

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**COMPORTAMIENTO DINAMICO
ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFALTICA
ANTE SOLICITACIONES DE CARGA
VEHICULAR**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Bach. Torpoco Flores, Yomira Yuleisi

Bach. Paucar Garcia, Brian Luis Anthony

Asesor:

Ing. Vladimir Ordoñez Camposano

Línea de Investigación Institucional:

Transporte y Urbanismo

Huancayo – Perú

2025

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. TAPIA SILGUERA, RUBEN DARIO
PRESIDENTE

Mg. CÁRDENAS CAPCHA, JESÚS IDEN
JURADO

Mg. RODAS ROMERO, JUSTO CLAUDIO
JURADO

ING. REYNOSO OSCANOVA, JAVIER
JURADO

Mg. UNTIVEROS PEÑALOZA, LEONEL
SECRETARIO DOCENTE

DEDICATORIA

Dedicamos con todo nuestro corazón nuestra tesis a nuestros padres, pues sin ellos no habríamos logrado nada, por lo que su bendición diaria a lo largo de nuestras vidas nos protege y nos lleva por el camino del bien.

Bach. Torpoco Flores, Yomira Yuleisi

Bach. Paucar García, Brian Luis Anthony

AGRADECIMIENTO

A nuestros padres que fueron los mayores promotores durante este proceso, por confiar y creer en nosotros y en nuestras expectativas, a la vida por este nuevo triunfo a todas las personas que nos apoyaron y creyeron en la realización de esta tesis.

Bach. Torpoco Flores, Yomira Yuleisi

Bach. Paucar Garcia, Brian Luis Anthony

CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0363 - FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la Tesis; titulada:

COMPORTAMIENTO DINAMICO ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFALTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : **Bach. PAUCAR GARCIA BRIAN LUIS ANTHONY**
Bach. TORPOCO FLORES YOMIRA YULEISI

Facultad : **INGENIERÍA**

Escuela Académica : **INGENIERÍA CIVIL**

Asesor(a) : **Ing. VLADIMIR ORDOÑEZ CAMPOSANO**

Fue analizado con fecha **24/10/2024**; con **161 págs.**; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

Excluye citas.

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

Otro criterio (especificar)

X
X

El documento presenta un porcentaje de similitud de **19 %**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 24 de octubre del 2024.



MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI
JEFA

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
CONTENIDO	vi
CONTENIDO DE TABLAS	x
CONTENIDO DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	xvi
CAPÍTULO I	17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.1. Descripción de la realidad problemática	17
1.2. Delimitación del problema	18
1.2.1. Delimitación espacial	18
1.2.2. Delimitación temporal.....	18
1.2.3. Delimitación conceptual	19
1.3. Formulación del problema	19
1.3.1. Problema general.....	19
1.3.2. Problemas específicos	19
1.4. Justificación.....	19
1.4.1. Justificación social	19
1.4.2. Justificación teórica.....	20
1.5. Objetivos de la investigación	20
1.5.1. Objetivo general.....	20
1.5.2. Objetivos específicos	20
CAPÍTULO II	21
MARCO TEÓRICO	21
2.1. Antecedentes de la investigación	21
2.1.1. Antecedentes nacionales	21

2.1.2. Antecedentes internacionales.....	23
2.2. Bases teóricas o científicas.....	26
2.2.1. Pavimento.....	26
2.2.2. Mezcla asfáltica.....	30
2.2.3. Tratamiento superficial	31
2.2.4. Carga vehicular	38
2.3. Marco conceptual	42
CAPÍTULO III	44
HIPÓTESIS.....	44
3.1. Hipótesis general.....	44
3.2. Hipótesis específicas	44
3.3. Variables	44
3.3.1. Definición conceptual de las variables.....	44
3.3.2. Definición operacional de la variable	45
CAPÍTULO IV.....	47
METODOLOGÍA.....	47
4.1. Método de investigación	47
4.2. Tipo de investigación	47
4.3. Nivel de la investigación.....	47
4.4. Diseño de la investigación	48
4.5. Población y muestra	48
4.5.1. Población.....	48
4.5.2. Muestra.....	48
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	49
4.6.1. Técnicas	49
4.6.2. Instrumentos.....	49
4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	53
4.7.1. Medición de rugosidad con el equipo de Merlín (IRI).....	54

4.7.2. Método de prueba estándar para extracción cuantitativa de ligante asfáltico de mezcla asfáltica ASTM D 2172/d2172M-17e1	55
4.7.3. Ensayo de la viga Benkelman	56
4.8. Aspectos éticos de la investigación.....	56
CAPÍTULO V	57
RESULTADOS	57
5.1. Diseño tecnológico.....	57
5.2. Descripción de resultados	58
5.2.1. Transito	58
5.2.2. PCI - Índice de Condición del Pavimento.....	61
5.2.3. OB1 - Medición de la rugosidad con el equipo “Merlín” Índice internacional de rugosidad, IRI.....	64
5.2.4. OB2 - Medida de la deflexión de un pavimento flexible empleando la viga benkelman (MTC E - 1002).....	70
5.2.5. OB3 - Prueba estándar para la extracción cuantitativa de ligante asfáltico de mezclas asfálticas.....	74
5.3. Contrastación de hipótesis.....	80
5.3.1. Hipótesis específica 1 (Rugosidad).....	80
5.3.2. Hipótesis específica 2 (deflexión del pavimento).....	81
5.3.3. Hipótesis específica 3 (% de ligante asfáltico)	83
CAPÍTULO VI.....	86
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	86
6.1. Discusión de resultados con antecedentes.....	86
6.1.1. IRI (rugosidad) – objetivo específico 1.....	86
6.1.2. Deflexión – objetivo específico 2	87
6.1.3. % de ligante asfáltico – objetivo específico 3.....	87
CONCLUSIONES	88
RECOMENDACIONES	90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91

ANEXOS.....	95
Anexo N°01: Matriz de consistencia	96
Anexo N°02: Matriz de operacionalización de variables	99
Anexo N°03: Matriz de operacionalización de instrumentos	101
Anexo N°04: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación.....	103
Anexo N°05: Confiabilidad y validez del instrumento	150
Anexo N°06: La data de procesamiento de datos	154
Anexo N°07: Fotografía de la aplicación del instrumento	158
Fotografía N° 1.....	159
Fotografía N° 2.....	160
Fotografía N° 3.....	161

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1: Valores PSI y Calificación de la Serviciabilidad. RNE 2016.....	27
Tabla 2: Especificaciones de los TSS.	32
Tabla 3: Rangos de gradación para tratamientos superficiales.....	33
Tabla 4: Cantidades aproximadas de material para tratamiento superficial simple.....	33
Tabla 5: Cantidades aproximadas de materiales para tratamientos superficiales dobles.....	35
Tabla 11. Matriz de operacionalización de variables.....	46
Tabla 12. Rangos y magnitudes de validez.....	52
Tabla 13. Rangos y Magnitudes de confiabilidad.....	53
Tabla 14. Puntuación asignada en la validación de expertos	53
Tabla 15. Tamaño de muestra.....	55
Tabla 11. Conteo vehicular	58
Tabla 12. Determinación de la demanda actual	59
Tabla 13. EE actúa	60
Tabla 14. EE proyectado a los 10 años	60
Tabla 15. Rangos de clasificación por PCI.....	61
Tabla 16. Clasificación de los tipos de fallas.....	61
Tabla 17: Tabla del tipo de falla	62
Tabla 18: Tabla del tipo de falla	62
Tabla 19: Tabla del tipo de falla	62
Tabla 20: Tabla del tipo de falla	63
Tabla 21: Tabla del tipo de falla	63
Tabla 22: Tabla del tipo de falla	64
Tabla 23. Resumen del índice de rugosidad en los puntos de muestreo.....	69
Tabla 24. Resultados de PSI	70
Tabla 25. Escala del índice de Serviciabilidad	70
Tabla 26. Resultados del radio de curvatura y la deflexión máxima en el carril derecho e izquierdo	73
Tabla 27. Granulometría del material lavado M1 progresiva Km 2+920- Izquierdo	74
Tabla 28. Granulometría del material lavado M2 progresiva Km 2+920 – Derecho	75
Tabla 29. Evaluación del contenido de % de asfalto en las muestras de la progresiva Km 2+920	75
Tabla 30. Granulometría del material lavado M1 progresiva Km 3+300 - Derecho.....	76

Tabla 31. Granulometría del material lavado M2 progresiva Km 3+300 – Izquierdo	77
Tabla 32. Evaluación del contenido de % de asfalto en las muestras de la progresiva Km 3+300	77
Tabla 33. Granulometría del material lavado M2 progresiva Km 3+930- M1 – Izquierdo.	78
Tabla 34. Granulometría del material lavado M2 progresiva Km 3+930- Derecho.....	79
Tabla 35. Evaluación del contenido de % de asfalto en las muestras de la progresiva Km 3+930	79
Tabla 36. Datos empleados en la prueba estadística.....	80
Tabla 37. Datos de deflexión máxima empleada	82
Tabla 38. Datos empleados en la prueba estadística.....	83

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. “Mapa de la región de Junín”	18
Figura 2: Conformación típica del pavimento como elemento estructural.....	27
Figura 3: Esfuerzos en un pavimento.....	29
Figura 4: Deformaciones en un pavimento.....	30
Figura 5: Tipo de emulsión al ubicar el riego de imprimación.....	31
Figura 6: Esquema del tratamiento superficial simple.....	34
Figura 7: Esquema del tratamiento superficial doble.	35
Figura 8: Esquema del tratamiento bicapa preengravillado.....	35
Figura 9: Esquema del tratamiento superficial múltiple.	36
Figura 10: Deformaciones generadas en el pavimento por las cargas del tránsito	39
Figura 11: Alteración ocasionada por las cargas vehiculares.	39
Figura 12: Alturas de vehículo pesado.....	40
Figura 13. Medición de la rugosidad mediante equipo de MERLIN.....	50
Figura 14. Gradación de material lavado.....	51
Figura 15. Procesamiento de lecturas, deflexión máxima y evaluación del radio de curvatura	52
Figura 16. Elemento de rugosidad de MERLIN	54
Figura 17. Ubicación del área de trabajo	57
Figura 18. Vehículos por día de la semana.....	59
Figura 19. Histograma de la distribución de frecuencias.....	65
Figura 20. Histograma de la distribución de frecuencias.....	66
Figura 21. Histograma de la distribución de frecuencias.....	66
Figura 22. Histograma de la distribución de frecuencias.....	67
Figura 23. Histograma de la distribución de frecuencias.....	68
Figura 24. Histograma de la distribución de frecuencias.....	68
Figura 25. Cuenco de deflexiones en la carpeta asfáltica. Tramo 2+900 – 4+070 sentido derecho.....	71
Figura 26. Deflectograma en el carril derecho.....	72
Figura 27. Cuenco de deflexiones en la carpeta asfáltica	72
Figura 28. Deflectograma en el carril izquierdo	73
Figura 29. Curva granulométrica de del material asfáltico lavado M1 progresiva Km 2+920 - Izquierdo.....	74

Figura 30. Curva granulométrica del material asfaltico lavado M2 progresiva Km 2+920 - Derecho.....	75
Figura 31. Curva granulométrica de del material asfaltico lavado M1 progresiva Km 3+300 - Derecho	76
Figura 32. Curva granulométrica de del material asfaltico lavado M2 progresiva Km 3+300 - Izquierdo.....	77
Figura 33. Curva granulométrica de del material asfaltico lavado M1 progresiva Km 3+930- Izquierdo.....	78
Figura 34. Curva granulométrica de del material asfaltico lavado M2 progresiva Km 3+930 Derecho.....	79
Figura 35. Prueba de normalidad de la rugosidad.....	81
Figura 36. Prueba de Anova de la rugosidad	81
Figura 37. Prueba de normalidad de la deflexión	83
Figura 38. Prueba de muestras independientes	83
Figura 39. Resultados de la prueba de normalidad del % de ligante asfaltico.....	84
Figura 40. Resultados de la prueba de Levene	84
Figura 41. Resultados de la prueba de ANOVA	84

RESUMEN

En la presente tesis se planteó como problema general: ¿Cuál es el comportamiento dinámico estructural de una bicapa asfáltica ante solicitaciones de carga vehicular?, como objetivo general: Determinar el comportamiento dinámico estructural de una bicapa asfáltica ante solicitaciones de carga vehicular y con hipótesis general: El comportamiento dinámico estructural define significativamente el diseño estructural de una bicapa asfáltica ante solicitaciones de carga vehicular. El tipo de investigación fue aplicada, nivel explicativo, de diseño de investigación: Cuasi - experimental, el método de investigación fue el científico y el método específico cuantitativo. El propósito de la investigación se basó en los resultados obtenidos de acuerdo a los indicadores: índice internacional de rugosidad, deflexión admisible, extracción cuantitativa de ligante asfáltico. La muestra en la investigación es de tipo no probabilístico dirigido, corresponde a la Carretera Valle Yacus: Tramo III (Masma a Masmachiche) con Tratamiento Superficial Bicapa de 5.61 KM, departamento de Junín, Provincia de Jauja y distrito Jauja. Llego a la conclusión que los valores de Serviciabilidad en la vía se obtuvo valores de PSI de G1 2.513 y 2.254, en el G2 2.029 y 2.167, en tanto en el G3 los valores de PSI son de 2.294 y 2.197. Es así que de acuerdo a la escala del índice de Serviciabilidad la vía se califica como regular. De acuerdo a los ensayos de PCI se observaron fallas de piel de cocodrilo, baches y exudación. La deflexión máxima en el eje izquierdo de la vía es 28×10^{-2} mm siendo mayores al DC admisible de 23.00 (10^{-2} mm) y en el tramo derecho la deflexión máxima es de 44×10^{-2} mm mayor al DC admisible de 25.62 (10^{-2} mm).

PALABRAS CLAVES: Bicapa, dinámico, estructural, carga vehicular.

ABSTRACT

In this thesis the general problem was raised: ¿What is the Dynamic structural behavior of an asphalt double layer under vehicular load requests? The general objective was: To determine the Dynamic structural behavior of an asphalt double layer under vehicular load requests and with the general hypothesis: The Dynamic structural behavior significantly defines the structural design of an asphalt double layer under vehicular load requests. The type of research was applied, explanatory level, research design: Quasi - experimental, the research method was scientific and the specific quantitative method. The purpose of the research was based on the results obtained according to the indicators: international roughness index, allowable deflection, quantitative extraction of asphalt binder. The sample in the research is of a directed non-probabilistic type, corresponds to the Valle Yacus Highway: Section II (Molinos - Barrio Centro Progreso) with Bilayer Surface Treatment, 3,260 km, department of Junín, Province of Jauja and district of Jauja. It was concluded that the Serviceability values on the road were obtained PSI values of G1 2,513 and 2,254, in G2 2,029 and 2,167, while in G3 the PSI values are 2,294 and 2,197. Thus, according to the Serviceability index scale, the road is classified as regular. According to the PCI tests, crocodile skin failures, potholes and exudation were observed. The maximum deflection on the left axis of the track is 28×10^{-2} mm, being greater than the admissible DC of 23.00 (10^{-2} mm) and in the right section the maximum deflection is 44×10^{-2} mm, greater than the admissible DC of 25.62 (10^{-2} mm).

KEY WORDS: Bilayer, dynamic, structural, vehicular load.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tiene como objetivo: Determinar el comportamiento dinámico estructural de una bicapa asfáltica ante solicitaciones de carga vehicular. Ocasionado por la problemática: ¿Cuál es el comportamiento dinámico estructural de una bicapa asfáltica ante solicitaciones de carga vehicular?, donde las vías actualmente se construyen con una mezcla asfáltica en caliente puesto a que mejoran la transitabilidad y mantienen una superficie uniforme, no obstante, la durabilidad actual de estos pavimentos no es extensa. Por ello, ante la necesidad de poder implementar nuevas formas que puedan mantener funcionales estas vías se logra aumentar las capas estructurales siendo así el funcionamiento de una carpeta de rodadura bicapa que constara de aumentar esta carpeta asfáltica.

El método empleado en las investigaciones cuantitativo, tipo aplicada, el nivel de investigación explicativo y se siguió diseño de cuasi experimental. De forma seguida se describe los temas tratados en cada capítulo:

EL CAPÍTULO I: En esta sección se expone una definición clara del alcance de la investigación, se justifica su relevancia, así como la formulación del problema y los objetivos que se buscan alcanzar.

EL CAPÍTULO II: En esta parte se presenta una descripción de los antecedentes y las bases teóricas relacionadas con las variables de la investigación.

EL CAPÍTULO III: Se expone las hipótesis, una definición y evaluación operacional de las variables y dimensiones.

EL CAPÍTULO IV: Se presenta una parte de la metodología, incluyendo las técnicas utilizadas para llevar a cabo la investigación y la recolección de datos, así como los ensayos que se realizaron.

EL CAPÍTULO V: Se ofrece una descripción de los resultados y el desarrollo de las hipótesis planteadas en la investigación.

EL CAPÍTULO VI: En esta parte se presentan las conclusiones, los anexos y una descripción detallada de los resultados obtenidos.

Bach. Torpoco Flores, Yomira Yuleisi

Bach. Paucar García, Brian Luis Anthony

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

A nivel internacional, el aumento de carga vehicular provoca buscar alternativas para mejorar la construcción de pavimentos flexibles. Las vías actualmente se construyen con una mezcla asfáltica en caliente ya que mejoran la transitabilidad y mantienen una superficie uniforme, no obstante, la durabilidad actual de estos pavimentos no es extensa. Por ello, ante la necesidad de poder implementar nuevas formas que puedan mantener funcionales estas vías se logra aumentar las capas estructurales siendo así el funcionamiento de una carpeta de rodadura bicapa que constara de aumentar esta carpeta asfáltica. Rico et al. (1998)

En la actualidad, la infraestructura vial constituye un elemento fundamental del patrimonio del Perú, debido a su estrecha relación con el progreso social y económico, ya que facilita la comunicación y conexión entre las distintas poblaciones, además de promover el intercambio de productos y servicios.

A nivel internacional, el aumento de carga vehicular provoca buscar alternativas para mejorar la construcción de pavimentos flexibles. Las vías actualmente se construyen con una mezcla asfáltica en caliente ya que mejoran la transitabilidad y mantienen una superficie uniforme, no obstante, la durabilidad actual de estos pavimentos no es extensa. Por ello, ante la necesidad de poder implementar nuevas formas que puedan mantener funcionales estas vías se logra aumentar las capas estructurales siendo así el

funcionamiento de una carpeta de rodadura bicapa que constara de aumentar esta carpeta asfáltica. Rico et al. (1998).

En el país y nuestra provincia, las deficiencias en las carreteras causan problemas sociales, económicos e incluso, en algunos casos, pérdidas humanas. Esto ocurre porque no se realiza un mantenimiento adecuado ni se considera el plan de vida de las vías, es decir, no se evalúa el desgaste del pavimento con el tiempo y solo se actúa cuando el daño es considerable. El deterioro del pavimento bicapa afecta estas estructuras debido a diversos factores, que pueden incluir un diseño inadecuado del paquete estructural, la baja calidad de los materiales, errores en la construcción, un sistema de drenaje deficiente y el impacto de factores externos como el peso de los vehículos. Por ello, llevar a cabo una investigación y evaluación in situ del tratamiento superficial bicapa es crucial para lograr la optimización de su funcionalidad.

1.2. Delimitación del problema

1.2.1. Delimitación espacial

La presente tesis se desarrolla en el departamento de Junín, Provincia de Jauja y distrito de Jauja, Carretera Valle Yacus: Tramo III (Masma - Huamali - Masma Chicche)



Figura 1. “Mapa de la región de Junín”

Nota: Obtenido de “Mapa de regiones del Perú”, por (Contraloría, 2024)

1.2.2. Delimitación temporal

El desarrollo del plan de tesis propuesto se lleva a cabo en el año 2020 con desarrollo en el 2021.

1.2.3. Delimitación conceptual

La investigación se llevará a cabo conforme a las normas y condiciones establecidas en el Manual de Ensayo de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, lo que implicará la realización de diversos estudios.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es el comportamiento dinámico estructural de una bicapa asfáltica ante solicitaciones de carga vehicular?

1.3.2. Problemas específicos

- a. ¿Cómo se viene dando la rugosidad de una bicapa asfáltica ante solicitaciones de carga vehicular?
- b. ¿Cuál es el resultado de deflexión de una bicapa asfáltica ante solicitaciones de carga vehicular?
- c. ¿Cuál es el porcentaje de ligante asfáltico de una bicapa asfáltica ante solicitaciones de carga vehicular?

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación social

La justificación social del proyecto permitirá mejorar las condiciones de requerimiento ante mayores necesidades, optimizando así los recursos y atendiendo las demandas de la población en relación con la circulación de la vía. En cuanto al aspecto práctico, se evaluará si la investigación puede resolver un problema real y si está relacionada con otros desafíos prácticos existentes. Hernández et al. (2006).

La vía Jauja tiene una profunda relevancia social, ya que esta carretera desempeña un papel crucial en la conectividad y el desarrollo económico de la región. La vía Jauja es una arteria fundamental para el transporte de bienes, servicios y personas, y su adecuada funcionalidad influye directamente en la calidad de vida de las comunidades locales.

La investigación busca optimizar el diseño y desempeño de las capas asfálticas, lo que contribuirá a: la Seguridad vial: Mejorar la resistencia de la vía a las cargas vehiculares reducirá riesgos de accidentes causados por deformaciones, fisuras y fallas estructurales. Esto protege la integridad de los usuarios, especialmente en

una zona con alto tránsito de vehículos pesados. Minimizar el deterioro prematuro de la vía permitirá un uso más eficiente de los recursos públicos y privados destinados al mantenimiento y rehabilitación, promoviendo un ahorro significativo a mediano y largo plazo.

1.4.2. Justificación teórica

Según Méndez, (2012) la justificación teórica o científica busca generar un debate académico sobre el conocimiento actual, confrontar teorías, contrastar resultados y realizar una epistemología del conocimiento existente.

La investigación sobre la bicapa asfáltica se evaluó con base en las especificaciones establecidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, las cuales sirvieron como referencia para la ejecución de los ensayos que contribuyeron al cumplimiento del objetivo planteado.

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo general

Determinar el comportamiento dinámico estructural de una bicapa asfáltica ante solicitaciones de carga vehicular.

1.5.2. Objetivos específicos

- a) Determinar la rugosidad de una bicapa asfáltica ante solicitaciones de carga vehicular.
- b) Calcular la deflexión de una bicapa asfáltica ante solicitaciones de carga vehicular.
- c) Identificar el porcentaje de ligante asfáltico de una bicapa asfáltica ante solicitaciones de carga vehicular.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes nacionales

Falcon (2019) presentó la tesis de pregrado **Titulado:** “Evaluación del impacto de la carga vehicular sobre la estructura del pavimento flexible en la Av. Javier Prado Este, La Molina – Lima, 2019” el cual fija el **objetivo general:** Determinar el volumen de tránsito que se presenta en la actualidad en el pavimento flexible en la av. Javier Prado Este, La Molina - 2019, **metodología:** Tipo aplicada, con un diseño no experimental - descriptiva y un enfoque cuantitativa, obteniendo como **resultado:** En el conteo realizado, se observó que el mayor número de vehículos que transitan por esta vía corresponde a 3,549 vehículos livianos, mientras que el número mínimo está compuesto por 9 camiones de dos ejes. Según este conteo, se calcularon tres ESAL para determinar el volumen de tránsito en períodos de 5, 10 y 20 años, y finalmente **concluyo:** Para un período de 10 años, se estima que el volumen de tránsito será de 9,096,646.33; para 15 años, será de 15,385,902.48; y para 20 años, se proyecta un volumen de 23,223,459.90.

Macharé (2019) presentó la tesis de pregrado **Titulado:** “Diseño de pavimentos con alternativa de mezcla asfáltica en caliente y tratamiento superficial bicapa en la vía de evitamiento de la ciudad de Jaén”, fija como **objetivo general:** Diseñar el pavimento de la vía de evitamiento a construirse en la ciudad de Jaén con las alternativas de mezcla asfáltica en caliente y tratamiento superficial bicapa,

metodología: Tipo aplicada, logrando el **resultado:** Para los parámetros obtenidos, se procedió a calcular el espesor del pavimento para las dos alternativas de trazos, a nivel de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC) para un periodo de diseño de 10 años, y Tratamiento Superficial Bicapa (TSB) para un periodo de diseño de 5 años, y finalmente **concluyo:** Se ha definido el diseño de pavimento para ambas alternativas, estableciendo los espesores correspondientes a la Mezcla Asfáltica en Caliente (para un periodo de diseño de 10 años) y al Tratamiento Superficial Bicapa (para un periodo de diseño de 5 años).

Quinto y Jorge (2019) presentaron la tesis de pregrado **Titulado:** “Efecto de la sobrecarga vehicular actual en el CBR del suelo, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019”, el cual fija **objetivo general:** Calcular el efecto del CBR del suelo a través de la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019, **metodología:** El presente trabajo de investigación es de tipo aplicada, con un enfoque explicativo y un diseño experimental, logró **resultado:** De acuerdo con la norma MTC E132, se establece que las canteras deben tener un valor mínimo de CBR de diseño de 40%. En este contexto, la única cantera que cumple con este criterio es la cantera 05; además, se presentan solo tres calicatas que superan el 20%, y finalmente **concluyo:** El CBR del suelo produce efectos por la sobrecarga vehicular actual, donde se obtuvo un valor de ($Pr < 0.05$).

Arévalo, M y Días J (2021) presentaron la tesis de pregrado **Titulado:** “Evaluación técnica y económica del tratamiento superficial bicapa (TSB) y Slurry Seal, de la carretera Cacatachi – Chirapa, departamento de San Martín” el cual fija como **objetivo general:** Evaluar técnica y económicamente el desempeño del Tratamiento Superficial Bicapa (TSB) y el Slurry Seal como alternativas de mejoramiento para la carretera Cacatachi – Chirapa, ubicada en el departamento de San Martín, empleando la **metodología:** Se realizó un análisis comparativo entre ambos tratamientos mediante la recopilación de datos de campo, ensayos de laboratorio y estudios de costos. Se evaluaron parámetros como la durabilidad, resistencia a las condiciones climáticas y capacidad estructural. Adicionalmente, se consideraron los costos de implementación y mantenimiento de cada solución para determinar su viabilidad económica, logrando como **resultado:** El TSB demostró mayor resistencia estructural y durabilidad en condiciones de tráfico moderado, mientras que el Slurry Seal presentó ventajas en costos iniciales y

facilidad de aplicación en zonas con menor carga vehicular. Ambos tratamientos mostraron fortalezas específicas según las condiciones de uso y mantenimiento, y finalmente **concluyo:** El TSB es una opción adecuada para tramos con mayor exigencia estructural y tráfico, mientras que el Slurry Seal es una alternativa más económica y eficiente para zonas con menores demandas operativas. La elección del tratamiento depende de las necesidades específicas de la vía y del presupuesto disponible.

(Paredes, 2019) presentó el estudio **titulado** "Aplicación de la bicapa para reducir el ciclo de mantenimiento en la vía de Huancabamba – Pozuzo de la región Pasco - 2018" aborda la problemática del alto costo y la frecuencia del mantenimiento de carreteras afirmadas en zonas rurales del Perú, particularmente en una región turística y comercial de Oxapampa. El tramo estudiado conecta Huancabamba y Pozuzo, afectando significativamente a la población local, cuya economía se basa en la ganadería y agricultura. La **metodología** consistió en aplicar la técnica de bicapa, una solución económica y de fácil implementación, sobre una carretera afirmada de dos carriles. Esta técnica combina capas asfálticas con agregados finos para mejorar la resistencia del pavimento a condiciones climáticas adversas y al desgaste vehicular, sin necesidad de cerrar la vía durante su instalación. Los **resultados** evidenciaron una notable reducción en los costos de mantenimiento y una mejora en la transitabilidad de la vía. Esto no solo benefició a los transportistas y usuarios, sino que también impulsó el desarrollo socioeconómico de la región al facilitar el transporte de productos agrícolas y ganaderos. En **conclusión**, la implementación de la bicapa demostró ser una alternativa eficiente y sostenible para mejorar la infraestructura vial en regiones con limitados recursos económicos, promoviendo el crecimiento económico y mejorando la calidad de vida de las comunidades locales.

2.1.2. Antecedentes internacionales

Ziari H, Aliha J. y Arbijan M.(2022), presentaron la tesis de pregrado **Titulado:** “Parámetros de fractura en modo mixto I+II y trayectoria de agrietamiento de una estructura de pavimento multicapa heterogénea que contiene grietas reflectantes”, el cual fija como **objetivo general:** Investigar los parámetros de fractura en modo combinado I+II y la trayectoria de fisuración en estructuras de pavimento heterogéneas y multicapa que contienen fisuras reflectivas, **metodología:** Se

desarrolló un modelo numérico utilizando el método de elementos finitos para simular pavimentos multicapa con propiedades heterogéneas. Se evaluaron los parámetros de fractura en modos I (apertura) y II (deslizamiento) y se analizaron las trayectorias de propagación de grietas reflectivas bajo diversas configuraciones de carga y propiedades del material, logró **resultado:** Los parámetros de fractura en modo I+II mostraron una fuerte influencia de la heterogeneidad del material y de las propiedades interfaciales entre capas. Las trayectorias de fisuración dependieron significativamente de la distribución de tensiones, con una tendencia predominante hacia la propagación en las capas superiores bajo cargas repetitivas. Las grietas reflectivas aceleraron el deterioro estructural en ausencia de medidas de mitigación, y finalmente **concluyó:** La heterogeneidad del pavimento y las condiciones de interfaz entre capas desempeñan un papel crítico en la propagación de grietas reflectivas. Los tratamientos de refuerzo interfacial o el uso de materiales con mayor capacidad de absorción de tensiones podrían reducir la velocidad de propagación del daño.

González y Luquillas (2019) presentaron la tesis de pregrado **titulada:** “Evaluación del comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente mejorada con fibra acrílica respecto a la mezcla asfáltica convencional”, plantearon como **problema general:** ¿En qué medida mejora el comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica si adicionamos fibra acrílica?, establecieron como **objetivo general:** Mejorar el comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional a fin de aumentar su vida útil a través de la adición de fibra acrílica, mediante la siguiente **metodología:** la investigación es del tipo aplicada se utilizó un diseño cuasi experimental, dando como **solución:** que al adicionar fibra acrílica (Drymix RA 4012), presenta mejora en el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente, como **resultado:** Para la mezcla asfáltica convencional, se ha determinado que el contenido óptimo de asfalto es 5.8%, con el cual se verificó los criterios de diseño, en base a esto se incorporaron porcentajes de fibra acrílica (0.1%, 0.15% y 0.2%), que se introdujo en la mezcla asfáltica mediante el proceso de vía seca y dieron como resultados diferentes comportamientos, dentro del cual al realizar las comparaciones respectivas con la mezcla convencional y cumpliendo los requerimientos de diseño de acuerdo al Manual de Carreteras finalmente se **concluyó:** La estabilidad de la mezcla asfáltica mejorada con incorporación de fibra

acrílica es significativamente superior que la estabilidad de la mezcla asfáltica convencional en 17%. El flujo de la mezcla asfáltica mejorada con incorporación de fibra acrílica es significativamente inferior que el flujo de la mezcla asfáltica convencional en 4%, dejando como **aporte:** que la incorporación Drymix RA 4012 en la carpeta de rodadura mejora sus propiedades.

Shi, Quan y Kong, L (2023) presentaron la tesis de pregrado **Titulado:** “Estabilidad del asfalto emulsionado con sulfato: el efecto descuidado de los contraiones disociados”, **objetivo general:** Sintetizar y estructurar los elementos clave de un trabajo (objetivo, metodología, resultado, conclusión y aporte) para comunicar de forma clara y precisa su propósito y contribución, a partir de una emulsión asfáltica, **metodología:** Se identificaron y extrajeron los componentes principales del trabajo, organizándolos de manera lógica y concisa. Esto incluyó la delimitación del objetivo, la descripción de las técnicas utilizadas en el análisis, la presentación de los resultados obtenidos, y la formulación de conclusiones y aportes basados en los hallazgos, logró **resultado:** A Se logró estructurar un resumen que refleja de manera integral los aspectos esenciales del trabajo, facilitando su comprensión y posterior evaluación, y **concluyo:** Un resumen bien estructurado es fundamental para transmitir la esencia de un trabajo académico o técnico, maximizando su impacto y accesibilidad.

Wan; A, Shen; W. y Xiao (2020) presentaron la tesis de pregrado **Titulado:** Estado de contacto entre las capas intermedias de la capa de nivelación de hormigón y la superficie de asfalto en el pavimento del tablero del puente, el cual fija como **objetivo general:** Investigar el estado de contacto entre la capa de nivelación de concreto y la capa de superficie de asfalto en los pavimentos de puentes, evaluando su influencia en el comportamiento estructural y el desempeño general del pavimento, empleando la **metodología:** Se realizaron pruebas experimentales y simulaciones numéricas para analizar la interacción entre ambas capas, logró **resultado:** El estudio reveló que el estado de contacto interfacial tiene un impacto significativo en la distribución de tensiones y en la durabilidad del pavimento. Una adherencia deficiente aumenta la deformación y el riesgo de fisuración en la capa de asfalto, mientras que una unión adecuada mejora significativamente la resistencia estructural y prolonga la vida útil del pavimento, y finalmente **concluyo:** La calidad de la interacción entre la capa de nivelación de concreto y la

capa de asfalto es crucial para el desempeño óptimo del pavimento en puentes. El uso de materiales de adherencia específicos y técnicas de construcción adecuadas puede mejorar considerablemente la cohesión interfacial.

Cornejo (2019) presentó la tesis de posgrado **Titulado:** “Análisis de la optimización del riego de liga en la colocación de carpeta asfáltica en caliente”, **objetivo general:** Se llevará a cabo un análisis mediante ensayos de laboratorio de resistencia al corte por cizallamiento, para optimizar el riego de liga en la colocación de carpetas asfálticas en caliente y reparadas, **metodología:** Cuantitativa con un tipo de investigación Aplicada de nivel Explicativo, logró **resultado:** Las briquetas monolíticas con diferentes diseños y características granulométricas presentarán diversas resistencias al corte transversal, y finalmente **concluyo:** Finalmente, en cuanto al mejor ligante para unir dos carpetas asfálticas, se ha determinado que la emulsión asfáltica CRS-2Pe es la más adecuada para mezclar asfalto denso fino de tamaño máximo nominal de ½ pulgada, con un esfuerzo de corte por cizallamiento de 0.46 MPa.

2.2. Bases teóricas o científicas

2.2.1. Pavimento

El pavimento se define como un elemento estructural multicapa, que se encuentra apoyado en toda su área, diseñado y construido para soportar cargas estáticas y móviles a lo largo de un tiempo indicado, durante el cual deberá tener algún tipo de tratamiento tendiente a alargar su vida de servicio; por otra lado, un pavimento es la superestructura vial conformada por capas y su superficie de rodadura que puede ser una carpeta asfáltica, una losa de concreto hidráulico o estar formada por acumulaciones de materiales pétreos compactados, algunas tecnologías actuales ofrecen una gama muy distinta de secciones estructurales diferentes, y depende en una gran parte de las condiciones y los requerimientos del proyecto para lograr dar una alternativa correcta de diseño. Vega (2018)

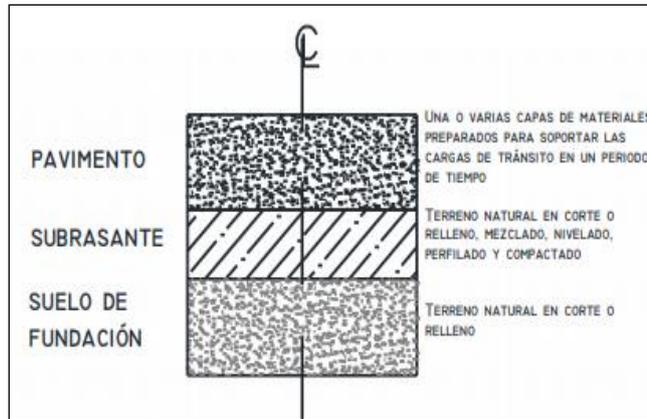


Figura 2: Conformación típica del pavimento como elemento estructural.

Nota: “Mejoramiento de las propiedades físico mecánicas de mezclas asfálticas comunes en caliente mediante la incorporación de organosilanos”, por Calderon et al. (2020)

Tabla 1: Valores PSI y Calificación de la Serviciabilidad. RNE 2016.

PSI	CALIFICACIÓN
1.1-2.0	Malo
2.1-3.0	Regular
3.1-4.0	Bueno

Nota: “Estudio y análisis de desempeño de mezcla asfáltica convencional pen 85/100 plus y mezcla asfáltica”, por Estrada (2017)

a) Estructura del pavimento

Para Miranda y Rado (2019), mencionan:

▪ Subrasante

Es la capa que sostiene a la subbase y a la base los cuales le transmiten las cargas provenientes de los vehículos, logrando un equilibrio correspondiente al pavimento. Siendo necesario el análisis de CBR ya que si el CBR es mayor en la subrasante tanto la base y sub base se proyectan en menor espesor. Finalmente, cuando la subrasante se comporte como una excelente capa servirá de apoyo para la capa de rodadura; cuando se identifique un bajo valor de CBR se debe tomar en cuenta la posibilidad de sustituir o estabilizar empleando aditivos. Miranda y Rado (2019)

▪ Subbase

Esta capa está destinada a resistir las cargas procedentes de la base y la carpeta de rodadura, y su función principal es distribuir dichas

cargas de manera uniforme. Además, actúa como un sistema de drenaje y controla la capilaridad del agua, lo que es esencial para la durabilidad del pavimento. Miranda y Rado (2019)

- **Base**

Asimismo, esta capa tiene como objetivo absorber los esfuerzos generados por la carpeta de rodadura y transmitirlos de manera homogénea a las capas inferiores. También desempeña un rol crucial en el drenaje, protegiendo la estructura superior al controlar el aumento de agua. Miranda y Rado (2019)

- **Carpeta asfáltica**

Esta capa superficial del pavimento impermeabiliza las capas inferiores, asegurando que mantengan su capacidad de soporte. Esta capa estará en contacto directo con diversas condiciones adversas, lo que resalta la importancia de su diseño y funcionalidad. Miranda y Rado (2019)

b) Respuestas derivadas del uso de carga

- **Esfuerzos y deformaciones verticales**

Las deformaciones ocasionadas por la carga de vehículos son aplicadas de forma vertical por un efecto de gravedad. Es así que se produce compresión en las vías pavimentadas siendo este esfuerzo de tensión en los materiales no estables. Coria et al. (2018)

- **Esfuerzos y deformaciones cortantes**

Algunas de las cargas generadas por los neumáticos ejercen tensiones de corte en el interior de la estructura del pavimento. La magnitud de estos esfuerzos y deformaciones de corte depende de la configuración de la carga del neumático y de ciertas propiedades de las capas del pavimento. Los esfuerzos de corte son particularmente relevantes en capas con bases hidráulicas, así como en aquellos diseños de pavimentos flexibles que buscan reducir al mínimo los esfuerzos de corte en determinadas capas.

Algunos esfuerzos al corte son demasiado en los materiales no tratados que logran realizar desplazamientos variables, como los que

se presentan más consecuentemente en vías con poco volumen de tránsito en la que de vez en cuando se presentan móviles no livianos. Algunas de las medidas de los esfuerzos de corte son fundamentales, sin embargo, no se han aplicado en varias técnicas de diseño empírico-mecanicista. Por lo que los esfuerzos de corte excesivos, especialmente en el borde del neumático, cerca del área de pavimento, son una de las principales causas de la formación de grietas en la superficie pavimentada. Coria et al. (2018).

▪ **Esfuerzos y deformaciones tangenciales y radiales**

Es aquel donde el pavimento y algunas capas particulares no se forman semejante a una viga a flexión. Esta flexión se obtiene como respuestas de esfuerzos radiales y tangenciales dentro de las capas del pavimento y otros en un plano horizontal que tienden a ser de compresión al igual que en tensión en la que depende del número y colocación de las cargas de los ejes. Los esfuerzos de tensión que se generan dentro de la carpeta asfáltica pueden contribuir a la aparición de daños por fatiga y grietas. En las capas estabilizadas, ya sea con asfalto o cemento, los esfuerzos de tensión en la parte inferior pueden facilitar el agrietamiento de estas capas. Coria et al. (2018)

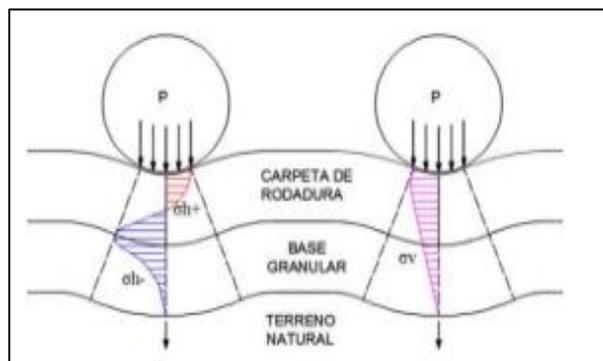


Figura 3: Esfuerzos en un pavimento.

Nota: “Aplicación del método Marshall y granulometría superpave en el diseño de mezcla asfáltica”, por Castañeda et al. (2011)

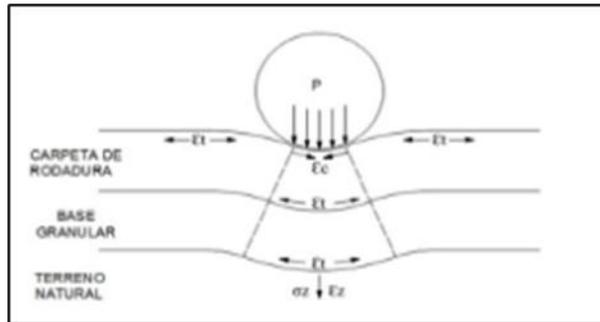


Figura 4: Deformaciones en un pavimento.

Nota: “Aplicación del método Marshall y granulometría superpave en el diseño de mezcla asfáltica”, por Castañeda et al. (2011)

▪ **Deflexiones**

Es aquella carga de neumático que es usada en el área del pavimento en la que logre que el pavimento no se deforme verticalmente. La medida de esta deflexión es de manera proporcional a la rigidez del pavimento total ya sea en su grosor y sus normas elásticas, por lo que la rigidez de la superficie terrestre de desplante o soporte. Se presenta qué cuanto máxima sea la deflexión es muy capaz por lo que en el pavimento existen fallas de tipo estructural. Coria et al. (2018)

2.2.2. Mezcla asfáltica

Se define como aquel material que está compuesto por agregados pétreos, ligantes asfálticos y aditivos en algunos casos. Este material se usa en algunas construcciones como carreteras, aeropuertos, pavimentos industriales, etc. Cabe destacar que algunas mezclas asfálticas están compuestas por un 90% de agregados pétreos, tanto gruesos como finos, un 5% de polvo mineral conocido como filler, y el restante 5% de ligante asfáltico.

Algunos elementos nombrados son fundamentales para la correcta utilidad de la carpeta de rodadura y de calidad que hace falta en algunos de ellos por lo cual provoca daño al conjunto. El ligante y el polvo mineral son componentes que impactan tanto la calidad de la mezcla asfáltica como su viabilidad económica. Existen diversos métodos de diseño utilizados para calcular las proporciones adecuadas de asfalto y áridos en estas mezclas, entre ellos tenemos método de Marshall, método Hveem y el método SUPERPAVE. De La Cruz y Porras (2015)

2.2.3. Tratamiento superficial

De acuerdo con Ticona (2017) se identificó que es una capa superficial de cubierta de menor espesor, cumple la función de cuidar a la capa del agotamiento sellando y prolongando la vida útil de las vías. Es fundamental tener en cuenta que los tratamientos superficiales no generan alteraciones, algunas ventajas de la aplicación es la construcción de las carpetas por etapas sin el uso de los equipos refinados y de manera simple.

2.2.3.1. Componentes de un tratamiento superficial

De acuerdo con Gómez et al. (1995) clasifica a continuación:

a) Emulsión asfáltica

Aquella mezcla uniforme de asfalto y agua reconociéndose como un agente emulsificante. Presenta varias ventajas constructivas debido a que es un producto poco viscoso de fácil aplicación. Capote (2018)



Figura 5: Tipo de emulsión al ubicar el riego de imprimación.

Nota: “Tipo de emulsión al ubicar al riego de imprimación”-HINCOL-2014.

b) Agregado

Es aquel material que se considera en los tratamientos superficiales son aplicados en la construcción presentando un gran desempeño debiendo cumplir con algunos detalles como: tamaño, limpieza, forma y condiciones superficiales. Ticona (2017)

2.2.3.2. Tipos de tratamiento superficial

Los tratamientos superficiales se comprenden como la aplicación de materiales asfálticos, tales como cemento asfáltico o emulsión bituminosa, sobre áridos pétreos.

a) Tratamientos superficiales con proporción de áridos y suministro de asfalto

▪ Tratamiento superficial simple

Según Rujel y Solórzano (2015) es aquella que se le conoce como “monocapa” en la que se tienen que aplicarse como aquel sustento profiláctico a la espera del uso de mezcla asfáltica, para mejorar los desasimientos en el área y oxidación de mezcla asfáltica y así lograr un área no permeable, soporte al desplazamiento por encima de la estructura de pavimento presente. Fundamentalmente es correcto para tráfico ligero y medio. En el caso de tráfico intenso se logra tener en cuenta una emulsión cambiada con algunos polímeros y el árido de elevada calidad.

✓ Agregados pétreos

Son aquellos áridos pétreos para ejecutar el tratamiento superficial en la que se deben realizar con los requerimientos de excelente calidad, indicada en la tabla 7. Rujel y Solórzano (2015)

Tabla 2: Especificaciones de los TSS.

Ensayos	Especificaciones
Fragmentos quebrados del árido grueso con una cara.	85% mín.
Fragmentos del árido grueso con dos caras.	60% mín.
Partículas chatas y alargadas (ASTM S 4791)	15% máx.
Abrasión (MTC E 207)	40% máx.
Pérdida en sulfato de magnesio (MTC E 209)	18% máx.
Adherencia (ASTM D 1664)	95
Terrones de arcilla y fragmentos friables	3% máx.
Sales solubles total (MTC E 219)	0.5% Máx.

Nota: EG-2013.

✓ Material bituminoso

Es utilizado de acuerdo al Proyecto, además es aquel material bituminoso que mediante su uso y depende tipo de tratamiento nombrado será calentado de una forma total referencial entre los rangos de temperatura adecuada en la EG-2013 y hallados de una forma definitiva a través de la carta de viscosidad-temperatura (ASTM D341). Rujel y Solórzano (2015)

Tabla 3: Rangos de gradación para tratamientos superficiales.

N° de Huso	Dimensión normal del árido	Tipo de material (Porcentaje que pasa)								
		1 ½"	1"	¾"	½"	3/8"	N°4	N°8	N°16	N°50
5	1" – ½"	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5				
6	¾" – 3/8"		100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5			
7	½" – N°4			100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5		
8	3/8" – N°8				100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	
9	N°4 – N°16					100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Nota: "Influencia del tamaño máximo del agregado grueso de la cantera condorire en el diseño de mezclas asfálticas en caliente para la carretera Puno – Tiquillaca-2014", por Ramos (2015)

Tabla 4: Cantidades aproximadas de material para tratamiento superficial simple.

Dimensión nominal de agregado	N° Hueso (b) Granulométrico	Cantidad de árido m ³ /m ²	Cantidad de asfalto l/m ²	Tipo y grado de asfalto	
				Periodo cálido (+26.7°C)	Periodo frío (06 a 26.7°C)
1" a ½"	5	0.017	1.90	MC 3000 RC 3000 RS 2 CRS 2 PEN 120-150	MC 3000 RC 3000 RS 2 CRS 1, 2 PEN 120-150
¾" a 3/8"	6	0.012	1.68	MC 3000 RC 3000 RS 2 CRS 1 – 2 PEN 120 - 150	MC 800 RC 800 RS 2 CRS 1, 2
½" a N°4	7	0.008	1.04	MC 3000 RC 800, 3000 RS 2 CRS 1, 2 PEN 200 - 300	MC 800 RC 250. 800 RS 2 CRS 1, 2
3/8" a N°8	8	0.006	0.86	RC 250, 800 RS 1, 2 CRS 1, 2	RC 250, 800 RS 1, 2 CRS 1, 2
N°4 a N°16	9	0.004	0.59	RC 250, 800 RS 1, 2 CRS 1, 2	RC 250, 800 RS 1, 2 CRS 1, 2

Nota: "Influencia del tamaño máximo del agregado grueso de la cantera condorire en el diseño de mezclas asfálticas en caliente para la carretera Puno – Tiquillaca-2014", por Ramos (2015)

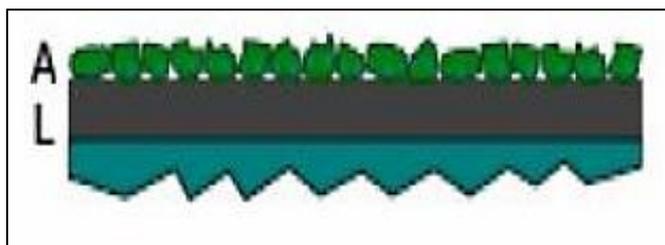


Figura 6: Esquema del tratamiento superficial simple.

Nota: “Estudio para prefactibilidad Tratamiento superficial bicapa de la carretera regional AR-109 del distrito de Huambo, provincia de Caylloma, Arequipa”, por Trujillo (2018)

- **Tratamiento superficial doble**

Se define por ser aquellos riegos alternados y homogéneamente divididos de ligante bituminoso y agregado por encima del área acondicionada previamente. La dimensión medio del agregado de cada división consecutiva es la mitad o menos de la dimensión medida de la capa anterior. El grosor total es de aproximadamente igual a la dimensión máxima nominal del agregado del primer uso. También conocida como “bicapa”. Ticona (2017)

El tratamiento superficial bicapa, también conocido como doble, implica la aplicación alternada y distribuida de dos riegos de ligante bituminoso y gravilla sobre una superficie previamente acondicionada.

Los tratamientos superficiales se comprenden como la aplicación de materiales asfálticos, tales como cemento asfáltico o emulsión bituminosa, sobre áridos pétreos

Trujillo (2018)

Su vida útil es desde los 10 años y se aplica en todo tipo de vías de bajo tráfico y caminos rurales. Trujillo (2018)

Tabla 5: Cantidades aproximadas de materiales para tratamientos superficiales dobles.

Usos	Dimensión nominal del árido	Nº Hueso (b) Granulométrico	Cantidad de árido m ³ /m ²	Cantidad de asfalto l/m ²
Primer uso	1" a ½"	5	0.017	1.90
Segundo uso	½" a N°4	7	0.008	1.18

Nota: “Tratamiento superficiales de pavimentos “, por Ticona Llica, (2017)



Figura 7: Esquema del tratamiento superficial doble.

Nota: “Estudio para prefactibilidad Tratamiento superficial bicapa de la carretera regional AR-109 del distrito de Huambo, provincia de Caylloma, Arequipa”, por Trujillo (2018)

▪ **Tratamiento superficial bicapa preengravillado**

Es similar al tratamiento doble con la diferencia de que se usa en suelos poco porosos y que se añade una primera capa de gravilla en seco, lo que proporciona una mayor resistencia a los esfuerzos y aumenta la durabilidad para el tránsito, incluso en condiciones más exigentes de lo inicialmente diseñado



Figura 8: Esquema del tratamiento bicapa preengravillado.

Nota: “Estudio para prefactibilidad Tratamiento superficial bicapa de la carretera regional AR-109 del distrito de Huambo, provincia de Caylloma, Arequipa”, por Trujillo (2018)

▪ Tratamiento superficial múltiple

Se caracteriza por ser un tipo de pavimento que es aplicado para caminos con tráfico intenso o a la construcción de la vía nueva por lo que se recomienda aplicar el tratamiento doble o triple, por lo que el espesor de este tipo de áreas será de $\frac{1}{2}$ ", y es utilizada por encima de una base permanente, de tal manera que se obtendrá la capacidad de resistir tráfico intensos en un máximo volumen y por tiempos extensos. En el momento de los usos múltiples, es fundamental que la capa siguiente del árido se junte completamente con la carga anticipadamente colocada, logrando que se realice una sola masa uniforme en la obra, de la misma manera ser maciza y un área lisa, Ticona (2017):

- ✓ Determinar la colocación del primer uso del asfalto.
- ✓ Determinar la colocación del primer uso del árido.
- ✓ Nivelar la primera capa de árido
- ✓ Determinar la colocación de la segunda capa de asfalto.
- ✓ Determinar la colocación de la segunda capa de árido.
- ✓ Aplanamiento de la segunda capa de árido.

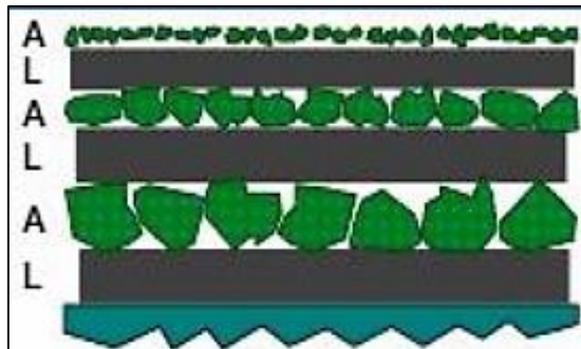


Figura 9: Esquema del tratamiento superficial múltiple.

Nota: “Estudio para prefactibilidad Tratamiento superficial bicapa de la carretera regional AR-109 del distrito de Huambo, provincia de Caylloma, Arequipa”, por Trujillo (2018)

b) Tratamientos superficiales con uso único de asfalto

De acuerdo con Ticona (2017) nos menciona lo siguiente:

- **Riego de imprimación**

Es conocida como aquel uso de asfalto disuelto o emulsión de asfáltica en un área acaparador, por lo que es usada para el proceso de una base no tratada de tal manera que se logre tener un riego asfáltico ligante, de tal manera que se logre ser concedida y cambiada. Ticono (2017)

- **Riego de polvo**

La emulsión asfáltica de rotura lenta se utiliza para permitir que el asfalto y el solvente penetren y cubran las partículas finas, minimizando temporalmente las molestias ocasionadas por el polvo. En su aplicación, se emplean emulsiones que se pueden disolver en agua en una proporción de cinco partes o más por volumen. El riego para el control del polvo con emulsiones disueltas generalmente contempla varias aplicaciones.

Fajardo y Vergaray (2014)

- **Road rolling**

Este tipo de riego se encarga de crear una subrasante robusta que no se sature con agua, sirviendo como una superficie de rodamiento constante y libre de polvo. Fajardo y Vergaray (2014)

- **Riego de liga**

El riego de liga, conocido por su uso de rotura rápida, se aplica sobre un pavimento existente para garantizar la adherencia entre la superficie antigua y la nueva capa asfáltica. También logra ser demasiado delgada y tapar homogéneamente al área a pavimentar. Fajardo y Vergaray (2014)

- **Riego pulverizado**

Se utiliza una emulsión disuelta de rotura lenta en cantidades muy reducidas para mejorar pavimentos antiguos, sellar grietas y tapar huecos superficiales. Este método también se aplica para sellar orificios con mezclas asfálticas nuevas, evitando así la generación de polvo en los tratamientos superficiales. Ticono (2017)

- **Lechada asfáltica**

Es aquella mezcla que se encuentra compuesta por emulsión asfáltica de quiebre lento, materiales como el agregado bien graduado, filler, aditivos y agua. Además, es una mezcla de consistencia ligera, diseñada para penetrar y sellar grietas y defectos menores. Para llevar a cabo este proceso, se requiere un equipo especializado que se monte sobre un camión, así como tecnología que garantice una mezcla homogénea y ligera

Se logra realizar in-situ de una manera exacta y veloz, lográndose el mezclado y extenso a través de una operación continua. Este método nos considerara aplicar la superficie realizada en el menor tiempo considerable. Ticona (2017)

- **Macadam asfáltico**

Este proceso se realiza mediante la aplicación de tres capas de árido de diferentes dimensiones, lo que permite crear una superficie de rodadura adecuada. La capa más gruesa se coloca en la parte inferior, mientras que la más fina se coloca en la parte superior, seguida de un proceso de compactación. Ticona (2017)

2.2.4.Carga vehicular

El número de aplicaciones de carga por eje estándar se prevé durante el período de diseño. El procedimiento para convertir un flujo de tráfico con diversas cargas y configuraciones por eje en un número de cargas por eje para el diseño implica traducir cada carga esperada sobre la vía durante el período de diseño en un número correspondiente de cargas por eje estándar, sumándolas posteriormente. Garnica (2014)

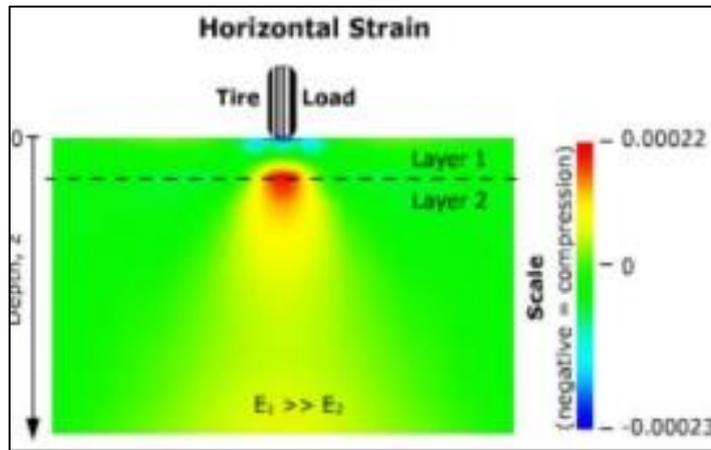


Figura 10: Deformaciones generadas en el pavimento por las cargas del tránsito

Nota: “La fisuración en pavimentos asfálticos y sus mecanismos de deterioro”, por Valdez, Pérez y Calabi (2012)

2.2.4.1. Clasificación de vehículos

a) Vehículos ligeros

Generalmente, se considera un tipo de vehículo con un ancho de 2.10 m y una longitud de 5.80 m. Al realizar cálculos, se toman en cuenta factores como la claridad de detención y adelantamiento. Este tipo de vehículo, que presenta velocidades más altas, requiere que la altura del ojo del conductor sea más baja. Por lo tanto, es fundamental conceptualizar propiedades como las longitudes de visibilidad para sobrepasar, las zonas de parada, la seguridad en los cruces, la altura de las barreras de seguridad y antideslumbrantes, así como las dimensiones mínimas de las plazas de estacionamiento en las áreas designadas y los miradores o zonas de descanso. MTC, (2014)

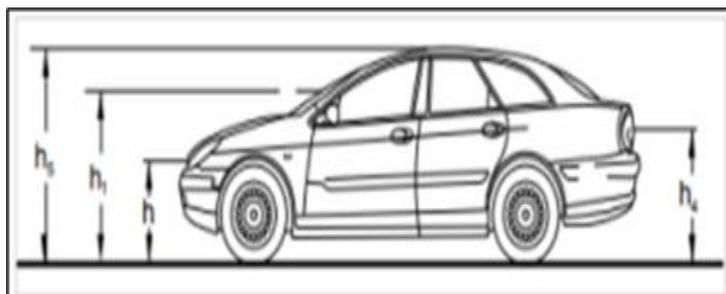


Figura 11: Alteración ocasionada por las cargas vehiculares.

Nota: Manual de Carreteras, 2013

Para:

- h : Altura de los fanos delanteros: 0.60m.
- h_1 : Altura de los ojos de conductor: 1.07m.
- h_2 : Altura de un obstáculo fijo en la carretera: 0.15m.
- h_4 : Altura de las luces traseras de un automóvil o la mínima altura evidente de carrocería: 0.45m.
- h_5 : Altura del techo de un automóvil: 1.30m. (pág. 28)

b) Vehículos pesados

De acuerdo con el vehículo del elevado peso presenta características de sección y la altura al realizar el cálculo de sección para los carriles, radios, el sobre ancho que se extiende de lo normal de la vía en curvas horizontales y la parte portante. MTC, (2014)

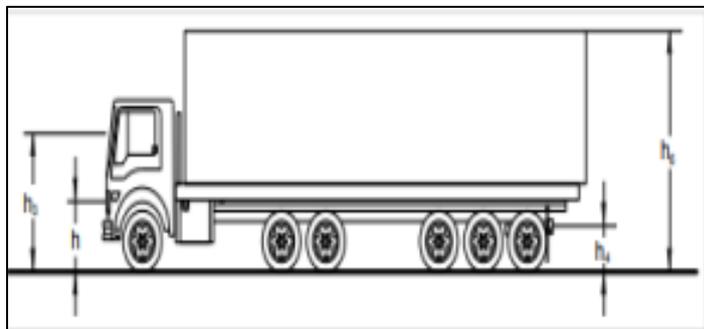


Figura 12: Alturas de vehículo pesado.

Nota: “Configuración geométrica de un vehiculó pesado”, por Manual de carreteras, 2014.

Para:

- h : Altura de los fanos delanteros: 0.60m.
- h_3 : la altura de los ojos de un conductor de camión es fundamental para verificar la visibilidad en curvas verticales cóncavas bajo las estructuras, estableciéndose en 2.50 m.
- h_4 : la altura mínima de las luces traseras de un automóvil o la carrocería es de 0.45 m.
- h_6 : Altura del techo del vehículo pesado: 4.10 m.

2.2.4.2. Factores que afectan la velocidad a flujo libre

Según Jaramillo (2017) la velocidad de flujo libre se refiere a aquella en la que la circulación en la autopista depende del tráfico y de ciertas características de la vía, en la que se detallan de la siguiente manera:

a) Ancho de carril y espacio lateral

Se define como aquel ancho de carril ya sea menor a 3.65 m en la que los conductores viajan unidos el uno al otro de la manera que ellos desean. La causa de un espacio lateral se asemeja a la anterior, ya que los objetos ubicados demasiado cerca del borde de las vías pueden generar precaución entre los conductores. Es preferible que dichos objetos se sitúen a una distancia segura del borde de la vía. El efecto de los objetos sobre los conductores es más pronunciado en el carril derecho que en los carriles central o izquierdo. En algunos casos, la proximidad de los objetos a la mediana puede ser menos dañina, aunque un espacio lateral menor a 0.60 m puede resultar problemático. Por otro lado, los conductores en el carril cercano a la berma pueden verse afectados si el espacio lateral no supera 1.80 m. Jaramillo (2017)

b) Número de vías

A medida que aumenta el número de carriles, también incrementa la probabilidad de que los conductores se desplacen sin causar congestión. Generalmente, el tráfico en los carriles centrales se desplaza a una velocidad máxima inferior a la de los vehículos en el lado derecho. Una autopista de cuatro carriles presenta menos oportunidades para que los vehículos fluyan sin generar tráfico lento en comparación con una autopista de seis u ocho carriles. Jaramillo (2017)

c) Intercambio de densidad

En ciertas secciones de la autopista, los intercambios están demasiado próximos entre sí, especialmente en áreas urbanas, lo que resulta en velocidades inferiores a las de un flujo libre. Esto contrasta con algunas autopistas suburbanas o rurales donde los

intercambios son menos frecuentes. Un promedio adecuado de espacio entre intercambios en tramos largos de 8 a 10 km no debería ser inferior a 3 km. Sin embargo, se ha observado que en algunos casos el espacio entre intercambios puede considerarse correcto con distancias tan cortas como 0.8 km. Jaramillo (2017)

d) Equivalencia de vehículos

Esta evaluación se fundamenta en condiciones observadas en autopistas con un alto volumen de tráfico, que incluye camiones, autobuses y vehículos recreativos, donde las condiciones de circulación varían de mínimas a ideales. Además, es importante considerar que la longitud y el espacio de separación entre vehículos pesados no son comparables a los de un automóvil común, ya que un vehículo grande ocupa más espacio. Para estimar la capacidad de una autopista, los vehículos pesados se convierten en su equivalente en vehículos ligeros, utilizando un factor de conversión que tiene en cuenta la proporción de vehículos pesados, así como la topografía con pendientes y descensos. Jaramillo (2017)

2.3. Marco conceptual

- a. Afirmado:** Capa compactada de material granular natural o procesado con una gradación específica, diseñada para soportar directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Julca (2014)
- b. Agregado:** Este material está compuesto por minerales como arena, grava, escoria o roca triturada, que pueden utilizarse en diversas gradaciones. Apaza (2018)
- c. Asfalto:** Se refiere al material derivado del petróleo crudo, constituido por betunes naturales o productos refinados, que se utiliza como material cementante en pavimentos, presentando un color que varía de oscuro a negro Aranguri y Valverde (2018)
- d. Carpeta asfáltica:** La capa superficial del pavimento, además de su función estética, actúa como impermeabilizante para las capas inferiores, permitiendo que estas mantengan su capacidad de soporte. Falcon (2019)

- e. **Cemento asfáltico:** Este material impermeabilizante no se ve afectado por ácidos, álcalis o sales. Gutiérrez y Bravo (2006)
- f. **Contenido de asfalto:** La proporción de asfalto en la mezcla es crucial y debe determinarse con precisión en el laboratorio, así como controlarse rigurosamente en la obra. Rodríguez (2018)
- g. **Emulsificante:** Se define como el compuesto químico capaz de unir el contenido asfáltico con el agua, formando así una emulsión. Herrmann (2018).
- h. **Estabilidad:** La estabilidad de una mezcla asfáltica para pavimentación se refiere a su capacidad de resistir deformaciones bajo las cargas impuestas. Esta estabilidad es función de la cohesión y la fricción interna del material. Forero et al. (2015)
- i. **Imprimación asfáltica:** Consiste en la aplicación de un material asfáltico en forma de película sobre la superficie de la subrasante o de un material granular. Gutierrez (2015)
- j. **Sobrecarga vehicular:** Está compuesto por el peso de la carga móvil, que corresponde al peso de camiones, automóviles y peatones. Higuera (2019)

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

El comportamiento dinámico estructural define significativamente el diseño estructural de una bicapa asfáltica ante solicitaciones de carga vehicular.

3.2. Hipótesis específicas

- a) La rugosidad de una bicapa asfáltica varía ante solicitaciones de carga vehicular.
- b) La deflexión de la bicapa asfáltica es inadecuada ante solicitaciones de carga vehicular.
- c) El porcentaje de ligante asfáltico es adecuado en la bicapa asfáltica ante solicitaciones de carga vehicular.

3.3. Variables

3.3.1. Definición conceptual de las variables

a) Variable independiente (X)

Carga vehicular.

Según Machacuay (2019) La carga vehicular se refiere al conjunto de fuerzas y pesos ejercidos por los vehículos sobre una estructura vial o pavimento durante su tránsito. Estas cargas incluyen tanto el peso estático del vehículo como las fuerzas dinámicas generadas por su movimiento, tales como aceleraciones, frenadas y vibraciones. Su análisis es fundamental en el diseño y evaluación de pavimentos, ya que influye directamente en la selección de materiales, espesores y técnicas constructivas. Las cargas vehiculares se

clasifican según la categoría del vehículo (liviano, mediano o pesado) y el tipo de ejes y neumáticos. Además, las normativas técnicas especifican los valores de carga estándar para garantizar la durabilidad y funcionalidad de las vías.

b) Variable dependiente (Y)

Comportamiento dinámico estructural de una bicapa asfáltica.

Según Lozano y Tableros (2005) El comportamiento de una bicapa asfáltica se refiere a su respuesta estructural y funcional ante las sollicitaciones mecánicas y ambientales durante su vida útil. Esto incluye su capacidad para resistir cargas vehiculares, deformaciones, fisuras y fenómenos como la fatiga y el envejecimiento del material. Su desempeño depende de factores como la calidad de los materiales, el diseño de la mezcla y las condiciones de ejecución.

3.3.2. Definición operacional de la variable

a) Variable independiente (X)

Carga vehicular.

La carga vehicular se operacionaliza mediante sus dimensiones.

- Área de contacto
- Presión
- Densidad vehicular

b) Variable Dependiente (Y)

Comportamiento dinámico - estructural de una bicapa asfáltica.

Comportamiento dinámico estructural de bicapa asfáltica se operacionaliza mediante sus dimensiones.

- D1: Rugosidad
- D2: Deflexión del pavimento
- D3: Porcentaje de ligante asfáltico

Tabla 6. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA				
						1	2	3	4	5
1: Variable Independiente Carga Vehicular	Según Machacuay Rojas, (2019) La carga vehicular se refiere al conjunto de fuerzas y pesos ejercidos por los vehículos sobre una estructura vial o pavimento durante su tránsito. Estas cargas incluyen tanto el peso estático del vehículo como las fuerzas dinámicas generadas por su movimiento, tales como aceleraciones frenadas y vibraciones.	La carga vehicular se operacionaliza mediante sus dimensiones. <input type="checkbox"/> Área de contacto <input type="checkbox"/> Presión <input type="checkbox"/> Densidad vehicular	Área de contacto	Área	Norma INV E-795-07		X			
			Presión	Carga	Norma INV E-795-07				x	
			Densidad vehicular	Reglamento nacional de vehículos	Norma INV E-795-07					X
2: Variable Dependiente Comportamiento dinámico-estructural de una bicapa asfáltica.	Según Lozano Y Tableros, (2005) El comportamiento de una bicapa asfáltica se refiere a su respuesta estructural y funcional ante las sollicitaciones mecánicas y ambientales durante su vida útil	El comportamiento dinámico – estructural de una bicapa asfáltica se operacionaliza mediante sus dimensiones. <input type="checkbox"/> D1: Rugosidad <input type="checkbox"/> D2: Deflexión del pavimento <input type="checkbox"/> D3: Porcentaje de ligante asfaltico	Rugosidad	Índice internacional de rugosidad	Ficha de recolección de datos		X			
			Deflexión del pavimento	Deflexión admisible	Ficha de recolección de datos				X	
			Porcentaje de ligante asfaltico	extracción cuantitativa de ligante asfáltico	Ficha de recolección de datos					X

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1. Método de investigación

El método de investigación para la presente tesis es el método cuantitativo; el método científico rechaza o elimina todo procedimiento que busque manipular la realidad en forma caprichosa, tratando de imponer prejuicios, creencias o deseos que no se ajusten a un control adecuado de la realidad y de los problemas que se investigan. Ccanto (2010)

Por lo ya mencionado, el método de investigación para la presente tesis es **cuantitativo**.

4.2. Tipo de investigación

Según Carrasco (2006), la investigación aplicada se distingue por tener propósitos prácticos inmediatos bien definidos, es decir, se investiga para actuar, transformar, modificar o producir cambios en un determinado sector de la realidad.

En la presente tesis, determinó el comportamiento dinámico estructural de una bicapa asfáltica ante sollicitaciones de carga vehicular.

Según estas consideraciones, la presente investigación fue de tipo **aplicada**.

4.3. Nivel de la investigación

Llega a ser obligatorio el planteamiento de hipótesis buscando determinar el elemento de causa y efecto de fenómenos de interés para el investigador. El nivel explicativo se llevó a cabo para ayudar a encontrar el problema de forma eficiente. El nivel de investigación evalúa la relación de causa y efecto que permiten generalizaciones a realidades similares.

En la tesis se evaluó los resultados a partir de un análisis estadístico dando aceptación o rechazo de hipótesis de investigación. Además, se evalúa la relación que hay entre las variables. Hernández et al. (2010)

Según el análisis realizado, el nivel empleado es **explicativo**.

4.4. Diseño de la investigación

El diseño cuasi – experimental de una investigación pretende el estudio el impacto de tratamientos y procesos de cambio en situaciones en las los sujetos y observaciones no han sido asignados de acuerdo con el criterio aleatorio. Hernández et al. (2010)

En la investigación se identificó la problemática, se elaboró el instrumento de recolección de datos, se pasó a la recolección de información y luego se analizó los resultados mediante una prueba estadística.

Según este análisis, el diseño a aplicado en la presente investigación fue **cuasi-experimental**.

4.5. Población y muestra

4.5.1.Población

Valderrama (2013), la población es el “conjunto finito o infinito de elementos, seres o cosas, que tienen atributos o características comunes, susceptibles de ser observados”.

La población evaluada en la investigación corresponde a la Carretera Valle Yacus: Tramo I (Jauja - Huertas - Molinos - Julcan - Masma - Ataura), Tramo II (Molinos - Barrio Centro Progreso) Y Tramo III (Masma - Huamali - Masma Chicche), Provincia De Jauja - Región Junín.

4.5.2.Muestra

Según Carrasco (2016), la muestra “es un fragmento representativo de la población, cuyas características esenciales son las de ser objetiva y reflejo fiel de ella, de tal manera que los resultados obtenidos en la muestra puedan generalizarse a todos los elementos que conforman dicha población”

La muestra en la investigación es de tipo no probabilístico dirigido, corresponde a la Carretera Valle Yacus: Tramo III (Masma a Masmachiche) con Tratamiento

Superficial Bicapa de 5.61 KM, departamento de Junín, Provincia de Jauja y distrito Jauja.

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.6.1. Técnicas

Vásquez (2011) las técnicas se definen como conjunto de medios, mecanismos, recursos y procedimientos utilizados para recoger, conservar y organizar toda la investigación y la información desarrollada.

a) Observación

Entre estas, destaca la técnica más comúnmente empleada para detallar, definir y comparar datos.

b) Análisis de documentos

Los documentos utilizados desde el inicio de la investigación proporcionan un sustento fundamental, especialmente en lo que respecta al manejo de conceptos existentes, entre ellos se tiene lo siguiente:

- **Revisión de bibliografía**

Se recurrió a estas técnicas para profundizar en los conocimientos adquiridos como investigador, especialmente en relación con el problema de investigación, con el objetivo de obtener un respaldo sólido sobre el tema estudiado.

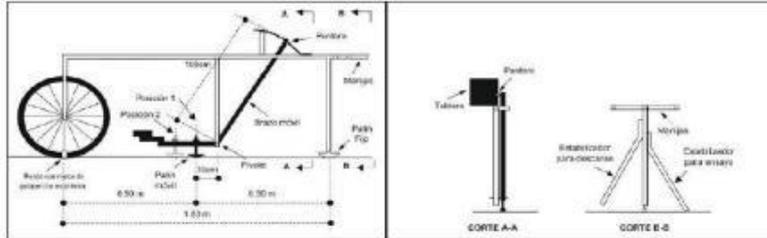
4.6.2. Instrumentos

Según Hernández (2018), un instrumento se define como el componente de medición adecuado que se encarga de registrar datos observables, los cuales representan fielmente los conceptos o variables que el investigador tiene en mente.

PROYECTO: TESIS: "COMPORTAMIENTO DINÁMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"
PETICIONARIO : BACH. TORPOCO FLORES, YOMIRA YULEISI - BACH. PAUCAR GARCÍA, BRIAN LUIS ANTHONY
TRAMO DE INICIO : 8+000 **SENTIDO:** IZQUIERDO **FECHA :**

MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON EL EQUIPO "MERLIN"
ÍNDICE INTERNACIONAL DE RUGOSIDAD, IRI

1.- EQUIPO USADO



MARCA: TECNICAS CP **MODELO:** TM171
N° SERIE: 720

A.- RECOLECCION DE DATOS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

CONDICION CLIMATICA
TIPO DE PAVIMENTO
SENTIDO / CARRIL
PROGRESIVA DE INICIO
8+000
PROGRESIVA FINAL
8+390

NOTA:
 * Los datos fueron extraídos por el personal de laboratorio.

Figura 13. Medición de la rugosidad mediante equipo de MERLIN

Nota: Propia

MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN (MTC E - 1002)																	
OBJETIVO: COMPORTAMIENTO DINÁMICO ESTRUCTURAL DE UNA CARRETERA ASFALTADA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR																	
REQUERIMIENTO: RACH. TORREDO FLORES, Yanita Yuleki, RACH. PAUCAR GARCÍA, RICH. LAKE ANHONG																	
TIPO DE PAVIMENTO: PAVIMENTO FLEXIBLE		CARGA DE EJE DEL CAMIÓN: 8.2 TN				PRESIÓN DE INFLADO DE NEUMÁTICOS: 30 PSI											
EQUIPO DE MEDICIÓN DE DEFLEXIONES: VIGA BENKELMAN-REACTOR DE BRASOS LÍNEA DEFLECTÓMETRO MARCA RACON																	
TEMPERATURA: _____ °C		FECHA: _____		TRAMO (Km): 8+000 a 9+000		SENTIDO: _____											
MTC E - 1002																	
PUNTO DE MEDICIÓN	LADO	PUNTO (Km)	LECTURAS DEL DEFLECTÓMETRO					DEFLECTÓMETRO RACON (REACTOR DE BRASOS LÍNEA)				DEFLECTÓMETRO RACON (REACTOR DE BRASOS LÍNEA)				Deflexión (mm)	Radio de Curvatura (m)
			0m	11m	22m	33m	44m	55m	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7		
PROCESAMIENTO DE LECTURAS, OBTENCIÓN DE DEFLEXIONES, DEFLEXIÓN MÁXIMA Y RADIO DE CURVATURA - TRAMO 8 + 000 a 9+000																	
1	IZQ	8+000															
2	IZQ	8+050															
3	IZQ	8+100															
4	IZQ	8+150															
5	IZQ	8+200															
6	IZQ	8+250															
7	IZQ	8+300															
8	IZQ	8+350															
9	IZQ	8+400															
10	IZQ	8+450															
11	IZQ	8+500															
12	IZQ	8+550															
13	IZQ	8+600															
14	IZQ	8+650															
15	IZQ	8+700															
16	IZQ	8+750															
17	IZQ	8+800															
18	IZQ	8+850															
19	IZQ	8+900															
20	IZQ	8+950															
PROMEDIO																	
DEVIACIÓN																	

Figura 15. Procesamiento de lecturas, deflexión máxima y evaluación del radio de curvatura

Nota: Propia

4.6.3. Validez y confiabilidad del instrumento

➤ Validez

En palabras de Villasís (2018), Un instrumento se llega a considerar valido cuando es capaz de medir lo que realmente se desea evaluar, siendo el grado en que el instrumento llega a ser capaz de lograr los objetivos deseados.

Tabla 7. Rangos y magnitudes de validez

RANGOS	0.81 a 1.00	0.60 a 0.80	0.41 a 0.60	0.21 a 0.40	0.01 a menos
MAGNITUD	Muy Alta	Alta	Moderada	Baja	Muy baja

Nota: Relloso Chacin (2021)

➤ Confiabilidad

Según Sánchez, Reyes y Mejía (2018), “la confiabilidad llega a indicar el grado en el que una repetición de la aplicación del instrumento, al mismo sujeto viene a producir los mismos resultados”.

Tabla 8. Rangos y Magnitudes de confiabilidad

RANGOS	0.81 a 1.00	0.60 a 0.80	0.41 a 0.60	0.21 a 0.40	0.01 a menos
MAGNITUD	Muy Alta	Alta	Moderada	Baja	Muy baja

Nota: Relloso Chacin (2021)

Los instrumentos fueron validados por tres profesionales de la rama de investigación:

Tabla 9. Puntuación asignada en la validación de expertos

Nombre	Apellido	Profesión	Grado académico	Calificación asignada
Henry Gustavo	Pautrat Egoavil	Ingeniero civil	Magister	0.78
Jeannelle	Sofia Herrera	Ingeniero civil	Magister	0.85
Rando	Porras Olarte	Ingeniero civil	Magister	0.82

Nota: Propia

Alfa de Cronbach:

$$K = 10 \text{ item}$$

$$K/(K-1) = 1.111$$

$$\sum_{i=1}^k s_i^2 = 9.96$$

$$s_i^2 = 33.56$$

$$ALFA = 0.781$$

4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Según Giraldo (2016), menciona: El procesamiento de la información tiene como objetivo generar datos agrupados y ordenados que faciliten al investigador el análisis de la información de acuerdo con los objetivos, hipótesis y preguntas formuladas en la investigación. Tras la recolección de datos, se procederá a determinar y analizar el comportamiento dinámico estructural de una bicapa asfáltica bajo sollicitaciones de carga vehicular. La etapa siguiente al procesamiento de la información es el análisis, donde se definirá cómo se examinarán los datos y qué herramientas de análisis se utilizarán. El tipo de análisis dependerá del ensayo correspondiente:

4.7.1. Medición de rugosidad con el equipo de Merlín (IRI)

Método que describe el procedimiento de la rugosidad del pavimento es identificado de acuerdo al IRI a partir de medir las huellas externas e internas de un pavimento.

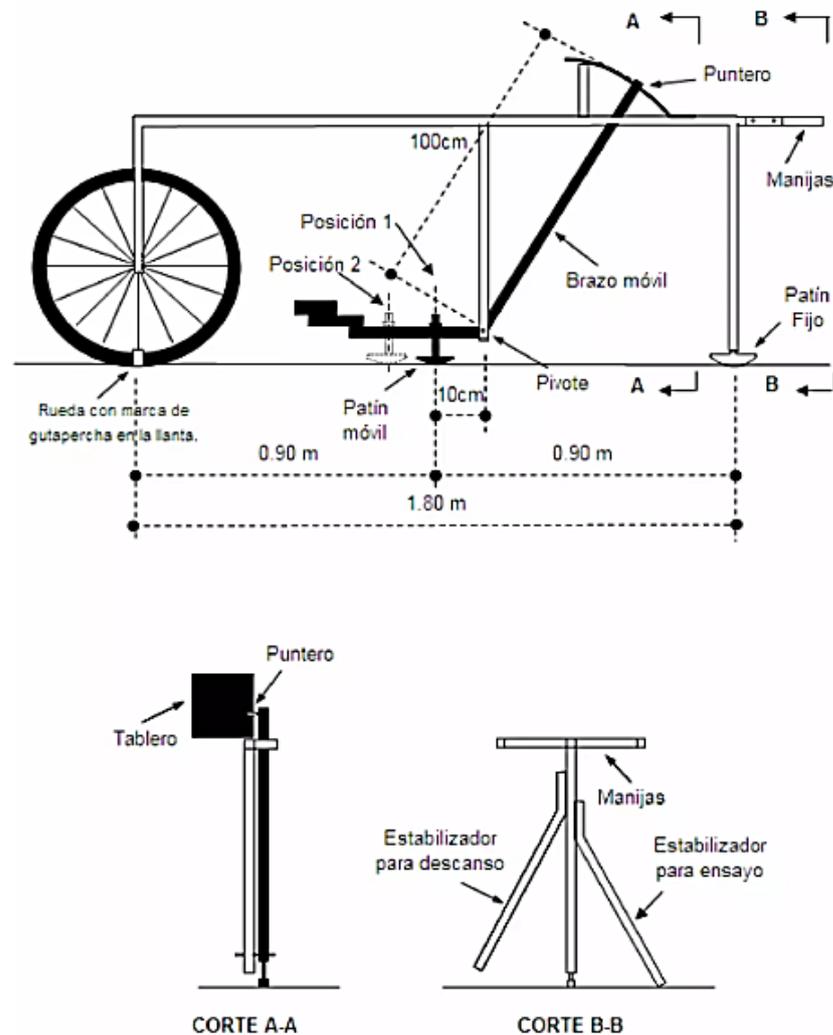


Figura 16. Elemento de rugosidad de MERLIN

Nota: Propia

- Para realizar los ensayos es necesario el apoyo de dos personas los cuales deben trabajar conjuntamente, donde un equipo lee y conduce la maquina y un personal adicional que realiza lecturas.
- Para evaluar el valor de rugosidad, se realizan 200 lecturas de las irregularidades del pavimento, las cuales son detectadas por el patín móvil de Merlín. Estas lecturas se indican mediante la posición del puntero en una escala graduada en el tablero. Las observaciones deberán realizarse estacionando un equipo de intervalo regular.

- Las observaciones se realizan estacionando a intervalos regulares en general cada 2 m tomando como referencia un punto de la rueda de Merlín
- Cada instrumento debe estar apoyado sobre el pavimento, y la posición del puntero durante las lecturas de 1 y 50 debe ser registrada en un formato de campo que consta de 20 filas y 10 columnas.
- El proceso se realiza a una velocidad promedio de 2 Km/h.

4.7.2. Método de prueba estándar para extracción cuantitativa de ligante asfáltico de mezcla asfáltica ASTM D 2172/d2172M-17e1

Tabla 10. Tamaño de muestra

TMN del agregado		Masa mínima de muestra
mm	pulg	kg
4.75	Nº 4	0.5
9.5	3/8"	1.0
12.5	1/2"	1.5
19.0	3/4"	2.0
25.0	1"	3.0
37.5	1 1/2"	4.0

Nota: "Método de prueba estándar para extracción cuantitativa de ligante asfáltico" ASTM D 2172

- Se debe separar la muestra con espátula, reduciendo y dividiendo la muestra. En caso la muestra no se pueda separar, se debe colocar en un recipiente grande y plana, calentador a 110 +- 5°C, calentando la mezcla ser lo suficientemente blanda para disgregarlo.
- La cantidad de muestras para el ensayo de determinar de acuerdo a la prueba de TMN de agregado de la mezcla.
- En caso la muestra contiene humedad se secará la muestra en el horno a una T° constante de 110°C +- 5°C.
- Se debe colocar una muestra seca de 500 a 3000 g de un recipiente. De forma alternativa se coloca una porción de la muestra de ensayo en el recipiente habiendo sido secado previamente masa constante con el anillo de filtro.
- Se debe cubrir la muestra con disolvente dejando el tiempo suficiente para desintegrar la Proción de muestra en el ensayo (no mayor de 1h). Secar y determinar la masa del anillo de filtro ajústelo alrededor del borde de tazón. Se

debe colocar la tapa sobre el tazón y el tornillo de fijación. Se debe sujetar firmemente la cubierta del tazón colocando así un vaso de precipitados por debajo del desagüe, luego recoger el extracto.

- El procedimiento debe comenzar girando lentamente y aumentando la velocidad de manera gradual hasta alcanzar un máximo de 3600 r/min, o hasta que el disolvente deje de fluir por el desagüe. Una vez alcanzado este punto, se detendrá la máquina y se añadirán 200 ml de bromuro de tricloroetileno o cloruro de metileno. Este procedimiento deberá repetirse al menos tres veces, hasta que el extracto adquiera un color no más oscuro que un tono rajizo claro. Posteriormente, se recogerá el extracto y las lavaduras en un recipiente adecuado.

4.7.3. Ensayo de la viga Benkelman

El punto de pavimento a ensayar debe seleccionarse utilizando una línea transversal, en la cual se determina la ubicación exacta del punto de ensayo a una distancia del borde. La rueda dual externa del camión se posicionará sobre el punto adecuado, que se situará en la parte trasera extrema del camión. Se logrará alinear la guía vertical con la línea transversal, de manera que quede entre ambas llantas de la rueda dual.

A continuación, se colocará una viga sobre el pavimento, detrás del camión, de forma perpendicular al eje de carga, asegurando que la punta de prueba del primer brazo coincida con el punto de ensayo y que la viga no roce contra las llantas de la rueda dual. Se ajustarán los diales de modo que sus vástagos tengan un recorrido libre de 4 a 6 mm. Luego, se girarán las esferas de los diales hasta que las agujas marquen cero y se verificará la lectura. Se hará avanzar suavemente el camión y se activará el cronómetro y el vibrador, que se leerán en un lapso de 60 segundos. Cuando dos lecturas sucesivas de cada uno de ellos no difieran en más de 0.01 mm, se considerará finalizada la recuperación, registrándose las últimas lecturas observadas.

4.8. Aspectos éticos de la investigación

Se llevó a cabo una evaluación de la sección de estudio sin causar ningún daño ambiental ni interferir en las actividades de las personas y los animales.

En la investigación se emplearon principios éticos relacionados a la búsqueda del bien, justicia y un logro de los beneficios y máxima reducción de los daños y la equivocación.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Diseño tecnológico

La investigación tecnológica se relaciona a la creación de los nuevos procesos o mejorar de estos mismos para la evaluación y resolución de un problema.

Es así que, al reconocer los problemas del comportamiento dinámico estructural en una bicapa ante las solicitaciones de una carga vehicular, se realizó una medición de rugosidad con el equipo, la resistencia de asfalto al sacar muestras mediante diamantina, con la prueba estándar se evaluó la cuantía de ligante asfáltico contenido en la capa asfáltica y se midió la deflexión con el uso de la viga Benkelman.

De forma inicial se ubicó el área de estudio en:

La Carretera Valle Yacus: Tramo III (Masma - Huamali - Masma Chicche) con Tratamiento Superficial Bicapa, 5.610 Km, departamento de Junín, Provincia de Jauja y distrito Jauja.

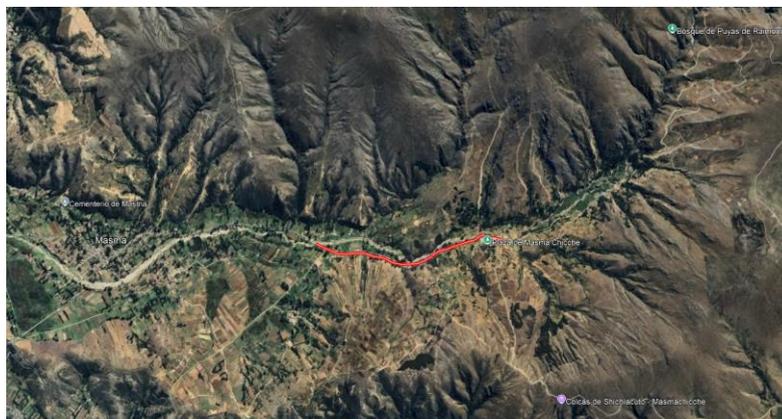


Figura 17. Ubicación del área de trabajo

Nota: Google Earth

Luego de ubicar el área de trabajo se realizó una visita a campo para luego realizar los ensayos en función a las dimensiones de la matriz.

5.2. Descripción de resultados

5.2.1. Transito

Para realizar un estudio definitivo, se debe tener un conteo vehicular de una semana. En la investigación el conteo se llevó a cabo en las estaciones presentadas, con el apoyo dos grupos de personas, obteniendo así datos confiables. Teniendo un horario de conteo las 24 horas.

Tabla 11. *Conteo vehicular*

Tipo	Dia							
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
Autos	308	310	400	370	264	184	302	
Camionetas	Pick-up	172	168	218	202	150	101	167
	Combi	48	50	66	60	44	29	45
Bus	2E	14	14	20	14	14	7	11
	3E	20	20	30	22	20	11	18
Camión	E2	2	6	14	2	2	1	7
	E3	0	2	4	0	0	0	2
	4E	0	0	0	0	0	0	0
Semi trailer	T2S1	0	0	0	0	0	0	0
	T2S2	0	0	0	0	0	0	0
	T2S3	0	0	0	0	0	0	0
	T3S1	0	0	0	0	0	0	0
	T3S2	0	0	0	0	0	0	0
	T3S3	0	0	0	0	0	0	0
Trayler	C2R2	0	0	0	0	0	0	0
	C2R3	0	0	0	0	0	0	0
	C3R2	0	0	0	0	0	0	0
	C3R3	0	0	0	0	0	0	0
Total	564	570	752	670	494	333	552	

Nota: Propia

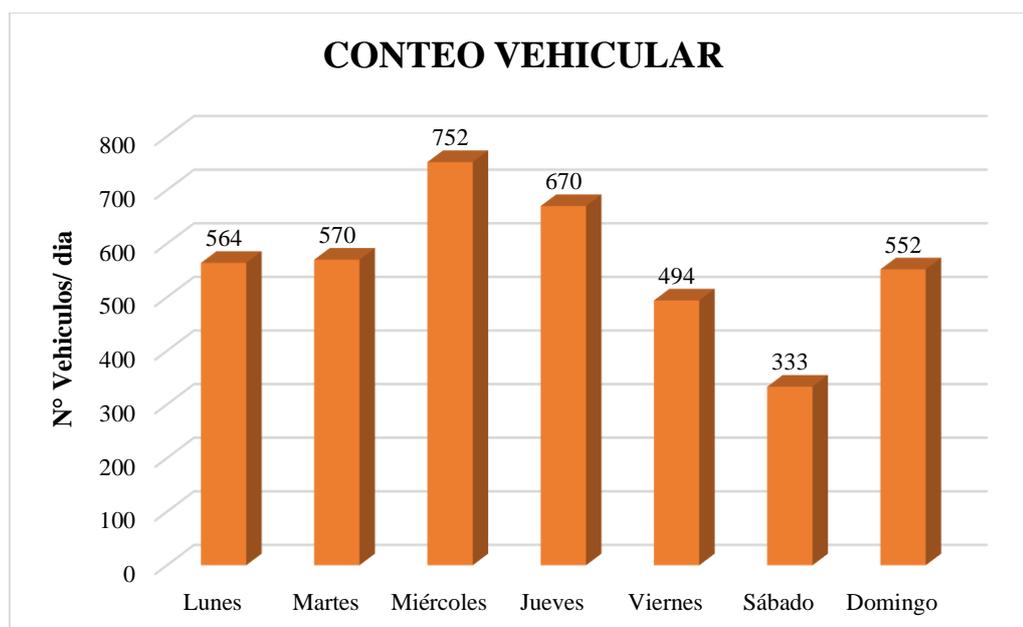


Figura 18. Vehículos por día de la semana

Nota: Propia

Tabla 12. Determinación de la demanda actual

Tipo	Total	IMD s	FC	IMDa	Distribución
Autos	2138	305	1.022	312	54.26
Camionetas					
Pick-up	1178	168	1.022	172	2991
Combi	342	49	1.022	50	8.70
Bus					
2E	94	13	1.022	14	2.43
3E	141	20	1.022	21	3.65
Camión					
E2	34	5	1.060	5	0.87
E3	0	1	1.060	1	2.43
E4	0	0	1.060	0	3.65
Semi trailer					
T2S1	0	0	1.060	0	0.87
T2S2	0	0	1.060	0	0.17
T2S3	0	0	1.060	0	0.00
T3S1	0	0	1.060	0	0.00
T3S2	0	0	1.060	0	0.00
T3S3	0	0	1.060	0	0.00
Trayler					
C2R2	0	0	1.060	0	0.00
C2R3	0	0	1.060	0	0.00
C3R2	0	0	1.060	0	0.00
C3R3	0	0	1.060	0	0.00
Total	3935	562		575	100

Nota: Propia

De esta forma se calcula la demanda proyectada

La tasa de crecimiento anual de la población para vehículos con pasajeros es de 2.04%

La tasa de crecimiento anual del PBI Regional para vehículos con pasajeros es de 2.84%

Tabla 13. EE actúa

Tipo	IMDa	Fd	Factor de Equivalencia	F'c	Fp	Ejes Equivalente
Autos	312	0.5	0.001	1.00	1.00	56.94
Camionetas	Pick-up	172	0.5	0.00	1.00	31.39
	Combi	50	0.5	0.1	1.00	912.50
Bus	2E	14	0.5	4.5	1.00	11507.72
	3E	21	0.5	3.29	1.00	12589.76
Camión	E2	5	0.5	4.5	1.00	4520.89
	E3	1	0.5	3.29	1.00	659.46
	4E	0	0.5	2.77	1.00	0
Semi trailer	T2S1	0	0.5	6.52	1.00	0
	T2S2	0	0.5	6.52	1.00	0
	T2S3	0	0.5	6.21	1.00	0
	T3S1	0	0.5	5.30	1.00	0
	T3S2	0	0.5	5.30	1.00	0
	T3S3	0	0.5	4.99	1.00	0
Trayler	C2R2	0	0.5	10.98	1.00	0
	C2R3	0	0.5	9.76	1.00	0
	C3R2	0	0.5	9.76	1.00	0
	C3R3	0	0.5	8.54	1.00	0
Total	512					30279

Nota: Propia

Tabla 14. EE proyectado a los 10 años

Tipo	IMDa	Fd	Factor de Equivalencia	Fc	Fp	Ejes Equivalente
Autos	3421	0.50	0.001	1.00	1.00	624,33
Camionetas	Pick-up	1886	0.50	0.001	1.00	344.20
	Combi	548	0.50	0.1	1.00	10001.00
Bus	2E	153	0.50	4.50	1.00	125762.94
	3E	230	0.50	3.29	1.00	137887.88
Camión	E2	56	0.50	4.50	1.00	50633.97
	E3	10	0.50	3.29	1.00	6594.64
	4E	0	0.50	2.77	1.00	0.00
Semi trailer	T2S1	0	0.50	6.52	1.00	0.00
	T2S2	0	0.50	6.52	1.00	0.00
	T2S3	0	0.50	6.21	1.00	0.00
	T3S1	0	0.50	5.30	1.00	0.00
	T3S2	0	0.50	5.30	1.00	0.00
	T3S3	0	0.50	4.99	1.00	0.00
Trayler	C2R2	0	0.50	10.98	1.00	0.00
	C2R3	0	0.50	9.76	1.00	0.00
	C3R2	0	0.50	9.76	1.00	0.00
	C3R3	0	0.50	8.54	1.00	0.00
Total	6304					331.849

Nota: Propia

5.2.2.PCI - Índice de Condición del Pavimento

Realizo análisis del PCI identifica el daño del pavimento analizada en función al deterioro la cantidad y densidad de los mismos.

Tabla 15. Rangos de clasificación por PCI

Rango	Clasificación
100 a 85	Excelente
85 a 70	Muy Bueno
70 a 55	Bueno
55 a 40	Regular
40 a 25	Malo
25 a 10	Muy Malo
10 a 0	Fallado

Nota: Tomado de “Manual de carretera”, por MTC (2014)

Nivel de severidad

- Baja (low) – L
- Media (Medium) – M
- Alta (High) - H

Tabla 16. Clasificación de los tipos de fallas

N°	Tipo de falla	N°	Tipo de falla
1	Piel de cocodrilo (m ²)	7	Baches (Huecos) und
2	Fisuras Longitudinales (m)	8	Fisuras transversales (m)
3	Deformación por deficiencia estructural (m ²)	9	Exudación (m ²)
4	Ahuellamiento (m ²)	10	Daños puntuales (m ²)
5	Reparaciones o parcheados (m ²)	11	Desnivel de calzada (und)
6	Peladura y desprendimiento (m ²)		

Nota: ASTM D 6433-16

- **Tramo 2+900 km – 2 +970 km**

Se identifico un ancho de vía de 4.4 m, se identificó una falla de tipo (7) baches con un total de 4 und con una severidad alta (H), además identificaron fallas de pies de cocodrilo con alta severidad (H) sumando 16.9665 m², con densidad de 5.51. Al obtener un PCI= 20 se cómo un pavimento Muy Malo.

Tabla 17: Tabla del tipo de falla

Nº Tipo De Falla	Nivel De Severidad	Muestras			Total	Densidad	Valor Deducido
7	H	1	1	1	4	3.3	58
1	H	13.401 5	3.565		16.966 5	5.51	54
Deducción Máxima "Dm"		58		Deducción Mínima		54	
Número Máximo Permisible, m		4.9		Número Máximo De		4	
Parte Decimal		0.9		Valores Deducidos			
Determinación Del Valor De PCI Corregido - Pavimento Flexible							
Nº	Valores Reducidos			Total	q	CDV	
1	58	54		112	2	80	
2	58			58	1	59	
Índice De Condición Del Pavimento PCI				Deducción Máxima "Dm"		80	
PCI=		100 - (Max CDV O Total VD			Condición		
PCI=		20			Muy Malo		

Nota: Propia

• **Tramo 2+970 km – 3+030 km**

Se identifico un ancho de vía de 5.1 m, se identificó una falla de tipo (9) exudación con 2.4304 m², con densidad de 0.79 y un DV = 27. Al obtener un PCI= 72 se cómo un pavimento Muy Bueno.

Tabla 18: Tabla del tipo de falla

Nº Tipo De Falla	Nivel De Severidad	Muestras			Total	Densidad	Valor Deducido
9	H	0.6232	1.2483	0.5589	2.4304	0.79	27
Deducción Máxima "DM"		27		Deducción Mínima		27	
Número Máximo Permisible, m		7.7		Número Máximo De		7	
Parte Decimal		0.7		Valores Deducidos			
Determinación Del Valor De PCI Corregido - Pavimento Flexible							
Nº	Valores Reducidos			Total	q	CDV	
1	27			27	1	28	
Índice De Condición Del Pavimento PCI				Deducción Máxima "DM"		28	
PCI=		100 - (Max Cdv O Total Vd			Condición		
PCI=		72			Muy Bueno		

Nota: Propia

• **Tramo 3.350 km – 3+418 km**

Se identifico un ancho de vía de 4.6 m, se identificó una falla de tipo (9) exudación con 0.96 m², con densidad de 0.96 y un DV = 52. Al obtener un PCI= 46 se cómo un pavimento Regular.

Tabla 19: Tabla del tipo de falla

N° Tipo De Falla	Nivel De Severidad	Muestras			Total	Densidad	Valor Deducido
9	H	1	1	1	3	0.96	52
Deducción Máxima "DM"		52			Deducción Mínima		52
Número Máximo Permisible, m		5.4			Número Máximo De		5
Parte Decimal		0.4			Valores Deducidos		
Determinación Del Valor De PCI Corregido - Pavimento Flexible							
N°	Valores Reducidos			Total	q	CDV	
1	52			52	1	54	
Índice De Condición Del Pavimento PCI				Deducción Máxima "DM"		54	
PCI=		100 - (Max CDV O Total VD			Condición		
PCI=		46			REGULAR		

Nota: Propia

- **Tramo 3.550 km – 3+610 km**

Se identifico un ancho de vía de 4.9 m, se identificó una falla de tipo (9) con un nivel de severidad (M) media, exudación con 4.8349 m², con densidad de 1.64 y un DV = 48. Al obtener un PCI= 50 se cómo un pavimento Regular.

Tabla 20: Tabla del tipo de falla

N° Tipo De Falla	Nivel De Severidad	Muestras			Total	Densidad	Valor Deducido
9	M	1.0746	2.585	1.1758	4.8354	1.64	48
Deducción Máxima "DM"		48			Deducción Mínima		48
Número Máximo Permisible, m		5.8			Número Máximo De		5
Parte Decimal		0.8			Valores Deducidos		
Determinación Del Valor De PCI Corregido - Pavimento Flexible							
N°	Valores Reducidos			Total	q	CDV	
1	48			48	1	50	
Índice De Condición Del Pavimento PCI				Deducción Máxima "DM"		50	
PCI=		100 - (Max CDV O Total VD			Condición		
PCI=		50			REGULAR		

Nota: Propia

- **Tramo 3.930 km – 4+000 km**

Se identifico un ancho de vía de 4.5 m, se identificó una falla de tipo (9) con un nivel de severidad (H) alta, exudación con 3 m², con densidad de 0.95 y un DV = 56. Al obtener un PCI= 47 se cómo un pavimento Regular.

Tabla 21: Tabla del tipo de falla

N° Tipo De Falla	Nivel De Severidad	Muestras			Total	Densidad	Valor Deducido "DV"
9	H	1	1	1	3	0.95	56
Deducción Máxima "DM"		56			Deducción Mínima		56
Número Máximo Permisible, m		5			Número Máximo De		5
Parte Decimal		0			Valores Deducidos		
Determinación Del Valor De PCI Corregido - Pavimento Flexible							
N°	Valores Reducidos			Total	q	CDV	

1	56	56	1	53
Índice De Condición Del Pavimento PCI		Deducción Máxima "DM"		53
PCI=	100 - (Max CDV O Total VD	Condición		
PCI=	47	REGULAR		

Nota: Propia

- **Tramo 4+000 km – 4+070 km**

Se identifico un ancho de vía de 4.5 m, se identificó una falla de tipo (9) con un nivel de severidad (M) media, exudación con 1.575 m², con densidad de 0.50 y un DV = 15, la otra falla es de tipo (7) con un nivel de severidad (H) alta, exudación con 3 und, con densidad de 0.95 y un DV = 58. Al obtener un PCI= 40 se cómo un pavimento Regular.

Tabla 22: Tabla del tipo de falla

Nº Tipo De Falla	Nivel De Severidad	Muestras			Total	Densidad	Valor Deducido
9	M	1.57			1.57	0.5	15
7	H	1	1	1	3	0.95	58
Deducción Máxima "DM"		58	Deducción Mínima		15		
Número Máximo Permisible, m		4.9	Número Máximo De		4		
Parte Decimal		0.9	Valores Deducidos				
Determinación Del Valor De PCI Corregido - Pavimento Flexible							
Nº	Valores Reducidos			Total	q	CDV	
1	58	15	12.857	85.9	4	60	
2	58	15		73	3	59	
Índice De Condición Del Pavimento PCI		Deducción Máxima "DM"				60	
PCI=	100 - (Max CDV O Total VD	Condición					
PCI=	40	REGULAR					

Nota: Propia

5.2.3.OB1 - Medición de la rugosidad con el equipo “Merlín” Índice internacional de rugosidad, IRI

Se llevó a cabo una evaluación exhaustiva de los efectos físicos relacionados con el deterioro y el mantenimiento del pavimento, estableciendo un nuevo indicador denominado IRI, que representa la regularidad superficial del pavimento. Este indicador impacta en la operación vehicular, influyendo en el confort, la seguridad, el desgaste de los vehículos y la velocidad de desplazamiento.

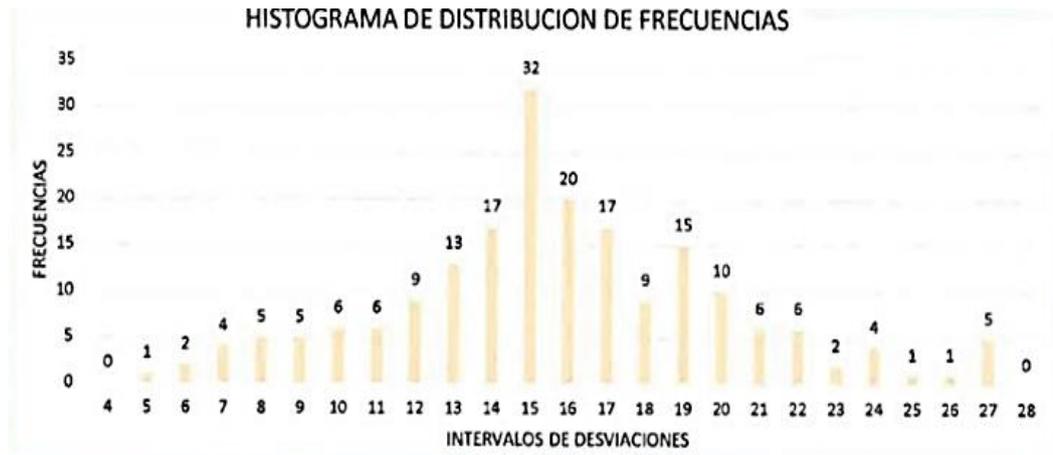


Figura 19. Histograma de la distribución de frecuencias

Nota: Propia - certificados de laboratorio, (2023)

- Extremo inferior: 0.40
- Extremo superior: 0.25
- Rango “D”: 15.65 mm

Inferencia del valor IRI:

En función de Brasil 1982, cuando $2.4 < IRI < 15.9$, entonces

$$IRI = 0.593 + 0.0471D = 4.279 \text{ m/km}$$

Experiencia Peruana, en caso $IRI < 2.4$

$$IRI = 0.0485 d = 3.795 \text{ m/km}$$

$$PSI = \frac{5}{\frac{IRI}{e^{5.5}}} \dots (1) \quad PSI = 2.508$$

$$PSI = 5.85 - 1.68(IRI)^{0.5} \dots (2) \quad PSI = 2.577$$

$$PSI = 4.182 - 0.455(IRI) \dots (3) \quad PSI = 2.455$$

$$PSI = 2.513$$

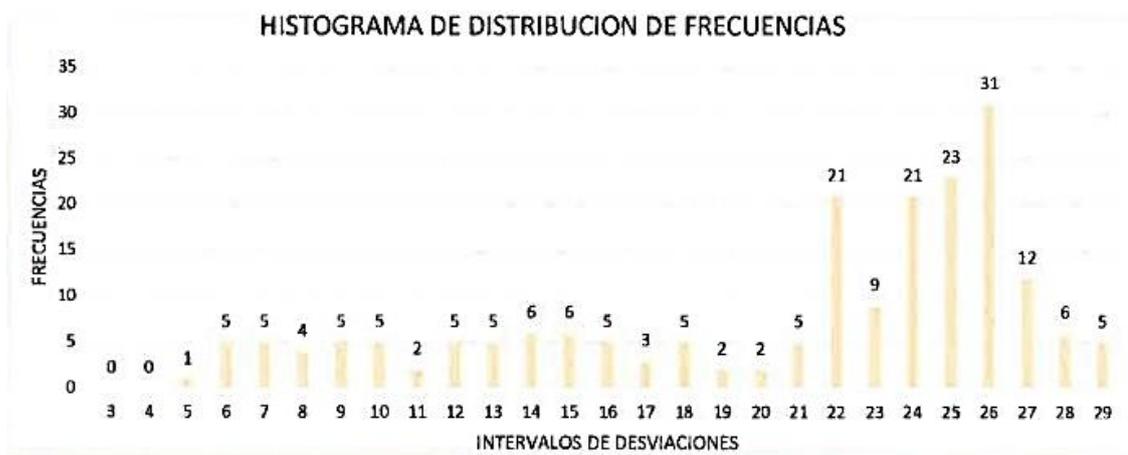


Figura 20. Histograma de la distribución de frecuencias

Nota: Propia - certificados de laboratorio, (2023)

- Extremo inferior: 0.200
- Extremo superior: 0.167
- Rango “D”: 20.367 mm

Inferencia del valor IRI:

En función de Brasil 1982, cuando $2.4 < IRI < 15.9$, entonces

$$IRI = 0.593 + 0.0471D = 5.389 \text{ m/km}$$

Experiencia Peruana, en caso $IRI < 2.4$

$$IRI = 0.0485 d = 4.939 \text{ m/km}$$

$$PSI = \frac{5}{\frac{IRI}{e^{5.5}}} \dots (1) \quad PSI = 2.037$$

$$PSI = 5.85 - 1.68(IRI)^{0.5} \dots (2) \quad PSI = 2.116$$

$$PSI = 4.182 - 0.455(IRI) \dots (3) \quad PSI = 1.935$$

$$PSI = 2.029$$

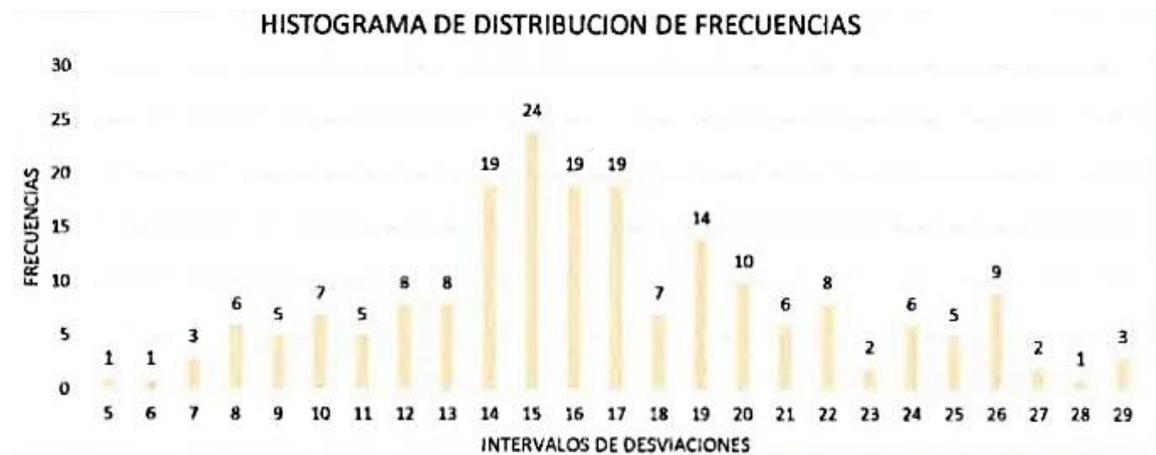


Figura 21. Histograma de la distribución de frecuencias

Nota: Propia - certificados de laboratorio, (2023)

- Extremo inferior: 0.167
- Extremo superior: 0.556
- Rango “D”: 17.722 mm

Inferencia del valor IRI:

En función de Brasil 1982, cuando $2.4 < IRI < 15.9$, entonces

$$IRI = 0.593 + 0.0471D = 4.767 \text{ m/km}$$

Experiencia Peruana, en caso $IRI < 2.4$

$$IRI = 0.0485 d = 4.298 \text{ m/km}$$

$$PSI = \frac{5}{\frac{IRI}{e^{5.5}}} \dots (1) \quad PSI = 3.751$$

$$PSI = 5.85 - 1.68(IRI)^{0.5} \dots (2) \quad PSI = 2.289$$

$$PSI = 4.182 - 0.455(IRI) \dots (3) \quad PSI = 2.367$$

$$PSI = 2.294$$

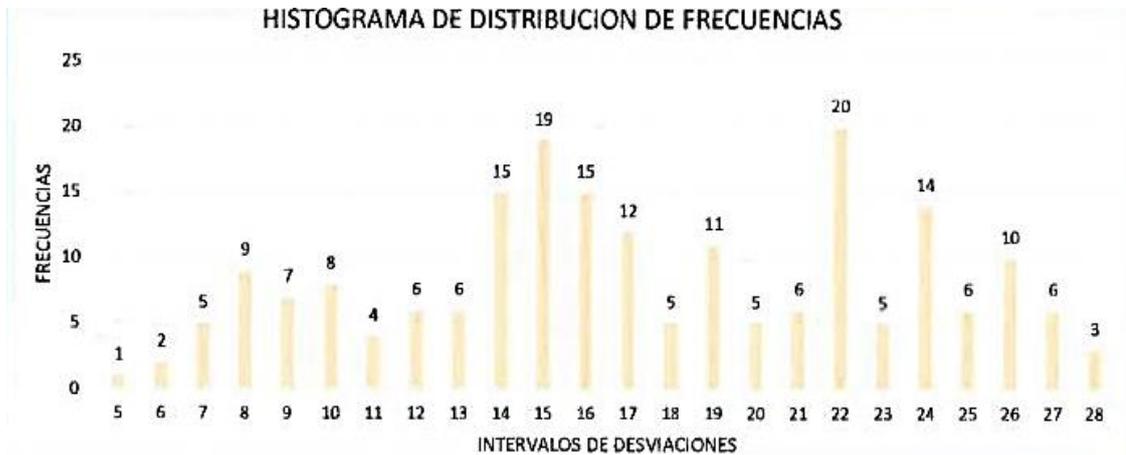


Figura 22. Histograma de la distribución de frecuencias

Nota: Propia - certificados de laboratorio, (2023)

- Extremo inferior: 0.778
- Extremo superior: 0.900
- Rango "D": 18.678 mm

Inferencia del valor IRI:

En función de Brasil 1982, cuando $2.4 < IRI < 15.9$, entonces

$$IRI = 0.593 + 0.0471D = 4.992 \text{ m/km}$$

Experiencia Peruana, en caso $IRI < 2.4$

$$IRI = 0.0485 d = 4.529 \text{ m/km}$$

$$PSI = \frac{5}{\frac{IRI}{e^{5.5}}} \dots (1) \quad PSI = 2.194$$

$$PSI = 5.85 - 1.68(IRI)^{0.5} \dots (2) \quad PSI = 2.275$$

$$PSI = 4.182 - 0.455(IRI) \dots (3) \quad PSI = 2.121$$

$$PSI = 2.197$$

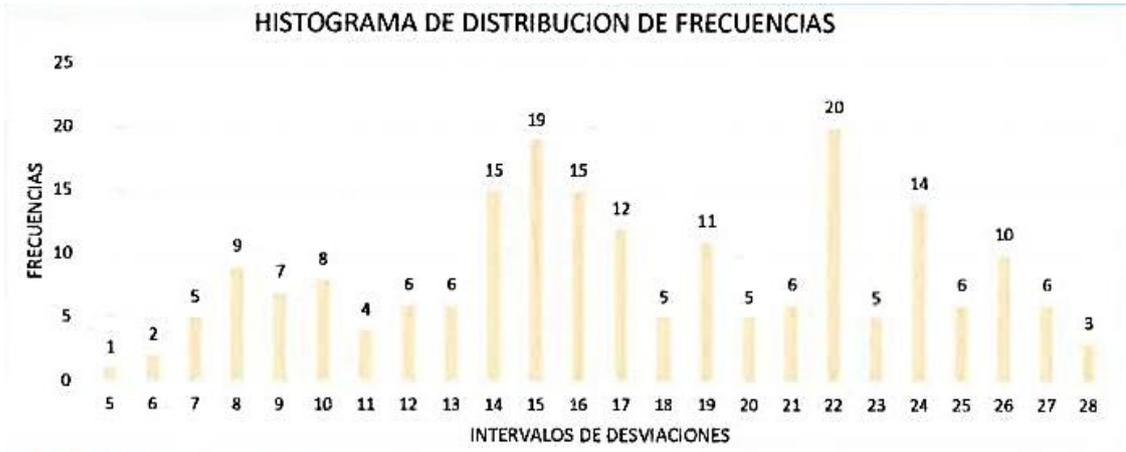


Figura 23. Histograma de la distribución de frecuencias

Nota: Propia - certificados de laboratorio, (2023)

- Extremo inferior: 0.833
- Extremo superior: 0.143
- Rango “D”: 18.976 mm

Inferencia del valor IRI:

En función de Brasil 1982, cuando $2.4 < IRI < 15.9$, entonces

$$IRI = 0.593 + 0.0471D = 5.062 \text{ m/km}$$

Experiencia Peruana, en caso $IRI < 2.4$

$$IRI = 0.0485 d = 4.602 \text{ m/km}$$

$$PSI = \frac{5}{IRI} \dots (1) \quad PSI = 2.166$$

$$PSI = 5.85 - 1.68(IRI)^{0.5} \dots (2) \quad PSI = 2.246$$

$$PSI = 4.182 - 0.455(IRI) \dots (3) \quad PSI = 2.088$$

$$PSI = 2.167$$



Figura 24. Histograma de la distribución de frecuencias

Nota: Propia - certificados de laboratorio, (2023)

- Extremo inferior: 0.111
- Extremo superior: 0.00
- Rango “D”: 18.111 mm

Inferencia del valor IRI:

En función de Brasil 1982, cuando $2.4 < IRI < 15.9$, entonces

$$IRI = 0.593 + 0.0471D = 4.858 \text{ m/km}$$

Experiencia Peruana, en caso $IRI < 2.4$

$$IRI = 0.0485 d = 4.392 \text{ m/km}$$

$$PSI = \frac{5}{e^{5.5 \cdot IRI}} \dots (1) \quad PSI = 2.250$$

$$PSI = 5.85 - 1.68(IRI)^{0.5} \dots (2) \quad PSI = 2.329$$

$$PSI = 4.182 - 0.455(IRI) \dots (3) \quad PSI = 2.184$$

$$PSI = 2.254$$

Tabla 23. Resumen del índice de rugosidad en los puntos de muestreo

ÍNDICE INTERNACIONAL DE RUGOSIDAD, IRI				
GRUPO DE MUESTRA	MUESTRA	CARRIL	En función de Brasil 1982 (IRI) m/km	Experiencia Peruana (IRI) m/km
G1	M1	IZQ.	4.279 m/km	3.795 m/km
	M2	DER.	4.858 m/km	4.392 m/km
G2	M1	IZQ.	5.389 m/km	4.939 m/km
	M2	DER.	5.062 m/km	4.602 m/km
G3	M1	IZQ.	4.767 m/km	4.298 m/km
	M2	DER.	4.992 m/km	4.529 m/km

Nota: Propia

(IRI) de acuerdo a la función de Brasil 1982 en el G1 es de 4.279 m/km y 5.389 m/km y el IRI experiencia peruana de 3.795 m/km y 4.939 m/km, en función de Brasil 1982 en la G2 es de 4.767 m/km y 4.992 m/km y el IRI experiencia peruana de 4.298 m/km y 4.529 m/km y en función de Brasil 1982 en la G3 es de 5.062 m/km y 4.858 m/km y el IRI experiencia peruana de 4.602 m/km y 4.392 m/km.

Tabla 24. Resultados de PSI

ÍNDICE INTERNACIONAL DE RUGOSIDAD, IRI				
GRUPO DE MUESTRA	MUESTRA	CARRIL	PSI	PROMEDIO
G1	M1	IZQ.	2.508	2.513
	M1	IZQ.	2.577	
	M1	IZQ.	2.455	
	M2	DER.	2.250	2.254
	M2	DER.	2.329	
	M2	DER.	2.184	
G2	M1	IZQ.	2.037	2.029
	M1	IZQ.	2.116	
	M1	IZQ.	1.935	
	M2	DER.	2.166	2.167
	M2	DER.	2.246	
	M2	DER.	2.088	
G3	M1	IZQ.	2.289	2.294
	M1	IZQ.	2.367	
	M1	IZQ.	2.227	
	M2	DER.	2.194	2.197
	M2	DER.	2.275	
	M2	DER.	2.121	

Nota: Propia

Tabla 25. Escala del índice de Serviciabilidad

Índice de Serviciabilidad	Calidad
5	Muy Buena
4	Buena
3	
2	Regula
1	Mala
0	Pesima

Nota: MTC (2018)

Los valores de Serviciabilidad en la vía se obtuvo valores de PSI de G1 2.513 y 2.254, en el G2 2.029 y 2.167, en tanto en el G3 los valores de PSI son de 2.294 y 2.197. De acuerdo a la escala del índice de Serviciabilidad la vía se califica como regular.

5.2.4.OB2 - Medida de la deflexión de un pavimento flexible empleando la viga benkelman (MTC E - 1002)

La evaluación superficial se complementa con la evaluación estructural, que se realiza mediante la medición de deflexiones utilizando equipos especializados. En el análisis de deflectometría, se examinan las deflexiones verticales de la superficie de la calzada como resultado de la aplicación de cargas.

Se realizó una evaluación de deflexión característica D_c evaluada de acuerdo a la categoría de carreteras duales o múltiples.

Ecuación 1. Deflexión admisible

$$D_{adm} = (1.15/N)^{0.25}$$

- D_{adm} = (mm) a comparar con las deflexiones de la viga Benkelman
- N = Numero de repeticiones de ejes equivalentes en millones

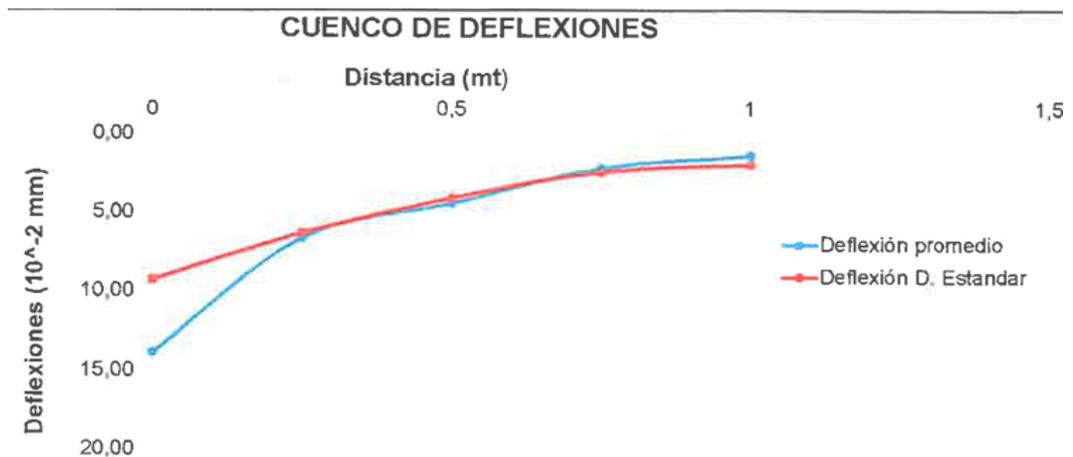


Figura 25. Cuenco de deflexiones en la carpeta asfáltica. Tramo 2+900 – 4+070 sentido derecho

Nota: Propia

Deflexión Característica

$$D_m = 13.80 \text{ (} 10^{-2} \text{ mm)}$$

$$d_s = 9.22 \text{ (} 10^{-2} \text{ mm)}$$

$$D_c = 25.62 \text{ (} 10^{-2} \text{ mm)}$$

Deflexión admisible

$$N = 200 \text{ millones de ejes equivalentes}$$

$$D_{adm} = 27.54 \text{ (} 10^{-2} \text{ mm)}$$

Análisis de la Deflexión Característica y Admisible

$$D_c = 25.62 \text{ (} 10^{-2} \text{ mm)}$$

$$D_{adm} = 27.54 \text{ (} 10^{-2} \text{ mm)}$$

$$\text{Verif.} = D_c < D_{adm}$$

¡¡¡Estado = conforme!!!

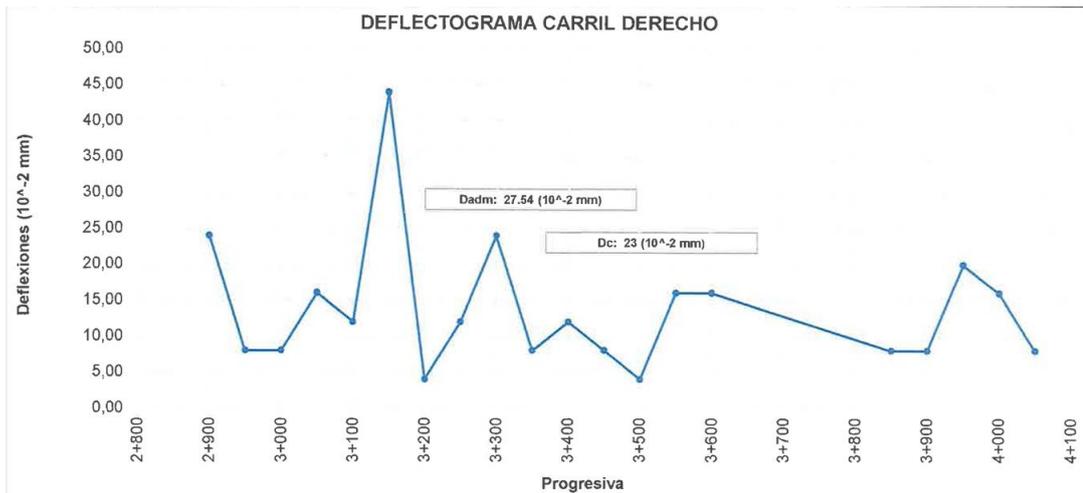


Figura 26. Deflectograma en el carril izquierdo

Nota: Propia

La misma evaluación se realiza en el carril derecho de la vía identificando el cuenco de deflexión. Tramo 2+900 – 4+070 sentido izquierdo

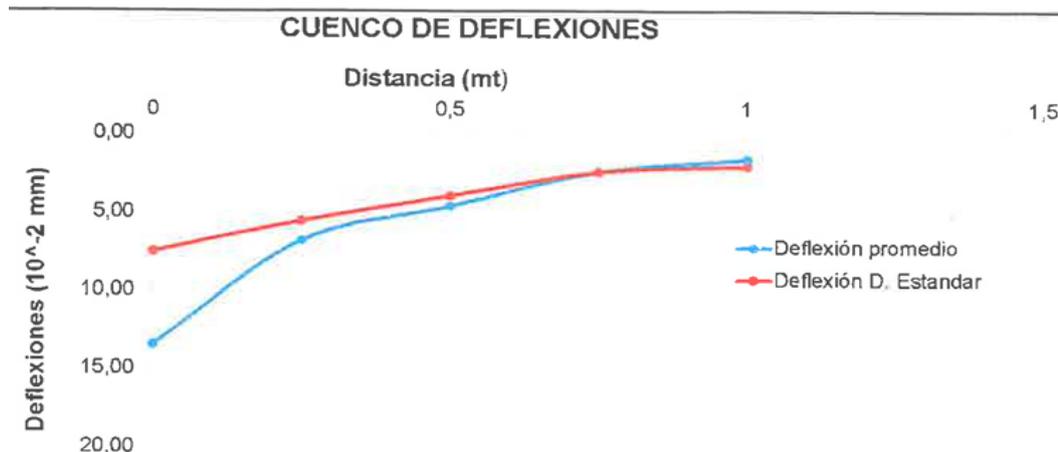


Figura 27. Cuenco de deflexiones en la carpeta asfáltica

Nota: Propia

Deflexión Característica

$$D_m = 13.40 \text{ (10}^{-2} \text{ mm)}$$

$$d_s = 7.49 \text{ (10}^{-2} \text{ mm)}$$

$$D_c = 23.00 \text{ (10}^{-2} \text{ mm)}$$

Deflexión admisible

$$N = 200 \text{ millones de ejes equivalentes}$$

$$D_{adm} = 27.54 \text{ (10}^{-2} \text{ mm)}$$

Análisis de la Deflexión Característica y Admisible

$D_c = 25.62 \text{ (} 10^{-2} \text{ mm)}$
 $D_{adm} = 27.54 \text{ (} 10^{-2} \text{ mm)}$
 Verif. = $D_c < D_{adm}$
 ¡¡¡Estado = conforme!!!

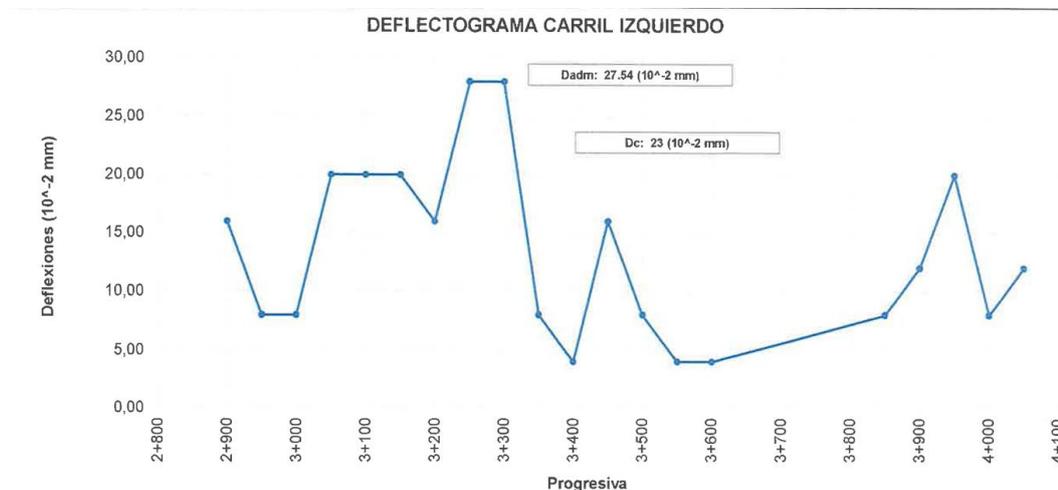


Figura 28. Deflectograma en el carril izquierdo

Nota: Propia

Tabla 26. Resultados del radio de curvatura y la deflexión máxima en el carril derecho e izquierdo

Radio de Curvatura (mt) Izquierda	Radio de Curvatura (mt) Derecha	Dmax (10^{-2} mm) Izquierda	Dmax (10^{-2} mm) Derecha
260.42	260.42	16	24
781.25	390.63	8	8
781.25	781.25	8	8
390.63	390.63	20	16
390.63	390.63	20	12
390.63	156.25	20	44
781.25	781.25	16	4
260.42	781.25	28	12
390.63	781.25	28	24
781.25	781.25	8	8
781.25	781.25	4	12
260.42	781.25	16	8
781.25	781.25	8	4
781.25	260.42	4	16
781.25	260.42	4	16
781.25	781.25	8	8
781.25	781.25	12	8
195.31	390.63	20	20
781.25	260.42	8	16
781.25	781.25	12	8
595.70	567.71	13.40	13.80
613.35	583.88	7.49	9.22

Nota: Propia

Se identificó en el tramo Izquierdo las deflexiones máximas son de 12×10^{-2} mm, 16×10^{-2} mm, 20×10^{-2} mm y 28×10^{-2} mm siendo varios de estos mayores al DC admisible de 23.00 (10^{-2} mm), en tanto en el tramo derecho las deflexiones máximas son de 10×12^{-2} mm, 16×10^{-2} mm, 20×10^{-2} mm, 24×10^{-2} mm y 44×10^{-2} mm siendo algunos de estos mayores al DC admisible de 25.62 (10^{-2} mm).

5.2.5.OB3 - Prueba estándar para la extracción cuantitativa de ligante asfáltico de mezclas asfálticas

Se extrajeron muestras inalteradas en forma de briquetas de 4 pulgadas, lo que permitió determinar cuantitativamente el contenido de asfalto presente en la mezcla asfáltica y en el espécimen del ensayo de pavimento.

Tabla 27. Granulometría del material lavado M1 progresiva Km 2+920- Izquierdo

ABERTURAS CUADRADAS		% PARCIAL RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
TAMIZ	"mm"			
1 in.	25.000	0.00	0.00	100.00
¾ in.	19.000	0.00	0.00	100.00
½ in.	12.500	13.62	13.62	86.38
3/8 in.	9.500	20.58	34.19	65.81
No. 4	4.750	38.05	72.24	27.76
No. 10	2.000	25.16	97.40	2.60
No. 40	0.425	0.76	98.16	1.84
No. 80	0.180	1.35	99.51	0.49
No. 200	0.075	0.32	99.83	0.17
FONDO (< No. 200)		0.17	100.00	0.00

Nota: Propia

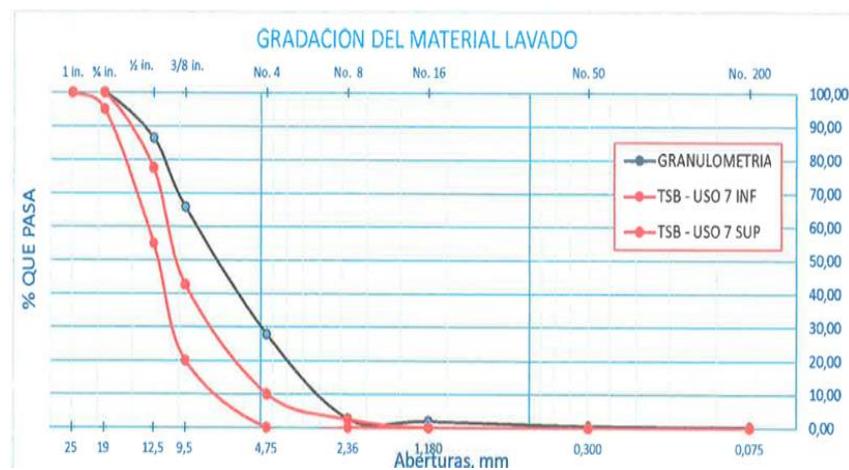


Figura 29. Curva granulométrica de del material asfáltico lavado M1 progresiva Km 2+920 – Izquierdo

Nota: Propia

Tabla 28. Granulometría del material lavado M2 progresiva Km 2+920 – Derecho

ABERTURAS CUADRADAS		% PARCIAL RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
TAMIZ	"mm"			
1 in.	25.000	0.00	0.00	100.00
¾ in.	19.000	0.00	0.00	100.00
½ in.	12.500	30.68	30.68	69.32
3/8 in.	9.500	29.05	59.74	40.26
No. 4	4.750	26.57	86.31	13.69
No. 10	2.000	11.13	97.44	2.56
No. 40	0.425	1.71	99.15	0.85
No. 80	0.180	0.50	99.66	0.34
No. 200	0.075	0.19	99.85	0.15
FONDO (< No. 200)		0.15	100.00	0.00

Nota: Propia



Figura 30. Curva granulométrica del material asfáltico lavado M2 progresiva Km 2+920 - Derecho

Nota: Propia

Tabla 29. Evaluación del contenido de % de asfalto en las muestras de la progresiva Km 2+920

Evaluación del contenido de asfalto en el km 2+920			
Propiedades	M1	M2	Unidad de medida
Contenido de Humedad, %	1.85	1.41	%
Masa Inicial:	744.6	1236.5	g
Masa lavada:	717.74	1210.23	g
Masa de Asfalto:	26.86	26.27	g
% C. Asfáltico:	3.61	2.12	
Cantidad de asfalto	3.012	2.946	l/m ²

Nota: Propia

Interpretación:

En el ensayo de extracción cuantitativa de ligante asfáltico de mezclas asfálticas se obtuvo un CH de M1=1.85% y M2= 1.41%, el peso de la masa inicial es de M1= 744.6 g y M2= 1236.5 g, el peso de la masa lavada es de M1= 717.74 g y M2=1210.23 g, la masa de asfalto en la M1= 26.86 g y M2= 26.27 g, % de C. Asfáltico en el M1= 3.61 %, M2= 2.12 % y se identificó que la cantidad de asfalto en la M1= 3.012 l/m² y M2= 2.946l/m².

Tabla 30. Granulometría del material lavado M1 progresiva Km 3+300 - Derecho

ABERTURAS CUADRADAS		% PARCIAL RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
TAMIZ	"mm"			
1 in.	25.000	0.00	0.00	100.00
¾ in.	19.000	0.00	0.00	100.00
½ in.	12.500	31.07	31.07	68.93
3/8 in.	9.500	32.82	63.88	36.12
No. 4	4.750	21.40	85.29	14.71
No. 10	2.000	13.57	98.85	1.15
No. 40	0.425	0.42	99.27	0.73
No. 80	0.180	0.33	99.60	0.40
No. 200	0.075	0.23	99.83	0.17
FONDO (< No. 200)		0.17	100.00	0.00

Nota: Propia



Figura 31. Curva granulométrica de del material asfáltico lavado M1 progresiva Km 3+300 - Derecho

Nota: Propia

Tabla 31. Granulometría del material lavado M2 progresiva Km 3+300 – Izquierdo

ABERTURAS CUADRADAS		% PARCIAL RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
TAMIZ	"mm"			
1 in.	25.000	0.00	0.00	100.00
¾ in.	19.000	0.00	0.00	100.00
½ in.	12.500	5.36	5.36	94.64
3/8 in.	9.500	44.96	50.32	49.68
No. 4	4.750	33.25	83.57	16.43
No. 10	2.000	13.32	96.89	3.11
No. 40	0.425	2.35	99.24	0.76
No. 80	0.180	0.35	99.58	0.42
No. 200	0.075	0.24	99.82	0.18
FONDO (< No. 200)		0.18	100.00	0.00

Nota: Propia



Figura 32. Curva granulométrica de del material asfáltico lavado M2 progresiva Km 3+300 - Izquierdo

Nota: Propia

Tabla 32. Evaluación del contenido de % de asfalto en las muestras de la progresiva Km 3+300

Evaluación del contenido de C. asfáltico en el Km 3+300			
Propiedades	M1	M2	Unidad de medida
Contenido de Humedad, %	1.76	1.45	
Masa Inicial:	1187.6	1074	g
Masa lavada:	1161.62	1047.08	g
Masa de Asfalto:	25.98	26.92	g
% C. Asfáltico:	2.19	2.51	
Cantidad de asfalto	2.913	3.019	l/m ²

Nota: Propia

Interpretación:

En el ensayo de extracción cuantitativa de ligante asfáltico de mezclas asfálticas obtuvo un CH de M1=1.76% y M2= 1.45%, el peso de la masa inicial es de M1= 1187.6 g y M2= 1074 g, el peso de la masa lavada es de M1=1161.62 g y M2=1047.08, la masa del asfalto en la M1= 25.98 g y M2= 26.92 g, el % de C. Asfáltico en la M1= 2.19 % y en la M2= 2.51% y la cantidad de asfalto en la M1= 2.913 l/m² y M2=3.019 l/m².

Tabla 33. Granulometría del material lavado M2 progresiva Km 3+930- M1 – Izquierdo

ABERTURAS CUADRADAS		% PARCIAL RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
TAMIZ	"mm"			
1 in.	25.000	0.00	0.00	100.00
¾ in.	19.000	0.00	0.00	100.00
½ in.	12.500	6.51	6.51	93.49
3/8 in.	9.500	37.45	43.96	56.04
No. 4	4.750	36.14	80.10	19.90
No. 10	2.000	16.18	96.28	3.72
No. 40	0.425	2.89	99.17	0.83
No. 80	0.180	0.33	99.50	0.50
No. 200	0.075	0.28	99.78	0.22
FONDO (< No. 200)		0.22	100.00	0.00

Nota: Propia



Figura 33. Curva granulométrica de del material asfáltico lavado M1 progresiva Km 3+930- Izquierdo

Nota: Propia

Tabla 34. Granulometría del material lavado M2 progresiva Km 3+930-Derecho

ABERTURAS CUADRADAS		% PARCIAL RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
TAMIZ	"mm"			
1 in.	25.000	0.00	0.00	100.00
¾ in.	19.000	0.00	0.00	100.00
½ in.	12.500	6.43	6.43	93.57
3/8 in.	9.500	34.55	40.98	59.02
No. 4	4.750	35.70	76.68	23.32
No. 10	2.000	15.98	92.66	7.34
No. 40	0.425	3.67	96.33	3.67
No. 80	0.180	1.87	98.20	1.80
No. 200	0.075	1.58	99.78	0.22
FONDO (< No. 200)		0.22	100.00	0.00

Nota: Propia

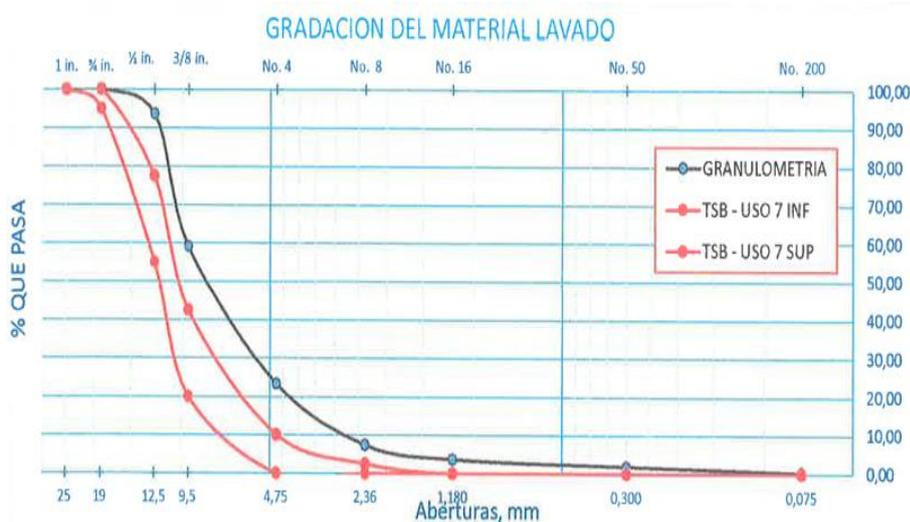


Figura 34. Curva granulométrica de del material asfáltico lavado M2 progresiva Km 3+930 Derecho

Nota: Propia

Tabla 35. Evaluación del contenido de % de asfalto en las muestras de la progresiva Km 3+930

Optimo contenido de cemento asfáltico en la carpeta asfáltica en el Km 3+930			
Propiedades	M1	M2	Unidad de medida
Contenido de Humedad, %	3.83	2.39	%
Masa Inicial:	1201	1254	g.
Masa lavada:	1175.45	1228.0644	g.
Masa de Asfalto:	25.55	25	g.
% C. Asfáltico:	2.13	2.07	
Cantidad de asfalto	2.865	2.908	l/m ²

Nota: Propia

Interpretación:

Al realizar el ensayo de extracción cuantitativa de ligante asfáltico de mezclas asfálticas obteniendo así un contenido de humedad de M1=3.83% y M2= 2.39%, el peso de la masa inicial es de M1= 1201.00 g y M2= 1254.00 g, el peso de la masa lavada es de M1= 1175.45 g y M2= 1228.644 g, la masa del del asfalto es de 25.55 g y 25 g, el % de C asfáltico es de 2.13 % y de 2.07%, la cantidad de asfalto en la M1= 2.865% y M2= 2.098%.

5.3. Contratación de hipótesis

5.3.1. Hipótesis específica 1 (Rugosidad)

La rugosidad de una bicapa asfáltica varía ante sollicitaciones de carga vehicular.

Planteamiento de la hipótesis H0 y H1

- H0: La rugosidad de una bicapa asfáltica no varía ante sollicitaciones de carga vehicular.
- H1: La rugosidad de una bicapa asfáltica varía ante sollicitaciones de carga vehicular.

Tabla 36. Datos empleados en la prueba estadística

ÍNDICE INTERNACIONAL DE RUGOSIDAD, IRI				
GRUPO DE MUESTRA	MUESTRA	CARRIL	En función de Brasil 1982 (IRI) m/km	Experiencia Peruana (IRI) m/km
G1	M1	IZQ.	4.279 m/km	3.795 m/km
	M2	DER.	4.858 m/km	4.392 m/km
G2	M1	IZQ.	5.389 m/km	4.939 m/km
	M2	DER.	5.062 m/km	4.602 m/km
G3	M1	IZQ.	4.767 m/km	4.298 m/km
	M2	DER.	4.992 m/km	4.529 m/km

Nota: Propia

Análisis de normalidad con el test de Shapiro -Wilk

A continuación, evidenciamos resultados de la prueba de normalidad, identificó valores P – valor > 5% (0.05), es así que se llega a aceptar la hipótesis nula y se afirma que los datos provienen de una distribución normal.

Pruebas de normalidad							
	Aditivo	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
IRI Brasil 1982	G1	,364	3	.	,799	3	,112
	G2	,367	3	.	,793	3	,098
	G3	,208	3	.	,992	3	,827
Experiencia Peruna	G1	,346	3	.	,837	3	,207
	G2	,358	3	.	,812	3	,144
	G3	,195	3	.	,996	3	,881

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 35. Prueba de normalidad de la rugosidad

Nota: Propia

Al verificar los supuestos de normalidad se prosigue con la prueba paramétrica de Anova

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
IRI Brasil 1982	Entre grupos	,038	2	,019	,240	,794
	Dentro de grupos	,472	6	,079		
	Total	,510	8			
Experiencia Peruna	Entre grupos	,160	2	,080	,580	,588
	Dentro de grupos	,829	6	,138		
	Total	,990	8			

Figura 36. Prueba de Anova de la rugosidad

Nota: Propia

Se identifico un valor de significancia de 0.794 y 0.588 donde el P valor >5% se retienen la hipótesis nula, y se afirma que las poblaciones provienen de medianas iguales por lo que se **concluye:** La rugosidad de una bicapa asfáltica no varía ante solicitudes de carga vehicular.

5.3.2. Hipótesis específica 2 (deflexión del pavimento)

La deflexión de la bicapa asfáltica es inadecuada ante solicitudes de carga vehicular.

Planteamiento de la hipótesis H0 y H1

- H0: La deflexión de la bicapa asfáltica es adecuada ante solicitudes de carga vehicular.
- H1: La deflexión de la bicapa asfáltica es inadecuada ante solicitudes de carga vehicular.

Tabla 37. Datos de deflexión máxima empleada

Dmax (10 ⁻² mm) Izquierda	Dmax (10 ⁻² mm) Derecha
16	24
8	8
8	8
20	16
20	12
20	44
16	4
28	12
28	24
8	8
4	12
16	8
8	4
4	16
4	16
8	8
12	8
20	20
8	16
12	8
13.40	13.80
7.49	9.22

Nota: Propia

Análisis de normalidad con el test de Shapiro -Wilk

A continuación, evidenciamos los resultados de prueba de normalidad, identificó valores de P – valor < 5% (0.05), es así que rechaza hipótesis nula y afirma que los datos no provienen de una distribución normal.

Pruebas de normalidad							
Aditivo	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Deflexion	Izquierda	,508	22	,000	,357	22	,000
	Derecha	,494	22	,000	,362	22	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 37. Prueba de normalidad de la deflexión

Nota: Propia

Al verificar los supuestos de normalidad continua la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney.

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Deflexion es la misma entre categorías de Aditivo.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,962	Conserve la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,050.

Figura 38. Prueba de muestras independientes

Nota: Propia

En función a U mann Whitney el P- valor es mayor al 5% lo cual nos conservamos la hipótesis nula **concluyendo** así que: La deflexión de la bicapa asfáltica es adecuada ante solicitudes de carga vehicular.

5.3.3. Hipótesis específica 3 (% de ligante asfaltico)

El porcentaje de ligante asfaltico es adecuado en la bicapa asfáltica ante solicitudes de carga vehicular.

Planteamiento de la hipótesis H0 y H1

- H0: El porcentaje de ligante asfaltico es inadecuado en la bicapa asfáltica ante solicitudes de carga vehicular.
- H1: El porcentaje de ligante asfaltico es adecuado en la bicapa asfáltica ante solicitudes de carga vehicular.

Tabla 38. Datos empleados en la prueba estadística

Grupo de muestreo	Muestra	% de ligante asfaltico
G1	M1	3.012
	M2	2.946
G2	M1	2.913
	M2	3.019
G3	M1	2.865
	M2	2.908

Nota: Propia

Análisis de normalidad con el test de Shapiro -Wilk

A continuación, resultados de la prueba de normalidad, identificó valores de P – valor > 5%, es así que se acepta la hipótesis nula y afirma que los datos provienen de una distribución normal.

Pruebas de normalidad							
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Grupo de muestreo		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% de ligante asfáltico	Grupo 1	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Grupo 2	,196	3	.	,996	3	,878
	Grupo 3	,175	3	.	1,000	3	1,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 39. Resultados de la prueba de normalidad del % de ligante asfáltico

Nota: Propia

Análisis de normalidad con el test de Shapiro -Wilk

A continuación, se muestra los resultados de acuerdo al estadístico de Levene, identificando que los valores de P – valor > 5%, acepta hipótesis nula y menciona que no existe diferencia significativa entre las varianzas de los grupos estudiados.

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
% de ligante asfáltico	Se basa en la media	1,118	2	6	,387
	Se basa en la mediana	,862	2	6	,469
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,862	2	3,556	,495
	Se basa en la media recortada	1,103	2	6	,391

Figura 40. Resultados de la prueba de Levene

Nota: Propia

ANOVA					
% de ligante asfáltico					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,042	2	,021	22,247	,002
Dentro de grupos	,006	6	,001		
Total	,048	8			

Figura 41. Resultados de la prueba de ANOVA

Nota: Propia

Se muestran los resultados de la prueba estadística de Anova se identificó que p-valor <0.05 aceptó la H1 y rechazó la H0, concluyendo así que el % de ligante asfáltico es adecuado en la bicapa asfáltica ante sollicitaciones de carga vehicular.

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Discusión de resultados con antecedentes

6.1.1. IRI (rugosidad) – objetivo específico 1

Los valores de rugosidad (IRI) de acuerdo a la función de Brasil 1982 en el G1 es de 4.279 m/km y 4.858 m/km y el IRI experiencia peruana de 3.795 m/km y 4.392 m/km, en función de Brasil 1982 en la G2 es de 5.389 m/km y 5.062 m/km y el IRI experiencia peruana de 4.939 m/km y 4.602 m/km y en función de Brasil 1982 en la G3 es de 4.767 m/km y 4.992 m/km y el IRI experiencia peruana de 4.298 m/km y 4.529 m/km. Identifico valores de Serviciabilidad en la vía se obtuvo valores de PSI de G1 2.513 y 2.254, en el G2 2.029 y 2.167, en tanto en el G3 los valores de PSI son de 2.294 y 2.197. Según escala del índice de Serviciabilidad la vía se califica como regular.

Macharé (2019) menciona que los parámetros obtenidos, se procedió a calcular el espesor del pavimento para las dos alternativas de trazos, a nivel de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC) para un periodo de diseño de 10 años, y Tratamiento Superficial Bicapa (TSB) para un periodo de diseño de 5 años, y finalmente concluyo que el diseño de pavimento para ambas alternativas, estableciendo los espesores correspondientes a la Mezcla Asfáltica en Caliente (para un periodo de diseño de 10 años) y al Tratamiento Superficial Bicapa (para un periodo de diseño de 5 años).

6.1.2. Deflexión – objetivo específico 2

Se identificó que en el tramo Izquierdo las deflexiones máximas son de 12×10^{-2} mm, 16×10^{-2} mm, 20×10^{-2} mm y 28×10^{-2} mm siendo varios de estos mayores al DC admisible de 23.00 (10^{-2} mm), en tanto en el tramo derecho las deflexiones máximas son de 10×10^{-2} mm, 16×10^{-2} mm, 20×10^{-2} mm, 24×10^{-2} mm y 44×10^{-2} mm siendo algunos de estos mayores al DC admisible de 25.62 (10^{-2} mm).

En palabra de Pineda Morales & Rodríguez (2020) presentado en antecedentes internacionales con su investigación “Efecto de las cargas dinámicas desarrolladas en la interfaz llanta – pavimento, en la vida por fatiga y ahuellamiento en pavimentos flexibles”, menciona que las cargas dinámicas en pavimentos con niveles de rugosidad son de 1 m/km a 10 m/km, temperaturas de 15°C y 30°C con una velocidad constante de 80 km/h, determinaron esfuerzos y deformaciones que estarían sometidos a partir de cada una de estas cargas dinámicas, para con esto estimar el número de repeticiones admisibles por fatiga y por ahuellamiento.

6.1.3. % de ligante asfáltico – objetivo específico 3

Al realizar en el KM 2+920 obtuvo un contenido de humedad de $M1=1.85\%$ y $M2=1.41\%$, el peso de la masa inicial es de $M1=744.6$ g y $M2=1236.5$ g, % de C. Asfáltico en el $M1=3.61\%$, $M2=2.12\%$ y se identificó que la cantidad de asfalto en la $M1=3.012$ l/m² y $M2=2.946$ l/m². En el km 3+300 se evaluó el asfalto y se identificó el % de C. Asfáltico en la $M1=2.19\%$ y en la $M2=2.51\%$ y la cantidad de asfalto en la $M1=2.913$ l/m³ y $M2=3.019$ l/m³. En el KM 3+930 luego del ensayo de extracción cuantitativa de ligante asfáltico de mezclas asfálticas se identificó que el CH de $M1=3.83\%$ y $M2=2.39\%$, el % de C asfáltico es de 2.13 % y de 2.07%, la cantidad de asfalto en la $M1=2.865\%$ y $M2=2.098\%$.

Cornejo (2019) presentado en los antecedentes nacionales con su investigación “Análisis de la optimización del riego de liga en la colocación de carpeta asfáltica en caliente”, briquetas monolíticas con diferentes diseños y características granulométricas, presentarían diferentes resistencias al corte transversal, y finalmente concluyó mencionando sobre el mejor ligante para unir dos carpetas asfálticas, con mezclas asfáltica densa fina de tamaño máximo nominal de ½ de pulgada con una mezcla densa fina de TMN de ½ de pulgada, es la emulsión asfáltica CRS-2Pe, con un esfuerzo al corte por cizallamiento de 0.46 Mpa.

CONCLUSIONES

1. **Objetivo general**

Comportamiento dinámico estructural define significativamente el diseño estructural de una bicapa asfáltica ante solicitaciones de carga vehicular se encuentra conforme a las solicitaciones de carga vehicular ya que al ser una vía de pase vehicular liviano y que en los tramos la deflexión característica es mayor que la deflexión admisible, de acuerdo a la escala del índice de Serviciabilidad clasifica la vía como buena. Se identificaron los valores de Serviciabilidad con PSI de 2.513 y 2.254 para el Grupo 1 (G1), 2.029 y 2.167 para el Grupo 2 (G2), y 2.294 y 2.197 para el Grupo 3 (G3). Sin embargo, de acuerdo con la escala del índice de Serviciabilidad, la vía se clasifica como regular. De acuerdo a los ensayos de PCI se observaron fallas de piel de cocodrilo, baches y exudación.

La deflexión máxima en el eje izquierdo de la vía es 28×10^{-2} mm siendo mayor al DC admisible de 23.00 (10^{-2} mm), tramo derecho la deflexión máxima es de 44×10^{-2} mm mayor al DC admisible de 25.62 (10^{-2} mm).

2. **Objetivo específico 1**

La rugosidad de una bicapa asfáltica no varía ante solicitaciones de carga vehicular. Sustentado en la prueba de hipótesis donde se identificó un valor de significancia de 0.794 y 0.588 donde el P valor $>5\%$ por lo que se retienen la hipótesis nula, y se afirma que las poblaciones provienen de medianas iguales.

(IRI) de acuerdo a la función de Brasil 1982 en el G1 es de 4.279 m/km y 4.858 m/km y el IRI experiencia peruana de 3.795 m/km y 4.392 m/km, en función de Brasil 1982 en la G2 es de 5.389 m/km y 5.062 m/km y el IRI experiencia peruana de 4.939 m/km y 4.602 m/km y en función de Brasil 1982 en la G3 es de 4.767 m/km y 4.992 m/km y el IRI experiencia peruana de 4.298 m/km y 4.529 m/km.

3. **Objetivo específico 2**

La resistencia a la flexión de una bicapa asfáltica en el margen izquierdo y derecho de la vía es adecuada ante solicitaciones de carga vehicular. De acuerdo a la prueba de U de Mann-Whitney el P- valor es mayor al 5% lo cual nos indica que no existe una diferencia significativa.

Se identificó que en el tramo Izquierdo las deflexiones máximas son de 12×10^{-2} mm, 16×10^{-2} mm, 20×10^{-2} mm y 28×10^{-2} mm siendo varios de estos mayores al DC admisible de 23.00 (10^{-2} mm), en tanto en el tramo derecho las deflexiones máximas son de 10×10^{-2} mm, 16×10^{-2} mm, 20×10^{-2} mm, 24×10^{-2} mm y 44×10^{-2} mm siendo algunos de estos mayores al DC admisible de 25.62 (10^{-2} mm) encontrándose observado.

4. Objetivo específico 3

El porcentaje de ligante asfáltico es adecuado en la bicapa asfáltica ante solicitaciones de carga vehicular. Sustentada en la prueba estadística en la que se muestran resultados de prueba Anova se identificó que el p-valor <0.05 se aceptó la H_1 .

Al realizar el ensayo de extracción cuantitativa de ligante asfáltico de mezclas asfálticas en el KM 2+920 obtuvo un contenido de humedad de $M_1=1.85\%$ y $M_2= 1.41\%$, el peso de la masa inicial es de $M_1= 744.6$ g y $M_2= 1236.5$ g, % de C. Asfáltico en el $M_1= 3.61\%$, $M_2= 2.12\%$ y se identificó que la cantidad de asfalto en la $M_1= 3.012$ l/m² y $M_2= 2.946$ l/m². En el km 3+300 se evaluó el asfalto y se identificó el % de C. Asfáltico en la $M_1= 2.19\%$ y en la $M_2= 2.51\%$ y la cantidad de asfalto en la $M_1= 2.913$ l/m³ y $M_2=3.019$ l/m³. En el KM 3+930 luego del ensayo de extracción cuantitativa de ligante asfáltico de mezclas asfálticas se identificó que el CH de $M_1=3.83\%$ y $M_2= 2.39\%$, el % de C asfáltico es de 2.13 % y de 2.07%, la cantidad de asfalto en la $M_1= 2.865\%$ y $M_2= 2.098\%$.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar estudios de deflexión en cada tramo ejecutado y en cada capa granular colocada para poder verificar el comportamiento estructural de cada componente de la vía.
2. Se recomienda buscar alternativas que puedan mejorar el cálculo de la deflexión en toda la vía ya que es un estudio que permite evaluar la capacidad estructural de la vía.
3. Se recomienda realizar pruebas de adherencia entre el agregado y el ligante asfáltico ya que esto puede mejorar la condición estructural de la vía.
4. Se recomienda realizar estas mediciones en horario diurno y con un tráfico paralizado para poder obtener valores más reales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apaza, D. 2018.** “Durabilidad del concreto elaborado en base a la ceniza del bagazo de caña de azucar (cbca) con cemento portland, ante agentes agresivos”. Facultad de ingeniería civil, Universidad Nacional Federico Villareal. Lima : s.n., 2018. Pregrado.
- Aranguri, J y Valverde, H. 2018.** Análisis comparativo del comportamiento estructural de mezclas asfálticas en caliente y mezclas asfálticas emulsionadas en los pavimentos. Facultad de Ingeniería, Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
- Ávila, P. 2016.** Incidencia de la granulometría y de la cantidad del cemento asfáltico en las propiedades físico – mecánicas principalmente en la durabilidad de las mezclas asfálticas en caliente diseñadas según la división 400, sección 401, tablas 401-1, 401-2 y 401-16 d. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala : s.n., 2016. Tesis de Pregrado.
- Calderon, A y Calderón, C. 2020.** Mejoramiento de las propiedades físico mecánicas de mezclas asfálticas comunes en caliente mediante la incorporación de organosilanos. Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemáticas , Universidad Central del Ecuador . Quito : s.n., 2020. Tesis de Pregrado.
- Caparachin, L. 2018.** Aplicación de la bicapa para reducir el ciclo de mantenimiento en la vía de Huancabamba - Pozuzo de La Región Pasco - 2018. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo. Lima : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
- Capote, N. 2018.** Análisis de la viabilidad técnica de uso de los agregados pétreos del "OPEN PIT" Mulaló, en la construcción de la malla vial del Valle del Cauca y Cauca. Escuela de posgrado, Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica : s.n., 2018. tesis de posgrado.
- Castañeda, C, Escobar, G y Lopez, L. 2011.** Aplicación del método Marshall y granulometría superpave en el diseño de mezcla asfáltica templada. Ciudad universitaria : El salvador, 2011.
- Chuman, J. 2017.** Reutilización de pavimento flexible envejecido mediante el empleo de una planta procesadora de mezcla asfáltica en caliente para pavimento en Huancayo 2016. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Peruana Los Andes. Huancayo : s.n., 2017. Tesis de Pregrado.
- Coria, C, Hernández, R y Garnica, P. 2018.** Teorías para calcular esfuerzos, deformaciones y deflexiones en pavimentos flexibles: Un enfoque mecanicista. Sanfandila : s.n., 2018.

- Cornejo, J. 2017.** Análisis de la optimización del riego de liga en la colocación de carpeta asfáltica en caliente. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de el Salvador. Ciudad Universitaria : s.n., 2017. Tesis de Pregrado.
- De La Cruz, P y Porras, M. 2015.** Evaluación de desempeño de mezclas asfálticas en caliente diseñadas por la metodología marshall con l ensayo de la rueda cargada de hamburgo para el proyecto de rehabilitaciónnde la carretera DV Imperial-Pampas. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Ricardo Palma. Lima : s.n., 2015. Tesis de Pregrado.
- Estrada Escalante, Victor Rafael. 2017.** Estudio y análisis de desempeño de mezcla asfáltica convencional pen 85/100 plus y mezcla asfáltica modificada con polímero tipo SBS PG 70 -28. Universidad Andina del Cusco. Cusco-Perú : s.n., 2017. pág. 223, Tesis para optar el título profesional Ingeniero Civil.
- Fajardo, L y Vergaray, D. 2014.** "Efecto de la incorporación por vía seca, del polvo de neumático reciclado, como agregado fino en mezcla asfáltica. Escuels Profesional de Ingeniería Civil, USMP. Lima : s.n., 2014. Tesis de Pregrado.
- Falcon, J. 2019.** Evaluación del impacto d ela carga vehicular sobre la estructura del pavimento flexible en la Av. Javier Prado Este, La Molina - Lima, 2019. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Univesidad César Vallejo. Lima : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.
- Forero, J, Garcia, J y Martines, M. 2015.** Propiedades físicas, reologicas y mecanicaas de un cemento asfaltico 80/100 modificado por via humeda con adicion de corcho. Universidad la Gran Colombia . Bogota : s.n., 2015. pág. 71.
- Garcia, M. 2017.** Efecto de los agregados en el envejecimiento de la mezcla asfáltica. Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Javeriana. Santiago de Cali : s.n., 2017. Tesis de Pregrado.
- Garia, J y Inga, R. 2020.** Variacion de las propiedades mecanicas obtenidas del ensayo Marshall entre las mezclas asfalticas tibias producidas con diferentes tecnologias y las mezclas asfalticas en caliente. Universidad Ricardo Palma. Lima : s.n., 2020. pág. 117, Tesis para optar el título de Ingeniero civil.
- Herrmann, L. 2018.** Nova abordagem da dosagem de misturas asfálticas densas com uso do compactador giratório e foco na deformação permanente. Programa de Post Grado, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro : s.n., 2018. Tesis de Post Grado.
- Jaramillo, J. 2017.** Mejoramiento de la circulación del flujo vehicular en la intersección de los Jirones Orellana y Alfonso Ugarte de la ciudad de Tarapoto, Distrito de Tarapoto,

- Provincia y Región San Martín. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto. Tarapoto : s.n., 2017. Tesis de Pregrado.
- Julca, G. 2014.** SCRIBD. <https://es.scribd.com/doc/227494018/AFIRMADO>. [En línea] 1 de Junio de 2014.
- Machacuay, M. 2019.** Influencia de la carga vehicular en el diseño del pavimento flexible, Carretera Central - Huancayo. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Peruana Los Andes. Huancayo : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.
- Macharé, P. 2019.** Diseño de pavimentos con alternativas de mezcla asfáltica en caliente y tratamiento superficial bicapa en la vía de evitamientos de la ciudad de Jaén. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional Federico Villareal. Lima : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.
- Maila, M. 2015.** Comportamiento de una mezcla asfáltica modificada con polímero etileno vinil acetato (EVA). Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Central del Ecuador. Quito : s.n., 2015. Tesis de Pregrado.
- Miranda, C y Rado, M. 2019.** Propuesta de concretos reforzados con fibras de acero y cemento puzolánico para la construcción de pavimentos rígidos en la región de Apurímac. Programa académico de Ingeniería Civil, Universidad de Ciencias Aplicadas. Lima : s.n., 2019. Tesis de pregrado.
- Núñez, Y. 2018.** Propuesta de rehabilitación de pavimento de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo en la avenida todos los santos de la ciudad de Chota. Escuela Académico profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Cajamarca. 2018. pág. Cajamarca, Tesis de Pregrado.
- Pineda, R y Rodríguez, Y. 2020.** Efecto de las cargas dinámicas desarrolladas en la interfaz llanta-pavimentos, en la vida por fatiga y ahuellamiento en pavimentos flexibles. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad de la Costa. Barranquilla : s.n., 2020. Tesis de Pregrado.
- Quinto, E y Jorge, P. 2019.** Efecto de la sobrecarga vehicular actual en el CBR del suelo, tramo: Huancavelica - Plazapata - 2019. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.
- Ramírez, M. 2015.** Evaluación de compatibilidad de mezclas asfálticas, utilizando agregados de la cantera San Martín con cemento asfáltico PEN60/70 y emulsión asfáltica CSS-1HP. Postgrado de Ingeniería, Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo : s.n., 2015. Tesis de Posgrado.

- Ramos, B y Muñiz, C. 2018.** Propuesta de diseño de mezcla asfáltica en frío de graduación densa como alternativa para el mantenimiento de pavimentos flexibles. 2018.
- Ramos, U. 2015.** "Influencia del tamaño máximo del agregado grueso de la cantera condorire en el diseño de mezclas asfálticas en caliente para la carretera Puno-Tiquillaca-2014". Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional del Altiplano. Puno : s.n., 2015. Tesis de pregrado.
- Rico, A, Téllez, R y Garnica, P. 1998.** Pavimentos Flexibles, problemática, metodologías de diseño y tendencias. Sanfandila : s.n., 1998.
- Rivera, C. 2017.** Evaluación del tratamiento superficial bicapa a nivel de ejecución, de la obra mejoramiento de la ruta AM-100, Bagua - LLa Peca; del circuito vial II -Amazonas. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Cajamarca. Jaén-Cajamarca : s.n., 2017. Tesis de Pregrado.
- Rodriguez, E. 2018.** Influencia de la fibra de caucho reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío. Huancayo : Universidad Nacional del Centro del Peru, 2018.
- Rujel, C y Solórzano, K. 2015.** Importancia de la determinación de un micropavimento en frío como capa de rodadura de alta performance para el proyecto de Conococha - Recuay. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Ricardo Palma. Lima : s.n., 2015. Tesis de Pregrado.
- Ticona, W. 2017.** Tratamiento superficiales de pavimentos. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad José Carlos Mariátegui. Moquegua : s.n., 2017. Tesis de Pregrado.
- Valderrama, P. 2013.** Modelo para gestión del riesgo asociado a los costes globales en en fase de postconstrucción en edificios plurifamiliares destinados a arrendamiento. 2013.
- Valdes, G, Perez, F y Calabi, A. 2012.** La fisuración en pavimentos asfálticos y sus mecanismos de deterioro. RIOC. [En línea] 01 de 01 de 2012. file:///C:/Users/USER/Documents/Downloads/jvidal,+document.pdf.
- Vásquez, L. 2011.** "Incidencia de los instrumentos de evaluación en el desarrollo de las competencias metacognitivas de los estudiantes del primer año de la facultad de pedagogía, psicología y educación de la universidad católica de cuenca". Facultad de ciencias humanas y de la, universidad técnica de ambato. Ambato : s.n., 2011. Tesis Pregrado.
- Vega, D. 2018.** Diseño de los pavimento de la carretera de acceso al nuevo puerto de Yurimaguas (KM 1+000 A 2+000). Facultad de Ciencias e Ingeniería, Universidad Católica del Perú. Lima : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.

ANEXOS

Anexo N°01: Matriz de consistencia

COMPORTAMIENTO DINAMICOESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFALTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema general:</p> <p>¿Cuál es el comportamiento dinámico estructural de una bicapa asfáltica ante solicitaciones de carga vehicular?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar el comportamiento dinámico estructural de una bicapa asfáltica ante solicitaciones de carga vehicular.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>El comportamiento dinámico estructural define significativamente el diseño estructural de una bicapa asfáltica ante solicitaciones de carga vehicular.</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>Carga Vehicular</p>	<p>Área de contacto</p> <p>Presión</p> <p>Densidad vehicular</p>	<p>Área</p> <p>Carga</p> <p>Reglamento nacional de vehículos</p>	<p>Método de investigación: Cuantitativo.</p> <p>Tipo de investigación: Aplicado.</p> <p>Nivel de investigación: Explicativo</p> <p>Diseño de investigación: Cuasi experimental</p> <p>Cuando: 2019.</p> <p>Población y muestra:</p> <p>Población:</p> <p>La población evaluada en la investigación corresponde a la Carretera Valle Yacus: Tramo I (Jauja - Huertas - Molinos - Julcan - Masma - Ataura), Tramo II (Molinos - Barrio Centro Progreso) Y Tramo III (Masma - Huamali - Masma Chicche), Provincia De Jauja - Región Junín.</p> <p>Muestra:</p> <p>La muestra en la investigación es de tipo no probabilístico dirigido, corresponde a la Carretera Valle Yacus: Tramo III (Masma a Masmachiche) con Tratamiento Superficial Bicapa de 5.61 KM, departamento de Junín, Provincia de Jauja y distrito Jauja. Técnicas e instrumentos:</p> <p>- Recolección de datos</p> <p>Técnicas de procesamiento de datos:</p>
<p>Problemas específicos:</p> <p>a) ¿Cómo se viene dando la rugosidad de una bicapa asfáltica ante solicitaciones de carga vehicular?</p> <p>b) ¿Cuál es el resultado de deflexión de una bicapa asfáltica ante solicitaciones de carga vehicular?</p> <p>c) ¿Cuál es el porcentaje de ligante asfáltico de una bicapa asfáltica ante solicitaciones de carga vehicular?</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>a) Determinar la rugosidad de una bicapa asfáltica ante solicitaciones de carga vehicular.</p> <p>b) Calcular la deflexión de una bicapa asfáltica ante solicitaciones de carga vehicular.</p> <p>c) Identificar el porcentaje de ligante asfáltico de una bicapa asfáltica ante solicitaciones de carga vehicular.</p>	<p>Hipótesis específicas</p> <p>a) La rugosidad de una bicapa asfáltica varía ante solicitaciones de carga vehicular.</p> <p>b) La deflexión de la bicapa asfáltica es inadecuada ante solicitaciones de carga vehicular.</p> <p>c) El porcentaje de ligante asfáltico es adecuado en la bicapa asfáltica ante solicitaciones de carga vehicular.</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p>Comportamiento dinámico estructural de una bicapa asfáltica.</p>	<p>Rugosidad</p> <p>Deflexión del pavimento</p> <p>Porcentaje de Ligante asfáltico</p>	<p>Índice internacional de rugosidad</p> <p>Deflexión admisible</p> <p>Extracción cuantitativa de ligante asfáltico</p>	

						<ul style="list-style-type: none">- Análisis estadístico de resultados obtenidos en el gabinete.- Ficha de organización, sistematización e interpretación de los datos obtenidos en los ensayos.
--	--	--	--	--	--	---

Anexo N°02: Matriz de operacionalización de variables



VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
1: Variable Independiente Carga Vehicular	Según Machacuay Rojas, (2019) es aquella que se somete al pavimento en la cual extiende así su vida útil, en la cual las fundamentales fallas del pavimento flexible de la carretera central son ahuellamientos, desprendimiento de la carpeta asfáltica.	La carga vehicular se operacionaliza mediante sus dimensiones.	Área de contacto	Área
		<input type="checkbox"/> Área de contacto	Presión	Carga
		<input type="checkbox"/> Presión	Densidad vehicular	
		<input type="checkbox"/> Densidad vehicular	Densidad vehicular	Reglamento nacional de vehículos
2: Variable Dependiente Comportamiento dinámico estructural de una bicapa asfáltica.	Según Lozano Y Tableros, (2005) La caracterización dinámica de los materiales utilizados en la construcción de carreteras es un reto indispensable para las regiones del país, pues de ello depende la certidumbre del dimensionamiento de la estructura de los pavimentos.	El comportamiento dinámico – estructural de una bicapa asfáltica se operacionaliza mediante sus dimensiones.	Rugosidad	Índice internacional de rugosidad
		<input type="checkbox"/> D1: Rugosidad	Deflexión del pavimento	Deflexión admisible
		<input type="checkbox"/> D2: Deflexión del pavimento	Porcentaje de ligante asfáltico	Extracción cuantitativa de ligante asfáltico
		<input type="checkbox"/> D3: Porcentaje de ligante asfáltico		

Anexo N°03: Matriz de operacionalización de instrumentos



VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA				
				1	2	3	4	5
1: Variable Independiente Carga Vehicular	Área de contacto	Área	Norma INV E-795-07		X			
	Presión	Carga	Norma INV E-795-07			X		
	Densidad vehicular	Reglamento nacional de vehículos	Norma INV E-795-07			X		
2: Variable Dependiente Comportamiento dinámico estructural de una bicapa asfáltica.	Rugosidad	Índice internacional de rugosidad	Ficha de recolección de datos		X			
	Deflexión del pavimento	Deflexión admisible	Ficha de recolección de datos			X		
	Porcentaje de ligante asfáltico	extracción cuantitativa de ligante asfáltico	Ficha de recolección de datos		X			

Anexo N°04: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación



CONTEO VEHICULAR



INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

- SERVICIOS DE ASesorIA EN MATERIA DE INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS Y PERITOS
- SERVICIOS DE ASesorIA EN MATERIA DE INGENIERIA DE OBRAS DE CONSTRUCCION Y OBRAS
- ASesorIA EN MATERIA DE INGENIERIA DE OBRAS DE CONSTRUCCION Y OBRAS
- ASesorIA EN MATERIA DE INGENIERIA DE OBRAS DE CONSTRUCCION Y OBRAS
- ASesorIA EN MATERIA DE INGENIERIA DE OBRAS DE CONSTRUCCION Y OBRAS



GRUPO INGECONC PERU

- SERVICIOS DE ASesorIA EN MATERIA DE INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS Y PERITOS
- SERVICIOS DE ASesorIA EN MATERIA DE INGENIERIA DE OBRAS DE CONSTRUCCION Y OBRAS
- SERVICIOS DE ASesorIA EN MATERIA DE INGENIERIA DE OBRAS DE CONSTRUCCION Y OBRAS
- SERVICIOS DE ASesorIA EN MATERIA DE INGENIERIA DE OBRAS DE CONSTRUCCION Y OBRAS
- SERVICIOS DE ASesorIA EN MATERIA DE INGENIERIA DE OBRAS DE CONSTRUCCION Y OBRAS

PROYECTO : TESIS: "COMPORTAMIENTO DINAMICO-ESTRUCTURAL DE UNA RICAPA ASFALTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"
Peticionario : Bach. TORPOCO FLORES, Yomira Yuliesi - Bach. PAUCAR GARCÍA, Brian Luis Anthony
Ubicación : MASMA A MASMACHICHE **Fecha de recepción** : JUNIO -2024 **Fecha de emisión** : JUNIO - 2024

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

OBSERVACION: MASMA A MASMACHICHE

HOJA 01 DE 07

HORAS	AUTOS	Camionetas		BUS			CAMION			SEMI TRAVELER							TOTAL	DISTRIBUCION N, %									
		Pick up	Combi	2 E	3 E	E 2	E 3	4 E	251	252	253	351	352	>= 353	272	273			372	>= 373							
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06-07	10	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07-08	2	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
08-09	24	12	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
09-10	16	6	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44
10-11	18	8	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
11-12	24	18	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
12-13	28	18	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
13-14	18	10	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
14-15	22	8	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
15-16	22	10	4	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
16-17	22	14	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
17-18	26	12	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42
18-19	24	12	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42
19-20	28	14	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
20-21	22	8	6	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
21-22	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARCIAL	308	172	48	14	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	564

Observacion: ¹ A pedido del cliente solo se tomó 1 sentido.

OBSERVACIONES:

- 1.- Los datos fueron extraídos por el personal de laboratorio en un periodo de 7 días completos.
 - 2.- El personal que extrajo los datos fueron turnados en 2 periodos durante cada día.
 - 3.- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- :- Formato revisado y validado por Yerson Zacarias Lima Zuñiga.



INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO
 Ing. Jorge L. Linares Ochoa
 INGENIERIA CIVIL
 CIP N°: 189480

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse al: grupoingecontperu@gmail.com

Avenida Huancavelica N° 215 Esquina con Pte. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chilca (FRENTE AL GRIFO MAZECHE)

965287894 / 964743431

grupoingecontperu@gmail.com



INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

GRUPO INCEOCONT PERU
 SERVICIOS DE:
 • ASesoría EN MECANICA DE VEHICULOS CON SUS EQUIPOS Y MAQUINARIA
 • INSPECCION Y OBTENCION DE CERTIFICADOS DE APTITUD
 • CAPACITACIONES
 • CUALIDAD EN EL PRODUCTO



SERVICIOS DE:
 • ASesoría EN MECANICA DE VEHICULOS CON SUS EQUIPOS Y MAQUINARIA
 • INSPECCION Y OBTENCION DE CERTIFICADOS DE APTITUD
 • CAPACITACIONES
 • CUALIDAD EN EL PRODUCTO

PROYECTO : TESIS: "COMPORTAMIENTO DINAMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFALTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"
Peticionario : Bach. TORPOCO FLORES, Yomira Yulebi - Bach. PAUCAR GARCIA, Brian Luis Anthony
Ubicación : MASMA A MASMACHICHE **Fecha de recepción** : JUNIO - 2024 **Fecha de emisión** : JUNIO - 2024

FECHA: Junio de 2024 **DIAS:** MARTES **SENTIDO:** 1 **OBSERVACION:** MASMA A MASMACHICHE **HOJA 02 DE 07**

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

HORAS	AUTOS	Camionetas Pick up Combi	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER					Trayler				TOTAL	DISTRIBUCIO N, %							
			2 E	3 E	E2	E3	E4	251	252	253	351	352	353	212	213	312	>= 313									
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05-06	10	2	2	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06-07	10	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07-08	24	12	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08-09	22	12	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09-10	14	6	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10-11	14	8	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11-12	20	18	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12-13	26	18	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13-14	16	10	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14-15	24	8	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15-16	20	10	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16-17	18	14	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-18	24	12	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18-19	20	12	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19-20	28	14	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20-21	20	8	6	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARCIAL	310	168	50	14	20	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	570

Observacion: 1 A pedido del cliente solo se tomo 1 sentido.

OBSERVACIONES:
 1.- Los datos fueron extraídos por el personal de laboratorio en un periodo de 7 días completos.
 2.- El personal que extrajo los datos fueron turnados en 2 periodos durante cada día.
 3.- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
 4.- Formato revisado y validado por Yerson Zúñiga.



Av. Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chilca (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)

TEL: 965287894 / 944743431
 grupoingestcontperu@gmail.com

RUC: 20610623612
 Para verificar la autenticidad puede comunicarse a:
 grupoingestcontperu@gmail.com



INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO
 Ing. Ingrid L. Blanco Ordóñez
 INGENIERIA CIVIL
 CIP N° 189480

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.



SERVICIOS DE:
 • MANEJO DE MAQUINARIA EN OBRA
 • ASISTENCIA TÉCNICA EN OBRA
 • ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE TRÁFICO
 • ASISTENCIA TÉCNICA EN OBRA
 • ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE TRÁFICO
 • ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE TRÁFICO

PROYECTO
 Peticionario
 Ubicación

: TESIS: "COMPORTAMIENTO DINÁMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"
 : Bach. TORRICO FLORES, Yomira Yuleisi - Bach. PAUCAR GARCÍA, Brian Luis Anthony
 : MASMA A MASMACHICHE

Fecha de emisión : JUNIO - 2024

Fecha de recepción : JUNIO - 2024

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

HOJA 03 DE 07

FECHA: Junio de 2024

DÍA: MIERCOLES

SENTIDO: 1

OBSERVACION: MASMA A MASMACHICHE

HORAS	AUTOS		Camionetas		BUS				CAMION				SEMI TRAYLER				Trayler				TOTAL	DISTRIBUCION N. %		
	Pick-up	Combi	2 E	3 E	E 2	E 3	4 E	251	252	253	351	352	>= 353	212	213	312	>= 313							
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
05-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
06-07	14	4	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.26%
07-08	32	16	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.57%
08-09	30	14	6	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.93%
09-10	18	8	4	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.67%
10-11	20	10	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.74%
11-12	26	24	6	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.74%
12-13	34	24	4	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.99%
13-14	22	14	4	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.06%
14-15	32	12	4	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.16%
15-16	26	14	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.22%
16-17	24	18	4	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.51%
17-18	30	16	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.22%
18-19	28	14	4	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.22%
19-20	35	18	6	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.70%
20-21	28	12	6	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.87%
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
PARCIAL	400	218	66	20	30	14	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	752

Observación: 1. A pedido del cliente solo se tomo 1 sentido.

OBSERVACIONES:

- Los datos fueron extraídos por el personal de laboratorio en un periodo de 7 días completos.
 - El personal que extrajo los datos fueron turnados en 2 periodos durante cada día.
 - El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- * Formateo revisado y validado por Yerson Zacarias Lima Zuffiga.



Ing. Ingrid L. Lizaso Ordóñez
 INGENIERA CIVIL
 CIP N° 189480

RUC: 20610623612
 Para verificar la autenticidad
 puede comunicarse a:
 gruposecontperu@gmail.com

gruposecontperu@gmail.com

965287894 / 964743431

Avenida Huancavelica N° 2315 Esquina
 con Pta. San Andrés - Referencia a
 una cuadra de la Comisaría de Chila.
 (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)



INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

INFORME DE INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS
N° 024231-2023/002-INGENIERIA S.A.C.
SERVICIOS DE INGENIERIA



GRUPO INGEOCONT PERU

SERVICIOS DE INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS
• INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS
• INGENIERIA DE CALIDAD
• INGENIERIA DE SEGURIDAD
• INGENIERIA DE SISTEMAS
• INGENIERIA DE SOFTWARE

PROYECTO : TESIS: "COMPORTAMIENTO DINAMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFALTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"
Peticionario : Bach. TORPOCO FLORES, Yomira Yulieski - Bach. PAUCAR GARCIA, Brian Luis Anthony
Ubicación : MASMA A MASMACHICHE
Fecha de emisión : JUNIO - 2024

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

FECHA: Junio de 2024 DIA: JUEVES SENTIDO: 1 OBSERVACION: MASMA A MASMACHICHE

HORAS	AUTOS	Camionetas		BUS			CAMION			SEMI TRAYLER					Trayler			TOTAL	DISTRIBUCIO N %		
		Pick-up	Combi	2 E	3 E	4 E	E 3	E 2	4 E	251	252	351	352	353	212	213	312			>= 313	
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
05-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
06-07	12	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.84%
07-08	30	16	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.87%
08-09	28	14	6	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.22%
09-10	16	8	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.96%
10-11	18	8	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.32%
11-12	24	22	6	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.93%
12-13	32	22	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.64%
13-14	20	12	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.74%
14-15	30	10	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.51%
15-16	24	12	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.45%
16-17	22	18	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.51%
17-18	28	16	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.87%
18-19	26	14	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.16%
19-20	34	16	6	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.64%
20-21	26	10	6	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.16%
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
PARCIAL	370	202	60	14	22	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	670

Observacion: 1. A pedido del cliente solo se tomo 1 sentido.

OBSERVACIONES:
1.- Los datos fueron extraídos por el personal de laboratorio en un periodo de 7 días completos.
2.- El personal que extrajo los datos fueron turnados en 2 periodos durante cada día.
3.- El presente documento no deberá reemplazarse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- Formateo revisado y validado por Yerson Zacarias Lima Zuñiga.



RUC: 20610623612
Para verificar la autenticidad
puede comunicarse a:
grupoingenieria@gmail.com

945207894 / 94642431
grupoingenieria@gmail.com

Avda Huancavelica N° 235 Esquina
con Pje. San Andrés - Referencia a
una cuadra de la Comisión de Chica.
(FRENTE AL GRIFO MALZONI)



INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

SERVICIOS DE:
 • ASesorías técnicas de ingeniería de construcción y montaje
 • ASesorías técnicas de ingeniería de mantenimiento y montaje
 • ASesorías técnicas de ingeniería de rehabilitación y montaje
 • ASesorías técnicas de ingeniería de inspección y montaje
 • ASesorías técnicas de ingeniería de control de calidad y montaje
 • ASesorías técnicas de ingeniería de gestión de proyectos y montaje



GRUPO INGECOONT PERU

PROYECTO : TESIS: "COMPORTAMIENTO DINÁMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICIPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"
Peticionario : Bach. TORPOCO FLORES, Yomira Yuliesi - Bach. PAUCAR GARCÍA, Brian Luis Anthony
Ubicación : MASMA A MASMACHICHE **Fecha de recepción** : JUNIO -2024 **Fecha de emisión** : JUNIO - 2024

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

FECHA: Junio de 2024 **DIA:** VIERNES **SENTIDO:** 1 **OBSERVACION:** MASMA A MASMACHICHE

HORAS	AUTOS		Camionetas			BUS			CAMION			SEMI TRAVELER					Trailer			TOTAL	DISTRIBUCIO N. %			
	Pick-up	Combi	2 E	3 E	E 2	E 3	4 E	251	252	253	351	352	>= 353	272	273	372	>= 373							
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
05-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
06-07	10	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
07-08	22	12	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08-09	20	10	4	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
09-10	12	6	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10-11	12	6	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11-12	18	16	4	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12-13	22	16	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13-14	14	8	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14-15	22	8	4	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15-16	16	10	4	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16-17	16	12	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17-18	20	12	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18-19	18	10	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19-20	24	12	4	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20-21	18	8	4	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PARCIAL	264	150	44	14	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
																								494

Observacion:
 1. A pedido del cliente solo se tomo 1 sentido.

OBSERVACIONES:

- Los datos fueron extraídos por el personal de laboratorio en un periodo de 7 días completos.
- El personal que extrajo los datos fueron turnados en 2 periodos durante cada día.
- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

Formato revisado y validado por Yerson Zacarias Lima Zuñiga.



INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
 Ing. Ingrid I. Tanco Ordoñez
 INGENIERIA CIVIL
 CIP N° 189480

RUC: 20610623612
 Para verificar la autenticidad
 puede comunicarse a:
 grupoingcoontperu@gmail.com

965287894 / 964742431
 grupoingcoontperu@gmail.com

Avenda Huancavelica N° 235 Esquina
 con Pje. San Andrés - Referencia a
 una cuadra de la Comisaría de Chica
 (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)



INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

GRUPO INGEOCONT PERU

GRUPO INGEOCONT PERU

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

• CONSULTORÍA Y ASesorÍA EN INGENIERÍA DE TRÁFICO Y SEÑALIZACIÓN
 • CONSULTORÍA Y ASesorÍA EN INGENIERÍA DE VEHÍCULOS
 • CONSULTORÍA Y ASesorÍA EN INGENIERÍA DE VEHÍCULOS
 • CONSULTORÍA Y ASesorÍA EN INGENIERÍA DE VEHÍCULOS

PROYECTO : TESIS: "COMPORTAMIENTO DINÁMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"
Peticionario : Bach. TORPOCO FLORES, Yomira Yulibei - Bach. PAUCAR GARCÍA, Brian Luis Anthony
Ubicación : MASMA A MASMACHICHE
Fecha de recepción : JUNIO -2024 **Fecha de emisión** : JUNIO - 2024

HOJA 06 DE 07

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

OBSERVACION: MASMA A MASMACHICHE

SENTIDO: 1

DIA: SABADO

FECHA: Junio de 2024

HORAS	AUTOS		Camionetas		BUS			CAMION			SEMI TRAVELER					Trayler			TOTAL	DISTRIBUCION N. %					
	Pick-up	Combi	2 E	3 E	E2	E3	4 E	251	252	253	351	352	353	212	213	312	>= 313								
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
05-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
06-07	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.42%
07-08	15	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.43%
08-09	13	7	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.43%
09-10	8	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.48%
10-11	9	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.66%
11-12	12	11	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.96%
12-13	16	11	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.32%
13-14	10	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.37%
14-15	15	5	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.26%
15-16	12	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.72%
16-17	11	9	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.08%
17-18	14	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.43%
18-19	13	7	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.08%
19-20	17	8	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.32%
20-21	13	5	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.08%
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
PARCIAL	184	101	29	7	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	333

Observación: 1 A pedido del cliente solo se tomo 1 sentido.
 OBSERVACIONES:
 1.- Los datos fueron emitidos por el personal de laboratorio en un periodo de 7 días completos.
 2.- El personal que extrajo los datos fueron turnados en 2 periodos durante cada día.
 3.- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
 4.- Formato revisado y validado por Yerson Zúñiga Lima Zuñiga.



INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO
 Ing. Miguel A. Blanco Ordoñez
 INGENIERO EN TRÁFICO
 CIP N°: 189480

RUC: 20610623612
 Para verificar la autenticidad
 puede comunicarse a:
 grupo@concontrapruebas@gmail.com

grupo@concontrapruebas@gmail.com

965287896 / 964743431

Avanida Huancavelica N° 215 Esquina
 con Pto. San Andrés - Referencia a
 una cuadra de la Comisaría de Chilca.
 (FRENTE AL GRIFO PAJECHI)



INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

SERVICIOS DE:
 • ANÁLISIS DE VIBRACIONES DE MAQUINARIAS Y ESTRUCTURAS
 • ANÁLISIS DE VIBRACIONES DE MAQUINARIAS Y ESTRUCTURAS



SERVICIOS DE:
 • ANÁLISIS DE VIBRACIONES DE MAQUINARIAS Y ESTRUCTURAS
 • ANÁLISIS DE VIBRACIONES DE MAQUINARIAS Y ESTRUCTURAS

PROYECTO
 : TESIS: "COMPORTAMIENTO DINÁMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"
Peticionario
 : Bach. TORPOCO FLORES, Yomira Yuliesi - Bach. PAUCAR GARCÍA, Brian Luis Anthony
Ubicación
 : MASMA A MASMACHICHE Fecha de recepción : JUNIO -2024 Fecha de emisión : JUNIO -2024

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

HOJA 07 DE 07

OBSERVACION: MASMA A MASMACHICHE

DIA: DOMINGO

FECHA: Junio de 2024

HORAS	AUTOS		Caminiones			BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				Trayler				TOTAL	DISTRIBUCION N. %							
	Pick-up	Combi	2 E	3 E	E 2	E 3	4 E	251	252	253	351	352	353	212	213	214	312	313											
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
05-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
06-07	11	4	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
07-08	27	13	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08-09	24	12	5	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
09-10	14	7	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10-11	16	7	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11-12	21	20	4	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12-13	28	19	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13-14	18	11	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14-15	26	9	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15-16	21	11	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16-17	20	15	3	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-18	25	13	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18-19	22	12	4	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19-20	29	14	5	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20-21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARCIAL	302	167	45	11	18	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Observacion:
 1. A pedido del cliente solo se tomo 1 sentido.

OBSERVACIONES:

- 1.- Los datos fueron extraídos por el personal de laboratorio en un periodo de 7 días completos.
 - 2.- El personal que extrajo los datos fueron turnados en 2 periodos durante cada día.
 - 3.- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- Formato revisado y validado por Tenson, Zaccarias Lima Zúñiga.



RUC: 20610623612
 Para verificar la autenticidad
 puede comunicarse a
 grupoingenieria@gmail.com

grupoingenieria@gmail.com

965287594 / 944742431

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina
 con Pje. San Andrés - Referencia a
 una cuadra de la Comisaría de Chilca.
 (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFIA Y GEODESIA
- ESTUDIOS DE COSTOS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPAÑIA ENTE Y REGULAM. DE MEDICIONES PARA CONSTRUCCION Y MANTEN.
- PRUEBA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCION CIVIL
- ESTIMACIONES
- ASESORIA EN PROYECTOS DE INVERSIÓN

MEMBRO DE INDECOPE EN PARTICIPACION
N° 028199-10221000-INGECONT S.A.C.
CERTIFICADO N° 028199-10221000

PROYECTO : TESIS: "COMPORTAMIENTO DINÁMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"

Peticionario : Bach. TORPOCO FLORES, Yomira Yuleisi - Bach. PAUCAR GARCÍA, Brian Luis Anthony

Ubicación : MASMA A MASMACHICHE

Expediente N° : EXP-092-IDC-2024 **Fecha de recepción** : JUNIO - 2024

Codigo de formato : EXP/01-ASF-01 **Fecha de emisión** : JUNIO - 2024

DETERMINACION DE LA DEMANDA ACTUAL

HOJA 02 DE 03

Tipo de Vehículo	TOTAL ¹	IMD ₀	FC	IMD _a	DISTRIBUCION N, %
AUTOS	2138	305	1,022	312	54,26
Camionetas Pick-up	1178	168	1,022	172	29,91
Combi	342	49	1,022	50	8,70
BUS 2E	94	13	1,022	14	2,43
BUS 3E	141	20	1,022	21	3,65
Camión 2E	34	5	1,060	5	0,87
Camión 3E	8	1	1,060	1	0,17
Camión 4E	0	0	1,060	0	0,00
Semitrayler (T2S1)	0	0	1,060	0	0,00
Semitrayler (T2S2)	0	0	1,060	0	0,00
Semitrayler (T2S3)	0	0	1,060	0	0,00
Semitrayler (T3S1)	0	0	1,060	0	0,00
Semitrayler (T3S2)	0	0	1,060	0	0,00
Semitrayler (T3S3)	0	0	1,060	0	0,00
Trayler (C2R2)	0	0	1,060	0	0,00
Trayler (C2R3)	0	0	1,060	0	0,00
Trayler (C3R2)	0	0	1,060	0	0,00
Trayler (C3R3)	0	0	1,060	0	0,00
TOTAL	3935	562		575	100

¹ Total de vehículos por tipo suma de toda la semana.

2.- ANALISIS DE LA DEMANDA

2.1.- DEMANDA ACTUAL

Tipo de Vehículo	IMD _a	DISTRIBUCION N, %
AUTOS	312	54,26
Camionetas Pick-up	172	29,91
Combi	50	8,70
BUS 2E	14	2,43
BUS 3E	21	3,65
Camión 2E	5	0,87
Camión 3E	1	0,17
Camión 4E	0	0,00
Semitrayler (T2S1)	0	0,00
Semitrayler (T2S2)	0	0,00
Semitrayler (T2S3)	0	0,00
Semitrayler (T3S1)	0	0,00
Semitrayler (T3S2)	0	0,00
Semitrayler (T3S3)	0	0,00
Trayler (C2R2)	0	0,00
Trayler (C2R3)	0	0,00
Trayler (C3R2)	0	0,00
Trayler (C3R3)	0	0,00
TOTAL	575	100

2.2.- DEMANDA PROYECTADA

$$T_n = T_0 * (1 + r)^{n-1}$$

Donde:

- T_n = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día
- T₀ = Tránsito actual (año base) en veh/día
- n = año futuro de proyección
- r = tasa anual de crecimiento de tránsito

Tasa de Crecimiento x Región en %

r_{vp} = **2.04%** (Ver A4.TC - Tasa de Crecimiento Anual de la Población)

r_{vc} = **2.84%** (Ver A4.TC - Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional)

(para vehículos de pasajeros)

(para vehículos de carga)

OBSERVACIONES:

- Para el procesamiento de la información se toma como guía la; FICHA TÉCNICA ESTÁNDAR PARA LA FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN EN CARRETERAS INTERURBANAS - V 2.0 (La información registrada tiene carácter de Declaración Jurada - DS. N° 284-2018-EF) - ACTUALIZADA A JULIO 2023.
- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chilca. (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)

965287894 / 964743431

grupoingecontperu@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a grupoingecontperu@gmail.com

PROYECTO : TESIS: "COMPORTAMIENTO DINÁMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"
Peticionario : Bach. TORPOCO FLORES, Yomira Yuleisi - Bach. PAUCAR GARCÍA, Brian Luis Anthony
Ubicación : MASMA A MASMACHICHE
Expediente N° : EXP-092-IDC-2024 **Fecha de recepción** : JUNIO - 2024
Codigo de formato : EXP/01-ASF-01 **Fecha de emisión** : JUNIO - 2024

DETERMINACION DE LA DEMANDA ACTUAL

1.- ASPECTOS DE LA DEMANDA

HOJA 01 DE 03

1.1.- DETERMINACION DEL TRAFICO ACTUAL

i) Resumir los conteos de tránsito a nivel del día y tipo de vehículo

RESULTADOS DEL CONTEO DE TRAFICO							
Tipo de Vehículo	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
AUTOS	308	310	400	370	264	184	302
Camionetas Pick-up	172	168	218	202	150	101	167
Combi	48	50	66	60	44	29	45
BUS 2E	14	14	20	14	14	7	11
BUS 3E	20	20	30	22	20	11	18
Camión 2E	2	6	14	2	2	1	7
Camión 3E	0	2	4	0	0	0	2
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler (T2S1)	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler (T2S2)	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler (T2S3)	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler (T3S1)	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler (T3S2)	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler (T3S3)	0	0	0	0	0	0	0
Trayler (C2R2)	0	0	0	0	0	0	0
Trayler (C2R3)	0	0	0	0	0	0	0
Trayler (C3R2)	0	0	0	0	0	0	0
Trayler (C3R3)	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	564	570	752	670	494	333	552



ii) Determinar los factores de corrección estacional de una estación de peaje cercano al camino

F.C.E. Vehículos ligeros: 1,0215191 **Ver hoja A3. FC (Llenar campo manualmente)**
 F.C.E. Vehículos pesados: 1,06013243 **Ver hoja A3. FC (Llenar campo manualmente)**

*PEAJE CHACAPAMPA - Factores de corrección de vehículos ligeros por unidad de peaje - Promedio (2010-2020)

iii) Aplicar la siguiente fórmula, para un conteo de 7 días

1) $IMD_S = \frac{\sum Vi}{7}$ 2)..... $IMD_A = IMD_S + FC$

IMD_S = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada
 IMD_A = Índice Medio Anual
 Vi = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo
 FCE = Factores de Corrección Estacional





INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

SERVICIOS DE:
 • LABORATORIO DE PRUEBAS DE RESISTENCIA EN SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS
 • TORRENTES Y TUBERIAS
 • FUNDACIONES DE BARRAS
 • CONSULTORIA DE PROYECTOS
 • CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS DE CONSTRUCCION CIVIL
 • CARPENTERIAS
 • ASSESORIA EN PRODUCTO DE INVESTIGACION
 RUC: 20610623612
 DISTRITO DE SAN JOSE DE CAJAMARCA



GRUPO
INCEOCONT
 PERÚ

PROYECTO : TESIS: "COMPORTAMIENTO DINÁMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"

Peticionario : Bach. TORPOCO FLORES, Yomira Yuleisi - Bach. PAUCAR GARCÍA, Brian Luis Anthony
 Ubicación : MASMA A MASMACHICHE : EXP/01-ASF-01
 Fecha de recepción : JUNIO - 202
 Fecha de emisión : JUNIO - 2024

HOJA 03 DE 03

2.3.- DEMANDA PROYECTADA PERIODO DE ANALISIS DE 10 AÑOS
 DETERMINACION DE LA DEMANDA

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	575	575	586	599	610	623	635	649	662	676	689
AUTOS	312	312	318	325	331	338	345	352	359	367	374
Camionetas Pick-up	172	172	176	179	183	186	190	194	198	202	206
Combi	50	50	51	52	53	54	55	56	58	59	60
BUS 2E	14	14	14	15	15	15	15	16	16	16	17
BUS 3E	21	21	21	22	22	23	23	24	24	25	25
Camión 2E	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6
Camión 3E	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler (T2S1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler (T2S2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler (T2S3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler (T3S1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler (T3S2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler (T3S3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler (C2R2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler (C2R3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler (C3R2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler (C3R3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

OBSERVACIONES:

- 1.- Para el procesamiento de la información se toma como guía la: FICHA TÉCNICA ESTÁNDAR PARA LA FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN EN CARRITERAS INTERURBANAS - V.2.0 (La información registrada tiene carácter de Declaración Jurada - DS. N° 284-2018-EF) - ACTUALIZADA A JULIO 2023.
- 2.- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

.- Formatos revisados y validados por Yerson Zacarias Lima Zuñiga.



INGENIERA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO
 Ing. Ingrid L. Lizaso Ordóñez
 INGENIERA CIVIL
 CIP. N° 189480

RUC: 20610623612
 Para verificar la autenticidad
 puede comunicarse a
 grupingecontperu@gmail.com

grupingecontperu@gmail.com

95287894 / 967615431



Avenida Huancavelica N° 235 Esquina
 con Pje. San Andrés - Referencia a
 una casa de la Comandante de Chila.
 (FRENTE AL GRUPO MALECCI)

PROYECTO : TESIS: "COMPORTAMIENTO DINÁMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"
Peticionario : Bach. TORPOCO FLORES, Yomira Yuleisi - Bach. PAUCAR GARCÍA, Brian Luis Anthony
Ubicación : MASMA A MASMACHICHE
Expediente N° : EXP-092-IDC-2024 **Fecha de recepción** : JUNIO - 2024
Código de formato : EXP/01-ASF-01 **Fecha de emisión** : JUNIO - 2024

DETERMINACION LOS LOS EJES EQUIVALENTES

1.- DETERMINACION DE FACTORES

Número de Calzadas 1 Fd = 0,5
 Nro de Sentidos 2 Fc = 1
 Nro de Carriles - Sentido 1
 Tipo de pavimento TSB

2.- DETERMINACION DE LOS EJES EQUIVALENTES

2.2.- EE ACTUAL

Tipo de Vehículo	IMDa	Factor Equivalencia	Fd	Fc	Fp	Ejes Equivalente
AUTOS	312	0,001	0,50	1,00	1,00	56,94
Camionetas Pick-up	172	0,001	0,50	1,00	1,00	31,39
Combi	50	0,10	0,50	1,00	1,00	912,50
BUS 2E	14	4,50	0,50	1,00	1,00	11507,72
BUS 3E	21	3,29	0,50	1,00	1,00	12589,76
Camión 2E	5	4,50	0,50	1,00	1,10	4520,89
Camión 3E	1	3,29	0,50	1,00	1,10	659,46
Camión 4E	0	2,77	0,50	1,00	1,10	0,00
Semitrayler (T2S1)	0	6,52	0,50	1,00	1,10	0,00
Semitrayler (T2S2)	0	6,52	0,50	1,00	1,10	0,00
Semitrayler (T2S3)	0	6,21	0,50	1,00	1,10	0,00
Semitrayler (T3S1)	0	5,30	0,50	1,00	1,10	0,00
Semitrayler (T3S2)	0	5,30	0,50	1,00	1,10	0,00
Semitrayler (T3S3)	0	4,99	0,50	1,00	1,10	0,00
Trayler (C2R2)	0	10,98	0,50	1,00	1,10	0,00
Trayler (C2R3)	0	9,76	0,50	1,00	1,10	0,00
Trayler (C3R2)	0	9,76	0,50	1,00	1,10	0,00
Trayler (C3R3)	0	8,54	0,50	1,00	1,10	0,00
TOTAL	575				E.E totales =	30279

2.2.- EE PROYECTADO EN 10 AÑOS

Tipo de Vehículo	IMDa	Factor Equivalencia	Fd	Fc	Fp	Ejes Equivalente
AUTOS	3421	0,001	0,50	1,00	1,00	624,33
Camionetas Pick-up	1886	0,001	0,50	1,00	1,00	344,20
Combi	548	0,10	0,50	1,00	1,00	10001,00
BUS 2E	153	4,50	0,50	1,00	1,00	125762,94
BUS 3E	230	3,29	0,50	1,00	1,00	137887,88
Camión 2E	56	4,50	0,50	1,00	1,10	50633,97
Camión 3E	10	3,29	0,50	1,00	1,10	6594,64
Camión 4E	0	2,77	0,50	1,00	1,10	0,00
Semitrayler (T2S1)	0	6,52	0,50	1,00	1,10	0,00
Semitrayler (T2S2)	0	6,52	0,50	1,00	1,10	0,00
Semitrayler (T2S3)	0	6,21	0,50	1,00	1,10	0,00
Semitrayler (T3S1)	0	5,30	0,50	1,00	1,10	0,00
Semitrayler (T3S2)	0	5,30	0,50	1,00	1,10	0,00
Semitrayler (T3S3)	0	4,99	0,50	1,00	1,10	0,00
Trayler (C2R2)	0	10,98	0,50	1,00	1,10	0,00
Trayler (C2R3)	0	9,76	0,50	1,00	1,10	0,00
Trayler (C3R2)	0	9,76	0,50	1,00	1,10	0,00
Trayler (C3R3)	0	8,54	0,50	1,00	1,10	0,00
TOTAL	6304				E.E totales =	331 849

OBSERVACIONES:

- Para el procesamiento de la información se tomo como guía la; FICHA TÉCNICA ESTÁNDAR PARA LA FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN EN CARRETERAS INTERURBANAS - V 2.0 (La información registrada tiene carácter de Declaración Jurada - DS. N° 284-2018-EF) - ACTUALIZADA A JULIO 2023.
 - El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- Formato revisado y validado por Yerson Zacarias Lima Zúñiga.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO

 Ing. Miguel L. Blanco Ordoñez
 INGENIERA CIVIL
 CIP N° 189480

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chilca. (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)

965287894 / 964743431

grupoingecontperu@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a grupoingecontperu@gmail.com



**ÍNDICE
INTERNACIONAL
DE RUGOSIDAD
IRI**

PROYECTO: TESIS: "COMPORTAMIENTO DINÁMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"

PETICIONARIO : BACH. TORPOCO FLORES, YOMIRA YULEISI - BACH. PAUCAR GARCÍA, BRIAN LUIS ANTHONY

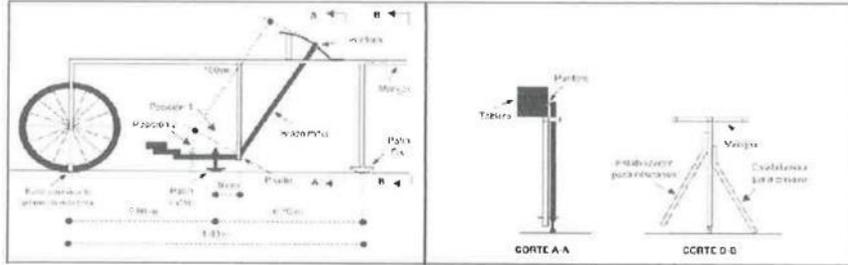
TRAMO DE INICIO : 2+900

SENTIDO: IZQUIERDO

FECHA : Junio - 2024

**MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON EL EQUIPO "MERLIN"
 ÍNDICE INTERNACIONAL DE RUGOSIDAD, IRI**

1.- EQUIPO USADO



MARCA: TECNICAS CP

MODELO: TM171

N° SERIE: 720

A.- RECOLECCION DE DATOS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	27	15	15	26	16	20	22	19	16	0
2	6	13	12	18	27	11	17	14	9	17
3	22	18	15	25	14	12	16	16	20	6
4	20	21	24	15	19	21	14	11	13	29
5	15	16	32	16	13	13	18	15	19	24
6	45	27	12	18	17	15	15	9	12	24
7	12	17	17	14	9	17	17	20	15	17
8	22	14	14	19	16	14	8	17	16	22
9	16	10	21	19	10	19	17	11	14	20
10	14	20	17	20	14	7	15	8	8	7
11	16	11	15	24	15	13	15	14	10	20
12	5	17	17	16	7	15	12	18	15	15
13	16	19	13	16	12	14	15	19	22	22
14	17	19	21	15	18	15	16	14	9	15
15	10	17	19	13	9	15	11	15	14	15
16	8	8	14	15	12	16	20	13	21	16
17	16	13	18	16	19	18	15	17	19	10
18	12	17	23	27	23	27	10	16	19	15
19	21	11	15	15	20	14	16	19	13	15
20	15	13	14	15	13	7	19	15	18	13

CONDICION CLIMATICA
SOLEADO

TIPO DE PAVIMENTO
PAVIMENTO FLEXIBLE

SENTIDO / CARRIL
IZQUIERDO

PROGRESIVA DE INICIO
2+900

PROGRESIVA FINAL
3+290

UBICACIÓN
MASMA A MASMACHICHE

NOTA:

* Los datos fueron extraidos por el personal de laboratorio.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
Ingrid L. Llano Ordóñez
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 109480

Avenida Huancavetica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chilca. (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)

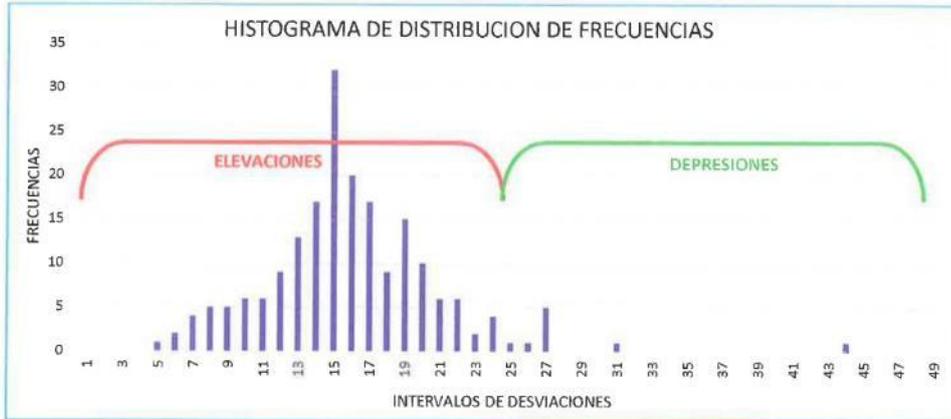
965287894 / 966743431

grupoingeocontrperu@gmail.com

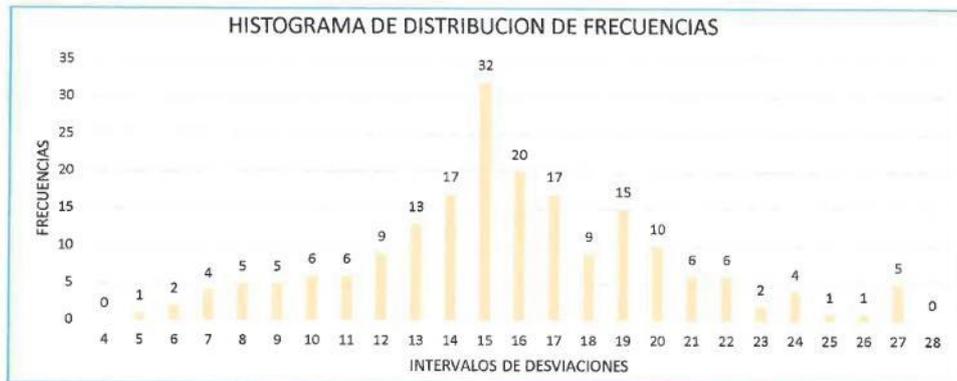
RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a grupoingeocontrperu@gmail.com

B.- HISTOGRAMA DE LA DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS



C.- CALCULO DEL RANGO "D"



EXTREMO INFERIOR : 0,400
EXTREMO SUPERIOR : 0,250

CONTEO DE UNIDADES : 15

RANGO "D" : 15,650

Expresado en, "mm"

RANGO "D" : 78,25 mm

D.- DETERMINANDO VALOR "IRI"

- Brasil en 1982; Cuando $2.4 < IRI < 15.9$, entonces $IRI = 0.593 + 0.0471 D =$
- Experiencia Peruana, Cuando $IRI < 2.4$, entonces $IRI = 0.0485 D =$

4,279 m/Km USAR
3,795 m/Km NO USAR

*NOTA: No requiere factor de correccion.

E.- CALCULO DEL VALOR PSI

$$PSI = \frac{5}{IRI} \dots (1)$$

$$PSI = 5.85 - 1.68(IRI)^{0.5} \dots (2)$$

$$PSI = 4.182 - 0.455(IRI) \dots (3)$$

De la ecuacion 1; = 2,508
De la ecuacion 2; = 2,577
De la ecuacion 3; = 2,455

PROMEDIO = 2,513



INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
Ing. Ingrid L. Llano Ordoñez
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 189480

* Los resultados del ensayos fueron procesados según la extracción de datos en campo.

PROYECTO: TESIS: "COMPORTAMIENTO DINÁMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"

PETICIONARIO : BACH. TORPOCO FLORES, YOMIRA YULEISI - BACH. PAUCAR GARCÍA, BRIAN LUIS ANTHONY

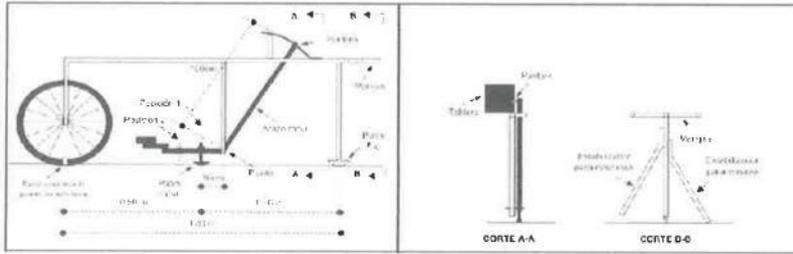
TRAMO DE INICIO : 3+290

SENTIDO: IZQUIERDO

FECHA : Junio - 2024

**MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON EL EQUIPO "MERLIN"
 ÍNDICE INTERNACIONAL DE RUGOSIDAD, IRI**

1.- EQUIPO USADO



MARCA: TECNICAS CP

MODELO:

TM171

N° SERIE:

720

A.- RECOLECCION DE DATOS

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

CONDICION CLIMATICA
SOLEADO

TIPO DE PAVIMENTO
PAVIMENTO FLEXIBLE

SENTIDO / CARRIL
IZQUIERDO

PROGRESIVA DE INICIO
3+290

PROGRESIVA FINAL
3+680

UBICACIÓN
MASMA A MASMACHICHE

NOTA:

* Los datos fueron extraídos por el personal de laboratorio.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
Ingrid T. Llancas Ordóñez
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 189480

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chilca. (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)

965287894 / 964743431

grupoingecontperu@gmail.com

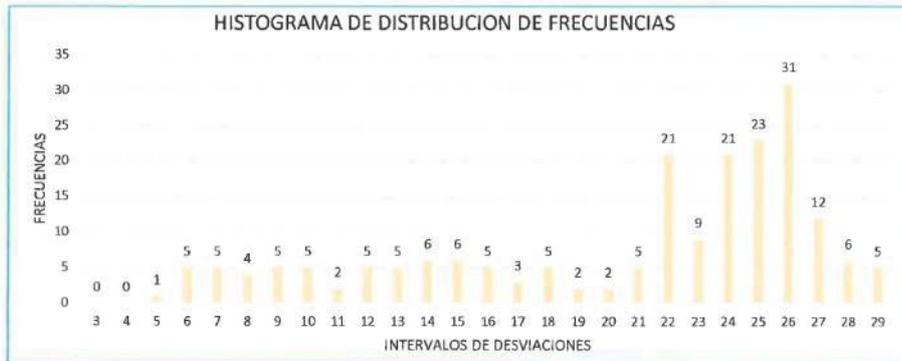
RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a grupoingecontperu@gmail.com

B.- HISTOGRAMA DE LA DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS



C.- CALCULO DEL RANGO "D"



EXTREMO INFERIOR : 0,200
 EXTREMO SUPERIOR : 0,167

CONTEO DE UNIDADES : 20

RANGO "D" : 20,367

Expresado en, "mm"

RANGO "D" : 101,83 mm

D.- DETERMINANDO VALOR "IRI"

- Brasil en 1982; Cuando $2.4 < IRI < 15.9$, entonces $IRI = 0.593 + 0.0471 D =$
- Experiencia Peruana, Cuando $IRI < 2.4$, entonces $IRI = 0.0485 D =$

5,389 m/Km USAR
 4,939 m/Km NO USAR

*NOTA: No requiere factor de correccion.

E.- CALCULO DEL VALOR PSI

$$PSI = \frac{5}{e^{5.5}} \dots (1)$$

$$PSI = 5.85 - 1.68(IRI)^{0.5} \dots (2)$$

$$PSI = 4.182 - 0.455(IRI) \dots (3)$$

De la ecuacion 1; = 2,037
 De la ecuacion 2; = 2,116
 De la ecuacion 3; = 1,935

PROMEDIO = 2,029

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO
 Ing. Ingrid L. Llancos Ordoñez
 INGENIERA CIVIL
 CIP. N° 189480

* Los resultados del ensayos fueron procesados según la extracción de datos en campo.

PROYECTO: TESIS: "COMPORTAMIENTO DINÁMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"

PETICIONARIO : BACH. TORPOCO FLORES, YOMIRA YULEISI - BACH. PAUCAR GARCÍA, BRIAN LUIS ANTHONY

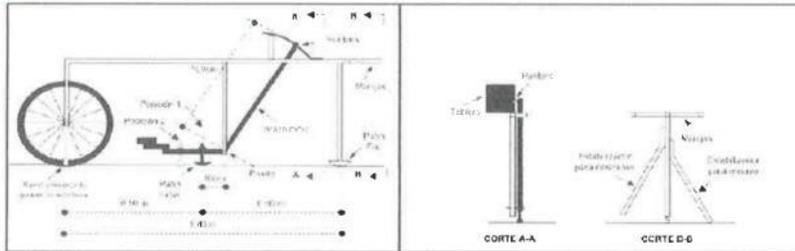
TRAMO DE INICIO : 3+680

SENTIDO: IZQUIERDO

FECHA : Junio - 2024

**MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON EL EQUIPO "MERLIN"
ÍNDICE INTERNACIONAL DE RUGOSIDAD, IRI**

1.- EQUIPO USADO



MARCA: TECNICAS CP

MODELO: TM171

N° SERIE: 720

A.- RECOLECCION DE DATOS

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

CONDICION CLIMATICA	SOLEADO
TIPO DE PAVIMENTO	PAVIMENTO FLEXIBLE
SENTIDO / CARRIL	IZQUIERDO
PROGRESIVA DE INICIO	3+680
PROGRESIVA FINAL	4+07
UBICACIÓN	MASMA A MASMACHICHE

NOTA:

* Los datos fueron extraidos por el personal de laboratorio.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
Ingrid L. Hanco Ordoñez
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 109460

📍 Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaria de Chitca. (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)

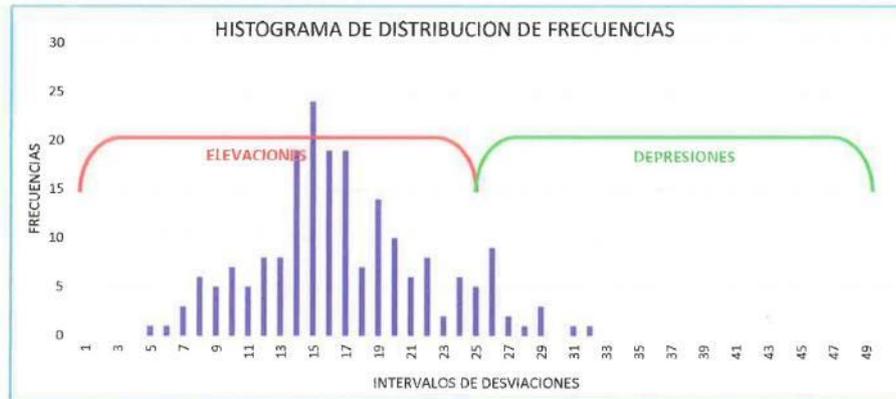
☎️ 965287894 / 964743431

✉️ grupoingecontperu@gmail.com

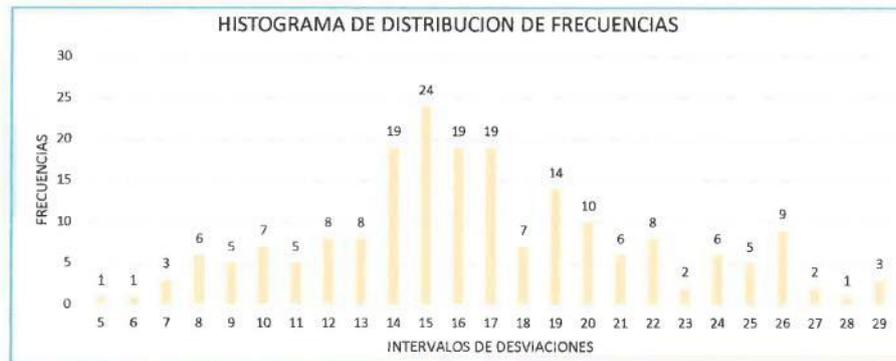
RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a grupoingecontperu@gmail.com

B.- HISTOGRAMA DE LA DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS



C.- CALCULO DEL RANGO "D"



EXTREMO INFERIOR : 0,167
EXTREMO SUPERIOR : 0,556

CONTEO DE UNIDADES : 17

RANGO "D" : 17,722

Expresado en, "mm"

RANGO "D" : **88,61** mm

Nota: Se eliminaron el 5% (5,5 datos) de los extremos del histograma.

D.- DETERMINANDO VALOR "IRI"

1.- Brasil en 1982; Cuando $2.4 < IRI < 15.9$, entonces $IRI = 0.593 + 0.0471 D =$

4,767 m/Km USAR

2.- Experiencia Peruana, Cuando $IRI < 2.4$, entonces $IRI = 0.0485 D =$

4,298 m/Km NO USAR

*NOTA: No requiere factor de correccion.

E.- CALCULO DEL VALOR PSI

$$PSI = \frac{5}{\frac{IRI}{e^{5.5}}} \dots (1)$$

$$PSI = 5.85 - 1.68(IRI)^{0.5} \dots (2)$$

$$PSI = 4.182 - 0.455(IRI) \dots (3)$$

De la ecuacion 1; = 2,289
De la ecuacion 2; = 2,367
De la ecuacion 3; = 2,227

PROMEDIO = **2,294**

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO

Ing. Ingrid L. Llancas Ordóñez
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 189480

* Los resultados del ensayos fueron procesados según la extraccion de datos en campo.

PROYECTO: TESIS: "COMPORTAMIENTO DINÁMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"

PETICIONARIO : BACH. TORPOCO FLORES, YOMIRA YULEISI - BACH. PAUCAR GARCÍA, BRIAN LUIS ANTHONY

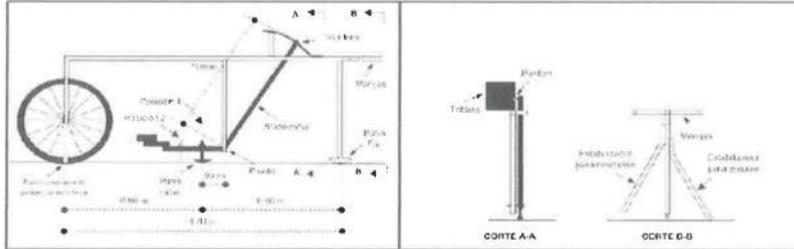
TRAMO DE INICIO : 4+070

SENTIDO: DERECHO

FECHA : Junio - 2024

**MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON EL EQUIPO "MERLIN"
ÍNDICE INTERNACIONAL DE RUGOSIDAD, IRI**

1.- EQUIPO USADO



MARCA: TECNICAS CP

MODELO:

TM171

N° SERIE:

720

A.- RECOLECCION DE DATOS

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

CONDICION CLIMATICA
SOLEADO

TIPO DE PAVIMENTO
PAVIMENTO FLEXIBLE

SENTIDO / CARRIL
DERECHO

PROGRESIVA DE INICIO
4+070

PROGRESIVA FINAL
3+680

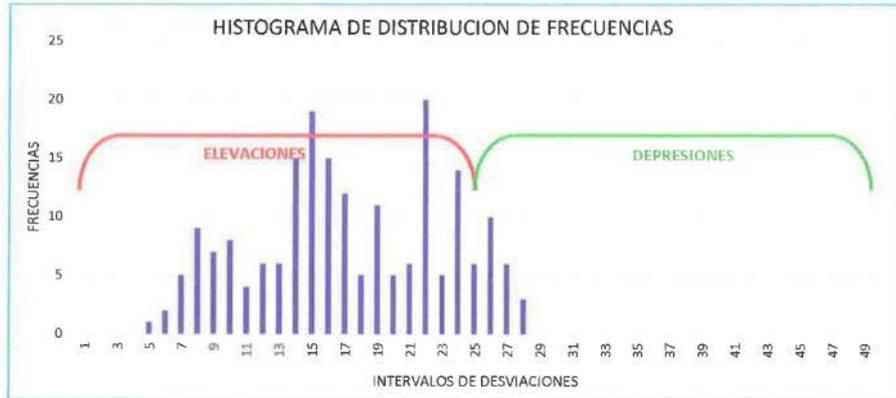
UBICACIÓN
MASMACHICHE A MASMA

NOTA:

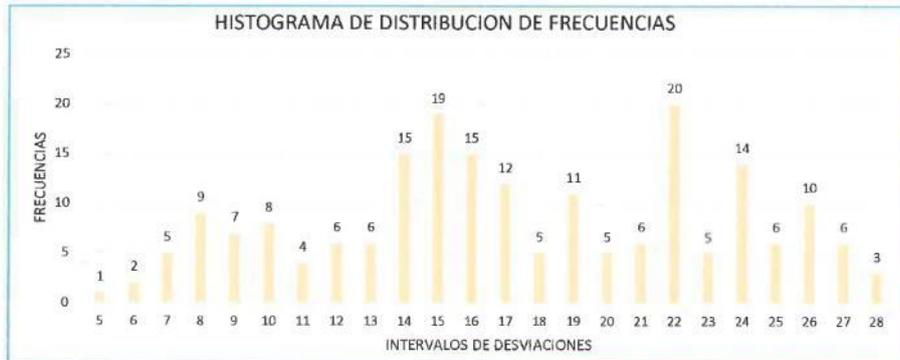
* Los datos fueron extraidos por el personal de laboratorio.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
Ingrid L. Llano Ordoñez
Ing. Ingrid L. Llano Ordoñez
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 109480

B.- HISTOGRAMA DE LA DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS



C.- CALCULO DEL RANGO "D"



EXTREMO INFERIOR : 0,778
EXTREMO SUPERIOR : 0,900

CONTEO DE UNIDADES: 17

RANGO "D": 18,678

Expresado en, "mm"

RANGO "D": 93,39 mm

D.- DETERMINANDO VALOR "IRI"

- 1.- Brasil en 1982; Cuando $2.4 < IRI < 15.9$, entonces $IRI = 0.593 + 0.0471 D =$
- 2.- Experiencia Peruana, Cuando $IRI < 2.4$, entonces $IRI = 0.0485 D =$

4,992 m/Km USAR
4,529 m/Km NO USAR

*NOTA: No requiere factor de correccion.

E.- CALCULO DEL VALOR PSI

$$PSI = \frac{5}{IRI^{5.5}} \dots (1)$$

$$PSI = 5.85 - 1.68(IRI)^{0.5} \dots (2)$$

$$PSI = 4.182 - 0.455(IRI) \dots (3)$$

De la ecuacion 1; = 2,194
De la ecuacion 2; = 2,275
De la ecuacion 3; = 2,121

PROMEDIO = 2,197

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
Ing. Ingrid L. Llancos Ordoñez
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 189480

* Los resultados del ensayos fueron procesados según la extraccion de datos en campo.

PROYECTO: TESIS: "COMPORTAMIENTO DINÁMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"

PETICIONARIO : BACH. TORPOCO FLORES, YOMIRA YULEISI - BACH. PAUCAR GARCÍA, BRIAN LUIS ANTHONY

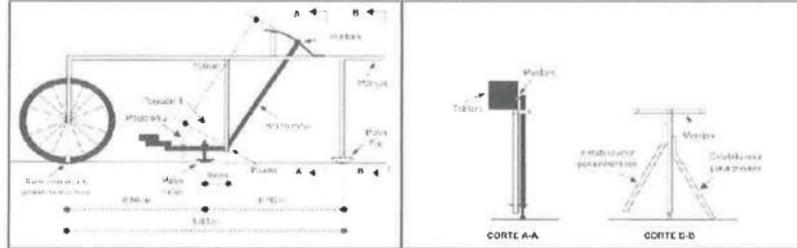
TRAMO DE INICIO : 3+680

SENTIDO: DERECHO

FECHA : Junio - 2024

**MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON EL EQUIPO "MERLIN"
 ÍNDICE INTERNACIONAL DE RUGOSIDAD, IRI**

1.- EQUIPO USADO



MARCA: TECNICAS CP

MODELO:

TM171

N° SERIE:

720

A.- RECOLECCION DE DATOS

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

CONDICION CLIMATICA
SOLEADO
TIPO DE PAVIMENTO
PAVIMENTO FLEXIBLE
SENTIDO / CARRIL
IZQUIERDO
PROGRESIVA DE INICIO
3+680
PROGRESIVA FINAL
3+290
UBICACIÓN
MASMACHICHE A MASMA

NOTA:

* Los datos fueron extraidos por el personal de laboratorio.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO

 Ing. Ingrid L. Llancu Ordoñez
 INGENIERA CIVIL
 CIP. N°: 189480

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaria de Chilca. (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)



965287894 / 964743431

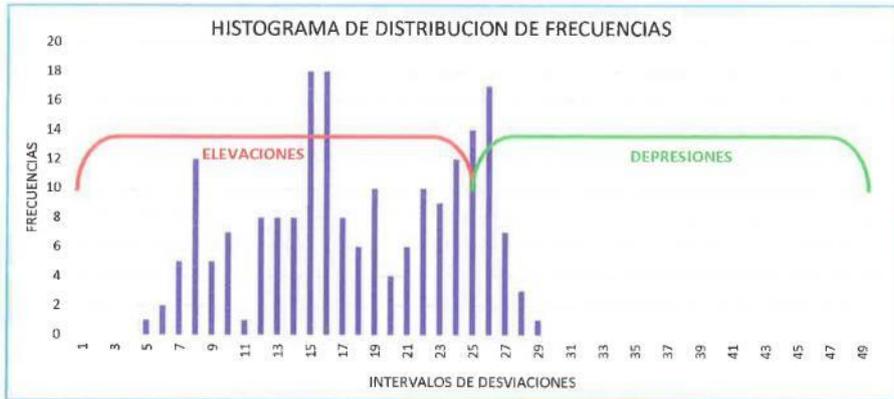


grupoingeocontperu@gmail.com

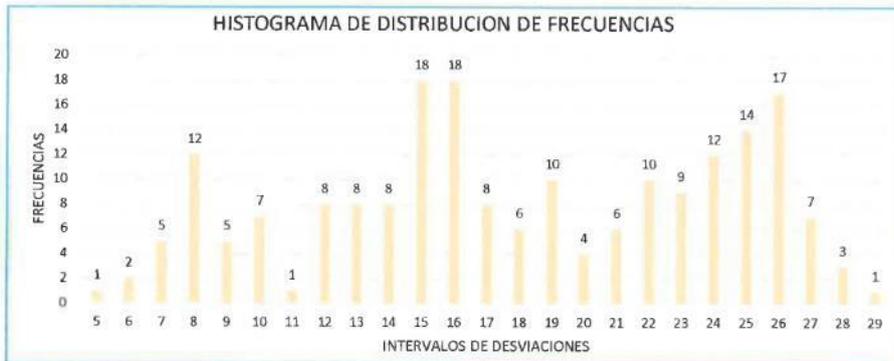
RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a grupoingeocontperu@gmail.com

B.- HISTOGRAMA DE LA DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS



C.- CALCULO DEL RANGO "D"



EXTREMO INFERIOR : 0,833
EXTREMO SUPERIOR : 0,143

CONTEO DE UNIDADES : 18

RANGO "D" : 18,976

Expresado en, "mm"

RANGO "D" : 94,88 mm

D.- DETERMINANDO VALOR "IRI"

- 1.- Brasil en 1982; Cuando $2.4 < IRI < 15.9$, entonces $IRI = 0.593 + 0.0471 D =$
- 2.- Experiencia Peruana, Cuando $IRI < 2.4$, entonces $IRI = 0.0485 D =$

5,062 m/Km USAR
4,602 m/Km NO USAR

*NOTA: No requiere factor de correccion.

E.- CALCULO DEL VALOR PSI

$$PSI = \frac{5}{e^{5.5}} \dots (1) \quad PSI = 5.85 - 1.68(IRI)^{0.5} \dots (2) \quad PSI = 4.182 - 0.455(IRI) \dots (3)$$

De la ecuacion 1; = 2,166
De la ecuacion 2; = 2,246 PROMEDIO = 2,167
De la ecuacion 3; = 2,088



* Los resultados del ensayos fueron procesados según la extraccion de datos en campo.

SERVICIOS DE:

• LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 • TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
 • SELECCIÓN DE OBRAS
 • CONSULTORIA DE PROYECTOS

• COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIOS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
 • VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
 • INVESTIGACIONES
 • ASISTENCIA EN PROYECTO DE INVESTIGACION

MEMBRO DE INGECONY, EN FIANZAS N° 028159-2023/050/INGECONY Y CERTIFICADO N° 00151524

PROYECTO: TESIS: "COMPORTAMIENTO DINÁMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"

PETICIONARIO : BACH. TORPOCO FLORES, YOMIRA YULEISI - BACH. PAUCAR GARCÍA, BRIAN LUIS ANTHONY

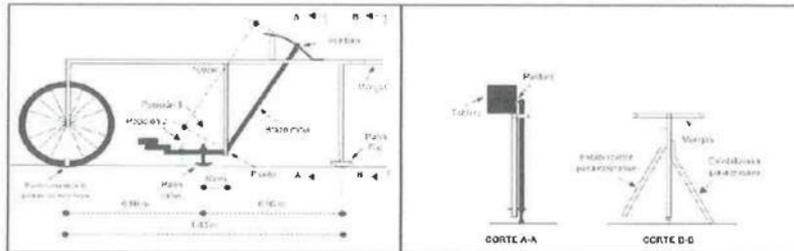
TRAMO DE INICIO : 3+290

SENTIDO: DERECHO

FECHA : Junio - 2024

**MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON EL EQUIPO "MERLIN"
 ÍNDICE INTERNACIONAL DE RUGOSIDAD, IRI**

1.- EQUIPO USADO



MARCA: TECNICAS CP **MODELO:** TM171
N° SERIE: 720

A.- RECOLECCION DE DATOS

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

CONDICION CLIMATICA	SOLEADO
TIPO DE PAVIMENTO	PAVIMENTO FLEXIBLE
SENTIDO / CARRIL	DERECHO
PROGRESIVA DE INICIO	3+290
PROGRESIVA FINAL	2+900
UBICACIÓN	MASMACHICHE A MASMA

NOTA:

* Los datos fueron extraidos por el personal de laboratorio.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO

 Ing. Ingrid L. Llanco Ordoñez
 INGENIERIA CIVIL
 CIP. N°-100480

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chilca. (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)

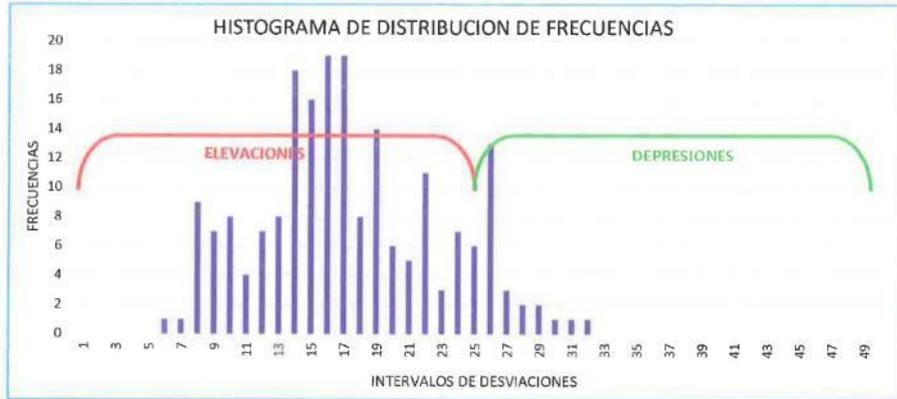
965287894 / 964763631

grupoingecontperu@gmail.com

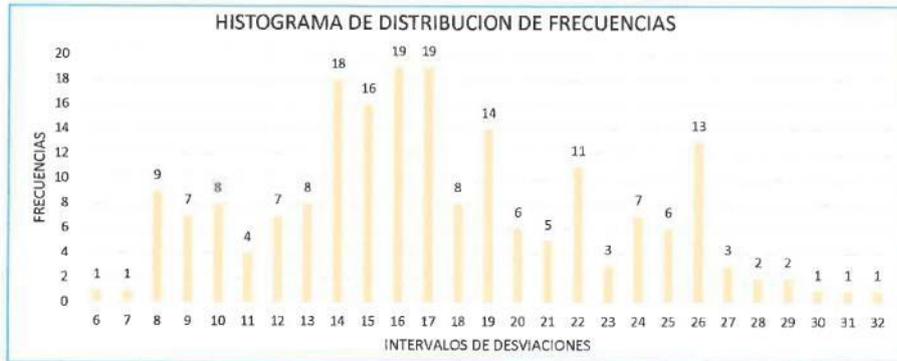
RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a grupoingecontperu@gmail.com

B.- HISTOGRAMA DE LA DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS



C.- CALCULO DEL RANGO "D"



EXTREMO INFERIOR : 0,111 CONTEO DE UNIDADES : 18
 EXTREMO SUPERIOR : 0,000
 RANGO "D" : 18,111 Expresado en, "mm" RANGO "D" : 90,56 mm

Nota: Se eliminaron el 5% (5,5 datos) de los extremos del histograma.

D.- DETERMINANDO VALOR "IRI"

- Brasil en 1982; Cuando $2.4 < IRI < 15.9$, entonces $IRI = 0.593 + 0.0471 D = 4,858 \text{ m/Km}$ USAR
- Experiencia Peruana, Cuando $IRI < 2.4$, entonces $IRI = 0.0485 D = 4,392 \text{ m/Km}$ NO USAR

*NOTA: No requiere factor de correccion.

E.- CALCULO DEL VALOR PSI

$$PSI = \frac{5}{IRI} \dots (1) \quad PSI = 5.85 - 1.68(IRI)^{0.5} \dots (2) \quad PSI = 4.182 - 0.455(IRI) \dots (3)$$

De la ecuacion 1; = 2,250
 De la ecuacion 2; = 2,329 PROMEDIO = 2,254
 De la ecuacion 3; = 2,184



* Los resultados del ensayos fueron procesados según la extracion de datos en campo.



**ÍNDICE DE
CONDICIÓN DEL
PAVIMENTO
PCI**

PROYECTO : TESIS: "COMPORTAMIENTO DINÁMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"
Peticionario : BACH. TORPOCO FLORES, YOMIRA YULEISI - BACH. PAUCAR GARCÍA, BRIAN LUIS ANTHONY
Ubicación : MASMA A MASMACHICHE

Muestra : 01
Ensayado por : Y.Z.L.Z.
Fecha de emisión : JUNIO - 2024

**INVENTARIO DE DETERIOROS O FALLAS DE LOS PAVIMENTOS ASFALTADOS
 INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - ASTM D6433-16**

PROGRESIVA		ANCHO DE VIA, m	LONGITUD DE ESTUDIO, m	UNIDAD DE MUESTRA	AREA DE LA UNIDAD, m ²
Inicio, Km	al Km	4,4	70	1	308
2+900	2+970	NIVEL DE SEVERIDAD		MEDIA (MEDIUM)	ALTA (HIGH)
		BAJA (LOW)	L	M	H

No.	TIPO DE FALLA	UND	No.	TIPO DE FALLA	UND
1	Piel de cocodrillo	m ²	6	Peladura y desprendimien	m ²
2	Fisuras Longitudinales	m	7	Baches (Huecos)	und
3	Deformacion por deficiencia estructural	m ²	8	Fisuras transversales	m
4	Ahuellamiento	m ²	9	Exudacion	m ²
5	Reparaciones o parchados	m ²	10	Daños Puntuales	m ²
			11	Desnivel calzada - Berma	und

No. TIPO DE FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO "DV"
7	H	1	1	1
1	H	13,4015	3,565	16,9665

DEDUCCION MAXIMA "DM"	58	DEDUCCION MINIMA	54,00
NUMERO MAXIMO PERMISIBLE, m	4,9	NUMERO MAXIMO DE VALORES DEDUCIDOS	4
PARTE DECIMAL	0,9		

DETERMINACION DEL VALOR DE PCI CORREGIDO - PAVIMENTO FLEXIBLE

No.	VALORES REDUCIDOS	TOTAL	q	CDV
1	58	54	112,0	2
2	58		58,0	1
3				
4				
5				

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI

PCI = 100 - (MAX VDC O TOTAL VD)
 PCI = 20

DEDUCCION MAXIMA "DM" = 80

CONDICION

MUY MALO

Observaciones:

- Los datos fueron extraídos por personal del laboratorio, conjuntamente con el cliente.
 - El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- Formateo de revisado y validado por Yerson Zacarías Lima Zúñiga.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO

 Ing. Ingrid L. Llancos Ordoñez
 INGENIERA CIVIL
 CIP. N° 100480

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chila. (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)

965287894 / 964743431

grupoingecontperu@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a grupoingecontperu@gmail.com

PROYECTO : TESIS: "COMPORTAMIENTO DINÁMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"
Peticionario : BACH. TORPOCO FLORES, YOMIRA YULEISI - BACH. PAUCAR GARCÍA, BRIAN LUIS ANTHONY **Muestra** : 02
Ubicación : MASMA A MASMACHICHE **Ensayado por** : Y.Z.L.Z.
Fecha de emisión : JUNIO - 2024

INVENTARIO DE DETERIOROS O FALLAS DE LOS PAVIMENTOS ASFALTADOS
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - ASTM D6433-16

PROGRESIVA		ANCHO DE VIA, m	LONGITUD DE ESTUDIO, m	UNIDAD DE MUESTRA	AREA DE LA UNIDAD, m ²
Inicio, Km	al Km	5,1	60	3	306
2+970	3+030	NIVEL DE SEVERIDAD		BAJA (LOW)	L
				MEDIA (MEDIUM)	M
				ALTA (HIGH)	H

No.	TIPO DE FALLA	UND	No.	TIPO DE FALLA	UND
1	Piel de cocodrillo	m ²	6	Peladura y desprendimien	m ²
2	Fisuras Longitudinales	m	7	Baches (Huecos)	und
3	Deformacion por deficiencia estructural	m ²	8	Fisuras transversales	m
4	Ahuellamiento	m ²	9	Exudacion	m ²
5	Reparaciones o parchados	m ²	10	Daños Puntuales	m ²
			11	Desnivel calzada - Berma	und

No. TIPO DE FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO "DV"
9	H	0,6232	1,2483	0,5589
		2,4304	0,79	27

DEDUCCION MAXIMA "DM"	27	DEDUCCION MINIMA	27,00
NUMERO MAXIMO PERMISIBLE, m	7,7	NUMERO MAXIMO DE VALORES DEDUCIDOS	7
PARTE DECIMAL	0,7		

DETERMINACION DEL VALOR DE PCI CORREGIDO - PAVIMENTO FLEXIBLE

No.	VALORES REDUCIDOS	TOTAL	q	CDV
1	27	27,0	1	28
2				
3				
4				
5				

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI

PCI = 100 (MAX VDC O TOTAL VD)
 PCI = 72

DEDUCCION MAXIMA "DM" = 28

CONDICION MUY BUENO

Observaciones:

- Los datos fueron extraídos por personal del laboratorio, conjuntamente con el cliente.
 - El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- .- Formato de revisado y validado por Yerson Zacarias Lima Zuñiga.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO

 Ing. Ingrid L. Llanco Ordoñez
 INGENIERA CIVIL
 CIP. N° 119480

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chilca. (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)

965287894 / 964743431

grupoingeocontperu@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: grupoingeocontperu@gmail.com

PROYECTO : TESIS: "COMPORTAMIENTO DINÁMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"
Peticionario : BACH. TORPOCO FLORES, YOMIRA YULEISI - BACH. PAUCAR GARCÍA, BRIAN LUIS ANTHONY **Muestra** : 03
Ubicación : MASMA A MASMACHICHE **Ensayado por** : Y.Z.L.Z.
Fecha de emisión : JUNIO - 2024

INVENTARIO DE DETERIOROS O FALLAS DE LOS PAVIMENTOS ASFALTADOS
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - ASTM D6433-16

PROGRESIVA		ANCHO DE VIA, m	LONGITUD DE ESTUDIO, m	UNIDAD DE MUESTRA	AREA DE LA UNIDAD, m ²
Inicio, Km	al Km	4,6	68	7	312,8
3+350	3+418	NIVEL DE SEVERIDAD		BAJA (LOW)	L
				MEDIA (MEDIUM)	M
				ALTA (HIGH)	H

No.	TIPO DE FALLA	UND	No.	TIPO DE FALLA	UND
1	Piel de cocodrillo	m ²	6	Peladura y desprendimien	m ²
2	Fisuras Longitudinales	m	7	Baches (Huecos)	und
3	Deformacion por deficiencia estructural	m ²	8	Fisuras transversales	m
4	Ahuellamiento	m ²	9	Exudacion	m ²
5	Reparaciones o parchados	m ²	10	Daños Puntuales	m ²
			11	Desnivel calzada - Berma	und

No. TIPO DE FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO "DV"
9	H	1	1	1
		0	3	0,96
				52

DEDUCCION MAXIMA "DM"	52	DEDUCCION MINIMA	52,00
NUMERO MAXIMO PERMISIBLE, m	5,4	NUMERO MAXIMO DE VALORES DEDUCIDOS	5
PARTE DECIMAL	0,4		

DETERMINACION DEL VALOR DE PCI CORREGIDO - PAVIMENTO FLEXIBLE

No.	VALORES REDUCIDOS	TOTAL	q	CDV
1	52	52,0	1	54
2				
3				
4				
5				

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI

PCI = 100-(MAX VDC O TOTAL VD)
 PCI = 46

DEDUCCION MAXIMA "DM" = 54

CONDICION

REGULAR

Observaciones:

- Los datos fueron extraídos por personal del laboratorio, conjuntamente con el cliente.
 - El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- ... Formato de revisado y validado por Yerson Zacarias Lima Zufiga.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO

 Ing. Ingrid L. Blanco Ordoñez
 INGENIERA CIVIL
 CIP. N° 189480

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chilca. (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)

965287894 / 964743431

grupoingeocontperu@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: grupoingeocontperu@gmail.com

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

PROYECTO : TESIS: "COMPORTAMIENTO DINÁMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"

Peticionario : BACH. TORPOCO FLORES, YOMIRA YULEISI - BACH. PAUCAR GARCÍA, BRIAN LUIS ANTHONY

Ubicación : MASMA A MASMACHICHE

Muestra : 04

Ensayado por : Y.Z.L.Z.

Fecha de emisión : JUNIO - 2024

INVENTARIO DE DETERIOROS O FALLAS DE LOS PAVIMENTOS ASFALTADOS INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - ASTM D6433-16

PROGRESIVA		ANCHO DE VIA, m	LONGITUD DE ESTUDIO, m	UNIDAD DE MUESTRA	AREA DE LA UNIDAD, m ²
Inicio, Km	al Km	4,9	60	2	294
3+550	3+610	NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA (LOW)	MEDIA (MEDIUM)	ALTA (HIGH)
			L	M	H

No.	TIPO DE FALLA	UND	No.	TIPO DE FALLA	UND
1	Piel de cocodrillo	m ²	6	Peladura y desprendimien	m ²
2	Fisuras Longitudinales	m	7	Baches (Huecos)	und
3	Deformacion por deficiencia estructural	m ²	8	Fisuras transversales	m
4	Ahuellamiento	m ²	9	Exudacion	m ²
5	Reparaciones o parchados	m ²	10	Daños Puntuales	m ²
			11	Desnivel calzada - Berma	und

No. TIPO DE FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO "DV"
9	M	1,0746	2,585	1,1753
		4,8349	1,64	48
		0	0,00	
		0	0,00	
		0	0,00	
		0	0,00	

DEDUCCION MAXIMA "DM" = 48 DEDUCCION MINIMA = 48,00

NUMERO MAXIMO PERMISIBLE, m = 5,8 NUMERO MAXIMO DE VALORES DEDUCIDOS = 5

PARTE DECIMAL = 0,8

DETERMINACION DEL VALOR DE PCI CORREGIDO - PAVIMENTO FLEXIBLE

No.	VALORES REDUCIDOS	TOTAL	q	CDV
1	48	48,0	1	50
2				
3				
4				
5				

DEDUCCION MAXIMA "DM" = 50

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI

PCI = 100 (MAX VDC O TOTAL VD)

PCI = 50

CONDICION

REGULAR

Observaciones:

- Los datos fueron extraídos por personal del laboratorio, conjuntamente con el cliente.
 - El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- .. Formato de revisado y validado por Yerson Zacarias Lima Zuñiga.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
Yerson
Ing. Ingrid L. Llano Ordoñez
INGENIERA CIVIL
CIP N° 189480

SERVICIOS DE

• LABORATORIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 • FOTOGRAFIA Y VIDEO
 • EJECUCION DE OBRAS
 • CONSULTORIA DE PROYECTOS

• COMERCIALIZACION Y VENTA DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCION Y MINERIA
 • VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCION CIVIL
 • DEMOSTRACIONES
 • ASesoría EN PROYECTO DE INVERSIÓN

Inscripción INDECOP, con resolución N° 028459-2023/DG0-INDECOP y CERTIFICADO N° 0090334

PROYECTO : TESIS: "COMPORTAMIENTO DINÁMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"
Peticionario : BACH. TORPOCO FLORES, YOMIRA YULEISI - BACH. PAUCAR GARCÍA, BRIAN LUIS ANTHONY **Muestra** : 05
Ubicación : MASMA A MASMACHICHE **Ensayado por** : Y.Z.L.Z.
Fecha de emisión : JUNIO - 2024

**INVENTARIO DE DETERIOROS O FALLAS DE LOS PAVIMENTOS ASFALTADOS
 INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - ASTM D6433-16**

PROGRESIVA		ANCHO DE VIA, m	LONGITUD DE ESTUDIO, m	UNIDAD DE MUESTRA	AREA DE LA UNIDAD, m ²
Inicio, Km	al Km	4,5	70	4	315
3+930	4+000	NIVEL DE SEVERIDAD		BAJA (LOW)	L
				MEDIA (MEDIUM)	M
				ALTA (HIGH)	H

No.	TIPO DE FALLA	UND	No.	TIPO DE FALLA	UND
1	Piel de cocodrillo	m ²	6	Peladura y desprendimien	m ²
2	Fisuras Longitudinales	m	7	Baches (Huecos)	und
3	Deformacion por deficiencia estructural	m ²	8	Fisuras transversales	m
4	Ahuellamiento	m ²	9	Exudacion	m ²
5	Reparaciones o parchados	m ²	10	Daños Puntuales	m ²
			11	Desnivel calzada - Berma	und

No. TIPO DE FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO "DV"
9	H	1	1	1
		3	0,95	56

DEDUCCION MAXIMA "DM" = 56 DEDUCCION MINIMA = 56,00
 NUMERO MAXIMO PERMISIBLE, m = 5,0 NUMERO MAXIMO DE VALORES DEDUCIDOS = 5
 PARTE DECIMAL = 0,0

DETERMINACION DEL VALOR DE PCI CORREGIDO - PAVIMENTO FLEXIBLE

No.	VALORES REDUCIDOS	TOTAL	q	CDV
1	56	56,0	1	53
2				
3				
4				
5				

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI

PCI = 100 (MAX VDC O TOTAL VD)
 PCI = 47

DEDUCCION MAXIMA "DM" = 53

CONDICION

REGULAR

Observaciones:

- Los datos fueron extraídos por personal del laboratorio, conjuntamente con el cliente.
 - El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- Formateo de revisado y validado por Yerson Zacarias Lima Zuñiga.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO

 Ing. Ingrid L. Llancos Ordoñez
 INGENIERA CIVIL
 CIP. N° 189480

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chilca. (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)

965287894 / 964743431

grupoingeocontperu@gmail.com

RUC: 20610623612
 Para verificar la autenticidad puede comunicarse a grupoingeocontperu@gmail.com

PROYECTO : TESIS: "COMPORTAMIENTO DINÁMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"

Peticionario : BACH. TORPOCO FLORES, YOMIRA YULEISI - BACH. PAUCAR GARCÍA, BRIAN LUIS ANTHONY

Muestra : 06

Ensayado por : Y.Z.L.Z.

Ubicación : MASMA A MASMACHICHE

Fecha de emisión : JUNIO - 2024

**INVENTARIO DE DETERIOROS O FALLAS DE LOS PAVIMENTOS ASFALTADOS
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - ASTM D6433-16**

PROGRESIVA		ANCHO DE VIA, m	LONGITUD DE ESTUDIO, m	UNIDAD DE MUESTRA	AREA DE LA UNIDAD, m ²			
Inicio, Km	al Km	4,5	70	1	315			
4+000	4+070	NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA (LOW)	L	MEDIA (MEDIUM)	M	ALTA (HIGH)	H

No.	TIPO DE FALLA	UND	No.	TIPO DE FALLA	UND
1	Piel de cocodrillo	m ²	6	Peladura y desprendimien	m ²
2	Fisuras Longitudinales	m	7	Baches (Huecos)	und
3	Deformación por deficiencia estructural	m ²	8	Fisuras transversales	m
4	Ahuellamiento	m ²	9	Exudación	m ²
5	Reparaciones o parchados	m ²	10	Daños Puntuales	m ²
			11	Desnivel calzada - Berma	und

No. TIPO DE FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO "DV"	
9	M	1,575	1,575	0,50	15
7	H	1	1	0,95	58
		0	0,00		
		0	0,00		
		0	0,00		

DEDUCCION MAXIMA "DM"	58	DEDUCCION MINIMA	15,00
NUMERO MAXIMO PERMISIBLE, m	4,9	NUMERO MAXIMO DE VALORES DEDUCIDOS	4
PARTE DECIMAL	0,9		

DETERMINACION DEL VALOR DE PCI CORREGIDO - PAVIMENTO FLEXIBLE

No.	VALORES REDUCIDOS	TOTAL	q	CDV
1	58 15 12,857	85,9	4	60
2	58 15	73,0	3	59
3	58	58,0	2	58
4				
5				

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI

PCI = 100 - (MAX VDC O TOTAL VD)
PCI = 40

DEDUCCION MAXIMA "DM" = 60

CONDICION

REGULAR

Observaciones:

- Los datos fueron extraídos por personal del laboratorio, conjuntamente con el cliente.
- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- Formato de revisado y validado por Yerson Zacarias Lima Zuñiga.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
Ingrid L. Blanco Ordoñez
Ing. Ingrid L. Blanco Ordoñez
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 180480

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chilca. (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)



965287894 / 964743431



grupoingecontperu@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: grupoingecontperu@gmail.com



**VIGA
BENKELMAN**



INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

GRUPO INGEOCONT PERU

SERVICIOS DE

- * LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, OSCILÓMETRO Y ASPIRADO
- * DISEÑO DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- * COORDINACIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
- * CONSULTORÍA DE PROYECTOS

- * COMPAÑÍA PERUANA Y SOLIDARIA DE INGENIEROS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERÍA
- * SERVICIOS DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- * COORDINACIONES
- * ESPECIALIDAD EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

RUC: 20610623612
 (02) 2634-7032-7033-7034
 CERTIFICACIÓN N° 303552

MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN (MTC E - 1002)

OBRA : TESIS: "COMPORTAMIENTO DINAMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFALTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"	PAG. 01 de 42
PETICIONARIO : Bach. TORPOCO FLORES, Yomira Yuliesi - Bach. PAUCAR GARCÍA, Brian Luis Anthony	
TIPO DE PAVIMENTO : PAVIMENTO FLEXIBLE	
EQUIPO DE MEDICIÓN DE DEFLEXIONES : VIGA BENKELMAN - RELACION DE BRAZOS: 1:4 (DEFLECTÓMETRO MARCA BAKER)	
TEMPERATURA : 16,6 °C	
FECHA : Jun 24	
TRAMO (Km): 2-300 a 4+070	
SENTIDO: DERECHO	

PTO. DE ENSAYO	LAUDO	PROG. "Km"	LECTURAS DEL DEFLECTOMETRO					DEFLEXIONES PARCIALES (10 ⁻² mm)					DEFLEXIONES - RELACION DE BRAZO DE VB 1:4 (10 ⁻² mm)					Dmax (10 ⁻² mm)	Radio de Curvatura (m)										
			R0 = 0 cm	R1 = 25 cm	R2 = 50 cm	R3 = 75 cm	R4 = 100 cm	R5 = 250 cm	DO	D25	D50	D75	D100	D250	DO	D25	D50			D75	D100	D250							
PROCESAMIENTO DE LECTURAS, OBTENCIÓN DE DEFLEXIONES, DEFLEXIÓN MÁXIMA Y RADIO DE CURVATURA - TRAMO 3 + 000 a 3+000																													
21	DER	2+600	100	97	94	94	94	94	94	94	94	6,00	3,00	0,00	0,00	0,00	24,00	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,00	280,42
22	DER	2+650	100	98	98	98	98	98	98	98	98	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,00	390,63
23	DER	3+000	100	99	99	99	99	99	99	99	99	2,00	1,00	1,00	0,00	0,00	8,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	8,00	4,00	4,00	4,00	4,00	8,00	781,25
24	DER	3+050	100	98	97	97	97	97	97	97	97	4,00	2,00	1,00	1,00	0,00	16,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	16,00	8,00	4,00	4,00	4,00	16,00	390,63
25	DER	3+100	100	98	98	98	98	98	98	98	98	3,00	1,00	1,00	0,00	0,00	12,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	12,00	4,00	4,00	4,00	4,00	12,00	390,63
26	DER	3+150	100	95	91	90	90	90	90	89	11,00	6,00	2,00	1,00	0,00	0,00	44,00	24,00	8,00	4,00	4,00	4,00	44,00	24,00	8,00	4,00	4,00	44,00	156,25
27	DER	3+200	100	99	99	99	99	99	99	99	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	781,25
28	DER	3+250	100	99	99	99	99	99	99	99	3,00	2,00	2,00	1,00	0,00	0,00	12,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	12,00	8,00	8,00	8,00	8,00	12,00	781,25
29	DER	3+300	100	99	99	99	99	99	99	94	6,00	5,00	4,00	0,00	0,00	0,00	24,00	20,00	16,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,00	781,25
30	DER	3+350	100	99	98	98	98	98	98	98	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,00	4,00	4,00	4,00	4,00	8,00	4,00	4,00	4,00	4,00	8,00	781,25	
31	DER	3+400	100	99	98	98	98	98	98	97	3,00	2,00	1,00	1,00	0,00	0,00	12,00	8,00	8,00	4,00	4,00	12,00	8,00	4,00	4,00	4,00	12,00	781,25	
32	DER	3+450	100	99	99	99	99	99	99	98	2,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	8,00	4,00	4,00	4,00	4,00	8,00	4,00	4,00	4,00	4,00	8,00	781,25	
33	DER	3+500	100	99	99	99	99	99	99	99	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	781,25	
34	DER	3+550	100	97	97	97	97	97	97	96	4,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	16,00	4,00	4,00	4,00	4,00	16,00	4,00	4,00	4,00	4,00	16,00	280,42	
35	DER	3+600	100	97	97	97	97	97	97	96	4,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	16,00	4,00	4,00	4,00	4,00	16,00	4,00	4,00	4,00	4,00	16,00	280,42	
36	DER	3+650	100	99	99	99	99	99	99	99	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	8,00	4,00	4,00	4,00	4,00	8,00	4,00	4,00	4,00	4,00	8,00	781,25	
37	DER	3+600	100	99	99	99	99	99	99	99	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	8,00	4,00	4,00	4,00	4,00	8,00	4,00	4,00	4,00	4,00	8,00	781,25	
38	DER	3+650	100	98	98	98	98	98	98	96	5,00	3,00	3,00	2,00	1,00	0,00	20,00	12,00	12,00	8,00	8,00	20,00	12,00	12,00	8,00	4,00	0,00	20,00	390,63
39	DER	4+000	100	97	97	97	97	97	97	96	4,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	16,00	4,00	4,00	4,00	4,00	16,00	4,00	4,00	4,00	4,00	16,00	280,42	
40	DER	4+050	100	99	99	99	99	99	99	98	2,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	8,00	4,00	4,00	4,00	4,00	8,00	4,00	4,00	4,00	4,00	8,00	781,25	
															PROMEDIO					13,80	6,60	4,40	2,20	1,40	0,00	13,80	567,71		
															DESV. ESTANDAR					9,22	6,26	4,08	2,42	1,96	0,00	9,22	583,88		

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chica (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)

95287894 / 964743431

grupoingenieroperu@gmail.com

RUC: 20610623612
 Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: grupoingenieroperu@gmail.com

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO

Ing. L. Marco Ochoa
 ING. EN MATERIA CIVIL
 C.O.P. N° 207480

SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EVALUACIÓN DE RIESGOS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS

- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPAMIENTO PARA CONSTRUCCIÓN Y MUESTRA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- ASesoría EN PROYECTO DE INVERSIÓN

Ingeniería de Contrapruebas S.A.C.
 N° 21837-2013-001-INTELIGER Y
 CERTIFICADO N° 0215352

MEDIDA DE LA DEFLEXION DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN (MTC E - 1002)

OBRA : TESIS: "COMPORTAMIENTO DINAMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFALTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"

PETICIONARIO : Bach. TORPOCO FLORES, Yomira Yuleisi - Bach. PAUCAR GARCIA, Brian Luis Anthony

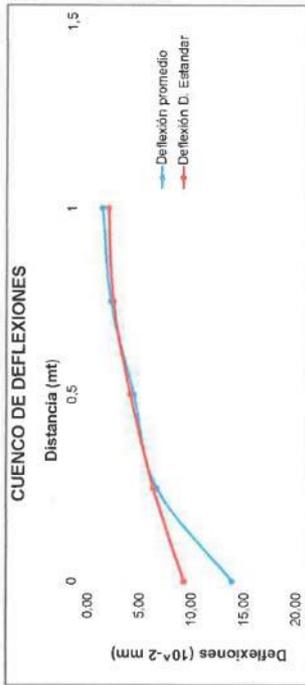
TIPO DE PAVIMENTO : PAVIMENTO FLEXIBLE CARGA DE EJE DEL CAMION : 8.2 TN PRESION DE INFLADO DE NEUMATICOS : 80 PSI

EQUIPO DE MEDICION DE DEFLEXIONES : VIGA BENKELMAN - RELACION DE BRAZOS 1:4 DEFLECTOMETRO MARCA BAKER

TEMPERATURA : 18.6 °C FECHA : Jun-24 TRAMO (Km): 2+600 a 4+070 SENTIDO: DERECHO

Pag. 02 de 03

CUENCO DE DEFLEXIONES Y ANALISIS DE LA DEFLEXION CARACTERISTICA Y ADMISIBLE



Deflexion Caracteristica

Dm	=	13.80 (10 ⁻² mm)
ds	=	8.22 (10 ⁻² mm)
Dc	=	25.62 (10 ⁻² mm)

Deflexion admisible

N	=	200 millones de ejes equivalentes
Dadm	=	27.54 (10 ⁻² mm)

Análisis de la Deflexion Caracteristica y Admisible

Dc	=	25.62 (10 ⁻² mm)
Dadm	=	27.54 (10 ⁻² mm)
Verif.	=	Dc < Dadm
Estado	=	conforme

Tipo de Carretera	Deflexion Caracteristica (Dc)	Criterio
Autorizadas por el MTC para el tránsito de camiones pesados, con una carga de eje de 8.2 toneladas, velocidad de 60 km/h y una distancia de 10 metros entre ejes de 4.00 m, con una carga de eje de 8.2 toneladas, con un MTC de 1000.	Dc = Dm + 1.48 Ds	Deflexion caracteristica para una confiabilidad de 90%
Carreteras de Segunda Clase con un MTC de 7000.	Dc = Dm + 1.28 Ds	Deflexion caracteristica para una confiabilidad de 90%
Carreteras de Tercera Clase con un MTC de 4000.	Dc = Dm + 1.08 Ds	Deflexion caracteristica para una confiabilidad de 90%
Carreteras de Cuarta Clase con un MTC de 2000.	Dc = Dm + 0.88 Ds	Deflexion caracteristica para una confiabilidad de 90%

Nota: Dc = Deflexion caracteristica, Dm = Deflexion media, Ds = Desviacion estandar.
 Cuadro 3.3.22: Deflexion de Carreteras Segun Tipo de Carretera
 Fuente: Manual de Carreteras, Sudeb, Gubergli, Gubergli y Pavimentos - MTC - 2014.

Dadm = (1.15/N)^{0.25}

Exposición 1: Deflexion admisible
 Fuente: Manual de Carreteras, Sudeb, Gubergli, Gubergli y Pavimentos - MTC - 2014.

Dado:

- Deflexion admisible en un eje equivalente con deflexiones según
- Beaulmin
- N = Número de repeticiones de ejes equivalentes en millones

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaria de Chilca. (FRENTE AL GRIFO MAJECHI)

95287894 / 944743431

grupingeconperu@gmail.com

RUC: 20610623612
 Para verificar la autenticidad puede comunicarse al grupingeconperu@gmail.com





INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.



SERVICIOS DE:
 * LABORATORIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ACERVO
 * TOPOGRAFIA Y GEODESIA
 * ELECCION DE OBRAS
 * CONSULTORIA DE PROYECTOS

* COMPAÑIA TECNICA Y LABORATORIO DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCION Y MANEJO
 * CENTRO DE ANALISIS PARA CONSTRUCCION CIVIL
 * CAPACITACIONES
 * ASesorIA EN PROYECTOS DE INVESTIGACION

GRUPO ALIADO INGENIERIA S.A.S. (entidad de
 N° 028457-2023-020-ANEXOR 1
 CERTIFICADO N° 0015154

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

ORBITA : TESIS: "COMPORTAMIENTO DINAMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFALTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"

PETICIONARIO : Bach. TORPOCO FLORES, Yamira Yuleisi - Bach. PAUCAR GARCIA, Brian Luis Anthony

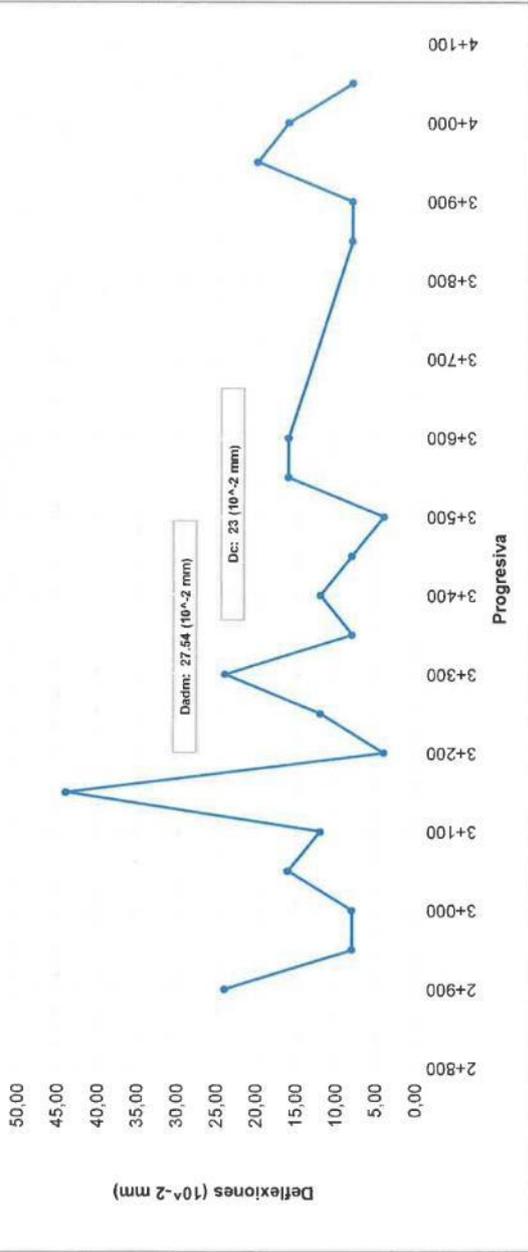
TIPO DE PAVIMENTO : PAVIMENTO FLEXIBLE CARGA DE EJE DEL CAMION : 8.2 TN PRESION DE INFLADO DE NEUMATICOS : 80 PSI

EQUIPO DE MEDICION DE DEFLEXIONES : VIGA BENKELMIN - RELACION DE BRAZOS 1:4 (DEFLECTOMETRO MARCA BAKER)

TEMPERATURA : 18.6 °C FECHA : Jun-24 TRAMO (Km): 2+900 a 4+070 SERTIDO: DERECHO

Pág. 10 de 10

DEFLECTOGRAMA CARRIL DERECHO



NOTAS
 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
 2) El presente documento no deberá reproducirse parcial o total sin la autorización del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad.
 3) Resolución N° 002-98-INDECOPI-COT-ART. 6. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
 4) Codificación de formato FAG-006 (Ver. 00-Rev.003/05/2023).



Ing. Ingóla L. Llano Oriáñez
 INGENIERIA CIVIL
 C.R. N° 109480

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina
 con Pje. San Andrés - Referencia a
 una cuadra de la Comisaría de Chica.
 (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)

95287894 / 944743431

gruposconterper@gmail.com

RUC: 20610623612
 Para verificar la autenticidad
 puede comunicarse a
 gruposconterper@gmail.com



INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.



SERVICIOS DE:
 • LABORATORIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 • DISEÑO Y PROYECTO
 • SELECCIÓN DE TIPO DE MATERIALES
 • CONSULTORIA DE PROYECTOS

• COMPRA, MANEJO Y ALMACÉN DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN Y MANEJO
 • VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
 • CONSTRUCCIÓN DE OBRAS
 • ASesoría EN PROYECTOS DE INGENIERIA

MEDIDA DE LA DEFLEXION DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN (MTC E - 1002)

OBRA :	: TESIS: "COMPORTAMIENTO DINAMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFALTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"	
PETICIONARIO :	Bach. TORPOCO FLORES, Yomira Yuleisi - Bach. PAUCAR GARCIA, Brian Luis Anthony	CARGA DE EJE DEL CAMION : 8.2 TN
TIPO DE PAVIMENTO :	PAVIMENTO FLEXIBLE	
EQUIPO DE MEDICION DE DEFLEXIONES :	VIGA BENKELMAN - RELACION DE BRAZOS 1:4 (DEFLECTOMETRO MARCA BAKER)	
TEMPERATURA :	18.6 °C	FECHA : Jun-24
	TRAMO (Km):	2-500 a 4-070
	SEÑALADO :	IZQUIERDO

Pág. 01 de 03

PTO DE ENSAYO	LADO	PROG "Km"	LECTURAS DEL DEFLECTOMETRO										DEFLEXIONES PARCIALES (10*2 mm)					DEFLEXIONES - RELACION DE BRAZO DE VB 1:4 (10*2 mm)					Radio de Curvatura (m)		
			R0 = 0 cm	R1 = 25 cm	R2 = 50 cm	R3 = 75 cm	R4 = 100 cm	R5 = 250 cm	D0	D25	D50	D75	D100	D250	D0	D25	D50	D75	D100	D250	Dmax (10*2 mm)				
PROCESAMIENTO DE LECTURAS, OBTENCION DE DEFLEXIONES, DEFLEXION MAXIMA Y RADIO DE CURVATURA - TRAMO 8 + 000 a 9+000																									
1	IZQ	2+600	100	97	97	97	97	96	4,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	16,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00	0,00	16,00	260,42	
2	IZQ	2+650	100	99	99	99	99	98	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	8,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00	0,00	8,00	781,25	
3	IZQ	3+000	100	99	99	99	99	98	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	8,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00	0,00	8,00	781,25	
4	IZQ	3+050	100	98	98	98	97	96	5,00	3,00	3,00	2,00	1,00	0,00	20,00	12,00	12,00	8,00	4,00	4,00	0,00	0,00	20,00	390,63	
5	IZQ	3+100	100	98	97	96	96	95	5,00	3,00	2,00	1,00	1,00	0,00	20,00	12,00	8,00	4,00	4,00	4,00	0,00	0,00	20,00	390,63	
6	IZQ	3+150	100	98	97	96	96	95	5,00	3,00	2,00	1,00	1,00	0,00	20,00	12,00	8,00	4,00	4,00	4,00	0,00	0,00	20,00	390,63	
7	IZQ	3+200	100	99	97	96	96	96	4,00	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	16,00	12,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,00	781,25	
8	IZQ	3+250	100	97	96	94	93	93	7,00	4,00	3,00	1,00	0,00	0,00	28,00	16,00	12,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,00	260,42	
9	IZQ	3+300	100	98	96	94	93	93	7,00	5,00	3,00	1,00	0,00	0,00	28,00	20,00	12,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,00	390,63	
10	IZQ	3+350	100	99	99	99	99	98	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	8,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00	0,00	8,00	781,25	
11	IZQ	3+400	100	99	99	99	99	99	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	781,25	
12	IZQ	3+450	100	97	96	96	96	96	4,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	16,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00	0,00	16,00	260,42	
13	IZQ	3+500	100	99	99	99	99	98	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	8,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00	0,00	8,00	781,25	
14	IZQ	3+550	100	99	99	99	99	99	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	781,25	
15	IZQ	3+600	100	99	99	99	99	99	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	781,25	
16	IZQ	3+650	100	99	99	99	98	98	2,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	8,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00	0,00	8,00	781,25	
17	IZQ	3+700	100	99	98	98	98	97	3,00	2,00	1,00	1,00	1,00	0,00	12,00	8,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00	0,00	12,00	781,25	
18	IZQ	3+750	100	96	95	95	95	95	5,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	195,31	
19	IZQ	4+000	100	99	98	98	98	98	2,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	8,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00	0,00	8,00	781,25	
20	IZQ	4+050	100	99	97	97	97	97	3,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	781,25	
PROMEDIO												13,40	6,80	4,60	2,40	1,60	0,00	7,49	5,52	3,95	2,39	2,01	0,00	7,49	595,70
DESV. ESTANDAR												7,49	5,52	3,95	2,39	2,01	0,00	7,49	5,52	3,95	2,39	2,01	0,00	7,49	613,35

RUC: 20610623612
 Para verificar la autenticidad puede comunicarse a:
 grupo@gecentperu.com

945287894 / 944743431
 grupo@gecentperu.com@gmail.com

Av. José Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chica (FRENTE AL GRUPO MAZECHE)



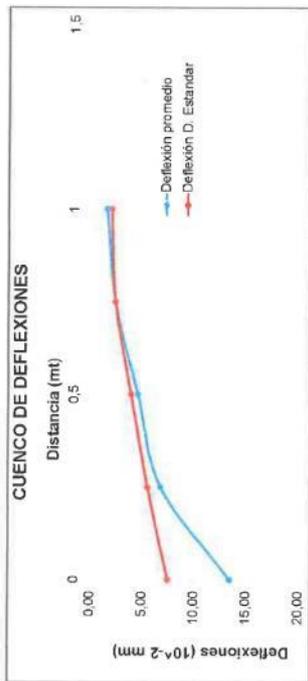
INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO
 Ing. Ingrid L. Llamas Ordóñez
 INGENIERA CIVIL
 CIP. N° 189480

MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN (MTC E - 1002)

OBRA	: TESIS: "COMPORTAMIENTO DINAMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"			
PETICIONARIO	: Bach. TORPOCO FLORES, Yomira Yuliesi - Bach. PAUCAAR GARCÍA, Brian Luis Anthony	CARGA DE EJE DEL CAMIÓN	: 8.2 TN	
TIPO DE PAVIMENTO	: PAVIMENTO FLEXIBLE	PRESIÓN DE INFLADO DE NEUMÁTICOS	: 80 PSI	
EQUIPO DE MEDICIÓN DE DEFLEXIONES	: VIGA BENKELMAN - RELACIÓN DE BRAZOS 1/4 (DEFLECTÓMETRO MARCA BAKER)			
TEMPERATURA	: 18.6 °C	TRAMO (km)	: 2.900 a 4.070	
	FECHA	: Jun-24	SENTIDO	: IZQUIERDO

Página 02 de 03

CUENCO DE DEFLEXIONES Y ANÁLISIS DE LA DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA Y ADMISIBLE



Deflexión Característica

Dm	=	13.40 (10^-2 mm)
dc	=	7.49 (10^-2 mm)
Dc	=	23.00 (10^-2 mm)

Deflexión admisible

N	=	220 millones de ejes equivalentes
Dadm	=	27.54 (10^-2 mm)

Análisis de la Deflexión Característica y Admisible

Dc	=	23.00 (10^-2 mm)	Dadm
Verif.	=	27.54 (10^-2 mm)	
Estado	=	conforme	

Tipos de Carreteras	Utilización Característica Dm	Observación
Aeropistas Carreteras de NACA Mayor de 2000 vehículos de circulación diaria. Mayor peso que otros tipos de carreteras.	Dm = Dm + 1.64 Sdc	Deflexión característica, para un Coeficiente de 99%
Carreteras de NACA Menor de 2000 vehículos de circulación diaria. Mayor peso que otros tipos de carreteras.	Dm = Dm + 1.64 Sdc	Deflexión característica, para un Coeficiente de 99%
Carreteras de Primer y Segundo Nivel de NACA Menor de 2000 vehículos de circulación diaria. Mayor peso que otros tipos de carreteras.	Dm = Dm + 1.64 Sdc	Deflexión característica, para un Coeficiente de 99%
Carreteras de Segundo y Tercer Nivel de NACA Menor de 2000 vehículos de circulación diaria. Mayor peso que otros tipos de carreteras.	Dm = Dm + 1.327 Sdc	Deflexión característica, para un Coeficiente de 90%
Carreteras de Tercer Nivel de NACA Menor de 2000 vehículos de circulación diaria. Mayor peso que otros tipos de carreteras.	Dm = Dm + 1.282 Sdc	Deflexión característica, para un Coeficiente de 85%
Carreteras de 4to. Nivel de NACA Menor de 2000 vehículos de circulación diaria.	Dm = Dm + 1.026 Sdc	Deflexión característica, para un Coeficiente de 80%

Cuadro 13.33: Deflexión de Carreteras Características Según Tipo de Carreteras.
 Fuente: Manual de Carreteras, Subos, Geología, Geomorfología y Pavimentación - INTC -2014.

Dadm = (1.15/N)^{0.25}

Formación: L. Deflexión admisible

Fuente: Manual de Carreteras, Subos, Geología, Geomorfología y Pavimentación - INTC -2014

Donde:

- Dadm - Deflexión admisible en mm (la comparo con deflexión viga Benkelman)
- N - Número de repeticiones de ejes equivalentes en millones

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chilca. (FRENTE AL GRUPO MAZUCHI)

945287884 / 944743431

grupoingecontperu@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a grupoingecontperu@gmail.com

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO
 Ing. **Luis Antonio Ochoa**
 INGENIERIA CIVIL
 CIP N° 188480



INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

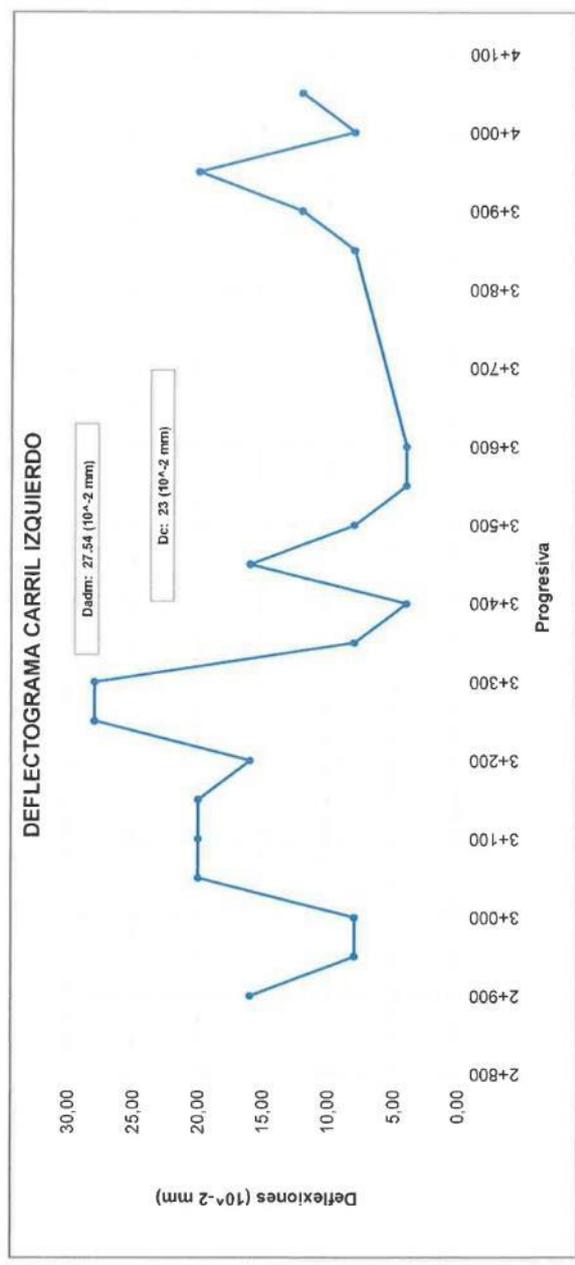
SERVICIOS DE:
 • CAPACIDAD DEL MEGAJE DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 • TOPOGRAFIA Y REDISEÑO
 • SELECCIÓN DE OBRAS
 • CONSULTORÍA DE PRECISIÓN

GRUPO
INGEOCONT
 PERU

• COMPAÑÍA, ALIATA Y ALIADO DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERÍA
 • VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
 • CONSULTORÍAS
 • ASesoría EN PROYECTO DE INVERSIÓN

Inscrita en el REGISTRO PÚBLICO de
 EMPRESAS, SOCIEDAD ANÓNIMA DE
 CAPITAL CERRADO N° 203133

MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN (MTC E - 1002)			
OBRA	: TESIS: "COMPORTAMIENTO DINAMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"		
PETICIONARIO	: Bach. TORPOCO FLORES, Yomira Yuleisi - Bach. PAUCAR GARCÍA, Brian Luis Anthony		
TIPO DE PAVIMENTO	: PAVIMENTO FLEXIBLE	CARGA DE EJE DEL CAMIÓN	: 6.2 TN
EQUIPO DE MEDICIÓN DE DEFLEXIONES	: VIGA BENKELMAN - RELACIÓN DE BRAZOS 1:4 (DEFLECTÓMETRO MARCA BAKER)		
TEMPERATURA	: 18.6 °C	FECHA	: Jun-24
		TRAMO (Km)	: 2+500 a 4+070
		SENTIDO:	IZQUIERDO



INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO

 Ing. Ingrid L. Blanco Ordóñez
 INGENIERIA CIVIL
 CIP: N° 169460

RUC: 20610623612
 Para verificar la autenticidad
 puede comunicarse a:
 grupoingeocontperu@gmail.com

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina
 con Pje. San Andrés - Referencia a
 una cuadra de la Comisaría de Chica.
 (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)

945287894 / 944743431
 grupoingeocontperu@gmail.com

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina
 con Pje. San Andrés - Referencia a
 una cuadra de la Comisaría de Chica.
 (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)

NOTAS
 1) Muestreo e identificación realizado por el polítonero
 2) El presente documento no deberá reproducirse parcial o total sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
 3) Resolución N° 002-98-IN/VE/COPI-CRT-ART 6.- Con resultado de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificación del sistema de calidad que lo produce
 4) Codificación de formato FACS-06 (Ver: 00-Rev.00-31/02/2023)



**LAVADO
ASFÁLTICO**

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODÉSIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERÍA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES
- ASESORÍA EN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PROYECTO : TESIS: "COMPORTAMIENTO DINÁMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"
PETICIONARIO : BACH. TORPOCO FLORES, YOMIRA YULEISI - BACH. PAUCAR GARCÍA, BRIAN LUIS ANTHONY
FECHA EMISION : Junio - 2024

ASTM D2172/D2172M-17e1; MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE LIGANTE ASFÁLTICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

METODO DE PRUEBA A

Codigo de Muestra : D-1
Ubicación / N° Extracción : Km 2+920
Descripcion : Izquierdo

Reactivo Empleado: Tricloritileno
Gradacion empleado: USO 7

Contenido de Humedad, %	1,85
Masa Inicial:	744,6 g
Masa lavada:	717,74 g
Masa de Asfalto:	26,86 g
% C.Asfáltico:	3,61

Cantidad de Asfalto, l/m²
 3,012

ABERTURAS CUADRADAS	% PARCIAL	% RETENIDO	% QUE PASA
TAMIZ "mm"	RETENIDO	ACUMULADO	
1 in.	25,000	0,00	100,00
¾ in.	19,000	0,00	100,00
½ in.	12,500	13,62	86,38
3/8 in.	9,500	20,58	65,81
No. 4	4,750	38,05	27,76
No. 8	2,360	25,16	2,60
No. 16	1,180	0,76	98,16
No. 50	0,300	1,35	99,51
No. 200	0,075	0,32	99,83
FONDO (< No. 200)		0,17	100,00



Observacion:

- *Muestra "Inalterada", extraída por el cliente en Biqueta de diametro de 4 in .
- ** El uso de gradacion comparativo que se empleo, fue proporcionado por el cliente.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO

Ing. Ingrid L. Llano Ordoñez
 INGENIERA CIVIL
 CIP. N° 109480

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chica. (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)

965287894 / 964743431

grupoingocontperu@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a grupoingocontperu@gmail.com

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODÉSIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERÍA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES
- ASESORIA EN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Inscrito en INDECOP con resolución N° 928459-2023/USO-INGEOCONT y CERTIFICADO N° 00191324

PROYECTO : TESIS: "COMPORTAMIENTO DINÁMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"
PETICIONARIO : BACH. TORPOCO FLORES, YOMIRA YULEISI - BACH. PAUCAR GARCÍA, BRIAN LUIS ANTHONY
FECHA EMISION : Junio - 2024

ASTM D2172/D2172M-17e1; MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE LIGANTE ASFÁLTICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

METODO DE PRUEBA A

Codigo de Muestra : D-1
Ubicación / N° Extracción : Km 2+920
Descripcion : Derecho

Reactivo Empleado: Tricloritileno
Gradacion empleado: USO 7

Contenido de Humedad, %	1,41
Masa Inicial:	1236,5 g
Masa lavada:	1210,23 g
Masa de Asfalto:	26,27 g
% C.Asfáltico:	2,12

Cantidad de Asfalto, l/m ²	2,946
---------------------------------------	-------

ABERTURAS CUADRADAS		% PARCIAL RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
TAMIZ	"mm"			
1 in.	25,000	0,00	0,00	100,00
¾ in.	19,000	0,00	0,00	100,00
½ in.	12,500	30,68	30,68	69,32
3/8 in.	9,500	29,05	59,74	40,26
No. 4	4,750	26,57	86,31	13,69
No. 8	2,360	11,13	97,44	2,56
No. 16	1,180	1,71	99,15	0,85
No. 50	0,300	0,50	99,66	0,34
No. 200	0,075	0,19	99,85	0,15
FONDO (< No. 200)		0,15	100,00	0,00



Observacion:

- *Muestra "Inalterada", extraída por el cliente en Briqueita de diametro de 4 in .
- ** El uso de gradacion comparativo que se empleo, fue proporcionado por el cliente.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO

 Ing. Ingrid L. Llancos Ordoñez
 INGENIERA CIVIL
 CIP. N° 169480

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chilca. (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)

965287894 / 964743431

grupoingeocontperu@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a grupoingeocontperu@gmail.com

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODÉSIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN + MINERÍA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES
- ASESORÍA EN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PROYECTO : TESIS: "COMPORTAMIENTO DINÁMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"
 PETICIONARIO : BACH. TORPOCO FLORES, YOMIRA YULEISI - BACH. PAUCAR GARCÍA, BRIAN LUIS ANTHONY
 FECHA EMISION : Junio - 2024

ASTM D2172/D2172M-17e1; MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE LIGANTE ASFÁLTICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

METODO DE PRUEBA A

Codigo de Muestra : D-2
 Ubicación / N° Extracción : Km 3+300
 Descripción : Derecho

Reactivo Empleado: Triclorileno
 Gradacion empleado: USO 7

Contenido de Humedad, %	1,76
Masa Inicial:	1187,6 g
Masa lavada:	1161,62 g
Masa de Asfalto:	25,98 g
% C.Asfáltico:	2,19

Cantidad de Asfalto, l/m ²	2,913
---------------------------------------	-------

ABERTURAS CUADRADAS	% PARCIAL RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
TAMIZ "mm"			
1 in.	25,000	0,00	100,00
¾ in.	19,000	0,00	100,00
½ in.	12,500	31,07	68,93
3/8 in.	9,500	32,82	63,12
No. 4	4,750	21,40	14,71
No. 8	2,360	13,57	1,15
No. 16	1,180	0,42	0,73
No. 50	0,300	0,33	0,40
No. 200	0,075	0,23	0,17
FONDO (< No. 200)		0,17	0,00



Observacion:

- *Muestra "Inalterada", extraída por el cliente en Biqueta de diametro de 4 in .
- ** El uso de gradacion comparativo que se empleo, fue proporcionado por el cliente.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO

 Ing. Ingrid L. Llanco Ordoñez
 INGENIERA CIVIL
 CIP N° 180440

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chilca. (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)

965207894 / 964763431

grupoingocontperu@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a grupoingocontperu@gmail.com

SERVICIOS DE:

• LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
• TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
• EJECUCIÓN DE OBRAS
• CONSULTORÍA DE PROYECTOS

• COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
• VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
• CAPACITACIONES
• ASESORIA EN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PROYECTO : TESIS: "COMPORTAMIENTO DINÁMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"
PETICIONARIO : BACH. TORPOCO FLORES, YOMIRA YULEISI - BACH. PAUCAR GARCÍA, BRIAN LUIS ANTHONY
FECHA EMISION : Junio - 2024

ASTM D2172/D2172M-17e1; MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE LIGANTE ASFÁLTICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

METODO DE PRUEBA A

Codigo de Muestra : D-2
Ubicación / N° Extracción : Km 3+300
Descripción : Izquierdo

Reactivo Empleado: Triclorileno
Gradacion empleado: USO 7

Contenido de Humedad, %	1,45
Masa Inicial:	1074 g
Masa lavada:	1047,08 g
Masa de Asfalto:	26,92 g
% C.Asfáltico:	2,51

Cantidad de Asfalto, l/m²
3,019

ABERTURAS CUADRADAS		% PARCIAL RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
TAMIZ	"mm"			
1 in.	25,000	0,00	0,00	100,00
¾ in.	19,000	0,00	0,00	100,00
½ in.	12,500	5,36	5,36	94,64
3/8 in.	9,500	44,96	50,32	49,68
No. 4	4,750	33,25	83,57	16,43
No. 8	2,360	13,32	96,89	3,11
No. 16	1,180	2,35	99,24	0,76
No. 50	0,300	0,35	99,58	0,42
No. 200	0,075	0,24	99,82	0,18
FONDO (< No. 200)		0,18	100,00	0,00



Observacion:

*Muestra "inalterada", extraída por el cliente en Briqueta de diametro de 4 in.
** El uso de gradacion comparativo que se emplea, fue proporcionado por el cliente.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
[Firma]
Ing. Ingrid L. Jimeno Ordoñez
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 169480

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de La Comisaría de Chilca. (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)

965287894 / 964743431

grupoingeocontperu@gmail.com

RUC: 20610623612
Para verificar la autenticidad puede comunicarse a grupoingeocontperu@gmail.com

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODISIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES
- ASESORIA EN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PROYECTO : TESIS: "COMPORTAMIENTO DINÁMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"
 PETICIONARIO : BACH. TORPOCO FLORES, YOMIRA YULEISI - BACH. PAUCAR GARCÍA, BRIAN LUIS ANTHONY
 FECHA EMISION : Junio - 2024

ASTM D2172/D2172M-17e1; MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE LIGANTE ASFÁLTICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

METODO DE PRUEBA A

Codigo de Muestra : D-3
 Ubicación / N° Extracción : Km 3+930
 Descripción : Izquierdo

Reactivo Empleado: Tricloritileno
 Gradacion empleado: USO 7

Contenido de Humedad, %	3,83
Masa Inicial:	1201 g
Masa lavada:	1175,45 g
Masa de Asfalto:	25,55 g
% C.Asfáltico:	2,13

Cantidad de Asfalto, l/m²
 2,865

ABERTURAS CUADRADAS	% PARCIAL RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
TAMIZ "mm"			
1 in.	25,000	0,00	100,00
¾ in.	19,000	0,00	100,00
½ in.	12,500	6,51	93,49
3/8 in.	9,500	37,45	56,04
No. 4	4,750	36,14	19,90
No. 8	2,360	16,18	3,72
No. 16	1,180	2,89	0,83
No. 50	0,300	0,33	0,50
No. 200	0,075	0,28	0,22
FONDO (< No. 200)		0,22	0,00



Observacion:

- *Muestra "inalterada", extraída por el cliente en Briqueta de diametro de 4 in .
- ** El uso de gradacion comparativo que se empleo, fue proporcionado por el cliente.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO

 Ing. Ingrid L. Danico Ordoñez
 INGENIERA CIVIL
 CIP. N° 189480

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chilca. (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)

965287894 / 964743431

grupoingecontperu@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a grupoingecontperu@gmail.com

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERÍA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES
- ASESORIA EN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Inscrito en INDECOP, con inscripcón de N° 028459-2023/DSB-INDECOP y CERTIFICADO N° 0051524

PROYECTO : TESIS: "COMPORTAMIENTO DINÁMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR"
PETICIONARIO : BACH. TORPOCO FLORES, YOMIRA YULEISI - BACH. PAUCAR GARCÍA, BRIAN LUIS ANTHONY
FECHA EMISION : Junio - 2024

ASTM D2172/D2172M-17e1; MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE LIGANTE ASFÁLTICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

METODO DE PRUEBA A

Codigo de Muestra : D-3
 Ubicación / N° Extracción : Km 3+930
 Descripción : Derecho

Reactivo Empleado: Tricloritileno
 Gradacion empleado: USO 7

Contenido de Humedad, %	2,39
Masa Inicial:	1254 g
Masa lavada:	1228,0644 g
Masa de Asfalto:	25,9356 g
% C.Asfáltico:	2,07

Cantidad de Asfalto, l/m²
 2,908

ABERTURAS CUADRADAS	% PARCIAL RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
TAMIZ "mm"			
1 in.	25,000	0,00	100,00
¾ in.	19,000	0,00	100,00
½ in.	12,500	6,43	93,57
3/8 in.	9,500	34,55	59,02
No. 4	4,750	35,70	23,32
No. 8	2,360	15,98	7,34
No. 16	1,180	3,67	3,67
No. 50	0,300	1,87	1,80
No. 200	0,075	1,58	0,22
FONDO (< No. 200)		0,22	0,00



Observacion:

- *Muestra "Inalterada", extraída por el cliente en Briqueta de diametro de 4 in .
- ** El uso de gradacion comparativo que se empleó, fue proporcionado por el cliente.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO

 Ing. Ingrid L. Llancas Ordóñez
 INGENIERA CIVIL
 CIP. N° 189480

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chilca. (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)

965287894 / 964743431

grupoingecontperu@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a grupoingecontperu@gmail.com

Anexo N°05: Confiabilidad y validez del instrumento

FICHA DE VALIDACIÓN

TÍTULO: COMPORTAMIENTO DINÁMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE VEHICULAR

AUTOR: Bach. TORPOCO FLORES, Yomira Yuleisi
Bach. PAUCAR GARCÍA, Brian Luis Anthony

DEFICIENTE	1
ACEPTABLE	2
EXCELENTE	3

Nombre y Apellidos: Mgtr. Rinaldo Porras Ochoa

Item	Descripción	Valoración			Total
		Deficiente	Aceptable	Excelente	
1	Medición de la rugosidad con el equipo "Merlin" Índice internacional de rugosidad, IRI		X		2
2	Evaluación de la resistencia de mezcla bituminosas empleando el aparato Marshall		X		2
3	Prueba estándar para la extracción cuantitativa de ligante asfáltico de mezclas asfálticas			X	3
4	Medida de la deflexión de un pavimento flexible empleando la viga benkelman (MTC E - 1002)			X	3

Nombre y Apellidos: Mgtr. Jeannelle Sofia Herrera

Item	Descripción	Valoración			Total
		Deficiente	Aceptable	Excelente	
1	Medición de la rugosidad con el equipo "Merlin" Índice internacional de rugosidad, IRI			X	3
2	Evaluación de la resistencia de mezcla bituminosas empleando el aparato Marshall		X		2
3	Prueba estándar para la extracción cuantitativa de ligante asfáltico de mezclas asfálticas		X		2
4	Medida de la deflexión de un pavimento flexible empleando la viga benkelman (MTC E - 1002)			X	3

Nombre y Apellidos: Mgt. Henry Gustavo Pautrat

Item	Descripción	Valoración			Total
		Deficiente	Aceptable	Excelente	
1	Medición de la rugosidad con el equipo "Merlin" Índice internacional de rugosidad, IRI			X	3
2	Evaluación de la resistencia de mezcla bituminosas empleando el aparato Marshall			X	3
3	Prueba estándar para la extracción cuantitativa de ligante asfáltico de mezclas asfálticas			X	3
4	Medida de la deflexión de un pavimento flexible empleando la viga benkelman (MTC E - 1002)		X		2

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS INFORMATIVOS

Apellido y Nombre del Informante:	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del instrumento
Mgto. Rando Ferras Ortíz	—	COMPORTAMIENTO DINÁMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR	Bach. TORPOCO FLORES, Yomira Yuleisi Bach. PAUCAR GARCÍA, Brian Luis Anthony

II. ASPECTOS DE VALIDACION:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado			X	
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables			X	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				X
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad			X	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias			X	X
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teorico científico.				X
8. COHERENCIA	Entre los índices indicadores y las dimensiones.				X
9. METODOLOGIA	La estrategia responde el proposito del diagnóstico.			X	
10. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno o más adecuado.			X	

III. OPINION DE LA APLICACIÓN:

78 %

IV. PROMEDIO DE LA VALIDACION:

Huancayo,			
20/03/23	Ing. Civil		1
Fecha	Profesión	Firma del experto	N° de experto

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS INFORMATIVOS

Apellido y Nombre del Informante:	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del instrumento
Mgtr. Henry Gustavo Pactrot	—	COMPORTAMIENTO DINÁMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR	Bach. TORPOCO FLORES, Yomira Yuleisi Bach. PAUCAR GARCÍA, Brian Luis Anthony

II. ASPECTOS DE VALIDACION:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado				X
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables				X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				X
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad			X	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias			X	
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teorico científico.				X
8. COHERENCIA	Entre los índices indicadores y las dimensiones.				X
9. METODOLOGIA	La estrategia responde el proposito del diagnóstico.				X
10. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno o más adecuado.				X

III. OPINION DE LA APLICACIÓN:

95 %

IV. PROMEDIO DE LA VALIDACION:

Huancayo,			
13/06/23	Ing. Civil		3
Fecha	Profesión	Firma del experto	N° de experto

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS INFORMATIVOS

Apellido y Nombre del Informante:	Cargo o Institución donde labore	Nombre del Instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Mgtr. Jeannette sofia Herrera	—	COMPORTAMIENTO DINÁMICO-ESTRUCTURAL DE UNA BICAPA ASFÁLTICA ANTE SOLICITACIONES DE CARGA VEHICULAR	Bach. TORIBIO FLORES, Yomira Yuleli Bach. PALCAR GARCIA, Brian Luis Anthony

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado				X
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables				X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología			X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.			X	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad			X	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				X
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teorico científico.				X
8. COHERENCIA	Entre los indices indicadores y las dimensiones.			X	
9. METODOLOGIA	La estrategia responde el proposito del diagnostico.				X
10. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno o más adecuado.				X

III. OPINION DE LA APLICACIÓN:

82%

IV. PROMEDIO DE LA VALIDACION

Huancayo,			
27/07/23	Ing. civil		2
Fecha	Profesión	Firma del experto	N° de experto

Anexo N°06: La data de procesamiento de datos

Resultados del radio de curvatura y la deflexión máxima en el carril derecho e izquierdo

	Radio de Curvatura (mt) Izquierda	Radio de Curvatura (mt) Derecha	Dmax (10 ⁻² mm) Izquierda	Dmax (10 ⁻² mm) Derecha
	260.42	260.42	16	24
	781.25	390.63	8	8
	781.25	781.25	8	8
	390.63	390.63	20	16
	390.63	390.63	20	12
	390.63	156.25	20	44
	781.25	781.25	16	4
	260.42	781.25	28	12
	390.63	781.25	28	24
	781.25	781.25	8	8
	781.25	781.25	4	12
	260.42	781.25	16	8
	781.25	781.25	8	4
	781.25	260.42	4	16
	781.25	260.42	4	16
	781.25	781.25	8	8
	781.25	781.25	12	8
	195.31	390.63	20	20
	781.25	260.42	8	16
	781.25	781.25	12	8
Promedio	595.70	567.71	13.40	13.80
Desviación estándar	613.35	583.88	7.49	9.22

Granulometría del material lavado M1 progresiva Km 2+920- Izquierdo

ABERTURAS CUADRADAS		% PARCIAL RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
TAMIZ	"mm"			
1 in.	25.000	0.00	0.00	100.00
¾ in.	19.000	0.00	0.00	100.00
½ in.	12.500	13.62	13.62	86.38
3/8 in.	9.500	20.58	34.19	65.81
No. 4	4.750	38.05	72.24	27.76
No. 10	2.000	25.16	97.40	2.60
No. 40	0.425	0.76	98.16	1.84
No. 80	0.180	1.35	99.51	0.49
No. 200	0.075	0.32	99.83	0.17
FONDO (< No. 200)		0.17	100.00	0.00

Granulometría del material lavado M2 progresiva Km 2+920 - Derecho

ABERTURAS CUADRADAS		% PARCIAL RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
TAMIZ	"mm"			
1 in.	25.000	0.00	0.00	100.00
¾ in.	19.000	0.00	0.00	100.00
½ in.	12.500	30.68	30.68	69.32
3/8 in.	9.500	29.05	59.74	40.26
No. 4	4.750	26.57	86.31	13.69
No. 10	2.000	11.13	97.44	2.56
No. 40	0.425	1.71	99.15	0.85
No. 80	0.180	0.50	99.66	0.34
No. 200	0.075	0.19	99.85	0.15
FONDO (< No. 200)		0.15	100.00	0.00

Evaluación del contenido de % de asfalto en las muestras de la progresiva Km 2+920- Derecho

Evaluación del contenido de asfalto en el km 8+200			
Propiedades	M1	M2	Unidad de medida
Contenido de Humedad, %	1.85	1.41	%
Masa Inicial:	744.6	1236.5	g
Masa lavada:	717.74	1210.23	g
Masa de Asfalto:	26.86	26.27	g
% C. Asfáltico:	3.61	2.12	
Cantidad de asfalto	3.012	2.946	l/m ²

Granulometría del material lavado M2 progresiva Km 3+300 - Izquierdo

ABERTURAS CUADRADAS		% PARCIAL RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
TAMIZ	"mm"			
1 in.	25.000	0.00	0.00	100.00
¾ in.	19.000	0.00	0.00	100.00
½ in.	12.500	5.36	5.36	94.64
3/8 in.	9.500	44.96	50.32	49.98
No. 4	4.750	33.25	83.57	16.43
No. 10	2.000	13.32	96.89	3.11
No. 40	0.425	2.35	99.24	0.76
No. 80	0.180	0.35	99.58	0.42
No. 200	0.075	0.24	99.82	0.18
FONDO (< No. 200)		0.18	100.00	0.00

Evaluación del contenido de % de asfalto en las muestras de la progresiva Km 3+300 - Izquierdo

Evaluación del contenido de C. asfáltico en el Km 8+500			
Propiedades	M1	M2	Unidad de medida
Contenido de Humedad, %	1.76	1.45	
Masa Inicial:	1187.6	1074	g
Masa lavada:	1161.62	1047.08	g
Masa de Asfalto:	25.98	26.92	g
% C. Asfáltico:	2.19	2.51	
Cantidad de asfalto	2.913	3.019	l/m ²

Anexo N°07: Fotografía de la aplicación del instrumento

1. ENSAYOS DE LABORATORIO



Fotografía N° 1: Inspección visual e identificación de fallas del tramo.

Fuente: Elaboración Propia



Fotografía N° 2: Ensayo de Viga Benkelman en el tramo.

Fuente: Elaboración Propia



Fotografía N° 3: Ensayo de Rugosidad de Merlín en el tramo.

Fuente: Elaboración Propia