

**UNIVERSIDAD NACIONAL “HERMILIO VALDIZAN”**

**HUÁNUCO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



---

---

**“INFLUENCIA DEL FACTOR TRÁFICO EN EL DESGASTE DE SUELOS  
DE AFIRMADO ESTABILIZADOS QUIMICAMENTE”**

---

---

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**TESISTA:**

Bach. JAVIER LOEL MASGO SOTO

**ASESOR:**

Dr. ERASMO ALEJANDRO FERNANDEZ SIXTO

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

Dedico esta investigación a Dios nuestro creador, a mis padres al Sr. Loel Masgo García y Sra. Merly Soto Ramos, por darme la vida e inculcarme los valores que me servirán toda la vida; a mis hermanas Maricela y Kely Masgo Soto y familiares que siempre me brindaron su apoyo incondicional, a la EAPIC, por haberme formado como un profesional y a todos los docentes de esta escuela académica.

## **AGRADECIMIENTO**

**Al Dr. Erasmo Alejandro Fernández Sixto**, por apoyarme y guiarme durante el desarrollo de este trabajo de investigación, y a mis amigos que me apoyaron en la recolección de datos de campo.

## RESUMEN

Los afirmados estabilizados químicamente no están exentos al desgaste o deterioros en la superficie de rodadura a lo largo de su periodo de servicio, especialmente por la influencia del factor tráfico, siendo necesario cuantificarlo. Se aplica esta investigación en la carretera vecinal Pachabamba – Pomacucho en el distrito de Santa María del Valle, provincia y departamento de Huánuco.

Para determinar la influencia del factor tráfico en el desgaste de suelos de afirmado estabilizado químicamente, en nuestro caso con aditivo líquido Proestech y aglomerante sólido (cemento portland), se utilizó la metodología del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y la metodología del Índice de Condición de Carretera no Pavimentada (URCI).

Del monitoreo mensual durante 5 meses se obtuvieron resultados del IRI en el sector I (4.03 m/km), sector II (3.81 m/km) y sector III (3.89 m/km), según las especificaciones técnicas del MTC se debe cumplir  $IRI \leq 6$  m/km, para clasificar en un estado de conservación bueno. Así mismo del URCI se observaron los tipos de falla como huecos, ahuellamiento y pérdida de agregado, con nivel de severidad baja, con valores de 89 para el sector I, 83 para el sector II y 91 para el sector III, que se clasifica en una excelente condición del afirmado por encontrarse en una escala de clasificación de 85 – 100.



Por lo que se concluyó que el factor tráfico de influye de manera leve en el desgaste de suelos de afirmados estabilizados químicamente.

## SUMMARY

The chemically stabilized affirmations are not exempt from wear or deterioration in the running surface throughout their service period, especially due to the influence of the traffic factor, being necessary to quantify it. This investigation is applied to the Pachabamba - Pomacucho neighborhood road in the district of Santa María del Valle, province and department of Huánuco.

To determine the influence of the traffic factor on the wear of chemically stabilized soils, in our case with Proestech liquid additive and solid binder (Portland cement), the International Roughness Index (IRI) methodology and the Condition of unpaved road (URCI).

From the monthly monitoring during 5 months IRI results were obtained in sector I (4.03 m / km), sector II (3.81 m / km) and sector III (3.89 m / km), according to the technical specifications of the MTC, IRI must be met  $\leq 6$  m / km, to classify in a good state of conservation. Likewise, the URCI observed the types of failure such as holes, rutting and loss of aggregate, with a low level of severity, with values of 89 for sector I, 83 for sector II and 91 for sector III, which is classified in an excellent condition of the claimed to be on a rating scale of 85 - 100.

Therefore, it was concluded that the traffic factor has a slight influence on the wear of chemically stabilized soils.

## ÍNDICE

CAPITULO I - PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.1. Generalidades .....	1
1.2. Antecedentes y fundamentación del problema.....	1
1.2.1. Antecedentes.....	1
1.3. Formulación del problema general y específicos .....	4
1.3.1. Formulación del problema general .....	4
1.3.2. Formulación de los problemas específicos .....	4
1.4. Objetivo general y específicos.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	5
1.4.2. Objetivos específicos .....	5
1.5. Justificación e importancia .....	5
1.6. Limitaciones y alcances.....	6
1.6.1. Limitaciones.....	6
1.6.2. Alcances .....	7
1.7. Hipótesis general y específica.....	7
1.7.1. Hipótesis general .....	7
1.7.2. Hipótesis de investigación e hipótesis nula.....	7
1.8. Sistema de variables, dimensiones e indicadores.....	8
1.8.1. Variable independiente .....	8
1.8.2. Variable dependiente .....	8
1.9. Matriz de consistencia.....	9
1.10. Definición operacional de variables, dimensiones e indicadores .....	11
CAPITULO II - MARCO TEÓRICO.....	12

2.1. Revisión de estudios realizados .....	12
2.2. Conceptos fundamentales.....	14
2.2.1. Afirmado .....	14
2.2.2. Estabilización de suelos.....	15
2.2.3. Estabilización por medios químicos.....	20
2.2.4. Aditivo Líquido PROESTECH.....	21
2.2.5. Índice de rugosidad internacional .....	31
2.2.6. Índice de condición de carretera no pavimentada (URCI) .....	41
2.2.7. El tráfico.....	61
2.2.8. Desgaste.....	61
2.3. Marco Situacional.....	62
2.4. Definición de Términos Básicos .....	62
CAPITULO III - MARCO METODOLÓGICO.....	65
3.1. Nivel y Tipo de Investigación.....	65
3.2. Diseño de la Investigación.....	65
3.3. Universo/Población y Muestra.....	66
3.3.1. Determinación del Universo/Población .....	66
3.3.2. Ubicación .....	68
3.4. Técnicas de Recolección y Tratamiento de Datos .....	70
3.4.1. Técnicas de recolección de datos.....	70
3.4.2. Instrumentos de recolección de datos .....	70
3.4.3. Procesamiento y presentación de resultados .....	71
CAPITULO IV - DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	72

4.1. Introducción.....	72
4.1.1. Volumen de Tráfico.....	73
4.1.2. Características del Afirmado.....	76
4.1.3. Características geométricas .....	77
4.1.4. Ubicación de la zona de estudio .....	77
4.1.5. Rugosidad.....	79
4.1.6. Índice de Condición de Carretera No Pavimentada (URCI) .....	86
CAPITULO V - DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	97
5.1. La Rugosidad .....	97
5.2. Índice de Condición de Carretera No Pavimentada (URCI) .....	101
CONCLUSIONES.....	105
RECOMENDACIONES .....	108
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	109
ANEXOS .....	111
Ensayos para medición de la Rugosidad (IRI) .....	111
Mediciones URCl.....	171
Panel Fotográfico .....	201
Ensayo de la cantera de Pachabamba.....	211

## Índice de Tablas

Tabla 1.1. Matriz de consistencia .....	10
Tabla 1.2. Operacionalización de variables.....	11
Tabla 2.1. Estado Vial según la Rugosidad.....	34
Tabla 2.2. Niveles de severidad de baches.....	50
Tabla 3.1. Datos de tamaño de una muestra por niveles de confianza. .....	68
Tabla 4.1. Conteo de tráfico .....	73
Tabla 4.2. Promedio de tráfico vehicular de la semana de conteo .....	75
Tabla 4.3. Resumen de cálculo de IMDA .....	76
Tabla 4.4. Evolución de la Rugosidad Sector I.....	83
Tabla 4.5. Evolución de la Rugosidad Sector II.....	84
Tabla 4.6. Evolución de la Rugosidad Sector III.....	85
Tabla 4.7. Unidad de muestra .....	87
Tabla 4.8. Planilla de evaluación de URCI .....	88
Tabla 4.9. Resultados URCI Sector I - Muestra I.....	93
Tabla 4.10. Resultados URCI Sector I – Muestra II.....	93
Tabla 4.11. Resultados URCI Sector II – Muestra I.....	94
Tabla 4.12. Resultados URCI Sector II – Muestra II.....	94
Tabla 4.13. Resultados URCI Sector III – Muestra I.....	94
Tabla 4.14. Resultados URCI Sector III – Muestra II.....	95
Tabla 4.15. URCI promedio de los 3 sectores.....	95
Tabla 5.1. Evolución de la Rugosidad .....	97
Tabla 5.2. Estado vial, según la Rugosidad .....	97

Tabla 5.3. Evolución de la Rugosidad .....	99
Tabla 5.4. Ecuaciones de tendencia para cada sector .....	99
Tabla 5.5. URCI promedio de los tres sectores .....	101
Tabla 5.6. Valores de tendencia URCI .....	103

## Índice de Figuras

Figura 2.1. Modelo cuarto de carro.....	33
Figura 2.2. Esquema del Rugosímetro de MERLÍN.....	36
Figura 2.3. Escala para determinar la dispersión de las desviaciones de la superficie de pavimento.....	37
Figura 2.4. Medición de las desviaciones de la superficie del pavimento respecto de la cuerda promedio.....	38
Figura 2.5. Histograma de la distribución de frecuencias.....	39
Figura 2.6. Escala y condición de URCl.....	43
Figura 2.7. Fallas de severidad media.....	44
Figura 2.8. Inadecuada sección transversal.....	45
Figura 2.9. Niveles de severidad de drenaje.....	47
Figura 2.10. Niveles de severidad de corrugaciones.....	48
Figura 2.11. Niveles de severidad de polvo.....	49
Figura 2.12. Niveles de severidad de baches.....	51
Figura 2.13. Niveles de severidad de ahuellamiento.....	52
Figura 2.14. Niveles de gravedad de agregado suelto.....	54
Figura 2.15. Planilla de URCl.....	57
Figura 2.16. Falla tipo 81 – Inadecuada Sección Transversal.....	58
Figura 2.17. Falla tipo 83 – Encalaminado.....	59
Figura 2.18. Falla tipo 84 - Polvo.....	59
Figura 2.19. Falla tipo 87 – Pérdida de Agregado.....	60
Figura 2.20. Curva URCl.....	61
Figura 3.1. Ubicación nacional y departamental.....	69



Figura 3.2. Ubicación provincial y local .....	69
Figura 4.1. Plano clave del proyecto. ....	78

**Índice de Gráficos**

Gráfico 4.1. Volumen de tráfico por día .....	74
Gráfico 4.2. Evolución de la Rugosidad Sector I .....	84
Gráfico 4.3. Evolución de Rugosidad Sector II .....	85
Gráfico 4.4. Evolución de la Rugosidad Sector III .....	86
Gráfico 4.5. Evolución de URCl.....	96
Gráfico 5.1. Evolución de la Rugosidad.....	98
Gráfico 5.2. Evolución de la Rugosidad.....	100
Gráfico 5.3. Evolución del URCl .....	102
Gráfico 5.4. Evolución del URCl .....	104

**Índice de Fotografías**

Fotografía 4.1. Tramo de medición con el equipo de Merlín .....	80
Fotografía 4.2. Marca de referencia sobre la rueda.....	81
Fotografía 4.3. Formatos de recolección de datos .....	82
Fotografía 4.4. Sección transversal adecuada .....	89
Fotografía 4.5. Drenaje adecuado.....	89
Fotografía 4.6. Sin presencia de encalaminado .....	90
Fotografía 4.7. Sin presencia de polvo .....	90
Fotografía 4.8. Sin huecos .....	91
Fotografía 4.9. Libre de ahuellamiento .....	91
Fotografía 4.10. Pérdida de agregado.....	92

## INTRODUCCIÓN

Las carreteras son la base principal para el desarrollo de la economía local y nacional. Si éstas no son las adecuadas para que la población satisfaga sus necesidades básicas de educación, trabajo, alimentación y salud, es poco probable que la población mejore su economía.

Mantener en condiciones apropiadas la infraestructura vial es indispensable, para el grupo de personas que hacen uso de la vía con seguridad y comodidad. Por ello surge la idea de realizar el siguiente estudio: “Influencia del Factor Tráfico en el Desgaste de Suelos de Afirmado Estabilizados Químicamente”, en la carretera que une el centro poblado de Pachabamba con el centro poblado de Pomacucho, del distrito de Santa María del Valle – Huánuco. La idea de esta investigación es evaluar el desgaste de la superficie de rodadura del afirmado estabilizado químicamente con el uso del aditivo Proestech y cemento portland, producto del tráfico circundante en la vía.

Para la evaluación se utilizó la metodología del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y escalas del Índice de Condición de Carretera no Pavimentada (URCI).

De manera resumida se detalla a continuación la estructura del trabajo de investigación la cual consta de 5 capítulos.

El Primer Capítulo corresponde al planteamiento del problema, en la cual se desarrollan los antecedentes, formulación del problema, objetivos generales y específicos, justificación e importancia, limitaciones, alcances y formulación de la hipótesis.

El Segundo Capítulo aquí tiene lugar el marco teórico, donde se mencionan los estudios realizados, las bases conceptuales relacionadas con el título de la investigación, el marco situacional y definiciones de términos básicos.

En el Tercer Capítulo se plantea el marco metodológico, donde se aprecia el nivel y tipo de investigación, diseño de investigación, así como también la selección de la muestra y las técnicas de recolección para la obtención de datos.

En el Cuarto Capítulo se desarrolla la investigación con cada uno de los datos recolectados de campo, los resultados se muestran en tablas y gráficos.

En el Quinto Capítulo se analizan y discuten los resultados de acuerdo con las hipótesis planteadas.

## **CAPITULO I - PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Generalidades**

La presente investigación se enfoca en averiguar la relación que existe entre el factor tráfico y el desgaste de los afirmados estabilizados químicamente.

La carretera en estudio, está en ejecución a nivel de afirmado estabilizado químicamente, desde el centro poblado de Pachabamba km 2+000 al centro poblado de Pomacucho km 19+500, donde circulan vehículos tipo autos, camionetas y camiones de dos ejes.

Las principales causas del deterioro de las carreteras con afirmado, son los factores climatológicos, constructivos y de carga, que atentan contra la serviciabilidad y la estructura, siendo por ello el problema principal, el desgaste de suelos de afirmado estabilizado químicamente por el factor tráfico.

### **1.2. Antecedentes y fundamentación del problema**

#### **1.2.1. Antecedentes**

Según el Manual de Carreteras, Sección: Suelos y Pavimentos. (2013), el afirmado es una capa compacta de material granular natural o procesada con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del

tránsito, además debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinada las partículas. Funciona como superficie de rodadura en caminos y carreteras no pavimentadas.

El afirmado está compuesto de tres tipos de materiales: grava, arena y finos. Si no existe una buena combinación de estos tres tipos de materiales, el afirmado será pobre. Por lo requiere de un porcentaje de grava para soportar cargas, así mismo necesita un porcentaje de arena clasificada según tamaño para llenar los vacíos entre las piedras y dar estabilidad a la capa; y obligatoriamente un porcentaje de finos plásticos para cohesionar los materiales de la capa de afirmado. Así mismo los materiales deben satisfacer los requisitos de calidad como: desgaste los ángeles 50% máximo, límite líquido de 35% máximo, índice de plasticidad de 4-9% y CBR de 40% mínimo.

Por otro lado, Fernández, C. (1993), señala que la estabilización de suelos es un proceso mediante el cual se trata de modificar un suelo natural o un agregado procesado para mejorar su comportamiento como material de pavimento. El proceso busca, fundamentalmente aumentar la capacidad portante del material y hacerlo menos sensible a la acción del agua.

También se puede mencionar que el desgaste es la pérdida progresiva de material de la superficie de un cuerpo sólido por la interacción mecánica con otro cuerpo en contacto, el material removido puede ser expulsado, transferido a otra superficie o quedar atrapado dentro del mismo sistema. Y

según la Norma ASTM G40-92 define el desgaste abrasivo como la pérdida de masa resultante de la interacción entre partículas que se mueven a lo largo de ellas provocando daños superficiales.

El Manual Para Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito. (2008), define al tráfico desde el punto de vista del diseño de la capa de rodadura a los vehículos pesados (buses y camiones) de interés, considerando como tales aquellos cuyo peso bruto exceda de 2.5 toneladas, el resto de vehículos pueden circular provocando un efecto mínimo sobre la capa de rodadura. Para la obtención del tráfico que circula para el tramo en estudio se realiza, el conteo por un período mínimo de 3 días (1 día de semana + sábado + domingo), de una semana de circulación normal para determinar el IMDA.

Paterson, W. (1987), habla sobre el tráfico con respecto al desgaste mencionando que el desgaste de las carreteras de afirmado se rige por los comportamientos del material de la superficie bajo la acción del tráfico y el medio ambiente. Los finos al mezclarse con la humedad aglutinan a las partículas gruesas, y bajo la acción abrasiva de los neumáticos (acción del tráfico) llegan a pulverizarse como material particulado en suspensión (polvo) y por la constante pérdida de éstos es que los agregados gruesos están de manera suelta ante la acción del tráfico, y es así que la superficie de rodadura comienza a desgastarse. También menciona tres mecanismos fundamentales



de deterioro, como son: el desgaste y abrasión del material de la superficie durante el tránsito, deformaciones de la superficie inducidas por la carga del tráfico y la erosión de la superficie por el tráfico, el agua y la humedad.

Luego de haber visto los antecedentes, la investigación se enfocará en estudiar, el desgaste de afirmados por el factor tráfico.

### **1.3. Formulación del problema general y específicos**

#### **1.3.1. Formulación del problema general**

¿Cómo influye el factor tráfico en el desgaste de suelos de afirmado estabilizados químicamente en la carretera Pachabamba – Pomacucho, tramo km 2+000 – km 8+000, aplicando los métodos del IRI y del URCI?

#### **1.3.2. Formulación de los problemas específicos**

- ¿Cuáles son las características del tráfico en la carretera Pachabamba – Pomacucho, tramo km 2+000 – km 8+000?
- ¿Qué características tiene el afirmado estabilizado químicamente, utilizado en la carretera Pachabamba – Pomacucho, tramo km 2+000 – km 8+000?
- ¿Qué relación existe entre los métodos del IRI y del URCI?

### **1.4. Objetivo general y específicos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar la influencia del factor tráfico en el desgaste de suelos de afirmado estabilizados químicamente en la carretera Pachabamba – Pomacucho, tramo km 2+000 – km 8+000, aplicando los métodos del IRI y del URCI.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar las características del tráfico en la carretera Pachabamba – Pomacucho, tramo km 2+000 – km 8+000.
- Determinar las características del afirmado estabilizado químicamente, utilizado en la carretera Pachabamba – Pomacucho, tramo km 2+000 – km 8+000.
- Establecer la relación que existe entre los métodos del IRI y del URCI.

### **1.5. Justificación e importancia**

La presente investigación se justifica en los siguientes aspectos:

- En lo técnico: es importante para ampliar el conocimiento de este tipo de carreteras de afirmado estabilizado químicamente, porque generalmente las carreteras vecinales se llega solo a la construcción de carreteras de afirmado convencional que no tiene una capa superficial de calidad.

- En lo social: sirve para mejorar las condiciones de transitabilidad y para mejorar la economía del lugar.
- En lo ambiental: porque este tipo de carreteras estabilizadas evita la polvareda, que no solo afecta a las personas y animales, sino también afecta a las plantas que se encuentran aledañas a la vía.

## **1.6. Limitaciones y alcances**

### **1.6.1. Limitaciones**

- El estudio de la carretera vecinal Pachabamba – Pomacucho, que presenta un tráfico vehicular compuesto por autos, camionetas y camiones de dos ejes, se limita a materiales de afirmados obtenidos in situ de la cantera del centro poblado de Pachabamba, de las siguientes características: grava mal graduada, grava arcillosa con material granular equivalente a 90.64% de excelente a bueno.
- El tiempo de recolección de datos para el monitoreo de la carretera estabilizada químicamente, se desarrolló en 5 meses, a partir del primer mes de puesta en servicio y mediante la ecuación de línea tendencia se proyectó al mes 18, para verificar comportamiento de la superficie de rodadura frente al desgaste del factor tráfico.
- Los materiales utilizados para la construcción del afirmado estabilizado químicamente, fueron la cantera de cerro (residuos-columbiales) del

centro poblado de Pachabamba, mezclado con el aditivo líquido Proestech y aglomerante sólido (cemento portland).

### **1.6.2. Alcances**

El trabajo de investigación presenta un nivel de investigación correlacional y según su periodo de estudio es longitudinal.

Los trabajos de recopilación de datos se realizaron mediante monitoreos mensuales, para hallar el IRI se utilizó el equipo de Merlín y para calcular el URCI se realizó mediante formatos de recolección de datos de campo.

## **1.7. Hipótesis general y específica**

### **1.7.1. Hipótesis general**

El factor tráfico influye considerablemente en el desgaste de suelos de afirmado estabilizados químicamente en la carretera Pachabamba – Pomacucho, tramo km 2+000 – km 8+000, aplicando los métodos del IRI y de URCI.

### **1.7.2. Hipótesis de investigación e hipótesis nula**

#### **1.7.2.1. Hipótesis de investigación (Hi)**

- Las características del tráfico en la carretera Pachabamba – Pomacucho, tramo km 2+000 – km 8+000, afectan al desgaste del afirmado estabilizado.
- Las características del afirmado estabilizado químicamente, utilizado en la carretera Pachabamba – Pomacucho, tramo km 2+000 – km 8+000, es óptima.
- Existe una relación entre los métodos del IRI y del URCl.

#### 1.7.2.2. Hipótesis nula (Ho)

- Las características del tráfico en la carretera Pachabamba – Pomacucho, tramo km 2+000 – km 8+000, no afectan al desgaste del afirmado estabilizado.
- Las características del afirmado estabilizado químicamente, utilizado en la carretera Pachabamba – Pomacucho, tramo km 2+000 – km 8+000, no es óptima.
- No existe una relación entre los métodos del IRI y del URCl.

### **1.8. Sistema de variables, dimensiones e indicadores**

#### **1.8.1. Variable independiente**

- Factor tráfico

#### **1.8.2. Variable dependiente**

- Desgaste del afirmado

### **1.9. Matriz de consistencia**

Tabla 1.1. Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis		Variable	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida
<b>General</b>	<b>General</b>	<b>General</b>		<b>Independiente</b>			
¿Cómo influye el factor tráfico en el desgaste de suelos de afirmado estabilizados químicamente en la carretera Pachabamba - Pomacucho, tramo km 2+000 - km 8+000, aplicando los métodos del IRI y del URCl?	Determinar la influencia del factor tráfico en el desgaste de suelos de afirmado estabilizados químicamente en la carretera Pachabamba - Pomacucho, tramo km 2+000 - km 8+000, aplicando los métodos del IRI y del URCl.	El factor tráfico influye considerablemente en el desgaste de suelos de afirmado estabilizados químicamente en la carretera Pachabamba - Pomacucho, tramo km 2+000 - km 8+000, aplicando los métodos del IRI y del URCl.		Factor Tráfico	Índice medio diario anual (IMDA)	Vehículos ligeros, vehículos pesados	Vehículos/día
<b>Específicas</b>	<b>Específicas</b>	<b>Hipótesis de Investigación (Hi)</b>	<b>Hipótesis Nula (Ho)</b>	<b>Dependiente</b>			
¿Cuáles son las características del tráfico en la carretera Pachabamba - Pomacucho, tramo km 2+000 - km 8+000.	Determinar las características del tráfico en la carretera Pachabamba - Pomacucho, tramo km 2+000 - km 8+000.	Las características del tráfico en la carretera Pachabamba - Pomacucho, tramo km 2+000 - km 8+000, afectan al desgaste del afirmado.	Las características del tráfico en la carretera Pachabamba - Pomacucho, tramo km 2+000 - km 8+000, no afectan al desgaste del afirmado.	Desgaste del afirmado	Afirmado	- Tipo de material - Dosificación de aditivos. - Desgaste de agregados.	cm
¿Qué características tiene el afirmado estabilizado químicamente, utilizado en la carretera Pachabamba - Pomacucho, tramo km 2+000 - km 8+000.	Determinar las características del afirmado estabilizado químicamente, utilizado en la carretera Pachabamba - Pomacucho, tramo km 2+000 - km 8+000.	Las características del afirmado estabilizado químicamente, utilizado en la carretera Pachabamba - Pomacucho, tramo km 2+000 - km 8+000, es óptima para su conservación.	Las características del afirmado estabilizado químicamente, utilizado en la carretera Pachabamba - Pomacucho, tramo km 2+000 - km 8+000, no es óptima para su conservación.		IRI	- Bueno: $IRI \leq 6$ - Regular: $6 < IRI \leq 8$ - Malo: $8 < IRI \leq 10$ - Muy malo: $10 \leq IRI$	m/km
¿Qué relación existe entre los métodos del IRI y del URCl?	Establecer la relación que existe entre los métodos del IRI y del URCl.	Existe una relación entre los métodos del IRI y del URCl.	No existe una relación entre los métodos del IRI y del URCl.		URCl	-Excelente: 85-100 - Muy Bueno: 70-85 - Bueno: 55-70 - Regular: 40-55 - Pobre: 25-40 - Muy Pobre: 10-25 - Fallado: 0-10	Adimensional

## 1.10. Definición operacional de variables, dimensiones e indicadores

Tabla 1.2. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores	Unidad de medida
<b>1. Variable Independiente</b>	El tráfico es uno de los parámetros de diseño más importantes para el diseño de pavimentos.	Indice medio diario anual (IMDA)	Vehículos ligeros, vehículos pesados	veh/día
Factor Tráfico		Afirmado	- Tipo de material - Dosificación de aditivos. - Desgaste de agregados.	cm
<b>2. Variable Dependiente</b>	El desgaste es la pérdida de la estructura superior de un material debido a una interacción con una superficie o con un objeto.	IRI	- Bueno: $IRI \leq 6$ - Regular: $6 < IRI \leq 8$ - Malo: $8 < IRI \leq 10$ - Muy malo: $10 \leq IRI$	m/km
Desgaste del afirmado		URCI	-Excelente: 85-100 - Muy Bueno: 70-85 - Bueno: 55-70 - Regular: 40-55 - Pobre: 25-40 - Muy Pobre: 10-25 - Fallado: 0-10	Adimensional



## CAPITULO II - MARCO TEÓRICO

### 2.1. Revisión de estudios realizados

Según el Manual de Carreteras, Sección: Suelos y Pavimentos. (2013), el afirmado es una capa compacta de material granular natural o procesada con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito, además debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinada las partículas. Funciona como superficie de rodadura en caminos y carreteras no pavimentadas.

El afirmado está compuesto de tres tipos de materiales: grava, arena y finos. Si no existe una buena combinación de estos tres tipos de materiales, el afirmado será pobre. Por lo requiere de un porcentaje de grava para soportar cargas, así mismo necesita un porcentaje de arena clasificada según tamaño para llenar los vacíos entre las piedras y dar estabilidad a la capa; y obligatoriamente un porcentaje de finos plásticos para cohesionar los materiales de la capa de afirmado. Así mismo los materiales deben satisfacer los requisitos de calidad como: desgaste los ángulos 50% máximo, límite líquido de 35% máximo, índice de plasticidad de 4-9% y CBR de 40% mínimo.

Por otro lado, Fernández, C. (1993), señala que la estabilización de suelos es un proceso mediante el cual se trata de modificar un suelo natural o un agregado procesado para mejorar su comportamiento como material de

pavimento. El proceso busca, fundamentalmente aumentar la capacidad portante del material y hacerlo menos sensible a la acción del agua.

También se puede mencionar que el desgaste es la pérdida progresiva de material de la superficie de un cuerpo sólido por la interacción mecánica con otro cuerpo en contacto, el material removido puede ser expulsado, transferido a otra superficie o quedar atrapado dentro del mismo sistema. Y según la Norma ASTM G40-92 define el desgaste abrasivo como la pérdida de masa resultante de la interacción entre partículas que se mueven a lo largo de ellas provocando daños superficiales.

El Manual Para Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito. (2008), define al tráfico desde el punto de vista del diseño de la capa de rodadura a los vehículos pesados (buses y camiones) de interés, considerando como tales aquellos cuyo peso bruto exceda de 2.5 toneladas, el resto de vehículos pueden circular provocando un efecto mínimo sobre la capa de rodadura. Para la obtención del tráfico que circula para el tramo en estudio se realiza, el conteo por un período mínimo de 3 días (1 día de semana + sábado + domingo), de una semana de circulación normal para determinar el IMDA.

Paterson, W. (1987), habla sobre el tráfico con respecto al desgaste mencionando que el desgaste de las carreteras de afirmado se rige por los comportamientos del material de la superficie bajo la acción del tráfico y el

medio ambiente. Los finos al mezclarse con la humedad aglutinan a las partículas gruesas, y bajo la acción abrasiva de los neumáticos (acción del tráfico) llegan a pulverizarse como material particulado en suspensión (polvo) y por la constante pérdida de éstos es que los agregados gruesos están de manera suelta ante la acción del tráfico, y es así que la superficie de rodadura comienza a desgastarse. También menciona tres mecanismos fundamentales de deterioro, como son: el desgaste y abrasión del material de la superficie durante el tránsito, deformaciones de la superficie inducidas por la carga del tráfico y la erosión de la superficie por el tráfico, el agua y la humedad.

## **2.2. Conceptos fundamentales**

### **2.2.1. Afirmado**

Son carreteras no pavimentadas con revestimiento granular en sus capas superiores y superficie de rodadura corresponden en general a carreteras de bajo volumen de tránsito y un número de repeticiones de ejes equivalentes de hasta 300,000 EE en un periodo de diez años; estas carreteras no pavimentadas pueden ser clasificadas como sigue:

- a) Carreteras de tierra constituidas por suelo natural y mejorado con grava seleccionada por zarandeo y finos ligantes.
- b) Carreteras gravosas constituidas por una capa de revestimiento con material natural pétreo sin procesar,

seleccionado manualmente o por zarandeo, de tamaño máximo de 75 mm.

c) Carreteras afirmadas constituidas por una capa de revestimiento con materiales de cantera, dosificadas naturalmente o por medios mecánicos (zarandeo), con una dosificación especificada, compuesta por una combinación apropiada de tres tamaños o tipos de material: piedra, arena y finos o arcillas, siendo el tamaño máximo 25 mm. Pudiendo ser estos: Afirmados con gravas naturales o zarandeos, ó afirmados con gravas homogenizadas mediante chancado.

d) Carreteras con superficie de rodadura tratada con materiales industriales:

d.1. Afirmados con superficie tratada para el control de polvo, con materiales como: cloruros, aditivos, productos asfálticos (imprimación reforzada o diferentes tipos de ellos asfálticos), cemento, cal u otros estabilizadores químicos.

d.2. Suelos naturales estabilizados con: emulsión asfáltica, cemento, cal, cloruros, geosintéticos y otros aditivos que mejoren las propiedades del suelo. (Manual de Carreteras Sección: Suelos y Pavimentos, 2013).

### **2.2.2. Estabilización de suelos**

La estabilización de suelos se define como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Tales estabilizaciones, por lo general se realizan en los suelos de subrasante inadecuado o pobre, en este caso son conocidos como estabilización de suelo cemento, suelo cal, suelo asfalto, y otros productos diversos. En cambio cuando se estabiliza una sub base granular o base granular, para obtener un material de mejor calidad se denomina como sub base o base granular tratada (con cemento o con cal o con asfalto, etc.).

La estabilización de suelos consiste en dotar a los mismos, de resistencia mecánica y permanencia de tales propiedades en el tiempo. Las técnicas son variedades y van desde la adición de otro suelo, a la incorporación de uno o más agentes estabilizantes. Cualquiera sea el mecanismo de estabilización, es seguido de un proceso de compactación. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones. 2013).

#### 2.2.2.1. Método de estabilización de suelos

Rico, A. y Hermilio del Catillo. (1977) hace referencia que existen en la actualidad varios métodos de estabilización de suelos, para lograr esa mejoría de las propiedades del suelo, como son los siguientes:

- a) Estabilización por medios mecánicos.
- b) Estabilización por drenaje.

- c) Estabilización por medios eléctricos.
- d) Estabilización por empleo de calor y calcinación.
- e) Estabilización por medios químicos, generalmente lograda por la adición de agentes estabilizantes.

La gran variabilidad de los suelos y sus composiciones hacen que cada método resulte solo aplicable a un número limitado de tipos de ellos.

Por consiguiente habrá que guardar siempre muy claramente el conjunto de propiedades que se desee mejorar y la relación entre lo que se logrará al mejorarlas y el esfuerzo y dinero que en ello haya de invertirse.

Las propiedades de los suelos que más frecuentemente se estudian en problemas de estabilización son:

- a) Estabilidad volumétrica
- b) Resistencia
- c) Permeabilidad
- d) Compresibilidad
- e) Durabilidad

A continuación se describe las propiedades de los suelos más susceptibles de ser mejoradas por estabilización.

- a) Estabilidad volumétrica

La expresión se refiere por lo general a los problemas relacionados con los suelos expansivos por cambios de humedad, relacionados con variaciones estacionales o con la actividad del ingeniero. La estabilización suele ofrecer una alternativa de tratamiento para estos suelos, diferentes del uso de cargas, capas permeables, introducción del agua, etc.

Se trata de transformar la masa de arcilla expansiva bien sea en una masa rígida o en una granulada, con sus partículas bien unidas por lazos suficientemente fuertes como para resistir las presiones internas de expansión. Esto se logra por tratamientos químicos o térmicos.

#### b) Resistencia

La compactación es de hecho una forma de estabilización mecánica a la que se recurre para incrementar la resistencia de los suelos, sin embargo el empleo de mayores intensidades de compactación no siempre conduce a valores más altos de la resistencia, muy especialmente si se considera la necesidad de mantener dicho parámetro en valores razonables durante tiempos largos.

Algunos de las formas de estabilización más usadas para elevar la resistencia son las siguientes:

- Compactación

- Vibroflotación
- Precarga
- Drenaje
- Estabilización mecánica con mezclas de otros suelos.
- Estabilización química con cemento, cal, o aditivos líquidos.

c) Permeabilidad

No suele de ser muy difícil de modificar sustancialmente la permeabilidad de formaciones de suelos por métodos tales como la compactación, la inyección, etc.

d) Compresibilidad

La compactación es una forma rutinaria de estabilización que modifica fuertemente la compresibilidad de los suelos, sin embargo la compactación no es la única forma de estabilización que influye en la compresibilidad y, de hecho, se puede decir que todos los métodos de estabilización mencionados tienen influencia en dicho concepto.

e) Durabilidad

Suelen involucrarse en este concepto aquellos factores que se refieren a la resistencia al intemperismo, a la erosión o a la abrasión del tráfico; de esta manera, los problemas de durabilidad en las vías



terrestres suelen estar muy asociados a suelos situados relativamente cerca de la superficie de rodamiento.

### **2.2.3. Estabilización por medios químicos**

Se refiere principalmente al uso de ciertas sustancias químicas patentizadas y cuyo uso involucra la sustancia de iones metálicos y cambios en la constitución de los suelos involucrados en el proceso.

- Cal: Disminuye la plasticidad de los suelos arcillosos y es muy económica.
- Cemento Portland: Aumenta la resistencia de los suelos y se usa principalmente para arenas o gravas finas.
- Productos Asfálticos: Es una emulsión muy usada para material triturado sin cohesión.
- Cloruro de Sodio: Impermeabilizan y disminuyen los polvos en el suelo, principalmente para arcillas y limos.
- Cloruro de Calcio: Impermeabilizan y disminuyen los polvos en el suelo, principalmente para arcillas y limos.
- Escorias de Fundación: Este se utiliza comúnmente en carpetas asfálticas para darle mayor resistencia, impermeabilizarla y prolongar su vida útil.
- Polímeros: Este se utiliza comúnmente en carpetas asfálticas para darles mayor resistencia, impermeabilizarla y prologar su vida útil.

- Hule de Neumático: Este se utiliza comúnmente en carpetas asfálticas para darle mayor resistencia, impermeabilizarla y prolongar su vida útil.

## **2.2.4. Aditivo Líquido PROESTECH**

### **2.2.4.1. Ficha Técnica**

#### **i) Tecnología Proestech**

El proceso con la tecnología Proestech de estabilización química de suelos (patentado), trata el suelo natural, transformándolo en una base impermeable, resistente (CBR > 100%) y flexible.

#### **ii) Consideraciones de Uso**

1. Se deben asegurar las condiciones adecuadas en el suelo a tratar, de acuerdo a estudios y especificaciones del aditivo Proestech.
2. Al suelo a tratar se debe agregar un aditivo sólido, el cual consiste en un filler aglomerante.
3. La dosis es de 0.25 a 0.35 lt/m<sup>3</sup> de suelo estabilizado compactado. La aplicación se realiza utilizando un camión cisterna, donde se diluye el aditivo Proestech.
4. El proceso contempla revolver y extender el suelo tratado con motoniveladora y luego compactarlo con rodillo vibratorio.

**iii) Condiciones químicas del aditivo líquido**

División de riesgo	: Clase 8 – Líquido Corrosivo
Código UN	: UN 3265
Estado físico	: Líquido de color oscuro y apariencia oleosa
Peso específico	: 1.15
PH	: 1.0 a 1.5 en estanque, 4.0 a 6.0 en aplicación según dilución.
Estabilidad	: el producto establece a temperatura ambiente, mantener bajo 100°C.

**2.2.4.2. Especificaciones Técnicas.****1. Descripción General**

Este procedimiento se refiere a la construcción de bases tratadas químicamente con tecnología PROES, ubicadas sobre la subrasante o mejoramiento de suelos y destinada a formar parte de la estructura de un pavimento indicado en proyecto de ingeniería.

La estabilización con tecnología Proes, consiste en el mejoramiento estructural de las propiedades del suelo natural. Luego del análisis de suelos e informes de dosificación, la estabilización se realiza agregando al suelo las dosis estudiada de un aditivo sólido y un aditivo líquido Proes diluido en el agua de amasado, logrando una mezcla homogénea, y compactado a lo

menos a un 95% de la D.M.C.S. El espesor de la base y la dosificación de los aditivos quedan definidos por el diseño de ingeniería.

## **2. Materiales**

El suelo a estabilizar químicamente con tecnología Proes corresponderá al suelo existente en la rasante actual del camino o un material mezclado o preparado para este propósito, que en términos generales debe cumplir las siguientes características:

Tamaño Máximo: 2"

Pasante Malla # 4  $\geq$  50%

Pasante Malla # 200  $\geq$  12%

Límite Líquido  $>$  30%

$1 \leq IP \leq 35 \%$

Es posible estudiar otro tipo de suelos para ser estabilizados químicamente con Tecnología Proes, pero es necesario hacer nuevos estudios de dosificación para mejorar la capacidad estructural del suelo.

La dosificación de los aditivos sólido y líquido utilizados en la estabilización, así como los espesores, serán definidos en el proyecto de ingeniería, una vez conocidas las características específicas del material a estabilizar.

Si el suelo natural disponible no cumple con las características descritas, el diseño de ingeniería y la dosificación que complementa la oferta Proes propondrá una combinación de dosificación y adición de material para lograr los resultados esperados.

### **3. Equipos necesarios**

Los equipos requeridos son:

- Motoniveladora (escarificado y acordonado, pre mezclado suelo con aditivo sólido, mezclado de suelo con aditivo sólido y aditivo líquido, perfilado final).
- Camiones Cisterna o Aljibe (aplicación aditivo líquido y humectación de la base). Cantidad de camiones depende de distancia de transporte y volumen de agua.
- Rodillo liso vibratorio y/o rodillo pata de cabra (compactación).

Los rendimientos promedios están en el rango de 700 – 1200 m<sup>3</sup> por jornada de 8 horas.

### **4. Procedimiento de Trabajo**

#### **4.1. Preparación de la Subrasante**

Este ítem quedará definido en el proyecto de ingeniería. La generalidad es que con motoniveladora se escarifique y/o rutee la superficie original de camino y que será aprovechada para la base. Este material se acordona y se procede a compactar la subrasante.

Antes de colocar el material de base y después de haber dado término al movimiento de tierras, la subrasante debe ser perfilada a cotas y pendientes indicados en los planos del proyecto. La sobre excavación en que se incurra se absorberá con el material natural extraído de la excavación o con el material de base. Posteriormente se procederá a compactar el sello, según lo establezca el proyecto. Después de perfilada y compactada la subrasante, debe controlarse el cumplimiento de las cotas en todos los puntos y deberá agregarse o quitarse el material que sea necesario para llevar la rasante a los niveles especificados en el proyecto.

#### **4.2. Aplicación de aditivos y mezclado**

Terminada la preparación de la subrasante a satisfacción, se realiza la estabilización química del suelo. Esta etapa está acompañada por personal técnico calificado de Proes.

Con el equipo adecuado, como motoniveladora, camión cisterna, se procede a adicionar a un volumen establecido de material el aditivo sólido, que poder ser suministrado en bolsas o a granel, en la dosis especificada y se mezcla el suelo (con humedad natural) con el aditivo sólido y se extiende. Esta adición del aditivo sólido se puede realizar antes, siendo independiente la adición del aditivo líquido diluido en el agua de amasado.

Posteriormente a la adición del aditivo sólido, en un camión cisterna, se diluye el aditivo líquido Proes en un volumen máximo determinado por el diferencial entre la humedad óptima y la humedad natural del suelo (se debe contar con equipo para medir humedad natural del material, ya sea como Densímetro o Speddy), más el agua estimada por pérdidas por evaporación en la manipulación y tiempo de trabajo. El riego del suelo, su revoltura y extensión con motoniveladora se realiza simultáneamente. Es recomendable en caso de condiciones climáticas inestable, diluir el aditivo líquido en menos cantidad de agua, para asegurar el 100% de aplicación del aditivo líquido, si falta agua se adiciona después.

El mezclado de los aditivos debe ser homogenizado en toda la superficie, respetando el espesor de diseño y ejecutado en un tiempo tal, que permita lograr la compactación, para la cual

se dispone de 5,0 a 8,0 horas desde la adición del aditivo líquido Proes, dadas por la reacción de endurecimiento de la mezcla.

#### **4.3. Compactación**

El equipo adecuado para la compactación es el rodillo liso vibratorio. La cantidad de equipo será dada por el rendimiento del ítem anterior y el rendimiento de los equipos de compactación.

No deberán compactarse espesores sueltos superiores a 25 cm, siendo necesario hacer bases compactadas por capas cuando el espesor de dicho (compacto) sea superior. En casos espesores reducidos (menor a 15 cm) hay que prestar especial cuidado en evitar la sobrecompactación.

La compactación deberá ser igual o superior al 95% de la D.M.C.S.

#### **4.4. Cuidado de la Estabilización**

Durante los cuatro días siguientes a la estabilización se debe cuidar que el suelo tratado no varíe su humedad (es decir que la base se mantenga húmeda), de tal forma que si se produce evaporación superficial del agua, deberá regarse.

Una opción de control de la evaporación es colocar un riego de liga con opción de control de la evaporación es colocar un



riego de liga con emulsión lenta diluida en agua, lo que puede realizarse 24 horas después de haber terminado las faenas de estabilización. No es necesario esperar los cuatro días para hacer la imprimación.

#### **4.5. Limitaciones Meteorológicas**

Para realizar faenas de estabilización con tecnología Proes, es necesario que la temperatura ambiente sea superior a 10°C por lo menos 4 horas del día durante el primer mes de curado.

La condición de temperatura anterior debe cumplirse para evitar el fenómeno de “latencia”, que es cuando la temperatura es menos a 8°C, la reacción química se paraliza hasta que la temperatura supere los 10°C.

Se debe suspender la estabilización química cuando las condiciones climáticas predominantes en esa temporada se estimen como lluviosas y frías (temperaturas que ni superen los 10°C y precipitaciones frecuentes).

#### **4.6. Control de Calidad**

Si bien la función del supervisor no es realizar controles de calidad, ya que esta función corresponde a los laboratorios de autocontrol y/o inspección técnica, el supervisor podrá solicitar

la realización de los siguientes controles previo, durante, para recepción y posterior a la ejecución de las obras.

- **Previo al inicio de la estabilización**

Antes del inicio de las faenas de estabilización química, el supervisor de Proes deberá solicitar al laboratorio de autocontrol y/o inspección técnica los análisis de los materiales a estabilizar. Estos análisis deberán realizarse cada vez que visiblemente el material a establecer cambie. Se deberá individualizar el sector de donde se toma la muestra de suelo e indicar a qué tramo representa. Los ensayos mínimos requeridos son:

- Granulometría
- Límites de Atterberg
- Proctor Modificado
- Capacidad de Soporte CBR

- **Durante el proceso de estabilización**

Durante el proceso de estabilización deberán realizarse ensayos de capacidad de soporte CBR y Estabilidad Marshall. Se recomienda que la cantidad mínima de ensayos a realizar sea uno cada 3000 m<sup>2</sup> de superficie estabilizada. Se deberá individualizar el sector de donde se toma la muestra de suelo. La muestra de suelo a ensayar deberá ser tomada una vez

que el aditivo sólido haya sido incorporado y homogéneamente revuelto con el suelo a estabilizar (esto debería ser cuando el suelo ha sido revuelto y extendido y está listo para recibir el aditivo líquido) y el aditivo líquido será incorporado en Laboratorio. Los ensayos mínimos requeridos son:

- Capacidad de Soporte CBR
- Estabilidad Marshall

- **Nuevas dosificaciones**

Durante la ejecución de grandes obras, se recomienda estar continuamente haciendo nuevos estudios de dosificación, con objetivo de lograr dosificaciones más eficientes, considerando los materiales locales, subrasante y el aditivo sólido disponible. Lo anterior en el muro de estabilizaciones que cumplan con las estructuras especificadas en el proyecto.

- **Para recepción de la estabilización**

Inmediatamente terminada la compactación de las bases estabilizadas, para recepcionarlas, se deberán realizar controles de densidades deben individualmente y se recomienda que la cantidad mínima de ensayos a realizar sea uno cada 400 m<sup>2</sup> de superficie estabilizada.

- **Finalizado el proceso de estabilización**

Después de 7 días de estabilizado el suelo, el supervisor deberá solicitar al laboratorio de autocontrol y/o inspección ensayos con penetrómetro dinámico de cono portátil (PDCP). Se recomienda que la cantidad mínima de ensayos a realizar sea uno cada 700 m<sup>2</sup> de superficie estabilizada.

Adicionalmente, una vez realizados los ensayos de campo con CDP (Cono Dinámico de Penetración), y pasado 21 días de la estabilización, el supervisor deberá informar al administrador del proyecto Proes, para que este programa de control de las bases estabilizadas por medio de deflectometría de impacto (LWD o FWD). Estos ensayos deben ser realizados también por el laboratorio de la obra.

### **2.2.5. Índice de rugosidad internacional**

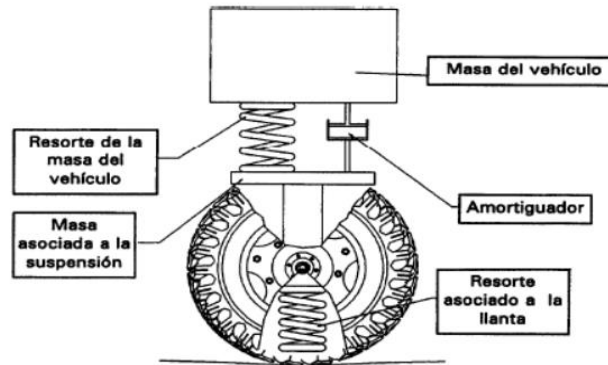
Para establecer criterios de calidad y comportamiento de los pavimentos que indicaran las condiciones actuales y futuras del estado superficial de un camino, surgió la necesidad de establecer un índice que permitiera evaluar las deformaciones verticales de un camino, que afectan la dinámica de los vehículos que transitan sobre él. Se trató de unificar los criterios de evaluación con los equipos de medición de rugosidad a nivel mundial, tales como los perfilómetros o los equipos de tipo respuesta, y que de alguna manera

sustituyera el método de la AASHO, ahora AASHTO, que permite calificar la condición superficial de un camino solo en forma subjetiva.

El Índice Internacional de Rugosidad, mejor conocido como IRI (International Roughness Index), fue propuesto por el Banco Mundial en 1986 como un estándar estadístico de la rugosidad y sirve como parámetro de referencia en la medición de la calidad de rodadura de un camino. El Índice Internacional de Rugosidad tiene sus orígenes en un programa Norteamericano llamado Nacional Cooperative Highway Research Program (NCHRP) y está basado en un modelo llamado “Golden Car”

El cálculo matemático del Índice Internacional de Rugosidad está basado en la acumulación de desplazamientos en valor absoluto, de la masa superior con respecto a la masa inferior (en milímetros, metros o pulgadas) de un modelo de vehículo (cuarto de carro), dividido entre la distancia recorrida sobre un camino (en m, km o millas) que se produce por los movimientos al vehículo, cuando éste viaja a una velocidad de 80 km/hr. El IRI se expresa en unidades de mm/m, m/km, in/mi, etc. El modelo Cuarto de Carro utilizado en el algoritmo del IRI debe su nombre que implica la cuarta parte de un vehículo. El modelo se muestra en la Figura 2.1; que incluye una rueda representada por un resorte vertical, la masa del eje soportada por la llanta, un resorte de la suspensión, un amortiguador, y la masa del vehículo soportada por la suspensión de dicha rueda. (Instituto Mexicano del Transporte, 1998).

**Figura 2.1. Modelo cuarto de carro**



**Fuente: Instituto Mexicano del Transporte**

### ➤ Estado vial según la Rugosidad

Según las especificaciones técnicas generales para la conservación de carreteras del MTC. Luego de construida, rehabilitada o reconstruida una vía y que, por lo tanto, se encuentra en buenas condiciones, ella debe ser atendida permanentemente mediante la conservación rutinaria y, cuando se hayan cambiado sus condiciones de bueno a un estado regular, realizar entonces la conservación periódica para volver el estado de la vía a unas condiciones similares a las iniciales. Al respecto es de mencionar que en algunos países se utiliza el índice de Rugosidad Internacional (IRI), para definir el instante en el cual se debe implementar la intervención de conservación periódica. Para el Perú se han fijado los valores de IRI, que se muestran en la siguiente tabla 2.1.

**Tabla 2.1. Estado Vial según la Rugosidad**

<b>Estado</b>	<b>Pavimentadas Rugosidad</b>	<b>No Pavimentadas Rugosidad</b>
Bueno	$0 < \text{IRI} \leq 2.8$	$\text{IRI} \leq 6$
Regular	$2.8 < \text{IRI} \leq 4.0$	$6 < \text{IRI} \leq 8$
Malo	$4.0 < \text{IRI} \leq 5.0$	$8 < \text{IRI} \leq 10$
Muy malo	$5 < \text{IRI}$	$10 \leq \text{IRI}$

**Fuente: Especificaciones técnicas generales para la conservación de carreteras MTC, 2007.**

#### 2.2.5.1. Instrumento para medir la Rugosidad

##### ➤ **El Rugosímetro de MERLIN**

El rugosímetro MERLIN, es un instrumento versátil, sencillo y económico, pensado especialmente para uso en países en vías de desarrollo. De acuerdo con la clasificación del Banco Mundial, los métodos de medición de la rugosidad se agrupan en 4 clases: Clase 1 los más exactos (Mira y Nivel, TRRL Beam, perfilómetros estáticos). Clase 2 agrupa a los métodos que utilizan los perfilómetros estáticos y dinámicos, pero que no cumplen con los niveles de exactitud que son exigidos para la clase 1. Los métodos Clase 3 utilizan ecuaciones de correlación para derivar sus resultados a la escala del IRI (Bump integrator, Mays meter). Los métodos Clase 4 permiten obtener

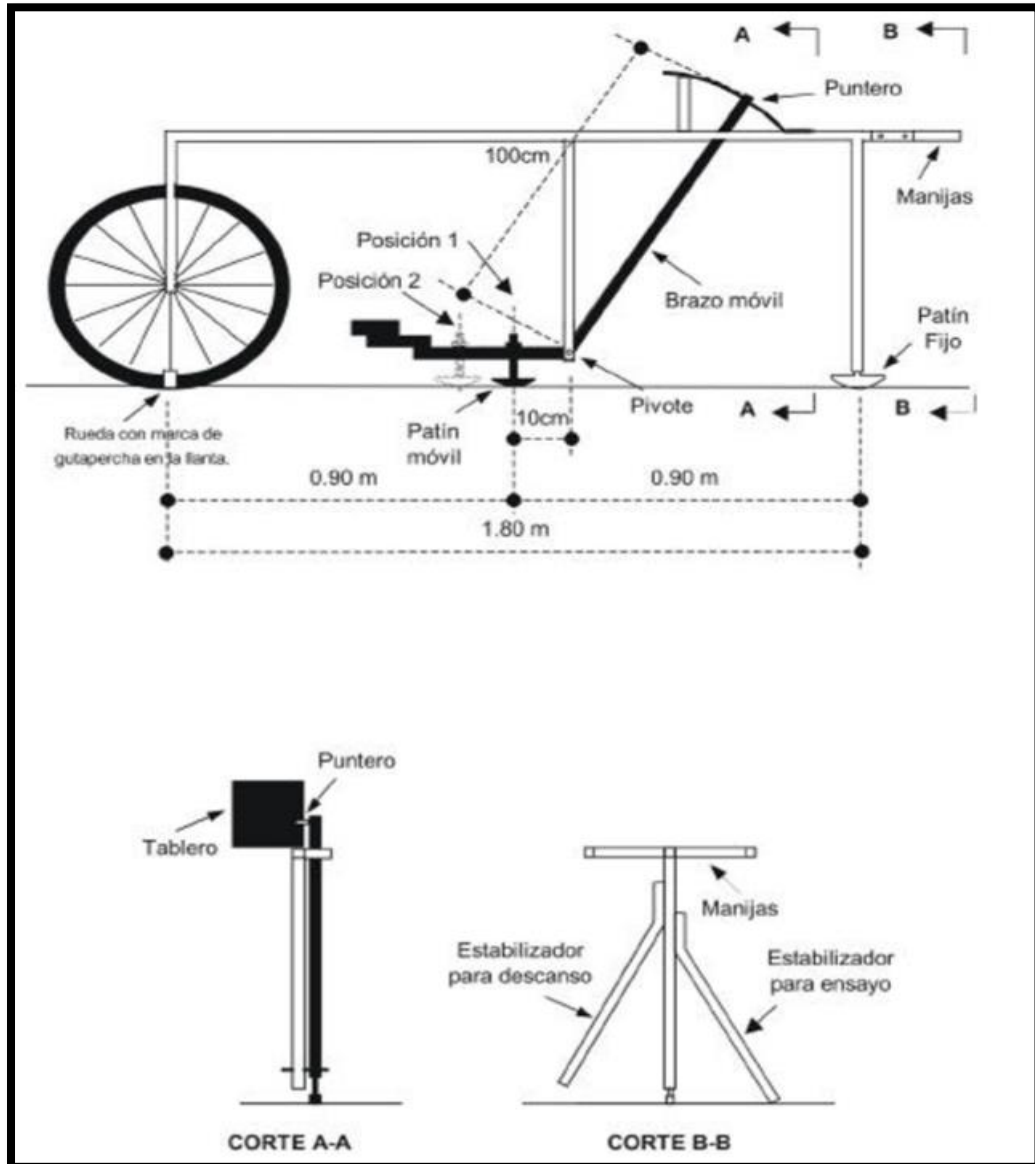
resultados meramente referenciales y se emplean cuando se requieren únicamente estimaciones gruesas de la rugosidad.

El método de medición que utiliza el MERLIN, por haber sido diseñado este equipo como una variación de un perfilómetro estático y debido a la gran exactitud de sus resultados, califica como un método Clase 1.

El MERLIN es un equipo de diseño simple. La figura 2.2, presenta un esquema ilustrativo del instrumento. Consta de un marco formado por dos elementos verticales y uno horizontal.



Figura 2.2. Esquema del Rugosímetro de MERLÍN



Fuente: Manual de Usuario MERLINER, Camineros S.A.C.

Para registrar los movimientos del puntero, se utiliza una escala gráfica con 50 divisiones, de 5 mm de espesor cada una, que va adherida en el tablero sobre el cual se desliza el puntero. (Ver figura 2.3).

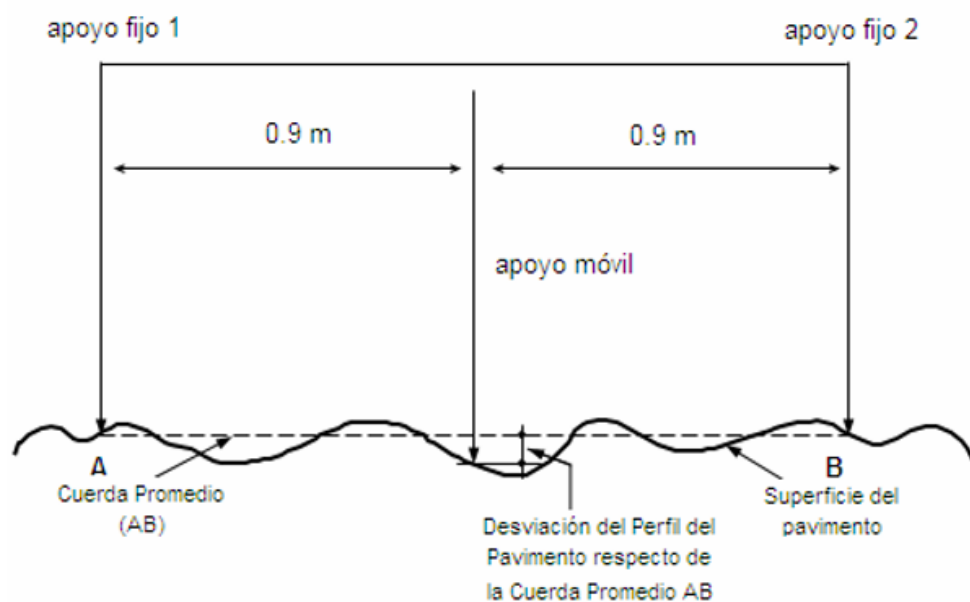
Figura 2.3. Escala para determinar la dispersión de las desviaciones de la superficie de pavimento.

<b>RUGOSIMETRO MERLIN</b>		
1 DIVISION = 5 mm		
DEPRESIONES	50	
	49	
	48	
	47	
	46	
	45	
	44	
	43	
	42	
	41	
	40	
	39	
	38	
	37	
	36	
	35	
	34	
	33	
	32	
	31	
	30	
	29	
	28	
	27	
	ELEVACIONES	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		

Fuente: Del Águila P. Metodología para la determinación de la rugosidad.

La determinación de la rugosidad de un pavimento se basa en el concepto de usar la distribución de las desviaciones de la superficie respecto de una cuerda promedio. La figura 2.4 ilustra como el MERLIN mide el desplazamiento vertical entre la superficie del camino y el punto medio de una línea imaginaria de longitud constante.

**Figura 2.4. Medición de las desviaciones de la superficie del pavimento respecto de la cuerda promedio.**

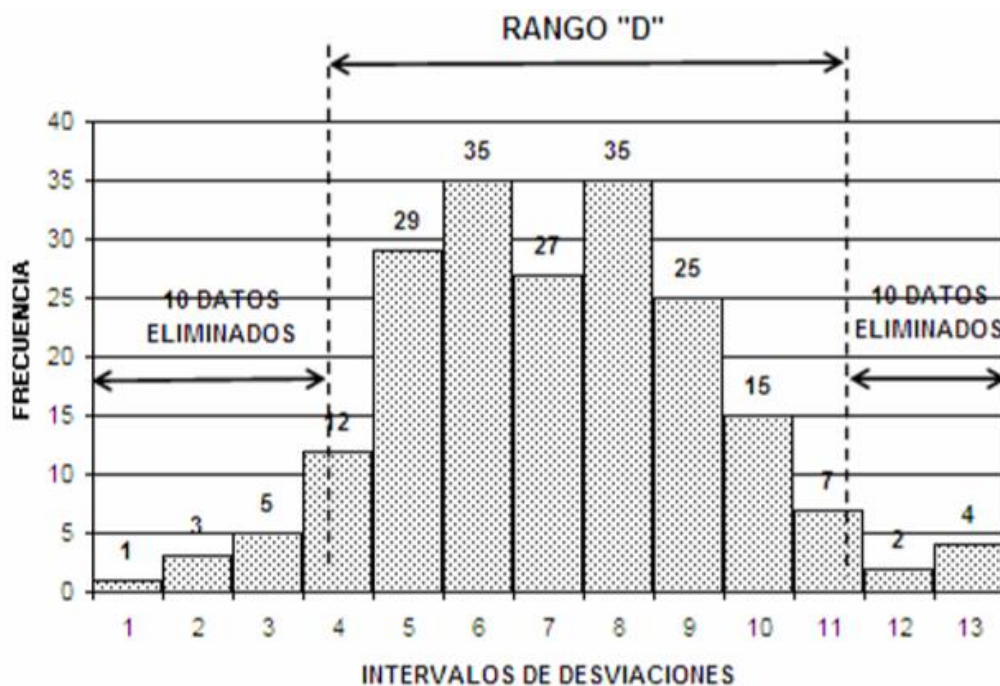


**Fuente: Del Águila P. Metodología para la determinación de la rugosidad.**

La longitud de la cuerda promedio es 1.80m, por ser la distancia que proporciona los mejores resultados en las correlaciones. Se ha definido que es necesario medir 200 desviaciones respecto de la cuerda promedio, en forma consecutiva a lo largo de la vía y considerar un intervalo constante entre

cada medición. Para dichas condiciones se tiene que, a mayor rugosidad de la superficie mayor es la variabilidad de los desplazamientos. Si se define el histograma de la distribución de frecuencias de las 200 mediciones, es posible medir la dispersión de las desviaciones y correlacionarla con la escala estándar de la rugosidad (ver figura 2.5). El parámetro estadístico que establece la magnitud de la dispersión es el Rango de la muestra (D), determinando luego de efectuar una depuración del 10% de observaciones (10 datos en cada cola del histograma). El valor D es la rugosidad del pavimento en unidades MERLIN.

**Figura 2.5. Histograma de la distribución de frecuencias**



**Fuente: Del Águila P. Metodología para la determinación de la rugosidad.**

➤ **Correlaciones D versus IRI**

Para relacionar la rugosidad determinada con el MERLIN con el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), que es el parámetro utilizado para uniformizar los resultados provenientes de la gran diversidad de equipos que existen en la actualidad, se utilizan las siguientes expresiones:

a. Cuando  $2.4 < IRI < 15.90$ , entonces  $IRI = 0.593 + 0.0471D$  (1)

b. Cuando  $IRI < 2.4$ , entonces  $IRI = 0.0485 D$  (2)

La expresión 1 es la ecuación original establecida por el TRRL mediante simulaciones computarizadas, 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 expresión 2 es la ecuación de correlación, se emplea para el control de calidad de pavimentos recién construidos.

➤ **Cálculo del Rango “D”**

La dispersión de los datos obtenidos con el MERLIN se analiza calculando la distribución de frecuencias de las lecturas o posiciones adoptadas por el puntero, para fines didácticos, en forma de histograma (figura N° 6). Posteriormente se establece el Rango de los valores agrupados en intervalos de frecuencia (D), luego de descartarse el 10%

de datos que corresponden 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. Luego se calcula el ancho del histograma, en unidades de la escala, considerando las fracciones que pudiesen resultar como consecuencia de la eliminación de los datos. El Rango D determinado se debe expresar en milímetros, para lo cual se multiplica el número de unidades calculado por el valor que tiene cada unidad en milímetros (5mm).

➤ **Variación de relación de brazos**

Para facilidad del trabajo, el rugosímetro admite dos posiciones para el patín del brazo pivotante.

- a. 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. En este caso la relación de brazos utilizada será 1 a 10.
- b. Una posición ubicada a 20 cm del punto de pivote, posición alterna que se utiliza en el caso de pavimentos afirmados 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.

**2.2.6. Índice de condición de carretera no pavimentada (URCI)**

El manual técnico TM 5-626, que se encuentra resumido en el trabajo de investigación de Anticona (2012), indica lo siguiente.

El estado de la superficie está relacionado con varios factores, incluyendo la integridad estructural, la capacidad estructural, rugosidad, y la tasa de deterioro. Estos factores pueden ser evaluados mediante la observación y la medición de los deterioros de la superficie.

URCI. El índice de condición de carretera no pavimentada es un indicador numérico basado en una escala de 0 a 100.

El URCI, indica la integridad de una carretera y la condición operacional de la superficie. Su escala y calificaciones se muestran en la figura 2.6 y es idéntico al índice de Condición del Pavimento (PCI) para superficie de carretera.

Determinación del URCI se determina mediante la medición de los deterioros de la superficie. El método ha sido aprobado y ha demostrado ser un instrumento útil para la determinación de mantenimiento y reparación.

**Figura 2.6. Escala y condición de URCI**

URCI	CLASIFICACIÓN
100	Excelente
85	Muy Bueno
70	Bueno
55	Regular
40	Pobre
25	Muy Pobre
10	Fallado
0	

**Fuente: Technical Manual TM 5-626.**

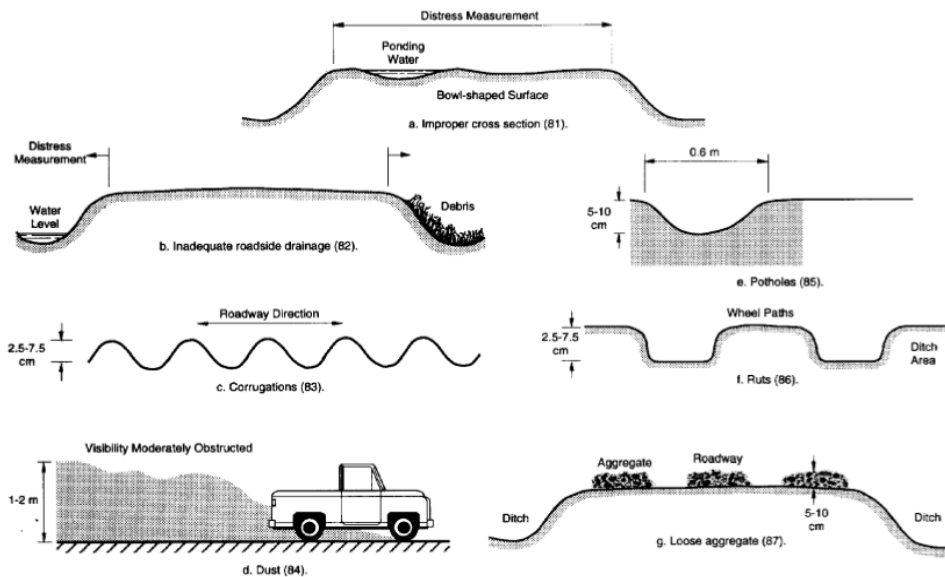
➤ Tipos de Fallas

Los tipos de fallas son las indicadas a continuación y mostradas en la figura 2.7.

1. 81- Inadecuada Sección Transversal
2. 82- Inadecuado Drenaje
3. 83- Encalaminado
4. 84- Polvo
5. 85- Huecos
6. 86- Ahuellamiento
7. 87- Perdida de Agregado



**Figura 2.7. Fallas de severidad media**



**Fuente: Technical Manual TM 5-626.**

## ➤ Descripción de Tipos de Fallas

### 1. Falla Tipo 81. Inadecuada Sección Transversal

Un camino de tierra debe tener una superficie con una pendiente suficiente de la línea central al hombro para drenar toda el agua de la superficie de la carretera.

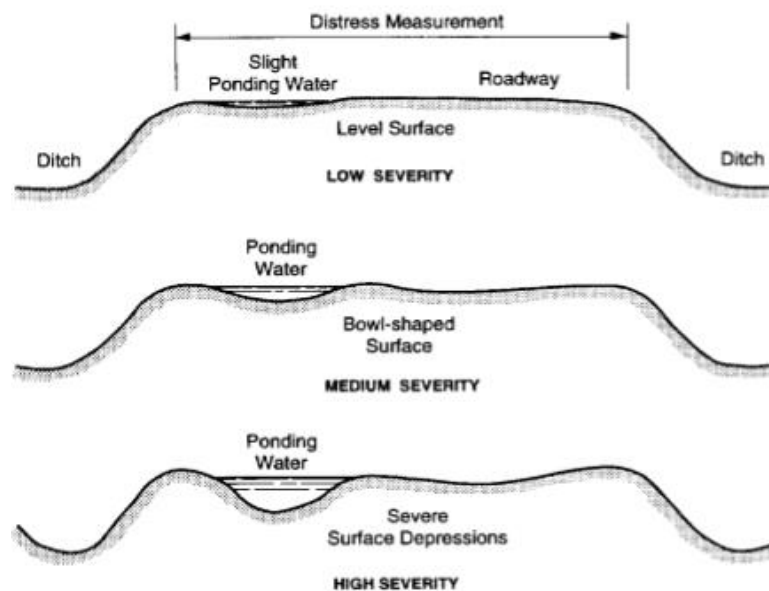
a) Nivel de severidad baja (L).

- Pequeñas cantidades de agua estancada o de pruebas de encharcamiento de agua en la superficie de la carretera.
- La superficie de la carretera es totalmente plano.

b) Nivel de severidad media (M).

- Las cantidades moderadas de agua estancada o prueba de encharcamiento de agua en la superficie de la carretera.
  - La superficie de la carretera en forma de cuenco.
- c) Nivel de severidad alto (H).
- Grandes cantidades de agua estancada o de encharcamiento de agua en la superficie de la carretera.
  - La superficie de la carretera contiene depresiones severas.
- ❖ Forma de medir: La sección transversal inapropiada se mide en metros lineales por unidad de muestra a lo largo de la línea central o en paralelo a la línea central. Pueden existir en una misma unidad distintos niveles de severidad.

**Figura 2.8. Inadecuada sección transversal.**



Fuente: Technical Manual TM 5-626.

## 2. Falla Tipo 82. Inadecuado drenaje

Un mal drenaje hace que el agua se estanque. El drenaje se convierte en un problema cuando las zanjas y las alcantarillas no están en condiciones para llevar el agua de esorrentía.

a) Nivel de severidad baja (L).

- Encharcamiento de agua o evidencia de encharcamiento de agua en las zanjas.
- El crecimiento excesivo o desechos en las zanjas.

b) Nivel de severidad media (M), cantidades moderadas de las siguientes circunstancias.

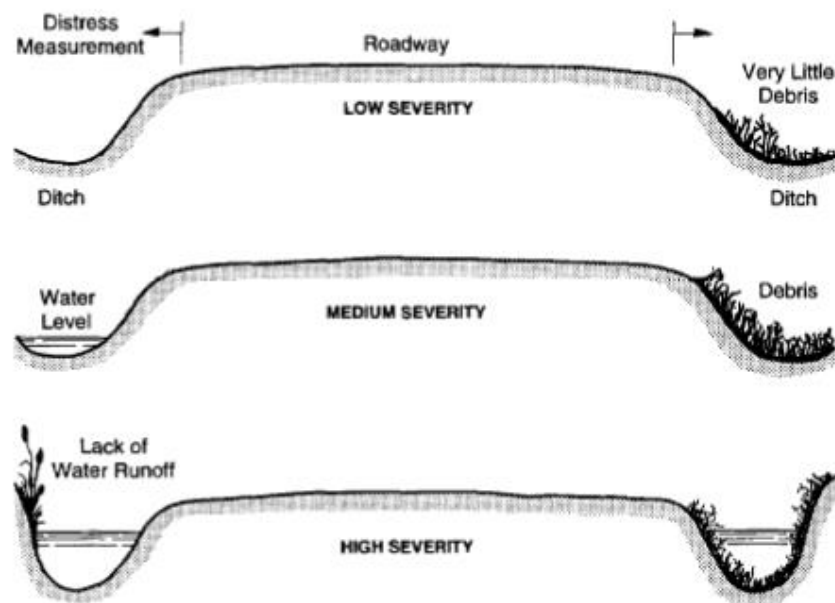
- Encharcamiento de agua o las pruebas de encharcamiento de agua en la superficie de la carretera.
- El crecimiento excesivo o desechos en las zanjas.
- La erosión de las zanjas en los hombros o carreteras.

c) Nivel de severidad alta (H), grandes cantidades de las siguientes circunstancias:

- Encharcamiento de agua o las pruebas de encharcamiento de agua en zanjas.
- El agua corriendo a través de la carretera.
- El crecimiento excesivo o desechos en las zanjas.
- La erosión de las zanjas los hombros o carreteras.

- ❖ Forma de medir: los problemas de drenaje se miden en metros lineales por sección paralelo al eje de la carretera. La longitud máxima es de dos veces la longitud de la muestra por tener drenaje a cada lado de la carretera.

**Figura 2.9. Niveles de severidad de drenaje**



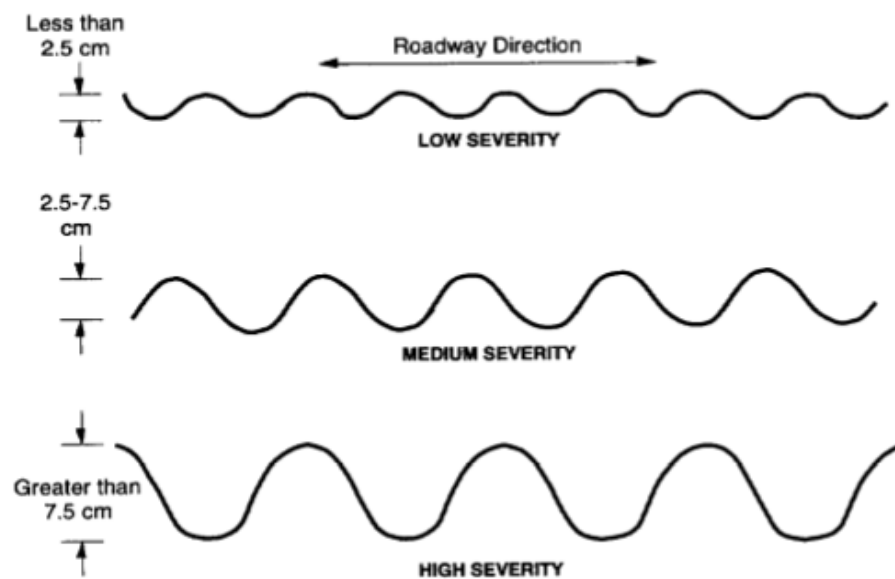
Fuente: Technical Manual TM 5-626.

### 3. Falla Tipo 83. Encalaminado

Encalaminado también conocida como ondulaciones, son las crestas muy próximas entre sí y los valles (ondas) a intervalos más o menos regulares. Las crestas son perpendiculares a la dirección del tráfico, este tipo de falla es generalmente causada por el tráfico y pérdida de agregado.

- a) Nivel de severidad baja (L), las ondulaciones son menos de 1 pulgada (2.5 cm) de profundidad.
  - b) Nivel de severidad media (M), entre las ondulaciones son de 1 y 3 pulgadas (2.5 y 7.5 cm) de profundidad.
  - c) Nivel de severidad alta (H), corrugaciones más de 3 pulgadas (7.5 cm).
- ❖ Forma de medir: las ondulaciones se miden en metros cuadrados de área de superficie por unidad de muestra. La unidad de muestra puede tener diferentes áreas de severidad.

**Figura 2.10. Niveles de severidad de corrugaciones.**



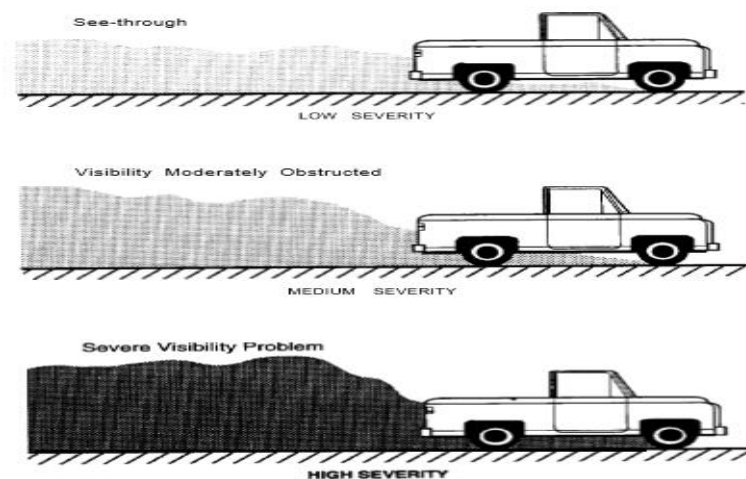
**Fuente: Technical Manual TM 5-626.**

#### 4. Falla Tipo 84. Polvo

El desgaste de tráfico en caminos de tierra con el tiempo separa las partículas más grandes de la carpeta del suelo. Cuando el tráfico pasa, nubes de polvo crean un peligro para los vehículos y causa problemas ambientales significativos.

- a) Nivel de severidad baja (L), el tráfico normal produce un polvo fino que no obstruye la visibilidad.
- b) Nivel de severidad media (M), el tráfico normal produce una nube de espesor medio que parcialmente obstruye la visibilidad y hace al tráfico reducir la velocidad.
- c) Nivel de severidad alta (H), el tráfico normal produce una nube muy espesa que obstruye gravemente la visibilidad y hace al tráfico disminuirla velocidad de manera significativa o detenerse.

**Figura 2.11. Niveles de severidad de polvo**



## 5. Falla Tipo 85. Huecos

Los huecos son depresiones en forma de cuenco en la superficie de la carretera. Por lo general son menos de 3 pies (1 metro) de diámetro. Los huecos se producen cuando el tráfico desgasta pequeñas piezas de la superficie de carretera, cercen más rápido cuando el agua se acumula dentro del agujero. Luego el camino continúa desintegrándose por pérdida del material superficial o puntos débiles en los suelos inferiores.

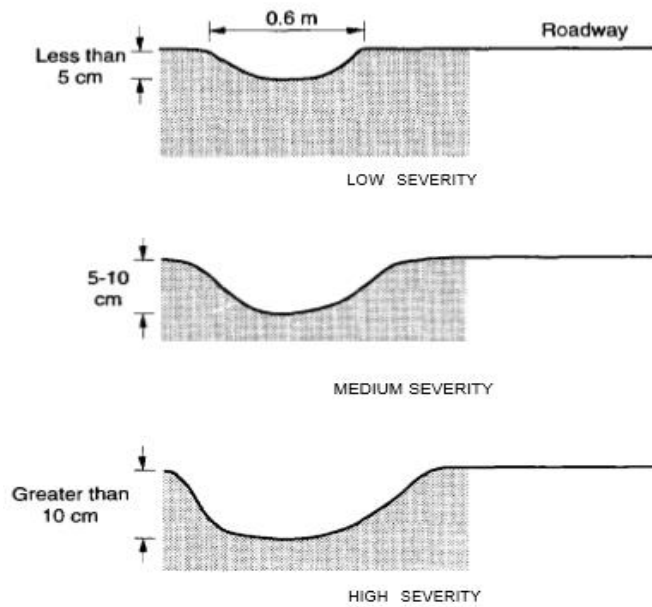
- a) Los niveles de severidad de huecos se basan tanto en el diámetro y profundidad del hueco de acuerdo a la siguiente tabla.

**Tabla 2.2. Niveles de severidad de baches**

Máxima Profundidad	Diámetro Promedio			
	Menos de 1 pies (0.30 metros)	1 - 2 pies (0.30 - 0.60 metros)	2 - 3 pies (0.60 - 1.00 metros)	Mayor a 3 pies (más de 1 metros)
1/2 - 2 pulgadas (1.5 - 5 cm)	L	L	M	M
2 - 4 pulgadas (5 - 10 cm)	L	M	H	H
Más de 4 pulgadas (+10 cm)	M	H	H	H

- ❖ Forma de medir: Los huecos se miden contando el número que son de baja, media y alta severidad en una unidad de muestra y su registro por niveles de severidad.

**Figura 2.12. Niveles de severidad de baches**



**Fuente: Technical Manual TM 5-626.**

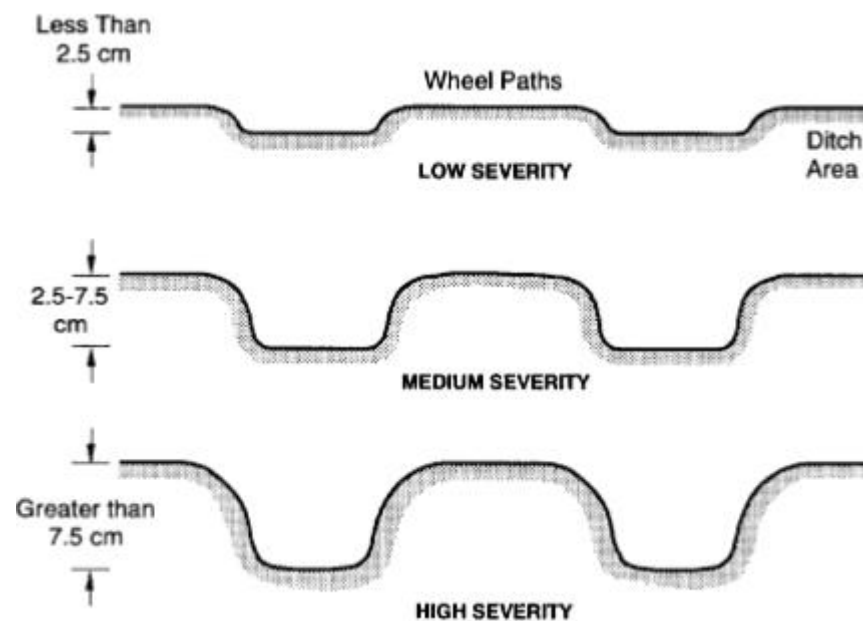
## **6. Falla Tipo 86. Ahuellamiento**

Un ahuellamiento es una depresión en la superficie en la trayectoria de la rueda que es paralela a la línea central del camino. Ahuellamiento son causados por una deformación permanente en cualquiera de las capas de la carretera. Son el resultado de pases repetidos del vehículo, especialmente cuando la carretera es débil.



- a) Nivel de severidad baja (L), ahuellamientos son menos de 1 pulgada (2.5 cm) de profundidad.
  - b) Nivel de severidad media (M), los ahuellamientos se encuentran entre 1 y 3 pulgadas (2.5 a 7.5 cm) de profundidad.
  - c) Nivel de severidad alta (H), ahuellamientos más profundos de 3 pulgadas (7.5 cm).
- ❖ Forma de medir: se miden en metros cuadrados por cada unidad de muestra.

**Figura 2.13. Niveles de severidad de ahuellamiento**



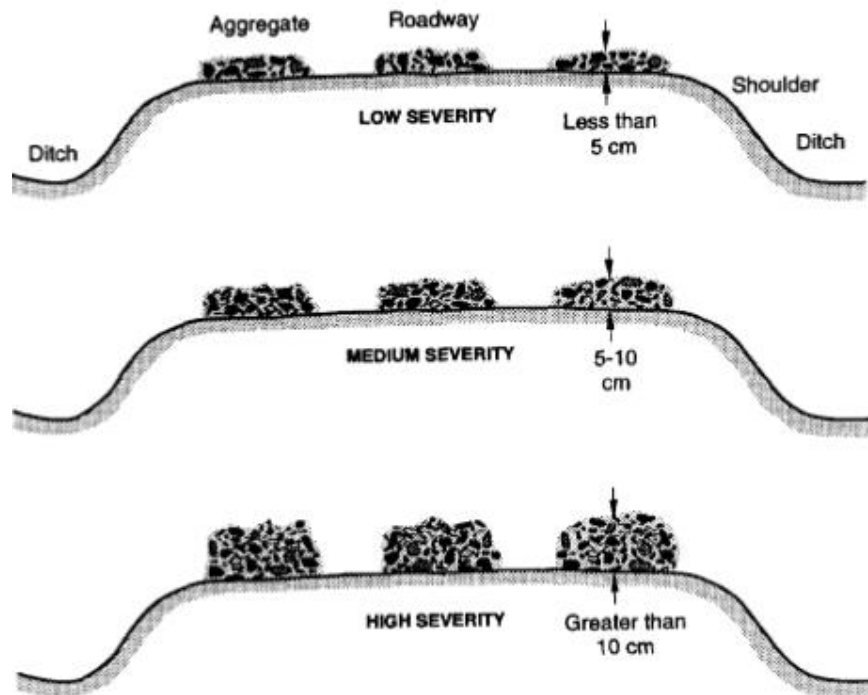
**Fuente: Technical Manual TM 5-626.**

## 7. Falla Tipo 87. Pérdida de agregado

El desgaste de carreteras no pavimentadas por el tráfico separa eventualmente las partículas de mayor tamaño de la carpeta del suelo. Esto provoca que las partículas se separen en la superficie de la carretera o berma lateral. El tráfico mueve las partículas sueltas fuera del camino de la rueda y forma bermas en el centro o a lo largo del hombro.

- a) Nivel de severidad baja (L), agregado suelto en la superficie de la carretera o una berma de agregado menos de 2 pulgadas o 5 cm de profundidad.
  - b) Nivel de severidad media (M), agregado moderado en berma (entre 2 y 4 pulgadas) o 5 y 10 centímetros de profundidad.
  - c) Nivel de severidad alta (H), gran cantidad de agregado en berma más de 4 pulgadas o 15 centímetros de profundidad.
- ❖ Forma de medir: la pérdida de agregado se mide en metros lineales paralelo a la línea central en una unidad de muestra. Cada berma se mide por separado. Por ejemplo, si una unidad de muestra que tiene 30 metros de largo tiene tres bermas de pérdida de agregado de severidad media a cada lado y en el centro, entonces la medida sería de 90 metros en el de severidad media.

Figura 2.14. Niveles de gravedad de agregado suelto



Fuente: Technical Manual TM 5-626.

➤ Cálculo del URCl.

Según el Manual Técnico N° 5-626. Para el cálculo se realiza en cuatro pasos. A continuación se muestra un ejemplo utilizando la figura 2.15.

1) Paso 1. Calcular la densidad de cada tipo de falla (excepto polvo)

$$Densidad = \frac{Cantidad\ de\ falla}{Área\ de\ unidad\ de\ muestra} \times 100\%$$

En este ejemplo, la densidad de cada falla y nivel de severidad se basa en una unidad de muestra de 1800 pies cuadrados (167.4 metros cuadrados).

- a) Por cada 100 pies lineales de inadecuada sección transversal (tipo de falla 81), la densidad es:

$$\frac{100}{1800} \times 100 = 5.6$$

- b) Para 30.5 metros lineales de inadecuada sección transversal (tipo de falla 81), la densidad es:

$$\frac{30.5}{167.4} \times 100 = 18.2$$

- c) Para 900 pies cuadrados de corrugaciones (tipo de falla 83), la densidad es:

$$\frac{900}{1800} \times 100 = 50$$

- d) Para 83.7 metros cuadrados de corrugaciones (tipo de falla 83), la densidad es:

$$\frac{83.7}{167.4} \times 100 = 50$$

- e) No se necesita un cálculo de densidad para el polvo (tipo de falla 84).

- f) Para 160 pies lineales de pérdida de agregado (tipo de falla 87), la densidad es:

$$\frac{160}{1800} \times 100 = 8.8$$

- g) Para 48.8 metros lineales de pérdida de agregado (tipo de falla 87), la densidad es:

$$\frac{48.8}{167.4} \times 100 = 29.2$$

2) Paso 2. Utilizando las curvas de valor deducido, encontrar el valor deducido para cada tipo de falla y nivel de severidad.

a) Para una inadecuada sección transversal de baja severidad, se ubica la figura 2.16 (unidades en inglés), la densidad de 5.6 en el eje horizontal, va hacia arriba verticalmente a la curva de baja severidad, luego a la izquierda horizontal a la intersección del eje, lo que da un valor de 13 (unidades inglesas).

De manera similar, para el sistema métrico, ubique en la figura 2.9 (unidades métricas) la densidad es 18.2 en el eje horizontal que da un valor de 13.

b) Para encalaminado de severidad media, el valor deducido es 29 (figura 2.17).

c) Para polvo en severidad media, el valor deducido es 4 (figura 2.18).

d) Para perdida de agregado de gravedad media, el valor deducido es 18 (figura 2.19).

3) Paso 3. Encontrar el Valor Total Deducido (TDV) y el valor "q". Calcular el TDV sumando todos los valores deducidos. El valor q es el número de valores deducidos individuales superiores a 5.

a)  $TDV = 13+29+4+18 = 64$  (que es igual en inglés y métrico).

b) El valor q es 3 porque tres valores deducidos son mayores que 5.

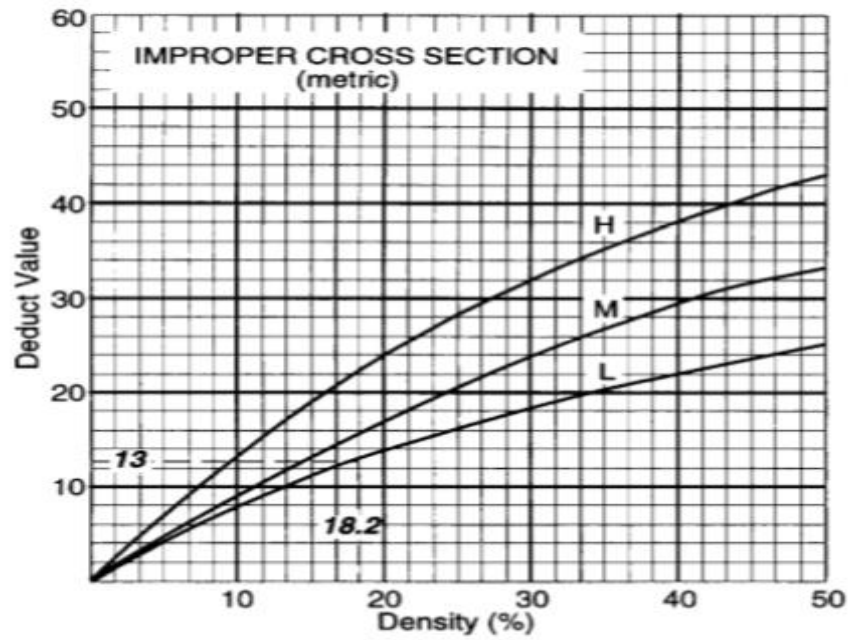
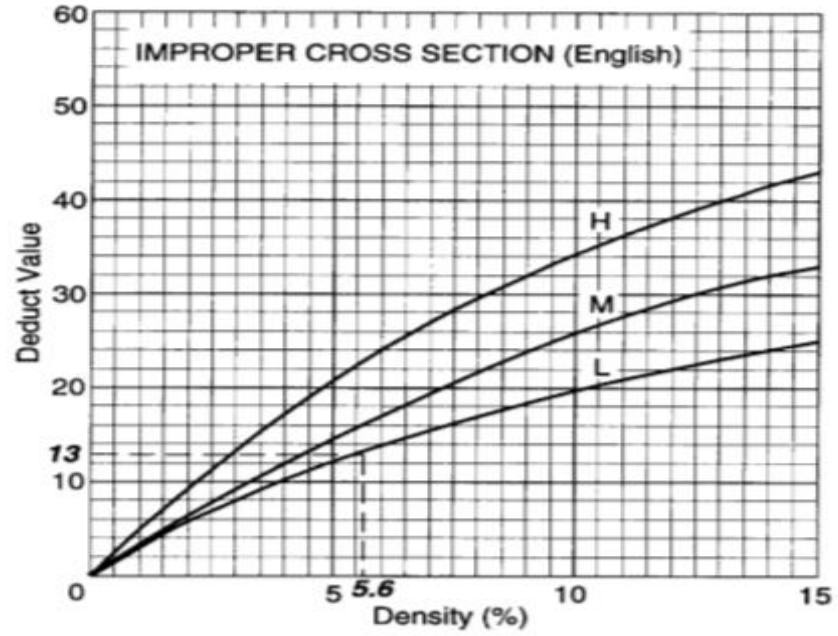
- 4) Paso 4. Encontrar el índice de Condición de la Carretera no Pavimentada (URCI), a partir de la curva URCI.
- a) En la figura 2.20, el TDV es 64 y q es 3, por lo que la curva URCI, muestra que el URCI es 59. De la figura 2.6, la calificación es “Muy Bueno”.

Figura 2.15. Planilla de URCI

UNSURFACED ROAD INSPECTION SHEET								
For use of this form, see TM 5-626; the proponent agency is USACE								
1. BRANCH FS 101		2. SECTION 1		3. DATE 7 Nov 94				
4. SAMPLE UNIT 2		5. AREA OF SAMPLE 1800 ft <sup>2</sup>		6. INSPECTOR R. Beaucham				
7. SKETCH 0.3 mi. ← to Dodge road • stake					<b>DISTRESS TYPES</b> 81. Improper Cross Section (linear feet) 82. Inadequate Roadside Drainage (linear feet) 83. Corrugations (square feet) 84. Dust 85. Potholes (number) 86. Ruts (square feet) 87. Loose Aggregate (linear feet)			
<b>B. DISTRESS QUANTITY AND SEVERITY</b>								
TYPE		81	82	83	84	85	86	87
QUANTITY AND SEVERITY	L	100						
	M			900	✓			160
	H							
<b>9. URCI CALCULATION</b>								
DISTRESS TYPE a		DENSITY b	SEVERITY c	DEDUCT VALUE d	10. REMARKS			
81		5.6	L	13				
83		50.0	M	29				
84		-	M	4				
87		8.8	M	18				
e. TOTAL DEDUCT VALUE		f. q =	g. URCI		h. RATING =			
64		3	59		Good			

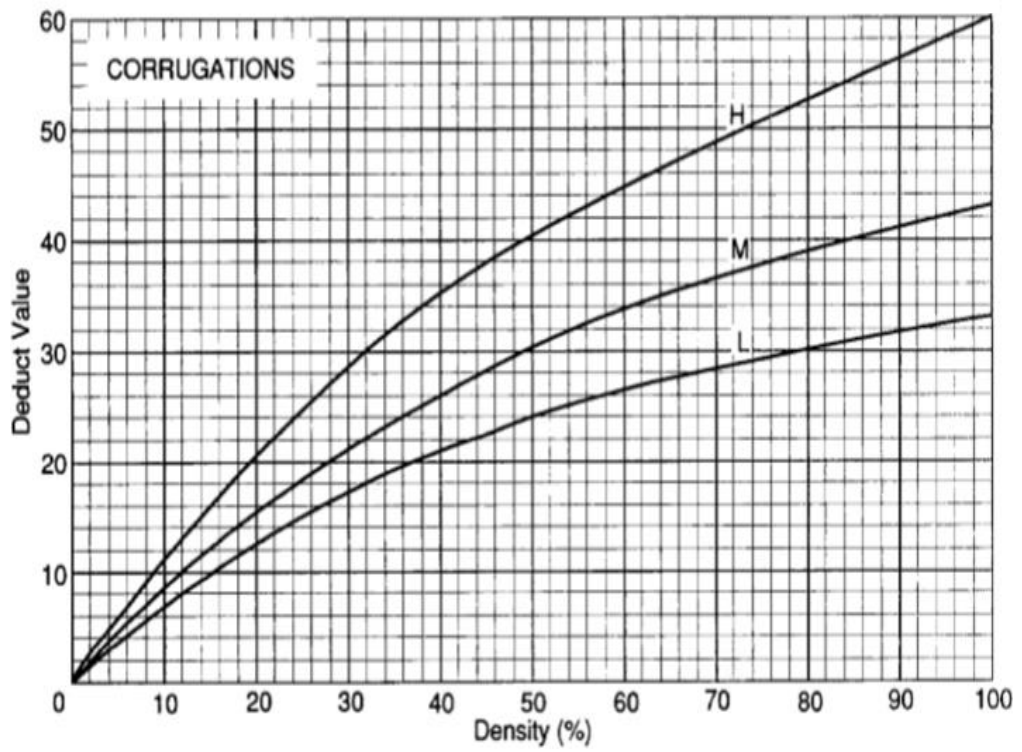
Fuente: Technical Manual TM 5-626.

Figura 2.16. Falla tipo 81 – Inadecuada Sección Transversal



Fuente: Technical Manual TM 5-626

Figura 2.17. Falla tipo 83 – Encalaminado.



Fuente: Technical Manual TM 5-626

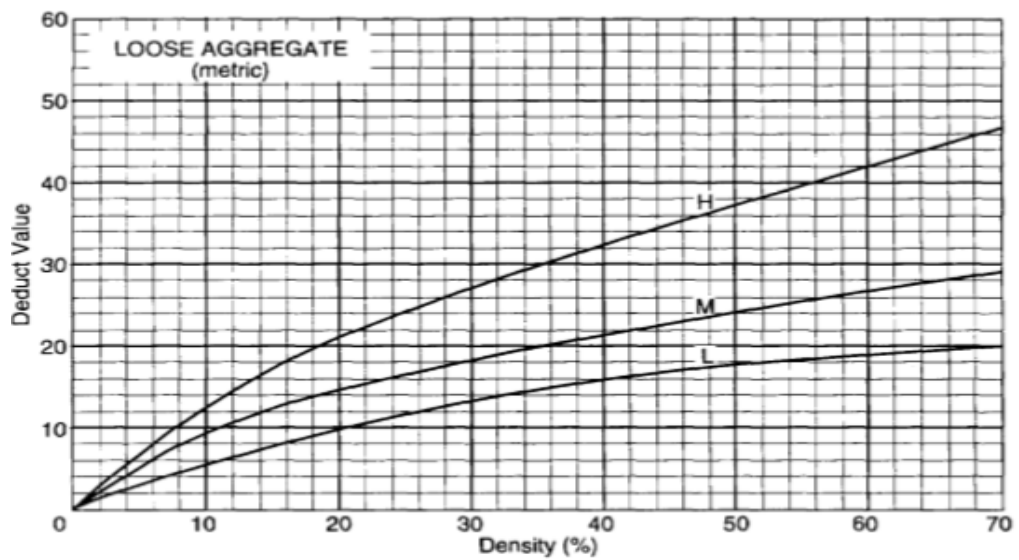
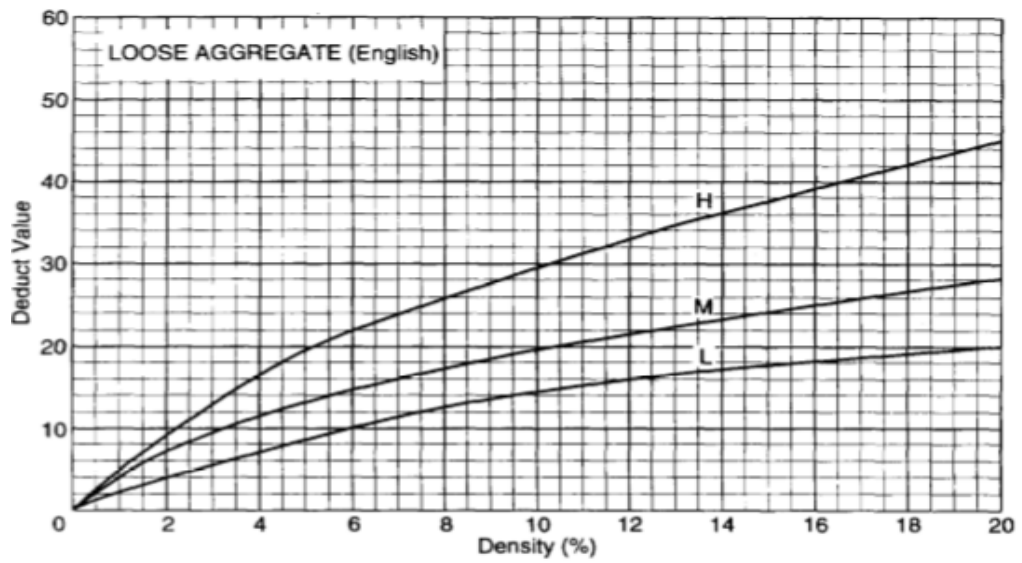
Figura 2.18. Falla tipo 84 - Polvo

DUST	
Dust is not rated by density. The deduct values for the levels of severity are:	
Low	2 Points
Medium	4 Points
High	15 Points

Fuente: Technical Manual TM 5-626

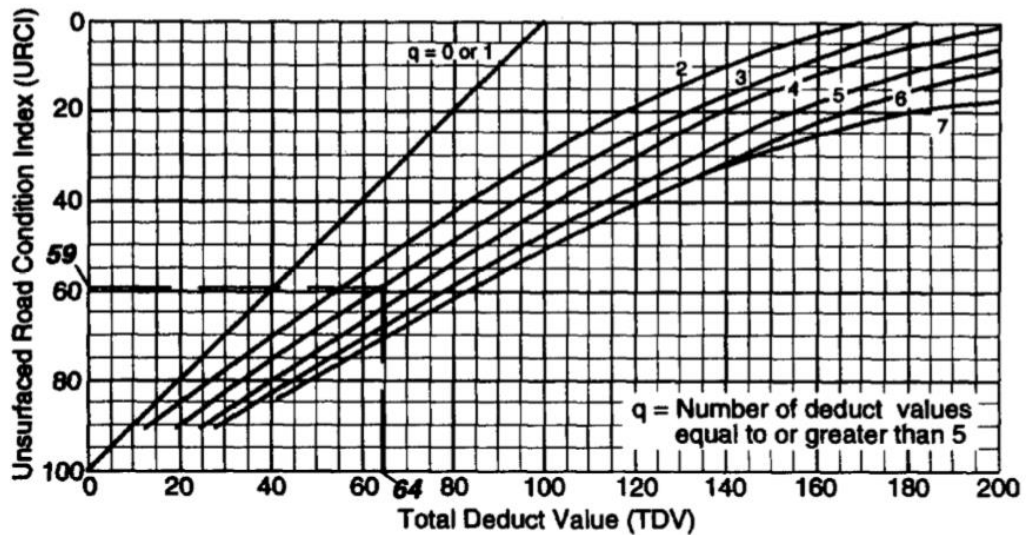


Figura 2.19. Falla tipo 87 – Pérdida de Agregado.



Fuente: Technical Manual TM 5-626

Figura 2.20. Curva URCI



Fuente: Technical Manual TM 5-626

### 2.2.7. El tráfico

El tráfico es uno de los parámetros de diseño más importantes para el diseño de pavimentos. Para obtener este dato es necesario determinar el número de repeticiones de cada tipo de eje durante el periodo de diseño, a partir de un tráfico inicial medido en el campo a través de aforos.

### 2.2.8. Desgaste

Es la erosión de material sufrida por una superficie sólida por acción de otra superficie. Está relacionada con las interacciones entre superficies y más específicamente con la eliminación de material de una superficie como resultado de una acción mecánica.

### 2.3. Marco Situacional

Schliessler, A. (1992), en su libro sobre, Un Nuevo Enfoque Para la Gestión y Conservación de Redes Viales, detalla que para un cierto número de años, el camino va experimentando un desgaste y un proceso de debilitamiento lento, principalmente en la superficie del afirmado, como asimismo, aunque en un menor grado, en el resto de su estructura. Este desgaste se produce por la gran cantidad de tráfico (vehículos pesados y livianos) que circulan por él, aunque también por la influencia del clima, del agua de lluvia o aguas superficiales, los cambios de temperatura, y otros factores. Todos los vehículos provocan un determinado desgaste de los caminos que utilizan, pero, como es obvio el desgaste será mayor o menor según el peso de éstos, los vehículos pesados son, en condiciones normales, la causa de la mayor parte de deterioro que sufren las vías.

### 2.4. Definición de Términos Básicos

- **Aditivo:** Son sustancias que se añade a un producto para conservarlo o mejorarlo.
- **Agregado:** Material Granular, de origen natural o artificial como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno.
- **Bache:** Pequeño desnivel en el suelo o en el pavimento, producido por la pérdida o hundimiento de la capa superficial.

- **Carretera:** Camino para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes, con características geométricas definidas de acuerdo a las normas vigentes en el MTC.
- **Cemento:** El cemento es un compuesto de una mezcla de caliza y arcilla, que fragua muy despacio y es muy resistente.
- **Compactación:** La compactación es el proceso realizado generalmente por medios mecánicos, por el cual se produce una densificación de los suelos, disminuyendo su relación de vacíos.
- **CBR:** El ensayo CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California), mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y para poder evaluar la calidad del terreno para subrasante, sub base y base de pavimentos.
- **Estabilización:** La estabilización consiste en la incorporación de aditivos al suelo, de manera que actúen física o químicamente sobre las propiedades de este.
- **Ensayo de Proctor:** El ensayo de compactación Proctor es uno de los más importantes procedimientos de estudio y control de calidad de la compactación de un terreno. A través de él es posible determinar la densidad seca máxima de un terreno en relación con su grado de humedad, a una energía de compactación.

- **Dosificación:** Determina las proporciones en que deben combinarse los materiales, a fin de obtener resistencia y durabilidad requerida.
- **Humedad óptima:** La humedad que nos permite alcanzar la máxima compactación óptima es el óptimo contenido de humedad, la cual nos permitirá alcanzar la densidad seca máxima. Si el contenido de humedad está por debajo del óptimo, el suelo es rígido y difícil de comprimir, originando densidades bajas y contenidos de aire elevados.
- **Volumen de Tránsito:** Se define como el número de vehículos que pasan por un punto o un carril durante una unidad de tiempo. Sus unidades son vehículos/día; vehículos/hora, etc.
- **Índice Medio Diario (IMD):** Es el promedio de vehículos que pasan por un punto durante un periodo de tiempo. Según el periodo de análisis para medir el volumen, podrá ser índice medio anual IMDA, índice medio diario mensual (IMDM) o índice medio diario semanal (IMDS).

## **CAPITULO III - MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1. Nivel y Tipo de Investigación**

Según Hernández R., Fernández C. y Baptista P. (2014), el nivel de la presente investigación es correlacional. Así mismo el tipo de investigación según su enfoque es cuantitativo, según su periodo de estudio longitudinal y según su control de las variables no experimental.

### **3.2. Diseño de la Investigación**

Como la investigación es del tipo no experimental – correlacional, por lo que no existe ninguna manipulación de las variables, sino que se mide tal como se observa.

El diseño de la investigación es la siguiente:

- a. Iniciaremos identificando la variable independiente (factor tráfico), la variable dependiente (desgaste del afirmado), para posteriormente programar el procedimiento.
- b. Recopilación de información sobre el área de estudio.
- c. Revisión de literatura para la aplicación de métodos de estudio.
- d. Selección de materiales y equipos de recolección de datos.
- e. Selección de la muestra en estudio (carretera pachabamba – pomacucho, tramo del km 2+000 – km 8+000).

- f. Recolección de información de campo de la carretera de afirmado estabilizado. Para lo cual se usará el equipo de Merlín para determinar la rugosidad del afirmado y con formatos de la metodología URCl para determinar el tipo de falla que presenta el afirmado estabilizado. Se realizara 5 mediciones en campo, cada medición en periodos de 30 días.
- g. Después de cada medición en campo, se procederá al procesamiento de datos, mediante el uso de Microsoft Excel para el cálculo del IRI, y mediante el uso de ábacos para determinar el tipo de falla que presenta el afirmado estabilizado.
- h. Finalmente se realizará el análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

### **3.3. Universo/Población y Muestra**

#### **3.3.1. Determinación del Universo/Población**

La longitud total de la carretera de Pachabamba a Pomacucho con sus 19.50 Km de longitud, que inicia en el cruce de la carretera HU-769 del km 2+700, hasta el centro poblado de Pomacucho.

- **Universo/población:** correspondiente a la carretera del centro poblado de Pachabamba hasta el centro poblado de Pomacucho con sus 19.50 Km de longitud.

- **Muestra:** para su selección utilizaremos el método de muestreo probabilístico más adecuado:

**b.- Población finita (menos de 100,000 elementos)**

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2 (N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

$n$  = Tamaño de la Población o Universo

Nota: cuando no existe estudios previos, hay que asumir  $p=q=50\%$

Para nuestro caso tenemos designamos como elemento a cada kilómetro de la carretera:

$N$ = tamaño de la población

Para el cálculo de la muestra para un nivel de confianza del 80%, un margen de error de  $\pm 20\%$  tenemos:

- Nivel de confianza: 80%
- Coef. Confiabilidad: 1.28 (determinado en base a la tabla de nivel de confianza).
- Error estimado:  $(1-0.80) = 0.20$
- $p$  : 0.50
- $q$  :  $(1-0.50) = 0.50$
- Tamaño de la población: 19.5 km.



**Tabla 3.1. Datos de tamaño de una muestra por niveles de confianza.**

<b>Nivel de confianza (%)</b>	99	98	97	96	95	94	93	92	91	90	<b>80</b>	62.3	50
<b>Coef. Confiabilidad (Z)</b>	2.58	2.33	2.17	2.05	1.96	1.88	1.81	1.75	1.69	1.65	<b>1.28</b>	1.00	0.67
<b>Error estimado (e)</b>	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	<b>0.20</b>	0.38	0.50

**Fuente: Manuel Borja Suárez, 2012.**

$$n = \frac{1.28^2 \times 0.5 \times 0.5 \times 19.5}{0.20^2 (19.5 - 1) + 1.28^2 \times 0.5 \times 0.5} = 6 \text{ km ... redondeada al número entero.}$$

De la población de 19.5 km, resulta 6.0 km de muestra, se ve por conveniente realizar la investigación desde el km 2+000 al km 8+000 de la carretera Pachabamba – Pomacucho.

### **3.3.2. Ubicación**

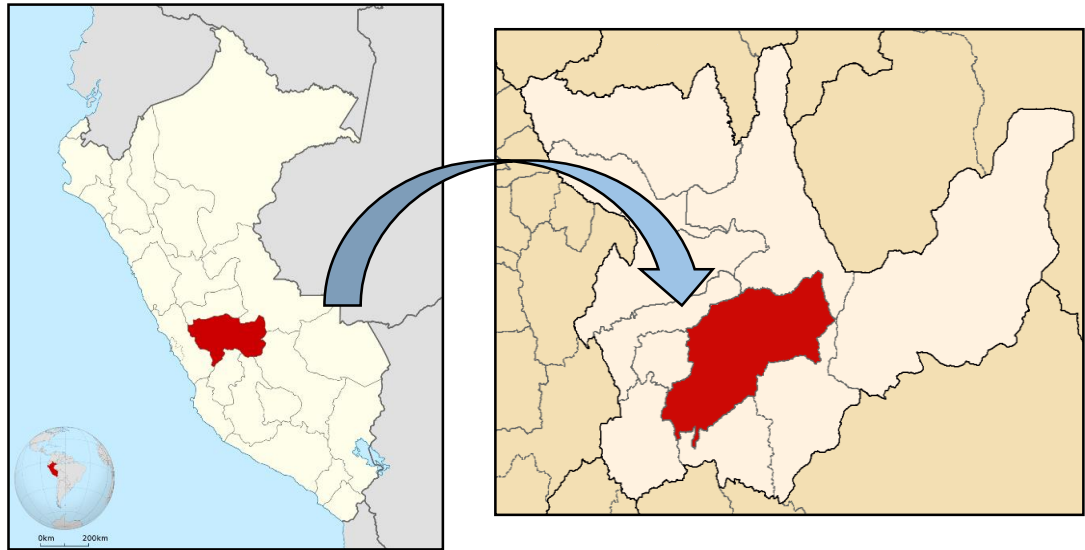
La ubicación de la carretera evaluada, pertenece a Red Vial Vecinal de 19.5 km de longitud, con origen en el centro poblado de Pachabamba (km 2+000) y destino en el centro poblado de Ñauza (km 8+000). A continuación presentamos la ubicación del tramo evaluado en la figura 3.1, 3.2.

Departamento: Huánuco

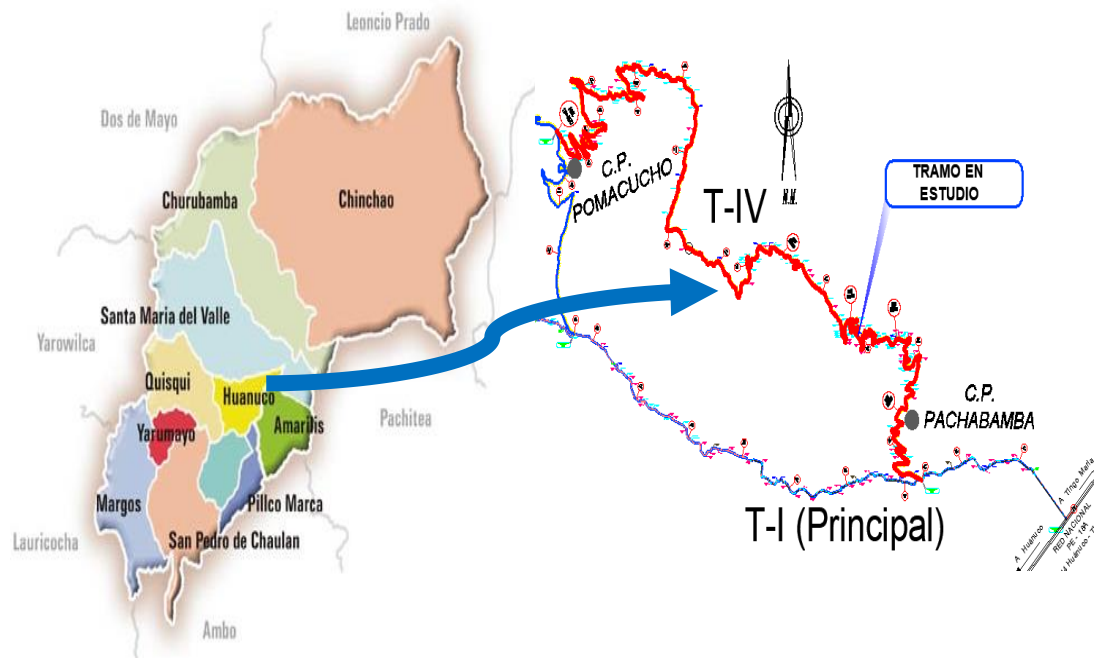
Provincia : Huánuco

Distrito : Santa María del Valle

**Figura 3.1. Ubicación nacional y departamental**



**Figura 3.2. Ubicación provincial y local**



### **3.4. Técnicas de Recolección y Tratamiento de Datos**

#### **3.4.1. Técnicas de recolección de datos**

En esta investigación se utilizó la técnica de la observación colectiva y de campo, puesto que la inspección visual para la evaluación de la carretera se utilizó equipos y formatos donde se registraron los datos.

Para los datos del índice de rugosidad internacional, se utilizó el equipo de merlín; y para determinar los tipos de fallas se utilizó formatos de la metodología URCI (índice de condición de carretera no pavimentada).

#### **3.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos usados para la recolección de la información fue a través de las hojas de registro elaborados según formatos establecidos para cada método de evaluación.

A continuación mencionamos los instrumentos indispensables para efectuar la inspección visual:

- Hojas con formato para la medición de la rugosidad con el equipo de merlín, donde se registra toda la información obtenida durante el trabajo en campo: fecha, sector, progresiva, número de ensayo, tipo de pavimento.

- Hojas formato para la inspección visual, de los tipos de falla de la metodología URCI.
- El rugosímetro de Merlín (para medir la rugosidad del pavimento).
- Cinta métrica de 50 m.
- Wincha.
- Cámara fotográfica.
- Chalecos de seguridad.
- Mira metálica, para medir la deformación transversal.
- Planos de localización.

### **3.4.3. Procesamiento y presentación de resultados**

Luego de tener los datos productos de las mediciones en campo, se realizó el procesamiento y análisis de estos. Para el procesamiento de la rugosidad de la carretera se mostró en unidades de m/km, y para el tipo de falla por la metodología URCI se mostró en una escala numérica. Los resultados del procesamiento son presentados mediante gráficos, los cuales vinculan el comportamiento superficial durante los periodos de evaluación de una carretera no pavimentada con superficie de rodadura afirmada estabilizada.

## **CAPITULO IV - DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **4.1. Introducción**

En nuestro país, la red vial es sumamente importante para lograr un desarrollo sostenible, económico – social. En la construcción de carreteras se deben hacer uso de los últimos avances tecnológicos con el objetivo de maximizar su calidad, durabilidad y minimizar los costos de construcción y mantenimiento. La carretera en estudio pertenece a la Red Vial Vecinal.

Para el desarrollo de la investigación se optó por utilizar la metodología del IRI y del URCl, que consiste en el monitoreo de la superficie estabilizada, de ello se recopiló datos de campo para hallar la Rugosidad (IRI) y el Índice de Condición de Carretera No Pavimentada (URCl). Causados por el tráfico que circula en la zona de estudio carretera del centro poblado de Pachabamba al centro poblado de Pomacucho, tramo km 2+000 – km 8+000.

Esta carretera fue estabilizada a nivel de base granular (superficie de rodadura) químicamente con el uso de aditivo líquido Proestech y aglomerante (cemento portland) cada uno en proporción a sus especificaciones técnicas.

Antes de realizar cualquier cálculo y análisis, se deben obtener los siguientes datos, para el desarrollo de la investigación, tales como la característica geométrica de la vía, volumen del tráfico, características del afirmado y ubicación de la zona de estudio.

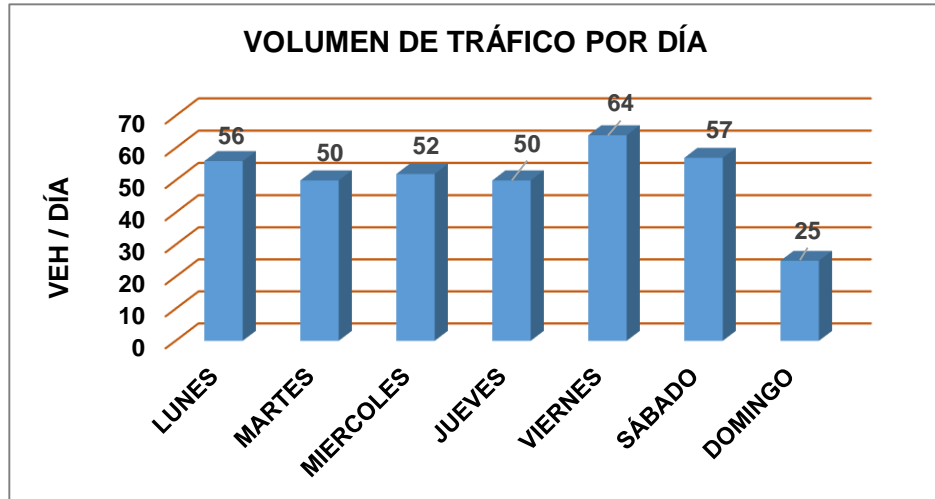
#### 4.1.1. Volumen de Tráfico

El estudio del volumen de tránsito se realiza con el propósito de obtener datos reales sobre el número de vehículos que pasan por una sección de la vía, cuyo parámetro principal es el índice Medio Diario Anual (IMDA), definido como el valor numérico estimado del tráfico vehicular en un determinado tramo de la red en un año. El IMDA es el resultado de los conteos volumétricos y clasificación vehicular en campo en una semana, y un factor de corrección que estima el comportamiento anualizado del tráfico. Los sustentos de cálculo del conteo vehicular para la vía en estudio, se muestran en la Tabla 4.1, 4.2, 4.3; así como su respectiva representación en el gráfico 4.1.

**Tabla 4.1. Conteo de tráfico**

		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
Clasificación	Descripción	10/09/2018	11/09/2018	12/09/2018	13/09/2018	14/09/2018	15/09/2018	16/09/2018
Vehículos Livianos	Auto	13	12	11	10	16	12	4
	Camioneta	25	21	23	24	27	27	13
Camión - 2 ejes	Camión	18	17	18	16	21	18	8
<b>TOTAL</b>		<b>56</b>	<b>50</b>	<b>52</b>	<b>50</b>	<b>64</b>	<b>57</b>	<b>25</b>

**Fuente: Elaboración propia**

**Gráfico 4.1. Volumen de tráfico por día**

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4.2. Promedio de tráfico vehicular de la semana de conteo**

Tráfico vehicular en dos sentidos por día		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	TOTAL SEMANA	IMDS	FC	IMDA
Clasificación	Descripción	10/09/2018	11/09/2018	12/09/2018	13/09/2018	14/09/2018	15/09/2018	16/09/2018				
Vehículos Livianos	Auto	13	12	11	10	16	12	4	78	11	1.031114	11
	Camioneta	25	21	23	24	27	27	13	160	23	1.031114	24
Camión - 2 ejes	Camión	18	17	18	16	21	18	8	116	17	1.023322	17
	<b>TOTAL</b>	56	50	52	50	64	57	25				

**Fuente: Elaboración propia**

- $IMDA = IMDS \times FC$
- $IMDS = \sum Vi / 7$

**Donde:** IMDS = Índice Medio Diario Semanal.

IMDA = Índice Medio Anual.

Vi = Volumen Vehicular diario de cada de los días de conteo.

FC = Factores de Corrección Estacional.



**Tabla 4.3. Resumen de cálculo de IMDA**

Tráfico vehicular en dos sentidos por día			IMDA	Distribución
Clasificación	Descripción			(%)
Vehículos Livianos	AU	Auto	11	21.15
	CM	Camioneta	24	46.15
Camión - 2 ejes	C2	Camión	17	32.69
			<b>TOTAL</b>	<b>52</b>
				<b>100.00</b>

**Fuente: Elaboración propia**

#### 4.1.2. Características del Afirmado

El afirmado estabilizado de la carretera Pachabamba – Pomacucho, está conformado por material de la cantera del centro poblado de Pachabamba que tiene las siguientes características:

- Clasificación SUCS: GP - GC
- Límite Líquido: 25.00
- Límite Plástico: 20.00
- Índice plástico: 5.00
- % de grava: 58.87%
- % de arena: 31.78%
- % de limo y arcilla: 9.35%
- % de humedad: 3.68%
- CBR al 100%: 80.86%
- Desgaste de los agregados: 33.28%

El afirmado estabilizado está compuesto con material de la cantera del centro poblado de Pachabamba, con una proporción de 58.87% de grava (de tamaño máximo de 2"), 31.78% de arena y 9.35% de finos como ligante, mezclado con el aditivo líquido (Proestech en 0.22Lt/m<sup>3</sup>) y aglomerante (cemento portland 27 kg/m<sup>3</sup>). El material estabilizado tiene un espesor de 15 cm, que viene a ser el espesor del afirmado.

#### **4.1.3. Características geométricas**

Las características geométricas de la sección del tramo seleccionado son:

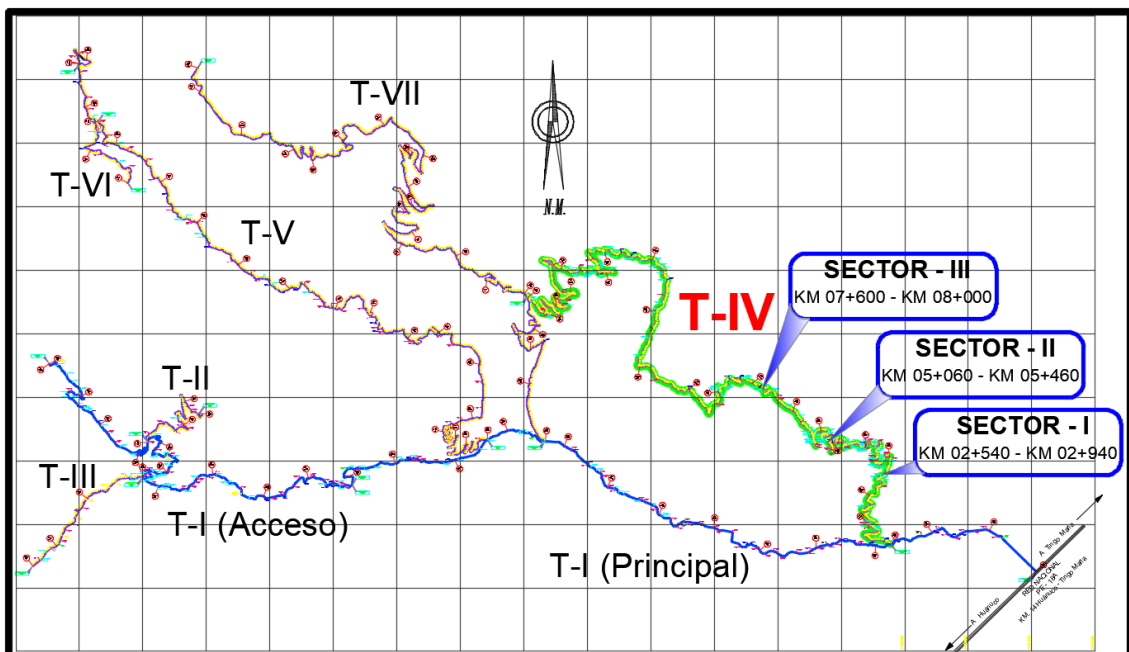
- IMDA (veh/día) : 52
- Longitud (km) : 6.00
- Pendiente mínima (%) : 1.24
- Pendiente máxima (%) : 12.00
- N° de carriles : 1
- Ancho de calzada (m) : 4.50
- Bombeo (%) : 2.00
- Superficie de rodadura (cm) : Afirmado estabilizado

#### **4.1.4. Ubicación de la zona de estudio**

El desarrollo de la presente investigación, se realizó en la carretera del centro poblado de Pachabamba hasta centro poblado de Pomacucho, que consta de una longitud de 19.5 km, del distrito de Santa María del Valle - Huánuco. Para la muestra de la investigación se desarrolló en una longitud de 6 km que comprende entre el tramo del centro poblado de Pachabamba ubicado en el km 2+000 hasta el centro poblado de Ñauza que se ubica en el km 8+000.

El proyecto de afirmado estabilizado de la malla vial el valle consta de 7 tramos de diferentes longitudes, para la investigación se optó la evaluación en el tramo 4, que se muestra a continuación en la figura 4.1.

**Figura 4.1. Plano clave del proyecto.**



**Fuente: Elaboración propia**

➤ **Características de los sectores en evaluación:**

- **Sector I: (km 2+540 – 2+940)**

El sector I presenta las siguientes características:

- Altitud : 2128 msnm
- Pendiente : 1.24 % - 9.70%

- **Sector II: (km 5+060 – km 5+460)**

El sector II presentan las siguientes características:

- Altitud : 2365 msnm
- Pendiente : 5.61% - 7.08%

- **Sector III: (km 7+600 – 8+000)**

El sector III presenta las siguientes características:

- Altitud : 2620 msnm
- Pendiente : 2.85% - 12.00%

#### **4.1.5. Rugosidad**

Para la medición de la Rugosidad se ha empleado el equipo de Merlín, desarrollando las siguientes actividades:

##### **4.1.5.1. Trabajo de Campo**

La información de campo se ha obtenido de un tramo de 400m de longitud, de los siguientes sectores del sector I desde el km 02+540 hasta el

km 02+940, sector II desde el km 05+060 hasta el km 05+460 y del sector III desde el km 07+600 hasta el km 08+000, sobre la huella interna y externa del carril de la vía.

Para obtener dicha información se utilizó el equipo de Merlín, con sus respectivos formatos de recolección de datos. Las mediciones en campo fueron en periodos mensuales durante los 5 primeros meses que la carretera se puso en servicio.

**Fotografía 4.1. Tramo de medición con el equipo de Merlín**



**Fuente: Propia**

Para la ejecución de los ensayos se requiere de dos personas que trabajan conjuntamente, un operador que conduce el equipo y realiza las lecturas y un auxiliar que las anota.

Para determinar un valor de rugosidad se deben realizar 200 observaciones de las irregularidades que presenta el pavimento, cada una de

las cuales son detectadas por el patín móvil del Merlín, y que a su vez son indicadas por la posición que adopta el puntero sobre la escala graduada del tablero, generándose de esa manera las lecturas. Las observaciones deben realizarse estacionando el equipo, generalmente tomando como referencia la circunferencia de la rueda del Merlín, que es aproximadamente de 2m, es decir cada ensayo se realiza al cabo de una vuelta de la rueda.

**Fotografía 4.2. Marca de referencia sobre la rueda**



**Fuente: Propia**

En cada observación el instrumento debe descansar sobre tres puntos fijos e invariables, la rueda, al apoyo fijo y el estabilizador. La posición que adopta el puntero corresponderá a una lectura entre 1 y 50, se anotará en un formato de campo compuesto por 20 filas y 10 columnas; empezando por el casillero (1,1), los datos se llenan de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha.

**Fotografía 4.3. Formatos de recolección de datos**

**Fuente: Propia**

**4.1.5.2. Trabajo de Gabinete**

Luego de obtener las mediciones de cada sector y de cada mes de monitoreo, se procede al cálculo de IRI, con el uso de Microsoft Excel, se realizó lo siguiente:

Se realizó la agrupación de los 200 datos para el cálculo del Rango "D", en seguida se graficó el histograma de la distribución de frecuencia de las 200 mediciones, posteriormente se estableció el Rango "D" de los valores agrupados en intervalos de frecuencia "D", luego de descartarse el 5% (10 datos) del extremo inferior y 5% (10 datos) del extremo superior, se calcula el ancho del histograma en unidades de la escala, considerando las fracciones que pudiesen resultar como consecuencia de la eliminación de los datos.

El Rango “D”, determinado se debe expresar en milímetros para lo cual se multiplica, el número de unidades calculado por el valor que tiene cada unidad en milímetros (5mm). En seguida al valor en unidades de milímetros se le multiplica por un factor de 2 por la variación de relación de brazos.

Con el valor de “D” definido se procede al cálculo del IRI utilizando la fórmula  $IRI = 0.593 + 0.0471D$ ; cuyo resultado se expresa en m/km.

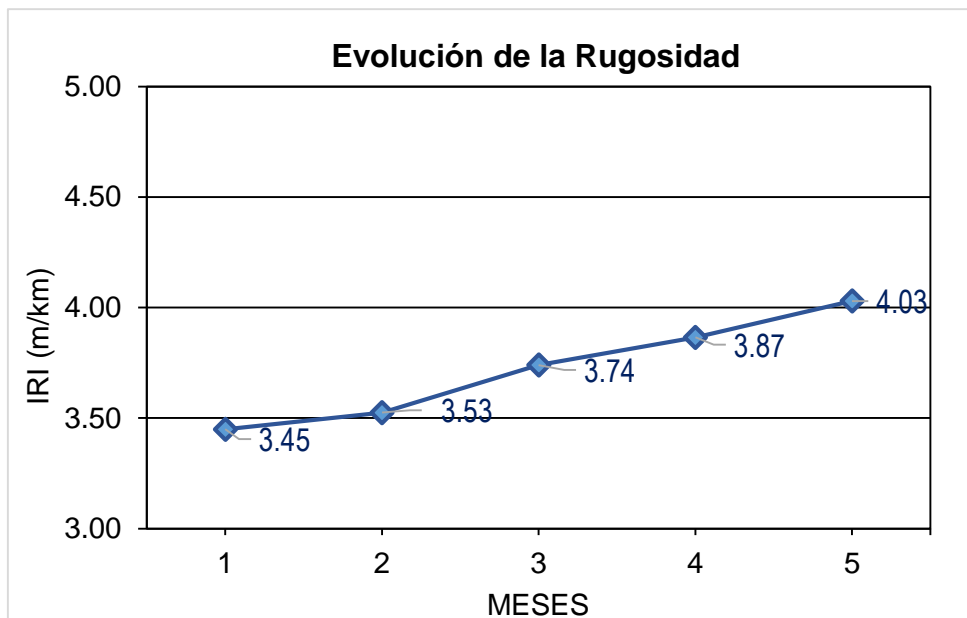
A continuación se presenta la evolución del IRI, del sector I, sector II y sector III; en cada sector se realizó 5 ensayos mensuales a partir del primer mes de servicio de la carretera de afirmado estabilizado químicamente.

➤ Resumen de la Evolución de la Rugosidad - Sector I

**Tabla 4.4. Evolución de la Rugosidad Sector I**

SECTOR I (KM 02+540 - KM 02+940)						
Ensayo N°	Mes	Huella	IRI	Huella	IRI	IRI Promedio
1	1	Externa	3.42	Interna	3.48	<b>3.45</b> m/km
2	2	Externa	3.5	Interna	3.55	<b>3.53</b> m/km
3	3	Externa	3.7	Interna	3.78	<b>3.74</b> m/km
4	4	Externa	3.84	Interna	3.89	<b>3.87</b> m/km
5	5	Externa	3.97	Interna	4.09	<b>4.03</b> m/km



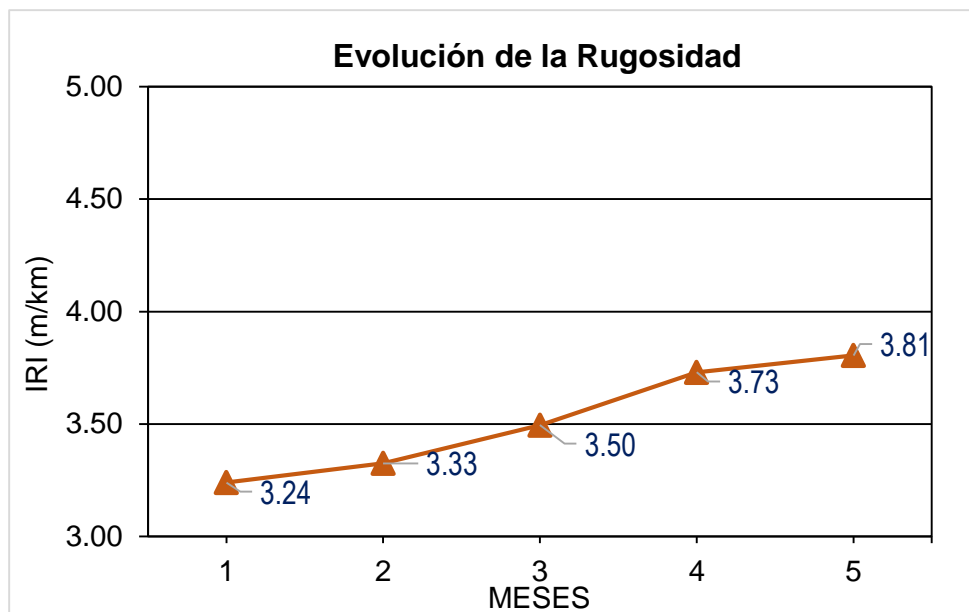
**Gráfico 4.2. Evolución de la Rugosidad Sector I**

De los cálculos del IRI para el sector I, se sacó el promedio de la huella externa con la huella interna, obteniendo un IRI promedio por mes de monitoreo,

➤ Resumen de la Evolución de Rugosidad - Sector II

**Tabla 4.5. Evolución de la Rugosidad Sector II**

SECTOR II (KM 05+060 - KM 05+460)						
Ensayo N°	Mes	Huella	IRI	Huella	IRI	IRI Promedio
1	1	Externa	3.26	Interna	3.22	3.24 m/km
2	2	Externa	3.35	Interna	3.3	3.33 m/km
3	3	Externa	3.52	Interna	3.47	3.50 m/km
4	4	Externa	3.7	Interna	3.76	3.73 m/km
5	5	Externa	3.8	Interna	3.81	3.81 m/km

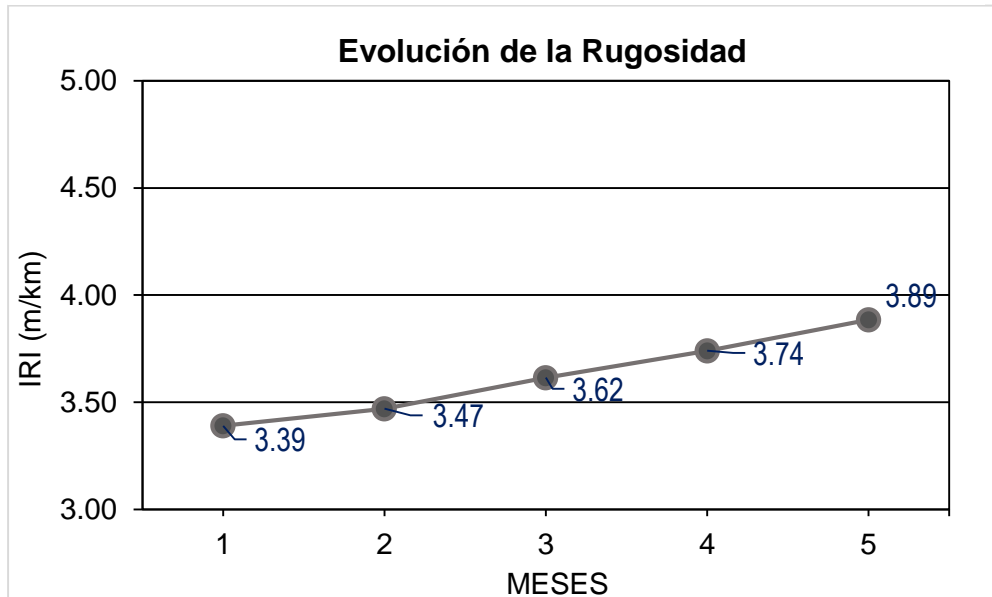
**Gráfico 4.3. Evolución de Rugosidad Sector II**

De los cálculos del IRI para el sector II, se sacó el promedio de la huella externa con la huella interna, obteniendo un IRI promedio por mes de monitoreo, reflejando la evolución del IRI del sector II en el gráfico 4.3.

➤ Resumen de la Evolución de la Rugosidad - Sector III

**Tabla 4.6. Evolución de la Rugosidad Sector III**

SECTOR III (KM 07+600 - KM 08+000)						
Ensayo N°	Mes	Huella	IRI	Huella	IRI	IRI Promedio
1	1	Externa	3.36	Interna	3.42	3.39 m/km
2	2	Externa	3.45	Interna	3.49	3.47 m/km
3	3	Externa	3.61	Interna	3.62	3.62 m/km
4	4	Externa	3.73	Interna	3.75	3.74 m/km
5	5	Externa	3.86	Interna	3.91	3.89 m/km

**Gráfico 4.4. Evolución de la Rugosidad Sector III**

De los cálculos del IRI para el sector III, se sacó el promedio de la huella externa con la huella interna, obteniendo un IRI promedio por mes de monitoreo, reflejando la evolución del IRI del sector III en el gráfico 4.4

#### **4.1.6. Índice de Condición de Carretera No Pavimentada (URCI)**

Para determinar los deterioros más frecuentes de la superficie de la carretera, se ha empleado la metodología URCI (Índice de Condición de Carretera No Pavimentada), desarrollando las siguientes actividades:

##### **4.1.6.1. Trabajo de Campo**

Para establecer la unidad de muestra se ejecutó entre dos progresivas continuas en la carretera dando una longitud de 40 m, por un ancho de calzada de 4.50 m, obteniendo un área de unidad de muestra de carretera de 180 m<sup>2</sup>.

Para el trabajo de campo se realizó la recolección de información en tres sectores: Sector I km 02+540 – km 02+940, Sector II km 05+060 – km 05+460 y Sector III km 07+600 – km 8+000. De dichos sectores se eligió progresivas continuas para la unidad de muestra de 40 m de longitud, como se aprecia a continuación:

**Tabla 4.7. Unidad de muestra**

<b>Sector I</b>	Muestra I	KM 02 + 700 - KM 02+740
	Muestra II	KM 02 + 800 - KM 02+840
<b>Sector II</b>	Muestra I	KM 05 + 190 - KM 02+230
	Muestra II	KM 05 + 380 - KM 05+420
<b>Sector III</b>	Muestra I	KM 07 + 600 - KM 07+640
	Muestra II	KM 07 + 960 - KM 08+000

**Fuente: Elaboración propia**

Luego se procedió a identificar los tipos de falla en cada unidad de muestra, recolectando toda la información de los tipos de falla en la planilla correspondiente, como se muestra en la tabla 4.8.

Tabla 4.8. Planilla de evaluación de URCI

PLANILLA EVALUACIÓN DE URCI								
Carretera: CENTRO POBLADO PACHABAMBA KM 02+450 - 02+940				Sección:		4.5 M		
Fecha: 21/11/2018				Unidad de muestra:		I		
Ejecutado por: Masgo Soto				Área de muestra:		180 M2		
Tipos de Falla								
81. Inadecuada sección transversal (m)								
82. Inadecuado drenaje (m)								
83. Encalaminado (m2)								
84. Polvo								
85. Hueco (numero)								
86. Ahuellamiento (m2)								
87. Perdida de agregado (m)								
Cantidad de Fallas y severidad								
Tipo		81	82	83	84	85	86	87
Cantidad y Severidad	L						2	13.77
	M							
	H							
Cálculo URCI								
Tipo de Falla	Densidad (%)	Severidad	Valor deducido	Esquema:				
86	1.11	L	1					
87	7.65	L	4					
Valor deducido total:	q=	URCI:		Condición:				
5	1	95		EXCELENTE				

Fuente: Elaboración propia

➤ Detalles de fallas:

**81. Inadecuada Sección Transversal:** No se presenta esta falla.

**Fotografía 4.4. Sección transversal adecuada**



**Fuente. Propia**

**82. Inadecuado Drenaje:** No se presenta este tipo de falla.

**Fotografía 4.5. Drenaje adecuado**



**Fuente: Propia**

**83. Encalaminado:** No se presenta este tipo de falla.

**Fotografía 4.6. Sin presencia de encalaminado**



**Fuente: Propia**

**84. Polvo:** No se presenta este tipo de falla

**Fotografía 4.7. Sin presencia de polvo**



**Fuente: Propia**



**85. Huecos:** No presenta este tipo de falla.

**Fotografía 4.8. Sin huecos**



**Fuente: Propia**

**86. Ahuellamiento:** Se presenta este tipo de falla en varias secciones en la vía, siendo su severidad para todos los casos leve (menor de 2.5 cm).

**Fotografía 4.9. Libre de ahuellamiento**



**Fuente: Propia**



**87. Pérdida de Agregado:** Este tipo de falla se presenta en la vía desde el segundo monitoreo mensual, donde la severidad que presenta es leve.

**Fotografía 4.10. Pérdida de agregado**



**Fuente: Propia**

#### 4.1.6.2. Trabajo de Gabinete

Con la información recolectada de campo se ha procesado el cálculo del URCI para cada unidad de muestra, para luego proceder a calcular el URCI, así mismo el promedio de las muestras del URCI.

A continuación se muestran los resultados del URCI de cada unidad de muestra por sector.

#### ➤ Sector I

**Tabla 4.9. Resultados URCI Sector I - Muestra I**

MUESTRA I						
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	KM 02+700 - KM 02+740				
		2018				2019
		22-Sep	19-Oct	21-Nov	20-Dic	18-Ene
		N°1	N°2	N°3	N°4	N°5
85. HUECO	L	0	0	0	0	3
86. AHUELLAMIENTO	L	0	0	1	4	6
87. PERDIDA DE AGREGADO	L	0	3	4	5	6
URCI		100	97	95	91	89
ESTADO		Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente

**Fuente. Elaboración propia**

**Tabla 4.10. Resultados URCI Sector I – Muestra II**

MUESTRA II						
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	KM 2+800 - KM 2+840				
		2018				2019
		22-Sep	19-Oct	21-Nov	20-Dic	18-Ene
		N°1	N°2	N°3	N°4	N°5
85. HUECO	L	0	0	0	0	3
86. AHUELLAMIENTO	L	0	0	1	4	5
87. PERDIDA DE AGREGADO	L	0	3	4	5	7
URCI		100	97	95	91	89
ESTADO		Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente

**Fuente: Elaboración propia**

## ➤ Sector II

**Tabla 4.11. Resultados URCI Sector II – Muestra I**

MUESTRA I						
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	KM 5+190 - KM 5+230				
		2018				2019
		22-Sep	19-Oct	21-Nov	20-Dic	18-Ene
		N°1	N°2	N°3	N°4	N°5
86. AHUELLAMIENTO	L	0	0	0	0	2
87. PERDIDA DE AGREGADO	L	0	2	4	5	5
URCI		100	98	96	95	93
ESTADO		Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente

**Fuente: Elaboración propia****Tabla 4.12. Resultados URCI Sector II – Muestra II**

MUESTRA II						
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	KM 5+380 - KM 5+420				
		2018				2019
		22-Sep	19-Oct	21-Nov	20-Dic	18-Ene
		N°1	N°2	N°3	N°4	N°5
86. AHUELLAMIENTO	L	0	0	0	0	2
87. PERDIDA DE AGREGADO	L	0	2	4	5	5
URCI		100	98	96	95	93
ESTADO		Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente

**Fuente: Elaboración propia**

## ➤ Sector III

**Tabla 4.13. Resultados URCI Sector III – Muestra I**

MUESTRA I						
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	KM 7+600 - KM 7+640				
		2018				2019
		22-Sep	19-Oct	21-Nov	20-Dic	18-Ene
		N°1	N°2	N°3	N°4	N°5
86. AHUELLAMIENTO	L	0	0	0	1	2
87. PERDIDA DE AGREGADO	L	0	2	4	5	7
URCI		100	98	96	94	91
ESTADO		Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente

**Fuente: Elaboración propia**

**Tabla 4.14. Resultados URCI Sector III – Muestra II**

MUESTRA II						
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	KM 7+960 - KM 8+000				
		2018				2019
		22-Sep	19-Oct	21-Nov	20-Dic	18-Ene
		N°1	N°2	N°3	N°4	N°5
86. AHUELLAMIENTO	L	0	0	0	1	2
87. PERDIDA DE AGREGADO	L	0	2	4	5	7
URCI		100	98	96	94	91
ESTADO		Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente

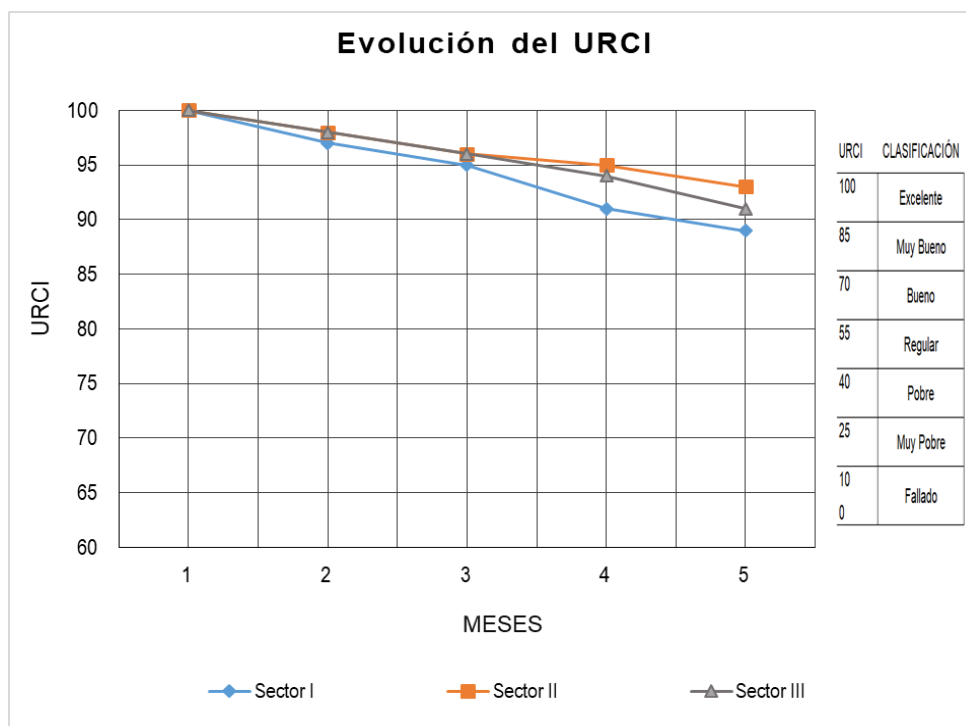
Fuente: Elaboración propia

➤ Promedio de las muestras del URCI.

**Tabla 4.15. URCI promedio de los 3 sectores**

	SECTOR I		SECTOR II		SECTOR III	
	MUESTRA	MUESTRA	MUESTRA	MUESTRA	MUESTRA	MUESTRA
	I	II	I	II	I	II
<b>MEDICIÓN N°1</b>	100	100	100	100	100	100
PROMEDIO	100		100		100	
ESTADO	EXCELENTE		EXCELENTE		EXCELENTE	
<b>MEDICIÓN N°2</b>	97	97	98	98	98	98
PROMEDIO	97		98		98	
ESTADO	EXCELENTE		EXCELENTE		EXCELENTE	
<b>MEDICIÓN N°3</b>	95	95	96	96	96	96
PROMEDIO	95		96		96	
ESTADO	EXCELENTE		EXCELENTE		EXCELENTE	
<b>MEDICIÓN N°4</b>	91	91	95	95	94	94
PROMEDIO	91		95		94	
ESTADO	EXCELENTE		EXCELENTE		EXCELENTE	
<b>MEDICIÓN N°5</b>	89	89	93	93	91	91
PROMEDIO	89		93		91	
ESTADO	EXCELENTE		EXCELENTE		EXCELENTE	

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 4.5. Evolución de URCI**

**Fuente: Elaboración propia**

De los resultados de la evaluación por el periodo de los 5 primeros meses de puesta en servicio la carretera afirmada estabilizada químicamente, se puede observar que según la clasificación URCI, para el Sector I presenta un valor promedio de 89, para el Sector II presenta un valor promedio de 93 y para el Sector III presenta un valor promedio de 91, para el quinto mes de evaluación, clasificando en un estado de conservación de Excelente.

## CAPITULO V - DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 5.1. La Rugosidad

Luego de procesar la información obtenida de las mediciones con el equipo de Merlín, durante 5 meses por periodos mensuales; en el tramo de la carretera Pachabamba - Pomacucho. Se presenta los siguientes resultados con respecto a la rugosidad.

**Tabla 5.1. Evolución de la Rugosidad**

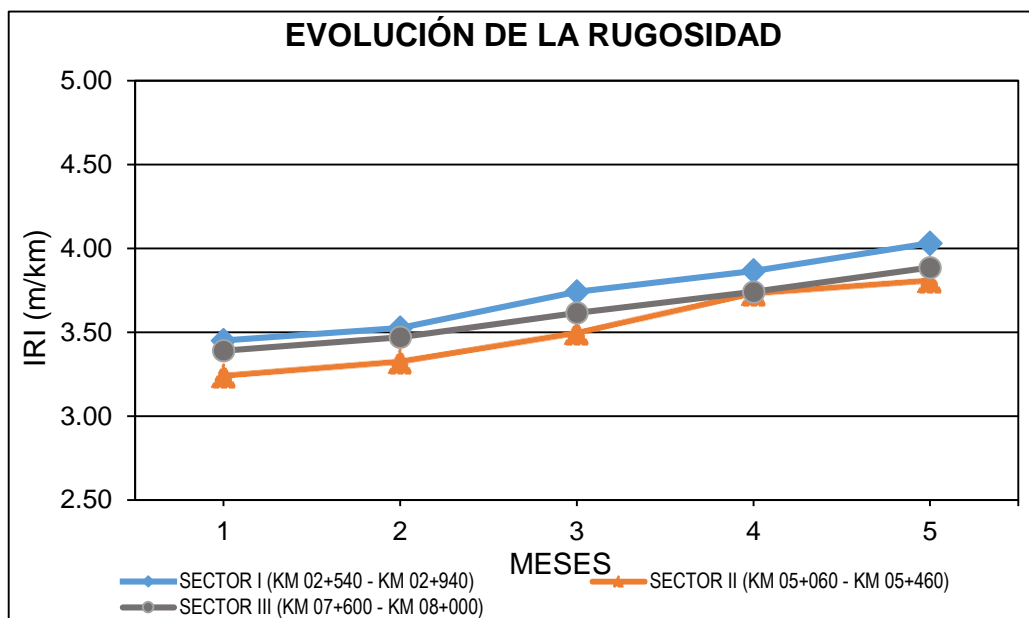
Mes	SECTOR I	SECTOR II	SECTOR III
	(KM 02+540 - KM 02+940) IRI (m/km)	(KM 05+060 - KM 05+460) IRI (m/km)	(KM 07+600 - KM 08+000) IRI (m/km)
1	3.45	3.24	3.39
2	3.53	3.33	3.47
3	3.74	3.50	3.62
4	3.87	3.73	3.74
5	4.03	3.81	3.89

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5.2. Estado vial, según la Rugosidad**

Estado	Pavimentadas Rugosidad	No Pavimentadas Rugosidad
Bueno	$0 < IRI \leq 2.8$	$IRI \leq 6$
Regular	$2.8 < IRI \leq 4.0$	$6 < IRI \leq 8$
Malo	$4.0 < IRI \leq 5.0$	$8 < IRI \leq 10$
Muy malo	$5 < IRI$	$10 \leq IRI$

Fuente: Especificaciones técnicas generales para la conservación de carreteras MTC. 2007

**Gráfico 5.1. Evolución de la Rugosidad**

**Fuente: Elaboración propia**

De los resultados obtenidos y en comparación a Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras MTC, señalado en la tabla 5.2, para el quinto mes de servicio, el sector I presenta un IRI de 4.03 m/km, el sector II presenta un IRI de 3.81 m/km y el sector III presenta un IRI de 3.98 m/km. Por lo que el IMDA de 52 veh/día en la zona de estudio influye de manera leve en el desgaste del afirmado estabilizado, ya que este encuentra con un  $IRI \leq 6$ , que es un indicativo de Buen estado de conservación para dicho tiempo de monitoreo.

➤ **Ecuación de línea de tendencia**

Para poder determinar la influencia del tráfico en el desgaste de afirmados estabilizados químicamente, en un tiempo mayor a los 5 meses de monitoreo. Se decidió usar la línea tendencia, para un tiempo de 18 meses, en base a los valores históricos recopilados durante los cinco primeros meses de servicios de la carretera.

A continuación se muestran las ecuaciones polinómicas para cada sector, estas ecuaciones se eligieron por presentar menor error de tendencia.

**Tabla 5.4. Ecuaciones de tendencia para cada sector**

<b>SECTOR I</b> (KM 02+540 - KM 02+940)	<b>SECTOR II</b> (KM 05+060 - KM 05+460)	<b>SECTOR III</b> (KM 07+600 - KM 08+000)
$Y = 0.0007X^2 + 0.1377X + 3.293$	$Y = 0.0032X^2 + 0.1342X + 3.081$	$Y = 0.0079X^2 + 0.0789X + 3.297$

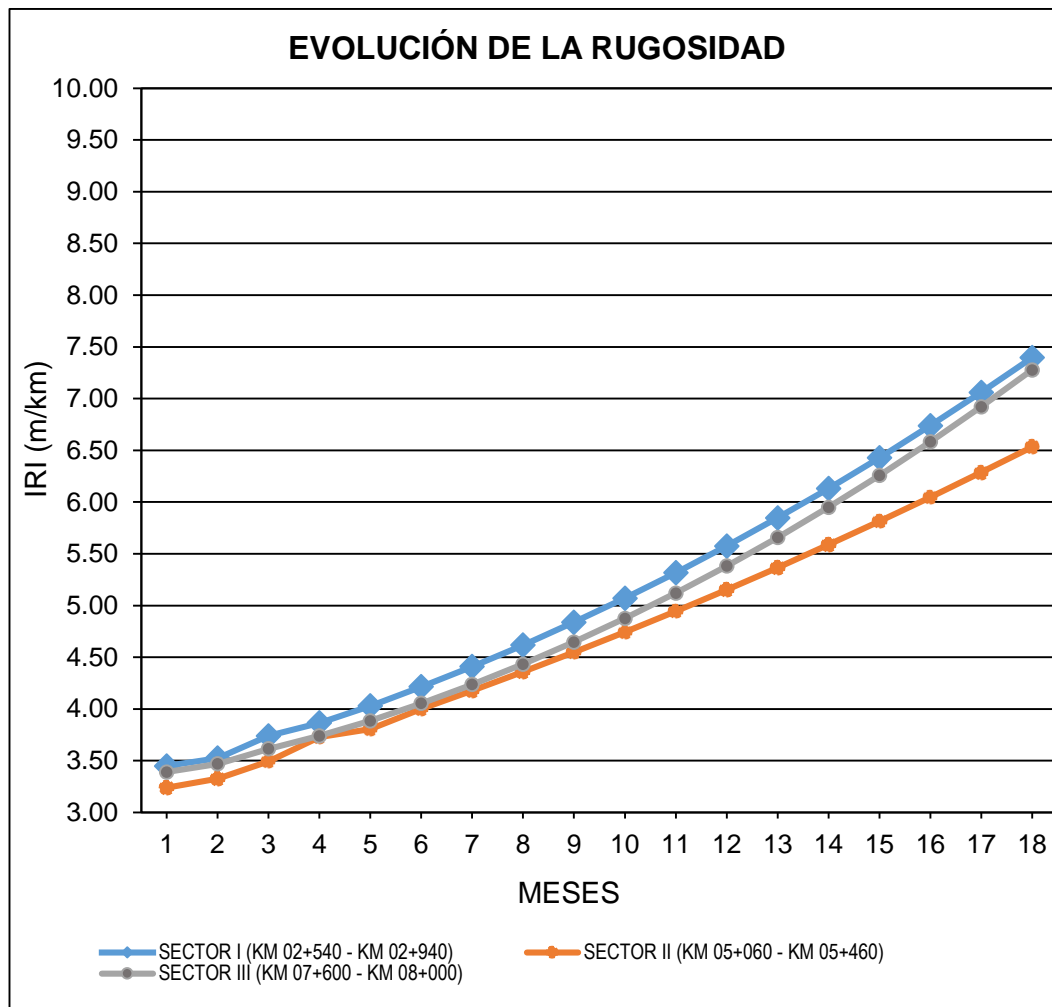
**Fuente: Elaboración propia**

**Tabla 5.3. Evolución de la Rugosidad**

<b>Mes</b>	<b>SECTOR I</b> (KM 02+540 - KM 02+940)	<b>SECTOR II</b> (KM 05+060 - KM 05+460)	<b>SECTOR III</b> (KM 07+600 - KM 08+000)
	<b>IRI (m/km)</b>	<b>IRI (m/km)</b>	<b>IRI (m/km)</b>
1	3.45	3.24	3.39
2	3.53	3.33	3.47
3	3.74	3.50	3.62
4	3.87	3.73	3.74
5	4.03	3.81	3.89
6	4.22	4.00	4.05
7	4.41	4.18	4.24
8	4.62	4.36	4.43
9	4.84	4.55	4.65
10	5.07	4.74	4.88
11	5.32	4.94	5.12
12	5.58	5.15	5.38
13	5.85	5.37	5.66
14	6.13	5.59	5.95
15	6.43	5.81	6.26
16	6.74	6.05	6.58
17	7.06	6.29	6.92
18	7.40	6.53	7.28



Gráfico 5.2. Evolución de la Rugosidad



Fuente: Elaboración propia

Al trazar las tendencias para el comportamiento de la Rugosidad se observa para el mes 18, la rugosidad en el sector I es 7.40 m/km, para el sector II es 6.53 m/km y para el sector III es 7.28 m/km. Al comparar los resultados del IRI de los tres sectores con los valores de Estado vial según la

Rugosidad, tabla 5.2, se encuentra dentro de  $6 < IRI \leq 8$ , el cual es un estado de conservación Regular.

Por lo que el IMDA de 52 veh/día en la zona de estudio influye de manera leve en el desgaste de la carretera de afirmado estabilizado químicamente, ya que este encuentra en Regular estado de conservación para la tendencia proyectada.

## 5.2. Índice de Condición de Carretera No Pavimentada (URCI)

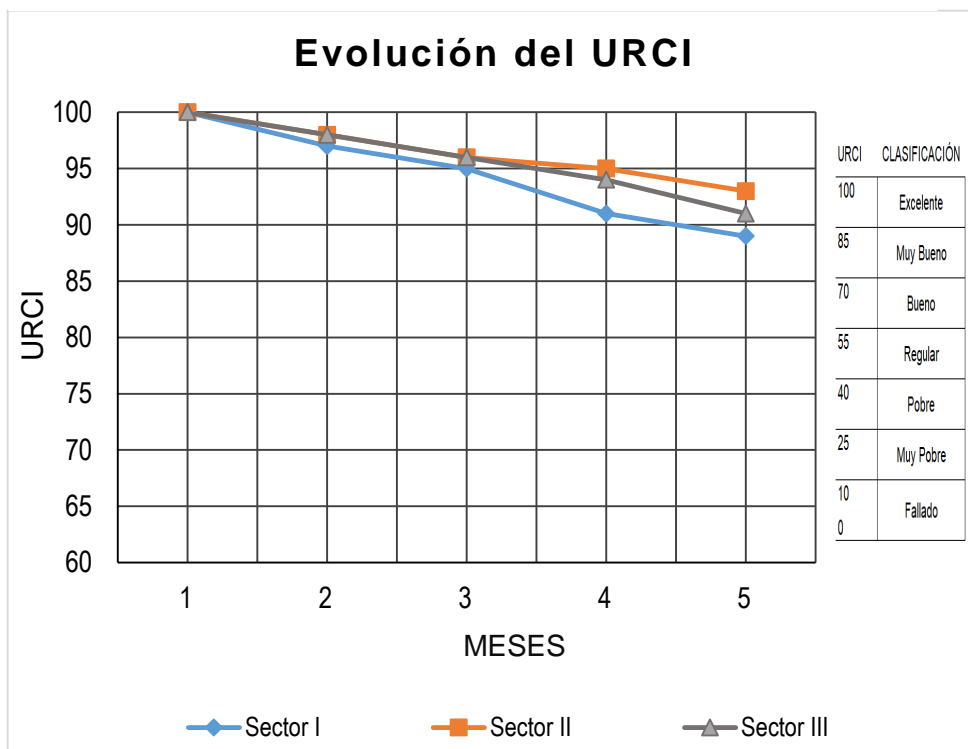
Luego de procesar la información identificando los tipos de fallas en cada uno de los sectores, a continuación se presenta el promedio de cada muestra según la metodología URCI.

**Tabla 5.5. URCI promedio de los tres sectores**

	SECTOR I		SECTOR II		SECTOR III	
	MUESTRA	MUESTRA	MUESTRA	MUESTRA	MUESTRA	MUESTRA
	I	II	I	II	I	II
<b>MEDICIÓN N°1</b>	100	100	100	100	100	100
PROMEDIO	100		100		100	
ESTADO	EXCELENTE		EXCELENTE		EXCELENTE	
<b>MEDICIÓN N°2</b>	97	97	98	98	98	98
PROMEDIO	97		98		98	
ESTADO	EXCELENTE		EXCELENTE		EXCELENTE	
<b>MEDICIÓN N°3</b>	95	95	96	96	96	96
PROMEDIO	95		96		96	
ESTADO	EXCELENTE		EXCELENTE		EXCELENTE	
<b>MEDICIÓN N°4</b>	91	91	95	95	94	94
PROMEDIO	91		95		94	
ESTADO	EXCELENTE		EXCELENTE		EXCELENTE	
<b>MEDICIÓN N°5</b>	89	89	93	93	91	91
PROMEDIO	89		93		91	
ESTADO	EXCELENTE		EXCELENTE		EXCELENTE	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.3. Evolución del URCI



**Fuente: Elaboración propia**

Según la metodología URCI, se observaron tres tipos de falla, la falla 85 (hueco), 86 (ahuellamiento) y 87 (pérdida de agregado), siendo estas de severidad low (baja) según la clasificación URCI, durante los 5 primeros meses de monitoreo.

Los valores URCI obtenidos en los tres sectores I, II y III, indican un estado de excelente, para la condición de la superficie de rodadura estabilizada de la carretera Pachabamba – Pomacucho, por lo que el factor

tráfico en la zona de estudio influye de manera leve en el desgaste de suelos de afirmado estabilizado químicamente.

Para poder conocer la evolución de los valores del URCl al mes 18, se realizó una tendencia, mediante una ecuación exponencial, el cual era más próximo a los puntos de dispersión de los valores obtenidos durante los 5 primeros meses de monitoreo de la carretera de afirmado estabilizado.

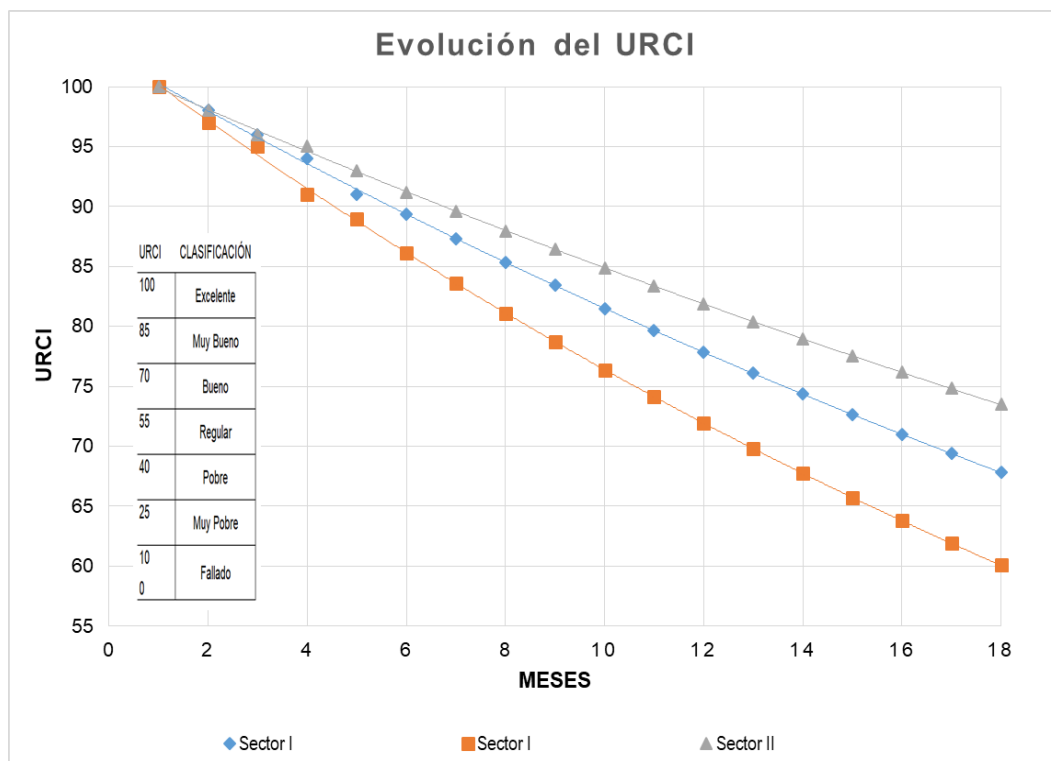
A continuación se muestran en la tabla los valores obtenidos de la tendencia.

**Tabla 5.6. Valores de tendencia URCl**

<b>MES</b>	<b>Sector I</b>	<b>Sector II</b>	<b>Sector III</b>
1	100	100	100
2	97	98	98.00
3	95	96	96.00
4	91	95	94.00
5	89	93	91.00
6	86.12	91.20	89.37
7	83.57	89.57	87.33
8	81.10	87.97	85.35
9	78.70	86.40	83.41
10	76.38	84.86	81.51
11	74.12	83.35	79.66
12	71.93	81.86	77.85
13	69.80	80.40	76.08
14	67.74	78.97	74.35
15	65.74	77.56	72.66
16	63.80	76.18	71.00
17	61.91	74.82	69.39
18	60.08	73.48	67.81

**Fuente: Elaboración propia**

Gráfico 5.4. Evolución del URCI



Fuente: Elaboración propia

Al trazar las tendencias para analizar el comportamiento del URCI se observa que para el mes 18 el URCI para el sector I es 60.98, para el sector II es 73.48 y para el sector III es 67.81. Por lo que el URCI, para dicho periodo se mantiene en un estado de clasificación Bueno, influyendo el factor tráfico de manera mínima en el desgaste de los suelos de afirmado estabilizados químicamente.

## CONCLUSIONES

1. Se estableció la influencia del factor tráfico de la carretera Pachabamba – Pomacucho, el cual tiene un IMDA de 52 veh/día, evaluado en el periodo de 5 meses desde setiembre de 2018 hasta enero de 2019, en el desgaste se suelos de afirmado estabilizado químicamente. Realizando los trabajos de monitoreo periódico en los tres sectores: sector I (KM 02+540 – KM02+940), sector II (KM 05+060 – KM 05+460) y sector III (KM 07+600 – KM 08+000), mediante la metodología del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y de Índice de Condición de Carretera No Pavimentada (URCI).
2. De los resultados del IRI de la vía, en el sector I (IRI = 4.03 m/km), sector II (IRI = 3.81 m/km) y sector III (IRI = 3.89 m/km), durante los 5 meses de servicio, según el estado vial de la Rugosidad para  $IRI \leq 6$  m/km, se clasifica en un estado de conservación Bueno.
3. De los resultados del URCI de la vía, se observaron los tipos de falla huecos, ahuellamiento y pérdida de agregado, donde obtuvieron los siguientes valores 89 para el sector I, 83 para el sector II y 91 para el sector III, durante los 5 meses de servicio, según la escala de la condición URCI de 85 a 100, se clasifica en una excelente condición del afirmado estabilizado.

4. De la evaluación de la superficie de rodadura del afirmado estabilizado, en los tres sectores durante 5 meses de servicio, la rugosidad presenta un estado bueno de conservación y se presenta fallas de hueco de severidad baja (85 L), ahuellamiento de severidad baja (86L) y pérdida de agregado de severidad baja (87L). Por tanto la influencia del factor tráfico en el desgaste de suelos de afirmado estabilizado químicamente es de manera leve.
5. La característica del tráfico que circula por la carretera en estudio, es un tráfico compuesto por vehículos ligeros (autos y camionetas) y vehículos pesados (camiones de dos ejes), con un IMDA de 52 veh/día, los cuales no afectan de manera considerable al desgaste del afirmado.
6. Así mismo el afirmado estabilizado tiene un espesor de 15cm y está compuesto con 58.87% de grava (no mayor a 2”), 31.78% de arena y 9.35% de finos, mezclados con aditivo líquido Proestech (0.22 litros/m<sup>3</sup>) y aglomerante (cemento portland 27 kg/m<sup>3</sup>). De su comportamiento frente al tráfico se pudo observar que el afirmado es óptimo para su conservación durante el periodo de servicio evaluado.
7. En el trabajo se pudo percibir que la metodología IRI y URCl, tienen una relación en cuanto al estado de la superficie de rodadura, ya que el IRI no puede ser considerado como único parámetro de estado de la superficie de rodadura del afirmado, porque que existe fallas como huecos, ahuellamiento y pérdida de agregado, de severidad baja, que no afectan

al perfil longitudinal (IRI). Estas fallas comienzan a afectar al IRI cuando la severidad es alta. Es por ello que siempre se debe realizar una inspección visual de la condición superficial del afirmado, para investigar a fondo la influencia del desgaste del afirmado estabilizado, para lo cual recomendamos aplicar la metodología IRI y URCl.

8. La tendencia estimada para el mes dieciocho de servicio de la carretera, obtuvieron resultados de rugosidad de 7.40 m/km, 6.53 m/km y 7.28 m/km, según el estado vial de rugosidad para  $6 < IRI \leq 8$ , se encuentran en un estado regular de conservación. Así mismo según el URCl, con los valores 60.08, 73.48 y 67.81; se encuentran entre 50 – 70 que es un indicativo de condición de bueno, por tanto la influencia del factor tráfico en el desgaste de suelos de afirmado estabilizado es de manera leve, para las condiciones que presenta la vía



## RECOMENDACIONES

1. Seguir realizando investigaciones sobre la influencia de factores climáticos sobre suelos de afirmado estabilizado químicamente.
2. Se sugiere ampliar los trabajos de investigación, referente a la ampliación de otros métodos de evaluación de superficie de rodadura de afirmado estabilizado, ya que se desea contar con varias alternativas para la evaluación.
3. Ver el comportamiento en carreteras de condiciones similares al trabajo de investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anticona Bermudez, L. (2012). *Innovación metodológica para evaluar superficie estabilizada con cloruro de magnesio aplicación vía de acceso a Caral (Km 05+000 - Km 15+000)*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Arriaga Patiño, M., Garnica Anguas, P., & Rico Rodríguez, A. (1998). *Índice internacional de rugosidad en la red carretera de México*. México: Sanfandila.
- Borja Suárez, M. (2012). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo: UNPRG.
- D.O. Paterson, W. (1987). *Road Deterioration and Maintenance Effects*. Washington: A World Bank Publication.
- Del Aguila Rodríguez, P. (1998). Metodología para la determinación de la rugosidad de los pavimentos. *Manual de usuario Merliner*, 22.
- Dirección General de Caminos y Ferrocarriles - MTC. (2013). *Manual de Carreteras: Sección Suelos y Pavimentos*. Lima.
- Dirección General de Caminos y Ferrocarriles - MTC. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG - 2018*. Lima.
- Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. (2008). *Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito*. Lima.
- Fernández Loaiza, C. (1993). *Mejoramiento y Estabilización de Suelos*. México: Limusa.
- Headquarters, Department of the Army. (1995). Unsurfaced Road Maintenance Management. *Tenical Manual TM 5-626*, 50.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones . (2007). *Especificaciones técnicas generales para la conservación de carreteras*. Lima.
- Proyectos y apuntes teóricos-prácticos de Ingeniería Civil. (26 de 11 de 2018). *Análisis de tráfico - Pavimentos de concreto asfáltico método*

AASHTO-93. Obtenido de  
<http://www.ingenierocivilinfo.com/2011/09/analisis-de-traffic-pavimentos-de.html>

- Rico Rodriguez, A., & Hermilio del Castillo. (1977). *La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres: Carretera, Ferrocarriles y Autopistas*. Mexico: Limusa.
- Schliessler, A. (1992). *Caminos: Un Nuevo Enfoque Para la Gestión y Conservación de Redes Viales*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Tecnología de Pavimentación PROES. (25 de 03 de 2014). *Estabilización de suelos*. Obtenido de [https://es.scribd.com/upload-document?archive\\_doc=214533026&escape=false&metadata=%7B%22context%22%3A%22archive\\_view\\_restricted%22%2C%22page%22%3A%22read%22%2C%22action%22%3A%22download%22%2C%22logged\\_in%22%3Atrue%2C%22platform%22%3A%22web%22%7D](https://es.scribd.com/upload-document?archive_doc=214533026&escape=false&metadata=%7B%22context%22%3A%22archive_view_restricted%22%2C%22page%22%3A%22read%22%2C%22action%22%3A%22download%22%2C%22logged_in%22%3Atrue%2C%22platform%22%3A%22web%22%7D)
- Wikipedia. (25 de 11 de 2018). *Desgaste*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Desgaste>

## ANEXOS

### Ensayos para medición de la Rugosidad (IRI)

#### ENSAYO N° 01 - SECTOR I (HUELLA EXTERNA)

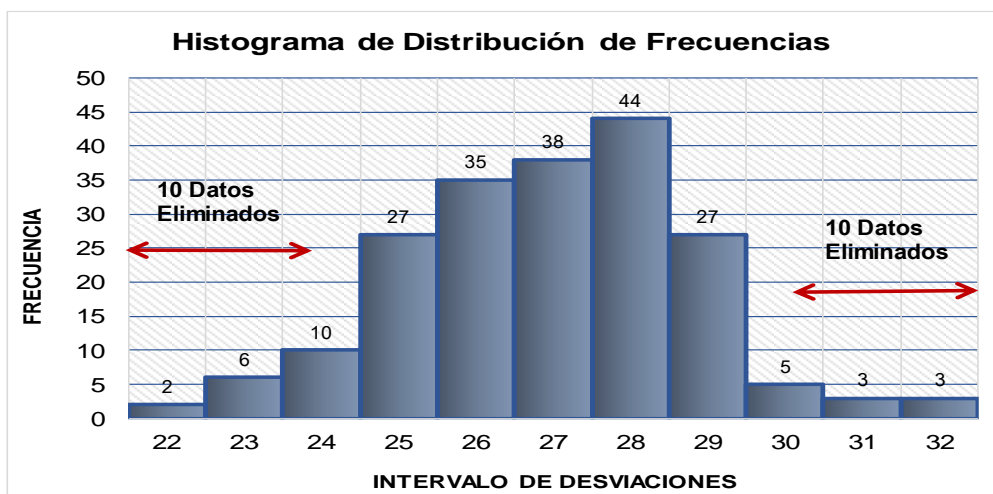
#### ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Carretera: Pachabamba - Pomacucho
Sector: I
Fecha: 22 de setiembre 2018

Ensayo N°: 01
Huella: Externo
Progresiva: KM 02+540 - KM 02+940

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	29	28	24	27	28	26	22	27	27	24	<b>Tipo de Pavimento:</b> Afirmado <input checked="" type="checkbox"/> Base granular <input type="checkbox"/> Base imprimada <input type="checkbox"/> Tratamiento bicapa <input type="checkbox"/> Carpeta en Frio <input type="checkbox"/> Carpeta en Caliente <input type="checkbox"/> Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/> Sello <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>
2	31	28	28	26	28	27	26	25	26	26	
3	26	29	27	28	27	26	25	25	28	25	
4	26	27	26	23	29	27	28	30	25	26	
5	29	27	27	28	27	28	27	30	25	29	
6	28	24	29	27	29	26	26	29	26	29	
7	26	23	28	28	28	29	27	28	27	24	
8	26	26	24	29	27	27	28	27	24	26	
9	28	28	25	28	28	29	29	27	27	29	
10	28	25	28	26	26	26	29	29	25	32	
11	24	28	27	27	23	25	24	30	28	25	
12	28	26	26	25	25	24	30	25	28	29	
13	27	25	26	29	28	26	32	28	26	28	
14	26	28	28	26	25	27	32	27	29	25	
15	27	25	25	29	23	28	30	25	28	28	
16	27	27	28	29	28	27	29	25	25	27	
17	26	27	29	28	29	27	28	25	26	26	
18	26	28	28	29	28	28	26	25	23	27	
19	26	25	28	29	27	23	26	29	28	25	
20	27	27	25	31	27	22	26	31	24	27	

#### CÁLCULO DE "D"



### AGRUPACIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RANGO "D"

Nº CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
1	0	0	10	0.00	0.00
2	0	0	10	0.00	0.00
3	0	0	10	0.00	0.00
4	0	0	10	0.00	0.00
5	0	0	10	0.00	0.00
6	0	0	10	0.00	0.00
7	0	0	10	0.00	0.00
8	0	0	10	0.00	0.00
9	0	0	10	0.00	0.00
10	0	0	10	0.00	0.00
11	0	0	10	0.00	0.00
12	0	0	10	0.00	0.00
13	0	0	10	0.00	0.00
14	0	0	10	0.00	0.00
15	0	0	10	0.00	0.00
16	0	0	10	0.00	0.00
17	0	0	10	0.00	0.00
18	0	0	10	0.00	0.00
19	0	0	10	0.00	0.00
20	0	0	10	0.00	0.00
21	0	0	10	0.00	0.00
22	2	2	10	0.00	0.00
23	6	8	8	0.00	0.00
24	10	18	2	0.00	0.80
25	27	45	0	1.00	0.00

Nº CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
26	35	80	0	1.00	0.00
27	38	118	0	1.00	0.00
28	44	162	0	1.00	0.00
29	27	189	0	1.00	0.00
30	5	194	4	0.00	0.20
31	3	197	7	0.00	0.00
32	3	200	10	0.00	0.00
33	0	200	10	0.00	0.00
34	0	200	10	0.00	0.00
35	0	200	10	0.00	0.00
36	0	200	10	0.00	0.00
37	0	200	10	0.00	0.00
38	0	200	10	0.00	0.00
39	0	200	10	0.00	0.00
40	0	200	10	0.00	0.00
41	0	200	10	0.00	0.00
42	0	200	10	0.00	0.00
43	0	200	10	0.00	0.00
44	0	200	10	0.00	0.00
45	0	200	10	0.00	0.00
46	0	200	10	0.00	0.00
47	0	200	10	0.00	0.00
48	0	200	10	0.00	0.00
49	0	200	10	0.00	0.00
50	0	200	10	0.00	0.00
<b>Σ</b>	<b>200</b>	<b>400</b>		<b>5.00</b>	<b>1.00</b>

**HALLAMOS EL RANGO DE "D"**

	V. ENTERO	V. FRACC.
D=	5.00	1.00
D=	6.00	

**SE CONVIERTE EN MILÍMETROS**

	D	5 milímetros
D=	6.00	5
D=	30.00 mm	
D *2=	60.00 mm	

### HALLAMOS ROGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Fórmulas:

F. (1)	<b>IRI = 0.593+0.0471D</b>	Cuando	2.4<IRI<15.9 o D > 50mm
F.(2)	<b>IRI=0.0485D</b>	Cuando	IRI<2.4 o D < 50mm

<b>Dmm</b>	<b>60.00 mm</b>
------------	-----------------

<b>IRI=</b>	<b>3.42 m/km</b>
-------------	------------------

El índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas : KM 02+540 y KM 02+940, es de **3.42 m/km**

**ENSAYO N° 01 - SECTOR I (HUELLA INTERNA)**

**ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN**

Carretera: Pachabamba - Pomacucho
Sector: I
Fecha: 22 de setiembre 2018

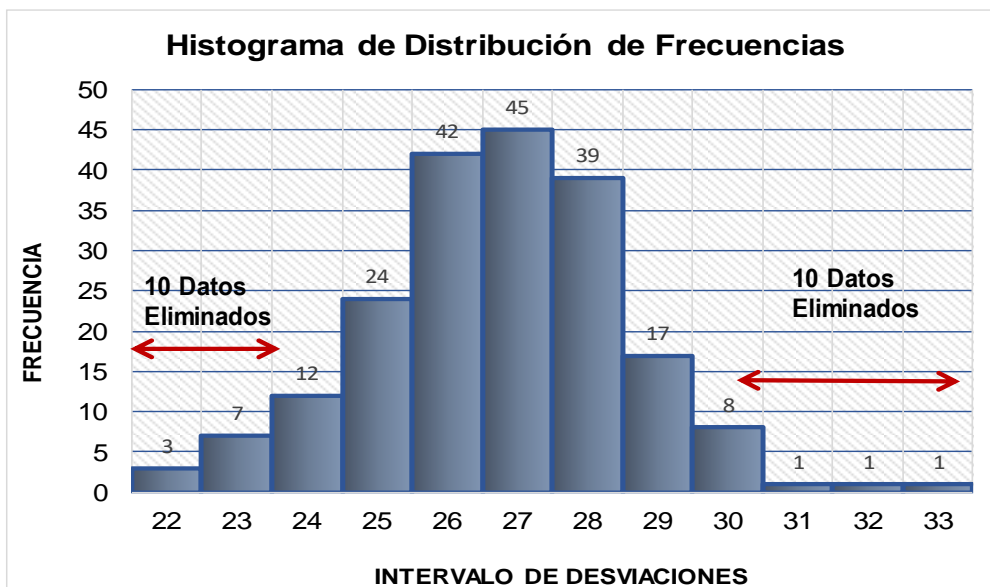
Ensayo N°: 01
Huella: Interna
Progresiva: KM 02+540 - KM 02+940

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

**Tipo de Pavimento:**

Afirmado	<input checked="" type="checkbox"/>
Base granular	<input type="checkbox"/>
Base imprimada	<input type="checkbox"/>
Tratamiento bicapa	<input type="checkbox"/>
Carpeta en Frio	<input type="checkbox"/>
Carpeta en Caliente	<input type="checkbox"/>
Recapeo asfáltico	<input type="checkbox"/>
Sello	<input type="checkbox"/>
Otros	<input type="checkbox"/>

**CÁLCULO DE "D"**



### AGRUPACIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RANGO "D"

Nº CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
1	0	0	10	0.00	0.00
2	0	0	10	0.00	0.00
3	0	0	10	0.00	0.00
4	0	0	10	0.00	0.00
5	0	0	10	0.00	0.00
6	0	0	10	0.00	0.00
7	0	0	10	0.00	0.00
8	0	0	10	0.00	0.00
9	0	0	10	0.00	0.00
10	0	0	10	0.00	0.00
11	0	0	10	0.00	0.00
12	0	0	10	0.00	0.00
13	0	0	10	0.00	0.00
14	0	0	10	0.00	0.00
15	0	0	10	0.00	0.00
16	0	0	10	0.00	0.00
17	0	0	10	0.00	0.00
18	0	0	10	0.00	0.00
19	0	0	10	0.00	0.00
20	0	0	10	0.00	0.00
21	0	0	10	0.00	0.00
22	3	3	10	0.00	0.00
23	7	10	7	0.00	0.00
24	12	22	0	1.00	0.00
25	24	46	0	1.00	0.00

Nº CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
26	42	88	0	1.00	0.00
27	45	133	0	1.00	0.00
28	39	172	0	1.00	0.00
29	17	189	0	1.00	0.00
30	8	197	7	0.00	0.13
31	1	198	8	0.00	0.00
32	1	199	9	0.00	0.00
33	1	200	10	0.00	0.00
34	0	200	10	0.00	0.00
35	0	200	10	0.00	0.00
36	0	200	10	0.00	0.00
37	0	200	10	0.00	0.00
38	0	200	10	0.00	0.00
39	0	200	10	0.00	0.00
40	0	200	10	0.00	0.00
41	0	200	10	0.00	0.00
42	0	200	10	0.00	0.00
43	0	200	10	0.00	0.00
44	0	200	10	0.00	0.00
45	0	200	10	0.00	0.00
46	0	200	10	0.00	0.00
47	0	200	10	0.00	0.00
48	0	200	10	0.00	0.00
49	0	200	10	0.00	0.00
50	0	200	10	0.00	0.00
$\Sigma$	200	400		6.00	0.13

#### HALLAMOS EL RANGO DE "D"

	V. ENTERO	V. FRACC.
D=	6.00	0.13
D=	6.13	

#### SE CONVIERTE EN MILÍMETROS

	D	5 milímetros
D=	6.13	5
D=	30.63 mm	
D *2=	61.25 mm	

#### HALLAMOS ROGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Fórmulas:

F. (1)	<b>IRI = 0.593+0.0471D</b>	Quando	2.4<IRI<15.9 o D > 50mm
F.(2)	<b>IRI=0.0485D</b>	Quando	IRI<2.4 o D < 50mm

Dmm	61.25 mm
-----	----------

IRI=	3.48 m/km
------	-----------

El índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas : KM 02+540 y KM 02+940, es de **3.48 m/km**

### ENSAYO N° 02 - SECTOR I (HUELLA EXTERNA)

#### ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Carretera: Pachabamba - Pomacucho
Sector: I
Fecha: 19 de octubre 2018

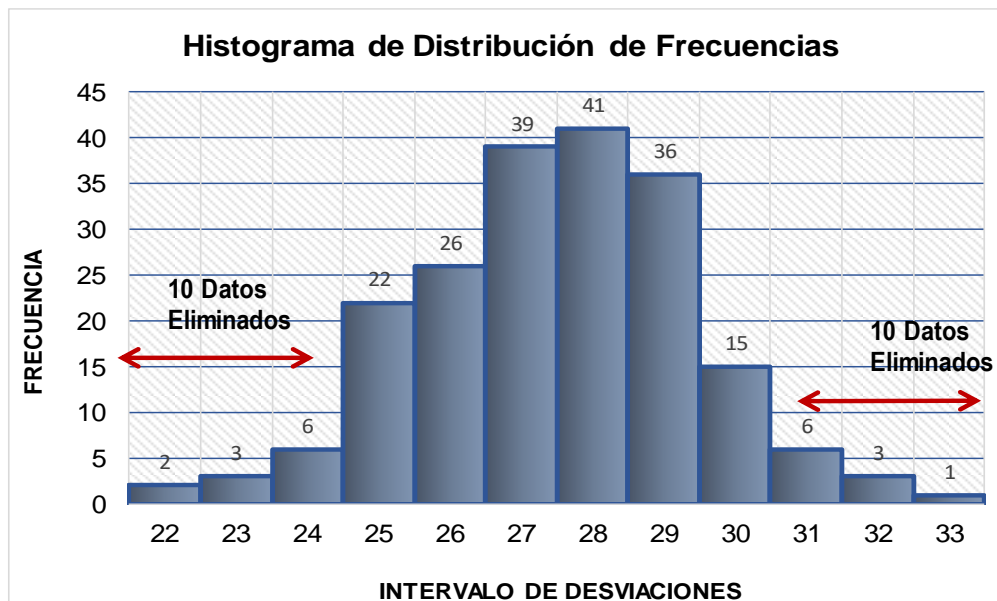
Ensayo N°: 02
Huella: Externa
Progresiva: KM 02+540 - KM 02+940

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

**Tipo de Pavimento:**

Afirmado	X
Base granular	
Base imprimada	
Tratamiento bicapa	
Carpeta en Frio	
Carpeta en Caliente	
Recapeo asfáltico	
Sello	
Otros	

#### CÁLCULO DE "D"





### AGRUPACIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RANGO "D"

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
1	0	0	10	0.00	0.00
2	0	0	10	0.00	0.00
3	0	0	10	0.00	0.00
4	0	0	10	0.00	0.00
5	0	0	10	0.00	0.00
6	0	0	10	0.00	0.00
7	0	0	10	0.00	0.00
8	0	0	10	0.00	0.00
9	0	0	10	0.00	0.00
10	0	0	10	0.00	0.00
11	0	0	10	0.00	0.00
12	0	0	10	0.00	0.00
13	0	0	10	0.00	0.00
14	0	0	10	0.00	0.00
15	0	0	10	0.00	0.00
16	0	0	10	0.00	0.00
17	0	0	10	0.00	0.00
18	0	0	10	0.00	0.00
19	0	0	10	0.00	0.00
20	0	0	10	0.00	0.00
21	0	0	10	0.00	0.00
22	2	2	10	0.00	0.00
23	3	5	8	0.00	0.00
24	6	11	5	0.00	0.17
25	22	33	0	1.00	0.00

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
26	26	59	0	1.00	0.00
27	39	98	0	1.00	0.00
28	41	139	0	1.00	0.00
29	36	175	0	1.00	0.00
30	15	190	0	1.00	0.00
31	6	196	6	0.00	0.00
32	3	199	9	0.00	0.00
33	1	200	10	0.00	0.00
34	0	200	10	0.00	0.00
35	0	200	10	0.00	0.00
36	0	200	10	0.00	0.00
37	0	200	10	0.00	0.00
38	0	200	10	0.00	0.00
39	0	200	10	0.00	0.00
40	0	200	10	0.00	0.00
41	0	200	10	0.00	0.00
42	0	200	10	0.00	0.00
43	0	200	10	0.00	0.00
44	0	200	10	0.00	0.00
45	0	200	10	0.00	0.00
46	0	200	10	0.00	0.00
47	0	200	10	0.00	0.00
48	0	200	10	0.00	0.00
49	0	200	10	0.00	0.00
50	0	200	10	0.00	0.00
<b>Σ</b>	<b>200</b>	<b>400</b>		<b>6.00</b>	<b>0.17</b>

#### HALLAMOS EL RANGO DE "D"

	V. ENTERO	V. FRACC.
D=	6.00	0.17
D=	6.17	

#### SE CONVIERTE EN MILÍMETROS

	D	5 milímetros
D=	6.17	5
D=	30.83 mm	
D *2=	61.67 mm	

#### HALLAMOS ROGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Fórmulas:

F. (1)	<b>IRI = 0.593+0.0471D</b>	Quando	2.4<IRI<15.9 o D > 50mm
F.(2)	<b>IRI=0.0485D</b>	Quando	IRI<2.4 o D < 50mm

Dmm	<b>61.67 mm</b>
-----	-----------------

IRI=	<b>3.50 m/km</b>
------	------------------

El índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas : KM 02+540 y KM 02+940, es de **3.50 m/km**

## ENSAYO N° 02 - SECTOR I (HUELLA INTERNA)

### ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Carretera: Pachabamba - Pomacucho
Sector: I
Fecha: 19 de octubre 2018

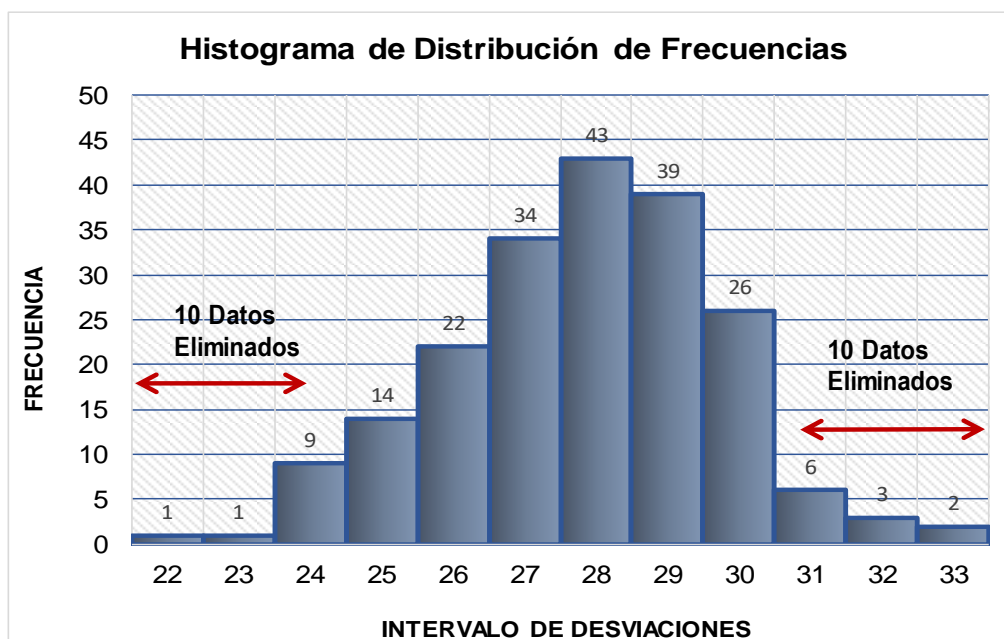
Ensayo N°: 02
Huella: Interna
Progresiva: KM 02+540 - KM 02+940

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

#### Tipo de Pavimento:

Afirmado	X
Base granular	
Base imprimada	
Tratamiento bicapa	
Carpeta en Frio	
Carpeta en Caliente	
Recapeo asfáltico	
Sello	
Otros	

### CÁLCULO DE "D"



### AGRUPACIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RANGO "D"

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
1	0	0	10	0.00	0.00
2	0	0	10	0.00	0.00
3	0	0	10	0.00	0.00
4	0	0	10	0.00	0.00
5	0	0	10	0.00	0.00
6	0	0	10	0.00	0.00
7	0	0	10	0.00	0.00
8	0	0	10	0.00	0.00
9	0	0	10	0.00	0.00
10	0	0	10	0.00	0.00
11	0	0	10	0.00	0.00
12	0	0	10	0.00	0.00
13	0	0	10	0.00	0.00
14	0	0	10	0.00	0.00
15	0	0	10	0.00	0.00
16	0	0	10	0.00	0.00
17	0	0	10	0.00	0.00
18	0	0	10	0.00	0.00
19	0	0	10	0.00	0.00
20	0	0	10	0.00	0.00
21	0	0	10	0.00	0.00
22	1	1	10	0.00	0.00
23	1	2	9	0.00	0.00
24	9	11	8	0.00	0.11
25	14	25	0	1.00	0.00

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
26	22	47	0	1.00	0.00
27	34	81	0	1.00	0.00
28	43	124	0	1.00	0.00
29	39	163	0	1.00	0.00
30	26	189	0	1.00	0.00
31	6	195	5	0.00	0.17
32	3	198	8	0.00	0.00
33	2	200	10	0.00	0.00
34	0	200	10	0.00	0.00
35	0	200	10	0.00	0.00
36	0	200	10	0.00	0.00
37	0	200	10	0.00	0.00
38	0	200	10	0.00	0.00
39	0	200	10	0.00	0.00
40	0	200	10	0.00	0.00
41	0	200	10	0.00	0.00
42	0	200	10	0.00	0.00
43	0	200	10	0.00	0.00
44	0	200	10	0.00	0.00
45	0	200	10	0.00	0.00
46	0	200	10	0.00	0.00
47	0	200	10	0.00	0.00
48	0	200	10	0.00	0.00
49	0	200	10	0.00	0.00
50	0	200	10	0.00	0.00
<b>Σ</b>	<b>200</b>	<b>400</b>		<b>6.00</b>	<b>0.28</b>

#### HALLAMOS EL RANGO DE "D"

	V. ENTERO	V. FRACC.
D=	6.00	0.28
D=	6.28	

#### SE CONVIERTE EN MILÍMETROS

	D	5 milímetros
D=	6.28	5
D=	31.39 mm	
D *2=	62.78 mm	

#### HALLAMOS ROGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Fórmulas:

F. (1)	<b>IRI = 0.593+0.0471D</b>	Quando	2.4<IRI<15.9 o D > 50mm
F.(2)	<b>IRI=0.0485D</b>	Quando	IRI<2.4 o D < 50mm

Dmm	<b>62.78 mm</b>
-----	-----------------

IRI=	<b>3.55 m/km</b>
------	------------------

El índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas : KM 02+540 y KM 02+940, es de **3.55 m/km**

### ENSAYO N° 03 - DEL SECTOR I (HUELLA EXTERNA)

#### ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Carretera: Pachabamba - Pomacucho
Sector: I
Fecha: 21 de noviembre 2018

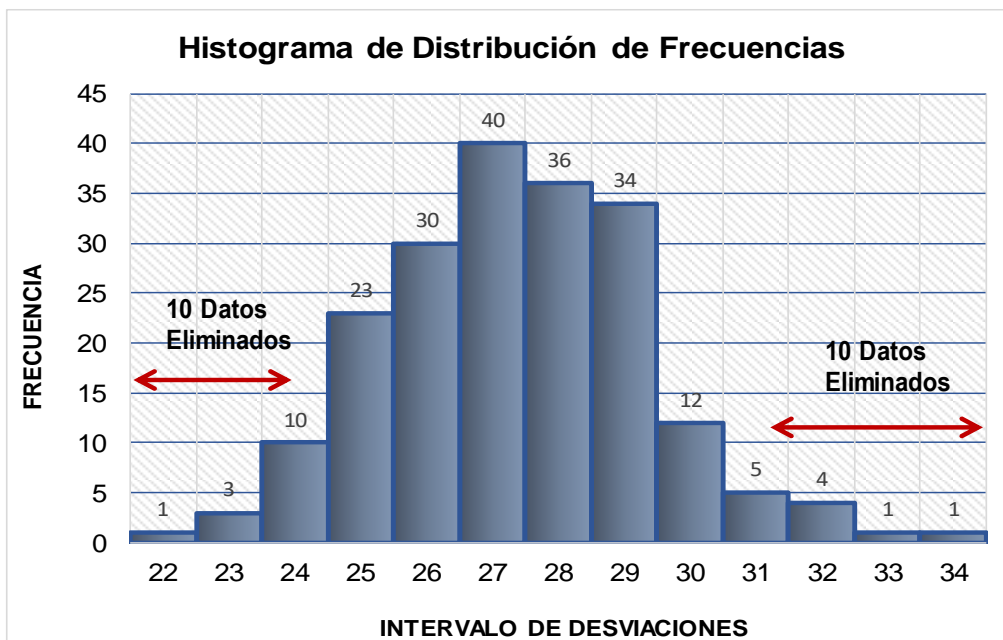
Ensayo N°: 03
Huella: Externa
Progresiva: KM 02+540 - KM 02+940

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

**Tipo de Pavimento:**

Afirmado	X
Base granular	
Base imprimada	
Tratamiento bicapa	
Carpeta en Frio	
Carpeta en Caliente	
Recapeo asfáltico	
Sello	
Otros	

#### CÁLCULO DE "D"



### AGRUPACIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RANGO "D"

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
1	0	0	10	0.00	0.00
2	0	0	10	0.00	0.00
3	0	0	10	0.00	0.00
4	0	0	10	0.00	0.00
5	0	0	10	0.00	0.00
6	0	0	10	0.00	0.00
7	0	0	10	0.00	0.00
8	0	0	10	0.00	0.00
9	0	0	10	0.00	0.00
10	0	0	10	0.00	0.00
11	0	0	10	0.00	0.00
12	0	0	10	0.00	0.00
13	0	0	10	0.00	0.00
14	0	0	10	0.00	0.00
15	0	0	10	0.00	0.00
16	0	0	10	0.00	0.00
17	0	0	10	0.00	0.00
18	0	0	10	0.00	0.00
19	0	0	10	0.00	0.00
20	0	0	10	0.00	0.00
21	0	0	10	0.00	0.00
22	1	1	10	0.00	0.00
23	3	4	9	0.00	0.00
24	10	14	6	0.00	0.40
25	23	37	0	1.00	0.00

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
26	30	67	0	1.00	0.00
27	40	107	0	1.00	0.00
28	36	143	0	1.00	0.00
29	34	177	0	1.00	0.00
30	12	189	0	1.00	0.00
31	5	194	4	0.00	0.20
32	4	198	8	0.00	0.00
33	1	199	9	0.00	0.00
34	1	200	10	0.00	0.00
35	0	200	10	0.00	0.00
36	0	200	10	0.00	0.00
37	0	200	10	0.00	0.00
38	0	200	10	0.00	0.00
39	0	200	10	0.00	0.00
40	0	200	10	0.00	0.00
41	0	200	10	0.00	0.00
42	0	200	10	0.00	0.00
43	0	200	10	0.00	0.00
44	0	200	10	0.00	0.00
45	0	200	10	0.00	0.00
46	0	200	10	0.00	0.00
47	0	200	10	0.00	0.00
48	0	200	10	0.00	0.00
49	0	200	10	0.00	0.00
50	0	200	10	0.00	0.00
<b>Σ</b>	<b>200</b>	<b>400</b>		<b>6.00</b>	<b>0.60</b>

**HALLAMOS EL RANGO DE "D"**

	V. ENTERO	V. FRACC.
D=	6.00	0.60
D=	6.60	

**SE CONVIERTE EN MILÍMETROS**

	D	5 milímetros
D=	6.60	5
D=	33.00 mm	
D *2=	66.00 mm	

### HALLAMOS ROGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Fórmulas:

F. (1)	<b>IRI = 0.593+0.0471D</b>	Cuando	2.4<IRI<15.9 o D > 50mm
F.(2)	<b>IRI=0.0485D</b>	Cuando	IRI<2.4 o D < 50mm

<b>Dmm</b>	<b>66.00 mm</b>
------------	-----------------

<b>IRI=</b>	<b>3.70 m/km</b>
-------------	------------------

El índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas : KM 02+540 y KM 02+940, es de **3.70 m/km**

**ENSAYO N° 03 - SECTOR I (HUELLA INTERNA)**

**ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN**

Carretera: Pachabamba - Pomacucho
Sector: I
Fecha: 21 de noviembre 2018

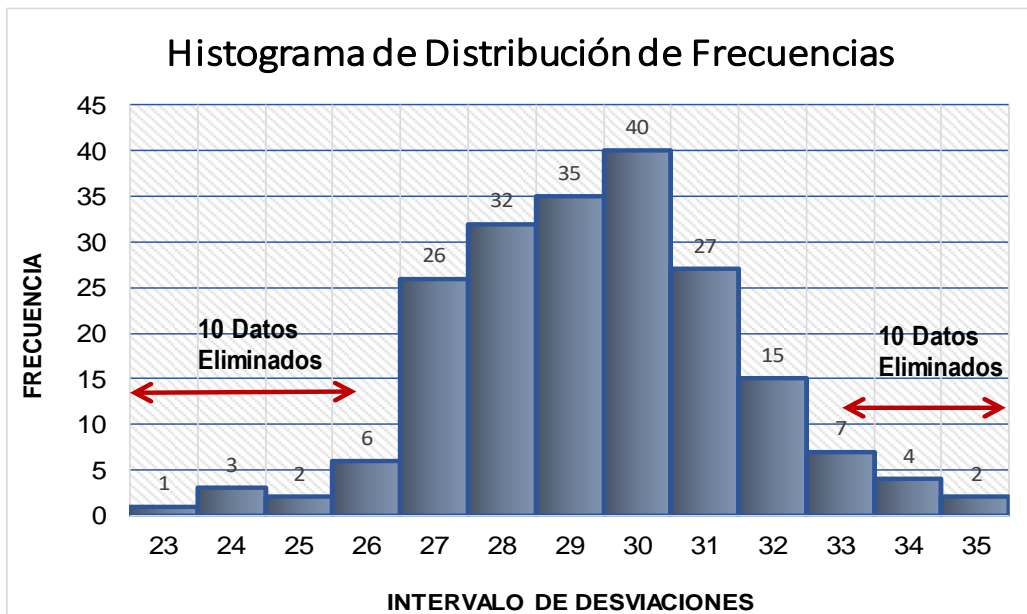
Ensayo N°: 03
Huella: Interna
Progresiva: KM 02+540 - KM 02+940

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

**Tipo de Pavimento:**

Afirmado	X
Base granular	
Base imprimada	
Tratamiento bicapa	
Carpeta en Frio	
Carpeta en Caliente	
Recapeo asfáltico	
Sello	
Otros	

**CÁLCULO DE "D"**



### AGRUPACIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RANGO "D"

Nº CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
1	0	0	10	0.00	0.00
2	0	0	10	0.00	0.00
3	0	0	10	0.00	0.00
4	0	0	10	0.00	0.00
5	0	0	10	0.00	0.00
6	0	0	10	0.00	0.00
7	0	0	10	0.00	0.00
8	0	0	10	0.00	0.00
9	0	0	10	0.00	0.00
10	0	0	10	0.00	0.00
11	0	0	10	0.00	0.00
12	0	0	10	0.00	0.00
13	0	0	10	0.00	0.00
14	0	0	10	0.00	0.00
15	0	0	10	0.00	0.00
16	0	0	10	0.00	0.00
17	0	0	10	0.00	0.00
18	0	0	10	0.00	0.00
19	0	0	10	0.00	0.00
20	0	0	10	0.00	0.00
21	0	0	10	0.00	0.00
22	0	0	10	0.00	0.00
23	1	1	10	0.00	0.00
24	3	4	9	0.00	0.00
25	2	6	6	0.00	0.00

Nº CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
26	6	12	4	0.00	0.33
27	26	38	0	1.00	0.00
28	32	70	0	1.00	0.00
29	35	105	0	1.00	0.00
30	40	145	0	1.00	0.00
31	27	172	0	1.00	0.00
32	15	187	0	1.00	0.00
33	7	194	4	0.00	0.43
34	4	198	8	0.00	0.00
35	2	200	10	0.00	0.00
36	0	200	10	0.00	0.00
37	0	200	10	0.00	0.00
38	0	200	10	0.00	0.00
39	0	200	10	0.00	0.00
40	0	200	10	0.00	0.00
41	0	200	10	0.00	0.00
42	0	200	10	0.00	0.00
43	0	200	10	0.00	0.00
44	0	200	10	0.00	0.00
45	0	200	10	0.00	0.00
46	0	200	10	0.00	0.00
47	0	200	10	0.00	0.00
48	0	200	10	0.00	0.00
49	0	200	10	0.00	0.00
50	0	200	10	0.00	0.00
<b>Σ</b>	<b>200</b>	<b>400</b>		<b>6.00</b>	<b>0.76</b>

#### HALLAMOS EL RANGO DE "D"

	V. ENTERO	V. FRACC.
D=	6.00	0.76
D=	6.76	

#### SE CONVIERTE EN MILÍMETROS

	D	5 milímetros
D=	6.76	5
D=	33.81 mm	
D *2=	67.62 mm	

#### HALLAMOS ROGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Fórmulas:

F. (1)	<b>IRI = 0.593+0.0471D</b>	Quando	2.4<IRI<15.9 o D > 50mm
F.(2)	<b>IRI=0.0485D</b>	Quando	IRI<2.4 o D < 50mm

<b>Dmm</b>	<b>67.62 mm</b>
------------	-----------------

<b>IRI=</b>	<b>3.78 m/km</b>
-------------	------------------

El índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas : KM 02+540 y KM 02+940, es de **3.78 m/km**

**ENSAYO N° 04 - SECTOR I (HUELLA EXTERNA)**

**ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN**

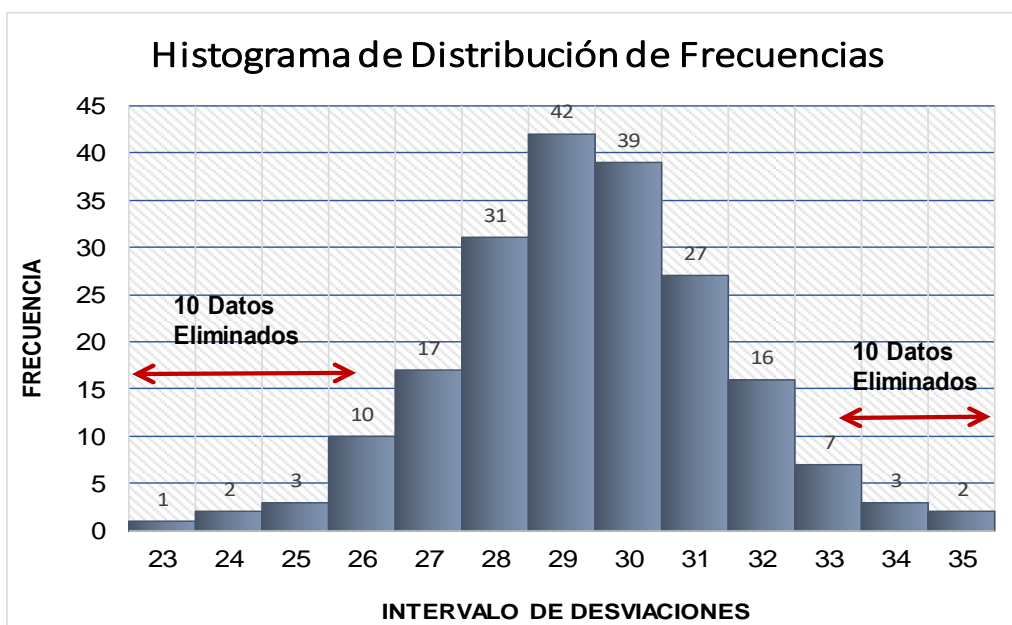
Carretera: Pachabamba - Pomacucho
Sector: I
Fecha: 20 de diciembre 2018

Ensayo N°: 04
Huella: Externa
Progresiva: KM 02+540 - KM 02+940

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

<b>Tipo de Pavimento:</b>	
Afirmado	X
Base granular	
Base imprimada	
Tratamiento bicapa	
Carpeta en Frio	
Carpeta en Caliente	
Recapeo asfáltico	
Sello	
Otros	

**CÁLCULO DE "D"**





### AGRUPACIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RANGO "D"

Nº CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
1	0	0	10	0.00	0.00
2	0	0	10	0.00	0.00
3	0	0	10	0.00	0.00
4	0	0	10	0.00	0.00
5	0	0	10	0.00	0.00
6	0	0	10	0.00	0.00
7	0	0	10	0.00	0.00
8	0	0	10	0.00	0.00
9	0	0	10	0.00	0.00
10	0	0	10	0.00	0.00
11	0	0	10	0.00	0.00
12	0	0	10	0.00	0.00
13	0	0	10	0.00	0.00
14	0	0	10	0.00	0.00
15	0	0	10	0.00	0.00
16	0	0	10	0.00	0.00
17	0	0	10	0.00	0.00
18	0	0	10	0.00	0.00
19	0	0	10	0.00	0.00
20	0	0	10	0.00	0.00
21	0	0	10	0.00	0.00
22	0	0	10	0.00	0.00
23	1	1	10	0.00	0.00
24	2	3	9	0.00	0.00
25	3	6	7	0.00	0.00

Nº CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
26	10	16	4	0.00	0.60
27	17	33	0	1.00	0.00
28	31	64	0	1.00	0.00
29	42	106	0	1.00	0.00
30	39	145	0	1.00	0.00
31	27	172	0	1.00	0.00
32	16	188	0	1.00	0.00
33	7	195	5	0.00	0.29
34	3	198	8	0.00	0.00
35	2	200	10	0.00	0.00
36	0	200	10	0.00	0.00
37	0	200	10	0.00	0.00
38	0	200	10	0.00	0.00
39	0	200	10	0.00	0.00
40	0	200	10	0.00	0.00
41	0	200	10	0.00	0.00
42	0	200	10	0.00	0.00
43	0	200	10	0.00	0.00
44	0	200	10	0.00	0.00
45	0	200	10	0.00	0.00
46	0	200	10	0.00	0.00
47	0	200	10	0.00	0.00
48	0	200	10	0.00	0.00
49	0	200	10	0.00	0.00
50	0	200	10	0.00	0.00
<b>Σ</b>	<b>200</b>	<b>400</b>		<b>6.00</b>	<b>0.89</b>

**HALLAMOS EL RANGO DE "D"**

	V. ENTERO	V. FRACC.
D=	6.00	0.89
D=	6.89	

**SE CONVIERTE EN MILÍMETROS**

	D	5 milímetros
D=	6.89	5
D=	34.43 mm	
D *2=	68.86 mm	

### HALLAMOS ROGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Fórmulas:

F. (1)

$$\text{IRI} = 0.593 + 0.0471D$$

Quando  $2.4 < \text{IRI} < 15.9$  o  $D > 50\text{mm}$

F. (2)

$$\text{IRI} = 0.0485D$$

Quando  $\text{IRI} < 2.4$  o  $D < 50\text{mm}$

**Dmm**

**68.86 mm**

**IRI=**

**3.84 m/km**

El índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas : KM 02+540 y KM 02+940, es de **3.84 m/km**

### ENSAYO N° 04 - SECTOR I (HUELLA INTERNA)

#### ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Carretera: Pachabamba - Pomacucho
Sector: I
Fecha: 20 de diciembre 2018

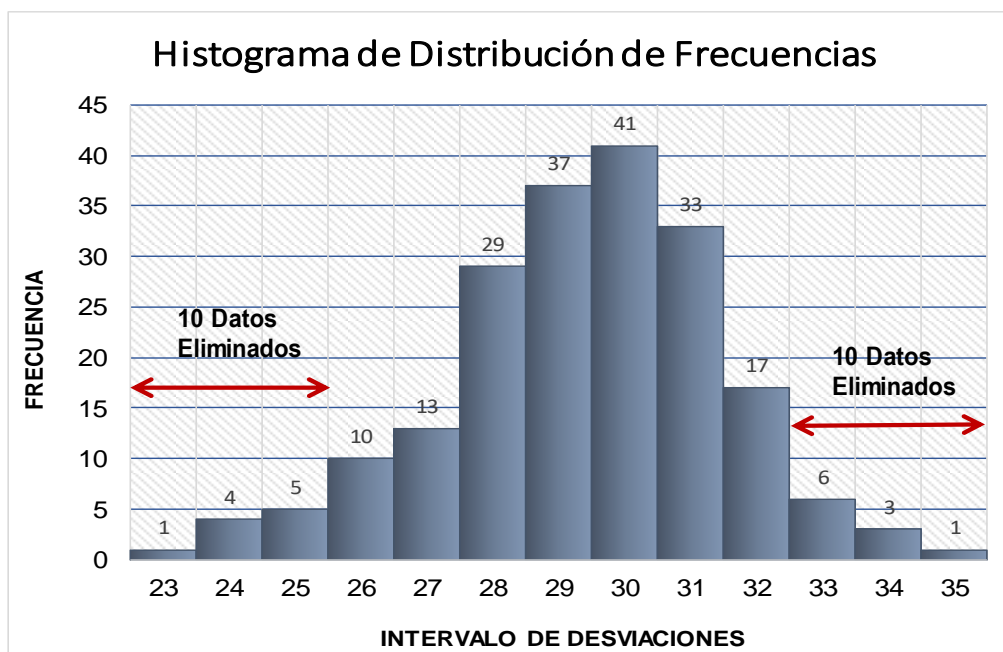
Ensayo N°: 04
Huella: Interna
Progresiva: KM 02+540 - KM 02+940

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

**Tipo de Pavimento:**

Afirmado	X
Base granular	
Base imprimada	
Tratamiento bicapa	
Carpeta en Frio	
Carpeta en Caliente	
Recapeo asfáltico	
Sello	
Otros	

#### CÁLCULO DE "D"



### AGRUPACIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RANGO "D"

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
1	0	0	10	0.00	0.00
2	0	0	10	0.00	0.00
3	0	0	10	0.00	0.00
4	0	0	10	0.00	0.00
5	0	0	10	0.00	0.00
6	0	0	10	0.00	0.00
7	0	0	10	0.00	0.00
8	0	0	10	0.00	0.00
9	0	0	10	0.00	0.00
10	0	0	10	0.00	0.00
11	0	0	10	0.00	0.00
12	0	0	10	0.00	0.00
13	0	0	10	0.00	0.00
14	0	0	10	0.00	0.00
15	0	0	10	0.00	0.00
16	0	0	10	0.00	0.00
17	0	0	10	0.00	0.00
18	0	0	10	0.00	0.00
19	0	0	10	0.00	0.00
20	0	0	10	0.00	0.00
21	0	0	10	0.00	0.00
22	0	0	10	0.00	0.00
23	1	1	10	0.00	0.00
24	4	5	9	0.00	0.00
25	5	10	5	0.00	0.00

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
26	10	20	0	1.00	0.00
27	13	33	0	1.00	0.00
28	29	62	0	1.00	0.00
29	37	99	0	1.00	0.00
30	41	140	0	1.00	0.00
31	33	173	0	1.00	0.00
32	17	190	0	1.00	0.00
33	6	196	6	0.00	0.00
34	3	199	9	0.00	0.00
35	1	200	10	0.00	0.00
36	0	200	10	0.00	0.00
37	0	200	10	0.00	0.00
38	0	200	10	0.00	0.00
39	0	200	10	0.00	0.00
40	0	200	10	0.00	0.00
41	0	200	10	0.00	0.00
42	0	200	10	0.00	0.00
43	0	200	10	0.00	0.00
44	0	200	10	0.00	0.00
45	0	200	10	0.00	0.00
46	0	200	10	0.00	0.00
47	0	200	10	0.00	0.00
48	0	200	10	0.00	0.00
49	0	200	10	0.00	0.00
50	0	200	10	0.00	0.00
Σ	200	400		7.00	0.00

#### HALLAMOS EL RANGO DE "D"

	V. ENTERO	V. FRACC.
D=	7.00	0.00
D=	7.00	

#### SE CONVIERTE EN MILÍMETROS

	D	5 milímetros
D=	7.00	5
D=	35.00 mm	
D *2=	70.00 mm	

#### HALLAMOS ROGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Fórmulas:

F. (1)

$$IRI = 0.593 + 0.0471D$$

Quando

$$2.4 < IRI < 15.9 \text{ o } D > 50\text{mm}$$

F.(2)

$$IRI = 0.0485D$$

Quando

$$IRI < 2.4 \text{ o } D < 50\text{mm}$$

Dmm

70.00 mm

IRI=

3.89 m/km

El índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas : KM 02+540 y KM 02+940, es de **3.89 m/km**

### ENSAYO N° 05 - SECTOR I (HUELLA EXTERNA)

#### ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Carretera: Pachabamba - Pomacucho
Sector: I
Fecha: 18 de enero 2019

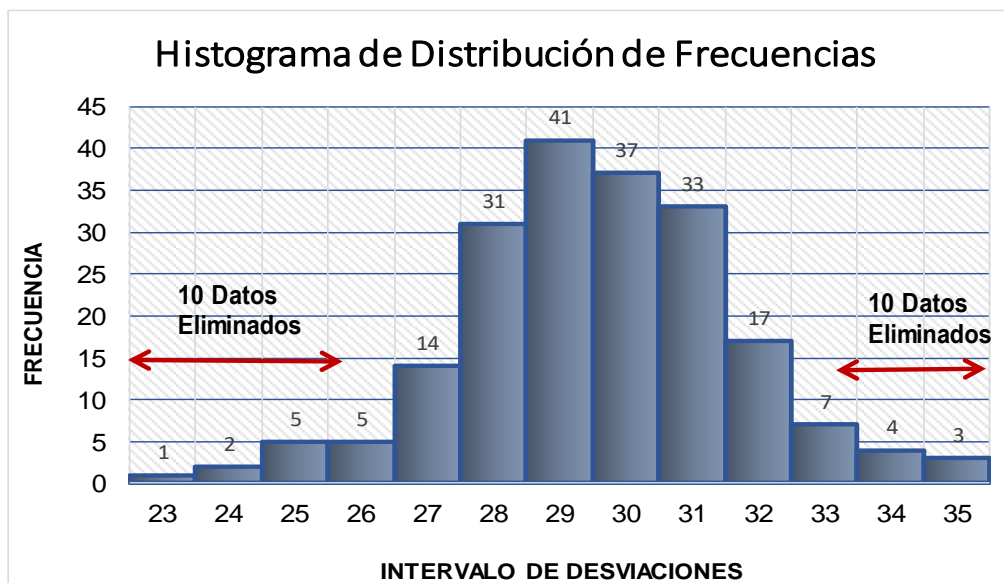
Ensayo N°: 05
Huella: Externo
Progresiva: KM 02+540 - KM 02+940

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

**Tipo de Pavimento:**

Afirmado	X
Base granular	
Base imprimada	
Tratamiento bicapa	
Carpeta en Frio	
Carpeta en Caliente	
Recapeo asfáltico	
Sello	
Otros	

#### CÁLCULO DE "D"



### AGRUPACIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RANGO "D"

Nº CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
1	0	0	10	0.00	0.00
2	0	0	10	0.00	0.00
3	0	0	10	0.00	0.00
4	0	0	10	0.00	0.00
5	0	0	10	0.00	0.00
6	0	0	10	0.00	0.00
7	0	0	10	0.00	0.00
8	0	0	10	0.00	0.00
9	0	0	10	0.00	0.00
10	0	0	10	0.00	0.00
11	0	0	10	0.00	0.00
12	0	0	10	0.00	0.00
13	0	0	10	0.00	0.00
14	0	0	10	0.00	0.00
15	0	0	10	0.00	0.00
16	0	0	10	0.00	0.00
17	0	0	10	0.00	0.00
18	0	0	10	0.00	0.00
19	0	0	10	0.00	0.00
20	0	0	10	0.00	0.00
21	0	0	10	0.00	0.00
22	0	0	10	0.00	0.00
23	1	1	10	0.00	0.00
24	2	3	9	0.00	0.00
25	5	8	7	0.00	0.00

Nº CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
26	5	13	2	0.00	0.60
27	14	27	0	1.00	0.00
28	31	58	0	1.00	0.00
29	41	99	0	1.00	0.00
30	37	136	0	1.00	0.00
31	33	169	0	1.00	0.00
32	17	186	0	1.00	0.00
33	7	193	3	0.00	0.57
34	4	197	7	0.00	0.00
35	3	200	10	0.00	0.00
36	0	200	10	0.00	0.00
37	0	200	10	0.00	0.00
38	0	200	10	0.00	0.00
39	0	200	10	0.00	0.00
40	0	200	10	0.00	0.00
41	0	200	10	0.00	0.00
42	0	200	10	0.00	0.00
43	0	200	10	0.00	0.00
44	0	200	10	0.00	0.00
45	0	200	10	0.00	0.00
46	0	200	10	0.00	0.00
47	0	200	10	0.00	0.00
48	0	200	10	0.00	0.00
49	0	200	10	0.00	0.00
50	0	200	10	0.00	0.00
Σ	200	400		6.00	1.17

#### HALLAMOS EL RANGO DE "D"

	V. ENTERO	V. FRACC.
D=	6.00	1.17
D=	7.17	

#### SE CONVIERTE EN MILÍMETROS

	D	5 milímetros
D=	7.17	5
D=	35.86 mm	
D *2=	71.71 mm	

#### HALLAMOS ROGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Fórmulas:

F. (1)

$$IRI = 0.593 + 0.0471D$$

Cuando

$$2.4 < IRI < 15.9 \text{ o } D > 50\text{mm}$$

F.(2)

$$IRI = 0.0485D$$

Cuando

$$IRI < 2.4 \text{ o } D < 50\text{mm}$$

Dmm	71.71 mm
-----	----------

IRI=	3.97 m/km
------	-----------

El índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas : KM 02+540 y KM 02+940, es de 3.97 m/km

## ENSAYO N° 05 - SECTOR I (HUELLA INTERNA)

### ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Carretera: Pachabamba - Pomacucho
Sector: I
Fecha: 18 de enero 2019

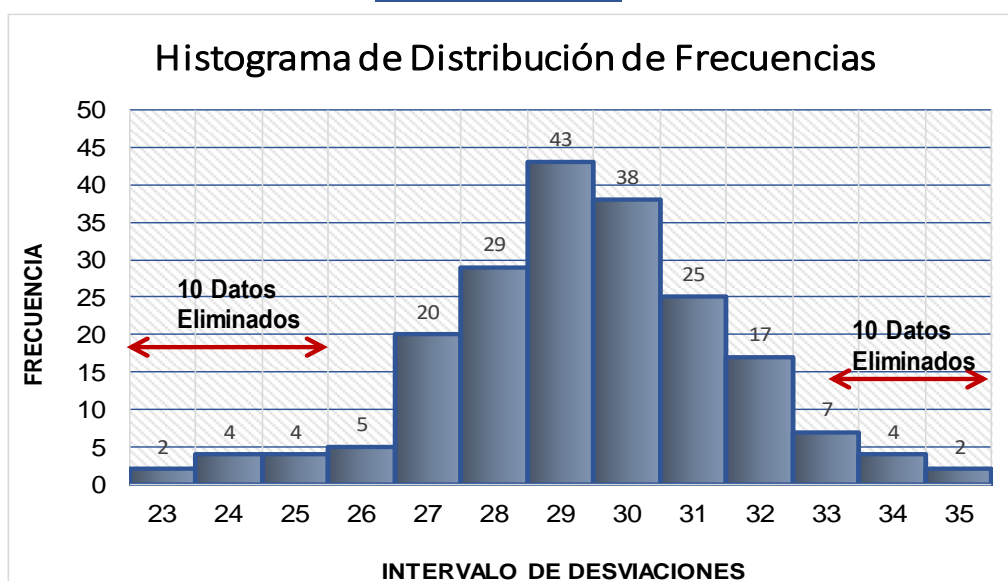
Ensayo N°: 05
Huella: Interna
Progresiva: KM 02+540 - KM 02+940

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

#### Tipo de Pavimento:

Afirmado	X
Base granular	
Base imprimada	
Tratamiento bicapa	
Carpeta en Frio	
Carpeta en Caliente	
Recapeo asfáltico	
Sello	
Otros	

### CÁLCULO DE "D"



### AGRUPACIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RANGO "D"

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
1	0	0	10	0.00	0.00
2	0	0	10	0.00	0.00
3	0	0	10	0.00	0.00
4	0	0	10	0.00	0.00
5	0	0	10	0.00	0.00
6	0	0	10	0.00	0.00
7	0	0	10	0.00	0.00
8	0	0	10	0.00	0.00
9	0	0	10	0.00	0.00
10	0	0	10	0.00	0.00
11	0	0	10	0.00	0.00
12	0	0	10	0.00	0.00
13	0	0	10	0.00	0.00
14	0	0	10	0.00	0.00
15	0	0	10	0.00	0.00
16	0	0	10	0.00	0.00
17	0	0	10	0.00	0.00
18	0	0	10	0.00	0.00
19	0	0	10	0.00	0.00
20	0	0	10	0.00	0.00
21	0	0	10	0.00	0.00
22	0	0	10	0.00	0.00
23	2	2	10	0.00	0.00
24	4	6	8	0.00	0.00
25	4	10	4	0.00	0.00

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
26	5	15	0	1.00	0.00
27	20	35	0	1.00	0.00
28	29	64	0	1.00	0.00
29	43	107	0	1.00	0.00
30	38	145	0	1.00	0.00
31	25	170	0	1.00	0.00
32	17	187	0	1.00	0.00
33	7	194	4	0.00	0.43
34	4	198	8	0.00	0.00
35	2	200	10	0.00	0.00
36	0	200	10	0.00	0.00
37	0	200	10	0.00	0.00
38	0	200	10	0.00	0.00
39	0	200	10	0.00	0.00
40	0	200	10	0.00	0.00
41	0	200	10	0.00	0.00
42	0	200	10	0.00	0.00
43	0	200	10	0.00	0.00
44	0	200	10	0.00	0.00
45	0	200	10	0.00	0.00
46	0	200	10	0.00	0.00
47	0	200	10	0.00	0.00
48	0	200	10	0.00	0.00
49	0	200	10	0.00	0.00
50	0	200	10	0.00	0.00
$\Sigma$	200	400		7.00	0.43

#### HALLAMOS EL RANGO DE "D"

	V. ENTERO	V. FRACC.
D=	7.00	0.43
D=	7.43	

#### SE CONVIERTE EN MILÍMETROS

	D	5 milímetros
D=	7.43	5
D=	37.14 mm	
D *2=	74.29 mm	

#### HALLAMOS ROGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Fórmulas:

F. (1)

$$IRI = 0.593 + 0.0471D$$

Cuando

$$2.4 < IRI < 15.9 \text{ o } D > 50\text{mm}$$

F.(2)

$$IRI = 0.0485D$$

Cuando

$$IRI < 2.4 \text{ o } D < 50\text{mm}$$

Dmm

74.29 mm

IRI=

4.09 m/km

El índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas : KM 02+540 y KM 02+940, es de **4.09 m/km**

## ENSAYO N° 01 - SECTOR II (HUELLA EXTERNA)

### ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Carretera: Pachabamba - Pomacucho
Sector: II
Fecha: 22 de setiembre 2018

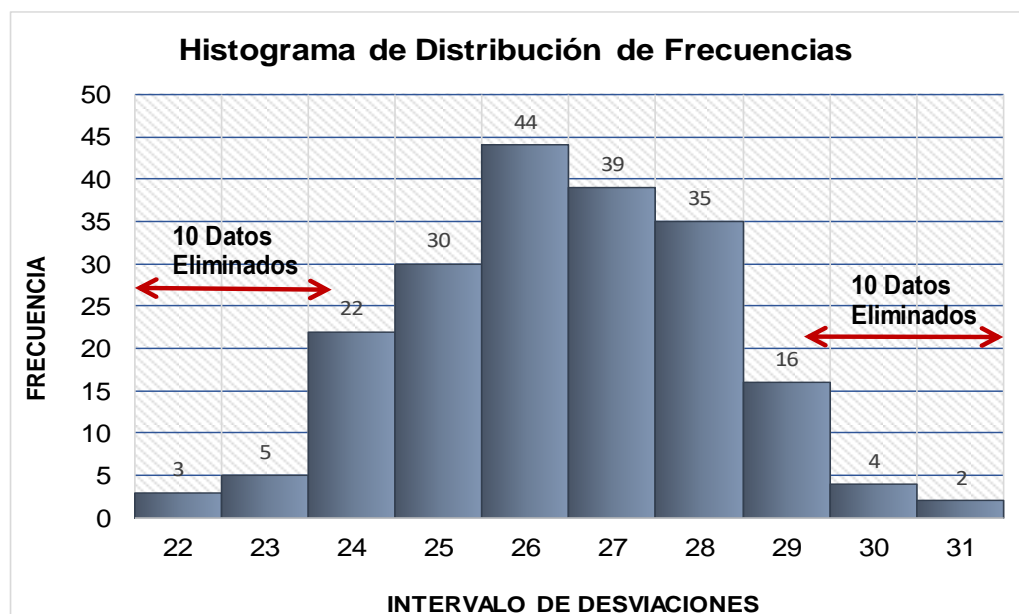
Ensayo N°: 01
Huella: Externa
Progresiva: KM 05+060 - KM 05+460

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

#### Tipo de Pavimento:

Afirmado	X
Base granular	
Base imprimada	
Tratamiento bicapa	
Carpeta en Frio	
Carpeta en Caliente	
Recapeo asfáltico	
Sello	
Otros	

### CÁLCULO DE "D"





### AGRUPACIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RANGO "D"

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
1	0	0	10	0.00	0.00
2	0	0	10	0.00	0.00
3	0	0	10	0.00	0.00
4	0	0	10	0.00	0.00
5	0	0	10	0.00	0.00
6	0	0	10	0.00	0.00
7	0	0	10	0.00	0.00
8	0	0	10	0.00	0.00
9	0	0	10	0.00	0.00
10	0	0	10	0.00	0.00
11	0	0	10	0.00	0.00
12	0	0	10	0.00	0.00
13	0	0	10	0.00	0.00
14	0	0	10	0.00	0.00
15	0	0	10	0.00	0.00
16	0	0	10	0.00	0.00
17	0	0	10	0.00	0.00
18	0	0	10	0.00	0.00
19	0	0	10	0.00	0.00
20	0	0	10	0.00	0.00
21	0	0	10	0.00	0.00
22	3	3	10	0.00	0.00
23	5	8	7	0.00	0.00
24	22	30	2	0.00	0.91
25	30	60	0	1.00	0.00

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
26	44	104	0	1.00	0.00
27	39	143	0	1.00	0.00
28	35	178	0	1.00	0.00
29	16	194	4	0.00	0.75
30	4	198	8	0.00	0.00
31	2	200	10	0.00	0.00
32	0	200	10	0.00	0.00
33	0	200	10	0.00	0.00
34	0	200	10	0.00	0.00
35	0	200	10	0.00	0.00
36	0	200	10	0.00	0.00
37	0	200	10	0.00	0.00
38	0	200	10	0.00	0.00
39	0	200	10	0.00	0.00
40	0	200	10	0.00	0.00
41	0	200	10	0.00	0.00
42	0	200	10	0.00	0.00
43	0	200	10	0.00	0.00
44	0	200	10	0.00	0.00
45	0	200	10	0.00	0.00
46	0	200	10	0.00	0.00
47	0	200	10	0.00	0.00
48	0	200	10	0.00	0.00
49	0	200	10	0.00	0.00
50	0	200	10	0.00	0.00
<b>Σ</b>	<b>200</b>	<b>400</b>		<b>4.00</b>	<b>1.66</b>

#### HALLAMOS EL RANGO DE "D"

	V. ENTERO	V. FRACC.
D=	4.00	1.66
D=	5.66	

#### SE CONVIERTE EN MILÍMETROS

	D	5 milímetros
D=	5.66	5
D=	28.30 mm	
D *2=	56.59 mm	

#### HALLAMOS ROGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Fórmulas:

F. (1)	<b>IRI = 0.593+0.0471D</b>	Cuando	2.4<IRI<15.9 o D > 50mm
F.(2)	<b>IRI=0.0485D</b>	Cuando	IRI<2.4 o D < 50mm

<b>Dmm</b>	<b>56.59 mm</b>
------------	-----------------

<b>IRI=</b>	<b>3.26 m/km</b>
-------------	------------------

El índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas : KM 05+060 y Km 05+460, es de **3.26 m/km**

## ENSAYO N° 01 - SECTOR II (HUELLA INTERNA)

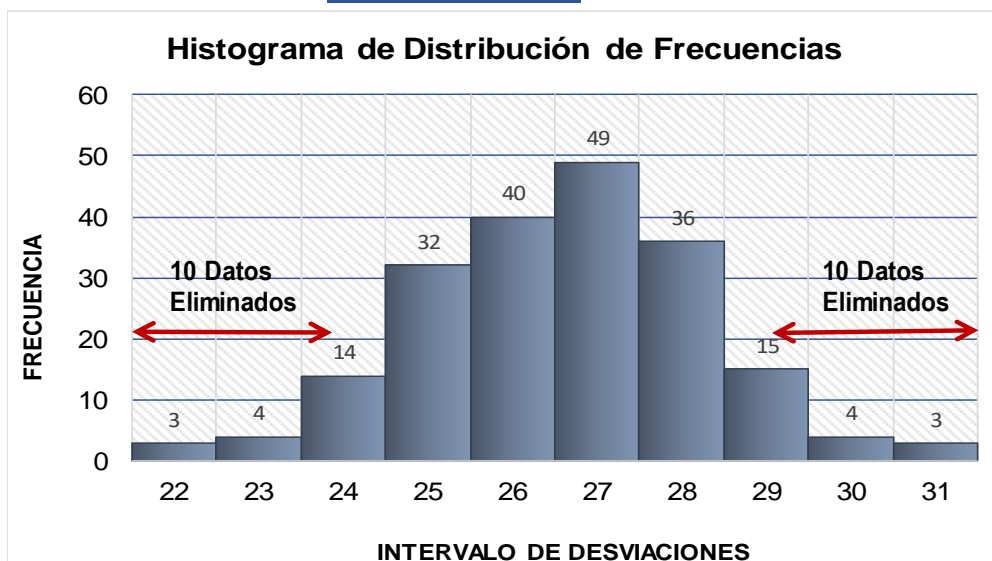
### ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Carretera: Pachabamba - Pomacucho
Sector: II
Fecha: 22 de setiembre 2018

Ensayo N°: 01
Huella: Interna
Progresiva: KM 05+060 - KM 05+460

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	23	27	28	27	26	25	27	26	27	27	<b>Tipo de Pavimento:</b> Afirmado <input checked="" type="checkbox"/> Base granular <input type="checkbox"/> Base imprimada <input type="checkbox"/> Tratamiento bicapa <input type="checkbox"/> Carpeta en Frio <input type="checkbox"/> Carpeta en Caliente <input type="checkbox"/> Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/> Sello <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>
2	24	28	24	24	29	26	26	26	27	23	
3	28	24	25	27	27	27	28	25	24	27	
4	27	26	26	22	26	25	26	28	27	26	
5	27	26	25	24	27	25	25	26	27	25	
6	28	26	22	29	30	28	29	27	28	29	
7	25	28	30	23	26	25	23	25	29	28	
8	28	28	31	27	29	27	27	27	25	24	
9	28	29	31	26	30	28	29	28	29	27	
10	28	25	26	25	26	25	28	26	26	26	
11	25	28	28	27	27	26	25	26	28	29	
12	27	31	30	27	28	25	26	27	26	25	
13	25	27	24	26	25	27	27	27	26	24	
14	27	29	28	25	25	28	27	29	29	26	
15	25	25	28	28	28	27	29	27	26	28	
16	28	26	28	27	29	27	26	26	26	27	
17	26	25	27	24	24	26	27	28	28	28	
18	27	27	24	27	26	25	27	25	28	27	
19	27	25	28	25	27	24	28	25	26	26	
20	27	27	22	26	26	26	25	28	24	27	

### CÁLCULO DE "D"



### AGRUPACIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RANGO "D"

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
1	0	0	10	0.00	0.00
2	0	0	10	0.00	0.00
3	0	0	10	0.00	0.00
4	0	0	10	0.00	0.00
5	0	0	10	0.00	0.00
6	0	0	10	0.00	0.00
7	0	0	10	0.00	0.00
8	0	0	10	0.00	0.00
9	0	0	10	0.00	0.00
10	0	0	10	0.00	0.00
11	0	0	10	0.00	0.00
12	0	0	10	0.00	0.00
13	0	0	10	0.00	0.00
14	0	0	10	0.00	0.00
15	0	0	10	0.00	0.00
16	0	0	10	0.00	0.00
17	0	0	10	0.00	0.00
18	0	0	10	0.00	0.00
19	0	0	10	0.00	0.00
20	0	0	10	0.00	0.00
21	0	0	10	0.00	0.00
22	3	3	10	0.00	0.00
23	4	7	7	0.00	0.00
24	14	21	3	0.00	0.79
25	32	53	0	1.00	0.00

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
26	40	93	0	1.00	0.00
27	49	142	0	1.00	0.00
28	36	178	0	1.00	0.00
29	15	193	3	0.00	0.80
30	4	197	7	0.00	0.00
31	3	200	10	0.00	0.00
32	0	200	10	0.00	0.00
33	0	200	10	0.00	0.00
34	0	200	10	0.00	0.00
35	0	200	10	0.00	0.00
36	0	200	10	0.00	0.00
37	0	200	10	0.00	0.00
38	0	200	10	0.00	0.00
39	0	200	10	0.00	0.00
40	0	200	10	0.00	0.00
41	0	200	10	0.00	0.00
42	0	200	10	0.00	0.00
43	0	200	10	0.00	0.00
44	0	200	10	0.00	0.00
45	0	200	10	0.00	0.00
46	0	200	10	0.00	0.00
47	0	200	10	0.00	0.00
48	0	200	10	0.00	0.00
49	0	200	10	0.00	0.00
50	0	200	10	0.00	0.00
Σ	200	400		4.00	1.59

#### HALLAMOS EL RANGO DE "D"

	V. ENTERO	V. FRACC.
D=	4.00	1.59
D=	5.59	

#### SE CONVIERTE EN MILÍMETROS

	D	5 milímetros
D=	5.59	5
D=	27.93 mm	
D *2=	55.86 mm	

#### HALLAMOS ROGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Fórmulas:

F. (1)	<b>IRI = 0.593+0.0471D</b>	Cuando	2.4<IRI<15.9 o D > 50mm
F.(2)	<b>IRI=0.0485D</b>	Cuando	IRI<2.4 o D < 50mm

Dmm	55.86 mm
-----	----------

IRI=	3.22 m/km
------	-----------

El índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas : KM 05+060 y Km 05+460, es de **3.22 m/km**

## ENSAYO N° 02 - SECTOR II (HUELLA EXTERNA)

### ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Carretera: Pachabamba - Pomacucho
Sector: II
Fecha: 19 de octubre 2018

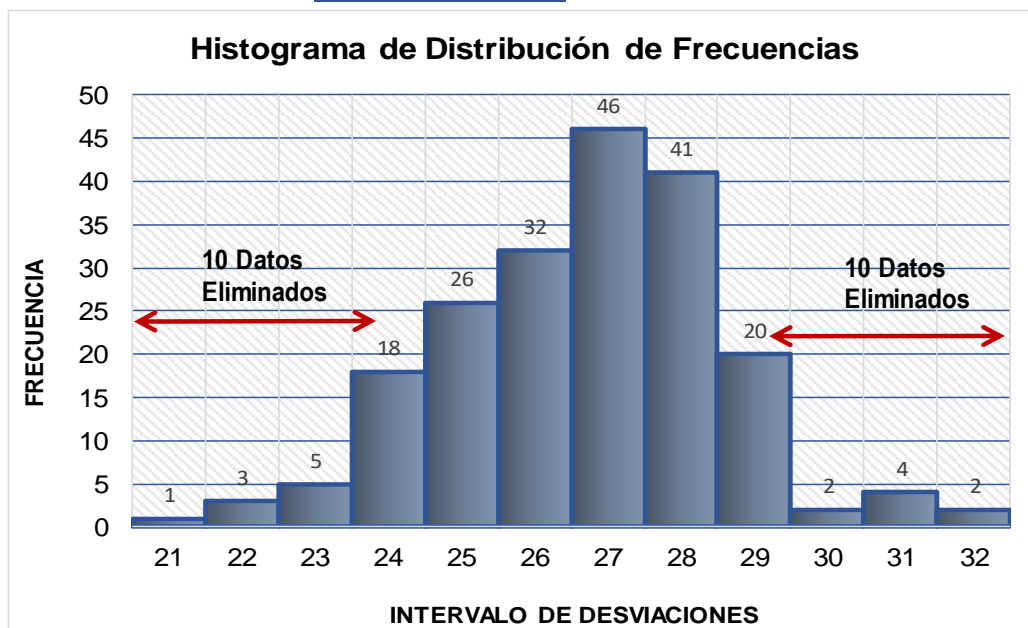
Ensayo N°: 02
Huella: Externa
Progresiva: KM 05+060 - KM 05+460

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

**Tipo de Pavimento:**

Afirmado	X
Base granular	
Base imprimada	
Tratamiento bicapa	
Carpeta en Frio	
Carpeta en Caliente	
Recapeo asfáltico	
Sello	
Otros	

### CÁLCULO DE "D"



### AGRUPACIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RANGO "D"

Nº CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
1	0	0	10	0.00	0.00
2	0	0	10	0.00	0.00
3	0	0	10	0.00	0.00
4	0	0	10	0.00	0.00
5	0	0	10	0.00	0.00
6	0	0	10	0.00	0.00
7	0	0	10	0.00	0.00
8	0	0	10	0.00	0.00
9	0	0	10	0.00	0.00
10	0	0	10	0.00	0.00
11	0	0	10	0.00	0.00
12	0	0	10	0.00	0.00
13	0	0	10	0.00	0.00
14	0	0	10	0.00	0.00
15	0	0	10	0.00	0.00
16	0	0	10	0.00	0.00
17	0	0	10	0.00	0.00
18	0	0	10	0.00	0.00
19	0	0	10	0.00	0.00
20	0	0	10	0.00	0.00
21	1	1	10	0.00	0.00
22	3	4	9	0.00	0.00
23	5	9	6	0.00	0.00
24	18	27	1	0.00	0.94
25	26	53	0	1.00	0.00

Nº CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
26	32	85	0	1.00	0.00
27	46	131	0	1.00	0.00
28	41	172	0	1.00	0.00
29	20	192	2	0.00	0.90
30	2	194	4	0.00	0.00
31	4	198	8	0.00	0.00
32	2	200	10	0.00	0.00
33	0	200	10	0.00	0.00
34	0	200	10	0.00	0.00
35	0	200	10	0.00	0.00
36	0	200	10	0.00	0.00
37	0	200	10	0.00	0.00
38	0	200	10	0.00	0.00
39	0	200	10	0.00	0.00
40	0	200	10	0.00	0.00
41	0	200	10	0.00	0.00
42	0	200	10	0.00	0.00
43	0	200	10	0.00	0.00
44	0	200	10	0.00	0.00
45	0	200	10	0.00	0.00
46	0	200	10	0.00	0.00
47	0	200	10	0.00	0.00
48	0	200	10	0.00	0.00
49	0	200	10	0.00	0.00
50	0	200	10	0.00	0.00
$\Sigma$	200	400		4.00	1.84

**HALLAMOS EL RANGO DE "D"**

	V. ENTERO	V. FRACC.
D=	4.00	1.84
D=	5.84	

**SE CONVIERTE EN MILÍMETROS**

	D	5 milímetros
D=	5.84	5
D=	29.22 mm	
D *2=	58.44 mm	

### HALLAMOS ROGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Fórmulas:

F. (1)

$$IRI = 0.593 + 0.0471D$$

Cuando

$$2.4 < IRI < 15.9 \text{ o } D > 50\text{mm}$$

F.(2)

$$IRI = 0.0485D$$

Cuando

$$IRI < 2.4 \text{ o } D < 50\text{mm}$$

Dmm	58.44 mm
-----	----------

IRI=	3.35 m/km
------	-----------

El índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas : KM 05+060 y Km 05+460, es de **3.35 m/km**

## ENSAYO N° 02 - SECTOR II (HUELLA INTERNA)

### ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Carretera: Pachabamba - Pomacucho
Sector: II
Fecha: 19 de octubre 2018

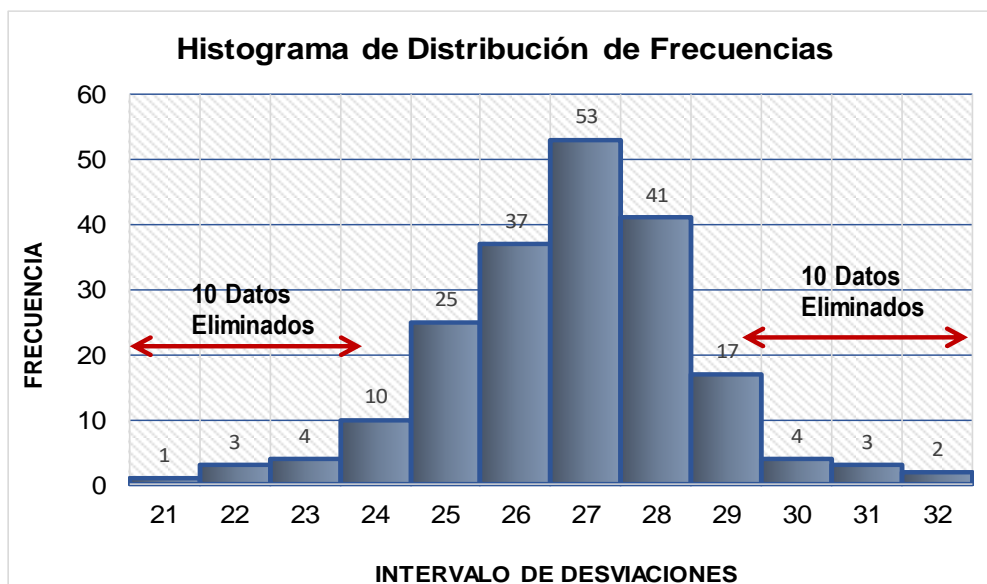
Ensayo N°: 02
Huella: Interna
Progresiva: KM 05+060 - KM 05+460

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

#### Tipo de Pavimento:

Afirmado	X
Base granular	
Base imprimada	
Tratamiento bicapa	
Carpeta en Frio	
Carpeta en Caliente	
Recapeo asfáltico	
Sello	
Otros	

### CÁLCULO DE "D"



### AGRUPACIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RANGO "D"

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
1	0	0	10	0.00	0.00
2	0	0	10	0.00	0.00
3	0	0	10	0.00	0.00
4	0	0	10	0.00	0.00
5	0	0	10	0.00	0.00
6	0	0	10	0.00	0.00
7	0	0	10	0.00	0.00
8	0	0	10	0.00	0.00
9	0	0	10	0.00	0.00
10	0	0	10	0.00	0.00
11	0	0	10	0.00	0.00
12	0	0	10	0.00	0.00
13	0	0	10	0.00	0.00
14	0	0	10	0.00	0.00
15	0	0	10	0.00	0.00
16	0	0	10	0.00	0.00
17	0	0	10	0.00	0.00
18	0	0	10	0.00	0.00
19	0	0	10	0.00	0.00
20	0	0	10	0.00	0.00
21	1	1	10	0.00	0.00
22	3	4	9	0.00	0.00
23	4	8	6	0.00	0.00
24	10	18	2	0.00	0.80
25	25	43	0	1.00	0.00

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
26	37	80	0	1.00	0.00
27	53	133	0	1.00	0.00
28	41	174	0	1.00	0.00
29	17	191	1	0.00	0.94
30	4	195	5	0.00	0.00
31	3	198	8	0.00	0.00
32	2	200	10	0.00	0.00
33	0	200	10	0.00	0.00
34	0	200	10	0.00	0.00
35	0	200	10	0.00	0.00
36	0	200	10	0.00	0.00
37	0	200	10	0.00	0.00
38	0	200	10	0.00	0.00
39	0	200	10	0.00	0.00
40	0	200	10	0.00	0.00
41	0	200	10	0.00	0.00
42	0	200	10	0.00	0.00
43	0	200	10	0.00	0.00
44	0	200	10	0.00	0.00
45	0	200	10	0.00	0.00
46	0	200	10	0.00	0.00
47	0	200	10	0.00	0.00
48	0	200	10	0.00	0.00
49	0	200	10	0.00	0.00
50	0	200	10	0.00	0.00
<b>Σ</b>	<b>200</b>	<b>400</b>		<b>4.00</b>	<b>1.74</b>

**HALLAMOS EL RANGO DE "D"**

	V. ENTERO	V. FRACC.
D=	4.00	1.74
D=	5.74	

**SE CONVIERTE EN MILÍMETROS**

	D	5 milímetros
D=	5.74	5
D=	28.71 mm	
D *2=	57.41 mm	

### HALLAMOS RUGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Fórmulas:

F. (1)

$$\text{IRI} = 0.593 + 0.0471D$$

Quando  $2.4 < \text{IRI} < 15.9$  o  $D > 50\text{mm}$

F.(2)

$$\text{IRI} = 0.0485D$$

Quando  $\text{IRI} < 2.4$  o  $D < 50\text{mm}$

Dmm	57.41 mm
-----	----------

IRI=	3.30 m/km
------	-----------

El índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas : KM 05+060 y Km 05+460, es de **3.30 m/km**

**ENSAYO N° 03 - SECTOR II (HUELLA EXTERNA)**

**ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN**

Carretera: Pachabamba - Pomacucho
Sector: II
Fecha: 21 de noviembre 2018

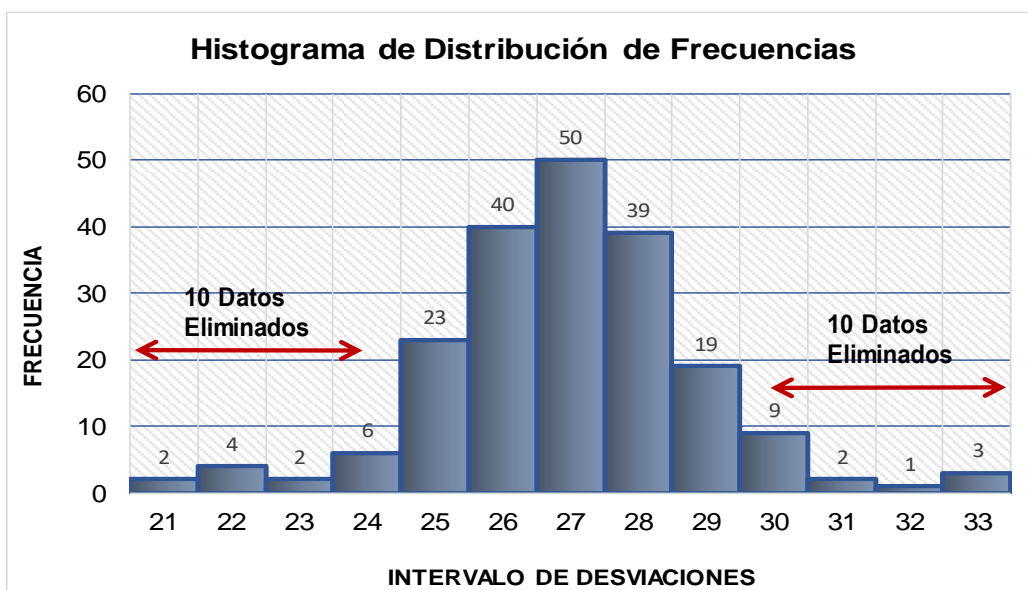
Ensayo N°: 03
Huella: Externa
Progresiva: KM 05+060 - KM 05+460

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

**Tipo de Pavimento:**

Afirmado	<input checked="" type="checkbox"/>
Base granular	<input type="checkbox"/>
Base imprimada	<input type="checkbox"/>
Tratamiento bicapa	<input type="checkbox"/>
Carpeta en Frio	<input type="checkbox"/>
Carpeta en Caliente	<input type="checkbox"/>
Recapeo asfáltico	<input type="checkbox"/>
Sello	<input type="checkbox"/>
Otros	<input type="checkbox"/>

**CÁLCULO DE "D"**





### AGRUPACIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RANGO "D"

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
1	0	0	10	0.00	0.00
2	0	0	10	0.00	0.00
3	0	0	10	0.00	0.00
4	0	0	10	0.00	0.00
5	0	0	10	0.00	0.00
6	0	0	10	0.00	0.00
7	0	0	10	0.00	0.00
8	0	0	10	0.00	0.00
9	0	0	10	0.00	0.00
10	0	0	10	0.00	0.00
11	0	0	10	0.00	0.00
12	0	0	10	0.00	0.00
13	0	0	10	0.00	0.00
14	0	0	10	0.00	0.00
15	0	0	10	0.00	0.00
16	0	0	10	0.00	0.00
17	0	0	10	0.00	0.00
18	0	0	10	0.00	0.00
19	0	0	10	0.00	0.00
20	0	0	10	0.00	0.00
21	2	2	10	0.00	0.00
22	4	6	8	0.00	0.00
23	2	8	4	0.00	0.00
24	6	14	2	0.00	0.67
25	23	37	0	1.00	0.00

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
26	40	77	0	1.00	0.00
27	50	127	0	1.00	0.00
28	39	166	0	1.00	0.00
29	19	185	0	1.00	0.00
30	9	194	4	0.00	0.56
31	2	196	6	0.00	0.00
32	1	197	7	0.00	0.00
33	3	200	10	0.00	0.00
34	0	200	10	0.00	0.00
35	0	200	10	0.00	0.00
36	0	200	10	0.00	0.00
37	0	200	10	0.00	0.00
38	0	200	10	0.00	0.00
39	0	200	10	0.00	0.00
40	0	200	10	0.00	0.00
41	0	200	10	0.00	0.00
42	0	200	10	0.00	0.00
43	0	200	10	0.00	0.00
44	0	200	10	0.00	0.00
45	0	200	10	0.00	0.00
46	0	200	10	0.00	0.00
47	0	200	10	0.00	0.00
48	0	200	10	0.00	0.00
49	0	200	10	0.00	0.00
50	0	200	10	0.00	0.00
$\Sigma$	200	400		5.00	1.22

#### HALLAMOS EL RANGO DE "D"

	V. ENTERO	V. FRACC.
D=	5.00	1.22
D=	6.22	

#### SE CONVIERTE EN MILÍMETROS

	D	5 milímetros
D=	6.22	5
D=	31.11 mm	
D *2=	62.22 mm	

#### HALLAMOS RUGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Fórmulas:

F. (1)	<b>IRI = 0.593+0.0471D</b>	Cuando	2.4<IRI<15.9 o D > 50mm
F.(2)	<b>IRI=0.0485D</b>	Cuando	IRI<2.4 o D < 50mm

Dmm	<b>62.22 mm</b>
-----	-----------------

IRI=	<b>3.52 m/km</b>
------	------------------

El índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas : KM 05+060 y Km 05+460, es de **3.52 m/km**

## ENSAYO N° 03 - SECTOR II (HUELLA INTERNA)

### ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Carretera: Pachabamba - Pomacucho
Sector: II
Fecha: 21 de noviembre 2018

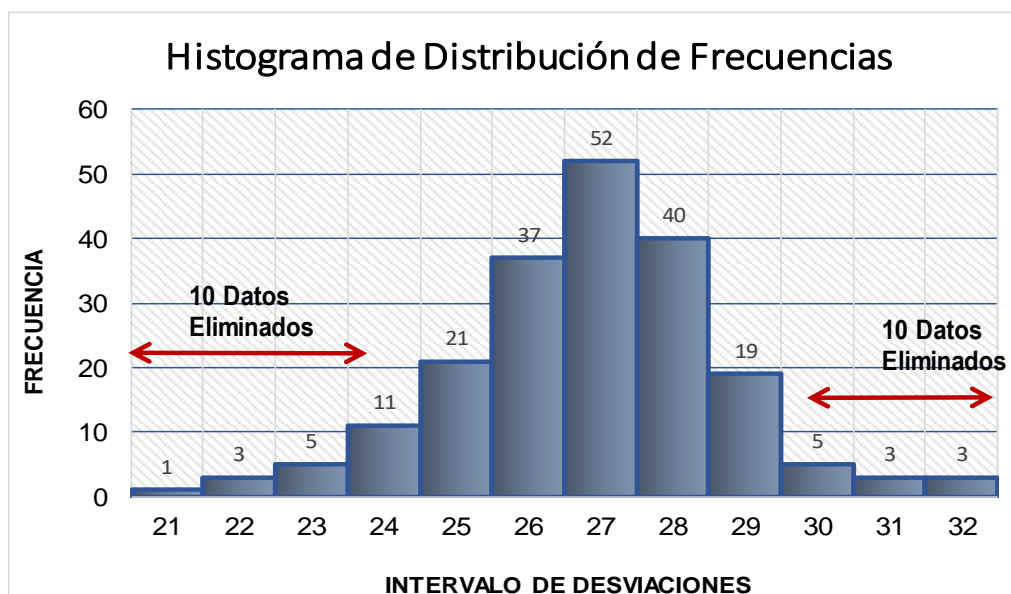
Ensayo N°: 03
Huella: Interna
Progresiva: KM 05+060 - KM 05+460

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

#### Tipo de Pavimento:

Afirmado	X
Base granular	
Base imprimada	
Tratamiento bicapa	
Carpeta en Frio	
Carpeta en Caliente	
Recapeo asfáltico	
Sello	
Otros	

### CÁLCULO DE "D"



### AGRUPACIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RANGO "D"

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
1	0	0	10	0.00	0.00
2	0	0	10	0.00	0.00
3	0	0	10	0.00	0.00
4	0	0	10	0.00	0.00
5	0	0	10	0.00	0.00
6	0	0	10	0.00	0.00
7	0	0	10	0.00	0.00
8	0	0	10	0.00	0.00
9	0	0	10	0.00	0.00
10	0	0	10	0.00	0.00
11	0	0	10	0.00	0.00
12	0	0	10	0.00	0.00
13	0	0	10	0.00	0.00
14	0	0	10	0.00	0.00
15	0	0	10	0.00	0.00
16	0	0	10	0.00	0.00
17	0	0	10	0.00	0.00
18	0	0	10	0.00	0.00
19	0	0	10	0.00	0.00
20	0	0	10	0.00	0.00
21	1	1	10	0.00	0.00
22	3	4	9	0.00	0.00
23	5	9	6	0.00	0.00
24	11	20	1	0.00	0.91
25	21	41	0	1.00	0.00

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
26	37	78	0	1.00	0.00
27	52	130	0	1.00	0.00
28	40	170	0	1.00	0.00
29	19	189	0	1.00	0.00
30	5	194	4	0.00	0.20
31	3	197	7	0.00	0.00
32	3	200	10	0.00	0.00
33	0	200	10	0.00	0.00
34	0	200	10	0.00	0.00
35	0	200	10	0.00	0.00
36	0	200	10	0.00	0.00
37	0	200	10	0.00	0.00
38	0	200	10	0.00	0.00
39	0	200	10	0.00	0.00
40	0	200	10	0.00	0.00
41	0	200	10	0.00	0.00
42	0	200	10	0.00	0.00
43	0	200	10	0.00	0.00
44	0	200	10	0.00	0.00
45	0	200	10	0.00	0.00
46	0	200	10	0.00	0.00
47	0	200	10	0.00	0.00
48	0	200	10	0.00	0.00
49	0	200	10	0.00	0.00
50	0	200	10	0.00	0.00
$\Sigma$	200	400		5.00	1.11

#### HALLAMOS EL RANGO DE "D"

	V. ENTERO	V. FRACC.
D=	5.00	1.11
D=	6.11	

#### SE CONVIERTE EN MILÍMETROS

	D	5 milímetros
D=	6.11	5
D=	30.55 mm	
D *2=	61.09 mm	

#### HALLAMOS RUGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Fórmulas:

F. (1)

$$IRI = 0.593 + 0.0471D$$

Cuando  $2.4 < IRI < 15.9$  o  $D > 50$ mm

F.(2)

$$IRI = 0.0485D$$

Cuando  $IRI < 2.4$  o  $D < 50$ mm

Dmm	61.09 mm
-----	----------

IRI=	3.47 m/km
------	-----------

El índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas : KM 05+060 y Km 05+460, es de **3.47 m/km**

### ENSAYO N° 04 - SECTOR II (HUELLA EXTERNA)

#### ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Carretera: Pachabamba - Pomacucho
Sector: II
Fecha: 20 de diciembre 2018

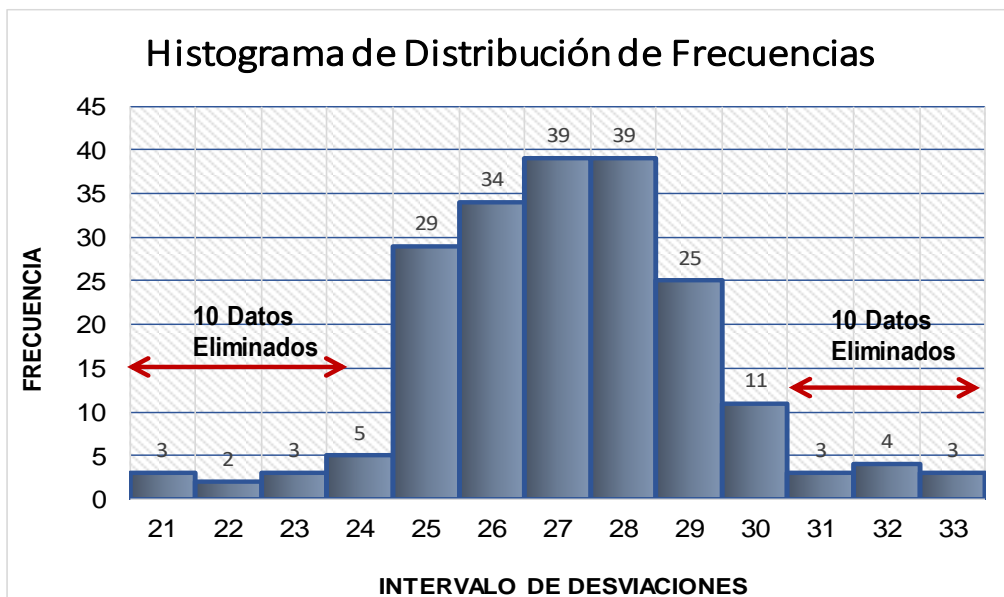
Ensayo N°: 04
Huella: Externa
Progresiva: KM 05+060 - KM 05+460

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

**Tipo de Pavimento:**

Afirmado	X
Base granular	
Base imprimada	
Tratamiento bicapa	
Carpeta en Frio	
Carpeta en Caliente	
Recapeo asfáltico	
Sello	
Otros	

#### CÁLCULO DE "D"



### AGRUPACIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RANGO "D"

Nº CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
1	0	0	10	0.00	0.00
2	0	0	10	0.00	0.00
3	0	0	10	0.00	0.00
4	0	0	10	0.00	0.00
5	0	0	10	0.00	0.00
6	0	0	10	0.00	0.00
7	0	0	10	0.00	0.00
8	0	0	10	0.00	0.00
9	0	0	10	0.00	0.00
10	0	0	10	0.00	0.00
11	0	0	10	0.00	0.00
12	0	0	10	0.00	0.00
13	0	0	10	0.00	0.00
14	0	0	10	0.00	0.00
15	0	0	10	0.00	0.00
16	0	0	10	0.00	0.00
17	0	0	10	0.00	0.00
18	0	0	10	0.00	0.00
19	0	0	10	0.00	0.00
20	0	0	10	0.00	0.00
21	3	3	10	0.00	0.00
22	2	5	7	0.00	0.00
23	3	8	5	0.00	0.00
24	5	13	2	0.00	0.60
25	29	42	0	1.00	0.00

Nº CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
26	34	76	0	1.00	0.00
27	39	115	0	1.00	0.00
28	39	154	0	1.00	0.00
29	25	179	0	1.00	0.00
30	11	190	0	1.00	0.00
31	3	193	3	0.00	0.00
32	4	197	7	0.00	0.00
33	3	200	10	0.00	0.00
34	0	200	10	0.00	0.00
35	0	200	10	0.00	0.00
36	0	200	10	0.00	0.00
37	0	200	10	0.00	0.00
38	0	200	10	0.00	0.00
39	0	200	10	0.00	0.00
40	0	200	10	0.00	0.00
41	0	200	10	0.00	0.00
42	0	200	10	0.00	0.00
43	0	200	10	0.00	0.00
44	0	200	10	0.00	0.00
45	0	200	10	0.00	0.00
46	0	200	10	0.00	0.00
47	0	200	10	0.00	0.00
48	0	200	10	0.00	0.00
49	0	200	10	0.00	0.00
50	0	200	10	0.00	0.00
Σ	200	400		6.00	0.60

**HALLAMOS EL RANGO DE "D"**

	V. ENTERO	V. FRACC.
D=	6.00	0.60
D=	6.60	

**SE CONVIERTE EN MILÍMETROS**

	D	5 milímetros
D=	6.60	5
D=	33.00 mm	
D *2=	66.00 mm	

### HALLAMOS ROGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Fórmulas:

F. (1)	<b>IRI = 0.593+0.0471D</b>	Cuando	2.4<IRI<15.9 o D > 50mm
F.(2)	<b>IRI=0.0485D</b>	Cuando	IRI<2.4 o D < 50mm

Dmm	<b>66.00 mm</b>
-----	-----------------

IRI=	<b>3.70 m/km</b>
------	------------------

El índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas : KM 05+060 y Km 05+460, es de **3.70 m/km**

## ENSAYO N° 04 - SECTOR II (HUELLA INTERNA)

### ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Carretera: Pachabamba - Pomacucho
Sector: II
Fecha: 20 de diciembre 2018

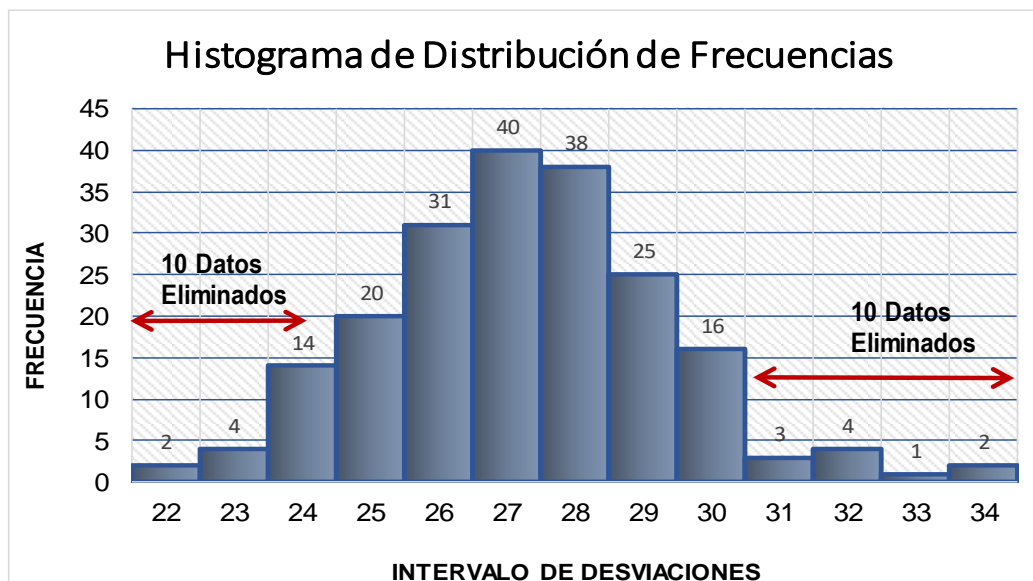
Ensayo N°: 04
Huella: Interna
Progresiva: KM 05+060 - KM 05+460

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

#### Tipo de Pavimento:

Afirmado	X
Base granular	
Base imprimada	
Tratamiento bicapa	
Carpeta en Frio	
Carpeta en Caliente	
Recapeo asfáltico	
Sello	
Otros	

### CÁLCULO DE "D"



### AGRUPACIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RANGO "D"

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
1	0	0	10	0.00	0.00
2	0	0	10	0.00	0.00
3	0	0	10	0.00	0.00
4	0	0	10	0.00	0.00
5	0	0	10	0.00	0.00
6	0	0	10	0.00	0.00
7	0	0	10	0.00	0.00
8	0	0	10	0.00	0.00
9	0	0	10	0.00	0.00
10	0	0	10	0.00	0.00
11	0	0	10	0.00	0.00
12	0	0	10	0.00	0.00
13	0	0	10	0.00	0.00
14	0	0	10	0.00	0.00
15	0	0	10	0.00	0.00
16	0	0	10	0.00	0.00
17	0	0	10	0.00	0.00
18	0	0	10	0.00	0.00
19	0	0	10	0.00	0.00
20	0	0	10	0.00	0.00
21	0	0	10	0.00	0.00
22	2	2	10	0.00	0.00
23	4	6	8	0.00	0.00
24	14	20	4	0.00	0.71
25	20	40	0	1.00	0.00

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
26	31	71	0	1.00	0.00
27	40	111	0	1.00	0.00
28	38	149	0	1.00	0.00
29	25	174	0	1.00	0.00
30	16	190	0	1.00	0.00
31	3	193	3	0.00	0.00
32	4	197	7	0.00	0.00
33	1	198	8	0.00	0.00
34	2	200	10	0.00	0.00
35	0	200	10	0.00	0.00
36	0	200	10	0.00	0.00
37	0	200	10	0.00	0.00
38	0	200	10	0.00	0.00
39	0	200	10	0.00	0.00
40	0	200	10	0.00	0.00
41	0	200	10	0.00	0.00
42	0	200	10	0.00	0.00
43	0	200	10	0.00	0.00
44	0	200	10	0.00	0.00
45	0	200	10	0.00	0.00
46	0	200	10	0.00	0.00
47	0	200	10	0.00	0.00
48	0	200	10	0.00	0.00
49	0	200	10	0.00	0.00
50	0	200	10	0.00	0.00
<b>Σ</b>	<b>200</b>	<b>400</b>		<b>6.00</b>	<b>0.71</b>

#### HALLAMOS EL RANGO DE "D"

	V. ENTERO	V. FRACC.
D=	6.00	0.71
D=	6.71	

#### SE CONVIERTE EN MILÍMETROS

	D	5 milímetros
D=	6.71	5
D=	33.57 mm	
D *2=	67.14 mm	

#### HALLAMOS ROGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Fórmulas:

F. (1)

$$IRI = 0.593 + 0.0471D$$

Quando

$$2.4 < IRI < 15.9 \text{ o } D > 50\text{mm}$$

F.(2)

$$IRI = 0.0485D$$

Quando

$$IRI < 2.4 \text{ o } D < 50\text{mm}$$

Dmm	67.14 mm
-----	----------

IRI=	3.76 m/km
------	-----------

El índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas : KM 05+060 y Km 05+460, es de **3.76 m/km**

## ENSAYO N° 05 - SECTOR II (HUELLA EXTERNA)

### ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Carretera: Pachabamba - Pomacucho
Sector: II
Fecha: 18 de enero 2019

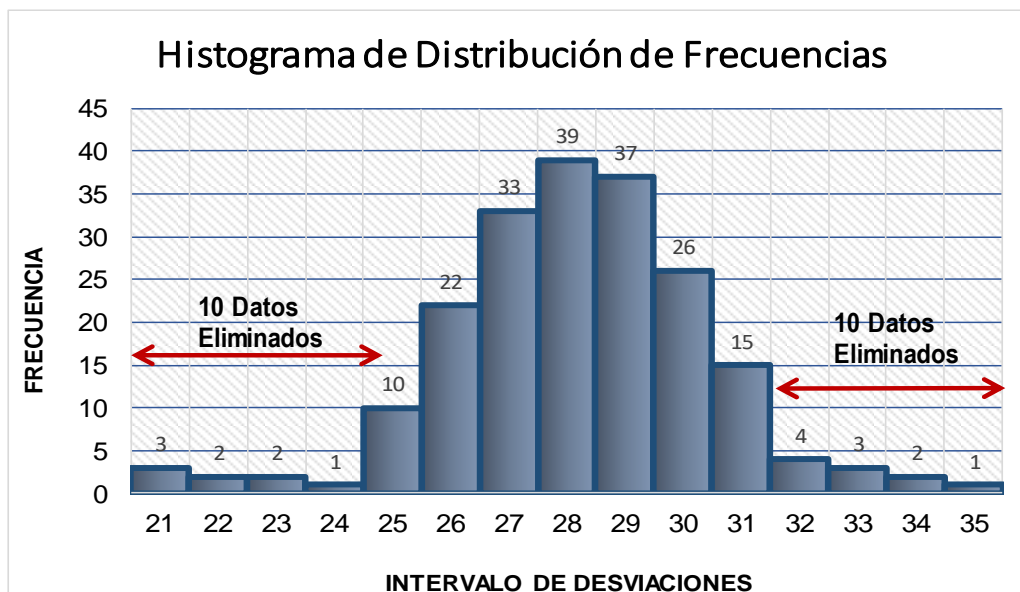
Ensayo N°: 05
Huella: Externa
Progresiva: KM 05+060 - KM 05+460

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

**Tipo de Pavimento:**

Afirmado	X
Base granular	
Base imprimada	
Tratamiento bicapa	
Carpeta en Frio	
Carpeta en Caliente	
Recapeo asfaltico	
Sello	
Otros	

### CÁLCULO DE "D"





### AGRUPACIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RANGO "D"

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
1	0	0	10	0.00	0.00
2	0	0	10	0.00	0.00
3	0	0	10	0.00	0.00
4	0	0	10	0.00	0.00
5	0	0	10	0.00	0.00
6	0	0	10	0.00	0.00
7	0	0	10	0.00	0.00
8	0	0	10	0.00	0.00
9	0	0	10	0.00	0.00
10	0	0	10	0.00	0.00
11	0	0	10	0.00	0.00
12	0	0	10	0.00	0.00
13	0	0	10	0.00	0.00
14	0	0	10	0.00	0.00
15	0	0	10	0.00	0.00
16	0	0	10	0.00	0.00
17	0	0	10	0.00	0.00
18	0	0	10	0.00	0.00
19	0	0	10	0.00	0.00
20	0	0	10	0.00	0.00
21	3	3	10	0.00	0.00
22	2	5	7	0.00	0.00
23	2	7	5	0.00	0.00
24	1	8	3	0.00	0.00
25	10	18	2	0.00	0.80

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
26	22	40	0	1.00	0.00
27	33	73	0	1.00	0.00
28	39	112	0	1.00	0.00
29	37	149	0	1.00	0.00
30	26	175	0	1.00	0.00
31	15	190	0	1.00	0.00
32	4	194	4	0.00	0.00
33	3	197	7	0.00	0.00
34	2	199	9	0.00	0.00
35	1	200	10	0.00	0.00
36	0	200	10	0.00	0.00
37	0	200	10	0.00	0.00
38	0	200	10	0.00	0.00
39	0	200	10	0.00	0.00
40	0	200	10	0.00	0.00
41	0	200	10	0.00	0.00
42	0	200	10	0.00	0.00
43	0	200	10	0.00	0.00
44	0	200	10	0.00	0.00
45	0	200	10	0.00	0.00
46	0	200	10	0.00	0.00
47	0	200	10	0.00	0.00
48	0	200	10	0.00	0.00
49	0	200	10	0.00	0.00
50	0	200	10	0.00	0.00
<b>Σ</b>	<b>200</b>	<b>400</b>		<b>6.00</b>	<b>0.80</b>

#### HALLAMOS EL RANGO DE "D"

	V. ENTERO	V. FRACC.
D=	6.00	0.80
D=	6.80	

#### SE CONVIERTE EN MILÍMETROS

	D	5 milímetros
D=	6.80	5
D=	34.00 mm	
D *2=	68.00 mm	

#### HALLAMOS ROGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Fórmulas:

F. (1)	<b>IRI = 0.593+0.0471D</b>	Quando	2.4<IRI<15.9 o D > 50mm
F.(2)	<b>IRI=0.0485D</b>	Quando	IRI<2.4 o D < 50mm

<b>Dmm</b>	<b>68.00 mm</b>
------------	-----------------

<b>IRI=</b>	<b>3.80 m/km</b>
-------------	------------------

El índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas : KM 05+060 y Km 05+460, es de **3.80 m/km**

## ENSAYO N° 05 - SECTOR II (HUELLA INTERNA)

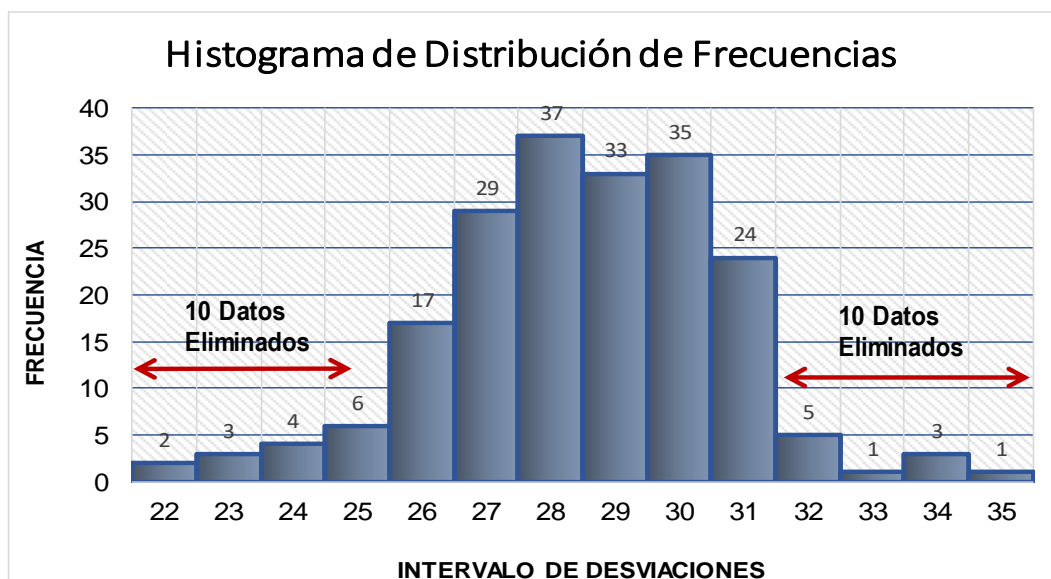
### ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Carretera: Pachabamba - Pomacucho
Sector: II
Fecha: 18 de enero 2019

Ensayo N°: 05
Huella: Interna
Progresiva: KM 05+060 - KM 05+460

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	28	29	31	29	27	31	27	28	29	29	<b>Tipo de Pavimento:</b> Afirmado <input checked="" type="checkbox"/> X Base granular <input type="checkbox"/> Base imprimada <input type="checkbox"/> Tratamiento bicapa <input type="checkbox"/> Carpeta en Frio <input type="checkbox"/> Carpeta en Caliente <input type="checkbox"/> Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/> Sello <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>
2	30	27	26	29	23	30	26	26	35	28	
3	31	28	30	29	26	29	27	26	31	27	
4	27	27	28	30	26	27	25	30	29	28	
5	29	30	30	28	30	26	29	29	30	30	
6	28	29	28	24	28	26	29	29	28	31	
7	31	31	28	29	27	31	30	28	27	28	
8	30	28	25	29	26	27	30	31	29	29	
9	26	23	30	34	29	26	31	29	27	29	
10	30	30	30	28	28	27	31	24	29	28	
11	29	31	28	27	29	30	30	30	31	30	
12	22	28	30	25	27	28	22	28	26	27	
13	26	28	31	29	27	27	28	26	34	28	
14	27	28	34	28	28	28	26	30	31	29	
15	27	30	30	27	27	27	27	30	30	26	
16	30	31	32	28	29	24	25	29	33	32	
17	32	32	31	28	25	30	26	31	30	27	
18	27	32	29	29	28	27	25	24	29	28	
19	31	27	28	23	30	28	27	28	28	31	
20	30	31	29	31	31	30	29	30	31	30	

### CÁLCULO DE "D"



### AGRUPACIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RANGO "D"

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMU LADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
1	0	0	10	0.00	0.00
2	0	0	10	0.00	0.00
3	0	0	10	0.00	0.00
4	0	0	10	0.00	0.00
5	0	0	10	0.00	0.00
6	0	0	10	0.00	0.00
7	0	0	10	0.00	0.00
8	0	0	10	0.00	0.00
9	0	0	10	0.00	0.00
10	0	0	10	0.00	0.00
11	0	0	10	0.00	0.00
12	0	0	10	0.00	0.00
13	0	0	10	0.00	0.00
14	0	0	10	0.00	0.00
15	0	0	10	0.00	0.00
16	0	0	10	0.00	0.00
17	0	0	10	0.00	0.00
18	0	0	10	0.00	0.00
19	0	0	10	0.00	0.00
20	0	0	10	0.00	0.00
21	0	0	10	0.00	0.00
22	2	2	10	0.00	0.00
23	3	5	8	0.00	0.00
24	4	9	5	0.00	0.00
25	6	15	1	0.00	0.83

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMU LADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
26	17	32	0	1.00	0.00
27	29	61	0	1.00	0.00
28	37	98	0	1.00	0.00
29	33	131	0	1.00	0.00
30	35	166	0	1.00	0.00
31	24	190	0	1.00	0.00
32	5	195	5	0.00	0.00
33	1	196	6	0.00	0.00
34	3	199	9	0.00	0.00
35	1	200	10	0.00	0.00
36	0	200	10	0.00	0.00
37	0	200	10	0.00	0.00
38	0	200	10	0.00	0.00
39	0	200	10	0.00	0.00
40	0	200	10	0.00	0.00
41	0	200	10	0.00	0.00
42	0	200	10	0.00	0.00
43	0	200	10	0.00	0.00
44	0	200	10	0.00	0.00
45	0	200	10	0.00	0.00
46	0	200	10	0.00	0.00
47	0	200	10	0.00	0.00
48	0	200	10	0.00	0.00
49	0	200	10	0.00	0.00
50	0	200	10	0.00	0.00
$\Sigma$	200	400		6.00	0.83

**HALLAMOS EL RANGO DE "D"**

	V. ENTERO	V. FRACC.
D=	6.00	0.83
D=	6.83	

**SE CONVIERTE EN MILÍMETROS**

	D	5 milímetros
D=	6.83	5
D=	34.17 mm	
D *2=	68.33 mm	

### HALLAMOS ROGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Fórmulas:

F. (1)	<b>IRI = 0.593+0.0471D</b>	Quando	2.4<IRI<15.9 o D > 50mm
F.(2)	<b>IRI=0.0485D</b>	Quando	IRI<2.4 o D < 50mm

Dmm	<b>68.33 mm</b>
-----	-----------------

IRI=	<b>3.81 m/km</b>
------	------------------

El índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas : KM 05+060 y Km 05+460, es de **3.81 m/km**

## ENSAYO N° 01 - SECTOR III (HUELLA EXTERNA)

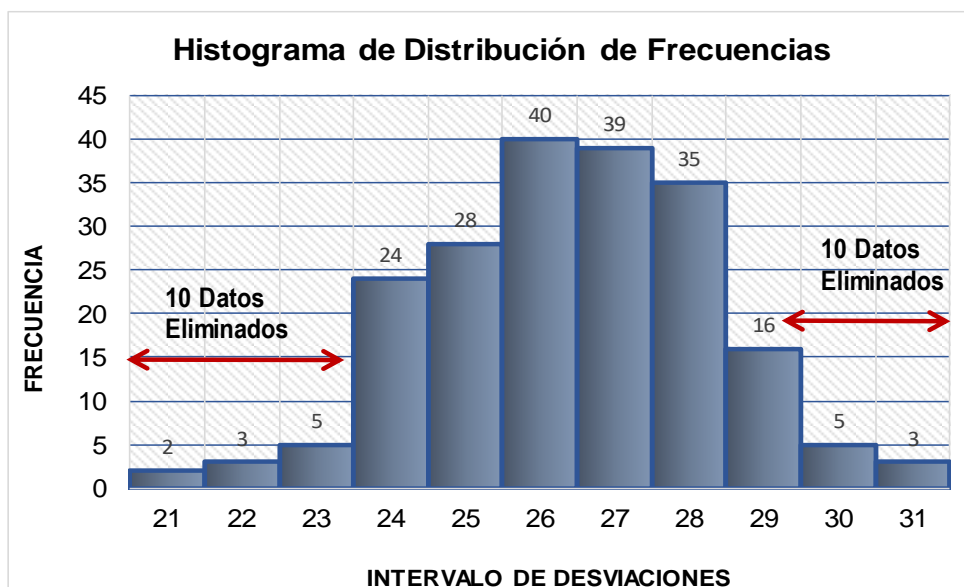
### ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Carretera: Pachabamba - Pomacucho
Sector: III
Fecha: 22 de setiembre 2018

Ensayo N°: 01
Huella: Externa
Progresiva: KM 07+600 - KM 08+000

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	29	28	24	27	28	26	22	27	27	24	<b>Tipo de Pavimento:</b> Afirmado <input checked="" type="checkbox"/> Base granular <input type="checkbox"/> Base imprimada <input type="checkbox"/> Tratamiento bicapa <input type="checkbox"/> Carpeta en Frio <input type="checkbox"/> Carpeta en Caliente <input type="checkbox"/> Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/> Sello <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>
2	31	28	26	26	28	27	26	25	26	26	
3	26	29	27	28	21	26	25	25	28	25	
4	26	27	26	23	28	27	28	30	25	26	
5	29	27	27	28	27	28	27	30	25	29	
6	28	24	29	27	29	26	26	28	26	29	
7	26	27	28	28	28	29	22	28	27	24	
8	26	26	24	29	21	27	28	27	24	26	
9	28	24	25	24	25	29	24	27	27	24	
10	28	25	28	26	26	26	29	26	25	27	
11	24	28	27	27	23	25	24	30	28	25	
12	26	26	26	25	25	24	30	25	24	26	
13	27	25	26	24	24	26	27	24	26	28	
14	26	28	28	26	25	27	27	27	26	25	
15	27	25	25	29	23	28	30	25	28	28	
16	27	27	28	24	28	27	29	25	25	27	
17	26	27	24	28	24	27	28	25	26	26	
18	26	24	24	29	28	28	26	25	23	27	
19	26	25	24	29	27	23	26	29	28	25	
20	27	22	25	31	27	27	26	31	24	27	

### CÁLCULO DE "D"



### AGRUPACIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RANGO "D"

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
1	0	0	10	0.00	0.00
2	0	0	10	0.00	0.00
3	0	0	10	0.00	0.00
4	0	0	10	0.00	0.00
5	0	0	10	0.00	0.00
6	0	0	10	0.00	0.00
7	0	0	10	0.00	0.00
8	0	0	10	0.00	0.00
9	0	0	10	0.00	0.00
10	0	0	10	0.00	0.00
11	0	0	10	0.00	0.00
12	0	0	10	0.00	0.00
13	0	0	10	0.00	0.00
14	0	0	10	0.00	0.00
15	0	0	10	0.00	0.00
16	0	0	10	0.00	0.00
17	0	0	10	0.00	0.00
18	0	0	10	0.00	0.00
19	0	0	10	0.00	0.00
20	0	0	10	0.00	0.00
21	2	2	10	0.00	0.00
22	3	5	8	0.00	0.00
23	5	10	5	0.00	0.00
24	24	34	0	1.00	0.00
25	28	62	0	1.00	0.00

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
26	40	102	0	1.00	0.00
27	39	141	0	1.00	0.00
28	35	176	0	1.00	0.00
29	16	192	2	0.00	0.88
30	5	197	7	0.00	0.00
31	3	200	10	0.00	0.00
32	0	200	10	0.00	0.00
33	0	200	10	0.00	0.00
34	0	200	10	0.00	0.00
35	0	200	10	0.00	0.00
36	0	200	10	0.00	0.00
37	0	200	10	0.00	0.00
38	0	200	10	0.00	0.00
39	0	200	10	0.00	0.00
40	0	200	10	0.00	0.00
41	0	200	10	0.00	0.00
42	0	200	10	0.00	0.00
43	0	200	10	0.00	0.00
44	0	200	10	0.00	0.00
45	0	200	10	0.00	0.00
46	0	200	10	0.00	0.00
47	0	200	10	0.00	0.00
48	0	200	10	0.00	0.00
49	0	200	10	0.00	0.00
50	0	200	10	0.00	0.00
$\Sigma$	200	400		5.00	0.88

#### HALLAMOS EL RANGO DE "D"

	V. ENTERO	V. FRACC.
D=	5.00	0.88
D=	5.88	

#### SE CONVIERTE EN MILÍMETROS

	D	5 milímetros
D=	5.88	5
D=	29.38 mm	
D *2=	58.75 mm	

#### HALLAMOS RUGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Fórmulas:

F. (1)	<b>IRI = 0.593+0.0471D</b>
F.(2)	<b>IRI=0.0485D</b>

Cuando  $2.4 < IRI < 15.9$  o  $D > 50$ mm

Cuando  $IRI < 2.4$  o  $D < 50$ mm

Dmm	<b>58.75 mm</b>
-----	-----------------

IRI=	<b>3.36 m/km</b>
------	------------------

El Índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas : KM 07+600 y Km 08+000, es de **3.36 m/km**

## ENSAYO N° 01 - SECTOR III (HUELLA INTERNA)

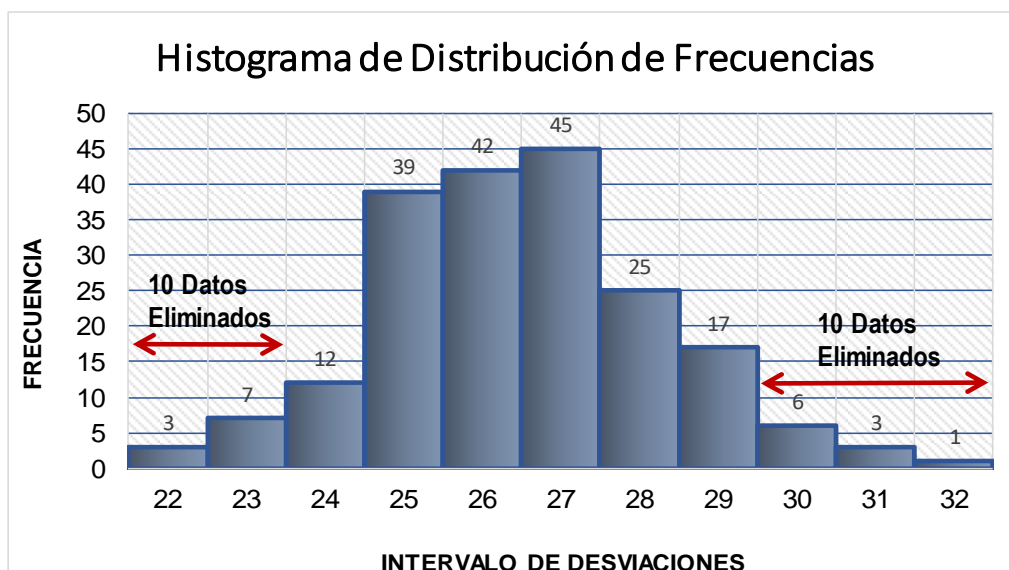
### ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Carretera: Pachabamba - Pomacucho
Sector: III
Fecha: 22 de setiembre 2018

Ensayo N°: 01
Huella: Interna
Progresiva: KM 07+600 - KM 08+000

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	23	27	30	32	26	25	27	26	27	27	<b>Tipo de Pavimento:</b> Afirmado <input checked="" type="checkbox"/> X Base granular <input type="checkbox"/> Base imprimada <input type="checkbox"/> Tratamiento bicapa <input type="checkbox"/> Carpeta en Frio <input type="checkbox"/> Carpeta en Caliente <input type="checkbox"/> Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/> Sello <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>
2	24	28	24	24	29	26	26	26	27	23	
3	28	28	25	23	27	27	26	25	29	27	
4	27	26	26	22	26	25	26	28	27	26	
5	27	26	24	24	27	25	25	26	27	25	
6	28	26	22	29	30	28	25	27	28	29	
7	25	25	30	23	26	25	23	25	29	28	
8	28	25	31	27	29	27	27	27	25	24	
9	28	23	31	26	30	28	29	28	29	27	
10	28	25	26	25	26	25	28	26	26	26	
11	25	25	28	27	27	26	25	29	28	29	
12	27	31	30	27	28	25	26	27	26	25	
13	25	27	29	26	25	27	27	27	26	24	
14	25	29	28	25	25	28	27	29	25	26	
15	25	25	28	25	28	27	29	27	26	25	
16	29	26	28	25	29	27	26	26	26	27	
17	26	25	27	24	24	26	27	26	25	24	
18	27	27	30	27	26	25	27	24	26	27	
19	27	23	28	25	27	24	28	25	26	26	
20	27	27	22	26	26	26	25	28	29	27	

### CÁLCULO DE "D"



### AGRUPACIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RANGO "D"

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
1	0	0	10	0.00	0.00
2	0	0	10	0.00	0.00
3	0	0	10	0.00	0.00
4	0	0	10	0.00	0.00
5	0	0	10	0.00	0.00
6	0	0	10	0.00	0.00
7	0	0	10	0.00	0.00
8	0	0	10	0.00	0.00
9	0	0	10	0.00	0.00
10	0	0	10	0.00	0.00
11	0	0	10	0.00	0.00
12	0	0	10	0.00	0.00
13	0	0	10	0.00	0.00
14	0	0	10	0.00	0.00
15	0	0	10	0.00	0.00
16	0	0	10	0.00	0.00
17	0	0	10	0.00	0.00
18	0	0	10	0.00	0.00
19	0	0	10	0.00	0.00
20	0	0	10	0.00	0.00
21	0	0	10	0.00	0.00
22	3	3	10	0.00	0.00
23	7	10	7	0.00	0.00
24	12	22	0	1.00	0.00
25	39	61	0	1.00	0.00

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
26	42	103	0	1.00	0.00
27	45	148	0	1.00	0.00
28	25	173	0	1.00	0.00
29	17	190	0	1.00	0.00
30	6	196	6	0.00	0.00
31	3	199	9	0.00	0.00
32	1	200	10	0.00	0.00
33	0	200	10	0.00	0.00
34	0	200	10	0.00	0.00
35	0	200	10	0.00	0.00
36	0	200	10	0.00	0.00
37	0	200	10	0.00	0.00
38	0	200	10	0.00	0.00
39	0	200	10	0.00	0.00
40	0	200	10	0.00	0.00
41	0	200	10	0.00	0.00
42	0	200	10	0.00	0.00
43	0	200	10	0.00	0.00
44	0	200	10	0.00	0.00
45	0	200	10	0.00	0.00
46	0	200	10	0.00	0.00
47	0	200	10	0.00	0.00
48	0	200	10	0.00	0.00
49	0	200	10	0.00	0.00
50	0	200	10	0.00	0.00
Σ	200	400		6.00	0.00

**HALLAMOS EL RANGO DE "D"**

	V. ENTERO	V. FRACC.
D=	6.00	0.00
D=	6.00	

**SE CONVIERTE EN MILÍMETROS**

	D	5 milímetros
D=	6.00	5
D=	30.00 mm	
D *2=	60.00 mm	

### HALLAMOS ROGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Fórmulas:

F. (1)

$$IRI = 0.593 + 0.0471D$$

Cuando

$$2.4 < IRI < 15.9 \text{ o } D > 50\text{mm}$$

F.(2)

$$IRI = 0.0485D$$

Cuando

$$IRI < 2.4 \text{ o } D < 50\text{mm}$$

Dmm	<b>60.00 mm</b>
-----	-----------------

IRI=	<b>3.42 m/km</b>
------	------------------

El Índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas : KM 07+600 y Km 08+000, es de **3.42 m/km**

### ENSAYO N° 02 - SECTOR III (HUELLA EXTERNA)

#### ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Carretera: Pachabamba - Pomacucho
Sector: III
Fecha: 19 de octubre 2018

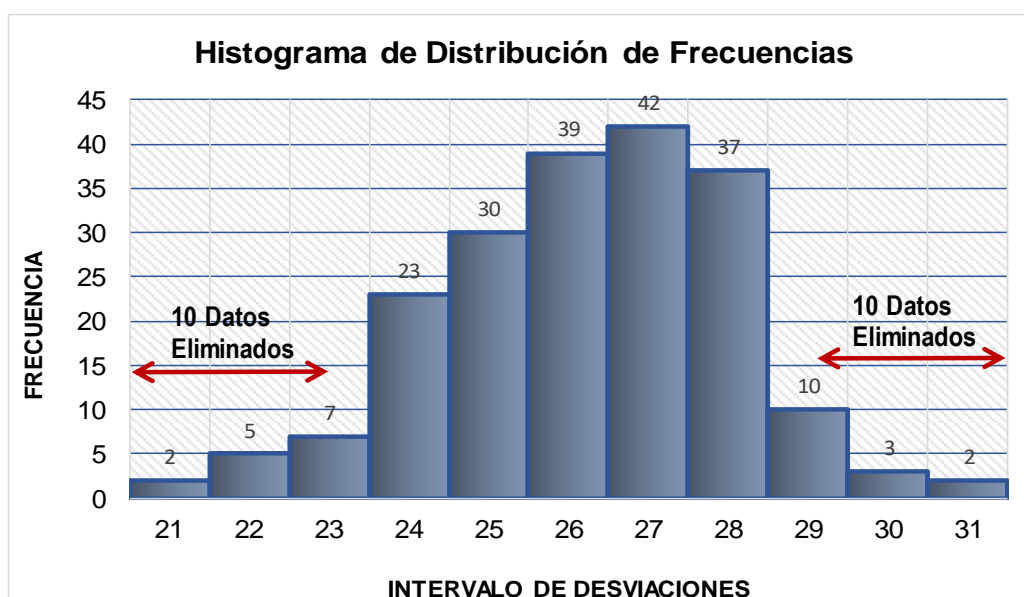
Ensayo N°: 02
Huella: Externa
Progresiva: KM 07+600 - KM 08+000

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

**Tipo de Pavimento:**

Afirmado	X
Base granular	
Base imprimada	
Tratamiento bicapa	
Carpeta en Frio	
Carpeta en Caliente	
Recapeo asfáltico	
Sello	
Otros	

#### CÁLCULO DE "D"





### AGRUPACIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RANGO "D"

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
1	0	0	10	0.00	0.00
2	0	0	10	0.00	0.00
3	0	0	10	0.00	0.00
4	0	0	10	0.00	0.00
5	0	0	10	0.00	0.00
6	0	0	10	0.00	0.00
7	0	0	10	0.00	0.00
8	0	0	10	0.00	0.00
9	0	0	10	0.00	0.00
10	0	0	10	0.00	0.00
11	0	0	10	0.00	0.00
12	0	0	10	0.00	0.00
13	0	0	10	0.00	0.00
14	0	0	10	0.00	0.00
15	0	0	10	0.00	0.00
16	0	0	10	0.00	0.00
17	0	0	10	0.00	0.00
18	0	0	10	0.00	0.00
19	0	0	10	0.00	0.00
20	0	0	10	0.00	0.00
21	2	2	10	0.00	0.00
22	5	7	8	0.00	0.00
23	7	14	3	0.00	0.57
24	23	37	0	1.00	0.00
25	30	67	0	1.00	0.00

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
26	39	106	0	1.00	0.00
27	42	148	0	1.00	0.00
28	37	185	0	1.00	0.00
29	10	195	5	0.00	0.50
30	3	198	8	0.00	0.00
31	2	200	10	0.00	0.00
32	0	200	10	0.00	0.00
33	0	200	10	0.00	0.00
34	0	200	10	0.00	0.00
35	0	200	10	0.00	0.00
36	0	200	10	0.00	0.00
37	0	200	10	0.00	0.00
38	0	200	10	0.00	0.00
39	0	200	10	0.00	0.00
40	0	200	10	0.00	0.00
41	0	200	10	0.00	0.00
42	0	200	10	0.00	0.00
43	0	200	10	0.00	0.00
44	0	200	10	0.00	0.00
45	0	200	10	0.00	0.00
46	0	200	10	0.00	0.00
47	0	200	10	0.00	0.00
48	0	200	10	0.00	0.00
49	0	200	10	0.00	0.00
50	0	200	10	0.00	0.00
$\Sigma$	200	400		5.00	1.07

#### HALLAMOS EL RANGO DE "D"

	V. ENTERO	V. FRACC.
D=	5.00	1.07
D=	6.07	

#### SE CONVIERTE EN MILÍMETROS

	D	5 milímetros
D=	6.07	5
D=	30.36 mm	
D *2=	60.71 mm	

#### HALLAMOS ROGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Fórmulas:

F. (1)	<b>IRI = 0.593+0.0471D</b>
F.(2)	<b>IRI=0.0485D</b>

Cuando  $2.4 < IRI < 15.9$  o  $D > 50$ mm  
 Cuando  $IRI < 2.4$  o  $D < 50$ mm

Dmm	<b>60.71 mm</b>
-----	-----------------

IRI=	<b>3.45 m/km</b>
------	------------------

El Índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas : KM 07+600 y Km 08+000, es de **3.45 m/km**

### ENSAYO N° 02 - SECTOR III (HUELLA INTERNA)

#### ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Carretera: Pachabamba - Pomacucho
Sector: III
Fecha: 19 de octubre 2018

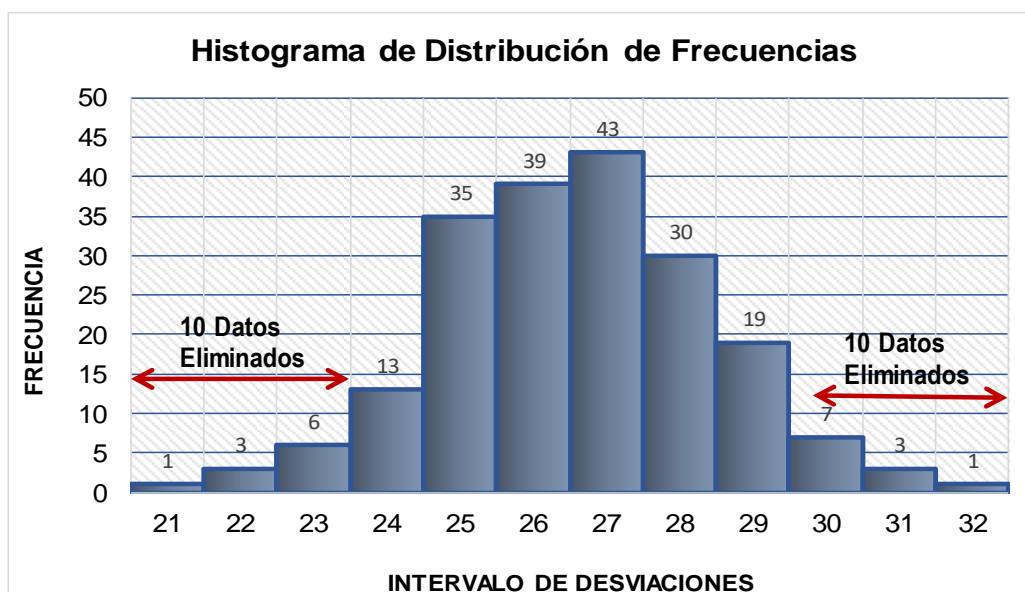
Ensayo N°: 02
Huella: Interna
Progresiva: KM 07+600 - KM 08+000

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

**Tipo de Pavimento:**

Afirmado	X
Base granular	
Base imprimada	
Tratamiento bicapa	
Carpeta en Frio	
Carpeta en Caliente	
Recapeo asfáltico	
Sello	
Otros	

#### CÁLCULO DE "D"



### AGRUPACIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RANGO "D"

Nº CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
1	0	0	10	0.00	0.00
2	0	0	10	0.00	0.00
3	0	0	10	0.00	0.00
4	0	0	10	0.00	0.00
5	0	0	10	0.00	0.00
6	0	0	10	0.00	0.00
7	0	0	10	0.00	0.00
8	0	0	10	0.00	0.00
9	0	0	10	0.00	0.00
10	0	0	10	0.00	0.00
11	0	0	10	0.00	0.00
12	0	0	10	0.00	0.00
13	0	0	10	0.00	0.00
14	0	0	10	0.00	0.00
15	0	0	10	0.00	0.00
16	0	0	10	0.00	0.00
17	0	0	10	0.00	0.00
18	0	0	10	0.00	0.00
19	0	0	10	0.00	0.00
20	0	0	10	0.00	0.00
21	1	1	10	0.00	0.00
22	3	4	9	0.00	0.00
23	6	10	6	0.00	0.00
24	13	23	0	1.00	0.00
25	35	58	0	1.00	0.00

Nº CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
26	39	97	0	1.00	0.00
27	43	140	0	1.00	0.00
28	30	170	0	1.00	0.00
29	19	189	0	1.00	0.00
30	7	196	6	0.00	0.14
31	3	199	9	0.00	0.00
32	1	200	10	0.00	0.00
33	0	200	10	0.00	0.00
34	0	200	10	0.00	0.00
35	0	200	10	0.00	0.00
36	0	200	10	0.00	0.00
37	0	200	10	0.00	0.00
38	0	200	10	0.00	0.00
39	0	200	10	0.00	0.00
40	0	200	10	0.00	0.00
41	0	200	10	0.00	0.00
42	0	200	10	0.00	0.00
43	0	200	10	0.00	0.00
44	0	200	10	0.00	0.00
45	0	200	10	0.00	0.00
46	0	200	10	0.00	0.00
47	0	200	10	0.00	0.00
48	0	200	10	0.00	0.00
49	0	200	10	0.00	0.00
50	0	200	10	0.00	0.00
Σ	200	400		6.00	0.14

#### HALLAMOS EL RANGO DE "D"

	V. ENTERO	V. FRACC.
D=	6.00	0.14
D=	6.14	

#### SE CONVIERTE EN MILÍMETROS

	D	5 milímetros
D=	6.14	5
D=	30.71 mm	
D *2=	61.43 mm	

#### HALLAMOS ROGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Fórmulas:

F. (1)	<b>IRI = 0.593+0.0471D</b>	Cuando	2.4<IRI<15.9 o D > 50mm
F.(2)	<b>IRI=0.0485D</b>	Cuando	IRI<2.4 o D < 50mm

Dmm	61.43 mm
-----	----------

IRI=	3.49 m/km
------	-----------

El Índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas : KM 07+600 y Km 08+000, es de 3.49 m/km

### ENSAYO N° 03 - SECTOR III (HUELLA EXTERNA)

#### ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Carretera: Pachabamba - Pomacucho
Sector: III
Fecha: 21 de noviembre 2018

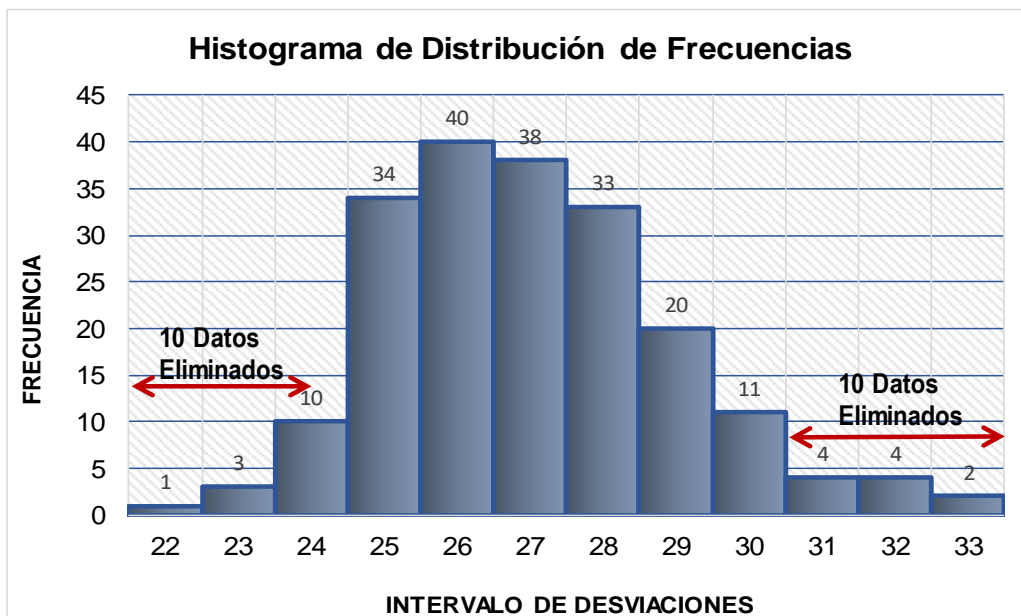
Ensayo N°: 03
Huella: Externa
Progresiva: KM 07+600 - KM 08+000

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

**Tipo de Pavimento:**

Afirmado	X
Base granular	
Base imprimada	
Tratamiento bicapa	
Carpeta en Frio	
Carpeta en Caliente	
Recapeo asfáltico	
Sello	
Otros	

#### CÁLCULO DE "D"



### AGRUPACIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RANGO "D"

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
1	0	0	10	0.00	0.00
2	0	0	10	0.00	0.00
3	0	0	10	0.00	0.00
4	0	0	10	0.00	0.00
5	0	0	10	0.00	0.00
6	0	0	10	0.00	0.00
7	0	0	10	0.00	0.00
8	0	0	10	0.00	0.00
9	0	0	10	0.00	0.00
10	0	0	10	0.00	0.00
11	0	0	10	0.00	0.00
12	0	0	10	0.00	0.00
13	0	0	10	0.00	0.00
14	0	0	10	0.00	0.00
15	0	0	10	0.00	0.00
16	0	0	10	0.00	0.00
17	0	0	10	0.00	0.00
18	0	0	10	0.00	0.00
19	0	0	10	0.00	0.00
20	0	0	10	0.00	0.00
21	0	0	10	0.00	0.00
22	1	1	10	0.00	0.00
23	3	4	9	0.00	0.00
24	10	14	6	0.00	0.40
25	34	48	0	1.00	0.00

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
26	40	88	0	1.00	0.00
27	38	126	0	1.00	0.00
28	33	159	0	1.00	0.00
29	20	179	0	1.00	0.00
30	11	190	0	1.00	0.00
31	4	194	4	0.00	0.00
32	4	198	8	0.00	0.00
33	2	200	10	0.00	0.00
34	0	200	10	0.00	0.00
35	0	200	10	0.00	0.00
36	0	200	10	0.00	0.00
37	0	200	10	0.00	0.00
38	0	200	10	0.00	0.00
39	0	200	10	0.00	0.00
40	0	200	10	0.00	0.00
41	0	200	10	0.00	0.00
42	0	200	10	0.00	0.00
43	0	200	10	0.00	0.00
44	0	200	10	0.00	0.00
45	0	200	10	0.00	0.00
46	0	200	10	0.00	0.00
47	0	200	10	0.00	0.00
48	0	200	10	0.00	0.00
49	0	200	10	0.00	0.00
50	0	200	10	0.00	0.00
<b>Σ</b>	<b>200</b>	<b>400</b>		<b>6.00</b>	<b>0.40</b>

#### HALLAMOS EL RANGO DE "D"

	V. ENTERO	V. FRACC.
D=	6.00	0.40
D=	6.40	

#### SE CONVIERTE EN MILÍMETROS

	D	5 milímetros
D=	6.40	5
D=	32.00 mm	
D *2=	64.00 mm	

#### HALLAMOS ROGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Fórmulas:

F. (1)

$$IRI = 0.593 + 0.0471D$$

Cuando

$$2.4 < IRI < 15.9 \text{ o } D > 50\text{mm}$$

F.(2)

$$IRI = 0.0485D$$

Cuando

$$IRI < 2.4 \text{ o } D < 50\text{mm}$$

Dmm	64.00 mm
-----	----------

IRI=	3.61 m/km
------	-----------

El Índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas : KM 07+600 y Km 08+000, es de **3.61 m/km**

## ENSAYO N° 03 - SECTOR III (HUELLA INTERNA)

### ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Carretera: Pachabamba - Pomacucho
Sector: III
Fecha: 21 de noviembre 2018

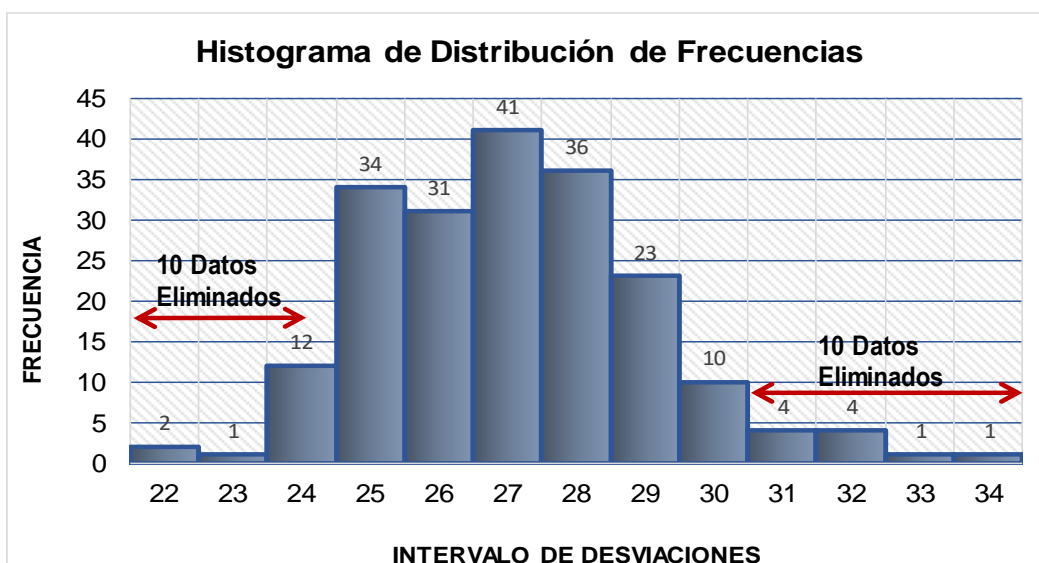
Ensayo N°: 03
Huella: Interna
Progresiva: KM 07+600 - KM 08+000

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

#### Tipo de Pavimento:

Afirmado	X
Base granular	
Base imprimada	
Tratamiento bicapa	
Carpeta en Frio	
Carpeta en Caliente	
Recapeo asfáltico	
Sello	
Otros	

### CÁLCULO DE "D"



### AGRUPACIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RANGO "D"

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
1	0	0	10	0.00	0.00
2	0	0	10	0.00	0.00
3	0	0	10	0.00	0.00
4	0	0	10	0.00	0.00
5	0	0	10	0.00	0.00
6	0	0	10	0.00	0.00
7	0	0	10	0.00	0.00
8	0	0	10	0.00	0.00
9	0	0	10	0.00	0.00
10	0	0	10	0.00	0.00
11	0	0	10	0.00	0.00
12	0	0	10	0.00	0.00
13	0	0	10	0.00	0.00
14	0	0	10	0.00	0.00
15	0	0	10	0.00	0.00
16	0	0	10	0.00	0.00
17	0	0	10	0.00	0.00
18	0	0	10	0.00	0.00
19	0	0	10	0.00	0.00
20	0	0	10	0.00	0.00
21	0	0	10	0.00	0.00
22	2	2	10	0.00	0.00
23	1	3	8	0.00	0.00
24	12	15	7	0.00	0.42
25	34	49	0	1.00	0.00

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
26	31	80	0	1.00	0.00
27	41	121	0	1.00	0.00
28	36	157	0	1.00	0.00
29	23	180	0	1.00	0.00
30	10	190	0	1.00	0.00
31	4	194	4	0.00	0.00
32	4	198	8	0.00	0.00
33	1	199	9	0.00	0.00
34	1	200	10	0.00	0.00
35	0	200	10	0.00	0.00
36	0	200	10	0.00	0.00
37	0	200	10	0.00	0.00
38	0	200	10	0.00	0.00
39	0	200	10	0.00	0.00
40	0	200	10	0.00	0.00
41	0	200	10	0.00	0.00
42	0	200	10	0.00	0.00
43	0	200	10	0.00	0.00
44	0	200	10	0.00	0.00
45	0	200	10	0.00	0.00
46	0	200	10	0.00	0.00
47	0	200	10	0.00	0.00
48	0	200	10	0.00	0.00
49	0	200	10	0.00	0.00
50	0	200	10	0.00	0.00
Σ	200	400		6.00	0.42

HALLAMOS EL RANGO DE "D"

	V. ENTERO	V. FRACC.
D=	6.00	0.42
D=	6.42	

SE CONVIERTE EN MILÍMETROS

	D	5 milímetros
D=	6.42	5
D=	32.08 mm	
D *2=	64.17 mm	

### HALLAMOS ROGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Fórmulas:

F. (1)  $IRI = 0.593 + 0.0471D$   
 F.(2)  $IRI = 0.0485D$

Cuando  $2.4 < IRI < 15.9$  o  $D > 50$ mm  
 Cuando  $IRI < 2.4$  o  $D < 50$ mm

Dmm 64.17 mm

IRI= 3.62 m/km

El Índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas : KM 07+600 y Km 08+000, es de 3.62 m/km

## ENSAYO N° 04 - SECTOR III (HUELLA EXTERNA)

### ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Carretera: Pachabamba - Pomacucho
Sector: III
Fecha: 20 de diciembre 2018

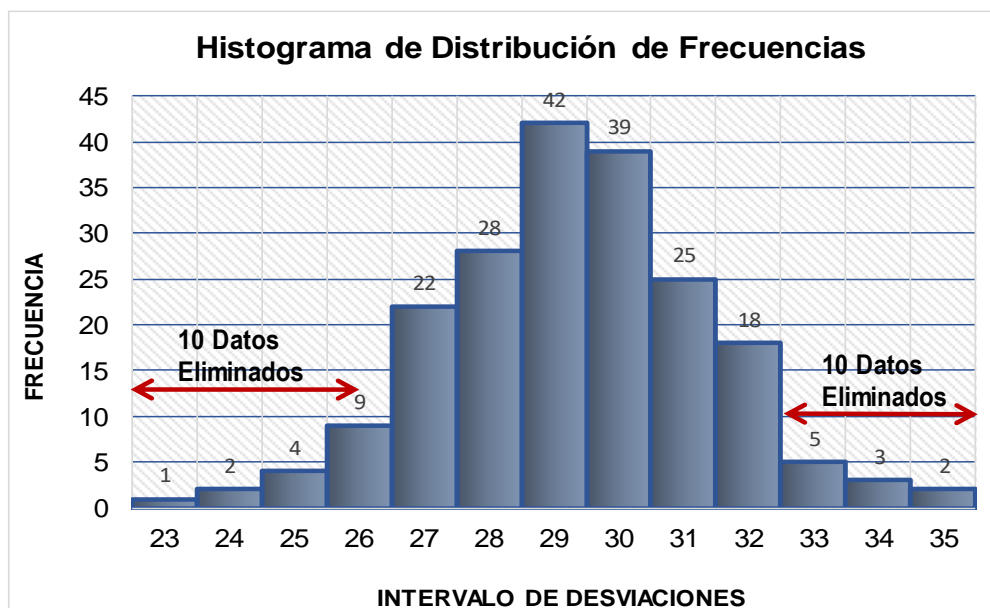
Ensayo N°: 04
Huella: Externa
Progresiva: KM 07+600 - KM 08+000

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

#### Tipo de Pavimento:

Afirmado	X
Base granular	
Base imprimada	
Tratamiento bicapa	
Carpeta en Frio	
Carpeta en Caliente	
Recapeo asfáltico	
Sello	
Otros	

### CÁLCULO DE "D"





### AGRUPACIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RANGO "D"

Nº CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
1	0	0	10	0.00	0.00
2	0	0	10	0.00	0.00
3	0	0	10	0.00	0.00
4	0	0	10	0.00	0.00
5	0	0	10	0.00	0.00
6	0	0	10	0.00	0.00
7	0	0	10	0.00	0.00
8	0	0	10	0.00	0.00
9	0	0	10	0.00	0.00
10	0	0	10	0.00	0.00
11	0	0	10	0.00	0.00
12	0	0	10	0.00	0.00
13	0	0	10	0.00	0.00
14	0	0	10	0.00	0.00
15	0	0	10	0.00	0.00
16	0	0	10	0.00	0.00
17	0	0	10	0.00	0.00
18	0	0	10	0.00	0.00
19	0	0	10	0.00	0.00
20	0	0	10	0.00	0.00
21	0	0	10	0.00	0.00
22	0	0	10	0.00	0.00
23	1	1	10	0.00	0.00
24	2	3	9	0.00	0.00
25	4	7	7	0.00	0.00

Nº CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
26	9	16	3	0.00	0.67
27	22	38	0	1.00	0.00
28	28	66	0	1.00	0.00
29	42	108	0	1.00	0.00
30	39	147	0	1.00	0.00
31	25	172	0	1.00	0.00
32	18	190	0	1.00	0.00
33	5	195	5	0.00	0.00
34	3	198	8	0.00	0.00
35	2	200	10	0.00	0.00
36	0	200	10	0.00	0.00
37	0	200	10	0.00	0.00
38	0	200	10	0.00	0.00
39	0	200	10	0.00	0.00
40	0	200	10	0.00	0.00
41	0	200	10	0.00	0.00
42	0	200	10	0.00	0.00
43	0	200	10	0.00	0.00
44	0	200	10	0.00	0.00
45	0	200	10	0.00	0.00
46	0	200	10	0.00	0.00
47	0	200	10	0.00	0.00
48	0	200	10	0.00	0.00
49	0	200	10	0.00	0.00
50	0	200	10	0.00	0.00
$\Sigma$	200	400		6.00	0.67

#### HALLAMOS EL RANGO DE "D"

	V. ENTERO	V. FRACC.
D=	6.00	0.67
D=	6.67	

#### SE CONVIERTE EN MILÍMETROS

	D	5 milímetros
D=	6.67	5
D=	33.33 mm	
D *2=	66.67 mm	

#### HALLAMOS RUGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Fórmulas:

F. (1)	<b>IRI = 0.593+0.0471D</b>	Cuando	2.4<IRI<15.9 o D > 50mm
F.(2)	<b>IRI=0.0485D</b>	Cuando	IRI<2.4 o D < 50mm

Dmm	<b>66.67 mm</b>
-----	-----------------

IRI=	<b>3.73 m/km</b>
------	------------------

El Índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas : KM 07+600 y Km 08+000, es de **3.73 m/km**

### ENSAYO N° 04 - SECTOR III (HUELLA INTERNA)

#### ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Carretera: Pachabamba - Pomacucho
Sector: III
Fecha: 20 de diciembre 2018

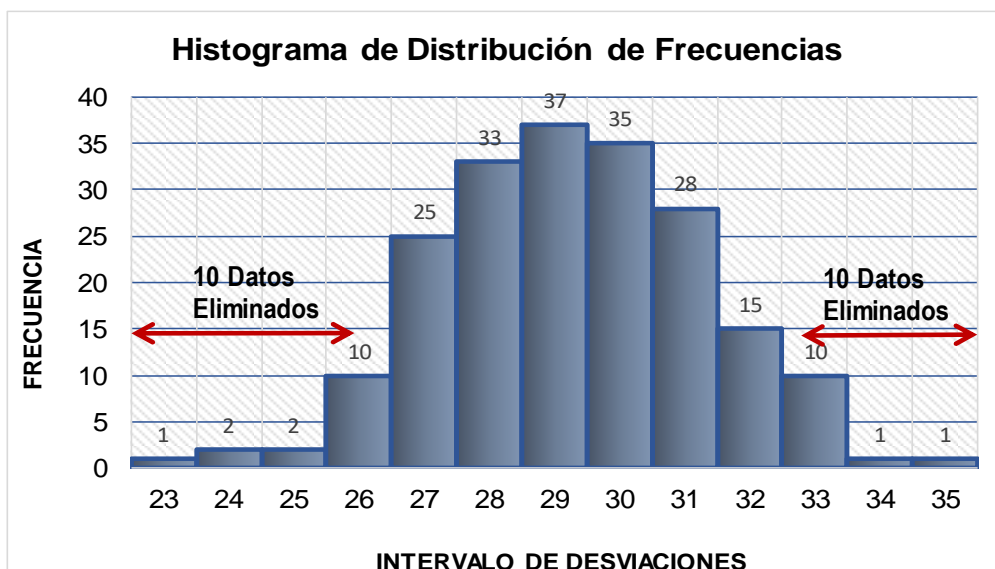
Ensayo N°: 04
Huella: Interna
Progresiva: KM 07+600 - KM 08+000

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

**Tipo de Pavimento:**

Afirmado	X
Base granular	
Base imprimada	
Tratamiento bicapa	
Carpeta en Frio	
Carpeta en Caliente	
Recapeo asfáltico	
Sello	
Otros	

#### CÁLCULO DE "D"



### AGRUPACIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RANGO "D"

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
1	0	0	10	0.00	0.00
2	0	0	10	0.00	0.00
3	0	0	10	0.00	0.00
4	0	0	10	0.00	0.00
5	0	0	10	0.00	0.00
6	0	0	10	0.00	0.00
7	0	0	10	0.00	0.00
8	0	0	10	0.00	0.00
9	0	0	10	0.00	0.00
10	0	0	10	0.00	0.00
11	0	0	10	0.00	0.00
12	0	0	10	0.00	0.00
13	0	0	10	0.00	0.00
14	0	0	10	0.00	0.00
15	0	0	10	0.00	0.00
16	0	0	10	0.00	0.00
17	0	0	10	0.00	0.00
18	0	0	10	0.00	0.00
19	0	0	10	0.00	0.00
20	0	0	10	0.00	0.00
21	0	0	10	0.00	0.00
22	0	0	10	0.00	0.00
23	1	1	10	0.00	0.00
24	2	3	9	0.00	0.00
25	2	5	7	0.00	0.00

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
26	10	15	5	0.00	0.50
27	25	40	0	1.00	0.00
28	33	73	0	1.00	0.00
29	37	110	0	1.00	0.00
30	35	145	0	1.00	0.00
31	28	173	0	1.00	0.00
32	15	188	0	1.00	0.00
33	10	198	8	0.00	0.20
34	1	199	9	0.00	0.00
35	1	200	10	0.00	0.00
36	0	200	10	0.00	0.00
37	0	200	10	0.00	0.00
38	0	200	10	0.00	0.00
39	0	200	10	0.00	0.00
40	0	200	10	0.00	0.00
41	0	200	10	0.00	0.00
42	0	200	10	0.00	0.00
43	0	200	10	0.00	0.00
44	0	200	10	0.00	0.00
45	0	200	10	0.00	0.00
46	0	200	10	0.00	0.00
47	0	200	10	0.00	0.00
48	0	200	10	0.00	0.00
49	0	200	10	0.00	0.00
50	0	200	10	0.00	0.00
$\Sigma$	200	400		6.00	0.70

#### HALLAMOS EL RANGO DE "D"

	V. ENTERO	V. FRACC.
D=	6.00	0.70
D=	6.70	

#### SE CONVIERTE EN MILÍMETROS

	D	5 milímetros
D=	6.70	5
D=	33.50 mm	
D *2=	67.00 mm	

#### HALLAMOS ROGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Fórmulas:

F. (1)	<b>IRI = 0.593+0.0471D</b>	Quando	2.4<IRI<15.9 o D > 50mm
F.(2)	<b>IRI=0.0485D</b>	Quando	IRI<2.4 o D < 50mm

Dmm	<b>67.00 mm</b>
-----	-----------------

IRI=	<b>3.75 m/km</b>
------	------------------

El Índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas : KM 07+600 y Km 08+000, es de **3.75 m/km**

## ENSAYO N° 05 - SECTOR III (HUELLA EXTERNA)

### ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Carretera: Pachabamba - Pomacucho
Sector: III
Fecha: 18 de enero 2019

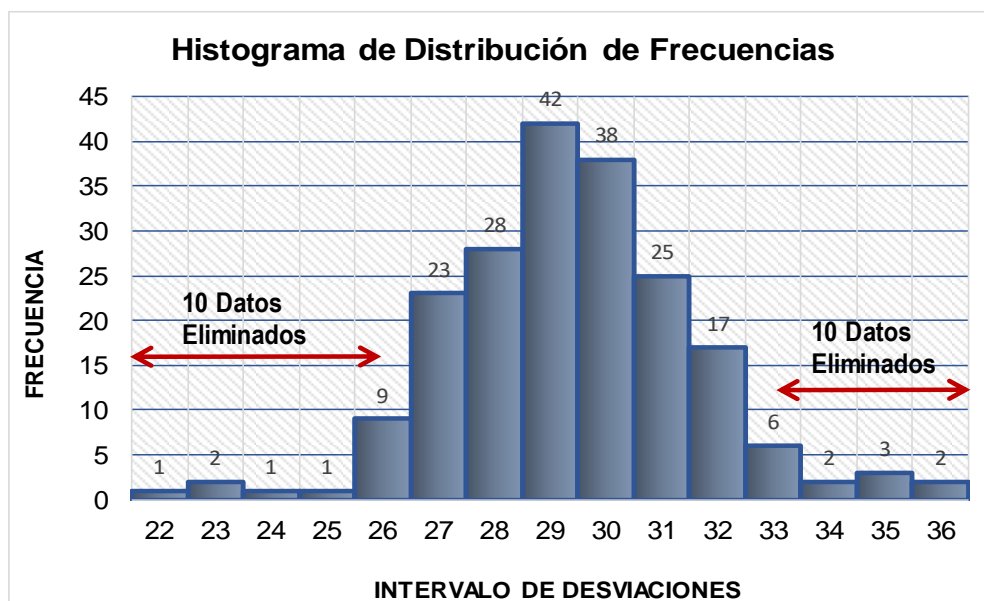
Ensayo N°: 05
Huella: Externa
Progresiva: KM 07+600 - KM 08+000

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

#### Tipo de Pavimento:

Afirmado	X
Base granular	
Base imprimada	
Tratamiento bicapa	
Carpeta en Frio	
Carpeta en Caliente	
Recapeo asfáltico	
Sello	
Otros	

### CÁLCULO DE "D"



### AGRUPACIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RANGO "D"

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
1	0	0	10	0.00	0.00
2	0	0	10	0.00	0.00
3	0	0	10	0.00	0.00
4	0	0	10	0.00	0.00
5	0	0	10	0.00	0.00
6	0	0	10	0.00	0.00
7	0	0	10	0.00	0.00
8	0	0	10	0.00	0.00
9	0	0	10	0.00	0.00
10	0	0	10	0.00	0.00
11	0	0	10	0.00	0.00
12	0	0	10	0.00	0.00
13	0	0	10	0.00	0.00
14	0	0	10	0.00	0.00
15	0	0	10	0.00	0.00
16	0	0	10	0.00	0.00
17	0	0	10	0.00	0.00
18	0	0	10	0.00	0.00
19	0	0	10	0.00	0.00
20	0	0	10	0.00	0.00
21	0	0	10	0.00	0.00
22	1	1	10	0.00	0.00
23	2	3	9	0.00	0.00
24	1	4	7	0.00	0.00
25	1	5	6	0.00	0.00

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
26	9	14	5	0.00	0.44
27	23	37	0	1.00	0.00
28	28	65	0	1.00	0.00
29	42	107	0	1.00	0.00
30	38	145	0	1.00	0.00
31	25	170	0	1.00	0.00
32	17	187	0	1.00	0.00
33	6	193	3	0.00	0.50
34	2	195	5	0.00	0.00
35	3	198	8	0.00	0.00
36	2	200	10	0.00	0.00
37	0	200	10	0.00	0.00
38	0	200	10	0.00	0.00
39	0	200	10	0.00	0.00
40	0	200	10	0.00	0.00
41	0	200	10	0.00	0.00
42	0	200	10	0.00	0.00
43	0	200	10	0.00	0.00
44	0	200	10	0.00	0.00
45	0	200	10	0.00	0.00
46	0	200	10	0.00	0.00
47	0	200	10	0.00	0.00
48	0	200	10	0.00	0.00
49	0	200	10	0.00	0.00
50	0	200	10	0.00	0.00
Σ	200	400		6.00	0.94

#### HALLAMOS EL RANGO DE "D"

	V. ENTERO	V. FRACC.
D=	6.00	0.94
D=	6.94	

#### SE CONVIERTE EN MILÍMETROS

	D	5 milímetros
D=	6.94	5
D=	34.72 mm	
D *2=	69.44 mm	

#### HALLAMOS ROGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Fórmulas:

F. (1)	<b>IRI = 0.593+0.0471D</b>	Cuando	2.4<IRI<15.9 o D > 50mm
F.(2)	<b>IRI=0.0485D</b>	Cuando	IRI<2.4 o D < 50mm

Dmm	<b>69.44 mm</b>
-----	-----------------

IRI=	<b>3.86 m/km</b>
------	------------------

El Índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas : KM 07+600 y Km 08+000, es de 3.86 m/km

## ENSAYO N° 05 - SECTOR III (HUELLA INTERNA)

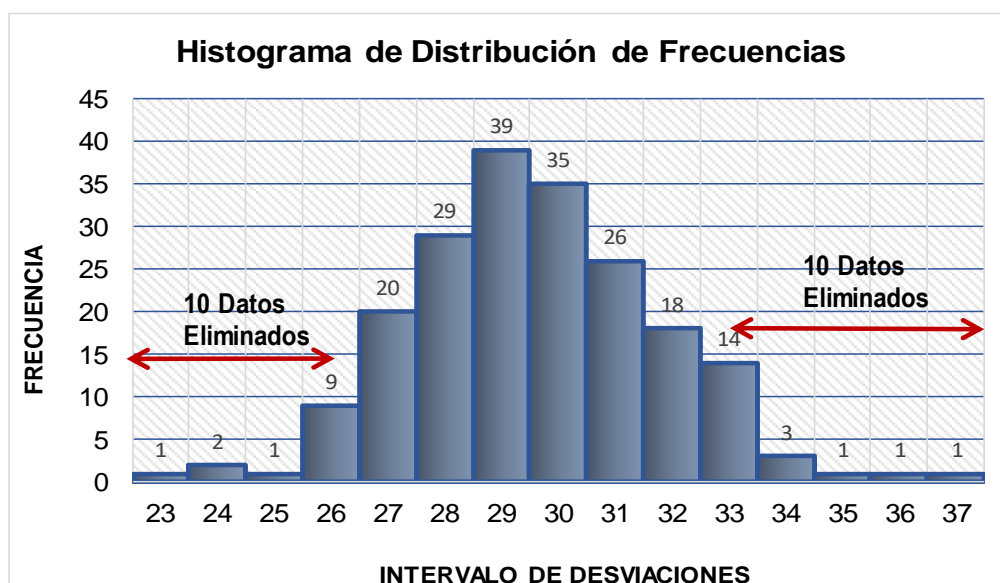
### ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

Carretera: Pachabamba - Pomacucho
Sector: III
Fecha: 18 de enero 2019

Ensayo N°: 05
Huella: Interna
Progresiva: KM 07+600 - KM 08+000

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	31	32	29	28	31	27	31	33	30	33	<b>Tipo de Pavimento:</b> Afirmado <input checked="" type="checkbox"/> Base granular <input type="checkbox"/> Base imprimada <input type="checkbox"/> Tratamiento bicapa <input type="checkbox"/> Carpeta en Frio <input type="checkbox"/> Carpeta en Caliente <input type="checkbox"/> Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/> Sello <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>
2	28	27	28	27	29	33	27	37	30	29	
3	30	30	28	29	29	27	29	34	28	32	
4	31	27	28	27	28	27	29	32	27	32	
5	29	33	28	27	33	29	29	30	30	32	
6	24	28	30	28	31	29	30	30	32	30	
7	31	30	29	29	31	30	28	33	28	29	
8	32	30	33	30	30	27	29	29	29	31	
9	28	28	29	27	33	30	32	29	31	30	
10	33	29	32	32	27	29	27	27	26	28	
11	31	28	30	35	29	32	31	26	36	29	
12	32	31	27	31	31	29	29	28	31	30	
13	28	26	26	29	23	31	26	32	30	32	
14	30	29	29	30	31	32	32	31	29	28	
15	28	28	30	28	26	33	30	30	29	30	
16	30	31	28	27	32	29	28	27	30	28	
17	29	29	26	32	25	33	30	29	29	31	
18	29	27	28	30	31	24	28	31	30	29	
19	31	33	31	30	27	29	31	30	31	26	
20	33	30	29	28	34	26	33	30	34	28	

### CÁLCULO DE "D"



### AGRUPACIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RANGO "D"

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
1	0	0	10	0.00	0.00
2	0	0	10	0.00	0.00
3	0	0	10	0.00	0.00
4	0	0	10	0.00	0.00
5	0	0	10	0.00	0.00
6	0	0	10	0.00	0.00
7	0	0	10	0.00	0.00
8	0	0	10	0.00	0.00
9	0	0	10	0.00	0.00
10	0	0	10	0.00	0.00
11	0	0	10	0.00	0.00
12	0	0	10	0.00	0.00
13	0	0	10	0.00	0.00
14	0	0	10	0.00	0.00
15	0	0	10	0.00	0.00
16	0	0	10	0.00	0.00
17	0	0	10	0.00	0.00
18	0	0	10	0.00	0.00
19	0	0	10	0.00	0.00
20	0	0	10	0.00	0.00
21	0	0	10	0.00	0.00
22	0	0	10	0.00	0.00
23	1	1	10	0.00	0.00
24	2	3	9	0.00	0.00
25	1	4	7	0.00	0.00

N° CLASE	CONTEO DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	ELIMINAR DATOS	RANGO "D"	CALC. "D"
26	9	13	6	0.00	0.33
27	20	33	0	1.00	0.00
28	29	62	0	1.00	0.00
29	39	101	0	1.00	0.00
30	35	136	0	1.00	0.00
31	26	162	0	1.00	0.00
32	18	180	0	1.00	0.00
33	14	194	4	0.00	0.71
34	3	197	7	0.00	0.00
35	1	198	8	0.00	0.00
36	1	199	9	0.00	0.00
37	1	200	10	0.00	0.00
38	0	200	10	0.00	0.00
39	0	200	10	0.00	0.00
40	0	200	10	0.00	0.00
41	0	200	10	0.00	0.00
42	0	200	10	0.00	0.00
43	0	200	10	0.00	0.00
44	0	200	10	0.00	0.00
45	0	200	10	0.00	0.00
46	0	200	10	0.00	0.00
47	0	200	10	0.00	0.00
48	0	200	10	0.00	0.00
49	0	200	10	0.00	0.00
50	0	200	10	0.00	0.00
<b>Σ</b>	<b>200</b>	<b>400</b>		<b>6.00</b>	<b>1.05</b>

**HALLAMOS EL RANGO DE "D"**

	V. ENTERO	V. FRACC.
D=	6.00	1.05
D=	7.05	

**SE CONVIERTE EN MILÍMETROS**

	D	5 milímetros
D=	7.05	5
D=	35.24 mm	
D *2=	70.48 mm	

### HALLAMOS ROGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Fórmulas:

F. (1)

$$\text{IRI} = 0.593 + 0.0471D$$

Cuando  $2.4 < \text{IRI} < 15.9$  o  $D > 50\text{mm}$

F.(2)

$$\text{IRI} = 0.0485D$$

Cuando  $\text{IRI} < 2.4$  o  $D < 50\text{mm}$

Dmm	70.48 mm
-----	----------

IRI=	3.91 m/km
------	-----------

El Índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas : KM 07+600 y Km 08+000, es de **3.91 m/km**

### Mediciones URCI

PLANILLA EVALUACIÓN DE URCI								
Carretera: Pachabamba - Pomacucho (KM 02+700 - 02+740)				Sección:		4.5 M		
				Unidad de muestra:		I		
Fecha: 22/09/2018				Área de muestra:		180	M2	
Ejecutado por: Masgo Soto								
Tipos de Falla								
81. Inadecuada sección transversal (m)								
82. Inadecuado drenaje (m)								
83. Encalaminado (m2)								
84. Polvo								
85. Hueco (numero)								
86. Ahuellamiento (m2)								
87. Perdida de agregado (m)								
Cantidad de Fallas y severidad								
Tipo		81	82	83	84	85	86	87
Cantidad y Severidad	L					0	0	0
	M							
	H							
Cálculo URCI								
Tipo de Falla	Densidad (%)	Severidad	Valor deducido	Esquema:				
85	0.00	L	0					
86	0.00	L	0					
87	0.00	L	0					
Valor deducido total: 0		q= 0	URCI: 100			Condición: EXCELENTE		



PLANILLA EVALUACIÓN DE URCI								
Carretera: Pachabamba - Pomacucho (KM 02+800 - 02+840)				Sección:		4.5 M		
				Unidad de muestra:		II		
Fecha: 22/09/2018				Área de muestra:		180 M2		
Ejecutado por: Masgo Soto								
Tipos de Falla								
81. Inadecuada sección transversal (m)								
82. Inadecuado drenaje (m)								
83. Encalaminado (m2)								
84. Polvo								
85. Hueco (numero)								
86. Ahuellamiento (m2)								
87. Perdida de agregado (m)								
Cantidad de Fallas y severidad								
Tipo		81	82	83	84	85	86	87
Cantidad y Severidad	L					0	0	0
	M							
	H							
Cálculo URCI								
Tipo de Falla	Densidad (%)	Severidad	Valor deducido	Esquema:				
85	0.00	L	0					
86	0.00	L	0					
87	0.00	L	0					
Valor deducido total: q=		0	URCI:	100		Condición:		EXCELENTE

PLANILLA EVALUACIÓN DE URCI								
Carretera: Pachabamba - Pomacucho (05+190 - 05+230)				Sección:		4.5 M		
Fecha: 22/09/2018				Unidad de muestra:		l		
Ejecutado por: Masgo Soto				Área de muestra:		180 M2		
Tipos de Falla								
81. Inadecuada sección transversal (m)								
82. Inadecuado drenaje (m)								
83. Encalaminado (m2)								
84. Polvo								
85. Hueco (numero)								
86. Ahuellamiento (m2)								
87. Perdida de agregado (m)								
Cantidad de Fallas y severidad								
Tipo		81	82	83	84	85	86	87
Cantidad y Severidad	L					0	0	0
	M							
	H							
Cálculo URCI								
Tipo de Falla	Densidad (%)	Severidad	Valor deducido	Esquema:				
85	0.00	L	0					
86	0.00	L	0					
87	0.00	L	0					
Valor deducido total:	q=	URCI:			Condición:			
0	0	100			EXCELENTE			

PLANILLA EVALUACIÓN DE URCI								
Carretera: Pachabamba - Pomacucho (KM 05+380 - 05+420)				Sección:		4.5 M		
				Unidad de muestra:		II		
Fecha: 22/09/2018				Área de muestra:		180 M2		
Ejecutado por: Masgo Soto								
Tipos de Falla								
81. Inadecuada sección transversal (m)								
82. Inadecuado drenaje (m)								
83. Encalaminado (m2)								
84. Polvo								
85. Hueco (numero)								
86. Ahuellamiento (m2)								
87. Perdida de agregado (m)								
Cantidad de Fallas y severidad								
Tipo		81	82	83	84	85	86	87
Cantidad y Severidad	L			0		0	0	0
	M							
	H							
Cálculo URCI								
Tipo de Falla	Densidad (%)	Severidad	Valor deducido	Esquema:				
85	0.00	L	0					
86	0.00	L	0					
87	0.00	L	0					
Valor deducido total:	q=	URCI:			Condición:			
0	0	100			EXCELENTE			

PLANILLA EVALUACIÓN DE URCI								
Carretera: Pachabamba - Pomacucho (KM 07+600 - 07+640)				Sección:		4.5 M		
Fecha: 22/09/2018				Unidad de muestra:		I		
Ejecutado por: Masgo Soto				Área de muestra:		180	M2	
Tipos de Falla								
81. Inadecuada sección transversal (m)								
82. Inadecuado drenaje (m)								
83. Encalaminado (m2)								
84. Polvo								
85. Hueco (numero)								
86. Ahuellamiento (m2)								
87. Perdida de agregado (m)								
Cantidad de Fallas y severidad								
Tipo		81	82	83	84	85	86	87
Cantidad y Severidad	L			0		0	0	0
	M							
	H							
Cálculo URCI								
Tipo de Falla	Densidad (%)	Severidad	Valor deducido	Esquema:				
85	0.00	L	0					
86	0.00	L	0					
87	0.00	L	0					
Valor deducido total: q=		0	URCI:	100		Condición:		EXCELENTE

PLANILLA EVALUACIÓN DE URCI								
Carretera: Pachabamba - Pomacucho (KM 07+960 - 08+000)				Sección:		4.5 M		
				Unidad de muestra:		II		
Fecha: 22/09/2018				Área de muestra:		180 M2		
Ejecutado por: Masgo Soto								
Tipos de Falla								
81. Inadecuada sección transversal (m)								
82. Inadecuado drenaje (m)								
83. Encalaminado (m2)								
84. Polvo								
85. Hueco (numero)								
86. Ahuellamiento (m2)								
87. Perdida de agregado (m)								
Cantidad de Fallas y severidad								
Tipo		81	82	83	84	85	86	87
Cantidad y Severidad	L			0		0	0	0
	M							
	H							
Cálculo URCI								
Tipo de Falla	Densidad (%)	Severidad	Valor deducido	Esquema:				
85	0.00	L	0					
86	0.00	L	0					
87	0.00	L	0					
Valor deducido total:	q=	URCI:			Condición:			
0	0	100			EXCELENTE			

PLANILLA EVALUACIÓN DE URCI								
Carretera: Pachabamba - Pomacucho (KM 02+700 - 02+740)			Sección:		4.5 M			
			Unidad de muestra:		I			
Fecha: 19/10/2018			Área de muestra:		180		M2	
Ejecutado por: Masgo Soto								
Tipos de Falla								
81. Inadecuada sección transversal (m)								
82. Inadecuado drenaje (m)								
83. Encalaminado (m2)								
84. Polvo								
85. Hueco (numero)								
86. Ahuellamiento (m2)								
87. Perdida de agregado (m)								
Cantidad de Fallas y severidad								
Tipo		81	82	83	84	85	86	87
Cantidad y Severidad	L							10.11
	M							
	H							
Cálculo URCI								
Tipo de Falla	Densidad (%)	Severidad	Valor deducido	Esquema:				
87	5.62	L	3					
Valor deducido total:	q=	URCI:			Condición:			
3	1	97			EXCELENTE			

PLANILLA EVALUACIÓN DE URCI								
Carretera: Pachabamba - Pomacucho (KM 02+800 - 02+840)			Sección:		4.5 M			
			Unidad de muestra:		II			
Fecha: 19/10/2018			Área de muestra:		180		M2	
Ejecutado por: Masgo Soto								
Tipos de Falla								
81. Inadecuada sección transversal (m)								
82. Inadecuado drenaje (m)								
83. Encalaminado (m2)								
84. Polvo								
85. Hueco (numero)								
86. Ahuellamiento (m2)								
87. Perdida de agregado (m)								
Cantidad de Fallas y severidad								
Tipo		81	82	83	84	85	86	87
Cantidad y Severidad	L							10.25
	M							
	H							
Cálculo URCI								
Tipo de Falla	Densidad (%)	Severidad	Valor deducido	Esquema:				
87	5.69	L	3					
Valor deducido total:	q=	URCI:	Condición:					
3	1	97	EXCELENTE					

PLANILLA EVALUACIÓN DE URCI								
Carretera: Pachabamba - Pomacucho (05+190 - 05+230)			Sección:		4.5 M			
			Unidad de muestra:		I			
Fecha: 19/10/2018			Área de muestra:		180		M2	
Ejecutado por: Masgo Soto								
Tipos de Falla								
81. Inadecuada sección transversal (m)								
82. Inadecuado drenaje (m)								
83. Encalaminado (m2)								
84. Polvo								
85. Hueco (numero)								
86. Ahuellamiento (m2)								
87. Perdida de agregado (m)								
Cantidad de Fallas y severidad								
Tipo		81	82	83	84	85	86	87
Cantidad y Severidad	L							5.25
	M							
	H							
Cálculo URCI								
Tipo de Falla	Densidad (%)	Severidad	Valor deducido	Esquema:				
87	2.92	L	2					
Valor deducido total:	q=	URCI:	Condición:					
2	1	98	EXCELENTE					



PLANILLA EVALUACIÓN DE URCI								
Carretera: Pachabamba - Pomacucho (KM 05+380 - 05+420)				Sección:		4.5 M		
				Unidad de muestra:		II		
Fecha: 19/10/2018				Área de muestra:		180	M2	
Ejecutado por: Masgo Soto								
Tipos de Falla								
81. Inadecuada sección transversal (m)								
82. Inadecuado drenaje (m)								
83. Encalaminado (m2)								
84. Polvo								
85. Hueco (numero)								
86. Ahuellamiento (m2)								
87. Perdida de agregado (m)								
Cantidad de Fallas y severidad								
Tipo		81	82	83	84	85	86	87
Cantidad y Severidad	L							5.8
	M							
	H							
Cálculo URCI								
Tipo de Falla	Densidad (%)	Severidad	Valor deducido	Esquema:				
87	3.22	L	2					
Valor deducido total:	q=	URCI:	Condición:					
2	1	98	EXCELENTE					

PLANILLA EVALUACIÓN DE URCI								
Carretera: Pachabamba - Pomacucho (KM 07+600 - 07+640)				Sección:		4.5 M		
				Unidad de muestra:		I		
Fecha: 19/10/2018				Área de muestra:		180	M2	
Ejecutado por: Masgo Soto								
Tipos de Falla								
81. Inadecuada sección transversal (m)								
82. Inadecuado drenaje (m)								
83. Encalaminado (m2)								
84. Polvo								
85. Hueco (numero)								
86. Ahuellamiento (m2)								
87. Perdida de agregado (m)								
Cantidad de Fallas y severidad								
Tipo		81	82	83	84	85	86	87
Cantidad y Severidad	L							4.9
	M							
	H							
Cálculo URCI								
Tipo de Falla	Densidad (%)	Severidad	Valor deducido	Esquema:				
87	2.72	L	2					
Valor deducido total:	q=	URCI:	Condición:					
2	1	98	EXCELENTE					

PLANILLA EVALUACIÓN DE URCI								
Carretera: Pachabamba - Pomacucho (KM 07+960 - 08+000)				Sección:		4.5 M		
				Unidad de muestra:		II		
Fecha: 19/10/2018				Área de muestra:		180 M2		
Ejecutado por: Masgo Soto								
Tipos de Falla								
81. Inadecuada sección transversal (m)								
82. Inadecuado drenaje (m)								
83. Encalaminado (m2)								
84. Polvo								
85. Hueco (numero)								
86. Ahuellamiento (m2)								
87. Perdida de agregado (m)								
Cantidad de Fallas y severidad								
Tipo		81	82	83	84	85	86	87
Cantidad y Severidad	L							5.34
	M							
	H							
Cálculo URCI								
Tipo de Falla	Densidad (%)	Severidad	Valor deducido	Esquema:				
87	2.97	L	2					
Valor deducido total:		q=	URCI:			Condición:		
2		1	98			EXCELENTE		

PLANILLA EVALUACIÓN DE URCI								
Carretera: Pachabamba - Pomacucho (KM 02+700 - 02+740)				Sección:		4.5 M		
				Unidad de muestra:		I		
Fecha: 21/11/2018				Área de muestra:		180	M2	
Ejecutado por: Masgo Soto								
Tipos de Falla								
81. Inadecuada sección transversal (m)								
82. Inadecuado drenaje (m)								
83. Encalaminado (m2)								
84. Polvo								
85. Hueco (numero)								
86. Ahuellamiento (m2)								
87. Perdida de agregado (m)								
Cantidad de Fallas y severidad								
Tipo		81	82	83	84	85	86	87
Cantidad y Severidad	L						2	13.77
	M							
	H							
Cálculo URCI								
Tipo de Falla	Densidad (%)	Severidad	Valor deducido	Esquema:				
86	1.11	L	1					
87	7.65	L	4					
Valor deducido total:	q=	URCI:			Condición:			
5	1	95			EXCELENTE			

PLANILLA EVALUACIÓN DE URCI								
Carretera: Pachabamba - Pomacucho (KM 02+800 - 02+840)				Sección:		4.5 M		
Fecha: 21/11/2018				Unidad de muestra:		II		
Ejecutado por: Masgo Soto				Área de muestra:		180	M2	
Tipos de Falla								
81. Inadecuada sección transversal (m)								
82. Inadecuado drenaje (m)								
83. Encalaminado (m2)								
84. Polvo								
85. Hueco (numero)								
86. Ahuellamiento (m2)								
87. Perdida de agregado (m)								
Cantidad de Fallas y severidad								
Tipo		81	82	83	84	85	86	87
Cantidad y Severidad	L						2.3	14.2
	M							
	H							
Cálculo URCI								
Tipo de Falla	Densidad (%)	Severidad	Valor deducido	Esquema:				
86	1.28	L	1					
87	7.89	L	4					
Valor deducido total:	q=	URCI:			Condición:			
5	1	95			EXCELENTE			

PLANILLA EVALUACIÓN DE URCI								
Carretera: Pachabamba - Pomacucho (05+190 - 05+230)				Sección:		4.5 M		
				Unidad de muestra:		I		
Fecha: 21/11/2018				Área de muestra:		180	M2	
Ejecutado por: Masgo Soto								
Tipos de Falla								
81. Inadecuada sección transversal (m)								
82. Inadecuado drenaje (m)								
83. Encalaminado (m2)								
84. Polvo								
85. Huevo (numero)								
86. Ahuellamiento (m2)								
87. Perdida de agregado (m)								
Cantidad de Fallas y severidad								
Tipo		81	82	83	84	85	86	87
Cantidad y Severidad	L							13.5
	M							
	H							
Cálculo URCI								
Tipo de Falla	Densidad (%)	Severidad	Valor deducido	Esquema:				
87	7.50	L	4					
Valor deducido total:		q=	URCI:		Condición:			
4		1	96		EXCELENTE			

PLANILLA EVALUACIÓN DE URCI								
Carretera: Pachabamba - Pomacucho (KM 05+380 - 05+420)				Sección:		4.5 M		
Fecha: 21/11/2018				Unidad de muestra:		II		
Ejecutado por: Masgo Soto				Área de muestra:		180	M2	
Tipos de Falla								
81. Inadecuada sección transversal (m)								
82. Inadecuado drenaje (m)								
83. Encalaminado (m2)								
84. Polvo								
85. Hueco (numero)								
86. Ahuellamiento (m2)								
87. Perdida de agregado (m)								
Cantidad de Fallas y severidad								
Tipo		81	82	83	84	85	86	87
Cantidad y Severidad	L							12.9
	M							
	H							
Cálculo URCI								
Tipo de Falla	Densidad (%)	Severidad	Valor deducido	Esquema:				
87	7.17	L	4					
Valor deducido total:	q=	URCI:			Condición:			
4	1	96			EXCELENTE			

PLANILLA EVALUACIÓN DE URCI								
Carretera: Pachabamba - Pomacucho (KM 07+600 - 07+640)				Sección:		4.5 M		
Fecha: 21/11/2018				Unidad de muestra:		I		
Ejecutado por: Masgo Soto				Área de muestra:		180	M2	
Tipos de Falla								
81. Inadecuada sección transversal (m)								
82. Inadecuado drenaje (m)								
83. Encalaminado (m2)								
84. Polvo								
85. Hueco (numero)								
86. Ahuellamiento (m2)								
87. Perdida de agregado (m)								
Cantidad de Fallas y severidad								
Tipo		81	82	83	84	85	86	87
Cantidad y Severidad	L							13.56
	M							
	H							
Cálculo URCI								
Tipo de Falla	Densidad (%)	Severidad	Valor deducido	Esquema:				
87	7.53	L	4					
Valor deducido total:	q=	URCI:			Condición:			
4	1	96			EXCELENTE			



PLANILLA EVALUACIÓN DE URCI								
Carretera: Pachabamba - Pomacucho (KM 07+960 - 08+000)				Sección:		4.5 M		
Fecha: 21/11/2018				Unidad de muestra:		II		
Ejecutado por: Masgo Soto				Área de muestra:		180	M2	
Tipos de Falla								
81. Inadecuada sección transversal (m)								
82. Inadecuado drenaje (m)								
83. Encalaminado (m2)								
84. Polvo								
85. Hueco (numero)								
86. Ahuellamiento (m2)								
87. Perdida de agregado (m)								
Cantidad de Fallas y severidad								
Tipo		81	82	83	84	85	86	87
Cantidad y Severidad	L							13.7
	M							
	H							
Cálculo URCI								
Tipo de Falla	Densidad (%)	Severidad	Valor deducido	Esquema:				
87	7.61	L	4					
Valor deducido total:	q=	URCI:			Condición:			
4	1	96			EXCELENTE			

PLANILLA EVALUACIÓN DE URCI								
Carretera: Pachabamba - Pomacucho (KM 02+700 - 02+740)				Sección:		4.5 M		
Fecha: 20/12/2018				Unidad de muestra:		I		
Ejecutado por: Masgo Soto				Área de muestra:		180	M2	
Tipos de Falla								
81. Inadecuada sección transversal (m)								
82. Inadecuado drenaje (m)								
83. Encalaminado (m2)								
84. Polvo								
85. Hueco (numero)								
86. Ahuellamiento (m2)								
87. Perdida de agregado (m)								
Cantidad de Fallas y severidad								
Tipo		81	82	83	84	85	86	87
Cantidad y Severidad	L			0		0	5.5	16.23
	M							
	H							
Cálculo URCI								
Tipo de Falla	Densidad (%)	Severidad	Valor deducido	Esquema:				
83	0.00	L	0					
85	0.00	L	0					
86	3.06	L	4					
87	9.02	L	5					
Valor deducido total:	q=	URCI:		Condición:				
9	1	91		EXCELENTE				

PLANILLA EVALUACIÓN DE URCI								
Carretera: Pachabamba - Pomacucho (KM 02+800 - 02+840)				Sección:		4.5 M		
Fecha: 20/12/2018				Unidad de muestra:		II		
Ejecutado por: Masgo Soto				Área de muestra:		180	M2	
Tipos de Falla								
81. Inadecuada sección transversal (m)								
82. Inadecuado drenaje (m)								
83. Encalaminado (m2)								
84. Polvo								
85. Hueco (numero)								
86. Ahuellamiento (m2)								
87. Perdida de agregado (m)								
Cantidad de Fallas y severidad								
Tipo		81	82	83	84	85	86	87
Cantidad y Severidad	L			0		0	5.75	17.15
	M							
	H							
Cálculo URCI								
Tipo de Falla	Densidad (%)	Severidad	Valor deducido	Esquema:				
83	0.00	L	0					
85	0.00	L	0					
86	3.19	L	4					
87	9.53	L	5					
Valor deducido total:	q=	URCI:		Condición:				
9	1	91		EXCELENTE				

PLANILLA EVALUACIÓN DE URCI								
Carretera: Pachabamba - Pomacucho (05+190 - 05+230)		Sección:		4.5 M				
		Unidad de muestra:		I				
Fecha: 20/12/2018		Área de muestra:		180		M2		
Ejecutado por: Masgo Soto								
Tipos de Falla								
81. Inadecuada sección transversal (m)								
82. Inadecuado drenaje (m)								
83. Encalaminado (m2)								
84. Polvo								
85. Hueco (numero)								
86. Ahuellamiento (m2)								
87. Perdida de agregado (m)								
Cantidad de Fallas y severidad								
Tipo		81	82	83	84	85	86	87
Cantidad y Severidad	L			0		0	0	16.5
	M							
	H							
Cálculo URCI								
Tipo de Falla	Densidad (%)	Severidad	Valor deducido	Esquema:				
83	0.00	L	0					
85	0.00	L	0					
86	0.00	L	0					
87	9.17	L	5					
Valor deducido total:	q=	URCI:		Condición:				
5	1	95		EXCELENTE				

PLANILLA EVALUACIÓN DE URCI								
Carretera: Pachabamba - Pomacucho (KM 05+380 - 05+420)				Sección:		4.5 M		
Fecha: 20/12/2018				Unidad de muestra:		II		
Ejecutado por: Masgo Soto				Área de muestra:		180	M2	
Tipos de Falla								
81. Inadecuada sección transversal (m)								
82. Inadecuado drenaje (m)								
83. Encalaminado (m2)								
84. Polvo								
85. Hueco (numero)								
86. Ahuellamiento (m2)								
87. Perdida de agregado (m)								
Cantidad de Fallas y severidad								
Tipo		81	82	83	84	85	86	87
Cantidad y Severidad	L			0		0	0	15.87
	M							
	H							
Cálculo URCI								
Tipo de Falla	Densidad (%)	Severidad	Valor deducido	Esquema:				
83	0.00	L	0					
85	0.00	L	0					
86	0.00	L	0					
87	8.82	L	5					
Valor deducido total:	q=	URCI:			Condición:			
5	1	95			EXCELENTE			

PLANILLA EVALUACIÓN DE URCI								
Carretera: Pachabamba - Pomacucho (KM 07+600 - 07+640)				Sección:		4.5 M		
Fecha: 20/12/2018				Unidad de muestra:		I		
Ejecutado por: Masgo Soto				Área de muestra:		180	M2	
Tipos de Falla								
81. Inadecuada sección transversal (m)								
82. Inadecuado drenaje (m)								
83. Encalaminado (m2)								
84. Polvo								
85. Hueco (numero)								
86. Ahuellamiento (m2)								
87. Perdida de agregado (m)								
Cantidad de Fallas y severidad								
Tipo		81	82	83	84	85	86	87
Cantidad y Severidad	L						1.79	16.23
	M							
	H							
Cálculo URCI								
Tipo de Falla	Densidad (%)	Severidad	Valor deducido	Esquema:				
86	0.99	L	1					
87	9.02	L	5					
Valor deducido total:	q=	URCI:		Condición:				
6	1	94		EXCELENTE				

PLANILLA EVALUACIÓN DE URCI								
Carretera: Pachabamba - Pomacucho (KM 07+960 - 08+000)				Sección:		4.5 M		
				Unidad de muestra:		II		
Fecha: 20/12/2018				Área de muestra:		180	M2	
Ejecutado por: Masgo Soto								
Tipos de Falla								
81. Inadecuada sección transversal (m)								
82. Inadecuado drenaje (m)								
83. Encalaminado (m2)								
84. Polvo								
85. Hueco (numero)								
86. Ahuellamiento (m2)								
87. Perdida de agregado (m)								
Cantidad de Fallas y severidad								
Tipo		81	82	83	84	85	86	87
Cantidad y Severidad	L						2.13	16.5
	M							
	H							
Cálculo URCI								
Tipo de Falla	Densidad (%)	Severidad	Valor deducido	Esquema:				
86	1.18	L	1					
87	9.17	L	5					
Valor deducido total:	q=	URCI:	Condición:					
6	1	94	EXCELENTE					

PLANILLA EVALUACIÓN DE URCI								
Carretera: Pachabamba - Pomacucho (KM 02+700 - 02+740)				Sección:		4.5 M		
				Unidad de muestra:		I		
Fecha: 18/01/2019				Área de muestra:		180	M2	
Ejecutado por: Masgo Soto								
Tipos de Falla								
81. Inadecuada sección transversal (m)								
82. Inadecuado drenaje (m)								
83. Encalaminado (m2)								
84. Polvo								
85. Hueco (numero)								
86. Ahuellamiento (m2)								
87. Perdida de agregado (m)								
Cantidad de Fallas y severidad								
Tipo		81	82	83	84	85	86	87
Cantidad y Severidad	L					4	7.15	20.4
	M							
	H							
Cálculo URCI								
Tipo de Falla	Densidad (%)	Severidad	Valor deducido	Esquema:				
85	2.22	L	3					
86	3.97	L	6					
87	11.33	L	6					
Valor deducido total:		q=	URCI:	Condición:				
15		2	89	EXCELENTE				



PLANILLA EVALUACIÓN DE URCI								
Carretera: Pachabamba - Pomacucho (KM 02+800 - 02+840)				Sección:		4.5 M		
				Unidad de muestra:		II		
Fecha: 18/01/2019				Área de muestra:		180	M2	
Ejecutado por: Masgo Soto								
Tipos de Falla								
81. Inadecuada sección transversal (m)								
82. Inadecuado drenaje (m)								
83. Encalaminado (m2)								
84. Polvo								
85. Hueco (numero)								
86. Ahuellamiento (m2)								
87. Perdida de agregado (m)								
Cantidad de Fallas y severidad								
Tipo		81	82	83	84	85	86	87
Cantidad y Severidad	L					5	6.4	23.56
	M							
	H							
Cálculo URCI								
Tipo de Falla	Densidad (%)	Severidad	Valor deducido	Esquema:				
85	2.78	L	3					
86	3.56	L	5					
87	13.09	L	7					
Valor deducido total:	q=	URCI:		Condición:				
15	2	89		EXCELENTE				

PLANILLA EVALUACIÓN DE URCI								
Carretera: Pachabamba - Pomacucho (05+190 - 05+230)				Sección:		4.5 M		
				Unidad de muestra:		I		
Fecha: 18/01/2019				Área de muestra:		180	M2	
Ejecutado por: Masgo Soto								
Tipos de Falla								
81. Inadecuada sección transversal (m)								
82. Inadecuado drenaje (m)								
83. Encalaminado (m2)								
84. Polvo								
85. Hueco (numero)								
86. Ahuellamiento (m2)								
87. Perdida de agregado (m)								
Cantidad de Fallas y severidad								
Tipo		81	82	83	84	85	86	87
Cantidad y Severidad	L						5.5	18.3
	M							
	H							
Cálculo URCI								
Tipo de Falla	Densidad (%)	Severidad	Valor deducido	Esquema:				
86	3.06	L	2					
87	10.17	L	5					
Valor deducido total:	q=	URCI:		Condición:				
7	1	93		EXCELENTE				

PLANILLA EVALUACIÓN DE URCI								
Carretera: Pachabamba - Pomacucho (KM 05+380 - 05+420)				Sección:		4.5 M		
Fecha: 18/01/2019				Unidad de muestra:		II		
Ejecutado por: Masgo Soto				Área de muestra:		180	M2	
Tipos de Falla								
81. Inadecuada sección transversal (m)								
82. Inadecuado drenaje (m)								
83. Encalaminado (m2)								
84. Polvo								
85. Hueco (numero)								
86. Ahuellamiento (m2)								
87. Perdida de agregado (m)								
Cantidad de Fallas y severidad								
Tipo		81	82	83	84	85	86	87
Cantidad y Severidad	L						4.15	17.9
	M							
	H							
Cálculo URCI								
Tipo de Falla	Densidad (%)	Severidad	Valor deducido	Esquema:				
86	2.31	L	2					
87	9.94	L	5					
Valor deducido total:	q=	URCI:			Condición:			
7	1	93			EXCELENTE			

PLANILLA EVALUACIÓN DE URCI								
Carretera: Pachabamba - Pomacucho (KM 07+600 - 07+640)				Sección:		4.5	M	
				Unidad de muestra:		I		
Fecha: 18/01/2019				Área de muestra:		180	M2	
Ejecutado por: Masgo Soto								
Tipos de Falla								
81. Inadecuada sección transversal (m)								
82. Inadecuado drenaje (m)								
83. Encalaminado (m2)								
84. Polvo								
85. Hueco (numero)								
86. Ahuellamiento (m2)								
87. Perdida de agregado (m)								
Cantidad de Fallas y severidad								
Tipo		81	82	83	84	85	86	87
Cantidad y Severidad	L						5.42	22.6
	M							
	H							
Cálculo URCI								
Tipo de Falla	Densidad (%)	Severidad	Valor deducido	Esquema:				
86	3.01	L	2					
87	12.56	L	7					
Valor deducido total:	q=	URCI:		Condición:				
9	1	91		EXCELENTE				

PLANILLA EVALUACIÓN DE URCI								
Carretera: Pachabamba - Pomacucho (KM 07+960 - 08+000)				Sección:		4.5 M		
				Unidad de muestra:		II		
Fecha: 18/01/2019				Área de muestra:		180	M2	
Ejecutado por: Masgo Soto								
Tipos de Falla								
81. Inadecuada sección transversal (m)								
82. Inadecuado drenaje (m)								
83. Encalaminado (m2)								
84. Polvo								
85. Hueco (numero)								
86. Ahuellamiento (m2)								
87. Perdida de agregado (m)								
Cantidad de Fallas y severidad								
Tipo		81	82	83	84	85	86	87
Cantidad y Severidad	L						5.8	23.5
	M							
	H							
Cálculo URCI								
Tipo de Falla	Densidad (%)	Severidad	Valor deducido	Esquema:				
86	3.22	L	2					
87	13.06	L	7					
Valor deducido total:	q=	URCI:			Condición:			
9	1	91			EXCELENTE			

## Panel Fotográfico

### ➤ Medición de la Rugosidad



Fotografía 1. Inicio de trabajo para la medición con el equipo de MERLIN.



Fotografía 2. Trabajo de medición con el equipo de MERLIN.



Fotografía 3. Trabajo de medición km 5+460 - sector II.



Fotografía 4. Trabajo de medición km 5+080 – sector II





Fotografía 5. Toma de dato con el equipo de MERLIN



Fotografía 6. Formato de recolección de campo



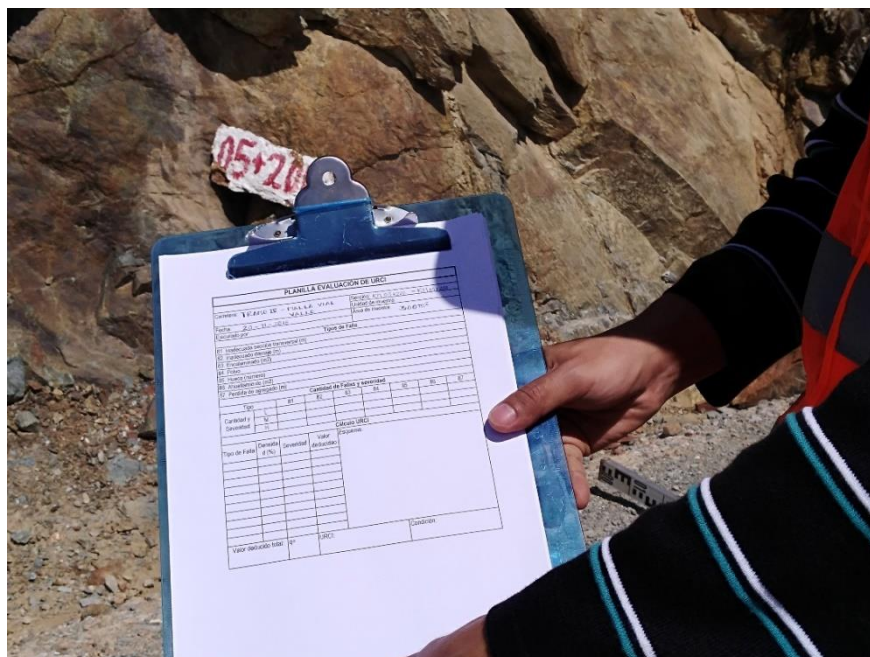


Fotografía 7. Trabajo de medición km 5+300 – sector II

➤ **Medición URCI**



Fotografía 8. Trabajo de medición URCI



Fotografía 9. Trabajo de recolección de campo, URCI



Fotografía 10. Medición del ahuellamiento – Sector I





Fotografía 11. Medición del ahuellamiento - Sector II



Fotografía 12. Medición del ahuellamiento - Sector III



Fotografía 13. Verificación de sección transversal - Sector I



Fotografía 14. Verificación de sección transversal - Sector II





Fotografía 15. Verificación de sección transversal - Sector III



Fotografía 16. Verificación de pérdida de agregado - Sector I



Fotografía 17. Verificación de pérdida de agregado - Sector II



Fotografía 18. Verificación de pérdida de agregado - Sector III



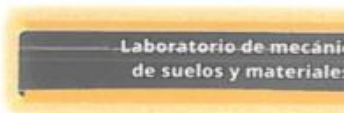


Fotografía 19. Trabajo de medición de huecos, sector I



Fotografía 21. Trabajo de conteo de vehicular.

Ensayo de la cantera de Pachabamba



**PROYECTO** : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD DE LOS TRAMOS: HCO. PTE. CONCHUMAYO - CP MERCENARIO, CP MERCENARIO - CP MITOQUERA, MERCENARIO - CP STRABAMBA, MERCENARIO - CP CHOQUECANCHA, DISTRITO DE SANTA MARÍA DEL VALLE - HUÁNUCO - HUÁNUCO.  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SANTA MARÍA DEL VALLE - HUÁNUCO - HUÁNUCO  
**SOLICITA** : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTA MARÍA DEL VALLE  
**OBSERVACION** : L.a Muestra y la Descripción fue proporcionada por la Persona en Atención  
**FECHA DE EMISIÓN** : 2010-12

**CLASIFICACION DE SUELOS**

(NORMA ASTM D2487 y AASHTO M145C)

**SONDEO** : CANTERA PACHABAMBA PROGRESIVA: KM. 24-26R; TRAMO IV

**TOTAL MUESTRA SECA** = 7716.00 g

TAMIZ Nº	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO 2 1/2"
2"	76.200	0.0	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.000	176.4	2.28	2.28	97.67	
20"	850.00	1706.3	22.10	24.38	75.62	
75"	3000.00	749.6	9.71	34.09	65.91	
100"	2500.00	497.7	6.45	40.54	59.46	
150"	1250.00	411.1	5.32	45.86	54.14	
200"	750.00	365.7	4.74	50.60	49.40	
250"	600.00	357.3	4.63	55.23	44.77	
No. 4	4.750	381.0	4.94	60.17	39.83	
No. 8	2.000	351.7	4.56	64.73	35.27	
No. 10	2.000	345.3	4.48	69.21	30.79	
No. 16	1.180	384.3	4.98	74.19	25.81	
No. 20	0.850	364.1	4.71	78.90	21.10	
No. 30	0.600	360.5	4.67	83.57	16.43	
No. 40	0.425	366.6	4.76	88.33	11.67	
No. 60	0.250	332.4	4.31	92.64	7.36	
No. 80	0.177	30.9	0.40	93.04	6.96	
No. 100	0.149	127.3	1.65	94.69	5.31	
No. 200	0.074	56.2	0.73	95.42	4.58	
CAZARILLA	0.000	718.3	9.32	100.00	0.00	
<b>TOTAL</b>			<b>100.00</b>			

**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA**  
 Grava Mac Gradada - Grava Arcillosa, con material granular equivalente a: **90.64%**  
 De arcilla a hasta como arcilla

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

Límite Líquido	= 25.00
Límite Plástico	= 20.00
Índice Plástico	= 5.00
Coefficiente de Uniformidad	= 141.97
Coefficiente de Curvatura	= 3.73

**CLASIFICACIÓN**  
 DUCY : GP-GC  
 AASHTO : A-1-a (0)

**OBSERVACIONES**

% de grava	= 39.83%
% de arena	= 31.76%
% de limo y arcilla	= 9.39%
% de humedad	= 3.68%

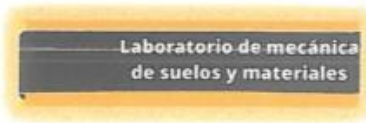


CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELUNI S.R.L.  
 RUC: 201001000000000000  
 Ing. Edilberto Torres Sullari  
 DIRECTOR GENERAL  
 LABORATORIO DE SUELOS  
 QUALITY TEST GEO ELUNI

**QUALITY TEST GEO ELUNI:** Laboratorio de Control de Calidad Geo Eluni; es la marca del servicio de Laboratorio de mecánica de suelos y materiales que brinda la empresa **CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELUNI** con el fin de proporcionar un mejor control de la calidad bajo la normativa vigente.

**CONTACTOS:**  
 Urb. Santa Victoria Mz A L1a 9 - Huánuco  
 Cel. 955897614





**PROYECTO** : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD DE LOS TRAMOS: IICO. PTE. CONCHUMAYO - CP MERCENARIO, CP MERCENARIO - CP MITOQUERA, MERCENARIO - CP SIRABAMBA, MERCENARIO - CP CHOQUECANCIA, DISTRITO DE SANTA MARÍA DEL VALLE - HUÁNUCO - HUÁNUCO".

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SANTA MARÍA DEL VALLE - HUÁNUCO - HUÁNUCO

**SOLICITA** : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTA MARÍA DEL VALLE

**FECHA DE EMISION** : mar-18

**LÍMITES DE CONSISTENCIA: MTC E 110 - 2000; ASTM D 423, D 4318 ; AASHTO T 89**

**SONDEO:** CANTERA PACHABAMBA **PROGRESIVA:** KM. 24+260; TRAMO IV

N° DE GOLPES	15	20	25	31
Suelo Humedo + Tierra	36,350	33,863	33,721	43,140
Suelo seco + Tierra	29,043	28,020	27,985	35,314
Peso de Tierra	4,880	5,036	5,092	3,641
Peso del Agua	6,407	5,834	5,726	7,826
Peso de Suelo Seco	25,063	22,995	22,893	31,473
HUMEDAD %	25.50	25.47	25.00	24.67

**LÍMITE LIQUIDO** : 25.00

**LÍMITE PLÁSTICO** : 20.00

**ÍNDICE PLÁSTICO** : 5.00

**LÍMITES DE CONSISTENCIA: MTC E 111 - 2000; ASTM D 424, D 4318 ;**

MUESTRA	01	02	03	04
Suelo Humedo + Tierra	5,472	5,190	4,640	5,141
Suelo seco + Tierra	5,930	4,857	4,418	4,778
Peso de Tierra	2,739	3,122	3,227	3,041
Peso del Agua	0,442	0,342	0,222	0,363
Peso de Suelo Seco	2,197	1,785	1,191	1,757
HUMEDAD %	19.29	19.71	18.64	20.90

**CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELUNI E.I.R.L. RUC. 2054732816**  
**Ing. Fidel Gregorio Flores Salas**  
 DIRECTOR DE LABORATORIO  
 CP 15104  
 QUALITY TEST GEO ELUNI

**CURVA DE FLUIDEZ**

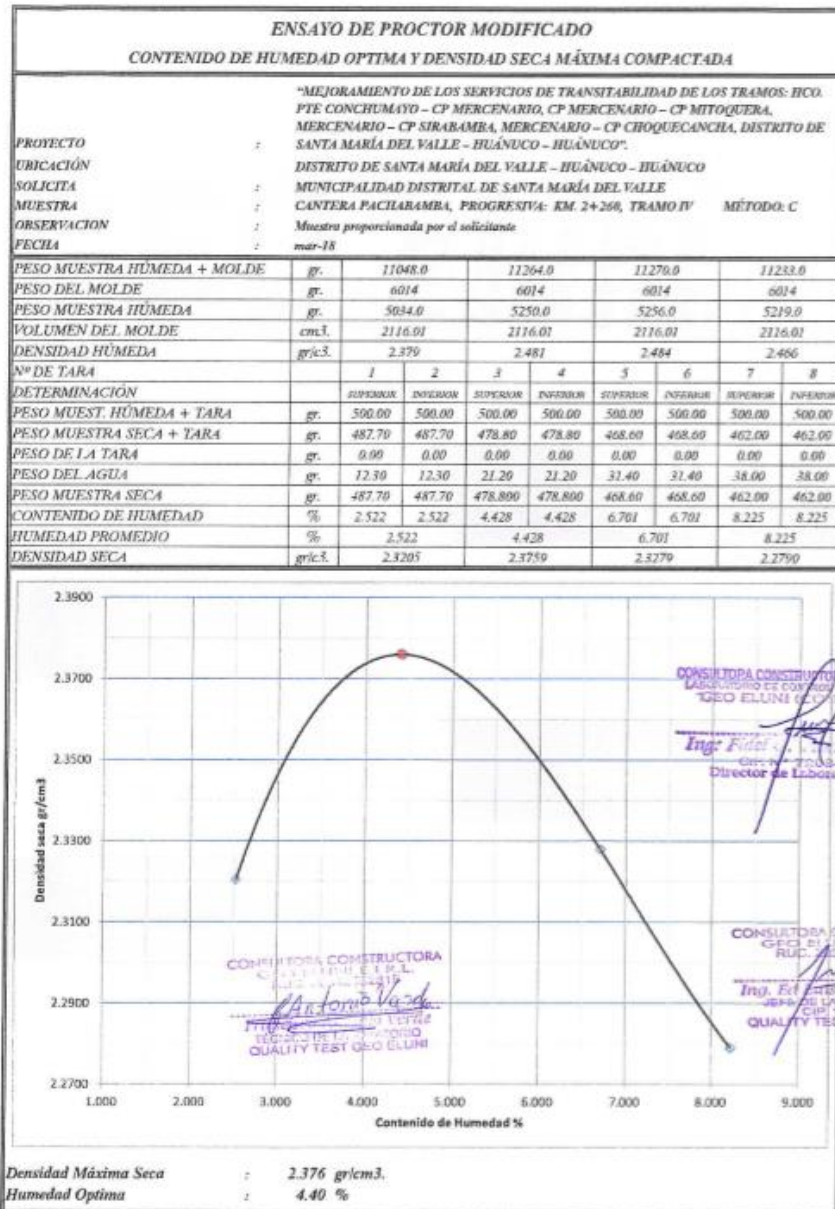
**CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELUNI E.I.R.L. RUC. 2054732816**  
**Ing. Edilberto Flores Salas**  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CP 15104  
 QUALITY TEST GEO ELUNI

**QUALITY TEST GEO ELUNI:** Laboratorio de Control de Calidad Geo Eluni; es la marca del servicio de Laboratorio de mecánica de suelos y materiales que brinda la empresa CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELUNI con el fin de proporcionar un mejor control de la calidad bajo la normativa vigente.

**CONTACTOS:**  
 Urb. Santa Victoria Mz A Lta 9 - Huancayo  
 Cel. 955897614

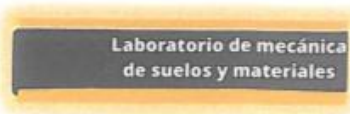


Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



**QUALITY TEST GEO ELUNI:** Laboratorio de Control de Calidad Geo Eluni; es la marca del servicio de Laboratorio de mecánica de suelos y materiales que brinda la empresa CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELUNI con el fin de propiciar un mejor control de la calidad bajo la normativa vigente.

**CONTACTOS**  
 Urb. Santa Victoria Mz A Lte 9 - Huánuco  
 Cel. 955897614



**ENSAYO DE CBR : MTC E 132-2000; ASTM D 1883; AASHTO T 193**

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD DE LOS TRAMOS: HCO. PTE CONCHUMAYO - CP MERCENARIO, CP MERCENARIO - CP MITOQUERA, MERCENARIO - CP SIRABAMBA, MERCENARIO - CP CHOQUECANCHA, DISTRITO DE SANTA MARÍA DEL VALLE - HUÁNUCO - HUÁNUCO".

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SANTA MARÍA DEL VALLE - HUÁNUCO - HUÁNUCO

**SOLICITA** : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTA MARÍA DEL VALLE **MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : MÉTODO C

**SONDEO** : CANTERA PACHARAMBA, PROGRESIVA: KM. 2+260, TRAMO IV **FECHA** : mar-18

**Observación** : Muestra proporcionada por el solicitante, la muestra de 56 G, llega al máximo de la capacidad de carga del equipo

MUESTRA	01		02		03							
Nº DE MOLDE	06		05		04							
Nº DE CAPAS	05		05		05							
Nº DE GOLPE POR CAPA	56		25		10							
CONDICIÓN	SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO					
Peso del molde + suelo húmedo A	g.	12,842.00	12,970.00	12,589.00	12,771.00	12,290.00	12,420.00					
Peso del molde B	g.	7,567.00	7,567.00	7,497.00	7,497.00	7,534.00	7,534.00					
Peso del suelo húmedo C=A-B	g.	5,275.00	5,403.00	5,092.00	5,274.00	4,756.00	4,886.00					
Volumen del suelo D	cm <sup>3</sup>	2,116.01	2,116.01	2,116.01	2,116.01	2,116.01	2,116.01					
Densidad húmeda E=CD	g/cm <sup>3</sup>	2.49	2.55	2.41	2.49	2.25	2.31					
Humedad L	%	4.56		4.65		4.60						
Densidad seca M=E/(1+L/100)	g/cm <sup>3</sup>	2.384		2.299		2.149						
IDENTIFICACION DE TARA												
Nº DE TARA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso tara + suelo húmedo F	g.	300.000	300.000			430.000	430.000			500.000	500.000	
Peso tara + suelo seco G	g.	478.200	478.200			430.000	430.000			478.000	478.000	
Peso de la tara H	g.	0.000	0.000			0.000	0.000			0.000	0.000	
Peso del agua I= F-G	g.	21.500	21.600			20.000	20.000			22.000	22.000	
Peso de los sólidos J= G-H	g.	478.200	478.200			430.000	430.000			478.000	478.000	
humedad K=I*100	%	4.559	4.559			4.651	4.651			4.603	4.603	
Promedio de humedad L=(K1+K2)/2	%	4.56				4.65				4.60		

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL		EXPANSION		LECTURA DIAL		EXPANSION		
			m.m.	%	m.m.	%	m.m.	%			
26/02/2018		0h	0+00		0+00		0+00				
02/03/2018		48h	0+40	0.40	0.35	0+25	0.25	0.22	0+10	0.10	0.09
02/03/2018		72h	0+45	0.45	0.39	0+32	0.32	0.28	0+16	0.16	0.14

**PENETRACION**

PENETRACION EN PULGADAS	MUESTRA Nº 01			MUESTRA Nº 02			MUESTRA Nº 03					
	LECTURA DIAL	CORRECCION		LECTURA DIAL	CORRECCION		LECTURA DIAL	CORRECCION				
		Libras	Lb/Pulg <sup>2</sup>		Libras	Lb/Pulg <sup>2</sup>		Libras	Lb/Pulg <sup>2</sup>			
0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0		
0.025	53.0	453.0	151.0	191.8	20	192.1	64.4	135.2	10	114.3	38.1	73.4
0.050	150.0	1237.2	405.7	435.1	68	571.2	190.4	274.5	38	334.9	111.6	173.6
0.075	220.0	1768.7	589.6	621.1	125	1020.3	340.1	413.8	87	720.9	240.3	274.5
0.100	295.0	2359.5	786.5	808.6	175	1414.1	471.4	534.1	114	933.6	311.2	349.8
0.150	400.0	3186.7	1092.2	1083.2	200	2085.8	694.6	768.2	175	1414.1	471.4	493.5
0.200	500.0	3974.5	1324.8	1340.6	300	2871.6	957.2	997.8	210	1689.9	563.3	591.1
0.250	575.0	4565.3	1521.8	1537.5	415	3304.8	1101.6	1148.1	254	2036.5	678.8	697.8
0.300	650.0	5156.2	1718.7	1729.2	478	3801.2	1267.1	1312.0	284	2272.8	757.6	775.3
0.400	750.0	5944.0	1981.3	1991.8	600	4762.3	1587.4	1616.9	340	2714.0	904.7	917.3
0.500	850.0	6731.7	2243.9	2254.4	680	5392.5	1797.5	1827.0	380	3029.1	1009.7	1032.4

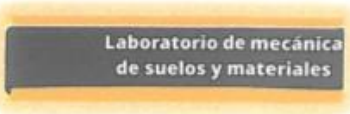
CONSULTORA CONSTRUCTORA LASO PEREZ SANCHEZ E.I.R.L.  
 Ing. Antonio Vaca  
 TECNICO DE LABORATORIO  
 QUALITY TEST GEO ELUNI

**QUALITY TEST GEO ELUNI:** Laboratorio de Control de Calidad Geo Eluni, es la marca del servicio de Laboratorio de mecánica de suelos y materiales que brinda la empresa CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELUNI con el fin de propiciar un mejor control de la calidad bajo la normativa vigente.

CONSULTORA CONSTRUCTORA LASO PEREZ SANCHEZ E.I.R.L.  
 Ing. J. J. J.  
 TECNICO DE LABORATORIO  
 QUALITY TEST GEO ELUNI

**CONTACTOS:**  
 Urb. Santa Victoria Mz A Lote 9 - Huánuco  
 Cel. 955897614





**ENSAYO DE CBR : MTC E 132-2000; ASTM D 1883; AASHTO T 193**

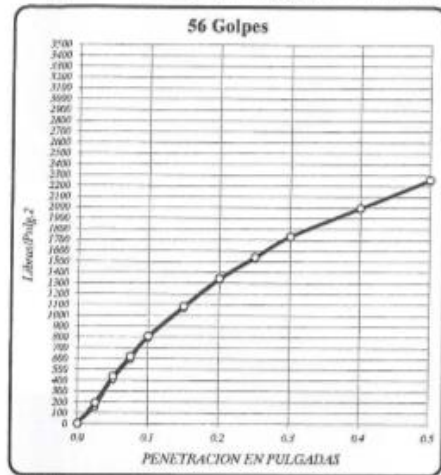
**PROYECTO :** "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD DE LOS TRAMOS: HCO. PTE CONCHUMAYO - CP MERCENARIO, CP MERCENARIO - CP MITOQUERA, MERCENARIO - CP SIRABAMBA, MERCENARIO - CP CHOQUECANCHA, DISTRITO DE SANTA MARÍA DEL VALLE - HUÁNUCO - HUÁNUCO".

**UBICACIÓN :** DISTRITO DE SANTA MARÍA DEL VALLE - HUÁNUCO - HUÁNUCO

**SOLICITA :** MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTA MARÍA DEL VALLE **MÉTODO DE COMPACTACIÓN:** MÉTODO C

**CALICATA :** CANTERA PACHARAMBA, PROGRESVA: KM. 2+256, TRAMO D' **FECHA :** mar-18

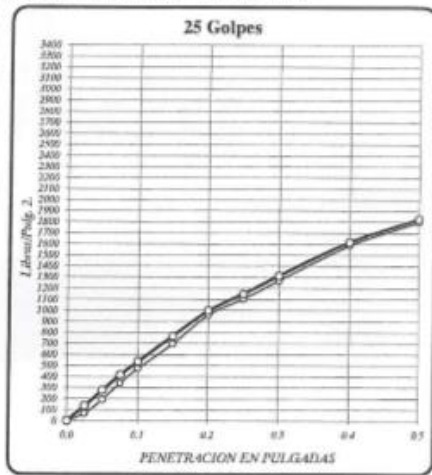
**Observación :** Muestra proporcionada por el solicitante, la muestra de 56 G, luego al máximo de la capacidad de carga del equipo



DENSIDAD SECA = 2.594 g/cm<sup>3</sup>

CBR a 0.1" = 80.88 %

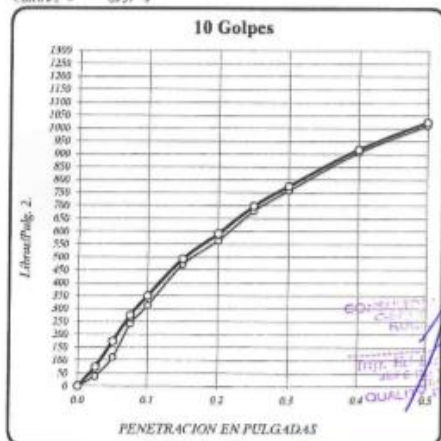
CBR a 0.2" = 49.37 %



DENSIDAD SECA = 2.299 g/cm<sup>3</sup>

CBR a 0.1" = 53.4 %

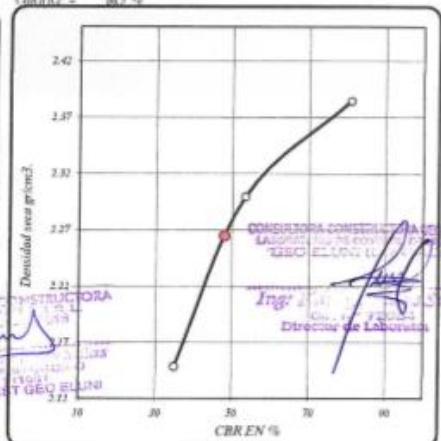
CBR a 0.2" = 36.5 %



DENSIDAD SECA = 2.148 g/cm<sup>3</sup>

CBR a 0.1" = 34.08 %

CBR a 0.2" = 19.41 %



**RESULTADOS DEL ENSAYO**

CBR CON 56 GOLPES =	80.88 %	DENSIDAD = 2.594 g/cm <sup>3</sup>
CBR CON 25 GOLPES =	53.4 %	2.299 g/cm <sup>3</sup>
CBR CON 10 GOLPES =	34.08 %	2.148 g/cm <sup>3</sup>

CONSTRUTORES GEO ELUNI S.R.L. (Stamp)

Urb. Santa Victoria Mz A Lte 9 - Huánuco

Cel. 955897614

**QUALITY TEST GEO ELUNI:** Laboratorio de Control de Calidad Geo Eluni, es la marca del servicio de Laboratorio de mecánica de suelos y materiales que brinda la empresa CONSTRUCTORA CONSTRUCTORA GEO ELUNI con el fin de propiciar un mejor control de la calidad bajo la normativa vigente.

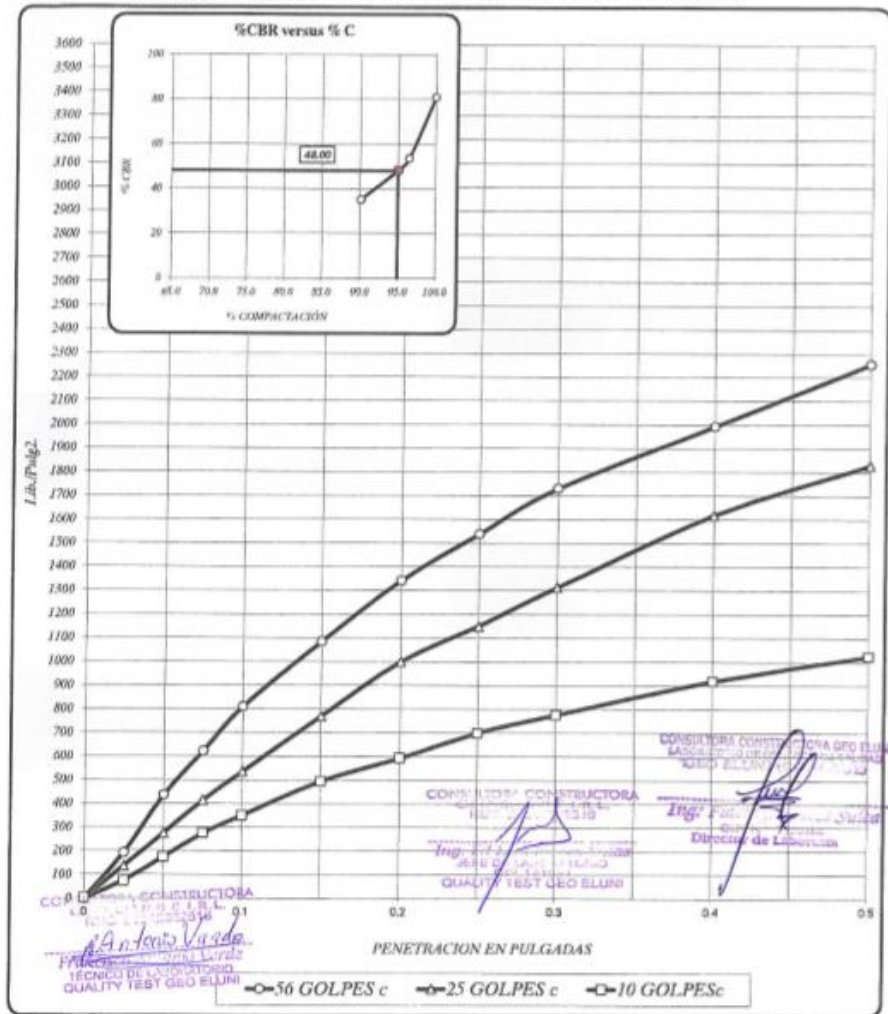


Laboratorio de mecánica de suelos y materiales

**ENSAYO DE CBR : MTC E 132-2000; ASTM D 1883; AASHTO T 193**

**PROYECTO** : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD DE LOS TRAMOS: HCO, PTE CONCHUMAYO - CP MERCENARIO, CP MERCENARIO - CP MITOQUERA, MERCENARIO - CP SIRABAMBA, MERCENARIO - CP CHOQUECANCHA, DISTRITO DE SANTA MARÍA DEL VALLE - HUÁNUCO - HUÁNUCO.

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SANTA MARÍA DEL VALLE - HUÁNUCO - HUÁNUCO  
**SOLICITA** : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTA MARÍA DEL VALLE **MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : MÉTODO C  
**CALICATA** : CANTERA PACHARAMBA, PROGRESIVA KM. 2+260, TRAMO IV **FECHA** : mar-18  
**Observación** : Muestra proporcionada por el solicitante, la muestra de 56 G, llega al máximo de la capacidad de carga del equipo



56 GOLPES	25 GOLPES	10 GOLPES	CBR DE DISEÑO
DENSIDAD SEC4 = 2.58 gr/cm <sup>3</sup>	DENSIDAD SEC4 = 2.80 gr/cm <sup>3</sup>	DENSIDAD SEC4 = 2.45 gr/cm <sup>3</sup>	CBR al 100% DE DENSIDAD SP4 MAX = 80.26 %
CBR a 0.1" = 30.96 %	CBR a 0.1" = 33.41 %	CBR a 0.1" = 34.98 %	CBR a 1% DE DENSIDAD SP4 MAX = 48.8 %
CBR a 0.2" = 48.52 %	CBR a 0.2" = 48.52 %	CBR a 0.2" = 48.52 %	

QUALITY TEST GEO ELUNI  
 marca del servicio de Laboratorio de mecánica de suelos y materiales que brinda la empresa CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELUNI con el fin de propiciar un mejor control de la calidad bajo la normativa vigente.

CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELUNI  
 Ing. Antonio Vasquez  
 Director de Laboratorio  
 Cel. 955897614



Laboratorio de mecánica  
de suelos y materiales

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD DE LOS TRAMOS: HCO. PTE. CONCHUMAYO - CP MERCENARIO, CP MERCENARIO - CP MITOQUERA, MERCENARIO - CP SIRABAMBA, MERCENARIO - CP CHOQUECANCHA, DISTRITO DE SANTA MARÍA DEL VALLE - HUÁNUCO - HUÁNUCO".

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SANTA MARÍA DEL VALLE - HUÁNUCO - HUÁNUCO

**MUESTRA** : CANTERA PACHABAMBA, PROGRESIVA: KM. 24-260, TRAMO IV

**SOLICITA** : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTA MARÍA DEL VALLE

**FECHA** : mar-18

**ENSAYO DE LOS ÁNGELES**  
ASTM C 131

TIPO DE ENSAYO "A"

PESO INICIAL			PESO FINAL		
Peso de la Muestra Inicial			Peso Final de la Muestra		
Pasa el Tamiz	Retenido en el tamiz	Peso(gr)	Nro de Tamiz	Tamaño de abertura	Peso(gr)
1,1/2"	1"	1250.0			
1"	3/4"	1250.0			
3/4"	1/2"	1250.0			
1/2"	3/8"	1250.0			
<b>PESO TOTAL</b>		<b>5000.0</b>	<b>Nº 12</b>	<b>(1.70mm)</b>	<b>3336.00</b>

Nº de esferas : 12.0

Nº de revoluciones: 500.0

Velocidad: 33.0 RPM

Desgaste de los agregados: 33.28%

CONSULTORA CONSTRUCTORA  
GEO ELUNI S.R.L.  
RUC. 2009250000

Ing. Edilberto Flores Salca  
JEFE LABORATORIO  
QUALITY TEST GEO ELUNI

CONSULTORA CONSTRUCTORA  
GEO ELUNI S.R.L.  
RUC. 2009250000  
Ing. Fidel Gregorio Flores Salca  
DIRECTOR DE LABORATORIO  
GEO ELUNI  
QUALITY TEST GEO ELUNI

QUALITY TEST GEO ELUNI: Laboratorio de Control de Calidad Geo Eluni: es la marca del servicio de Laboratorio de mecánica de suelos y materiales que brinda la empresa CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELUNI con el fin de propiciar un mejor control de la calidad bajo la normatividad vigente.

CONTACTOS:

Urb. Santa Victoria Mz. A Lte 9 - Huánuco  
Cel. 955897614



Laboratorio de mecánica  
de suelos y materiales

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD DE LOS TRAMOS: HCO. PTE CONCHUMAYO – CP MERCENARIO, CP MERCENARIO – CP MITOQUERA, MERCENARIO – CP SIRABAMBA, MERCENARIO – CP CHOQUECANCHA, DISTRITO DE SANTA MARÍA DEL VALLE – HUÁNUCO – HUÁNUCO".

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SANTA MARÍA DEL VALLE – HUÁNUCO – HUÁNUCO

**CANTERA** : PACHABAMBA - TRAMO IV - PROG. KM. 2+260

**SOLICITA** : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTA MARÍA DEL VALLE

**FECHA** : MARZO DEL 2018

**EQUIVALENTE ARENA**  
ASTM D 2419

NUMERO DE MUESTRA	M 1	M 2
LECTURA DE LA ARCILLA(A)	6.6	7.8
LECTURA DE LA ARENA(B)	2.5	2.7
EQUIVALENTE ARENA (EA=B/A*100)	38	35
<b>PROMEDIO</b>	<b>37 %</b>	

CONSULTORA CONSTRUCTORA  
GEO ELUNI S.R.L.  
RUC: 2054250913  
Ing. Fidel Carlos Flores Salas  
JEFE DE LABORATORIO  
QUALITY TEST GEO ELUNI

CONSULTORA CONSTRUCTORA  
GEO ELUNI S.R.L.  
RUC: 2054250913  
Ing. Fidel Carlos Flores Salas  
DIRECTOR DEL LABORATORIO  
CP. 72094  
QUALITY TEST GEO ELUNI

**QUALITY TEST GEO ELUNI:** Laboratorio de Control de Calidad Geo Eluni: es la marca del servicio de Laboratorio de mecánica de suelos y materiales que brinda la empresa CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELUNI con el fin de propiciar un mejor control de la calidad bajo la normativa vigente.

**CONTACTOS:**  
Urb. Santa Victoria Mz A Lta 9 - Huánuco  
Cel. 955897614