5. Obteniéndose un máximo valor de 5, indicando que se encuentra en perfecto estado de serviciabilidad.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el nivel de servicio mediante el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el nivel de servicio mediante el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar el procedimiento para medir las deformaciones longitudinales y demostrar la serviciabilidad del pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio con el Equipo Merlin.
- Calcular el IRI máximo y el IRI mínimo de la Av. Hoyos Rubio con el Rugosímetro Merlin.
- Determinar los rangos del Índice de Rugosidad Internacional (IRI), para el promedio de tránsito de vehículos diarios que circulan sobre la avenida de manera que brinden comunidad y seguridad al usuario.
- Obtener el rango “D” y el factor de corrección de las muestras haciendo una depuración de datos al 5% inferior o superior.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

El nivel de servicio del pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca es regular por que presenta el Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) de 3 deducido de las deflexiones con el equipo Merlin.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Según el propósito: Aplicada porque se centra en contar con mecanismos o estrategias que permitan lograr un objetivo concreto.

Según la manipulación de variable: No experimental, trabaja con hechos de experiencia directa no manipulado basándose fundamentalmente en la observación.

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

Población: Todas las vías que cuentan con pavimentos flexibles de la ciudad de Cajamarca.

Unidad de estudio: La Av. Hoyos Rubio.

Criterios de selección de muestra: Vías con un nivel de servicio medio de acuerdo a su periodo de vida.

Muestra: Está constituida por el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio cuyo tramo está delimitado desde la intersección con la Vía de Evitamiento Norte hasta el empalme con la vía que se dirige hacia las Ventanillas de Otuzco. Esta vía cuenta con cuatro carriles de rodadura, dos en cada sentido y un separador central; con una longitud de 3200 m de longitud de estudio considerando W-E y E-W. La muestra se eligió porque es una vía que visiblemente presenta un nivel de servicio medio, encontrándose algunas grietas. Esto fue evaluado mediante la metodología del equipo Merlin y lo establecido por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC), utilizando los formatos para la rugosidad y la hoja de conteo de tráfico.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Para la presente investigación se tienen las siguientes técnicas:

Documental: Recolectar información almacenada en fuentes escritas que guarde relación directa con la medición de la rugosidad mediante el equipo de Merlin.

Normativa: Norma ASSHTO 1993, DG – 2018, Manual de transportes y comunicaciones (MTC) y diseño geométrico de carreteras que son utilizadas estas normativas de organización para el control de IRI.

Directa: Implica la recolección de datos en campo mediante las siguientes acciones: Levantamiento topográfico, Medición de rugosidad y Conteo de tráfico.

Instrumento: Formatos para la medición de la rugosidad con Merlin, (ver Anexo N°03) y hojas de conteo de tráfico según MTC (ver Anexo N°02).

Se utilizó la metodología del rugosímetro de Merlin para la toma de irregularidades del pavimento, luego aplicar el método establecido en el MTC para la obtención del nivel de servicio del pavimento.

2.4. Procedimiento

2.4.1. Procediendo de recolección de datos

2.4.1.1. Paso 1: Inspección Visual.

Una vez identificada la zona de estudio teniendo conocimiento de sus antecedentes se procede a recolectar toda la información visible, como por ejemplo identificando las grietas, fallas y desgates que presentan en la capa de rodadura existente con esto podemos ver un estado previo del pavimento.

2.4.1.2. Paso 2: Levantamiento topográfico.

El levantamiento topográfico se realiza con una estación total, un prisma, un porta prisma, un GPS y una wincha en donde se determina un lugar de mayor visualización para la ubicación de los equipos, se distribuye el personal en el área, seguidamente ubicamos los puntos de control con un GPS colocando la estación sobre el trípode se procede a nivelar ajustando nivel esférico con la utilización de los tornillos, se prende la estación introduciendo la información solicitada se orienta al norte geográfico y finalmente se realizara la medición continua de puntos con sus respectivas coordenadas geográficas.

2.4.1.3. Paso 3: Determinación de las irregularidades del pavimento.

Para la determinación de la irregularidad del pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio se usará el rugosímetro de Merlin siendo este un instrumento versátil sencillo y económico que según la clasificación del Banco Mundial tiene mayor exactitud en sus resultados, para la secuencia del cálculo de la rugosidad se tendrá en consideración lo expuesto en el Manual de Usuario MERLINER, (1999).

Se tiene el equipo de Merlin constituido por un elemento vertical delantero (rueda) que le da facilidad de desplazamiento, tiene dos soportes laterales inclinados el derecho es para fijar el equipo al suelo y el izquierdo es para estacionar el equipo; en la parte central se tiene un brazo móvil que está en contacto directo con el piso mediante un patín empernado y ajustable el cual se adecua a las imperfecciones del terreno y en el extremo superior termina en un puntero o indicador que se desliza sobre el borde de un tablero de acuerdo a la posición que adopta el patín móvil en contacto con el pavimento, en el tablero se tiene una hoja a una escala grafica con 50 divisiones de 5mm de espesor, cada una sobre la cual se deslizará el puntero; en la parte trasera se tiene dos manijas que permiten levantar y movilizar el equipo asemejándose a una carretilla (Ver anexo N° 01).

Una vez identificadas las partes del equipo de Merlin se procede a operar el equipo donde determinaremos las irregularidades que presenta el pavimento; para ello se requiere de tres personas un operador que conduce el equipo y realiza las lecturas, un auxiliar que anote y un vigía que dirija el tráfico se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se seleccionará muestras de 400m de longitud sobre un cada carril de la vía.
- Se deben efectuar 200 lecturas de las irregularidades de la avenida.
- Las lecturas se tomarán luego de estacionar el equipo cuando la rueda ha dado una vuelta de 2m de longitud para ello se recomienda guiarse del pitón.
- Tener un formato en cuadrículas para la anotación de las lecturas (Ver anexo N°3)
- Las lecturas son continuas y con una velocidad de 2km/h.

Teniendo conocimiento de lo anterior se procede a la calibración del equipo, para ello se utiliza una regla de aluminio, un nivel, un disco circular de bronce, una llave inglesa y un vernier o pie de rey; se coloca la regla sobre el piso la cual tiene que estar debidamente nivelada se coloca sobre esta al rugosímetro ajustando los pernos del patín móvil con la llave hasta que el puntero marque en el tablero una lectura inicial igual a 25. Se mide el espesor de la pastilla de calibración (disco circular de bronce) con el vernier este dato será anotado para el cálculo del factor de corrección, luego esta pastilla es colocada debajo del patín; esta acción hará que el puntero se deslice marcando una lectura final.

Una vez calibrado el equipo y estacionado en la progresiva km 00+000 m del primer carril de uno de los dos tramos de la vía; el operador levanta de las manijas al rugosímetro verificando que el pitón de la rueda tenga una posición final igual a la inicial así comprueba que la rueda dio una vuelta de 2 km; seguidamente espera que el puntero se estabilice y observa la posición que adopta respecto a la escala colocada de la escala colocada sobre el tablero, realizando así la lectura que es anotada por el auxiliar .

Paso seguido el operador toma nuevamente el instrumento por las manijas elevándolo, desplazándolo y tomando la lectura correspondiente hará esto sucesivamente hasta completar las 200 lecturas de un formato, seguidamente se comenzará a llenar otro formato hasta llegar a la progresiva final le carril de la vía para comenzar con el siguiente carril hasta concluir con toda la vía.

2.4.1.4.Paso 4: Estudio de tráfico.

Por el lapso de una semana se contarán la cantidad y que tipo de vehículos transitan por la vía en estudio este conteo se realizara con el formato del MTC (Ver anexo N° 2) Se realiza desde las 06:00 am hasta 8:00 pm en una estación.

2.4.1.5.Paso 5: Nivel de Servicio.

La serviciabilidad se determinará de acuerdo a lo expuesto en el MTC,2014 donde considera a partir de un estudio en Brasil se evaluaron y modelaron los efectos físicos de deterioro y mantenimiento definiéndose un nuevo indicador, denominado índice de rugosidad internacional IRI que representa la regularidad superficial de un pavimento y afecta la operación vehicular, en cuanto a seguridad, confort, velocidad de viaje y desgaste de partes del vehículo. Se tiene para esto el siguiente gráfico donde se muestran escalas de rugosidad para distintos tipos de pavimento y condición.

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

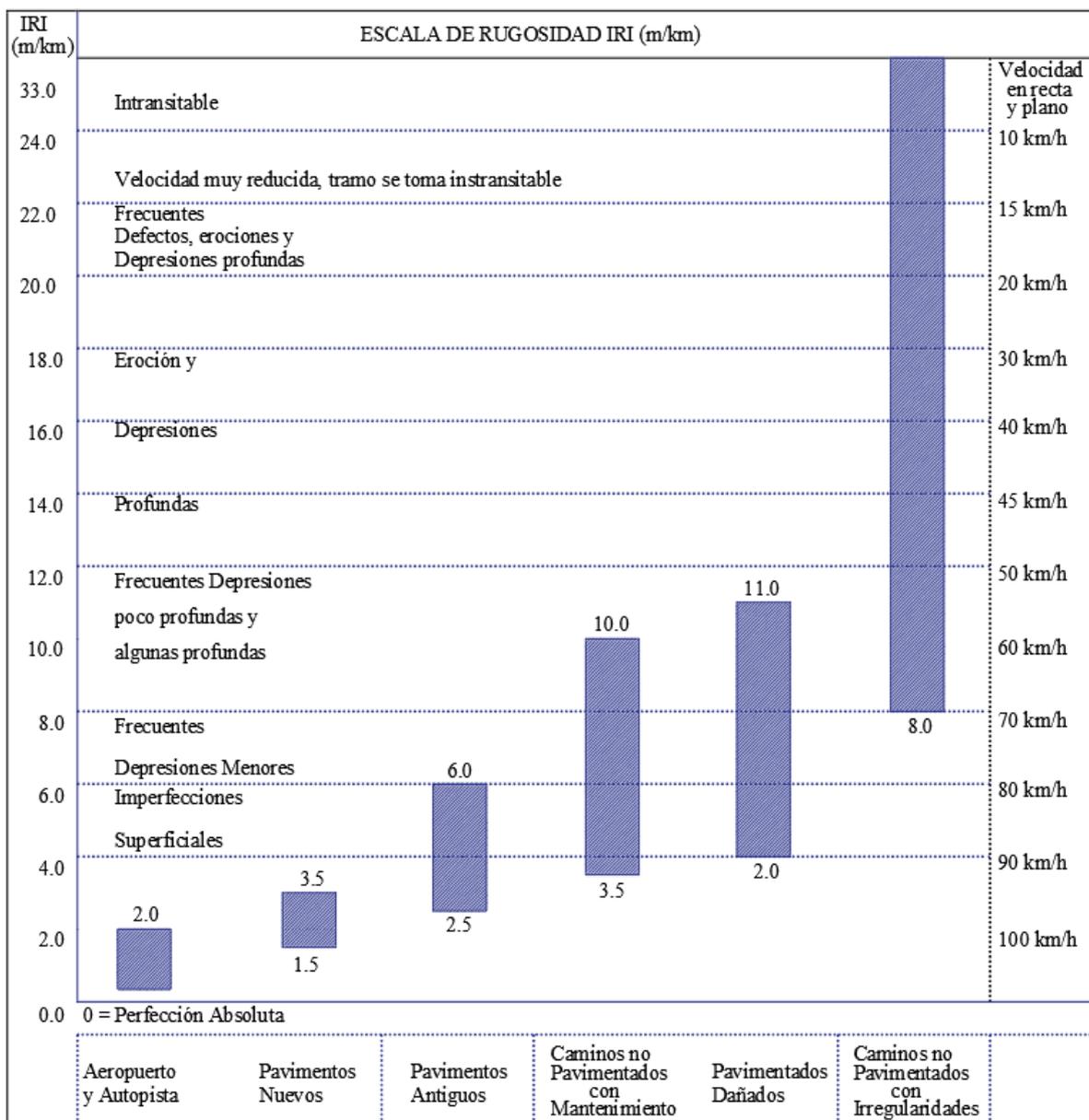


GRÁFICO N° 1: Escala de Rugosidad para distintos pavimentos.

Fuente. Manual de Carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos MTC, que presenta la escala de rugosidad IRI (2014).

TABLA N° 1
Rugosidad según el tipo de carreteras.

Tipo de Carretera	Rugosidad Característica Inicial Pavimento Nuevo IRI (m/km)	Rugosidad Característica Inicial Pavimento Reforzado IRI (m/km)	Rugosidad Característica Durante el período de Servicio IRI (m/km)	Observación
Autopistas: Carreteras de IMDA Mayor de 6000 veh/día, de calzada separadas. Cada una con dos o más carriles	2.00	2.50	3.50	Rugosidad característica, para una confiabilidad del 95%
Carretera Duales o Multicarril: carreteras de IMD entre 6000 y 4001 veh/día, de calzada separadas, cada una con dos o más carriles	2.00	2.50	3.50	Rugosidad característica, para una confiabilidad del 95%
Carretera de Primera Clase: carreteras con un IMD entre 4000 - 2001 veh/día de una calzada de dos carriles.	2.50	3.00	4.00	Rugosidad característica, para una confiabilidad del 95%
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMD entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	2.50	3.00	4.00	Rugosidad característica, para una confiabilidad del 90%
Carretera de Tercera clase: carreteras con un IMD entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	3.00	3.50	4.50	Rugosidad característica, para una confiabilidad del 90%
Carretera de Bajo Volumen de Tránsito: carretera con un IMD <= 200 veh/día. De una calzada.	3.00	3.50	4.50	Rugosidad característica, para una confiabilidad del 85%

Fuente: Manual de Carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos MTC, que representa la rugosidad máxima según el tipo de carpeta asfáltica.

Se tiene el IRI Índice de rugosidad internacional nos permitirá definir el instante en el cual se debe implementar la intervención de la conservación periódica para ello según MTC se han fijado los siguientes valores.

TABLA N° 2
Estado vial según rugosidad.

ESTADO	PAVIMENTADAS	NO PAVIMENTADAS
	RUGOSIDAD	RUGOSIDAD
Bueno	$0 < \text{IRI} \leq 2.8$	$\text{IRI} \leq 6.0$
Regular	$2.8 < \text{IRI} \leq 4.0$	$6 < \text{IRI} \leq 8.0$
Malo	$4.0 < \text{IRI} \leq 5.0$	$8 < \text{IRI} \leq 10$
Muy malo	$5 < \text{IRI}$	$10 \leq \text{IRI}$

Encontrada en Especificaciones Técnica Generales para la conservación de Carreteras MTC, nos muestra el estado vial según el IRI.

2.4.2. Procedimiento de tratamiento y análisis de datos

2.4.2.1. Inspección Visual.

Con la observación de la existencia de fallas, grietas, parches o deformaciones en el pavimento en estudio; ya se puede saber subjetivamente con que pavimento vamos a trabajar si está o no deteriorado sus severidades para luego clasificarlas en Baja, Media y Alta, la forma de medir el daño y unidades de medida, sus posibles causas y la evolución probable, todo ello acompañado de un registro fotográfico que permite al lector tener una idea más clara de los daños que se pueden encontrar durante una inspección visual a nivel de carpeta asfáltica y así poder proponer una hipótesis.

2.4.2.2. Levantamiento topográfico.

Con el levantamiento topográfico se puede esbozar un plano en planta de la vía, en donde se muestra los cuatro carriles, separador central, bermas, cunetas, veredas; mostrando cantidades y medidas exactas en los 3.2 km de longitud de la Av. Hoyos Rubio, esto servirá de base principal para poder realizar la evaluación del nivel de servicio del pavimento.

2.4.2.3. Cálculo del Índice de Rugosidad Internacional

Los datos de las irregularidades del pavimento obtenidos con Merlin se analizarán calculando la distribución de frecuencias de las lecturas o posiciones adoptadas por el puntero la cual puede expresarse en forma de histograma para ello se establece el Rango de los valores agrupados en intervalos de frecuencia (D), luego de descartarse el 10% de datos que correspondan a posiciones del puntero poco representativas o erráticas. En la práctica se elimina 5% (10 datos) del extremo inferior del histograma y 5% (10 datos) del extremo superior. (Ver anexo N° 6). Con el descarte de los datos se puede calcular mediante fracciones al inicio y al final del histograma el rango D expresado en milímetros el cual será multiplicado por el número de unidades calculado por el valor que tiene cada unidad en milímetros.

Seguidamente se obtiene un factor de corrección para ajuste para el rango D con los datos apuntados de campo como el espesor de la pastilla la lectura inicial igual a 25 y la lectura final lo que marco el puntero al ser colocada la pastilla se aplicara la siguiente fórmula para la obtención de este factor de corrección (FC)

$$Fc = \frac{EP \times 10}{(LI - LF) \times 5}$$

Ecuación 2.4.2.3 1 (Factor de Corrección)

Donde:

EP: Espesor de la pastilla

LI: Posición inicial del puntero

LF: Posición final del puntero

Remplazando nuestros datos de campo se podrá obtener el factor de corrección.

Seguidamente para poder llegar al cálculo de la rugosidad es importante tener la relación de los brazos (RB) según el Manual de Usuario MERLINER, (1999) se considera:

Una posición ubicada a 10 cm del punto de pivote, posición standard que se utiliza en el caso de pavimentos nuevos o superficies muy lisas (baja rugosidad). En ese caso la relación de brazos utilizada será 1 a 10.

Una posición ubicada a 20 cm del punto de pivote, posición alterna que se utiliza en el caso de pavimentos afirmados muy deformados o pavimentos muy deteriorados. En ese caso la relación de brazos será 1 a 5. De usar esta posición, el valor D determinado deberá multiplicarse por un factor de 2.

Entonces para la variación de relación de brazos se considera de acuerdo al tipo de pavimento en estudio.

Teniendo el rango D, el factor de corrección (FC) y la relación de brazos (RB) se puede calcular el rango D corregido con la multiplicación de los datos antes mencionados.

$$\text{Rango } D \text{ corregido} = \text{Rango} D_x F C_x R B \quad \text{Ecuación 2.4.2.3.2 (Rango D corregido)}$$

Este valor llevado a condiciones estándar es la rugosidad en unidades MERLIN

Finalmente calcularemos la rugosidad en escala de IRI para ello utilizaremos las expresiones expuestas en el Manual de Usuario MERLINER, (1999):

$$\text{Cuando } 2.4 < IRI > 15.9 \text{ entonces:} \quad \text{Ecuación 2.4.2.3.3 (Cuando } D > 50)$$

$$IRI = 0.593 + 0.0471D$$

$$\text{Cuando } IRI < 2.4 \text{ entonces } IRI = 0.0485D \quad \text{Ecuación 2.4.2.3.4 (Cuando } D < 50)$$

La ecuación 1 de correlación establecida es empleada para la evaluación de pavimentos en servicio, con superficie de rodadura asfáltica, granular o de tierra, siempre y cuando su rugosidad se encuentre comprendida en el intervalo indicado.

La ecuación 2 se emplea para el control de pavimentos recién construidos.

Aplicamos la expresión según nuestro pavimento y obtendremos una rugosidad final en m/km para una muestra de 400m. Para el cálculo de todo nuestro tramo en estudio el Manual de Usuario MERLINER, (1999) nos permite calcular en pavimentos asfálticos nuevos o rehabilitados la rugosidad o regularidad superficial calculando el parámetro denominado IRI característico el cual es definido con la siguiente expresión:

$$IRI_c = IRI_p + 1.645\sigma \quad \text{Ecuación 2.4.2.3.5 (IRI característico)}$$

Donde:

IRI_c : IRI característico

IRI_p : IRI promedio

σ : Desviación estándar

De acuerdo al factor de correlación empleado ($K=1.645$), se cumplirá que el 95% del pavimento experimentará una rugosidad igual o menor al IRI característico.

Calculado el IRI característico, el sector o tramo será aceptado si cumple con las siguientes condiciones:

Para pavimentos asfálticos nuevos, el IRIC deberá ser menor o igual a 2.0 m/km.

Para pavimentos con recapado asfáltico, el IRIC deberá ser menor o igual a 2.5 m/km.

Para pavimentos con sellado asfáltico, el IRIC deberá ser menor o igual a 3.0 m/km.

En caso de no cumplirse con estos límites, el sector o tramo deberá subdividirse en secciones de rugosidad homogénea, y se calculará el IRI característico para cada una de ellas, los que deberán cumplir los límites indicados.

2.4.2.4. Estudio de tráfico

Se cuentan la cantidad de vehículos que pasan por la carretera en dos estaciones para poder clasificar la vía y con ello también determinar un IRI según los cuadros mostrados en el MTC (Ver tabla N°02).

2.4.2.5. Nivel de servicio

Se tiene tablas del Ministerio de transporte y comunicaciones en los que se puede determinar en qué estado se encuentra en la tabla N°01 se puede determinar de acuerdo a la rugosidad su condición en la tabla N°02 encontramos los valores máximos de rugosidad según la clasificación de la vía y la tabla N°03 se puede identificar el nivel de servicio o serviciabilidad del pavimento de acuerdo al rango en que se encuentre el IRI.

Según Sechúm, (2016). existe también una relación entre la rugosidad (IRI) y la serviciabilidad (PSI) mediante la siguiente expresión establecida por Sayers:

$$IRI = 5.5 \text{ Log} \left(\frac{5.0}{PSI} \right) \pm 25\% \quad \text{para } IRI < 12 \quad \text{Ecuación 2.4.2.5.6 (Cuando } IRI < 12)$$

Despejando obtenemos:

$$PSI = \frac{5}{\exp \left(\frac{IRI}{5.5} \right)} \quad \text{Ecuación 2.4.2.5.7 (Serviciabilidad)}$$

Donde:

IRI= Índice de Rugosidad Internacional

PSI= Índice de Serviciabilidad Presente

Se tiene también las ecuaciones reportadas por Paterson y Gillespie encontradas en Rondón, H. & Reyes, F. (2015) como las fórmulas más utilizadas que permite cuantificar este parámetro a través del IRI (en m/km).

Despejando PSI en la ecuación (7) obtenemos:

$$PSI = 5 \text{ esp}(-0.18 \times IRI)$$

$$PSI = 5 - 0.633 \times IRI \quad \text{para } IRI < 4.7 \frac{m}{km} \quad \text{Ecuación 2.4.2.5.8 (Para un } IRI < 4.7 \text{ m/km)}$$

Según el AASHO 1922 Se tiene las siguientes tablas:

TABLA N° 3
Caracterización del PSI

Rango	Calificación
0-1	Muy pobre
1-2	Pobre
2-3	Aceptable
3-4	Buena
4-5	Muy buena

En esta tabla se presenta la clasificación del PSI

TABLA N° 4
Clasificación de la serviciabilidad mediante IRI y PSI.

VALORES DE PSI	VALORES DE IRI	RANGO DE IRI	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN AASTHO
5.0	0.0	0.0-1.0	Muy buena	Sólo los pavimentos nuevos (o casi nuevos) son los suficientes suave y sin deterioro para clasificar en esta categoría. La mayor parte de los pavimentos construidos o recarpeteados durante el año de inspección normalmente se clasifica como muy buenos.
4.2	0.8			
4.0	1.0	1.0-1.9	Buena	Los pavimentos de esta categoría, si bien son tan suaves como los "Muy Buenos", entregan un manejo de primera clase y se muestran muy poco o ningún signo de deterioro superficial. Los pavimentos flexibles pueden. Los pavimentos rígidos pueden estar empezando a mostrar evidencias de un leve deterioro superficial, como desprendimiento y fisuras menores.
3.0	1.9			
2.5	2.6	1.9-3.6	Regular	En esta categoría la calidad de manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos, y pueden presentar problemas para altas velocidades de tránsito. Los defectos superficiales en pavimentos flexibles pueden incluir ahuellamiento, parches y agrietamiento. Los pavimentos rígidos en este grupo pueden presentar fallas en las juntas, agrietamiento, escalonamiento y bombeo de finos.
2.0	3.6			
1.5	4.9	3.6-6.4	Mala	Los pavimentos de esta categoría se han deteriorado hasta un punto donde pueden afectar a velocidad de tránsito de flujo libre. Los pavimentos flexibles pueden tener grandes baches y grietas profundas; el deterioro incluye pérdida de áridos, agrietamiento y ahuellamiento, y ocurre en un 50% o más de la superficie. El deterioro en pavimentos rígidos incluye desconches de juntas, escalonamiento, parches, agrietamiento y bombeo.
1.0	6.4			
0.0	9.5	>6.4	Muy mala	Los pavimentos en esta categoría se encuentran en una situación de extremo deterioro. Los caminos se pueden pasar a velocidades reducidas y con considerables problemas de manejar. Existen grandes baches y grietas profundas.

En este cuadro se relacionan los rangos IRI y valores PSI en una escala de 0 a 5 en la cual una evaluación de 6 significa una superficie perfecta, mientras que un valor de 0 significa intransitable.

2.5. Aspectos éticos.

Esta investigación tiene un impacto beneficioso para la sociedad por que se consiguió las normativas correspondientes para la realización de los ensayos, confiando en el recurso humano que se contó, así también se tuvo un compromiso con el tema en estudio para generar aporte un aporte a nuestra región y lograr un beneficio social con la presente investigación.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Ubicación del tramo de estudio

3.1.1. Ubicación Política:

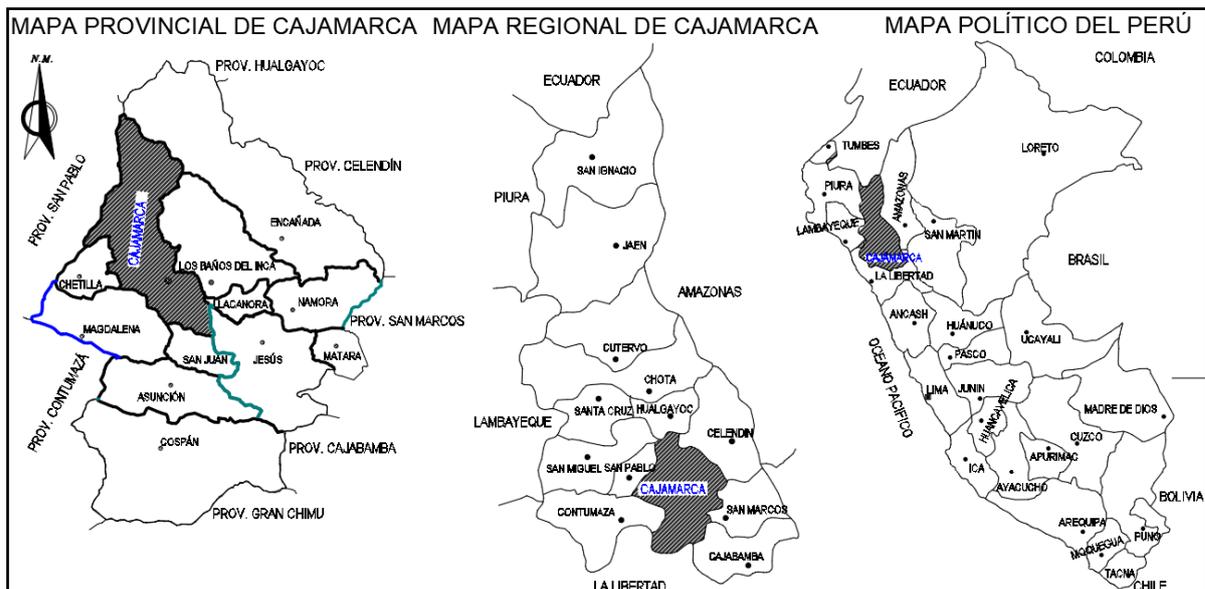
País	: Perú
Región	: Cajamarca
Departamento	: Cajamarca
Provincia	: Cajamarca
Distrito	: Cajamarca

3.1.2. Ubicación Geográfica:

TABLA N° 5
Ubicación geográfica

Punto	Progresiva (Km)	Coordenadas Geográficas		Coordenadas UTM			Elevación (msnm)
		Longitud	Latitud	Este(m)	Norte(n)	Zona	
Av. vía de Evitamiento Norte	Km 0 + 00 m	78° 30' 24" O	7° 8' 57" S	775372.975	9209045.214	17M	2698
Fin de la Av Hoyos Rubio	Km 01 + 600 m	78° 29' 24" O	7° 8' 45" S	776914.941	9209383.432	17M	2669

Ubicación geográfica del pavimento en estudio.



Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

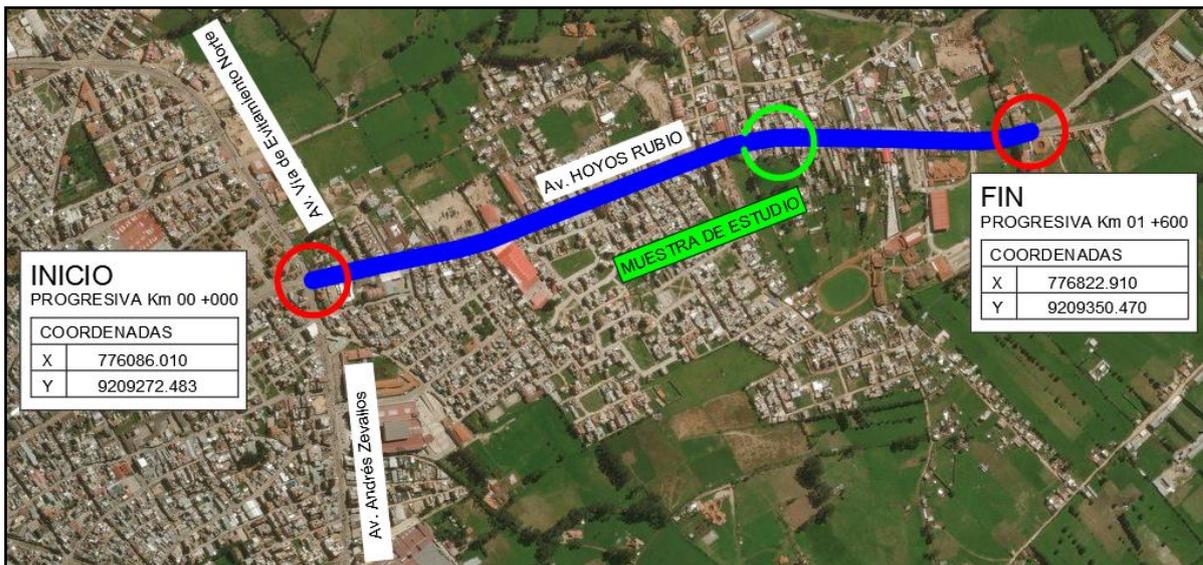


FIGURA N° 1: Ubicación de la zona de estudio.

3.2 Clasificación de la vía

- Según su jerarquía : Sistema Vecinal
- De acuerdo a su demanda : Autopista de Primera clase
- Según condiciones Orográficas : Terreno Plano Tipo I
- Según el reglamento Nacional de vial urbanas : Vía arterial

3.3 Características de la vía en estudio

3.3.1. Características Geométricas

TABLA N° 6

Descripción geométrica de la vía.

N° de calzadas	N° de carriles por calzada	Bermas laterales		Ancho de carriles	Ancho de corona		Separador central
		N°	Ancho		N°	Distancia	
2	2	2	0.9 m	3.3 m	2	7.5 m	1 m

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

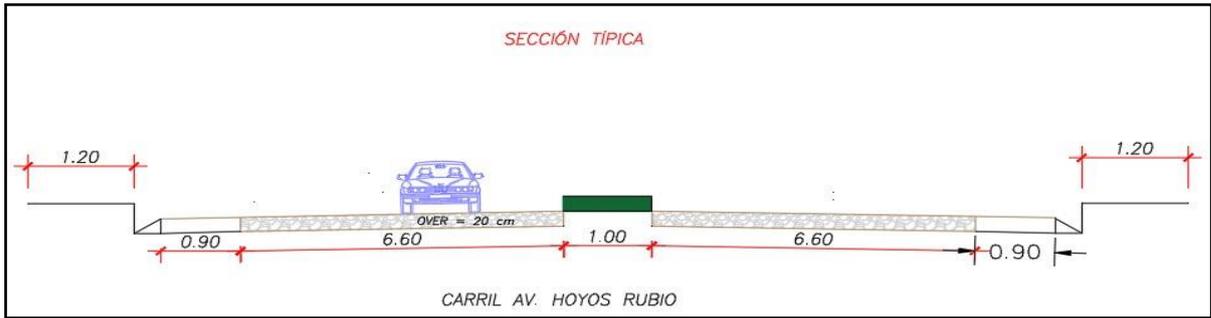


FIGURA N° 2: Sección típica de la vía.

3.3.2 Estructura del pavimento

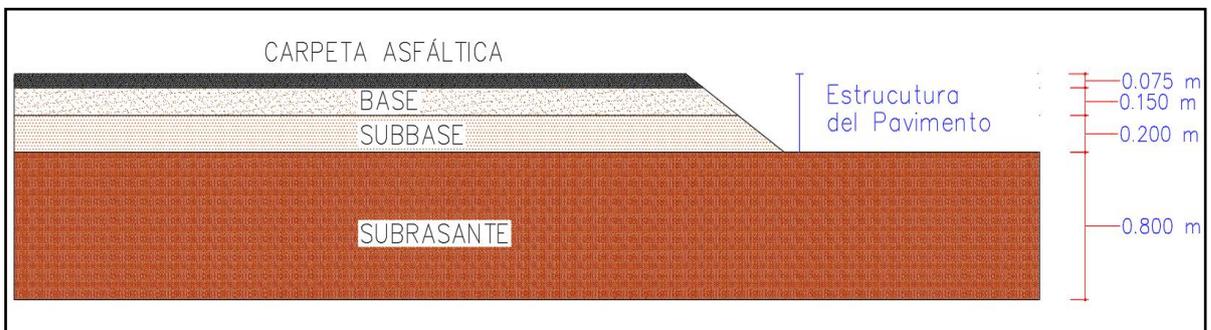


FIGURA N° 3: Estructura del Pavimento.

3.3.3 Año de construcción y puesta en servicio: 2008

3.3.4. Croquis del pavimento:

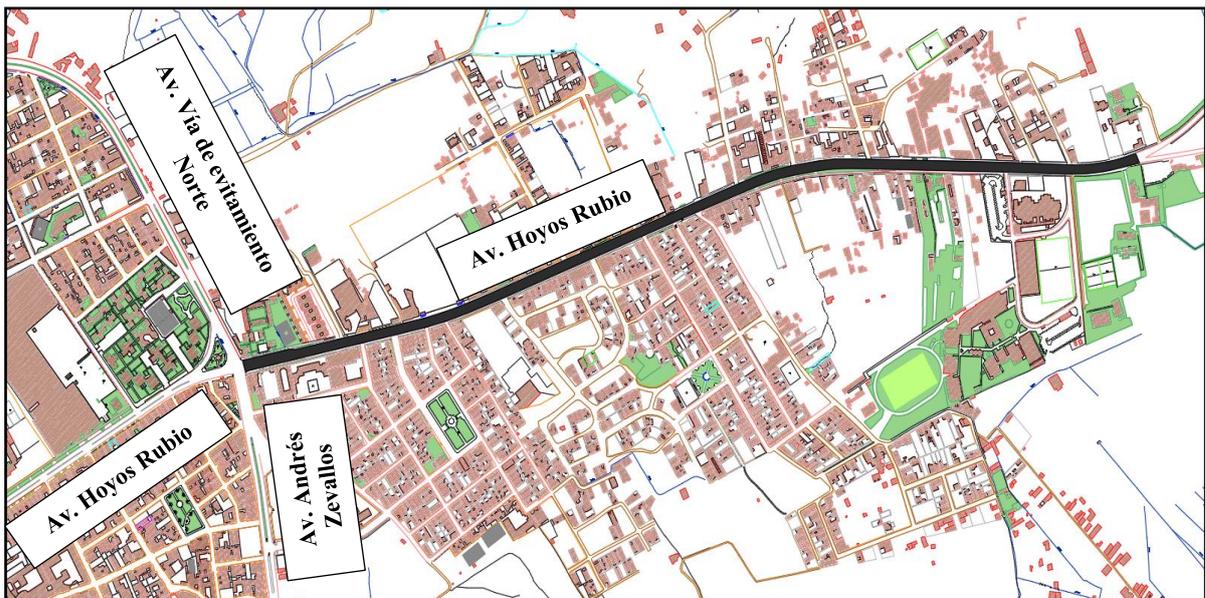


FIGURA N° 4: Croquis del pavimento en estudio, mostrando su Orientación al Norte.

3.4. ESTUDIO DE TRÁFICO

TIPO		LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
		6:00 am - 8:00 pm						
Motos	L1	-	-	-	-	-	-	-
Moto Taxi	L5	4218	4034	4095	3871	4398	3936	2407
Camioneta	N1	2222	2183	2247	2474	3065	2023	1795
Auto/	M1	3736	3792	3305	3792	3934	3720	2489
Combi/Coaster	M2	917	925	944	909	1065	810	233
	M3	365	351	328	363	372	301	171
Camión	C2	256	256	227	227	215	160	95
	C3	10	8	8	9	13	9	6
	C4							
Semitraylers	T2S1							
	T2S2	5	7	5	5	6	8	4
	T2Se2							
	T2S3	0	1	2	1	2	3	1
	T2Se3							
	T3S1	0	0	1	1	1	2	2
	T3S2							
	T3S3	1	1	1	1	1	2	3
	T3Se3							
Traylers	C2R2							
	C2R3							
	C3R2	0	1	0	0	1	1	2
	C3R3	6	4	4	4	4	4	2
Omnibus	B2	6	8	5	7	8	5	3
	B3-1	3	5	5	2	6	2	3
Maquinaria Pesada		3	2	4	3	4	5	1
		7530	7544	7086	7798	8697	7055	4810
Para el conteo de tráfico se utilizó el formato del MTC, la cual está distribuido de acuerdo a los tipos de vehículos y la hora de registro de dichos vehículos durante 7 días.							IMDs =	7218

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

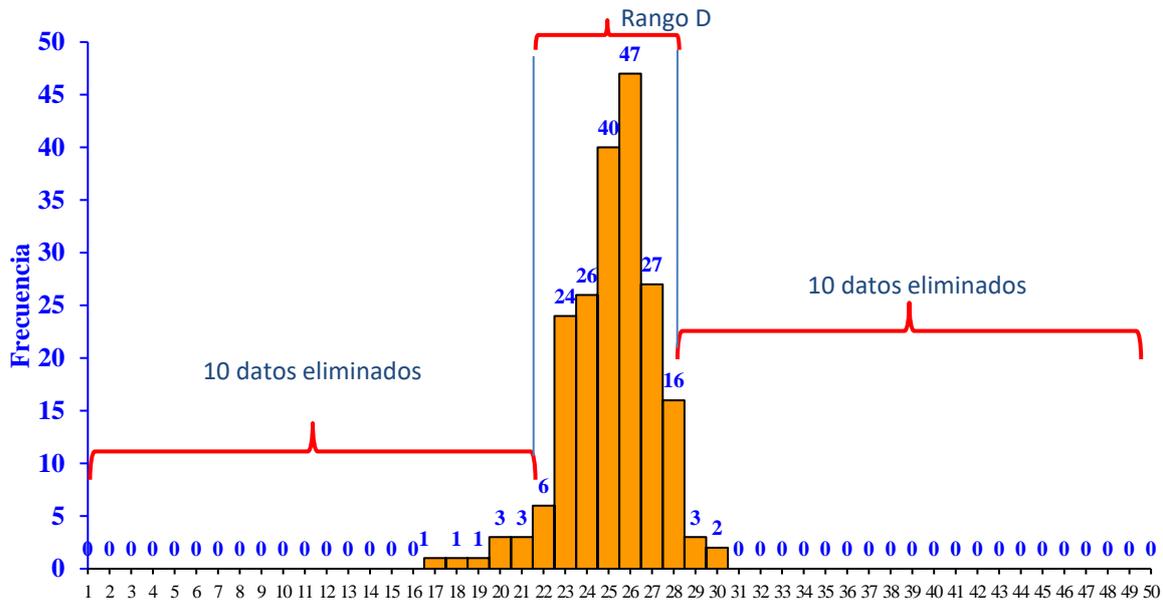


GRÁFICO N° 2: Histograma de la muestra 1 carril W-E (externo) km 000 + 000 m - km 000 + 400 m. En base al histograma de distribuciones se procede cálculo del rango “D” cuyo eje “x” indica los intervalos de desviaciones y en el eje “y” indica la frecuencia. El puntero del equipo indicó valores depresión y elevación según las irregularidades del pavimento (Ver anexo N°01) indicando la cantidad de veces que se repite en los intervalos de desviaciones, presentando con mayor frecuencia el valor de 26mm un total de 47 veces y con menor frecuencia 1 vez los valores de 17,18 y 19, además del grafico debemos eliminar 10 datos del extremo izquierdo como 10 datos del extremo derecho del intervalo 1 hasta 21 y del intervalo 22 solo se elimina un dato que resulta una unidad fraccionaria igual a $5/6 = 0.833$; lo mismo para el extremo derecho se elimina los intervalos 50-29 y cinco datos del intervalo 28 quedando una unidad fraccionaria de $11/16 = 0.688$. Se tiene en consecuencia un rango $D = 0.833 + 5 + 0.688 = 6.518$ unidades. El Rango D determinado se debe expresar en milímetros de cada unidad ($6.518 \times 5\text{mm} = 32.59\text{mm}$).

TABLA N° 7
Muestra 1 km 00 + 400 m del carril W - E externo.

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	$32.59 \approx 32.6$	mm
Factor de corrección	0.9	mm
Rango D corregido	29.34	mm
R en valores IRI	$1.418 \approx 1.42$	mm

Valores que se consideraron para el cálculo del Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

3.5.1.2. ENSAYO N° 2 Carril W-E (Externo) km 00+400 m hasta el km 00+800 m.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	"DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"	
	RESPONSABLE	SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO	

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

SECTOR : 11
 TRAMO : KM. 00 + 400 m - KM. 00 + 800 m
 CARRIL : W - E (Externo)
 NIVEL : CARPETA ASFÁLTICA

ENSAYO N°: 02
 KM: 0.4
 FECHA: 03/10/2018
 HORA: 10 am

R = 0.593+0.0471D (D>50)
 R = 0.0485D (D<50)
 D = 45.2
R = 1.97 IRI

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

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(1/5)*5 = 1.00
 (8)*5 = 40.0
 (5/6)*5 = 4.17
 D = 45.2
 fc = 0.900
R = 1.97 IRI

Frecuencia

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

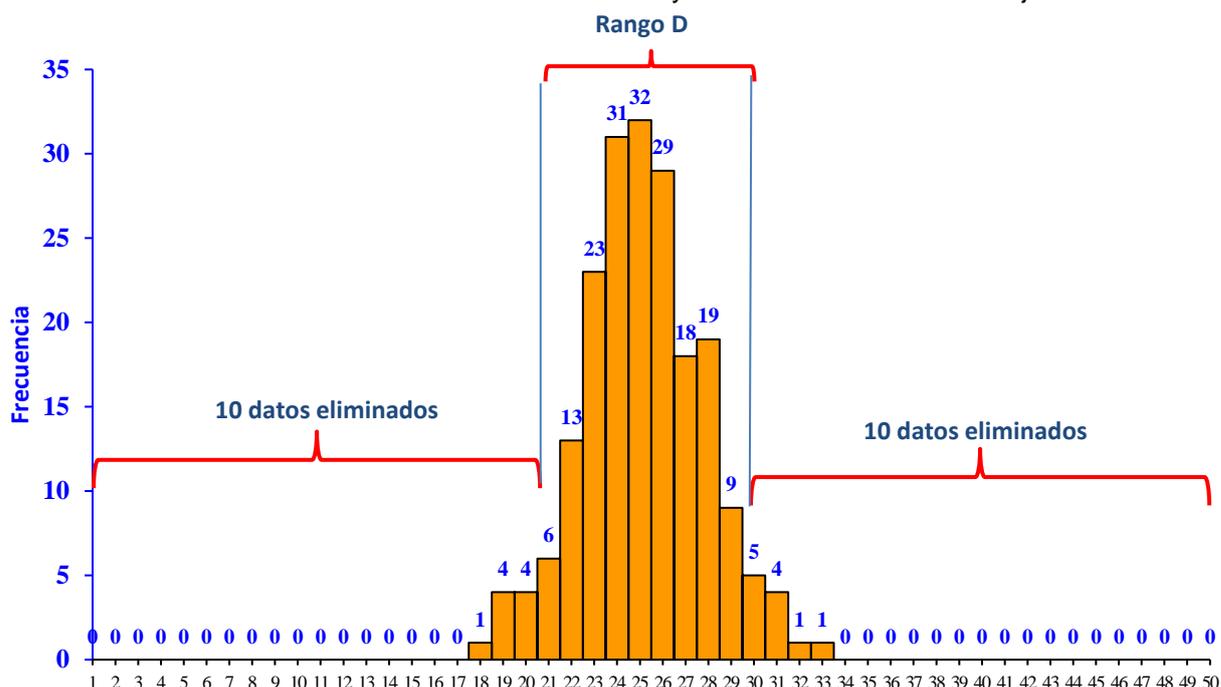


GRÁFICO N° 3: Histograma de la muestra 2 carril W - E (externo) km 000 + 400 m - km 000 + 800 m. En base al histograma de distribuciones se procede cálculo del rango “D” cuyo eje “x” indica los intervalos de desviaciones y en el eje “y” indica la frecuencia. El puntero del equipo indicó valores depresión y elevación según las irregularidades del pavimento (Ver anexo N°01) indicando la cantidad de veces que se repite en los intervalos de desviaciones, presentando con mayor frecuencia el valor de 25 mm un total de 32 veces y con menor frecuencia 1 vez los valores de 18, 32 y 33, además del grafico debemos eliminar 10 datos del extremo izquierdo como 10 datos del extremo derecho, del intervalo 1 hasta 21 y del intervalo 22 solo se elimina 1 dato que resulta una unidad fraccionaria igual a $\frac{5}{6} = 0.833$; lo mismo para el extremo derecho se elimina los intervalos 50-29 y dos datos del intervalo 30 quedando una unidad fraccionaria de $\frac{1}{5} = 0.2$. Se tiene en consecuencia un rango $D = 0.833 + 8 + 0.2 = 9.033$ unidades. El Rango D determinado se debe expresar en milímetros de cada unidad ($9.033 \times 5\text{mm} = 45.165 \text{ mm}$).

TABLA N° 8
Muestra 2 km 0+400 m – km 0+800 m del carril W-E externo.

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	45.165≈45.17	mm
Factor de corrección	0.9	mm
Rango D corregido	40.65	mm
R en valores IRI	1.967≈ 1.97	mm

Valores que se consideraron para el cálculo del Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

3.5.1.3. ENSAYO N° 3 Carril W-E (Externo) km 00+800 m hasta el km 01+200 m.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	"DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"	
	RESPONSABLE	SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO	

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

SECTOR : 11	ENSAYO N°: 03
TRAMO : KM. 00 + 800 m - KM. 01 + 200 m	KM: 0.4
CARRIL : W - E (Externo)	FECHA: 03/10/2018
NIVEL : CARPETA ASFÁLTICA	HORA: 11:30 am

$R = 0.593 + 0.0471D$ (D=50)
$R = 0.0485D$ (D<50)
D = 46.7
R = 2.04 IRI

<table border="1" style="font-size:8px"><thead><tr><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th></tr></thead><tbody><tr><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td></tr><tr><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td></tr><tr><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td></tr><tr><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td></tr><tr><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td></tr><tr><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td></tr><tr><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td></tr><tr><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td></tr><tr><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td></tr><tr><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td></tr><tr><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td></tr><tr><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td></tr><tr><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td></tr><tr><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td></tr><tr><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td></tr><tr><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td></tr><tr><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td></tr><tr><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td></tr></tbody></table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	<table style="width:100%; border-collapse:collapse"><tr><td style="border-right:1px solid black; padding-right:10px;">(5/6)*5</td><td style="padding-left:10px;">=</td><td>4.17</td></tr><tr><td style="border-right:1px solid black; padding-right:10px;">(8)*5</td><td style="padding-left:10px;">=</td><td>40.0</td></tr><tr><td style="border-right:1px solid black; padding-right:10px;">(3/6)*5</td><td style="padding-left:10px;">=</td><td>2.50</td></tr><tr><td style="padding-right:20px;">D</td><td style="padding-left:10px;">=</td><td>46.7</td></tr><tr><td style="padding-right:20px;">fc</td><td style="padding-left:10px;">=</td><td>0.900</td></tr><tr><td style="padding-right:20px;">R</td><td style="padding-left:10px;">=</td><td>2.04 IRI</td></tr></table>	(5/6)*5	=	4.17	(8)*5	=	40.0	(3/6)*5	=	2.50	D	=	46.7	fc	=	0.900	R	=	2.04 IRI
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																								
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																								
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																								
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																								
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																								
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																								
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																								
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																								
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																								
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																								
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																								
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																								
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																								
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																								
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																								
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																								
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																								
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																								
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																								
(5/6)*5	=	4.17																																																																																																																																																																																																															
(8)*5	=	40.0																																																																																																																																																																																																															
(3/6)*5	=	2.50																																																																																																																																																																																																															
D	=	46.7																																																																																																																																																																																																															
fc	=	0.900																																																																																																																																																																																																															
R	=	2.04 IRI																																																																																																																																																																																																															

	Frecuencia
--	------------

Bach. Sangay Cusquisibán Milton Oswaldo Pág. 46

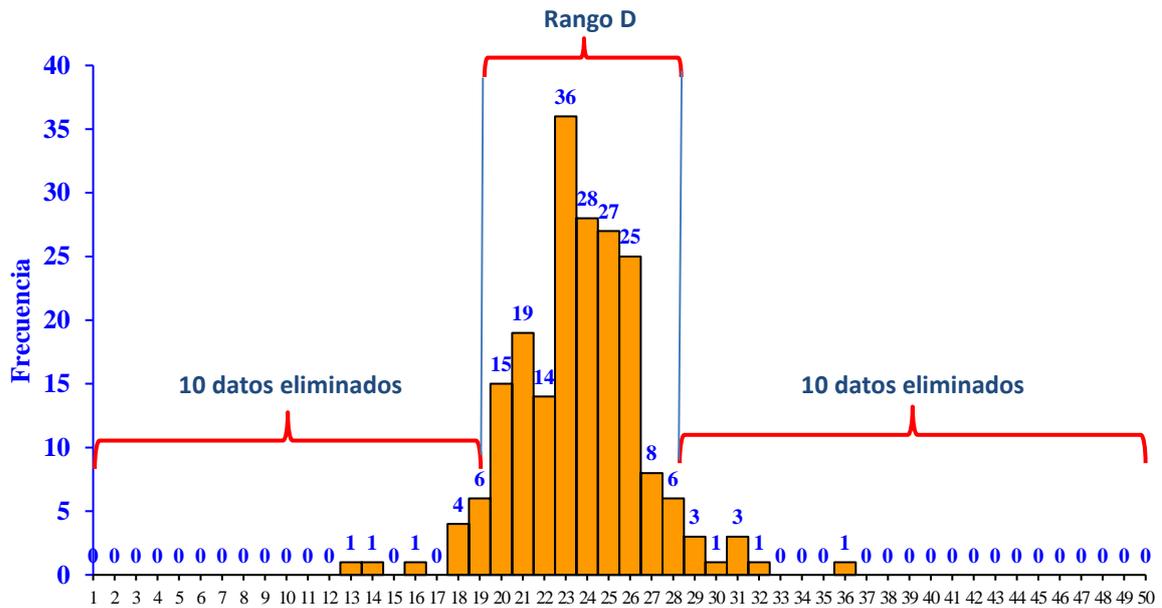


GRÁFICO N° 4: Histograma de la muestra 3 carril W - E (externo) km 000 + 800 m - km 001 + 200 m. En base al histograma de distribuciones se procede cálculo del rango "D" cuyo eje "x" indica los intervalos de desviaciones y en el eje "y" indica la frecuencia. El puntero del equipo indicó valores depresión y elevación según las irregularidades del pavimento (Ver anexo N°01) indicando la cantidad de veces que se repite en los intervalos de desviaciones, presentando con mayor frecuencia el valor de 23 mm un total de 36 veces y con menor frecuencia 5 vez los valores de 13, 14, 16, 30, 32 y 36, además del grafico debemos eliminar 10 datos del extremo izquierdo como 10 datos del extremo derecho, del intervalo 1 hasta 18 y del intervalo 19 solo se elimina 3 datos que resulta una unidad fraccionaria igual a $3/6=0.5$; lo mismo para el extremo derecho se elimina los intervalos 50-29 y un dato del intervalo 28 quedando una unidad fraccionaria de $5/6=0.833$. Se tiene en consecuencia un rango $D=0.833+8+0.5=9.333$ unidades. El Rango D determinado se debe expresar en milímetros de cada unidad ($9.333 \times 5\text{mm}=46.665 \text{ mm}$).

TABLA N° 9
Muestra 3 km 0+800 m – km 01+200 m del carril W-E externo.

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	$46.665 \approx 46.7$	mm
Factor de corrección	0.9	mm
Rango D corregido	41.99	mm
R en valores IRI	$2.036 \approx 2.04$	mm

Valores que se consideraron para el cálculo del Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

3.5.1.4. ENSAYO N° 4 Carril W-E (Externo) km 01+200 m hasta el km 01+600 m.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	"DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"
	RESPONSABLE	SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

SECTOR : 11 ENSAYO N°: 04
TRAMO : KM. 01 + 200 m - KM. 01 + 600 m KM: 0.4
CARRIL : W - E (Externo) FECHA: 03/10/2018
NIVEL : CARPETA ASFÁLTICA HORA: 1.00 pm

$R = 0.593+0.0471D \ (D > 50)$
 $R = 0.0485D \ (D < 50)$
D = 61.0
R = 3.18 IRI

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

$(0.4)*5$	=	0.00			
$(12)*5$	=	60.0			
$(1/5)*5$	=	1.00			
D	=	61.0			
f _c	=	0.900			
R	=	3.18	IRI		

Frecuencia

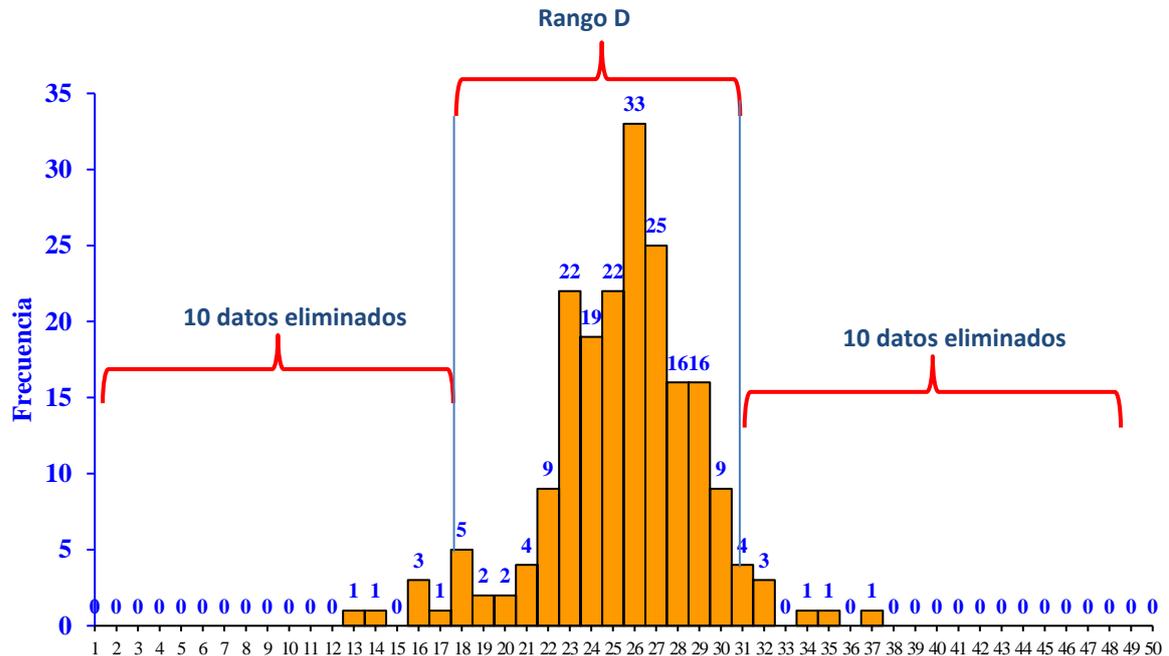


GRÁFICO N° 5: Histograma de la muestra 4 carril W - E (externo) km 001 + 200 m - km 001 + 600 m. En base al histograma de distribuciones se procede cálculo del rango “D” cuyo eje “x” indica los intervalos de desviaciones y en el eje “y” indica la frecuencia. El puntero del equipo indicó valores depresión y elevación según las irregularidades del pavimento (Ver anexo N°01) indicando la cantidad de veces que se repite en los intervalos de desviaciones, presentando con mayor frecuencia el valor de 26 mm un total de 33 veces y con menor frecuencia 6 vez los valores de 13, 14, 17, 34, 35 y 37, además del grafico debemos eliminar 10 datos del extremo izquierdo como 10 datos del extremo derecho, del intervalo 1 hasta 17 y del intervalo 18 solo se elimina 4 datos que resulta una unidad fraccionaria igual a $1/5 = 0.2$; lo mismo para el extremo derecho se elimina los intervalos 50-31. Se tiene en consecuencia un rango $D = 0.20 + 12 = 12.200$ unidades. El Rango D determinado se debe expresar en milímetros de cada unidad ($12.200 \times 5\text{mm} = 61.000 \text{ mm}$).

TABLA N° 10
Muestra 4 km 01+200 m – km 01+600 m del carril W-E externo.

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	61	mm
Factor de corrección	0.9	mm
Rango D corregido	54.9	mm
R en valores IRI	$3.179 \approx 3.18$	mm

Valores que se consideraron para el cálculo del Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

3.6. Resultados del carril W-E (Interno) km 00+000 m hasta el km 01+600 m.

3.6.1. ENSAYO N° 5 Carril W-E (Interno) km 00+000 m hasta el km 00+400 m.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	"DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"
	RESPONSABLE	SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

SECTOR : 11	ENSAYO N°: 05
TRAMO : KM. 00 + 000 m - KM. 00 + 400 m	KM: 0.4
CARRIL : W - E (Interno)	FECHA: 03/10/2018
NIVEL : CARPETA ASFÁLTICA	HORA: 2:00 pm

R = 0.593+0.0471D (D>=50) R = 0.0485D (D<50) D = 55.8 R = 2.96 IRI	mm 50 49 48 47 46 45 44 43 42 41 40 39 38 37 36 35 34 33 32 31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
--	---

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	10
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	20
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	30
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	40
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	50
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	60
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	70
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	80
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	90
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	100
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	110
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	120
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	130
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	140
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	150
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	160
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	170
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	180
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	190
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	200

	(0/6) = 0.00 (11)*5 = 55.0 (1/6)*5 = 0.83 D = 55.8 f _c = 0.900 R = 2.96 IRI	
--	--	--

Frecuencia

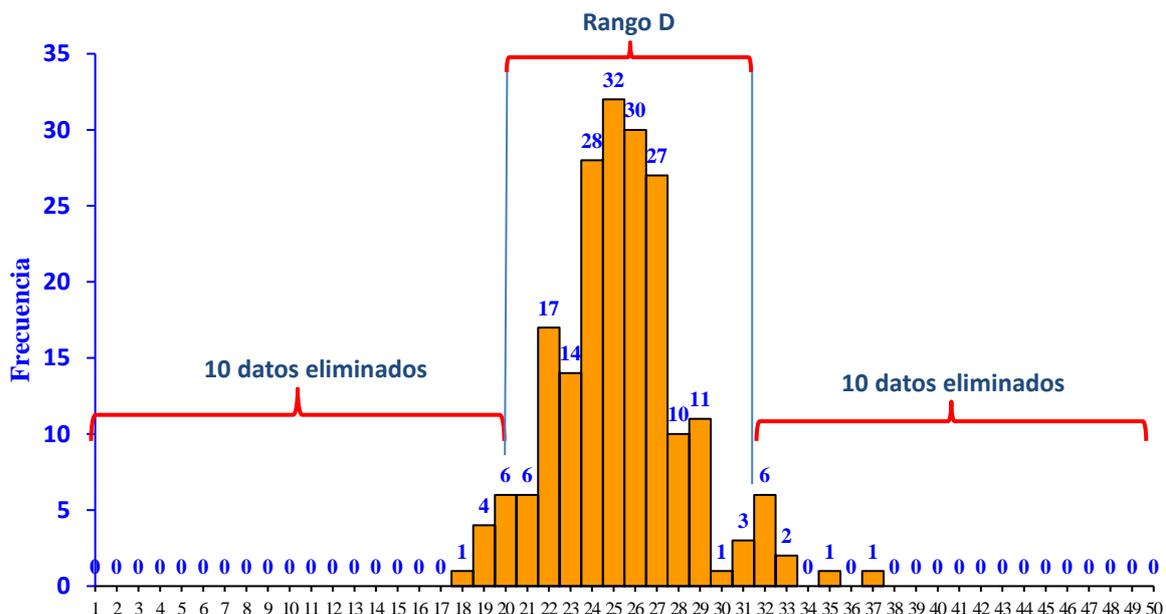


GRÁFICO N° 6: Histograma de la muestra 5 carril W - E (interno) km 000 + 000 m - km 000 + 400 m. En base al histograma de distribuciones se procede cálculo del rango “D” cuyo eje “x” indica los intervalos de desviaciones y en el eje “y” indica la frecuencia. El puntero del equipo indicó valores depresión y elevación según las irregularidades del pavimento (Ver anexo N°01) indicando la cantidad de veces que se repite en los intervalos de desviaciones, presentando con mayor frecuencia el valor de 25 mm un total de 32 veces y con menor frecuencia 4 vez los valores de 18, 30, 35 y 37, además del grafico debemos eliminar 10 datos del extremo izquierdo como 10 datos del extremo derecho, del intervalo 1 hasta 19 y del intervalo 20 solo se elimina 5 datos que resulta una unidad fraccionaria igual a $1/6 = 0.1667$; lo mismo para el extremo derecho se elimina los intervalos 50-32. Se tiene en consecuencia un rango $D = 0.1667 + 11 + 0.0 = 11.167$ unidades. El Rango D determinado se debe expresar en milímetros de cada unidad ($11.167 \times 5\text{mm} = 55.833 \text{ mm}$).

TABLA N° 11
Muestra 5 km 0+000 m – km 0+400 m del carril W-E interno.

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	$55.833 \approx 55.83$	mm
Factor de corrección	0.9	mm
Rango D corregido	50.25	mm
R en valores IRI	$2.959 \approx 2.96$	mm

Valores que se consideraron para el cálculo del Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

3.6.2. ENSAYO N° 6 Carril W-E (Interno) km 00+400 m hasta el km 00+800 m.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"	RESPONSABLE SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO
--	---	--

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

SECTOR : 11 TRAMO : KM. 00 + 400 m - KM. 00 + 800 m CARRIL : W - E (Interno) NIVEL : CARPETA ASFÁLTICA	ENSAYO N°: 06 KM: 0.4 FECHA: 03/10/2018 HORA: 3:30 pm
---	--

$R = 0.593 + 0.0471D$ (D > 50) $R = 0.0485D$ (D < 50) D = 60.0 R = 3.14 IRI	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px;"></td><td style="text-align: right;">50</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">49</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">48</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">47</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">46</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">45</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">44</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">43</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">42</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">41</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">40</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">39</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">38</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">37</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">36</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">35</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">34</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">33</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">32</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">31</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">30</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">29</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">28</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">27</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">26</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">25</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">24</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">23</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">22</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">21</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">20</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">19</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">18</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">17</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">16</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">15</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">14</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">13</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">12</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">11</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">10</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">9</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">8</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">7</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">6</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">5</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">4</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">3</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">2</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">1</td></tr> </table>		50		49		48		47		46		45		44		43		42		41		40		39		38		37		36		35		34		33		32		31		30		29		28		27		26		25		24		23		22		21		20		19		18		17		16		15		14		13		12		11		10		9		8		7		6		5		4		3		2		1
	50																																																																																																				
	49																																																																																																				
	48																																																																																																				
	47																																																																																																				
	46																																																																																																				
	45																																																																																																				
	44																																																																																																				
	43																																																																																																				
	42																																																																																																				
	41																																																																																																				
	40																																																																																																				
	39																																																																																																				
	38																																																																																																				
	37																																																																																																				
	36																																																																																																				
	35																																																																																																				
	34																																																																																																				
	33																																																																																																				
	32																																																																																																				
	31																																																																																																				
	30																																																																																																				
	29																																																																																																				
	28																																																																																																				
	27																																																																																																				
	26																																																																																																				
	25																																																																																																				
	24																																																																																																				
	23																																																																																																				
	22																																																																																																				
	21																																																																																																				
	20																																																																																																				
	19																																																																																																				
	18																																																																																																				
	17																																																																																																				
	16																																																																																																				
	15																																																																																																				
	14																																																																																																				
	13																																																																																																				
	12																																																																																																				
	11																																																																																																				
	10																																																																																																				
	9																																																																																																				
	8																																																																																																				
	7																																																																																																				
	6																																																																																																				
	5																																																																																																				
	4																																																																																																				
	3																																																																																																				
	2																																																																																																				
	1																																																																																																				

<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th style="width: 10%;">1</th><th style="width: 10%;">2</th><th style="width: 10%;">3</th><th style="width: 10%;">4</th><th style="width: 10%;">5</th><th style="width: 10%;">6</th><th style="width: 10%;">7</th><th style="width: 10%;">8</th><th style="width: 10%;">9</th><th style="width: 10%;">10</th></tr> <tr><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td></tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px;"></td><td style="text-align: right;">(0/6)*5</td><td style="text-align: right;">= 0.00</td><td></td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">(12)*5</td><td style="text-align: right;">= 60.0</td><td></td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">(0/1)*5</td><td style="text-align: right;">= 0.00</td><td></td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">D</td><td style="text-align: right;">= 60.0</td><td></td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">fc</td><td style="text-align: right;">= 0.900</td><td></td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">R</td><td style="text-align: right;">= 3.14 IRI</td><td></td></tr> </table>		(0/6)*5	= 0.00			(12)*5	= 60.0			(0/1)*5	= 0.00			D	= 60.0			fc	= 0.900			R	= 3.14 IRI	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																										
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																																																										
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																																																										
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																																																										
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																																																										
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																																																										
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																																																										
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																																																										
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																																																										
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																																																										
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																																																										
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																																																										
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																																																										
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																																																										
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																																																										
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																																																										
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																																																										
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																																																										
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																																																										
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																																																										
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																																																										
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																																																										
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																																																										
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																																																										
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																																																										
	(0/6)*5	= 0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	(12)*5	= 60.0																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	(0/1)*5	= 0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	D	= 60.0																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	fc	= 0.900																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	R	= 3.14 IRI																																																																																																																																																																																																																																																																																	

Frecuencia

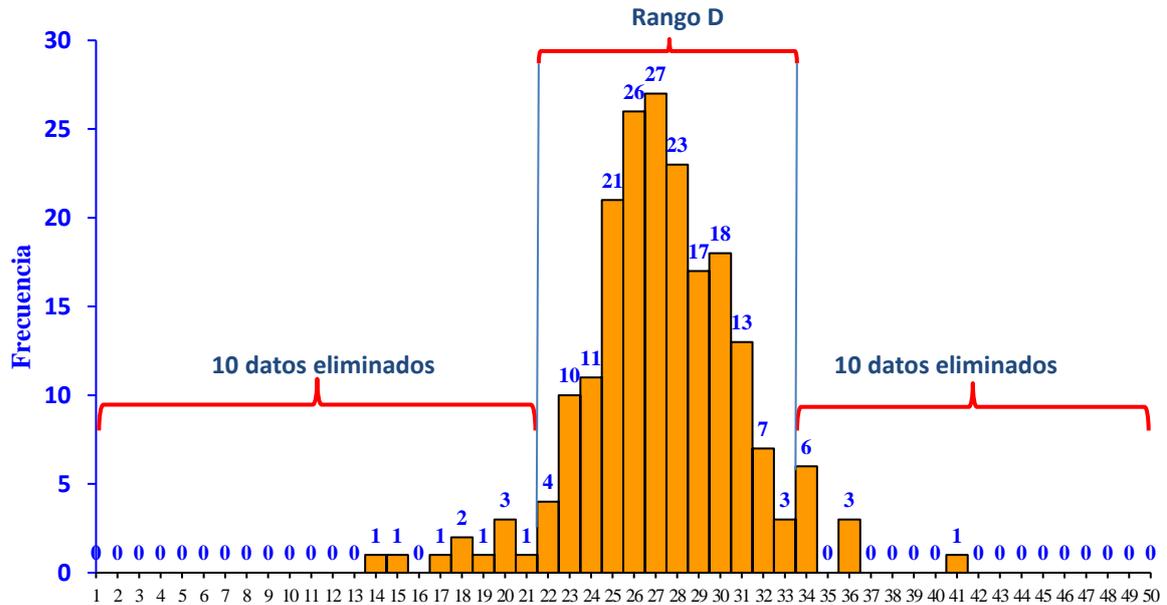


GRÁFICO N° 7: Histograma de la muestra 6 carril W - E (interno) km 000 + 400 m - km 000 + 800 m. En base al histograma de distribuciones se procede cálculo del rango “D” cuyo eje “x” indica los intervalos de desviaciones y en el eje “y” indica la frecuencia. El puntero del equipo indicó valores depresión y elevación según las irregularidades del pavimento (Ver anexo N°01) indicando la cantidad de veces que se repite en los intervalos de desviaciones, presentando con mayor frecuencia el valor de 27 mm un total de 27 veces y con menor frecuencia 6 vez los valores de 14, 15, 17, 19, 21 y 41, además del grafico debemos eliminar 10 datos del extremo izquierdo como 10 datos del extremo derecho, del intervalo 1 hasta 21; lo mismo para el extremo derecho se elimina los intervalos 50-34. Se tiene en consecuencia un rango $D = 0.000 + 12 + 0.000 = 12.000$ unidades. El Rango D determinado se debe expresar en milímetros de cada unidad ($12.000 \times 5\text{mm} = 60\text{ mm}$).

TABLA N° 12
Muestra 6 km 0+400 m – km 0+800 m del carril W-E interno.

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	60	mm
Factor de corrección	0.9	mm
Rango D corregido	54	mm
R en valores IRI	$3.136 \approx 3.14$	mm

Valores que se consideraron para el cálculo del Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

3.6.3. ENSAYO N° 7 Carril W-E (Interno) km 00+800 m hasta el km 01+200 m.

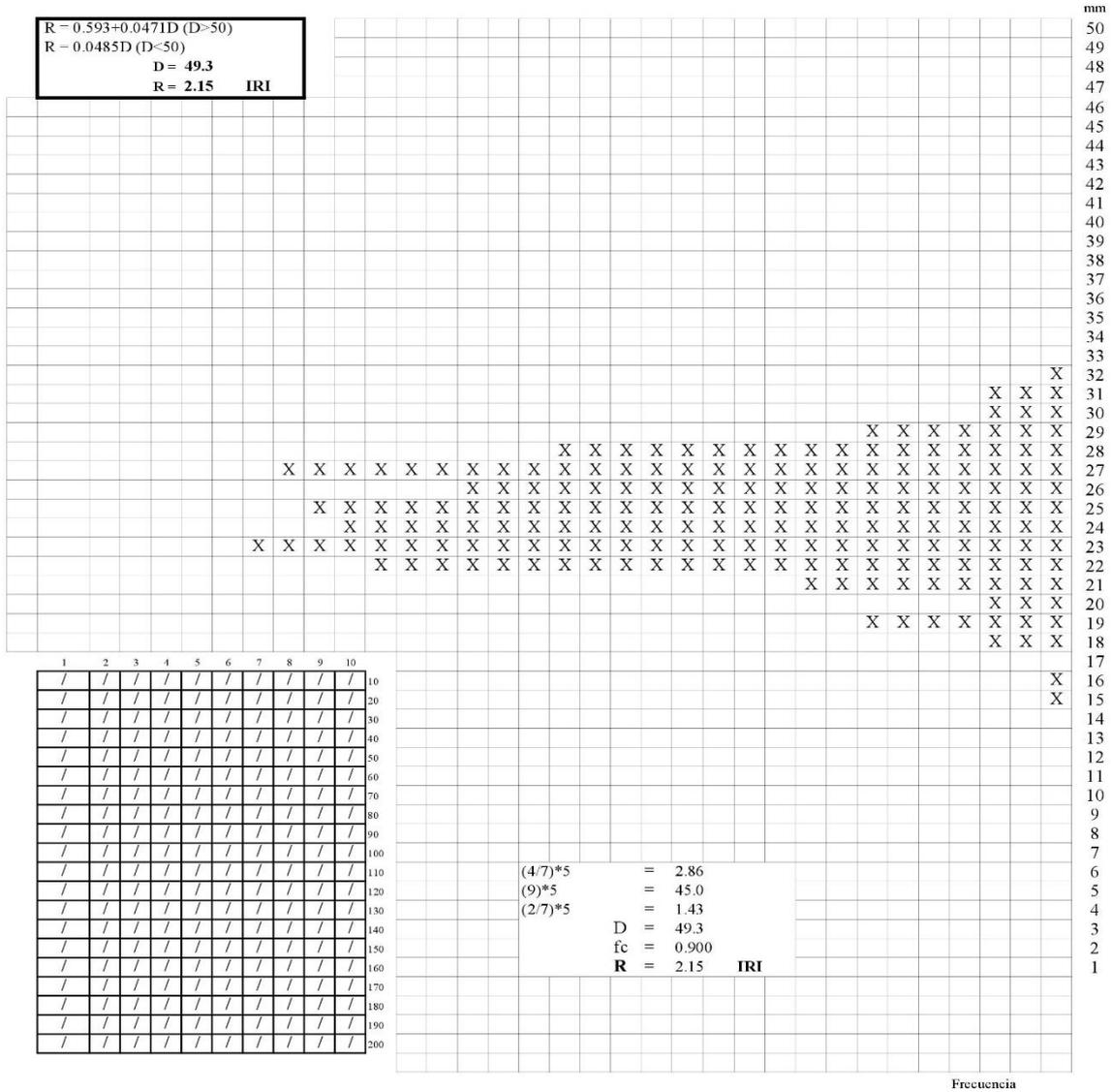
	NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	"DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"
	RESPONSABLE	SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

SECTOR : 11
 TRAMO : KM. 00 + 800 m - KM. 01 + 200 m
 CARRIL : W - E (Interno)
 NIVEL : CARPETA ASFÁLTICA

ENSAYO N°: 07
 KM: 0.4
 FECHA: 03/10/2018
 HORA: 5:00 pm

R = 0.593+0.0471D (D>50)
 R = 0.0485D (D<50)
 D = 49.3
 R = 2.15 IRI



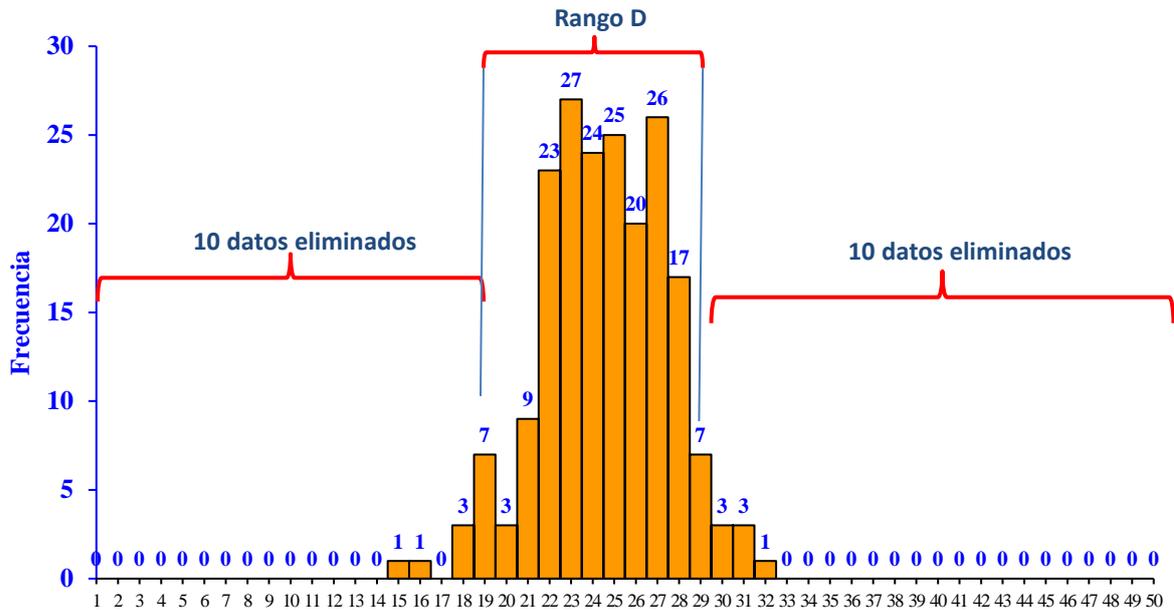


GRÁFICO N° 8: Histograma de la muestra 7 carril W - E (interno) km 000 + 800 m - km 001 + 200 m. En base al histograma de distribuciones se procede cálculo del rango "D" cuyo eje "x" indica los intervalos de desviaciones y en el eje "y" indica la frecuencia. El puntero del equipo indicó valores depresión y elevación según las irregularidades del pavimento (Ver anexo N°01) indicando la cantidad de veces que se repite en los intervalos de desviaciones, presentando con mayor frecuencia el valor de 23 mm un total de 27 veces y con menor frecuencia 3 vez los valores de 15, 16 y 32, además del gráfico debemos eliminar 10 datos del extremo izquierdo como 10 datos del extremo derecho, del intervalo 1 hasta 18 y del intervalo 19 solo se elimina 5 datos que resulta una unidad fraccionaria igual a $2/7 = 0.286$; lo mismo para el extremo derecho se elimina los intervalos 50-30 y tres datos del intervalo 29 quedando una unidad fraccionaria de $4/7 = 0.571$. Se tiene en consecuencia un rango $D = 0.286 + 9 + 0.571 = 9.857$ unidades. El Rango D determinado se debe expresar en milímetros de cada unidad ($9.857 \times 5\text{mm} = 49.285 \text{ mm}$).

TABLA N° 13
Muestra 7 km 0+800 m – km 1+200 m del carril W-E interno.

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	49.285	mm
Factor de corrección	0.9	mm
Rango D corregido	44.357	mm
R en valores IRI	2.151 ≈ 2.15	mm

Valores que se consideraron para el cálculo del Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

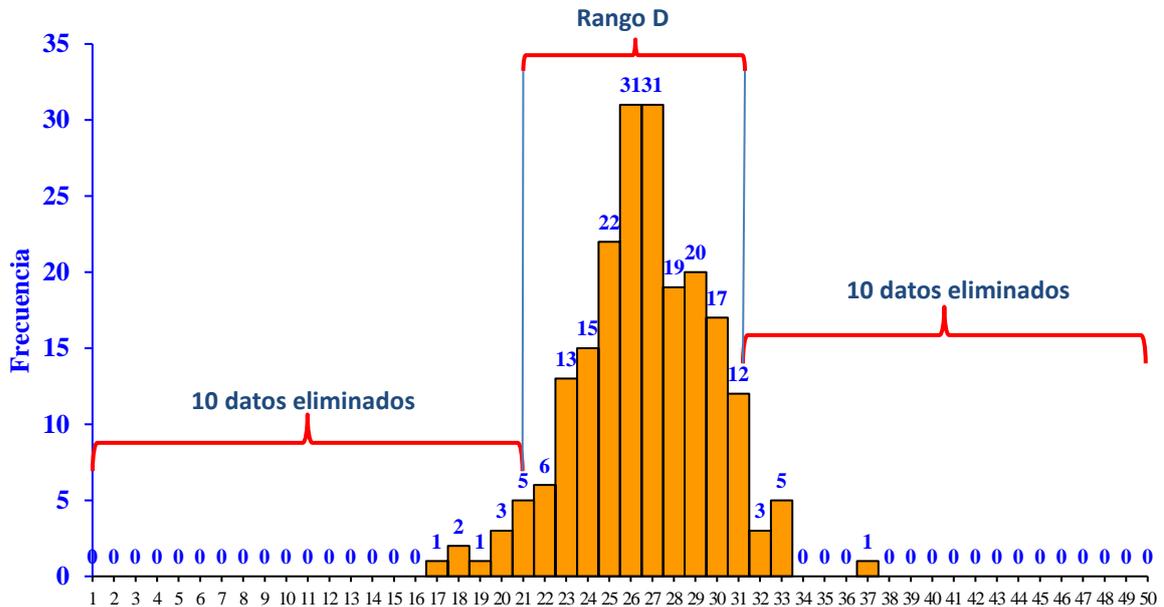


GRÁFICO N° 9: Histograma de la muestra 8 carril W - E (interno) km 001 + 200 m - km 001 + 600 m. En base al histograma de distribuciones se procede cálculo del rango “D” cuyo eje “x” indica los intervalos de desviaciones y en el eje “y” indica la frecuencia. El puntero del equipo indicó valores depresión y elevación según las irregularidades del pavimento (Ver anexo N°01) indicando la cantidad de veces que se repite en los intervalos de desviaciones, presentando con mayor frecuencia el valor de 26, 27 mm un total de 31 veces y con menor frecuencia 3 vez los valores de 17, 19 y 37, además del grafico debemos eliminar 10 datos del extremo izquierdo como 10 datos del extremo derecho, del intervalo 1 hasta 20 y del intervalo 21 solo se elimina 3 datos que resulta una unidad fraccionaria igual a $2/5 = 0.40$; lo mismo para el extremo derecho se elimina los intervalos 50-32 y un datos del intervalo 31 quedando una unidad fraccionaria de $11/12 = 0.917$. Se tiene en consecuencia un rango $D = 0.40 + 9 + 0.917 = 10.317$ unidades. El Rango D determinado se debe expresar en milímetros de cada unidad ($10.317 \times 5\text{mm} = 51.585 \text{ mm}$).

TABLA N° 14
Muestra 8 km 01+200 m – km 01+600 m del carril W-E interno.

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	$51.585 \approx 51.59$	mm
Factor de corrección	0.9	mm
Rango D corregido	46.43	mm
R en valores IRI	$2.779 \approx 2.78$	mm

Valores que se consideraron para el cálculo del Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

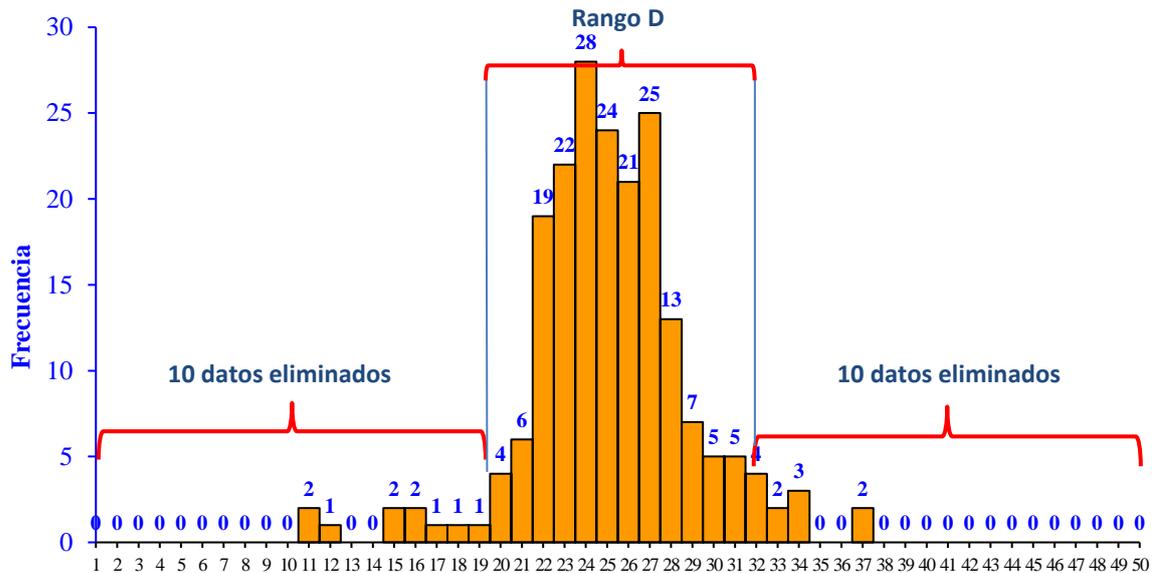


GRÁFICO N° 10: Histograma de la muestra 9 carril E - W (externo) km 000 + 000 m - km 000 + 400 m. En base al histograma de distribuciones se procede cálculo del rango "D" cuyo eje "x" indica los intervalos de desviaciones y en el eje "y" indica la frecuencia. El puntero del equipo indicó valores depresión y elevación según las irregularidades del pavimento (Ver anexo N°01) indicando la cantidad de veces que se repite en los intervalos de desviaciones, presentando con mayor frecuencia el valor de 24 mm un total de 28 veces y con menor frecuencia 4 vez los valores de 12, 17, 18 y 19, además del grafico debemos eliminar 10 datos del extremo izquierdo como 10 datos del extremo derecho, del intervalo 1 hasta 19; lo mismo para el extremo derecho se elimina los intervalos 50-33 y tres datos del intervalo 32 quedando una unidad fraccionaria de $1/4 = 0.25$. Se tiene en consecuencia un rango $D = 0.00 + 5 + 0.25 = 12.25$ unidades. El Rango D determinado se debe expresar en milímetros de cada unidad ($12.25 \times 5\text{mm} = 61.25 \text{ mm}$).

TABLA N° 15
Muestra 9 km 0+000 m – km 0+400 m del carril W-E externo.

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	$61.25 \approx 61.25$	mm
Factor de corrección	0.9	mm
Rango D corregido	55.125	mm
R en valores IRI	$3.189 \approx 3.19$	mm

Valores que se consideraron para el cálculo del Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

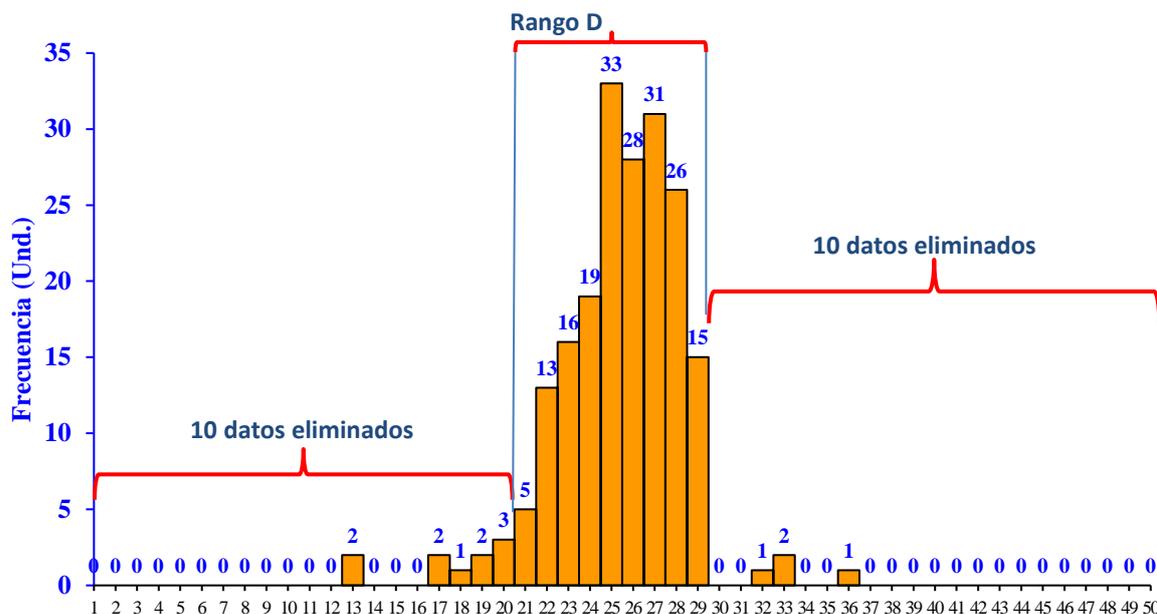


GRÁFICO N° 11: Histograma de la muestra 10 carril E - W (Externo) km 000 + 400 m - km 000 + 800 m. En base al histograma de distribuciones se procede cálculo del rango “D” cuyo eje “x” indica los intervalos de desviaciones y en el eje “y” indica la frecuencia. El puntero del equipo indicó valores depresión y elevación según las irregularidades del pavimento (Ver anexo N°01) indicando la cantidad de veces que se repite en los intervalos de desviaciones, presentando con mayor frecuencia el valor de 25 mm un total de 33 veces y con menor frecuencia 3 vez los valores de 18, 32 y 36, además del grafico debemos eliminar 10 datos del extremo izquierdo como 10 datos del extremo derecho, del intervalo 1 hasta 20; lo mismo para el extremo derecho se elimina los intervalos 50-32 y seis datos del intervalo 29 quedando una unidad fraccionaria de $9/15=0.6$. Se tiene en consecuencia un rango $D= 0.00+8+0.60 = 8.60$ unidades. El Rango D determinado se debe expresar en milímetros de cada unidad ($8.60 \times 5\text{mm}=43.00 \text{ mm}$).

TABLA N° 16
Muestra 10 km 0+400 m – km 0+800 m del carril W-E externo.

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	43	mm
Factor de corrección	0.9	mm
Rango D corregido	38.7	mm
R en valores IRI	1.876≈ 1.88	mm

Valores que se consideraron para el cálculo del Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

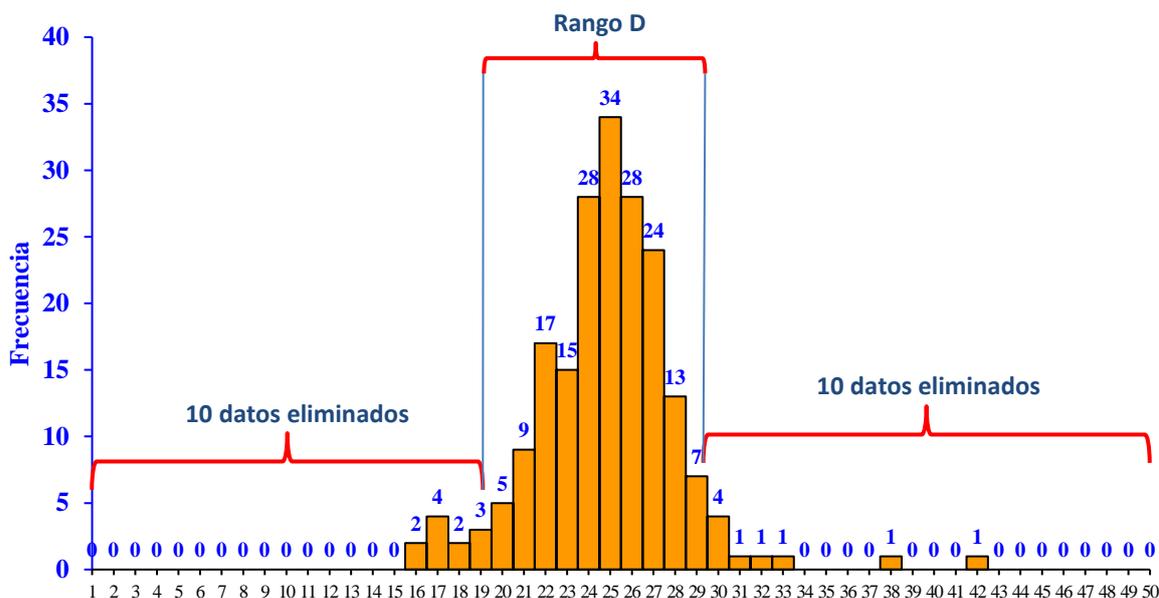


GRÁFICO N° 12: Histograma de la muestra 11 carril E - W (externo) km 000 + 800 m - km 001 + 200 m. En base al histograma de distribuciones se procede cálculo del rango “D” cuyo eje “x” indica los intervalos de desviaciones y en el eje “y” indica la frecuencia. El puntero del equipo indicó valores depresión y elevación según las irregularidades del pavimento (Ver anexo N°01) indicando la cantidad de veces que se repite en los intervalos de desviaciones, presentando con mayor frecuencia el valor de 34 mm un total de 34 veces y con menor frecuencia 5 vez los valores de 31, 32, 33, 38 y 42, además del gráfico debemos eliminar 10 datos del extremo izquierdo como 10 datos del extremo derecho, del intervalo 1 hasta 18 y del intervalo 19 solo se elimina 2 datos que resulta una unidad fraccionaria igual a $1/3 = 0.33$; lo mismo para el extremo derecho se elimina los intervalos 50-30 y un datos del intervalo 29 quedando una unidad fraccionaria de $6/7 = 0.857$. Se tiene en consecuencia un rango $D = 0.33 + 9 + 0.857 = 10.187$ unidades. El Rango D determinado se debe expresar en milímetros de cada unidad ($10.187 \times 5\text{mm} = 50.935 \text{ mm}$).

TABLA N° 17
Muestra 11 km 0+800 m – km 01+200 m del carril W-E externo.

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	$50.935 \approx 50.94$	mm
Factor de corrección	0.9	mm
Rango D corregido	45.84	mm
R en valores IRI	$2.752 \approx 2.75$	mm

Valores que se consideraron para el cálculo del Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

3.7.4. ENSAYO N° 12 Carril E-W (Externo) km 01+200 m hasta el km 01+600 m.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	"DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"	
	RESPONSABLE	SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO	

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

SECTOR : 11 ENSAYO N°: 12
 TRAMO : KM.01 + 200 m - KM.01 + 600 m KM: 0.4
 CARRIL : W - E (Externo) FECHA: 04/10/2018
 NIVEL : CARPETA ASFÁLTICA HORA: 1:00 pm

$R = 0.593 + 0.0471D (D \geq 50)$
 $R = 0.0485D (D < 50)$
 D = **80.0**
 R = **3.98** IRI

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

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

	(2/4)*5 = 2.50
	(15)*5 = 75.0
	(1/2)*5 = 2.50
	D = 80.0
	fc = 0.900
	R = 3.98 IRI

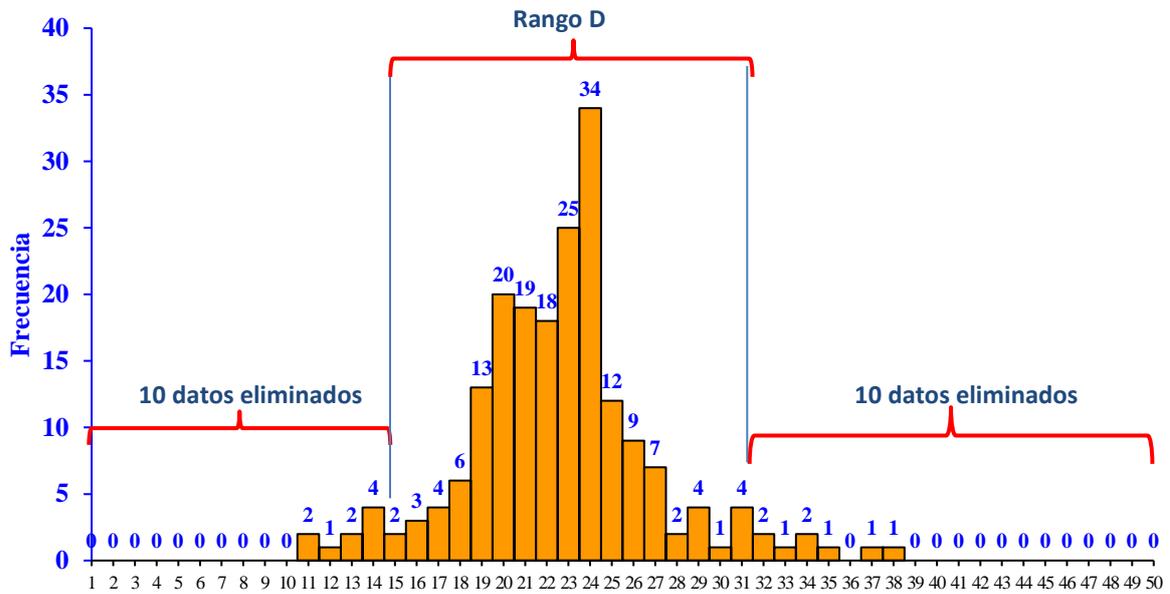


GRÁFICO N° 13: Histograma de la muestra 12 carril E - W (externo) km 001 + 200 m - km 001 + 600 m. En base al histograma de distribuciones se procede cálculo del rango “D” cuyo eje “x” indica los intervalos de desviaciones y en el eje “y” indica la frecuencia. El puntero del equipo indicó valores depresión y elevación según las irregularidades del pavimento (Ver anexo N°01) indicando la cantidad de veces que se repite en los intervalos de desviaciones, presentando con mayor frecuencia el valor de 24 mm un total de 34 veces y con menor frecuencia 6 vez los valores de 12, 30, 33, 35, 37 y 38, además del grafico debemos eliminar 10 datos del extremo izquierdo como 10 datos del extremo derecho, del intervalo 1 hasta 14 y del intervalo 15 solo se elimina un datos que resulta una unidad fraccionaria igual a $1/2 = 0.5$; lo mismo para el extremo derecho se elimina los intervalos 50-32 y dos datos del intervalo 31 quedando una unidad fraccionaria de $2/4 = 0.5$. Se tiene en consecuencia un rango $D = 0.500 + 15 + 0.500 = 16$ unidades. El Rango D determinado se debe expresar en milímetros de cada unidad ($16 \times 5\text{mm} = 80 \text{ mm}$).

TABLA N° 18
Muestra 12 km 01+200 m – km +600 m del carril W-E externo.

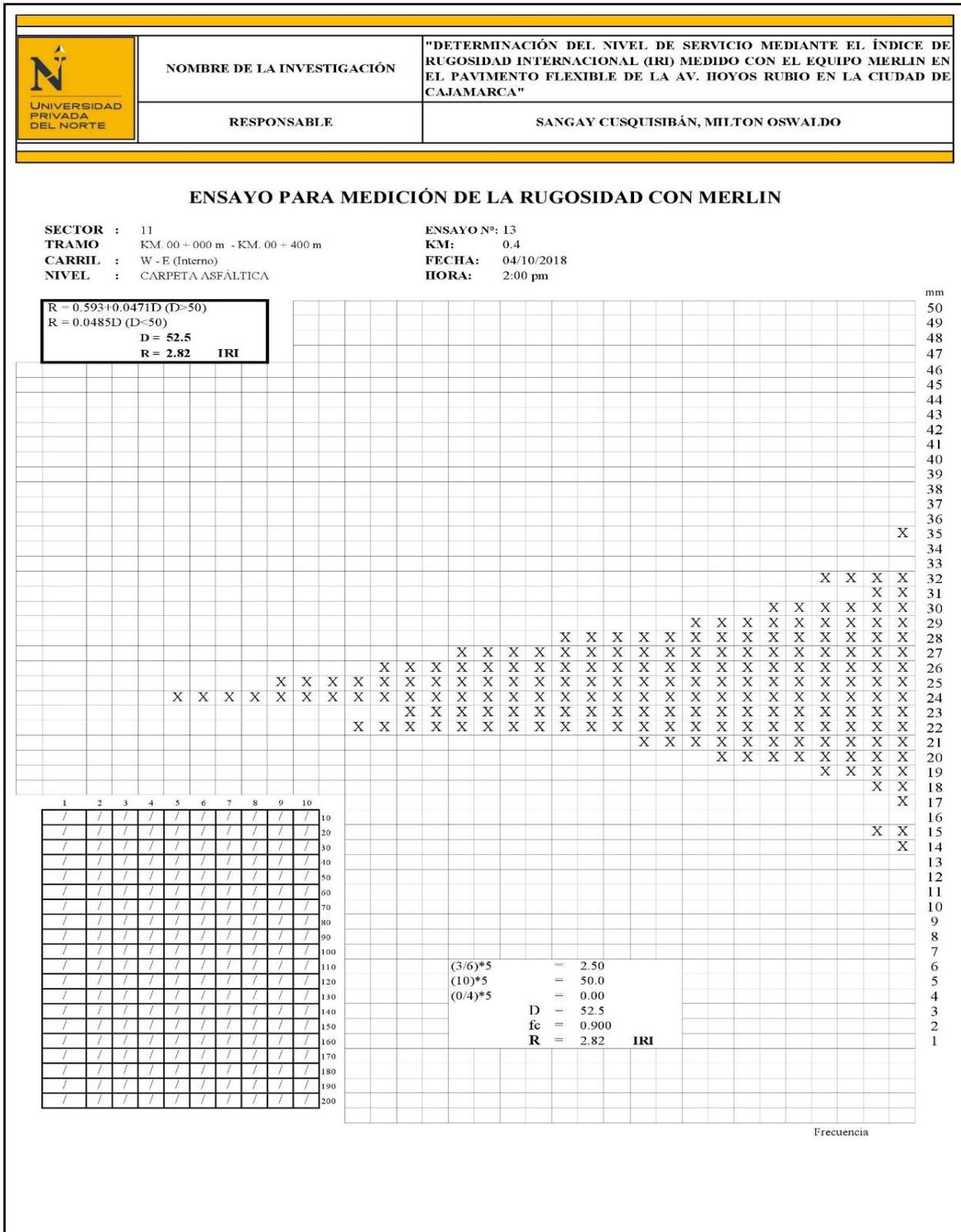
Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	80	mm
Factor de corrección	0.9	mm
Rango D corregido	72	mm
R en valores IRI	$3.984 \approx 3.98$	mm

Valores que se consideraron para el cálculo del Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

3.8. Resultados del carril E-W (Interno) km 00+000 m hasta el km 01+600 m.

3.8.1. ENSAYO N° 13 Carril E-W (Interno) km 00+000 m hasta el km 00+400 m.



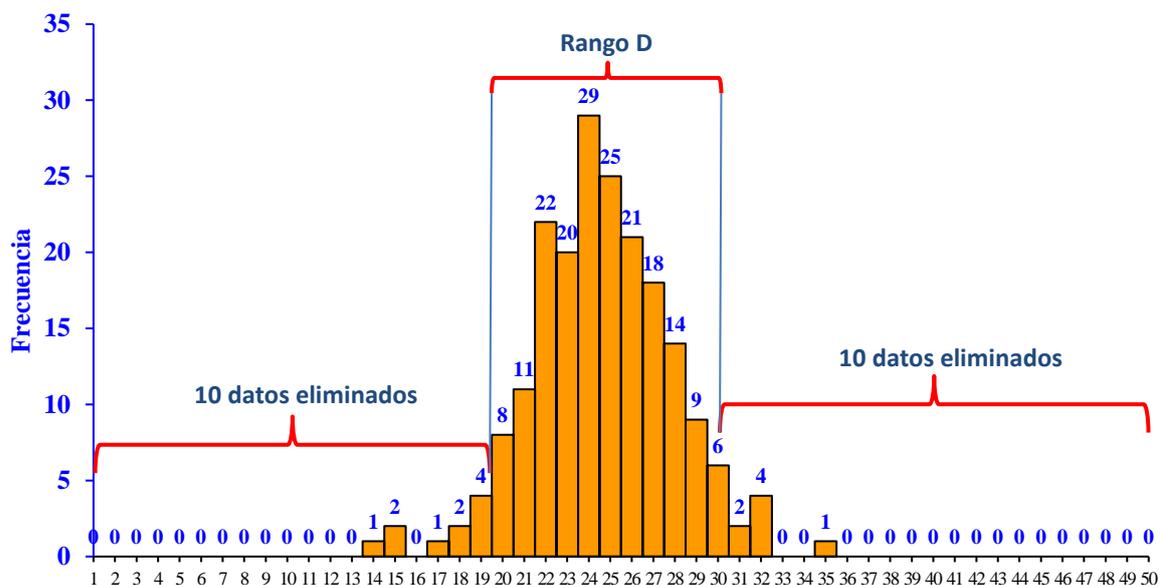


GRÁFICO N° 14: Histograma de la muestra 13 carril E - W (interno) km 000 + 000 m - km 000 + 400 m. En base al histograma de distribuciones se procede cálculo del rango “D” cuyo eje “x” indica los intervalos de desviaciones y en el eje “y” indica la frecuencia. El puntero del equipo indicó valores depresión y elevación según las irregularidades del pavimento (Ver anexo N°01) indicando la cantidad de veces que se repite en los intervalos de desviaciones, presentando con mayor frecuencia el valor de 24 mm un total de 29 veces y con menor frecuencia 3 vez los valores de 14, 17 y 35, además del grafico debemos eliminar 10 datos del extremo izquierdo como 10 datos del extremo derecho, del intervalo 1 hasta 19 se eliminan; lo mismo para el extremo derecho se elimina los intervalos 50-31 y tres datos del intervalo 30 quedando una unidad fraccionaria de $3/6=0.5$. Se tiene en consecuencia un rango $D=0.000+10+0.500=10.5$ unidades. El Rango D determinado se debe expresar en milímetros de cada unidad ($10.5 \times 5\text{mm}=52.5 \text{ mm}$).

TABLA N° 19
Muestra 13 km 0+000 m – km 0+400 m del carril W-E interno.

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	$52.5 \approx 52.5$	mm
Factor de corrección	0.9	mm
Rango D corregido	47.25	mm
R en valores IRI	$2.814 \approx 2.82$	mm

Valores que se consideraron para el cálculo del Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

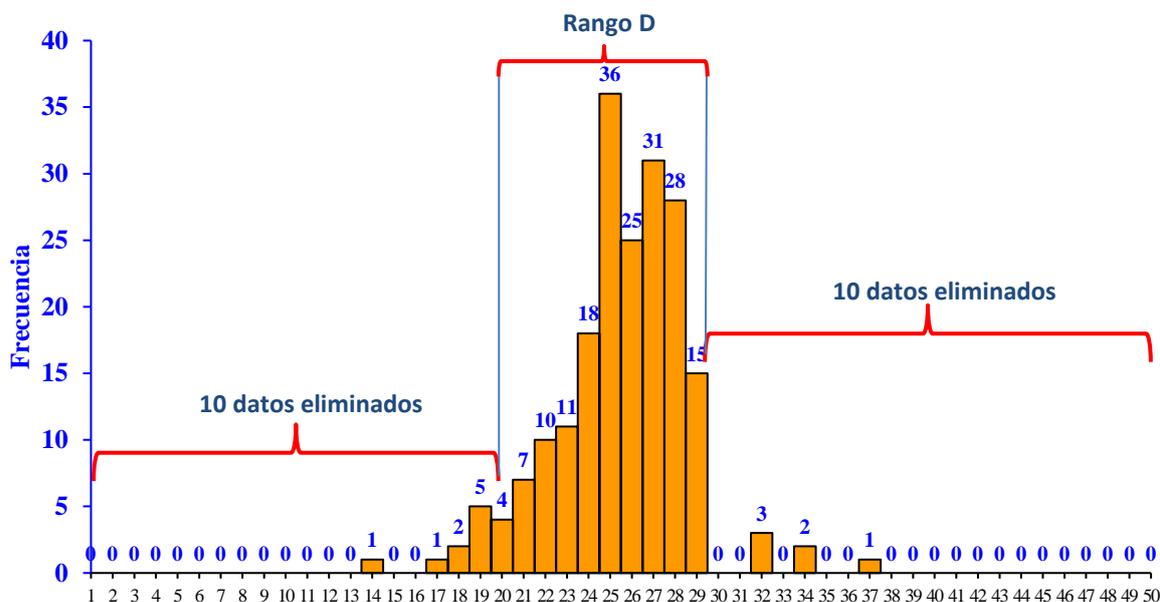


GRÁFICO N° 15: Histograma de la muestra 14 carril E - W (interno) km 000 + 400 m - km 000 + 800 m. En base al histograma de distribuciones se procede cálculo del rango “D” cuyo eje “x” indica los intervalos de desviaciones y en el eje “y” indica la frecuencia. El puntero del equipo indicó valores depresión y elevación según las irregularidades del pavimento (Ver anexo N°01) indicando la cantidad de veces que se repite en los intervalos de desviaciones, presentando con mayor frecuencia el valor de 25 mm un total de 36 veces y con menor frecuencia 3 vez los valores de 14, 17 y 37, además del grafico debemos eliminar 10 datos del extremo izquierdo como 10 datos del extremo derecho, del intervalo 1 hasta 19 y del intervalo 20 solo se elimina un datos que resulta una unidad fraccionaria igual a $3/4 = 0.75$; lo mismo para el extremo derecho se elimina los intervalos 50-32 y cuatro datos del intervalo 29 quedando una unidad fraccionaria de $11/15 = 0.73$. Se tiene en consecuencia un rango $D = 0.75 + 8 + 0.73 = 9.48$ unidades. El Rango D determinado se debe expresar en milímetros de cada unidad ($9.48 \times 5\text{mm} = 42.66 \text{ mm}$).

TABLA N° 20
Muestra 14 km 0+400 m – km 0+800 m del carril W-E interno.

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	$47.4 \approx 47.4$	mm
Factor de corrección	0.9	mm
Rango D corregido	42.66	mm
R en valores IRI	$2.069 \approx 2.07$	mm

Valores que se consideraron para el cálculo del Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

3.8.3. ENSAYO N° 15 Carril E-W (Interno) km 00+800 m hasta el km 01+200 m.

<p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	"DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"	
	RESPONSABLE	SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO	

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

SECTOR : 11
 TRAMO : KM. 00 - 800 m - KM. 01 + 200 m
 CARRIL : W - E (Interno)
 NIVEL : CARPETA ASFÁLTICA

ENSAYO N°: 15
 KM: 0.4
 FECHA: 04/10/2018
 HORA: 5:00 pm

R = 0.593+0.0471D (D>=50)
 R = 0.0485D (D<50)
 D = 52.9
 R = 2.83 IRI

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

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
100	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
200	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
300	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
400	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
500	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
600	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
700	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
800	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
900	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
1000	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
1100	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
1200	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
1300	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
1400	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
1500	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
1600	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
1700	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
1800	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
1900	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
2000	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	

(0/3)*5 = 0.00
 (10)*5 = 50.0
 (4/7)*5 = 2.86
 D = 52.9
 fc = 0.900
R = 2.83 IRI

Frecuencia

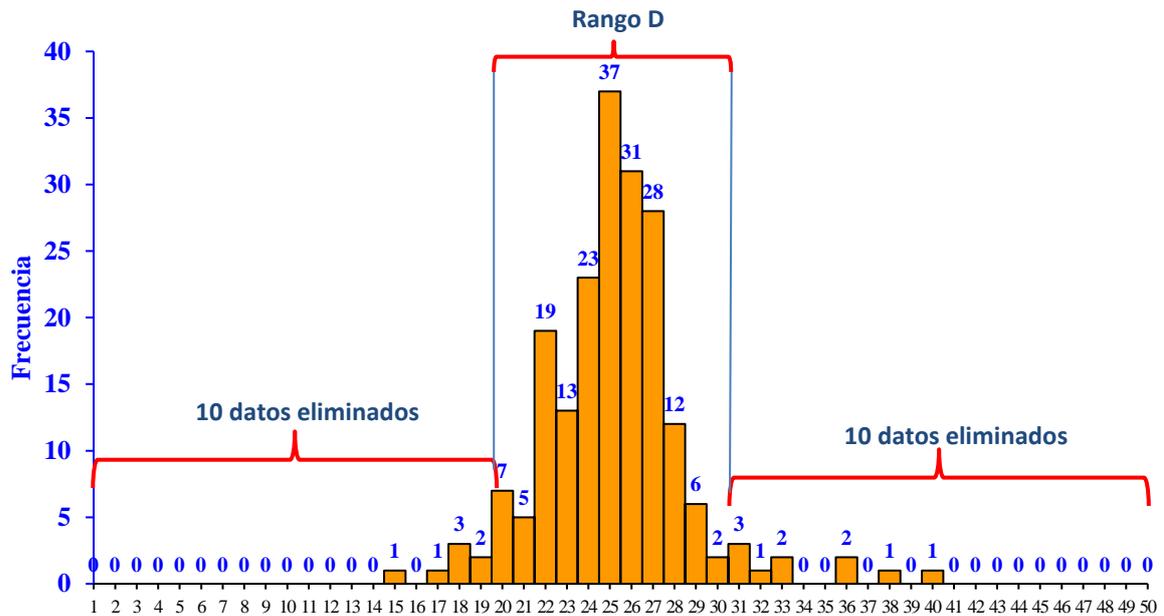


GRÁFICO N° 16: Histograma de la muestra 15 carril E - W (interno) km 000 + 800 m - km 001 + 200 m. En base al histograma de distribuciones se procede cálculo del rango “D” cuyo eje “x” indica los intervalos de desviaciones y en el eje “y” indica la frecuencia. El puntero del equipo indicó valores depresión y elevación según las irregularidades del pavimento (Ver anexo N°01) indicando la cantidad de veces que se repite en los intervalos de desviaciones, presentando con mayor frecuencia el valor de 25 mm un total de 37 veces y con menor frecuencia 5 vez los valores de 15, 17, 32, 38 y 40, además del grafico debemos eliminar 10 datos del extremo izquierdo como 10 datos del extremo derecho, del intervalo 1 hasta 19 y del intervalo 20 solo se elimina tres datos que resulta una unidad fraccionaria igual a $4/7 = 0.571$; lo mismo para el extremo derecho se elimina los intervalos 50 - 31. Se tiene en consecuencia un rango $D = 0.571 + 10 + 0.00 = 10.571$ unidades. El Rango D determinado se debe expresar en milímetros de cada unidad ($10.571 \times 5\text{mm} = 52.569$ mm).

TABLA N° 21
Muestra 15 km 0+000 m – km 0+400 m del carril W-E interno.

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	$52.569 \approx 52.57$	mm
Factor de corrección	0.9	mm
Rango D corregido	47.57	mm
R en valores IRI	$2.833 \approx 2.83$	mm

Valores que se consideraron para el cálculo del Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

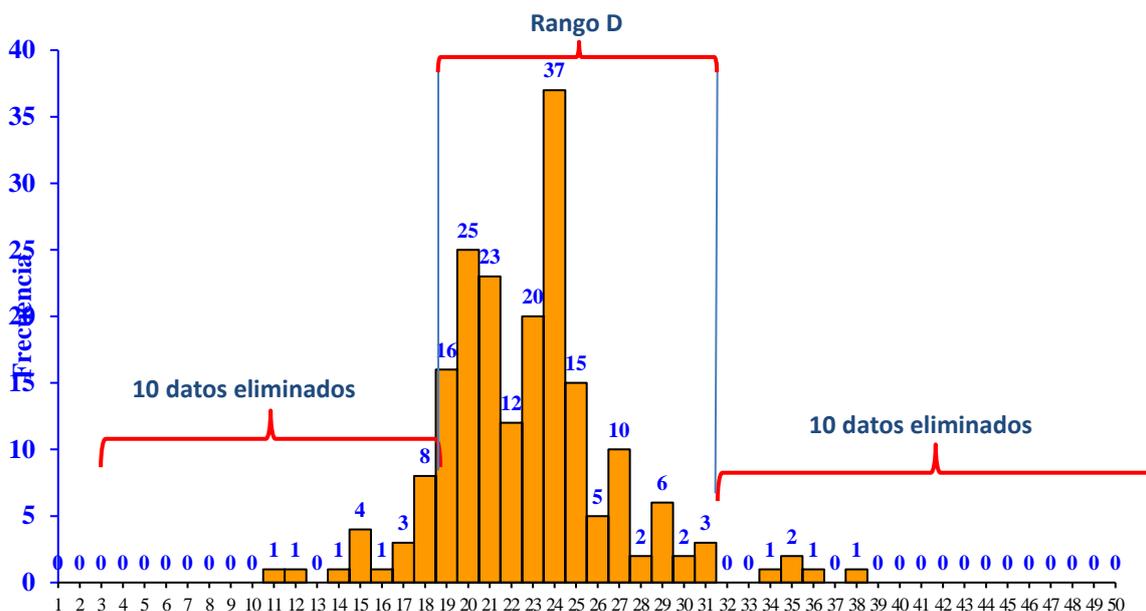


GRÁFICO N° 17: Histograma de la muestra 16 carril E - W (interno) km 001 + 200 m - km 001 + 600 m. En base al histograma de distribuciones se procede cálculo del rango “D” cuyo eje “x” indica los intervalos de desviaciones y en el eje “y” indica la frecuencia. El puntero del equipo indicó valores depresión y elevación según las irregularidades del pavimento (Ver anexo N°01) indicando la cantidad de veces que se repite en los intervalos de desviaciones, presentando con mayor frecuencia el valor de 24 mm un total de 37 veces y con menor frecuencia 7 vez los valores de 11, 12, 14, 16, 34, 36 y 38, además del grafico debemos eliminar 10 datos del extremo izquierdo como 10 datos del extremo derecho, del intervalo 1 hasta 16 y del intervalo 17 solo se elimina dos datos que resulta una unidad fraccionaria igual a $1/3 = 0.33$; lo mismo para el extremo derecho se elimina los intervalos 50-30. Se tiene en consecuencia un rango $D = 0.33 + 12 + 0.00 = 12.33$ unidades. El Rango D determinado se debe expresar en milímetros de cada unidad ($12.33 \times 5\text{mm} = 61.65 \text{ mm}$).

TABLA N° 22
Muestra 16 km 01+200 m – km 01+600 m del carril W-E interno.

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	$61.65 \approx 61.65$	mm
Factor de corrección	0.9	mm
Rango D corregido	55.49	mm
R en valores IRI	$3.206 \approx 3.21$	mm

Valores que se consideraron para el cálculo del Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

3.9. RESUMEN DE LA RUGOSIDAD SOBRE LA CARPETA ASFÁLTICA

3.9.1. PARA EL CARRIL W(oeste)- E(este).

TABLA N° 23

Cuadro resumen de las ocho muestras tomadas en el carril w(oeste)-E(este).

CARRIL W-E											
INFORME	PROGRESIVAS			RUGOSIDAD							OBSER.
	INICIAL (Km)	FINAL (Km)	ENSAYO N°	LONGITUD (m)	FECHA PRUEBA	H. Interna		H. Externa		Prom.	
						D	R	D	R	(IRI _P)	
	0+000	0+400	001	400	03/10/2018	55.80	2.960	32.60	1.420	2.190	
	0+400	0+800	002	400	03/10/2018	60.00	3.140	45.20	1.970	2.555	
	0+000	1+200	003	400	03/10/2018	49.30	2.150	46.70	2.040	2.095	
	1+200	1+600	004	400	03/10/2018	51.60	2.780	61.00	3.180	2.980	

En esta tabla ocho muestras de 400 m cada una, para la parte interna (H. Interna) y externa (H. Externa) del carril W- E; donde D y R es el rango D y la rugosidad respectivamente los cuales fueron sacados del cuadro resumen de los anexos, obteniendo en este cuadro un IRI_P (Índice de Rugosidad Internacional promedio).

3.9.2. PARA EL CARRIL E(este) - W(oeste)

TABLA N° 24

Cuadro resumen de las ocho muestras tomadas en el carril E(este) - w(oeste).

CARRIL E-W											
INFORME	PROGRESIVAS			RUGOSIDAD							OBSER.
	INICIAL (Km)	FINAL (Km)	ENSAYO N°	LONGITUD (m)	FECHA PRUEBA	H. Interna		H. Externa		Prom.	
						D	R	D	R	(IRI)	
	1+600	1+200	005	400	04/10/2018	52.50	2.820	61.30	3.190	3.005	
	1+200	0+800	006	400	04/10/2018	47.40	2.070	43.00	1.880	1.975	
	0+800	0+400	007	400	04/10/2018	52.90	2.830	51.00	2.750	2.790	
	0+400	0+000	008	400	04/10/2018	61.70	3.210	80.00	3.980	3.595	

En esta tabla ocho muestras de 400 m cada una, para la parte interna (H. Interna) y externa (H. Externa) del carril E-W; donde D y R es el rango D y la rugosidad respectivamente los cuales fueron sacados del cuadro resumen de los anexos, obteniendo en este cuadro un IRI_P (Índice de Rugosidad Internacional promedio).

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

Aplicando la ecuación N° 05 con una condición para pavimentos con recapado asfáltico o rehabilitados, el IRI_C deberá ser menor o igual a 2.5 m/km se tiene la siguiente tabla resumen:

TABLA N° 25

Cuadro resumen del IRI_C (Índice de Rugosidad Internacional característico).

CARRILES		E-W	W-E	E-W + W-E
RESUMEN	CANTIDAD	8	8	16
	IRI_P PROMEDIO	2.841	2.455	2.648
	DESVIACION STANDARD	0.670	0.402	0.190
	IRI_C CARACTERÍSTICO	3.944	3.117	2.960
	ESPECIFICACIÓN	2.500		

Esta tabla nos muestra IRI_C (Índice de Rugosidad Internacional característico) por carril y para los dos carriles la parte que esta de rojo es porque ha superado lo especificado.

TABLA N° 26

Cuadro resumen para graficar los rugogramas.

CARRILES	E-W		W-E		E-W + W-E	ESPECIFICACIÓN
	PROMEDIO E-W	VALOR CARACT. E-W	PROMEDIO W-E	VALOR CARACT. W-E	PROMEDIO TOTAL	VALOR CARACT. TOTAL
	2.841	3.944	2.455	3.117	2.648	2.960
						2.500

Cuadro que nos permitirá entender mejor los rugogramas que se presentaran a continuación

Tanto para el carril de E-W y W-E se gráfica los siguientes rugogramas:

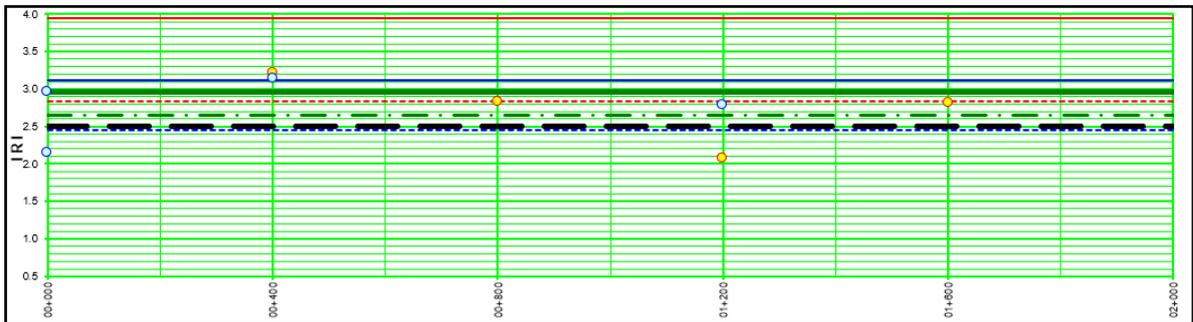


GRÁFICO N° 18: Rugograma carril W – E.

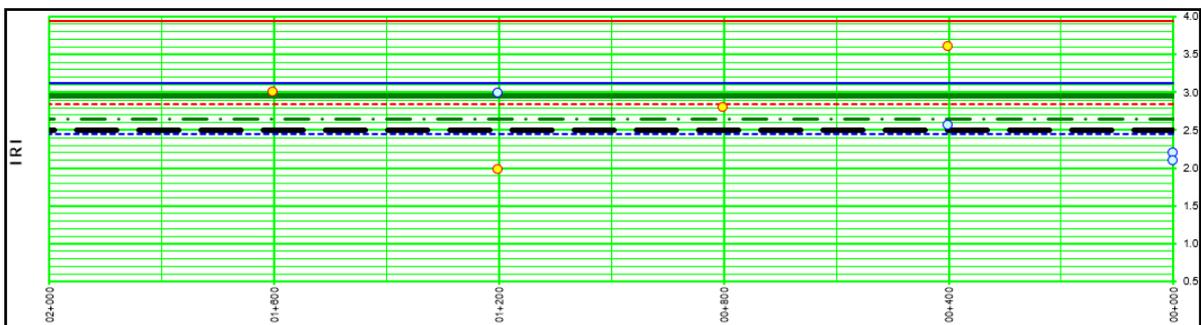


GRÁFICO N° 19: Rugograma carril E – W.



GRÁFICO N° 18 Y 19: Rugogramas el primero pertenece al carril W-E y el segundo pertenece al carril E-W donde muestran un IRI permitido de 2.5 según lo especificado con la ecuación N°05 según la lectura del rugogramas indica que el IRI va más allá de lo permitido.

TABLA N° 27

Mediante las fórmulas 7 y 8 calcularemos el nivel de servicio por carril:

DESVIACIÓN ESTÁNDAR		
E- W	W-E	E-W + W-E
0.67	0.402	0.190

TABLA N° 28

Nivel de servicio por carril.

ECUACIÓN	CARRILES					
	E-W		W-E		E-W+W-E	
	IRI _C	PSI	IRI _C	PSI	IRI _C	PSI
7	3.944	2.441	3.117	2.837	2.960	2.919
8	3.944	2.503	3.117	3.027	2.960	3.126

Se tienen para ambos casos un nivel de servicio en un rango 2-3 que indica un pavimento de estado regular

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Para la presente investigación se analizó el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca con dos carriles una longitud de 3.2 km con un total de 16 ensayos con el Rugosímetro Merlin obteniéndose un estado aceptable según AASTHO 1992.

Sachún, J. (2016) analizó un pavimento rígido con un tramo que tiene 2 carriles y otro de 1 carril, realizado 74 ensayos en el rugosímetro de Merlin en la ciudad de Trujillo para poder hacer una comparación con los datos de 1995 obteniéndose una alteración del índice de rugosidad internacional durante el tiempo, se tiene para este pavimento un IRI promedio de 1.77 m/km, una desviación estándar de 0.19, un IRI característico de 2.08 m/km y un PSI de 3.4, mientras que esta investigación se analizó un pavimento flexible de la ciudad de Cajamarca evaluando un total de 3.2 km de la Av. Hoyos Rubio, para los cual se analizó 16 ensayos obteniéndose resultados para todo el pavimento, para el carril E-W un IRI promedio de 2.841 m/km, una desviación estándar de 0.67, un IRI característico de 3.99 m/km y un PSI de 2.441; para el carril W-E un IRI promedio de 2.455 m/km, una desviación estándar de 0.402, un IRI característico de 3.117 m/km y un PSI de 2.837 y para todo el pavimento estudiado se tiene un IRI promedio de 2.648 m/km, una desviación estándar de 0.190, un IRI característico de 2.960 m/km y un PSI de 2.917, entonces para Sachún, de acuerdo a la clasificación PSI está en un rango de 3 – 4 y se está hablando de un pavimento bueno, mientras que para este trabajo de investigación la clasificación de PSI está en un rango de 2 – 3 y con ello se trata de pavimento regular, esto nos da la idea clara que el pavimento estudiado en la ciudad de Trujillo está en mejor estado que el que se evaluó en Cajamarca.

Redondo, O. (2006) utilizó las características geométricas del equipo Merlin e inicio el diseño de un equipo que se evalúa los requisitos para la rugosidad de un pavimento, con la finalidad de obtener un diseño que se obtenga el mejoramiento para que así obtener un equipo mayor exactitud de cómo utilizar los costos de fabricación comprensible, en esta investigación se optó por el uso exclusivo del equipo Merlin debido a que según el banco mundial es el equipo más preciso para la medición de las irregularidades del pavimento y en ambas investigaciones se puede analizar superficialmente el pavimento.

Tapia, R. (2018) para contribuir con la rehabilitación de un pavimento rígido en Cajamarca en el Jr. José Sabogal realizó una evaluación superficial al igual que esta investigación utilizando la misma metodología, concretándolo con el proceso del Laboratorio Británico de Investigación de Transportes y Caminos, se utilizó la metodología en donde se mide el desplazamiento vertical del terreno y el eje medio de la línea imaginaria de la distancia continua.

Se recomienda que se implemente la evaluación superficial de pavimento tanto flexible como rígido con el método de Rugosímetro de Merlin que según el Banco Mundial es el método más preciso y menos costos. Dicha información sería de gran utilidad para las entidades públicas encargadas de la red vial, ya que se puedan rehabilitar de capa de rodadura a tiempo o para que se evalúen el Nivel de Servicio del Pavimento.

4.3. Conclusiones

- ✓ Se determinó el nivel de servicio mediante la evaluación del comportamiento superficial del pavimento flexible con el Equipo Merlin de la carretera en la Av. Hoyos Rubio en la intersección de la Av. Vía de Evitamiento Norte hasta el empalme con la vía que se dirige hacia las ventanillas de Otuzco, a través de la rugosidad obtenida en campo medido con el equipo Merlin, es aceptable por lo que se cumple con la hipótesis.
- ✓ Se analizó el procedimiento de las deformaciones longitudinales con el equipo del rugosímetro Merlin demostrando que la serviciabilidad del pavimento flexible se encuentra en un estado Aceptable ubicándose entre las escalas 2 -3.
- ✓ Se determinó para este pavimento un IRI mínimo de 1.42 m/km y un IRI máximo de 3.98 m/km.
- ✓ Se determinó los rangos de índices de rugosidad internacional obteniendo los siguientes valores:
 - IRI Promedio (Carril E- W):2.841 m/km
 - IRI Característico (Carril E-W):3.94 m/km
 - IRI Promedio (Carril W- E): 2.455m/km
 - IRI Característico (Carril W- E): 3.117 m/km
 - IRI Promedio (Total): 2.648 m/km
 - IRI Característico (Total): 2.960 m/km
- ✓ Se obtuvo un rango “D” de cada muestra y un factor de corrección de 0.9 para toda la vía en estudio.

REFERENCIAS

- Arriaga, M.; Garnica, P. y Rico, A. (1998). *Índice internacional de rugosidad en la red carretera de México*. (Tesis de pregrado). Universidad de México, Mexico.
- Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG, 2008). *Mantenimiento y Gestión Vial*. Lima, Perú: ICG.
- Montejo, A. (2010). *Ingeniería de pavimentos* (Tercera ed.). Bogotá, Colombia: Stella Valbuena García.
- Mosalve Escobar, Lina Mercedes; Giraldo Vásquez, Laura Cristina; Maya Gaviria, Jessyca;. (2012). *Diseño de Pavimentos Flexible y Rígido*. Armenia.
- Redondo, O. (2006). *Diseño de un pavimento en base al equipo Merlin que permita evaluar las condiciones rugosidades existente en un pavimento* (Tesis de pregrado). Universidad Rafael Urdaneta, Maracaibo, Venezuela .
- Rondón, H. y Reyes, F. (2015). *Pavimentos materiales, construcción y diseño*. Bogotá, Colombia: ECOE.
- Sachún, J. (2016). *Estudio del índice de rugosidad internacional de la panamericana norte - zona trujillo, para su mantenimiento*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.
- Tapia Ruiz, W. E. (2018). *Evaluación del comportamiento funcional del pavimento rígido del jr. jose sabogal cdra. 01-08 utilizando el rugosímetro merlin y las propuestas de técnicas de rehabilitación*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.<<

ANEXOS

Anexo N° 1: Tablero Rugosímetro Merlin.

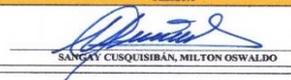
RUGOSIMETRO MERLIN		
1 DIVISION = 5 mm		59
		49
		48
		47
		46
		45
		44
		43
		42
		41
		40
		39
		38
		37
		36
		35
		34
		33
		32
		31
		30
		29
		28
		27
		26
		25
		24
		23
		22
		21
		20
		19
		18
		17
		16
		15
		14
		13
		12
		11
		10
		9
		8
		7
		6
		5
		4
		3
		2
		1

Escala para determinar la dispersión de las desviaciones de la superficie del pavimento respecto del nivel de referencia o cuerda promedio.

Fuente: manual de usuario (merlin), equipo para rugosidad.

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

Anexo N° 2: Formato Conteo Tráfico.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL, POR TIPO DE VEHÍCULO																													
		NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN														"DE": DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"															
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		RESPONSABLE														SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO															
		FECHA:														TRAMO:															
TIPO DE VEHÍCULOS	DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LOS VEHÍCULOS	LÍNEAS																													
		6:00 AM - 7:00 AM		7:00 AM - 8:00 AM		8:00 AM - 9:00 AM		9:00 AM - 10:00 AM		10:00 AM - 11:00 AM		11:00 AM - 12:00 AM		12:00 PM - 1:00 PM		1:00 PM - 2:00 PM		2:00 PM - 3:00 PM		3:00 PM - 4:00 PM		4:00 PM - 5:00 PM		5:00 PM - 6:00 PM		6:00 PM - 7:00 PM		7:00 PM - 8:00 PM		TOTAL	
		W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W		W-E
MOTOTAXI																															
Ac																															
Ap																															
COMBI																															
MICRO																															
B2																															
B3																															
C2																															
C3																															
T2S2																															
T2S3																															
T3S1																															
T3S3																															
C3R2																															
C3R3																															
MAQUINARIA PESADA																															
		PROMEDIO																													
TESISTA														ASESOR																	
 SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO														 CÚBAS BECERRA, ALEJANDRO																	

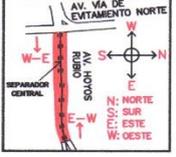
Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

Anexo 3: Formato Rugosímetro Merlin.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"	RESPONSABLE SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO
--	---	--

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

SECTOR : 11 ENSAYO Nº: 14 R: RUGOSIDAD
 TRAMO : KM. 00 + 400 m - KM. 00 + 800 m KM: 0.4 D: RANGO "D"
 CARRIL : E-W (INTERNO) FECHA: 04/10/2018 Fc: FACTOR DE CORRECCIÓN
 NIVEL : CARPETA ASFÁLTICA HORA: 3:30:pm IRI: ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL



$R = 0.593 + 0.0471D (D > 50)$
 $R = 0.0485D (D < 50)$
 D =
 R =

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

		Frecuencia

TESISTA


 SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO

ASESOR


 CUBAS BECERRA, ALEJANDRO

Anexo 4: Cálculo para los histogramas y el IRI.

CÁLCULOS

Para comenzar con la primera muestra de 400 m de la Av. Hoyos rubio se tiene los siguientes datos:

- EP (espesor de pastilla) = 4.5 mm LI (Lectura inicial) = 25 mm
- LF (Lectura final) = 15 mm

Remplazando en la ecuación N° 01 se tiene:

$$FC = \frac{EP \times 10}{(LI - LF) \times 5}$$
$$FC = \frac{4.5 \times 10}{(25 - 15) \times 5}$$
$$FC = 0.9$$

Se calcula la relación de los brazos (RB) según el Manual de Usuario MERLINER, (1999).

se tiene un RB = 1

Obtenemos el Rango D corregido con la siguiente formula

$$\text{Rango D corregido} = \text{Rango D} \times FC \times RB$$
$$\text{Rango D corregido} = 32.6 \times 0.9 \times 1$$
$$\text{Rango D corregido} = 29.34$$

Calculamos finalmente el IRI con las siguientes expresiones:

Cuando $D > 50$ entonces $IRI = 0.593 + 0.0471D$ donde $2.4 < IRI < 15.2$

Cuando $D < 50$ entonces $IRI = 0.0485D$ donde $IRI < 2.4$

Como el $D=36$ es < 40 entonces el IRI es

$$IRI = 0.0485D$$
$$IRI = 0.0485 \times 29.34$$
$$IRI = 1.418 \approx 1.42$$

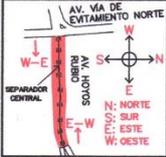
EL prodedimiento del cálculo es el mismo para todos los resultados de los histogramas.

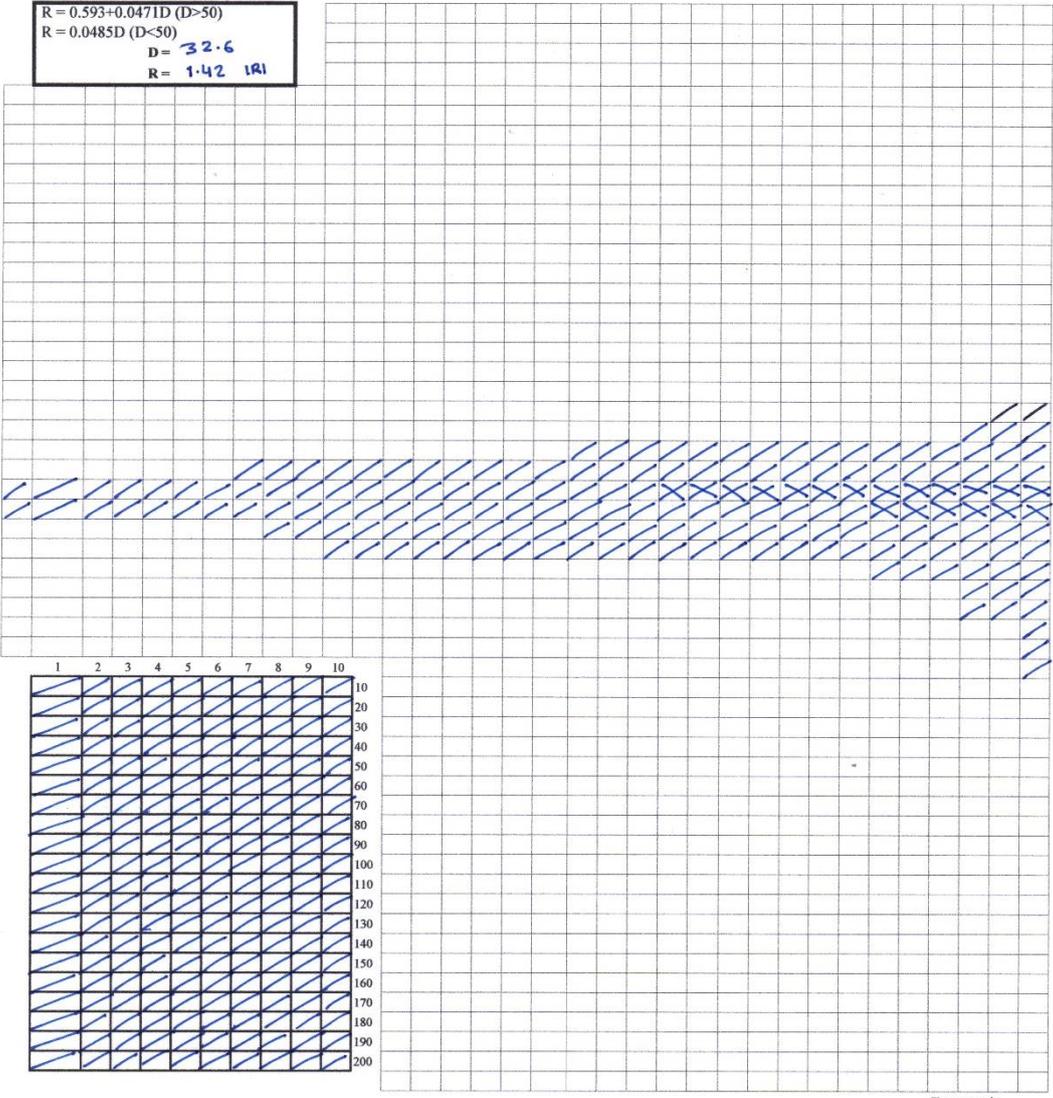
Anexo 5: Datos de campo Equipo Merlin

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	"DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"
	RESPONSABLE	SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

SECTOR : 11	ENSAYO N°: 01	R: RUGOSIDAD
TRAMO : KM. 00+000 m - KM. 00+400 m	KM: 0.4	D: RANGO "D"
CARRIL : W-E (EXTERNO)	FECHA: 03/10/2018	Fe: FACTOR DE CORRECCIÓN
NIVEL : CARPETA ASFÁLTICA	HORA: 8:30 a. m.	IRI: ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL



$R = 0.593 + 0.0471D (D > 50)$ $R = 0.0485D (D < 50)$ $D = 32.6$ $R = 1.42 \text{ IRI}$		mm 50 49 48 47 46 45 44 43 42 41 40 39 38 37 36 35 34 33 32 31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
--	---	---

Frecuencia

TESISTA  SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO	ASESOR  CUBAS BECERRA, ALEJANDRO
--	--

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	<p>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN</p>	<p>"DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"</p>
	<p>RESPONSABLE</p>	<p>SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO</p>

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

SECTOR : 11 ENSAYO N°: 02 R: RUGOSIDAD
TRAMO : KM. 00 + 400 m - KM. 00 + 800 m KM: 0.4 D: RANGO "D"
CARRIL : W-E (EXTERNO) FECHA: 03/10/2018 Fe: FACTOR DE CORRECCIÓN
NIVEL : CARPETA ASFÁLTICA HORA: 10:00 a. m. IRI: ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL

$R = 0.593 + 0.0471D$ (D > 50)
 $R = 0.0485D$ (D < 50)
D = 45.2
R = 1.97 121



mm

50

49

48

47

46

45

44

43

42

41

40

39

38

37

36

35

34

33

32

31

30

29

28

27

26

25

24

23

22

21

20

19

18

17

16

15

14

13

12

11

10

9

8

7

6

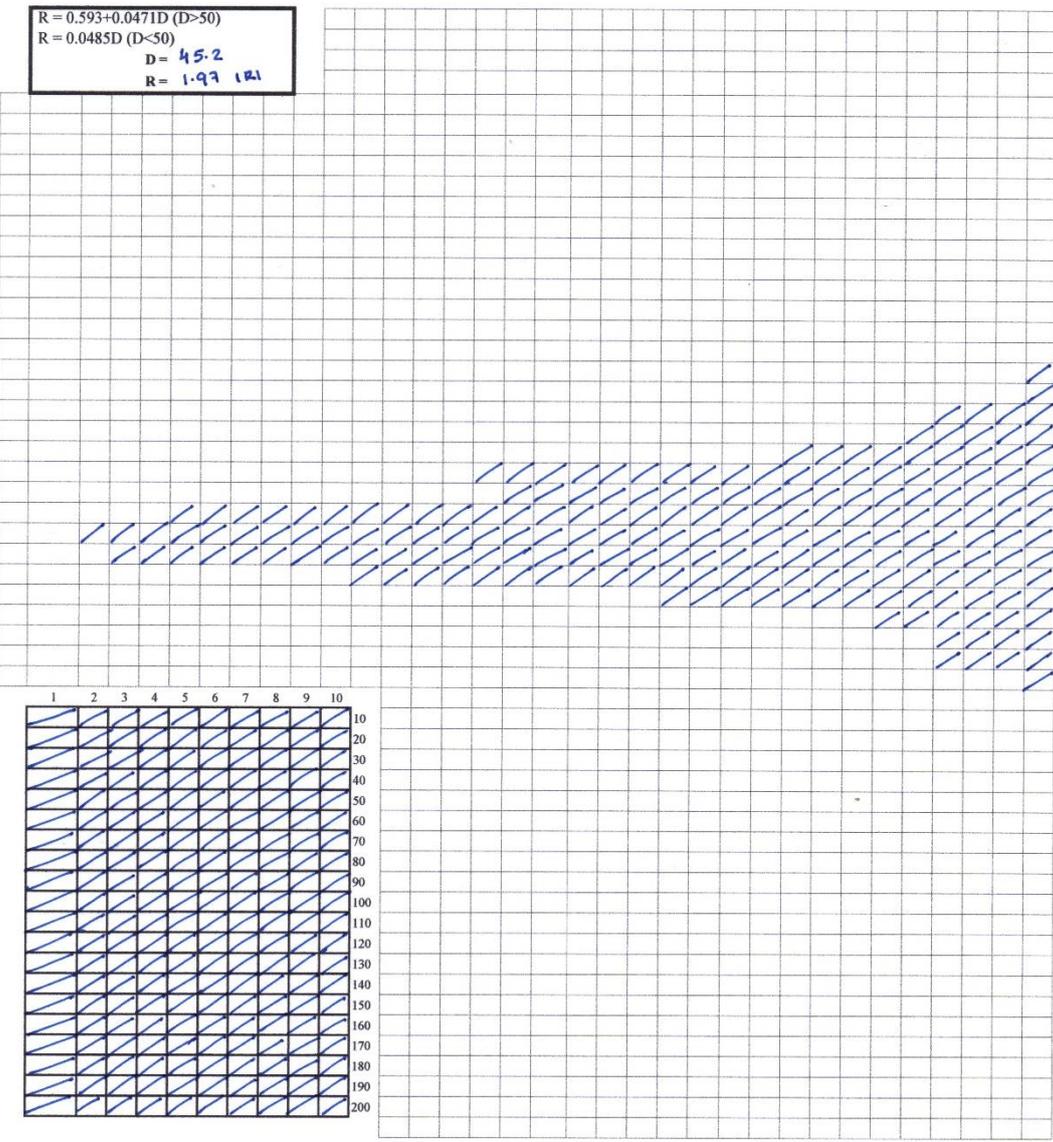
5

4

3

2

1



Frecuencia

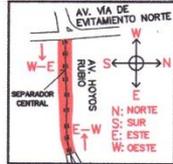
TESISTA	ASESOR
 SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO	 CUBAS BECERRA, ALEJANDRO

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

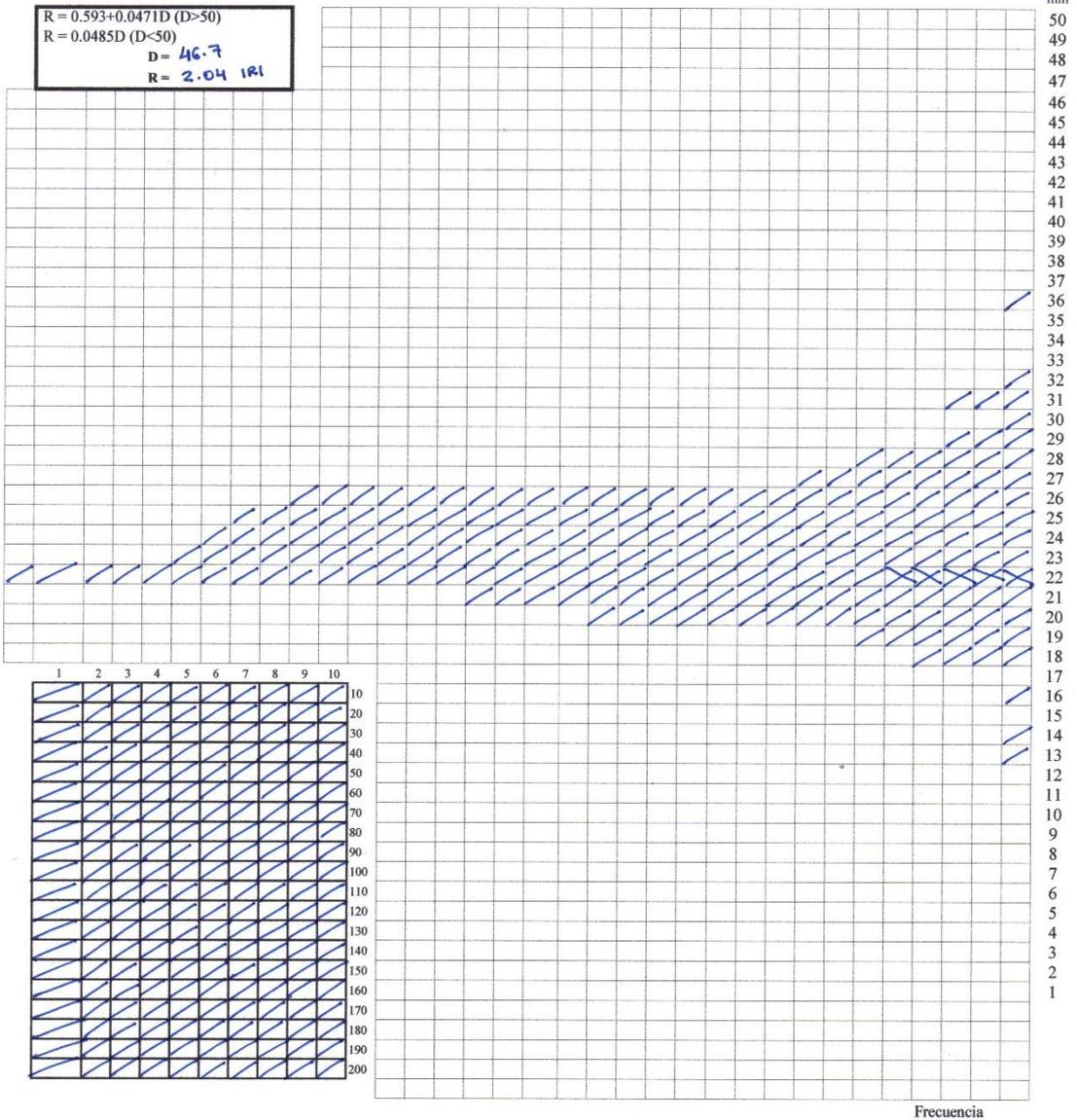
	NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	"DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"
	RESPONSABLE	SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

SECTOR : 11 ENSAYO Nº: 03 R: RUGOSIDAD
 TRAMO : KM. 00 + 800 m - KM. 01 + 200 m KM: 0.4 D: RANGO "D"
 CARRIL : W-E (EXTERNO) FECHA: 03/10/2018 Fe: FACTOR DE CORRECCIÓN
 NIVEL : CARPETA ASFÁLTICA HORA: 11:30 a. m. IRI: ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL



$R = 0.593 + 0.0471D$ (D > 50)
 $R = 0.0485D$ (D < 50)
D = 46.7
R = 2.04 IRI



TESISTA	ASESOR
---------	--------


 SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO


 CUBAS BECERRA, ALEJANDRO

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

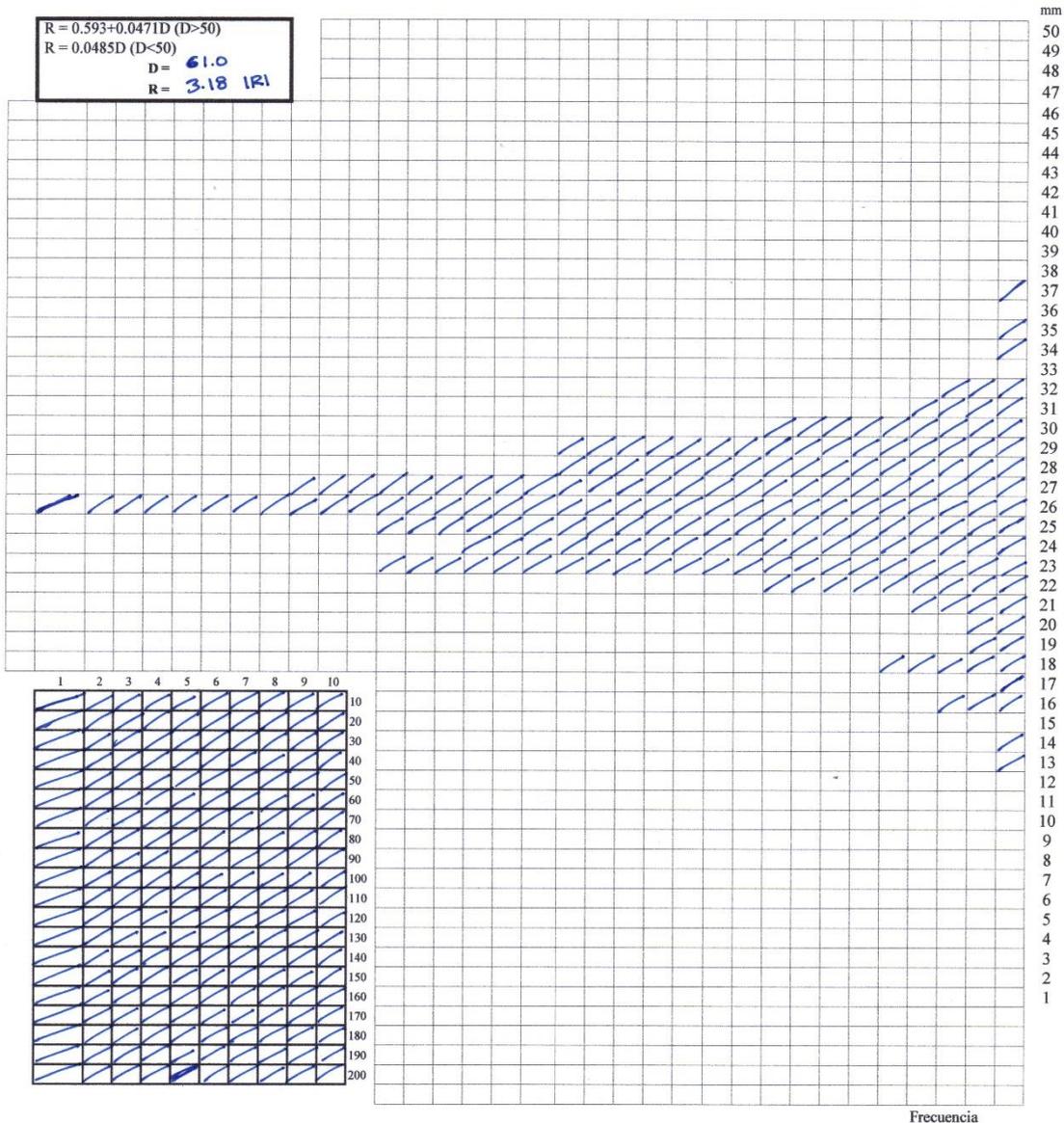
	NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	"DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"
	RESPONSABLE	SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

SECTOR : 11 ENSAYO Nº: 04 R: RUGOSIDAD
 TRAMO : KM. 01 + 200 m - KM. 01 + 600 m KM: 0.4 D: RANGO "D"
 CARRIL : W-E (EXTERNO) FECHA: 03/10/2018 Fe: FACTOR DE CORRECIÓN
 NIVEL : CARPETA ASFÁLTICA HORA: 1:00:pm IRI: ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL



R = 0.593+0.0471D (D>50)
 R = 0.0485D (D<50)
 D = 61.0
 R = 3.18 IRI



TESISTA ASESOR

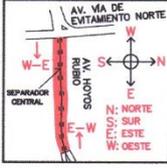

 SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO


 CUBAS BECERRA, ALEJANDRO

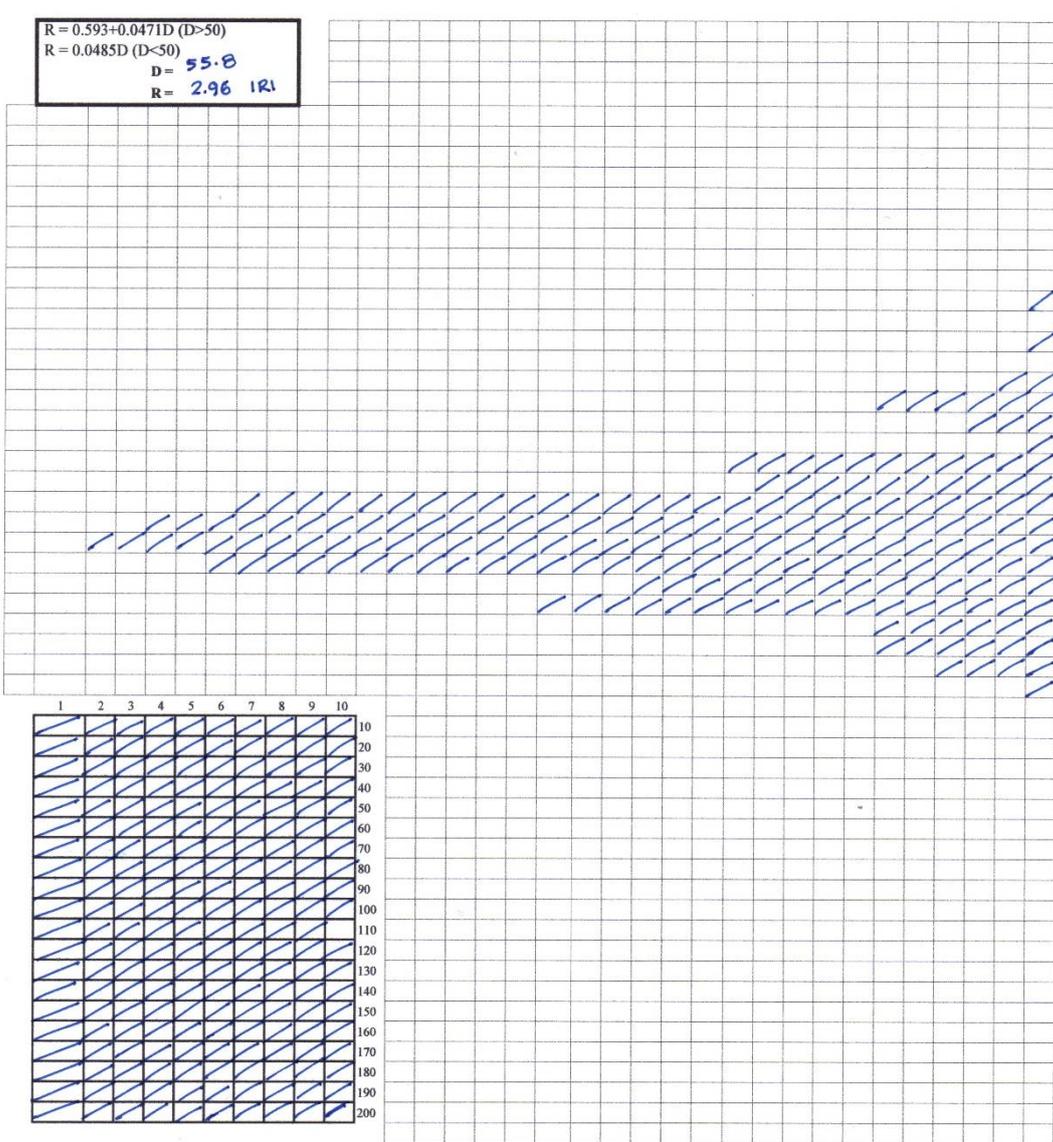
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	"DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"
	RESPONSABLE	SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

SECTOR : 11	ENSAYO N°: 05	R: RUGOSIDAD
TRAMO : KM. 00+000 m - KM. 00+400 m	KM: 0.4	D: RANGO "D"
CARRIL : W-E (INTERNO)	FECHA: 03/10/2018	Fe: FACTOR DE CORRECCIÓN
NIVEL : CARPETA ASFÁLTICA	HORA: 2:00 pm	IRI: ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL



$R = 0.593 + 0.0471D$ (D > 50) $R = 0.0485D$ (D < 50) D = 55.8 R = 2.96 IRI
--



TESISTA	ASESOR
 SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO	 CUBAS BECERRA, ALEJANDRO

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

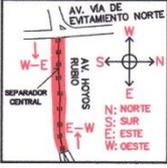
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	"DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"
	RESPONSABLE	SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

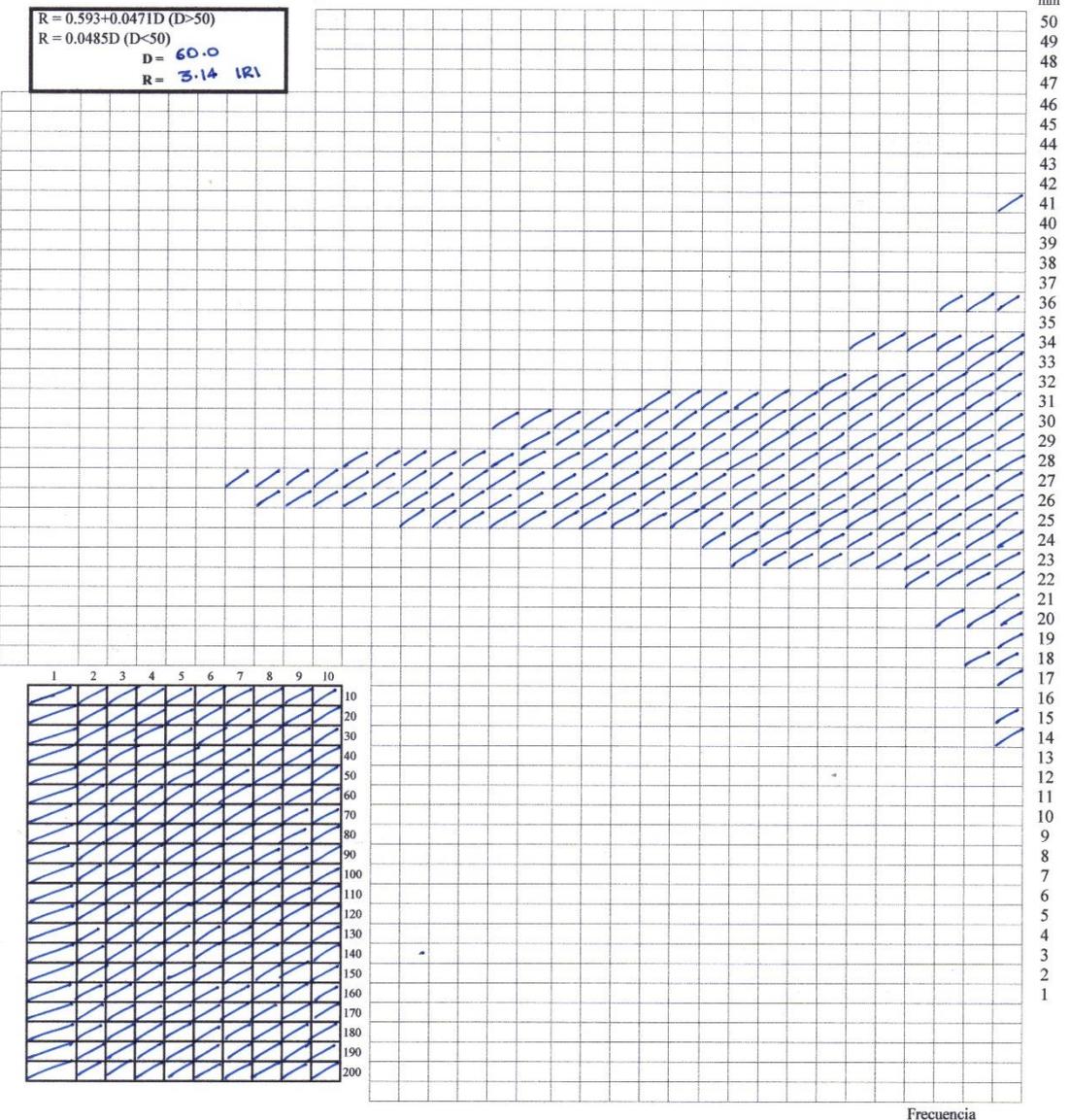
SECTOR : 11
 TRAMO : KM. 00+400 m - KM. 00+800 m
 CARRIL : W-E (INTERNO)
 NIVEL : CARPETA ASFÁLTICA

ENSAYO Nº: 06
 KM: 0.4
 FECHA: 03/10/2018
 HORA: 3:30:pm

R: RUGOSIDAD
 D: RANGO "D"
 Fe: FACTOR DE CORRECCIÓN
 IRI: ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL



$R = 0.593 + 0.0471D (D > 50)$
 $R = 0.0485D (D < 50)$
 $D = 60.0$
 $R = 3.14 \text{ IRI}$



TESISTA	ASESOR
 SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO	 CUBAS BECERRA, ALEJANDRO

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

<p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	"DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"
	RESPONSABLE	SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

SECTOR : 11 TRAMO : KM. 00 + 800 m - KM. 01 + 200 m CARRIL : W-E (INTERNO) NIVEL : CARPETA ASFÁLTICA	ENSAYO Nº: 07 KM: 0.4 FECHA: 03/10/2018 HORA: 5:00:pm	R: RUGOSIDAD D: RANGO "D" Fe: FACTOR DE CORRECIÓN IRI: ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL
---	--	---

$R = 0.593 + 0.0471D \quad (D > 50)$
 $R = 0.0485D \quad (D < 50)$
D = 49.3
R = 2.15 IRI

TESISTA SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO	ASESOR CUBAS BECERRA, ALEJANDRO
--	---

 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	"DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"
	RESPONSABLE	SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

SECTOR : 11	ENSAYO Nº: 08	R: RUGOSIDAD
TRAMO : KM. 01 + 200 m - KM. 01 + 600 m	KM: 0.4	D: RANGO "D"
CARRIL : W-E (INTERNO)	FECHA: 03/10/2018	Fe: FACTOR DE CORRECCIÓN
NIVEL : CARPETA ASFÁLTICA	HORA: 6:30:pm	IRI: ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL

R = 0.593+0.0471D (D>50)
R = 0.0485D (D<50)
D = **51.6**
R = **2.78 IRI**



AV. VÍA DE ENTAMIENTO NORTE
W-E
SEPARADOR CENTRAL
DIRECCIÓN DE TRÁFICO
SOLUCH AV
E-W
N: NORTE
S: SUR
E: ESTE
W: OESTE

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10									
20									
30									
40									
50									
60									
70									
80									
90									
100									
110									
120									
130									
140									
150									
160									
170									
180									
190									
200									

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

Frecuencia

TESISTA	ASESOR
---------	--------


SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO


CÚBAS BECERRA, ALEJANDRO

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	"DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"
	RESPONSABLE	SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO

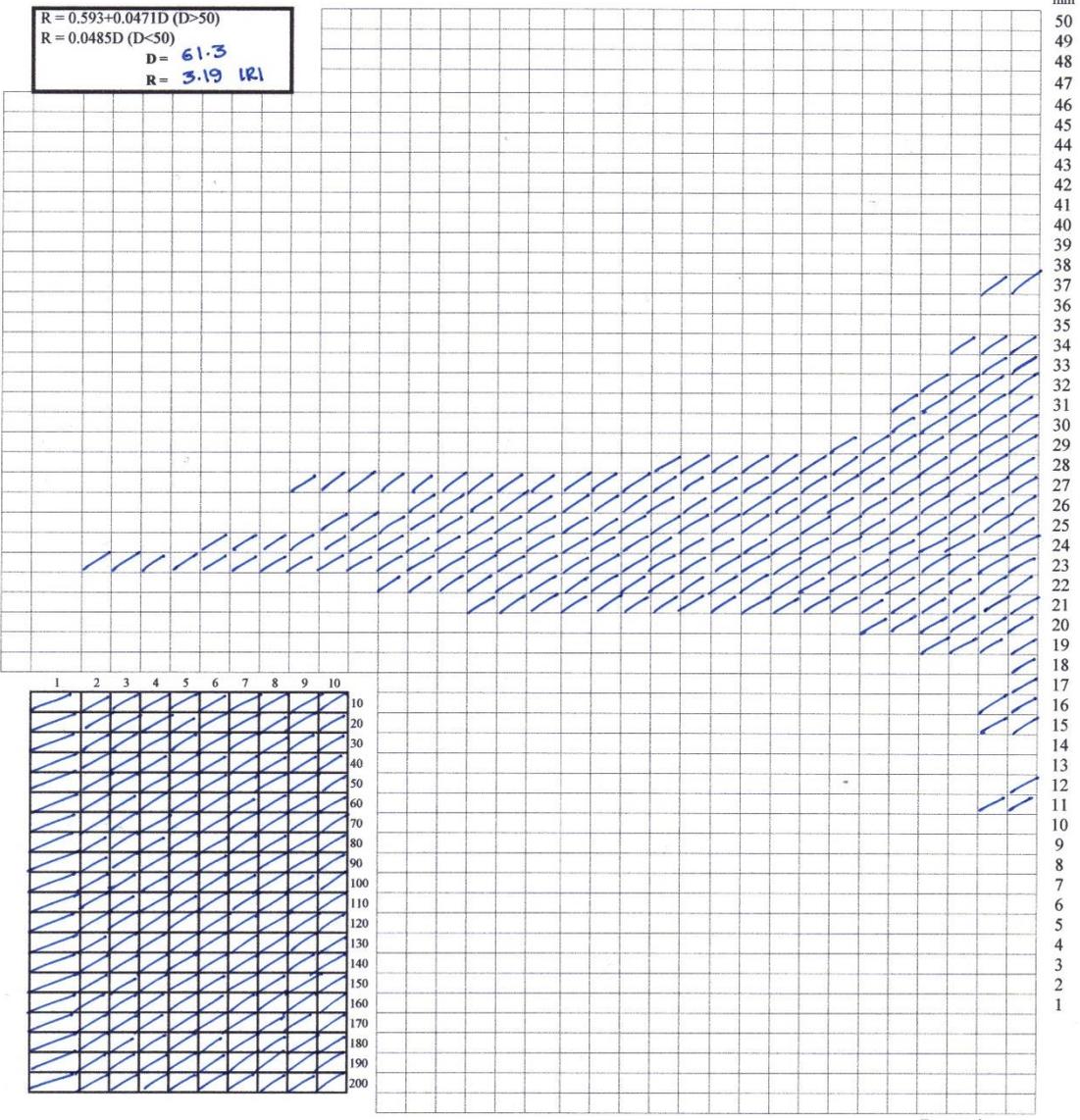
ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

SECTOR : 11 ENSAYO Nº: 09 R: RUGOSIDAD
 TRAMO : KM. 00 + 000 m - KM. 00 + 400 m KM: 0.4 D: RANGO "D"
 CARRIL : E-W (EXTERNO) FECHA: 04/10/2018 Fe: FACTOR DE CORRECCIÓN
 NIVEL : CARPETA ASFÁLTICA HORA: 8:30:am IRI: ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL



$R = 0.593 + 0.0471D$ (D > 50)
 $R = 0.0485D$ (D < 50)
 $D = 61.3$
 $R = 3.19$ IRI

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10



Frecuencia

TESISTA	ASESOR
---------	--------


 SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO


 CUBAS BECERRA, ALEJANDRO

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

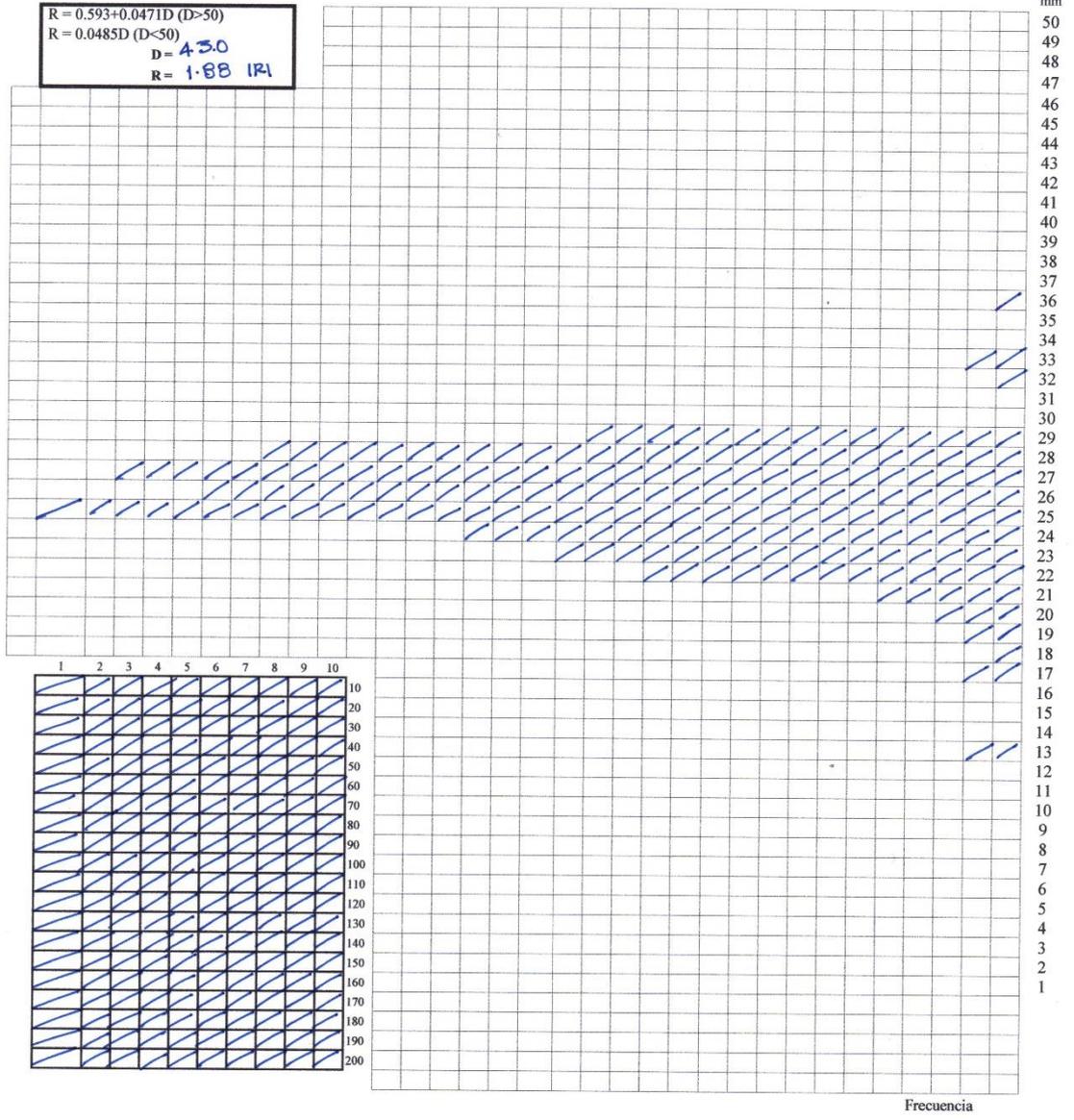
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	"DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"
	RESPONSABLE	SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

SECTOR : 11	ENSAYO Nº: 10	R: RUGOSIDAD
TRAMO : KM. 00 + 400 m - KM. 00 + 800 m	KM: 0.4	D: RANGO "D"
CARRIL : E-W (EXTERNO)	FECHA: 04/10/2018	Fc: FACTOR DE CORRECCIÓN
NIVEL : CARPETA ASFÁLTICA	HORA: 10:00:am	IRI: ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL



R = 0.593+0.047ID (D>50)
R = 0.0485D (D<50)
D = 43.0
R = 1.88 IRI



 SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO	 CUBAS BECERRA, ALEJANDRO
---	--

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

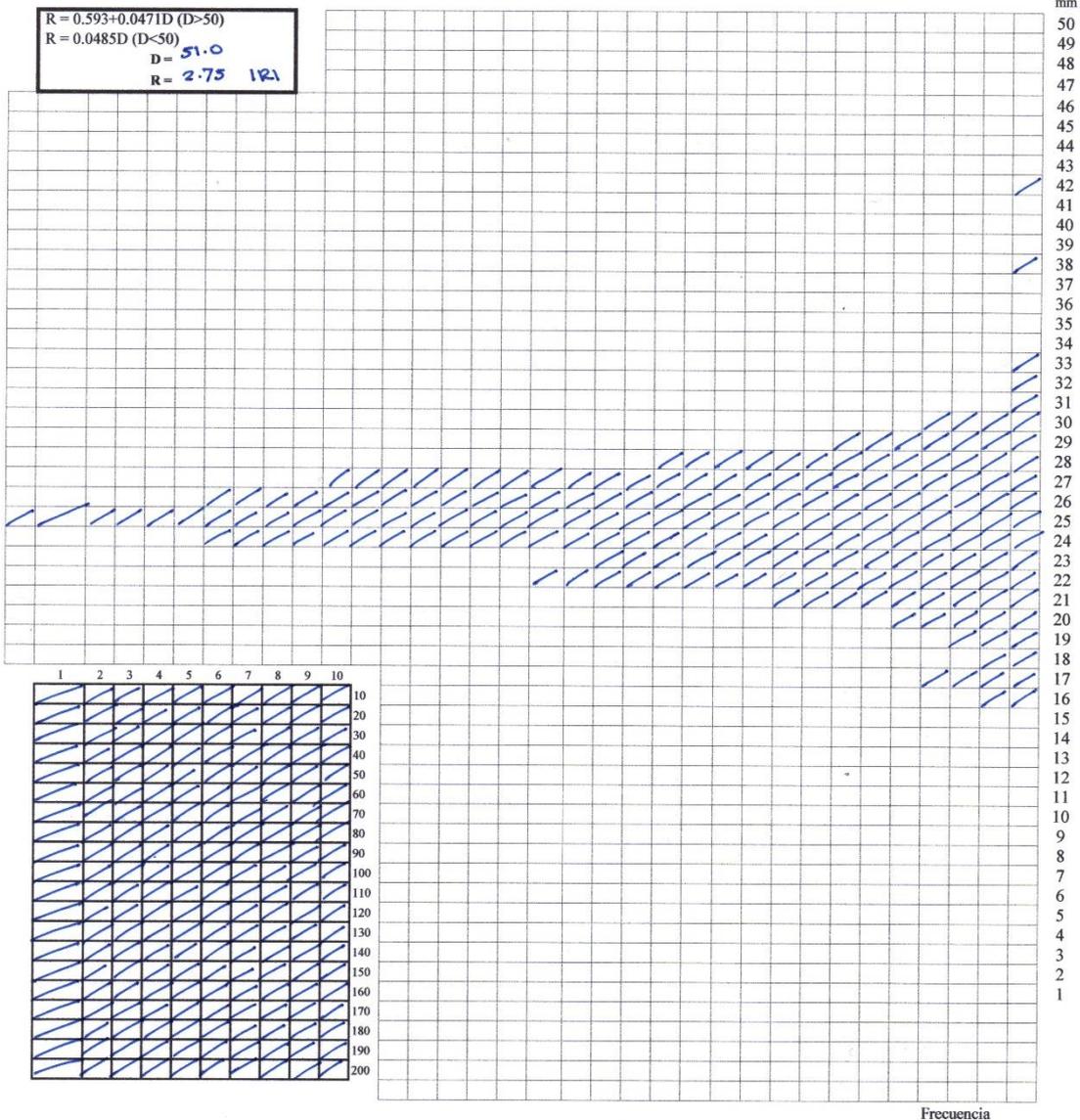
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	"DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"
	RESPONSABLE	SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

SECTOR :	11	ENSAYO Nº:	11	R:	RUGOSIDAD
TRAMO :	KM. 00 + 800 m - KM. 01 + 200 m	KM:	0.4	D:	RANGO "D"
CARRIL :	E-W (EXTERNO)	FECHA:	04/10/2018	Fc:	FACTOR DE CORRECCIÓN
NIVEL :	CARPETA ASFÁLTICA	HORA:	11:30:am	IRI:	ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL



$R = 0.593 + 0.0471D$ (D > 50)
 $R = 0.0485D$ (D < 50)
 D = 51.0
 R = 2.75 IRI



TESISTA	ASESOR
---------	--------


 SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO

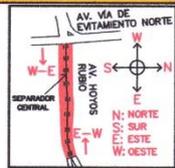

 CUBAS BECERRA, ALEJANDRO

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

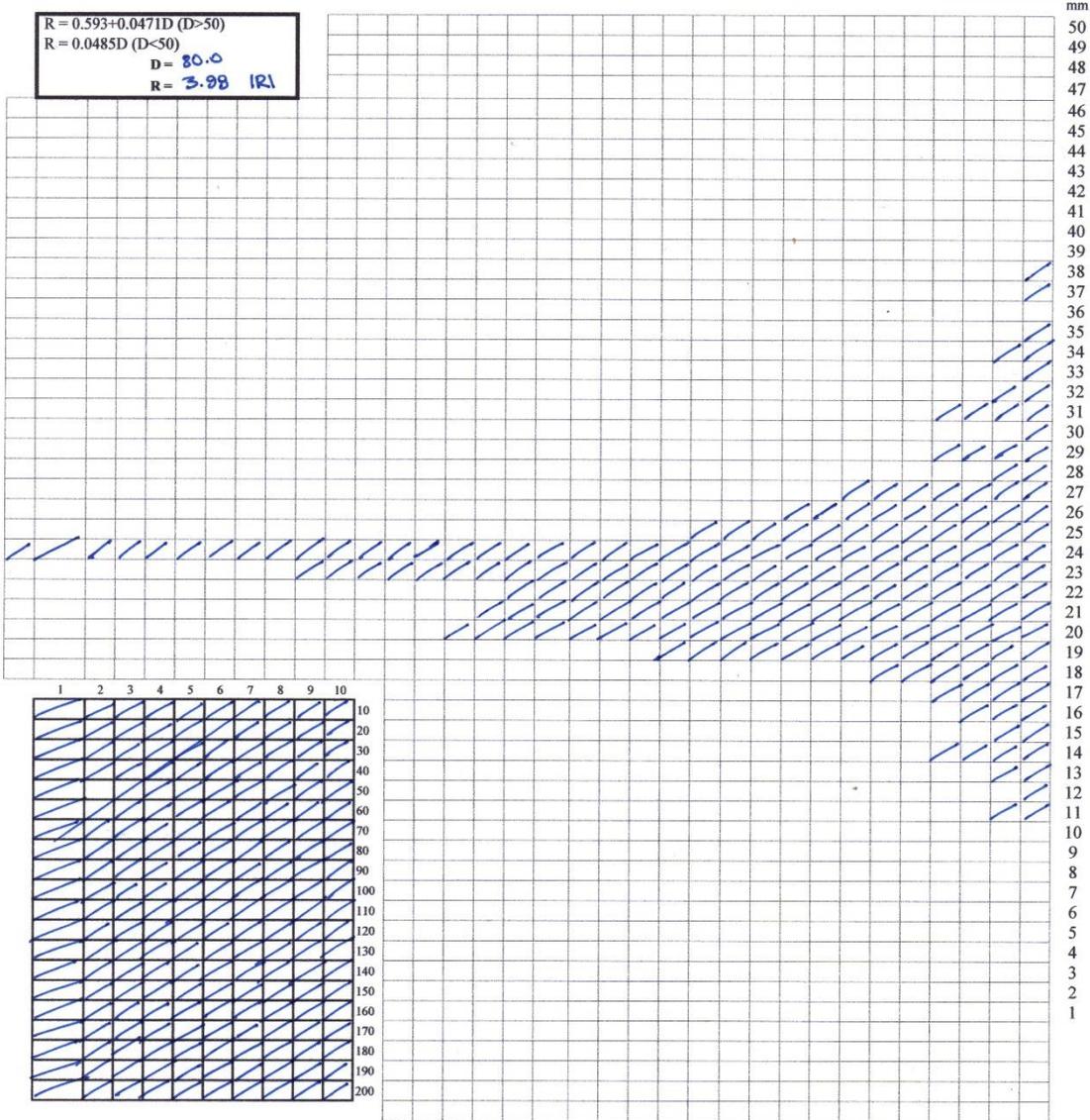
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	"DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"
	RESPONSABLE	SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

SECTOR : 11	ENSAYO N°: 12	R: RUGOSIDAD
TRAMO : KM. 01 + 200 m - KM. 01 + 600 m	KM: 0.4	D: RANGO "D"
CARRIL : E-W (EXTERNO)	FECHA: 04/10/2018	Fe: FACTOR DE CORRECCIÓN
NIVEL : CARPETA ASFÁLTICA	HORA: 1:00:pm	IRI: ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL



$R = 0.593 + 0.0471D \text{ (D > 50)}$ $R = 0.0485D \text{ (D < 50)}$ $D = 80.0$ $R = 3.98 \text{ IRI}$
--



Frecuencia

TESISTA  SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO	ASESOR  CUBAS BECERRA, ALEJANDRO
--	--

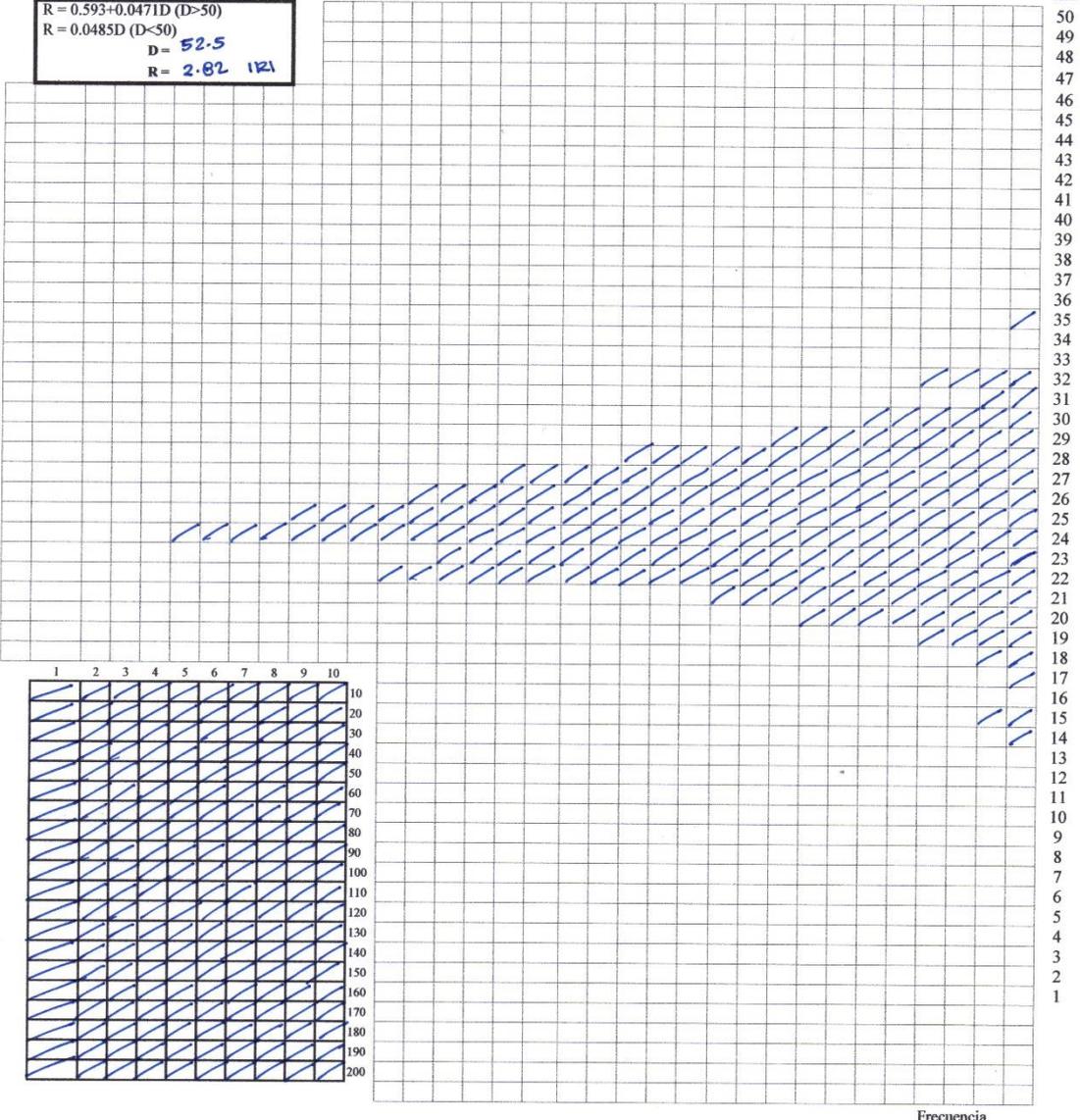
 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	"DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"
	RESPONSABLE	SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

SECTOR :	11	ENSAYO N°:	13	R:	RUGOSIDAD
TRAMO :	KM. 00+000 m - KM. 00+400 m	KM:	0.4	D:	RANGO "D"
CARRIL :	E-W (INTERNO)	FECHA:	04/10/2018	Fe:	FACTOR DE CORRECIÓN
NIVEL :	CARPETA ASFÁLTICA	HORA:	2:00:pm	IRI:	ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL



$R = 0.593 + 0.0471D \quad (D > 50)$
 $R = 0.0485D \quad (D < 50)$
 $D = 52.5$
 $R = 2.82 \text{ IRI}$



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10									
20									
30									
40									
50									
60									
70									
80									
90									
100									
110									
120									
130									
140									
150									
160									
170									
180									
190									
200									

TESISTA	ASESOR
 SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO	 CUBAS BECERRA, ALEJANDRO

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"
	RESPONSABLE SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

SECTOR : 11	ENSAYO Nº: 14	R: RUGOSIDAD
TRAMO : KM. 00 + 400 m - KM. 00 + 800 m	KM: 0.4	D: RANGO "D"
CARRIL : E-W (INTERNO)	FECHA: 04/10/2018	Fe: FACTOR DE CORRECCIÓN
NIVEL : CARPETA ASFÁLTICA	HORA: 3:30 pm	IRI: ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL

$R = 0.593 + 0.0471D (D > 50)$
 $R = 0.0485D (D < 50)$
 $D = 47.4$
 $R = 2.07 \quad 121$



AV. VÍA DE EVITAMIENTO NORTE
 W-E
 S-E
 S-W
 E-W
 N: NORTE
 S: SUR
 E: ESTE
 W: OESTE

mm

50

49

48

47

46

45

44

43

42

41

40

39

38

37

36

35

34

33

32

31

30

29

28

27

26

25

24

23

22

21

20

19

18

17

16

15

14

13

12

11

10

9

8

7

6

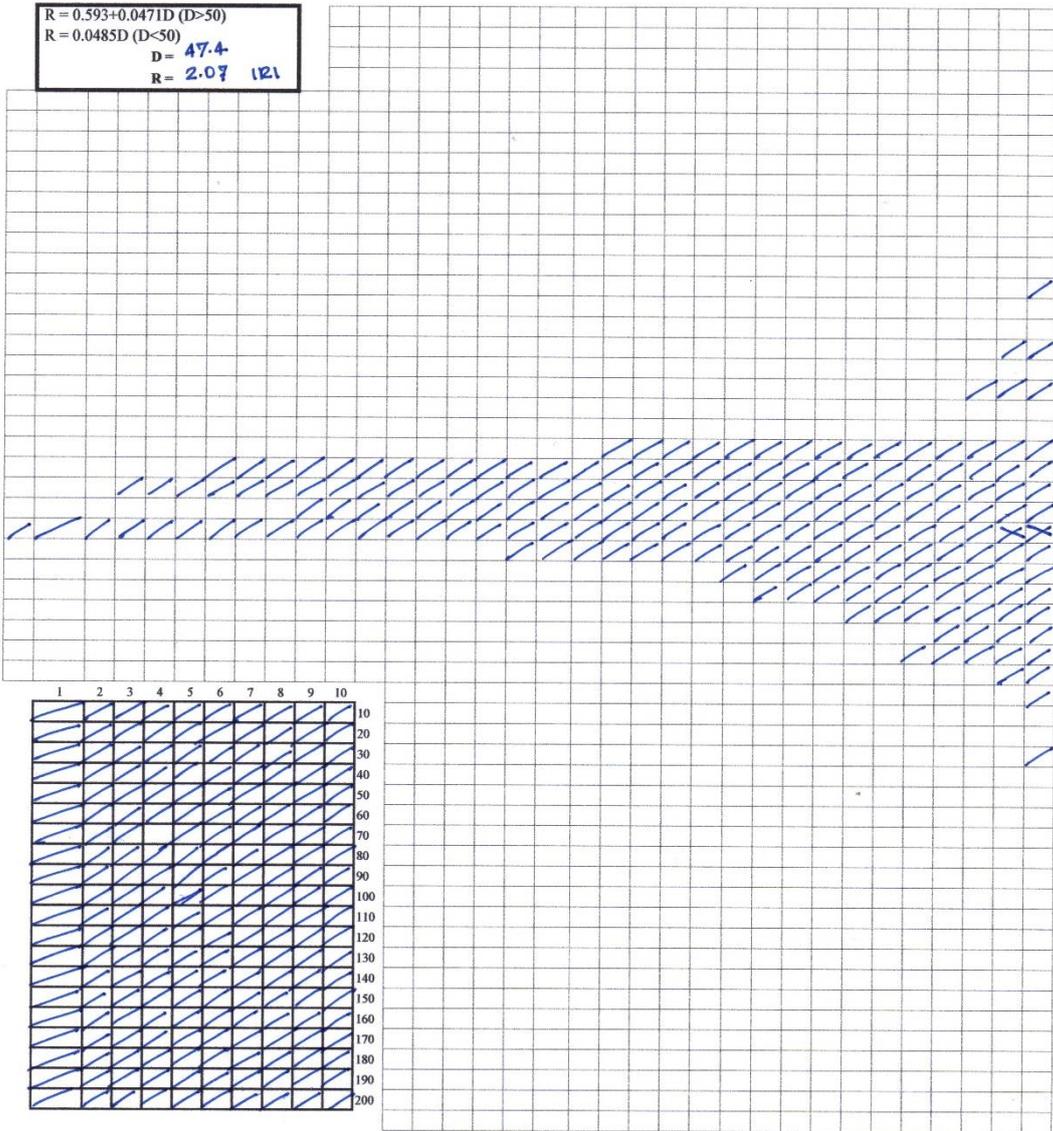
5

4

3

2

1



10

20

30

40

50

60

70

80

90

100

110

120

130

140

150

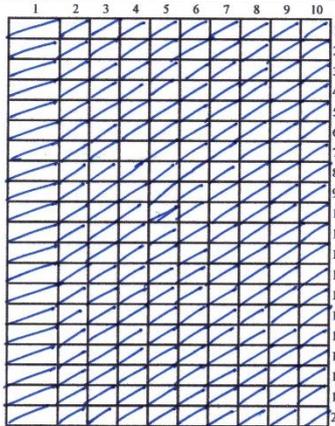
160

170

180

190

200



Frecuencia

TESISTA	ASESOR
---------	--------


 SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO

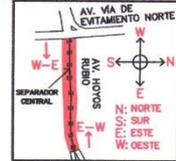

 CUBAS BECERRA, ALEJANDRO

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

	NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	"DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"
	RESPONSABLE	SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

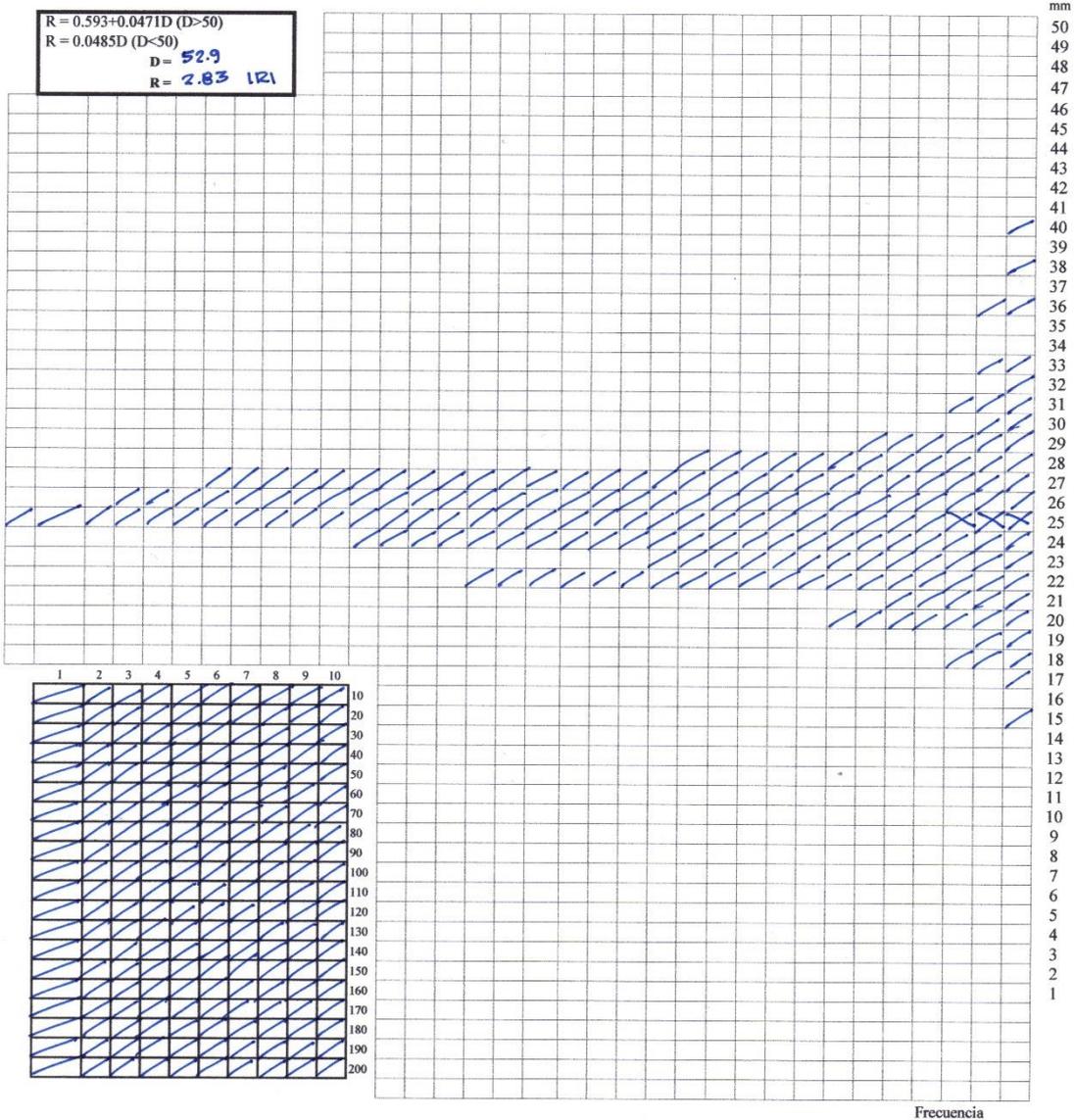
SECTOR : 11	ENSAYO Nº: 15	R: RUGOSIDAD
TRAMO : KM. 00 + 800 m - KM. 01 + 200 m	KM: 0.4	D: RANGO "D"
CARRIL : E-W (INTERNO)	FECHA: 04/10/2018	Fc: FACTOR DE CORRECCIÓN
NIVEL : CARPETA ASFÁLTICA	HORA: 5:00:pm	IRI: ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL



$$R = 0.593 + 0.0471D \quad (D > 50)$$

$$R = 0.0485D \quad (D < 50)$$

D = 52.9
R = 2.83 121



TESISTA	ASESOR
---------	--------


SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO


CUBAS BECERRA, ALEJANDRO

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	"DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"
	RESPONSABLE	SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO

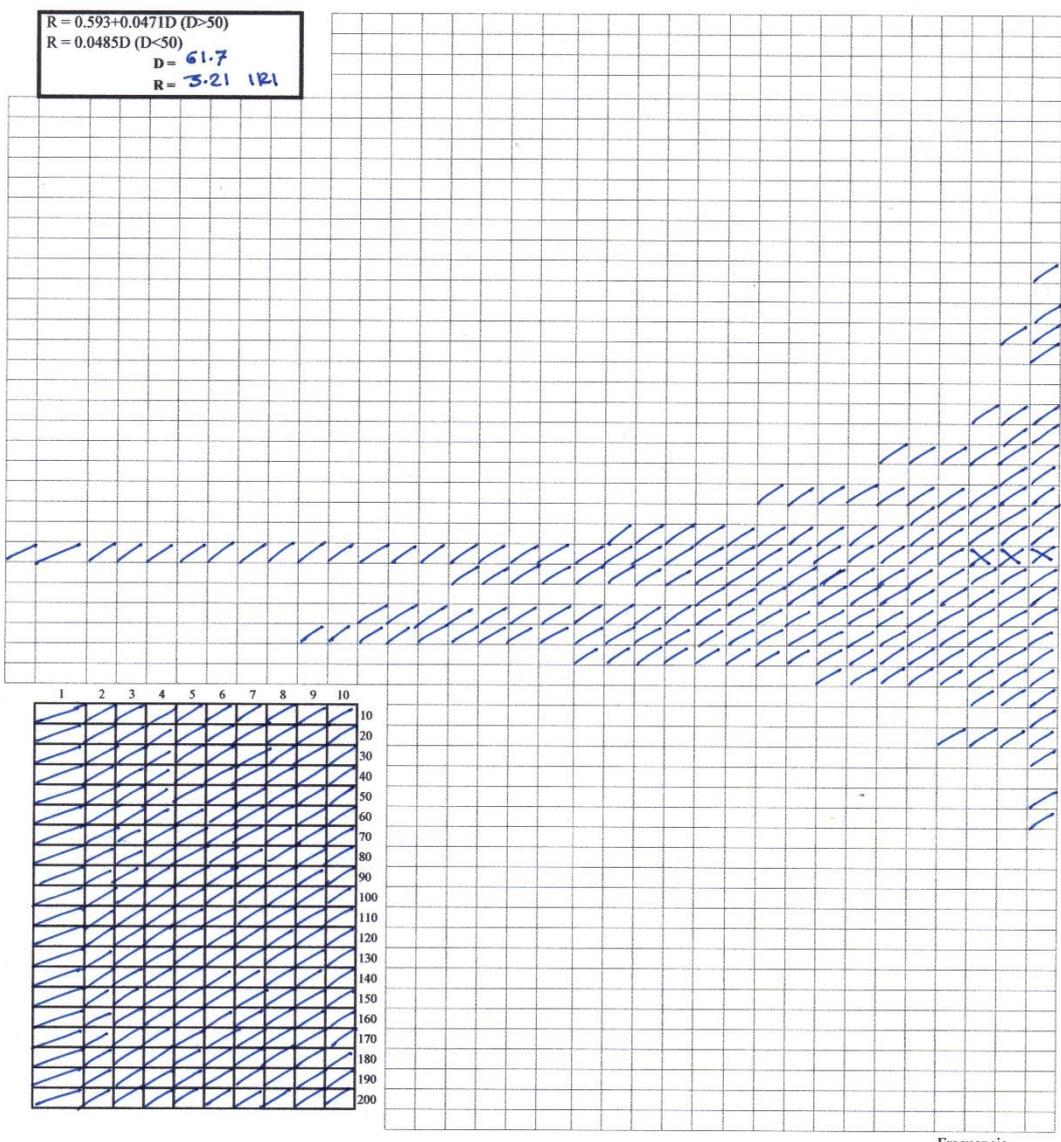
ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

SECTOR : 11 ENSAYO Nº: 16 R: RUGOSIDAD
 TRAMO : KM. 01 + 200 m - KM. 01 + 600 m KM: 0.4 D: RANGO "D"
 CARRIL : E-W (INTERNO) FECHA: 04/10/2018 Fe: FACTOR DE CORRECCIÓN
 NIVEL : CARPETA ASFÁLTICA HORA: 6:30:pm IRI: ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL



AV. VÍA DE ENTAMIENTO NORTE
W ← → E
S ← → N
AV. HOYOS RUBIO
SEPARADOR CENTRAL
SOUTH W
E W
N: NORTE
S: SUR
E: ESTE
W: OESTE

$R = 0.593 + 0.0471D \text{ (D > 50)}$
 $R = 0.0485D \text{ (D < 50)}$
 $D = 61.7$
 $R = 3.21 \text{ IRI}$



Frecuencia

TESISTA


 SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO

ASESOR


 CÚBAS BECERRA, ALEJANDRO

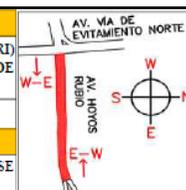
Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

Anexo 6: Datos de campo - Estudio de Tráfico.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		INDICE MEDIO DIARIO - POR TIPO DE VEHICULO																														
		NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN													"DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"																	
		RESPONSABLE													SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSVALDO																	
INFORMACIÓN GENERAL																																
TIPO DE VEHICULOS		DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LOS VEHICULOS		FECHA: 08 DE OCTUBRE 2018													TRAMO: INTERSECCIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE HASTA EL EMPALME CON LA VÍA QUE SE DIRIGE HACIA LAS VENTANILLAS DE OTUZO											TOTAL				
				LUNES																												
				6:00 AM - 7:00 AM		7:00 AM - 8:00 AM		8:00 AM - 9:00 AM		9:00 AM - 10:00 AM		10:00 AM - 11:00 AM		11:00 AM - 12:00 AM		12:00 PM - 1:00 PM		1:00 PM - 2:00 PM		2:00 PM - 3:00 PM		3:00 PM - 4:00 PM		4:00 PM - 5:00 PM		5:00 PM - 6:00 PM		6:00 PM - 7:00 PM		7:00 PM - 8:00 PM		
				W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	
MOTOTA XI		115	165	171	157	97	101	91	88	111	131	120	151	180	191	151	183	135	121	99	140	166	170	188	191	202	223	187	193	4218		
Ae		136	164	123	146	91	123	109	97	99	133	149	143	198	133	171	143	123	153	123	147	96	90	101	99	193	173	150	130	3736		
Ap		35	41	38	70	20	75	33	55	45	56	64	70	103	87	90	71	50	53	141	178	199	186	95	87	99	80	50	51	2222		
COMBI		28	36	31	59	23	19	30	25	27	40	31	55	49	43	51	39	57	33	23	44	29	50	41	39	4	7	2	2	917		
MICRO		8	15	19	22	10	15	20	19	23	9	17	11	15	10	13	11	20	19	14	18	10	20	2	15	3	5	1	1	365		
B2		0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	6		
B3		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3		
C2		5	7	8	4	3	1	5	3	6	4	2	3	17	13	10	12	5	16	7	9	10	9	13	11	20	23	10	20	256		
C3		0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	3	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	10		
T2S2		0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	5		
T2S3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
T3S1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
T3S3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1		
C3R2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
C3R3		1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6		
MAQUINARIA PESADA		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	3		
		PROMEDIO																												7530		

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		ÍNDICE MEDIO DIARIO - POR TIPO DE VEHÍCULO																															
		NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN														"DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"																	
		RESPONSABLE														SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO																	
		INFORMACIÓN GENERAL																															
FECHA: 09 DE OCTUBRE 2018														TRAMO: INTERSECCIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE HASTA EL EMPALME CON LA VÍA QUE SE DIRIGE HACIA LAS VENTANILLAS DE OTUZCO																			
TIPO DE VEHÍCULOS		DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LOS VEHÍCULOS		MARTES																													
				6:00 AM - 7:00 AM		7:00 AM - 8:00 AM		8:00 AM - 9:00 AM		9:00 AM - 10:00 AM		10:00 AM - 11:00 AM		11:00 AM - 12:00 AM		12:00 PM - 1:00 PM		1:00 PM - 2:00 PM		2:00 PM - 3:00 PM		3:00 PM - 4:00 PM		4:00 PM - 5:00 PM		5:00 PM - 6:00 PM		6:00 PM - 7:00 PM		7:00 PM - 8:00 PM		TOTAL	
		W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W		W-E
MOTOTA XI		112	115	130	128	95	107	96	84	107	128	115	147	181	187	163	171	127	131	101	138	159	165	187	190	199	206	183	182	4034			
Ac		141	171	164	137	117	111	102	98	102	128	147	148	188	178	191	152	130	120	117	129	89	92	106	101	171	180	147	135	3792			
Ap		41	36	41	67	31	65	30	61	32	42	67	59	107	93	87	99	53	61	127	110	182	192	89	100	103	88	57	63	2183			
COMBI		27	33	36	48	27	22	32	36	33	31	29	37	53	61	58	41	50	29	24	34	33	45	44	36	12	8	2	4	925			
MICRO		7	12	17	20	11	13	17	22	19	11	18	13	15	11	15	14	15	14	12	14	11	14	5	13	7	6	3	2	351			
B2		0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	8			
B3		0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6			
C2		5	7	8	4	3	1	5	3	6	4	2	3	17	13	10	12	5	16	7	9	10	9	13	11	20	23	10	20	256			
C3		0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8			
T2S2		1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	7			
T2S3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1			
T3S1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
T3S3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1			
C3R2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
C3R3		1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4			
MAQUINARIA PESADA		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2				
		PROMEDIO																												7544			

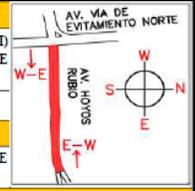


Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		ÍNDICE MEDIO DIARIO - POR TIPO DE VEHÍCULO																												
		NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN														"DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"														
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		RESPONSABLE														SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO														
		INFORMACIÓN GENERAL																												
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		FECHA: 10 DE OCTUBRE 2018														TRAMO: INTERSECCIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE HASTA EL EMPALME CON LA VÍA QUE SE DIRIGE HACIA LAS VENTANILLAS DE OTUZCO														
		MIERCOLES																												
TIPO DE VEHÍCULOS	DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LOS VEHÍCULOS	6:00 AM - 7:00 AM		7:00 AM - 8:00 AM		8:00 AM - 9:00 AM		9:00 AM - 10:00 AM		10:00 AM - 11:00 AM		11:00 AM - 12:00 AM		12:00 PM - 1:00 PM		1:00 PM - 2:00 PM		2:00 PM - 3:00 PM		3:00 PM - 4:00 PM		4:00 PM - 5:00 PM		5:00 PM - 6:00 PM		6:00 PM - 7:00 PM		7:00 PM - 8:00 PM		TOTAL
		W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	
MOTOTAXI		113	155	161	162	95	81	80	92	107	123	120	147	178	201	163	177	168	123	82	137	142	153	190	166	192	201	199	187	4098
Ac		125	162	132	128	82	88	60	71	83	94	132	129	180	127	165	132	87	114	136	151	76	84	102	87	144	136	146	152	3308
Ap		28	38	30	54	31	56	41	52	37	49	58	75	99	103	87	94	48	62	162	157	189	179	105	93	105	98	54	63	2247
COMBI		31	42	43	65	31	28	33	29	35	39	42	47	47	44	48	39	51	48	27	30	25	24	38	39	8	5	4	2	944
MICRO		8	11	19	15	11	13	17	14	23	12	17	11	12	10	14	12	18	14	11	16	10	13	4	11	2	6	2	2	328
B2		0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5
B3		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	5
C2		5	7	8	4	3	1	5	3	6	4	2	3	13	13	10	12	5	11	7	9	10	9	13	11	14	17	10	12	227
C3		0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	8
T2S2		0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	5
T2S3		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
T3S1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T3S3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
C3R2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C3R3		0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
MAQUINARIA PESADA		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	4
		PROMEDIO																												7086

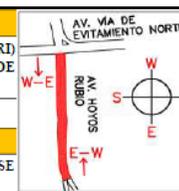
Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

		ÍNDICE MEDIO DIARIO - POR TIPO DE VEHÍCULO																													
		NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN														"DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"															
		RESPONSABLE														SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO															
		INFORMACIÓN GENERAL																													
		FECHA: 11 DE OCTUBRE 2018														TRAMO: INTERSECCIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE HASTA EL EMPALME CON LA VÍA QUE SE DIRIGE HACIA LAS VENTANILLAS DE OTUZCO															
		JUEVES																													
TIPO DE VEHÍCULO S	DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LOS VEHÍCULOS	6:00 AM - 7:00 AM		7:00 AM - 8:00 AM		8:00 AM - 9:00 AM		9:00 AM - 10:00 AM		10:00 AM - 11:00 AM		11:00 AM - 12:00 AM		12:00 PM - 1:00 PM		1:00 PM - 2:00 PM		2:00 PM - 3:00 PM		3:00 PM - 4:00 PM		4:00 PM - 5:00 PM		5:00 PM - 6:00 PM		6:00 PM - 7:00 PM		7:00 PM - 8:00 PM		TOTAL	
		W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W		
MOTOTAXI		100	95	140	144	87	95	100	97	98	86	114	125	140	180	169	171	130	110	100	130	120	180	175	200	202	221	187	175	3871	
Ac		125	175	118	126	88	93	113	102	116	102	148	155	199	145	170	168	150	144	160	120	88	90	99	101	201	188	177	131	3792	
Ap		45	48	39	60	30	50	41	62	38	48	53	60	86	91	98	108	145	151	150	166	203	199	97	88	100	94	65	59	2474	
COMBI		15	21	28	33	20	17	35	33	27	38	44	51	48	44	47	40	60	49	38	34	31	42	39	40	12	14	4	5	909	
MICRO		5	9	14	18	13	15	18	19	21	13	17	15	16	11	13	12	19	17	14	13	11	19	8	15	7	6	3	2	363	
B2		0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7
B3		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
C2		3	0	8	4	3	1	5	3	6	4	2	3	14	13	10	12	5	15	8	6	4	9	13	11	15	18	10	22	227	
C3		0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	9
T2S2		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
T2S3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T3S1		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T3S3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C3R2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C3R3		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4
MAQUINARIA PESADA		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3
		PROMEDIO																												7798	



Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		ÍNDICE MEDIO DIARIO - POR TIPO DE VEHÍCULO																												
		NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN														"DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"														
		RESPONSABLE														SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO														
		INFORMACIÓN GENERAL																												
		FECHA: 12 DE OCTUBRE 2018														TRAMO: INTERSECCIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE HASTA EL EMPALME CON LA VÍA QUE SE DIRIGE HACIA LAS VENTANILLAS DE OTUZCO														
		VIERNES																												
TIPO DE VEHÍCULOS	DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LOS VEHÍCULOS	6:00 AM - 7:00 AM		7:00 AM - 8:00 AM		8:00 AM - 9:00 AM		9:00 AM - 10:00 AM		10:00 AM - 11:00 AM		11:00 AM - 12:00 AM		12:00 PM - 1:00 PM		1:00 PM - 2:00 PM		2:00 PM - 3:00 PM		3:00 PM - 4:00 PM		4:00 PM - 5:00 PM		5:00 PM - 6:00 PM		6:00 PM - 7:00 PM		7:00 PM - 8:00 PM		TOTAL
		W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	
MOTOTAXI		125	165	180	195	102	107	99	84	118	144	135	148	189	199	165	175	144	132	99	123	171	176	185	190	216	228	200	204	4398
Ac		141	165	132	144	102	122	108	100	105	124	137	148	193	154	180	155	152	157	148	151	105	111	118	108	184	188	160	142	3934
Ap		38	44	51	69	40	68	44	56	47	53	89	115	154	120	128	135	144	154	169	185	204	186	135	124	190	180	75	68	3065
COMBI		25	33	45	57	46	49	38	42	36	41	45	52	46	47	53	46	54	39	35	41	42	35	40	38	15	10	8	7	1065
MICRO		7	12	18	21	13	14	21	18	21	14	15	10	16	13	14	15	18	14	17	13	11	15	8	10	7	8	6	3	372
B2		0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	8
B3		0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	6
C2		6	9	11	4	3	3	4	3	4	3	2	3	13	11	14	13	8	14	9	7	8	9	4	7	14	11	8	10	215
C3		0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	3	0	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	13
T2S2		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	6
T2S3		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
T3S1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T3S3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C3R2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C3R3		1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
MAQUINARIA PESADA		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	4
		PROMEDIO																												8697

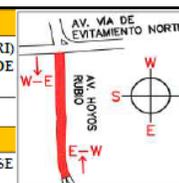


Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

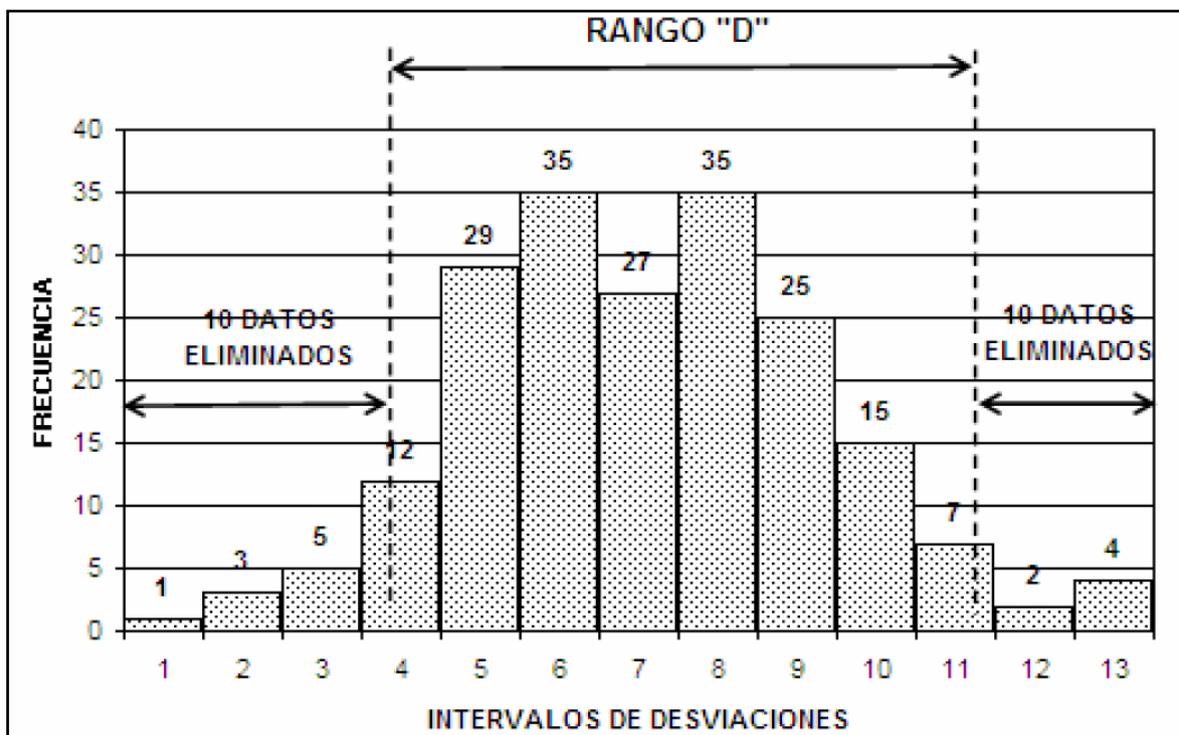
 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>		INDICE MEDIO DIARIO - POR TIPO DE VEHÍCULO																														
		NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN															"DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"															
		RESPONSABLE															SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO															
		INFORMACIÓN GENERAL																														
		FECHA: 13 DE OCTUBRE 2018															TRAMO: INTERSECCIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE HASTA EL EMPALME CON LA VÍA QUE SE DIRIGE HACIA LAS VENTANILLAS DE OTUZZO															
TIPO DE VEHÍCULOS		DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LOS VEHÍCULOS		SÁBADO																												
				6:00 AM - 7:00 AM		7:00 AM - 8:00 AM		8:00 AM - 9:00 AM		9:00 AM - 10:00 AM		10:00 AM - 11:00 AM		11:00 AM - 12:00 PM		12:00 PM - 1:00 PM		1:00 PM - 2:00 PM		2:00 PM - 3:00 PM		3:00 PM - 4:00 PM		4:00 PM - 5:00 PM		5:00 PM - 6:00 PM		6:00 PM - 7:00 PM		7:00 PM - 8:00 PM		TOTAL
		W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	
MOTOTA XI		98	102	115	119	88	97	94	88	114	125	134	154	175	168	153	162	125	121	102	127	145	162	183	184	200	212	192	197	3936		
Ac		125	148	137	133	102	114	103	99	88	126	145	152	187	152	168	155	135	144	131	140	101	90	98	95	180	160	164	148	3720		
Ap		26	37	40	47	24	62	42	47	45	51	71	65	98	88	102	85	64	55	140	155	135	100	95	87	92	80	48	42	2023		
COMBI		21	27	25	33	20	22	25	27	33	37	32	46	44	38	42	39	43	30	20	36	28	38	35	32	10	10	8	9	810		
MICRO		4	9	9	12	11	10	13	11	15	11	14	13	14	12	15	10	17	15	10	13	11	14	8	10	6	5	4	5	301		
B2		0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5		
B3		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		
C2		2	4	8	4	3	1	3	3	2	4	2	3	8	6	5	10	5	11	8	7	4	9	11	8	13	7	5	4	160		
C3		0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	9		
T2S2		0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	8		
T2S3		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3		
T3S1		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2		
T3S3		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2		
C3R2		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
C3R3		1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4		
MAQUINARIA PESADA		0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	5		
		PROMEDIO																									7055					

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		ÍNDICE MEDIO DIARIO - POR TIPO DE VEHÍCULO																												
		NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN												"DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"																
		RESPONSABLE												SANGAY CUSQUISIBÁN, MILTON OSWALDO																
		INFORMACIÓN GENERAL																												
		FECHA: 14 DE OCTUBRE 2018												TRAMO: INTERSECCIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE HASTA EL EMPALME CON LA VÍA QUE SE DIRIGE HACIA LAS VENTANILLAS DE OTUZCO																
		DOMINGO																												
TIPO DE VEHÍCULOS	DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LOS VEHÍCULOS	6:00 AM - 7:00 AM		7:00 AM - 8:00 AM		8:00 AM - 9:00 AM		9:00 AM - 10:00 AM		10:00 AM - 11:00 AM		11:00 AM - 12:00 AM		12:00 PM - 1:00 PM		1:00 PM - 2:00 PM		2:00 PM - 3:00 PM		3:00 PM - 4:00 PM		4:00 PM - 5:00 PM		5:00 PM - 6:00 PM		6:00 PM - 7:00 PM		7:00 PM - 8:00 PM		TOTAL
		W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	W-E	E-W	
MOTOTA XI		64	75	94	105	74	85	35	67	72	64	76	85	78	92	60	83	76	71	92	80	87	94	101	135	115	102	120	125	2407
Ac		39	45	53	62	55	50	60	67	88	94	112	97	92	111	99	121	100	110	95	87	80	76	102	98	180	113	98	105	2489
Ap		30	35	41	44	37	40	46	52	48	50	68	60	95	80	95	100	54	48	40	57	70	76	100	107	98	77	67	80	1795
COMBI		8	10	12	15	11	8	7	10	5	7	6	8	10	7	10	12	10	12	7	6	9	8	4	7	5	9	6	4	233
MICRO		2	3	5	4	7	6	8	7	6	9	8	10	8	9	11	7	10	7	4	5	6	5	7	3	5	4	2	3	171
B2		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
B3		0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C2		2	1	4	4	3	1	2	3	2	4	2	3	2	6	5	4	5	3	2	1	4	3	2	3	4	5	7	8	95
C3		0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6
T2S2		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
T2S3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
T3S1		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
T3S3		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
C3R2		0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C3R3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
MAQUINARIA PESADA		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		PROMEDIO																												4810

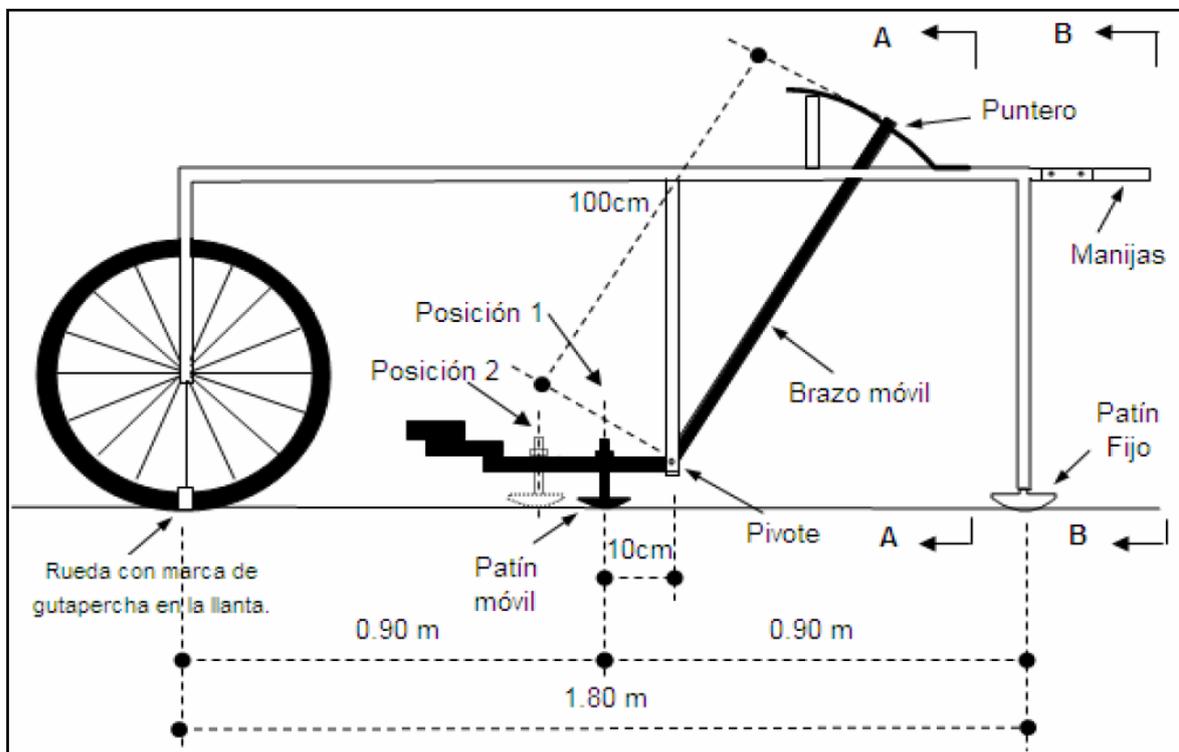


Anexo 7: Intervalos de desviaciones.



Fuente: Manual de Usuario Merliner (Merlin), Equipo para Rugosidad.

Anexo 8: Equipo Merlin

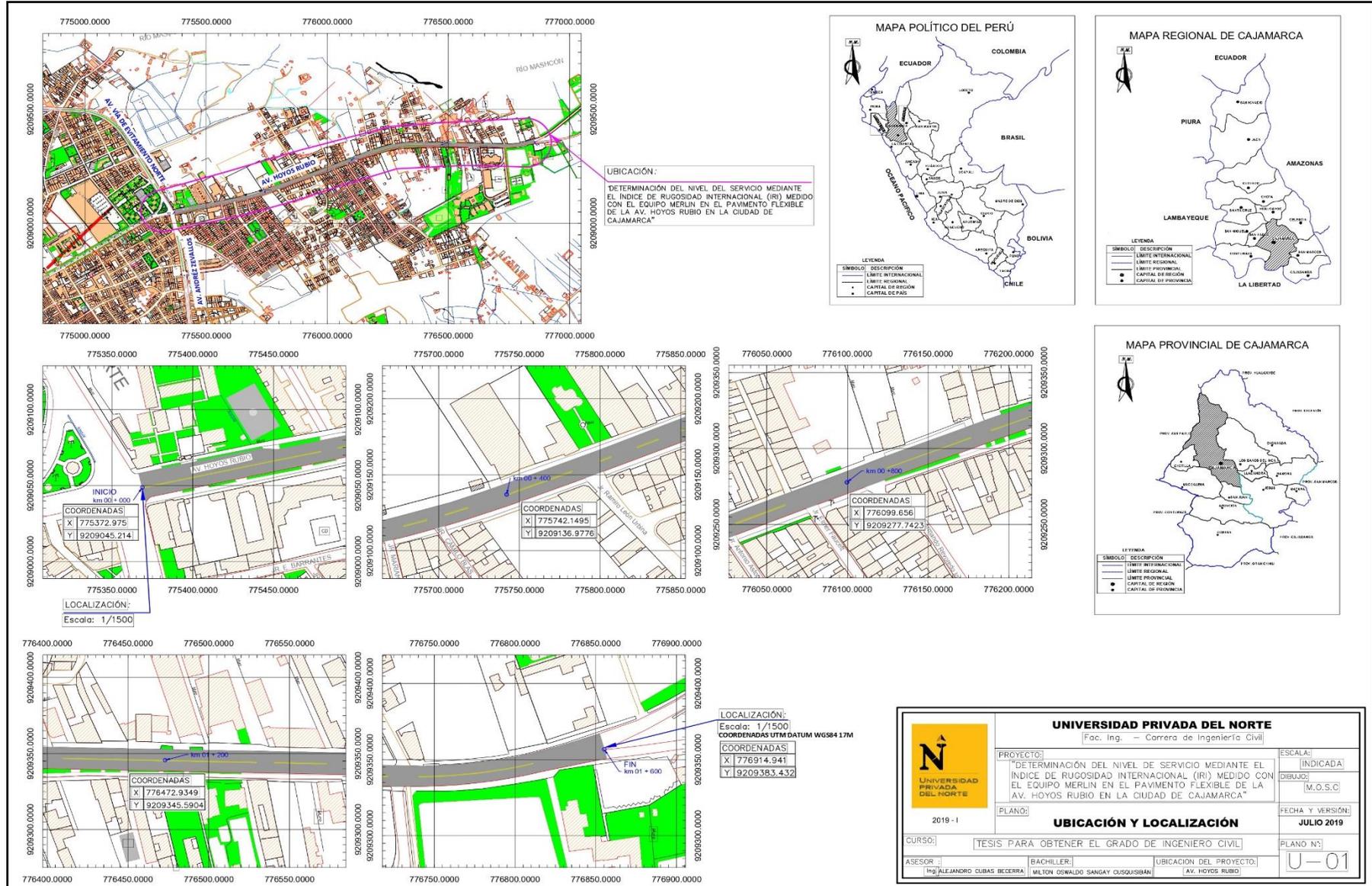


Fuente: Manual de Usuario Merliner (Merlin), Equipo para Rugosidad.

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

Anexo 9: Plano de ubicación

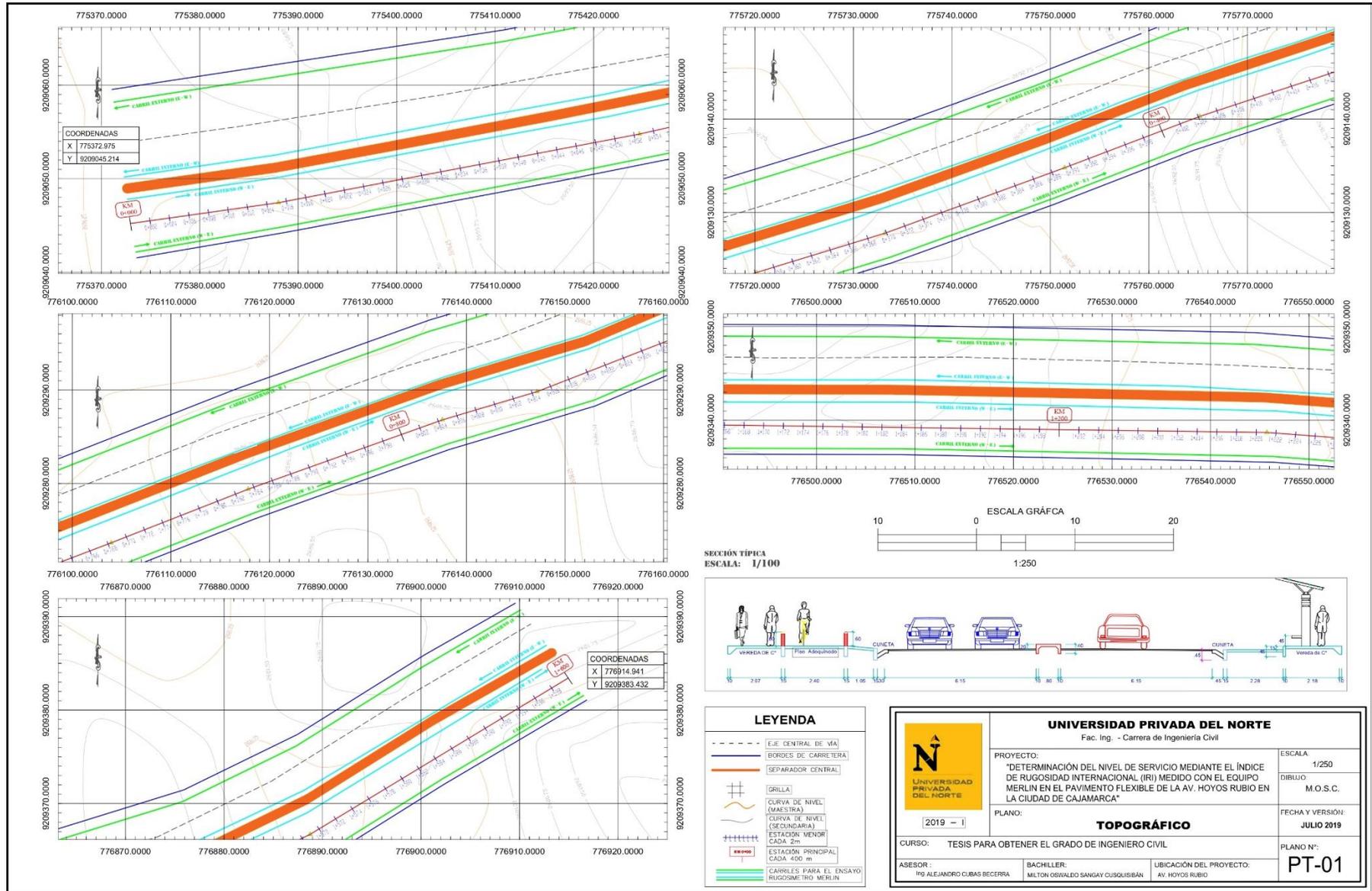
Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.



Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

Anexo 10: Plano Topográfico

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.



Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

Anexo 11: Panel fotográfico

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.



FOTOGRAFÍA N° 1: Estación N°01 punto partida del levantamiento topográfico con el Ing. Alejandro Cubas Becerra.



FOTOGRAFÍA N° 2: BM-2.



FOTOGRAFÍA N° 3: Estación N°02.

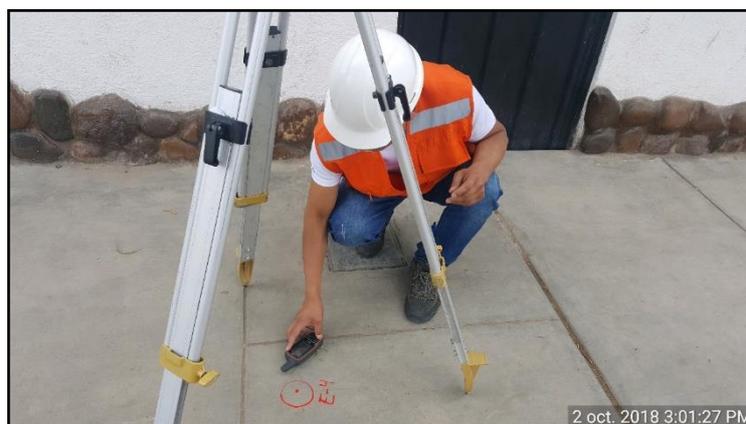
Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyo Rubio en la ciudad de Cajamarca.



FOTOGRAFÍA N° 4: Estación N°03.



FOTOGRAFÍA N° 5: BM-3.



FOTOGRAFÍA N° 6: Estación N°04.

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.



FOTOGRAFÍA N° 7: Estación N°05.



FOTOGRAFÍA N° 8: BM-5.

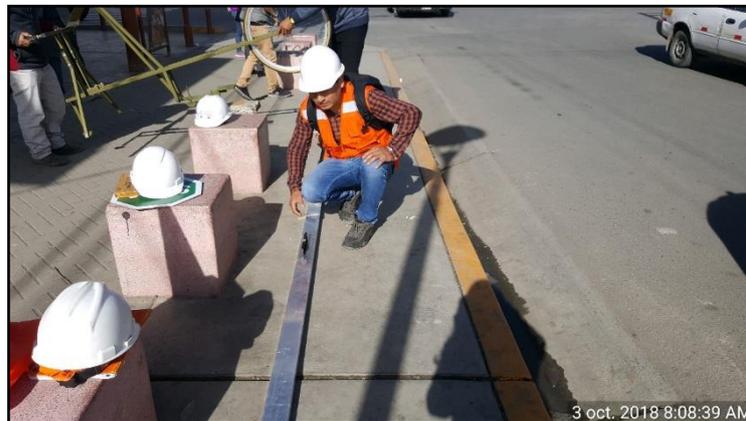


FOTOGRAFÍA N° 9: Tramo final del levantamiento topográfico en supervisión del Ing. Alejandro Cubas Becerra.

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.



FOTOGRAFÍA N° 10: Se comenzó con el ensayo mediante el rugosímetro de Merlin para obtener la rugosidad. Para ello se nivela la regla metálica sobre la cual se colocó el equipo.



FOTOGRAFÍA N° 11: Verificación de la regla metálica.



FOTOGRAFÍA N° 12: El rugosímetro Merlin sobre la regla metálica nivelada para calcular el factor de corrección y lectura inicial.

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.



FOTOGRAFÍA N° 13: Tablero del rugosímetro de Merlin indicando la hoja dividida en elevaciones y depresiones.



FOTOGRAFÍA N° 14: Verificando la distancia del rugosímetro de Merlin.



FOTOGRAFÍA N° 15: Calculo del factor de corrección = 0.9 con el espesor de la pastilla.
La lectura inicial y final luego de la nivelación del rugosímetro de Merlin.

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.



FOTOGRAFÍA N° 16: Guía del Ing. Jhan Torres para la toma de irregularidades del pavimento. En la Av. Hoyos Rubio adecuadas con el equipo de Merlin.



FOTOGRAFÍA N° 17: Primera lectura de irregularidad del pavimento. en el kilómetro 0km +000m del carril W(Oeste)- E(este) Externo.



FOTOGRAFÍA N° 18: Lecturas de irregularidades del pavimento para el carril W(Oeste)- E(este) Externo.

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.



FOTOGRAFÍA N° 19: El vigía avanza con los conos y paletas de seguridad.



FOTOGRAFÍA N° 20: Lectura de la irregularidad del pavimento para el kilómetro km 00+ 070m



FOTOGRAFÍA N° 21: Lectura de la irregularidad del pavimento para el kilómetro km 00+080m

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.



FOTOGRAFÍA N° 22: Lectura de la irregularidad del pavimento para el kilómetro km 00+130m.



FOTOGRAFÍA N° 23: Lectura de la irregularidad del pavimento para el kilómetro km 00+140m.



FOTOGRAFÍA N° 24: Lectura de la irregularidad del pavimento para el kilómetro 0km+ 270m.

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.



FOTOGRAFÍA N° 25: km 00+ 450m y supervisión del Ing. Alejandro Cubas Becerra.

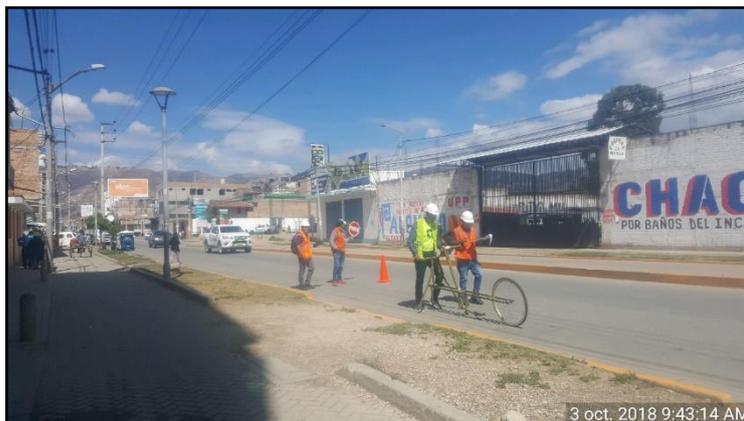


FOTOGRAFÍA N° 26: Irregularidades del pavimento km 00 +550 m.



FOTOGRAFÍA N° 27: Irregularidades del pavimento km 00 +600 m.

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.



FOTOGRAFÍA N° 28: Irregularidades del pavimento km 00 +800 m.



FOTOGRAFÍA N° 29: Irregularidades del pavimento km 00 +900 m.



FOTOGRAFÍA N° 30: Irregularidades del pavimento km 01 +350 m.

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.



FOTOGRAFÍA N° 31: Irregularidades del pavimento km 01 +600 m.



FOTOGRAFÍA N° 32: Irregularidades para el carril E(este)-W(oeste) externo.



FOTOGRAFÍA N° 33: Irregularidades del pavimento km 00+050m del carril E(este)-W(oeste) externo.

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.



FOTOGRAFÍA N° 34: Irregularidades del pavimento km 00+150m del carril E(este)-W(oeste) externo.



FOTOGRAFÍA N° 35: Irregularidades del pavimento km 00+200m del carril E(este)-W(oeste) externo.



FOTOGRAFÍA N° 36: Irregularidades del pavimento km 00+300m del carril E(este)-W(oeste) externo.

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.



FOTOGRAFÍA N° 37: Irregularidades del pavimento km 00+500m del carril E(este)-W(oeste) externo.



FOTOGRAFÍA N° 38: Irregularidades del pavimento km 00+700m del carril E(este)-W(oeste) externo.



FOTOGRAFÍA N° 39: Irregularidades del pavimento km 01+200m del carril E(este)-W(oeste) externo.

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.



FOTOGRAFÍA N° 40: Irregularidades del pavimento carril W(oeste) - E(este) interno.



FOTOGRAFÍA N° 41: Irregularidades del pavimento carril W(oeste) - E(este) interno km 00+770 m.



FOTOGRAFÍA N° 42: Irregularidades del pavimento carril W(oeste) - E(este) interno km 00+870 m.

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.



FOTOGRAFÍA N° 43: Irregularidades del pavimento carril E(este) - W(oeste) interno km 00+000 m.



FOTOGRAFÍA N° 44: Irregularidades del pavimento carril E(este) - W(oeste) interno km 00+050 m.

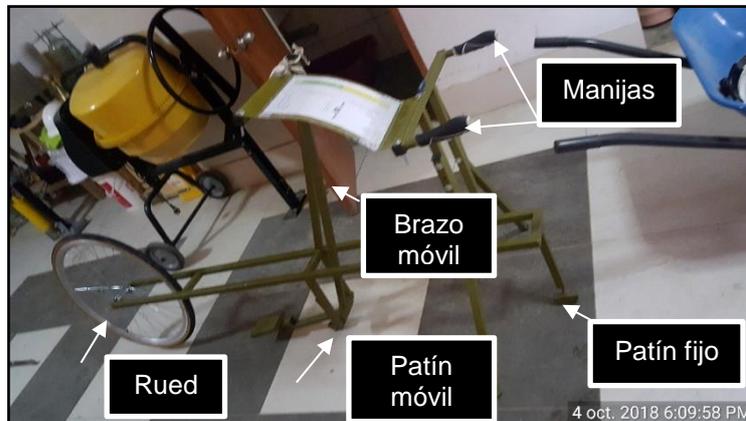


FOTOGRAFÍA N° 45: Irregularidades del pavimento carril E(este) - W(oeste) interno km 00+080 m

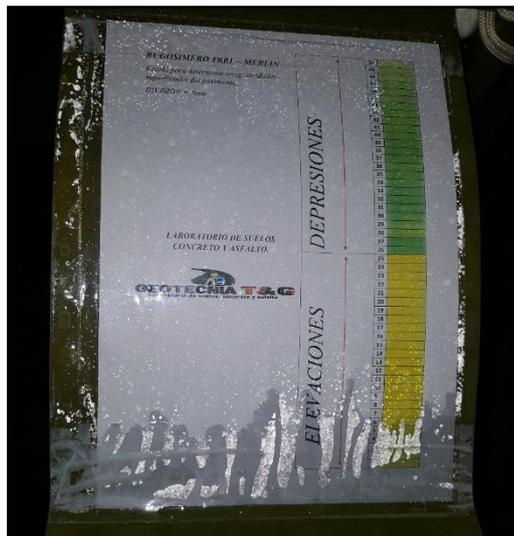
Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.



FOTOGRAFÍA N° 46: Irregularidades del pavimento carril E(este) - W(oeste) interno km 00+500 m



FOTOGRAFÍA N° 47: Se puede visualizar el rugosímetro de Merlin como en el anexo N° 6.



FOTOGRAFÍA N° 48: Tablero del rugosímetro de Merlin con las escalas de elevaciones y depresiones.

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.



FOTOGRAFÍA N° 49: Paletas de seguridad para desviar el tráfico del lugar del ensayo.



FOTOGRAFÍA N° 50: Vernier o pie de rey que sirve para medir el espesor de la pastilla o disco de bronce.



FOTOGRAFÍA N° 51: Llave destornillador que sirve para regular el tornillo del rugosímetro de Merlin.

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.



FOTOGRAFÍA N° 52: Pastilla o disco circular de bronce. Se colocará debajo del apoyo móvil del rugosímetro de Merlin para su nivelación.



FOTOGRAFÍA N° 53: Nivel.



FOTOGRAFÍA N° 54: Conteo tráfico en supervisión con el Ing. Alejandro Cubas Becerra.

Anexo 12: Validación de Formatos IRI y Conteo Tráfico.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TESIS:

Determinación el nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo de Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

I. REFERENCIAS:

- 1.1. **Nombre y apellidos del Experto:** Fabián Sebastián Sánchez Portal
- 1.2. **Especialidad:** Ingeniería Civil
- 1.3. **Cargo actual:** Docente tiempo parcial
- 1.4. **Grado académico:** Ingeniería y Gerencia de la Construcción
- 1.5. **Institución:** Universidad Privada del Norte
- 1.6. **Tipo de instrumento:** Formatos
- 1.7. **Lugar y fecha:** Cajamarca 8 Noviembre 2018

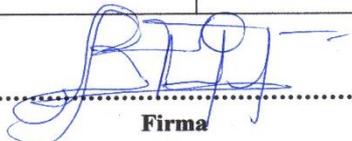
II. INDICACIONES:

- 2.1 En anexo se presentan los formatos y la encuesta, instrumentos que deben evaluarse para determinar su validez y confiabilidad.
- 2.2 La evaluación consiste en asignar (colocar en el cuadro adjunto), un valor a cada instrumento según la siguiente escala. (Escala de Likert.)

1: Excelente. **2:** Muy bien. **3:** Bien. **4:** Regular. **5:** Deficiente.

III. VALIDACIÓN:

Nº	ASPECTOS A VALIDAR	INSTRUMENTOS / VALORACIÓN	
		Formato Rugosidad-IRI	Formato Conteo de tráfico
1	Pertinencia de indicadores	3	3
2	Formulado con lenguaje apropiado	3	3
3	Adecuado para el objeto de estudio	2	4
4	Facilita la prueba de hipótesis	1	3
5	Suficiencia para medir las variables	2	3
6	Facilita la interpretación del instrumento	2	3
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología	3	3
8	Expresado en hechos perceptibles	1	3
9	Tiene secuencia lógica	2	1
10	Basado en aspectos teóricos	3	3
	Total	22	29


Firma

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TESIS:

Determinación el nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo de Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

I. REFERENCIAS:

- 1.1. Nombre y apellidos del Experto: *Edlyn Sierdony Solórzano Huamán*
- 1.2. Especialidad: *Ingeniero Civil*
- 1.3. Cargo actual: *Docente*
- 1.4. Grado académico: *Ingeniero Civil*
- 1.5. Institución: *UPN*
- 1.6. Tipo de instrumento: *Formatos*
- 1.7. Lugar y fecha: *Cajamarca 05/11/2018*

II. INDICACIONES:

- 2.1 En anexo se presentan los formatos y la encuesta, instrumentos que deben evaluarse para determinar su validez y confiabilidad.
- 2.2 La evaluación consiste en asignar (colocar en el cuadro adjunto), un valor a cada instrumento según la siguiente escala. (Escala de Likert.)

1: Excelente. **2:** Muy bien. **3:** Bien. **4:** Regular. **5:** Deficiente.

III. VALIDACIÓN:

Nº	ASPECTOS A VALIDAR	INSTRUMENTOS / VALORACIÓN	
		Formato Rugosidad-IRI	Formato Conteo de trafico
1	Pertinencia de indicadores	2	1
2	Formulado con lenguaje apropiado	2	2
3	Adecuado para el objeto de estudio	1	2
4	Facilita la prueba de hipótesis	1	1
5	Suficiencia para medir las variables	2	1
6	Facilita la interpretación del instrumento	2	1
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología	2	3
8	Expresado en hechos perceptibles	1	1
9	Tiene secuencia lógica	1	1
10	Basado en aspectos teóricos	1	1
	Total	15	14


Firma

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TESIS:

Determinación el nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo de Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

I. REFERENCIAS:

- 1.1. **Nombre y apellidos del Experto:** IRONE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO
- 1.2. **Especialidad:** MAGISTER EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA - INGENIERIA CIVIL
- 1.3. **Cargo actual:** Docente tiempo parcial, Consultor
- 1.4. **Grado académico:** MAGISTER
- 1.5. **Institución:** UPN, MPC
- 1.6. **Tipo de instrumento:** Formatos
- 1.7. **Lugar y fecha:** CAJAMARCA, OCTUBRE 2018

II. INDICACIONES:

- 2.1 En anexo se presentan los formatos y la encuesta, instrumentos que deben evaluarse para determinar su validez y confiabilidad.
- 2.2 La evaluación consiste en asignar (colocar en el cuadro adjunto), un valor a cada instrumento según la siguiente escala. (Escala de Likert.)

1: Excelente. **2:** Muy bien. **3:** Bien. **4:** Regular. **5:** Deficiente.

III. VALIDACIÓN:

N°	ASPECTOS A VALIDAR	INSTRUMENTOS / VALORACIÓN	
		Formato Rugosidad-IRI	Formato Conteo de trafico
1	Pertinencia de indicadores	2	2
2	Formulado con lenguaje apropiado	2	2
3	Adecuado para el objeto de estudio	2	2
4	Facilita la prueba de hipótesis	2	2
5	Suficiencia para medir las variables	2	2
6	Facilita la interpretación del instrumento	2	2
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología	2	2
8	Expresado en hechos perceptibles	2	2
9	Tiene secuencia lógica	2	2
10	Basado en aspectos teóricos	2	2
	Total	20	20

.....
Firma

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TESIS:

Determinación el nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo de Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

I. REFERENCIAS:

- 1.1. Nombre y apellidos del Experto: GABRIEL CACHI CCAMA
- 1.2. Especialidad: ESTRUCTURAS Y GERENCIA
- 1.3. Cargo actual: DOCENTE
- 1.4. Grado académico: MAESTRO
- 1.5. Institución: UPN
- 1.6. Tipo de instrumento: Formatos
- 1.7. Lugar y fecha: 31/10/18

II. INDICACIONES:

- 2.1 En anexo se presentan los formatos y la encuesta, instrumentos que deben evaluarse para determinar su validez y confiabilidad.
- 2.2 La evaluación consiste en asignar (colocar en el cuadro adjunto), un valor a cada instrumento según la siguiente escala. (Escala de Likert.)

1: Excelente. 2: Muy bien. 3: Bien. 4: Regular. 5: Deficiente.

III. VALIDACIÓN:

Nº	ASPECTOS A VALIDAR	INSTRUMENTOS / VALORACIÓN	
		Formato Rugosidad-IRI	Formato Conteo de trafico
1	Pertinencia de indicadores	2	1
2	Formulado con lenguaje apropiado	2	2
3	Adecuado para el objeto de estudio	2	2
4	Facilita la prueba de hipótesis	2	2
5	Suficiencia para medir las variables	1	2
6	Facilita la interpretación del instrumento	2	1
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología	2	2
8	Expresado en hechos perceptibles	2	2
9	Tiene secuencia lógica	2	2
10	Basado en aspectos teóricos	2	2
	Total	19	18

.....
Firma

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TESIS:

Determinación el nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo de Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

I. REFERENCIAS:

- 1.1. Nombre y apellidos del Experto: GERSON QUISPE RODRIGUEZ
- 1.2. Especialidad: INGENIERO CIVIL
- 1.3. Cargo actual: DOCENTE
- 1.4. Grado académico: INGENIERO CIVIL
- 1.5. Institución: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
- 1.6. Tipo de instrumento: Formatos
- 1.7. Lugar y fecha: CAJAMARCA, 31 OCTUBRE 2018

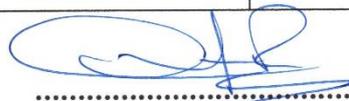
II. INDICACIONES:

- 2.1 En anexo se presentan los formatos y la encuesta, instrumentos que deben evaluarse para determinar su validez y confiabilidad.
- 2.2 La evaluación consiste en asignar (colocar en el cuadro adjunto), un valor a cada instrumento según la siguiente escala. (Escala de Likert.)

1: Excelente. **2:** Muy bien. **3:** Bien. **4:** Regular. **5:** Deficiente.

III. VALIDACIÓN:

N°	ASPECTOS A VALIDAR	INSTRUMENTOS / VALORACIÓN	
		Formato Rugosidad-IRI	Formato Conteo de tráfico
1	Pertinencia de indicadores	02	02
2	Formulado con lenguaje apropiado	02	01
3	Adecuado para el objeto de estudio	01	01
4	Facilita la prueba de hipótesis	02	02
5	Suficiencia para medir las variables	01	02
6	Facilita la interpretación del instrumento	02	02
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología	02	02
8	Expresado en hechos perceptibles	02	02
9	Tiene secuencia lógica	02	02
10	Basado en aspectos teóricos	02	02
	Total	18	18



 Firma

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TESIS:

Determinación el nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo de Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

I. REFERENCIAS:

- 1.1. **Nombre y apellidos del Experto:** MIGUEL MOSQUEIRA MORENO
- 1.2. **Especialidad:** ING. CIVIL
- 1.3. **Cargo actual:** DOCENTE
- 1.4. **Grado académico:** DOCTOR
- 1.5. **Institución:** UPN
- 1.6. **Tipo de instrumento:** Formatos
- 1.7. **Lugar y fecha:** CAJAMARCA 05 DE NOVIEMBRE 2018

II. INDICACIONES:

- 2.1 En anexo se presentan los formatos y la encuesta, instrumentos que deben evaluarse para determinar su validez y confiabilidad.
- 2.2 La evaluación consiste en asignar (colocar en el cuadro adjunto), un valor a cada instrumento según la siguiente escala. (Escala de Likert.)

1: Excelente. **2:** Muy bien. **3:** Bien. **4:** Regular. **5:** Deficiente.

III. VALIDACIÓN:

N°	ASPECTOS A VALIDAR	INSTRUMENTOS / VALORACIÓN	
		Formato Rugosidad-IRI	Formato Conteo de tráfico
1	Pertinencia de indicadores	2	3
2	Formulado con lenguaje apropiado	2	2
3	Adecuado para el objeto de estudio	2	2
4	Facilita la prueba de hipótesis	2	1
5	Suficiencia para medir las variables	2	2
6	Facilita la interpretación del instrumento	1	2
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología	2	2
8	Expresado en hechos perceptibles	2	1
9	Tiene secuencia lógica	1	2
10	Basado en aspectos teóricos	2	2
	Total	18	18

.....
Firma

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TESIS:

Determinación el nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo de Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

I. REFERENCIAS:

- 1.1. Nombre y apellidos del Experto: CUBAS BECERRA ALEJANDRO
- 1.2. Especialidad: ING. CIVIL
- 1.3. Cargo actual:
- 1.4. Grado académico: INGENIERO CIVIL
- 1.5. Institución: UPN:
- 1.6. Tipo de instrumento: Formatos
- 1.7. Lugar y fecha: CAJAMARCA 02 DE NOVIEMBRE DEL 2018

II. INDICACIONES:

- 2.1 En anexo se presentan los formatos y la encuesta, instrumentos que deben evaluarse para determinar su validez y confiabilidad.
- 2.2 La evaluación consiste en asignar (colocar en el cuadro adjunto), un valor a cada instrumento según la siguiente escala. (Escala de Likert.)

1: Excelente. **2:** Muy bien. **3:** Bien. **4:** Regular. **5:** Deficiente.

III. VALIDACIÓN:

Nº	ASPECTOS A VALIDAR	INSTRUMENTOS / VALORACIÓN	
		Formato Rugosidad-IRI	Formato Conteo de trafico
1	Pertinencia de indicadores	3	4
2	Formulado con lenguaje apropiado	4	3
3	Adecuado para el objeto de estudio	2	2
4	Facilita la prueba de hipótesis	2	2
5	Suficiencia para medir las variables	2	2
6	Facilita la interpretación del instrumento	2	2
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología	3	3
8	Expresado en hechos perceptibles	2	2
9	Tiene secuencia lógica	2	2
10	Basado en aspectos teóricos	2	2
	Total		



 Firma

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TESIS:

Determinación el nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo de Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

I. REFERENCIAS:

- 1.1. Nombre y apellidos del Experto: *Roger Cerquín Quispe*
- 1.2. Especialidad: *Ing Civil*
- 1.3. Cargo actual: *Docente tiempo parcial*
- 1.4. Grado académico: *Ing. Civil*
- 1.5. Institución: *Universidad Privada del Norte*
- 1.6. Tipo de instrumento: *Formatos*
- 1.7. Lugar y fecha: *Cajamarca 31 de octubre del 2018*

II. INDICACIONES:

- 2.1 En anexo se presentan los formatos y la encuesta, instrumentos que deben evaluarse para determinar su validez y confiabilidad.
- 2.2 La evaluación consiste en asignar (colocar en el cuadro adjunto), un valor a cada instrumento según la siguiente escala. (Escala de Likert.)

1: Excelente. **2:** Muy bien. **3:** Bien. **4:** Regular. **5:** Deficiente.

III. VALIDACIÓN:

Nº	ASPECTOS A VALIDAR	INSTRUMENTOS / VALORACIÓN	
		Formato Rugosidad-IRI	Formato Conteo de tráfico
1	Pertinencia de indicadores	1	1
2	Formulado con lenguaje apropiado	1	1
3	Adecuado para el objeto de estudio	1	1
4	Facilita la prueba de hipótesis	1	1
5	Suficiencia para medir las variables	1	1
6	Facilita la interpretación del instrumento	1	1
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología	1	1
8	Expresado en hechos perceptibles	1	1
9	Tiene secuencia lógica	1	1
10	Basado en aspectos teóricos	1	1
	Total	10	10



 Firma

CALCULO DE VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS					TESIS: Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de cajamarca.						
VALIDACIÓN POR EXPERTOS (TÉCNICOS) FORMATO 2. FORMATO DE CONTEO DE TRÁFICO											
N° de Expertos Encuestados			8								
NOMBRES DE EXPERTOS	LEYENDA DE ASPECTOS A VALIDAR										Total de fila
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ING. GABRIEL CACHI CERNA	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	18
ING. MIGUEL MOSQUEIRA MORENO	3	2	1	1	2	2	2	1	2	2	18
ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
ING. ERLYN GIORDANY SALAZAR HUAMÁN	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1	13
ING. FABIÁN SEBASTIÁN SÁNCHEZ PORTAL	3	3	4	3	3	3	3	3	1	3	29
ING. ROGER CERQUÍN QUISPE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
ING. ALEJANDRO CUBAS BECERRA	4	3	2	2	2	2	3	2	2	2	24
ING. GERSON QUISPE RODRIGUEZ	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	18
Total Columna:	17	16	15	14	15	14	17	14	13	15	150
Promedio:	2.13	2.00	1.88	1.75	1.88	1.75	2.13	1.75	1.63	1.88	18.75
CALCULO DE LA VARIANZA Y DESVIACIÓN ESTANDAR											
NOMBRE DE EXPERTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total de fila
ING. GABRIEL CACHI CERNA	1.27	0.00	0.02	0.06	0.02	0.56	0.02	0.06	0.14	0.02	0.56
ING. MIGUEL MOSQUEIRA MORENO	0.77	0.00	0.77	0.56	0.02	0.06	0.02	0.56	0.14	0.02	0.56
ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO	0.02	0.00	0.02	0.06	0.02	0.06	0.02	0.06	0.14	0.02	1.56
ING. ERLYN GIORDANY SALAZAR HUAMÁN	1.27	0.00	0.02	0.56	0.77	0.56	0.02	0.56	0.39	0.77	33.06
ING. FABIÁN SEBASTIÁN SÁNCHEZ PORTAL	0.77	1.00	4.52	1.56	1.27	1.56	0.77	1.56	0.39	1.27	105.06
ING. ROGER CERQUÍN QUISPE	1.27	1.00	0.77	0.56	0.77	0.56	1.27	0.56	0.39	0.77	76.56
ING. ALEJANDRO CUBAS BECERRA	3.52	1.00	0.02	0.06	0.02	0.06	0.77	0.06	0.14	0.02	27.56
ING. GERSON QUISPE RODRIGUEZ	0.02	1.00	0.77	0.06	0.02	0.06	0.02	0.06	0.14	0.02	0.56
Total Columna:	8.88	4.00	6.88	3.50	2.88	3.50	2.88	3.50	1.88	2.88	245.50
VARIANZA:	1.27	0.57	0.98	0.50	0.41	0.50	0.41	0.50	0.27	0.41	35.07
DESV. ESTANDAR S2:	1.13	0.76	0.99	0.71	0.64	0.71	0.64	0.71	0.52	0.64	5.92
Alfa de Cronbach	$\alpha = \left(\frac{K}{K-1} \right) * \left(1 - \frac{\sum_{t=1}^K S_{2t}}{S_{2t}} \right)$ <p>..... Ecuación (1)</p> <p>A = $\sum_{t=1}^K S_{2t}$</p> <p>A = 5.8214</p> <p>S_t² = 35.071</p> <p>K = 10</p> <p>DONDE:</p> <p>A: Sumatoria de las desviaciones estandar al cuadrado</p> <p>S_t²: Desviación estandar al cuadrado del total de la fila</p> <p>K = # de aspectos</p> <p>Calculando el Alfa de Cronbach se Reemplazando en (1):</p> $\alpha = \left(\frac{K}{K-1} \right) * \left(1 - \frac{\sum_{t=1}^K S_{2t}}{S_{2t}} \right)$										
	$\alpha =$	0.9267	CONFIABLE								

Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca.

VALIDACIÓN POR EXPERTOS (TÉCNICOS) FORMATO 1. FORMATO RUGOSIDAD - IRI													
N° de Expertos Encuestados										8			
CALCULO DE LA VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS													
TESIS: Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de cajamarca.													
VALIDACIÓN POR EXPERTOS (TÉCNICOS) FORMATO 1. FORMATO RUGOSIDAD - IRI													
NOMBRES DE EXPERTOS	LEYENDA DE ASPECTOS A VALIDAR										Total de fila		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
ING. GABRIEL CACHI CERNA	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	19		
ING. MIGUEL MOSQUEIRA MORENO	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	18		
ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20		
ING. ERLYN GIORDANY SALAZAR HUAMÁN	2	2	1	1	2	2	2	1	1	1	15		
ING. FABIÁN SEBASTIÁN SÁNCHEZ PORTAL	3	3	2	1	2	2	3	1	2	3	22		
ING. ROGER CERQUÍN QUISPE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10		
ING. ALEJANDRO CUBAS BECERRA	3	4	2	2	2	2	3	2	2	2	24		
ING. GERSON QUISPE RODRIGUEZ	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	18		
Total Columna:	17	18	13	13	13	14	17	13	13	15	146		
Promedio:	2.13	2.25	1.63	1.63	1.63	1.75	2.13	1.63	1.63	1.88	18.25		
CALCULO DE LA VARIANZA Y DESVIACIÓN ESTANDAR													
PANEL DE PROFESIONALES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total de fila		
ING. GABRIEL CACHI CERNA	0.02	0.06	0.14	0.14	0.39	0.06	0.02	0.14	0.14	0.02	0.56		
ING. MIGUEL MOSQUEIRA MORENO	0.02	0.06	0.14	0.14	0.14	0.56	0.02	0.14	0.39	0.02	0.06		
ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO	0.02	0.06	0.14	0.14	0.14	0.06	0.02	0.14	0.14	0.02	3.06		
ING. ERLYN GIORDANY SALAZAR HUAMÁN	0.02	0.06	0.39	0.39	0.14	0.06	0.02	0.39	0.39	0.77	10.56		
ING. FABIÁN SEBASTIÁN SÁNCHEZ PORTAL	0.77	0.56	0.14	0.39	0.14	0.06	0.77	0.39	0.14	1.27	14.06		
ING. ROGER CERQUÍN QUISPE	1.27	1.56	0.39	0.39	0.39	0.56	1.27	0.39	0.39	0.77	68.06		
ING. ALEJANDRO CUBAS BECERRA	0.77	3.06	0.14	0.14	0.14	0.06	0.77	0.14	0.14	0.02	33.06		
ING. GERSON QUISPE RODRIGUEZ	0.02	0.06	0.39	0.14	0.39	0.06	0.02	0.14	0.14	0.02	0.06		
Total Columna:	2.88	5.50	1.88	1.88	1.88	1.50	2.88	1.88	1.88	2.88	129.50		
VARIANZA:	0.41	0.79	0.27	0.27	0.27	0.21	0.41	0.27	0.27	0.41	18.50		
DESV. ESTANDAR S2:	0.64	0.89	0.52	0.52	0.52	0.46	0.64	0.52	0.52	0.64	4.30		
Alfa de Cronbach	$\infty = \left(\frac{K}{K-1} \right) * \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^K s^2}{S^2_t} \right) \dots\dots\dots \text{Ecuación (1)}$ $A = \sum_{i=1}^K s^2$ $A = 3.5714$ $S^2_t = 18.500$ $K = 10$ <p>DONDE: A: Sumatoria de las desviaciones estandar al cuadrado S²_t = Desviación estandar al cuadrado del total de la fila K = # de aspectos</p>												
Calculando el Alfa de Cronbach se Reemplazando en (1):	$\infty = \left(\frac{K}{K-1} \right) * \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^K s^2}{S^2_t} \right)$												
	<table border="1"> <tr> <td>$\infty =$</td> <td>0.8966</td> <td>CONFIABLE</td> </tr> </table>										$\infty =$	0.8966	CONFIABLE
$\infty =$	0.8966	CONFIABLE											

Anexo N° 13: Pronunciamiento sobre informe de Tesis.



Cajamarca, 6 de diciembre del 2018.

Señor Director de la Carrera de Ingeniería Civil
Ing. Orlando Aguilar Aliaga
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

ASUNTO: PRONUNCIAMIENTO SOBRE INFORME DE TESIS

Estimado Ingeniero,

El presente es para informarle que Informe de Tesis, de la Tesis denominada **“Determinación del nivel de servicio mediante el Índice de rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca”**, elaborada por el estudiante Milton Oswaldo Sangay Cusquisibán, durante el ciclo 2018-2, se encuentra factible y concluida en la estructura requerida por la Universidad Privada del Norte y ha sido ejecutada en estricto cumplimiento de las normas técnicas, protocolo UPN de investigación y no presenta detalles cuestionables de investigación (Plagio, Fabricación y Falsificación). En este contexto, me pronuncio FAVORABLE de continuar con el trámite pertinente y manifiesto mi disposición de responder sobre cualquier consulta o similar que se tenga al respecto.

Sin otro particular, es cuanto informo a usted para los fines a que tuvieren lugar.

Atentamente,


.....
Ing. Alejandro Cubas Becerra
Docente de la carrera de Ingeniería Civil UPNC

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Héctor Arturo Cuadros Rojas, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis del estudiante:

- Sangay Cusquisibán Milton Oswaldo

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: Determinación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con el equipo Merlin en el pavimento flexible de la Av. Hoyos Rubio en la ciudad de Cajamarca para aspirar al título profesional de: Ingeniero Civil por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.


M.Sc. Ing. Héctor Arturo Cuadros Rojas