

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL**



**UDH**  
UNIVERSIDAD DE HUANUCO  
<http://www.udh.edu.pe>

**TESIS**

---

**“Implementación de la tecnología whitetopping para la rehabilitación de pavimentos asfálticos en la vía universitaria tramo: Puente Tingo – Cayhuaynita, Distrito de Pillco Marca – Huánuco, 2021”**

---

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

**AUTOR: Gstir Murrieta, José Renan**

**ASESOR: Abal Garcia, Hamilton Denniss**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2023**



# U

### TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional ( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Gestión en la construcción

**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)**

### CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Ingeniería civil

**Disciplina:** Ingeniería civil

### DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

### DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 70108158

### DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 43962001

Grado/Título: Maestro en gerencia pública

Código ORCID: 0000-0002-8378-9152

### DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Maestro en ingeniería de sistemas e informática con mención en: gerencia de sistemas y tecnologías de información	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Guarniz Flores, Joel Luis	Maestro en ingeniería, con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	46064394	0000-0003-1651-8683
3	Trujillo Ariza, Yelen Lisseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	70502371	0000-0002-5650-3745

# D

# H



**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
*Facultad de Ingeniería*

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
(A) CIVIL**

En la ciudad de Huánuco, siendo las 10:30 horas del día 27 del mes de febrero del año 2023, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

Johnny Prudencio JACHA ROSAS (Presidente)  
Joel Luis GUARNIZ FLORES (Secretario)  
Yelen Lisset TRUJILLO ARIZA (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 336-2023-D-FI-UHU para evaluar la Tesis intitulada: "IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WISERDOPPING PARA LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASPÁLTICOS EN LA VÍA UNIVERSITARIA TRAMO: KUSKATUMBU - CAHUAYNIZA, DISTRITO DE PILSEN MARCA - HUANUCO, 2023", presentado por el (a) Bachiller JOSÉ ROBERTO GUSTAVO MURIELA para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 15 y cualitativo de B.U.M.O (M<sup>o</sup>)

Siendo las 17:10 horas del día 27 del mes de febrero del año 2023, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad

  
Mg. Johnny P. JACHA ROSAS  
ORCID:  
Presidente

  
Mg. Joel Luis GUARNIZ FLORES  
ORCID:  
Secretario

  
Mg. Yelen Lisseth Trujillo Ariza  
ORCID:  
Vocal

DIRECTIVA N° 006- 2020- VRI-UDH PARA EL USO DEL SOFTWARE TURNITIN DE  
LA UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Resolución N° 018-2020-VRI-UDH 03JUL20 y modificatoria R. N° 046-2020-VRI-UDH, 19OCT20



## UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, **M.Sc.Ing. ABAL GARCIA, HAMILTON DENNISS**, asesor(a) del PA Ingeniería Civil y designado(a) mediante documento: **RESOLUCIÓN N° 391-2020-D-FI-UDH** del **Bach. GSTIR MURRIETA, Jose Renan**, de la investigación titulada, ***“Implementación de la Tecnología Whitetopping para la Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos en la Vía Universitaria Tramo: Puente Tingo – Cayhuaynita, Distrito de Pillco Marca – Huánuco, 2021”***

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del **19%** verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 28 de febrero de 2023.

---

M.Sc.Ing. ABAL GARCIA, HAMILTON DENNISS  
DNI N° 43962001  
Código ORCID N° 0000-0002-8378-9152



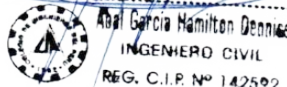
# INFORME FINAL PARA REPOSITORIO

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>19%</b>	<b>18%</b>	<b>1%</b>	<b>9%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>5%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>5%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>4</b>	<b>Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>docplayer.es</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>idoc.pub</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>

M.Sc. Ing. Hamilton Dennis,  
ABAL GARCÍA  
DNI N° 43962001  
Código ORCID N° 0000-0002-8378-9152



Mg. Hamilton Denniss Abal García

## **DEDICATORIA**

A Dios por regalarme el don de la vida de todos los días que despierto y permitirme desarrollar cada día como persona y profesional, a mi esposa Susan Karolay Ruíz Rojas, quien motivo a levantarme por cada tropiezo que me daba la vida, la entrega y fortaleza a seguir adelante, a mi madre Glory Marilly Murrieta De Souza, por su constante apoyo incondicional, quien me enseñó el camino de la humildad, a mi padre Renan Gstyr Castillo por los consejos que me fueron de mucha utilidad en todos los aspectos de mi vida universitaria y a mis amistades en general quienes me acompañaron desde la distancia con sus buenos deseos de fortaleza.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a dios por permitirme culminar una meta más en mi vida.

A mi esposa Susan Karolay Ruiz Rojas a quien amo mucho, que ha sido una persona incondicional en mi vida, mi soporte, mi mejor amiga, por su indudable dedicación, amor, mi todo para seguir adelante y sobre todo por amar a Dios.

A mis padres Renan Gstyr Castillo y Glory Marlly Murieta de Souza por ser un pilar más durante mi formación como persona sembrando valores, por tomarse el tiempo y el esfuerzo para ser una buena persona y darme buenos consejos en mi andar diario.

A mis colegas de estudios, Hugo, Simón, Zapana, Saromo, Billy, Koko, Franco, Anthony, Cariga, kevin, Flor, Andrea, Jhoselyn, Tania por compartir horas de estudio, horas de trabajo a lo largo de nuestra formación y así, de manera muy especial a mi amigo Peter por brindarme su sincera y valiosa amistad. Por las constantes tertulias referentes a temas afines a nuestra hermosa carrera de ingeniería civil.

Gracias por estar ahí siempre

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN .....	X
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XII
CAPÍTULO I.....	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.2.1. PROBLEMA GENERAL .....	16
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	16
1.3. OBJETIVOS.....	17
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	17
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
1.4.1. CONVENIENCIA .....	18
1.4.2. RELEVANCIA SOCIAL .....	18
1.4.3. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA .....	18
1.4.4. APORTE TEÓRICO .....	19
1.4.5. APORTE PRÁCTICO .....	19
1.4.6. APORTE METODOLÓGICO .....	19
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	20
1.5.1. DE LA MUESTRA .....	20
1.5.2. DEBIDO AL ESCASO NÚMERO DE ESTUDIOS SOBRE EL TEMA .....	20
1.5.3. DEL ACCESO A LOS LABORATORIOS Y EQUIPOS NECESARIOS.....	20
1.6. VIABILIDAD DEL ESTUDIO .....	21
1.6.1. DEL MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN .....	21

1.6.2.	DE LOS MATERIALES DE LA INVESTIGACIÓN .....	21
1.6.3.	DE LOS RECURSOS TEÓRICOS .....	21
1.6.4.	DE LOS RECURSO HUMANOS .....	21
1.6.5.	DE LO ÉTICO.....	21
1.6.6.	DE LO TEMPORAL.....	22
1.6.7.	DE LO ECONÓMICO-FINANCIERO .....	22
CAPITULO II.....		23
MARCO TEÓRICO .....		23
2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
2.1.1.	ANTECEDENTES INTERNACIONALES .....	23
2.1.2.	ANTECEDENTES NACIONALES .....	24
2.1.3.	ANTECEDENTES LOCALES.....	26
2.2.	BASES TEÓRICAS.....	27
2.2.1.	DEFINICIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS.....	27
2.2.2.	FALLAS EN LOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS .....	27
2.2.3.	CAUSANTE DE FALLAS EN LOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS .....	28
2.2.4.	TIPOS DE FALLAS EN PAVIMENTOS.....	28
2.2.5.	DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA VÍA PARA REHABILITAR MEDIANTE WHITETOPPING.....	30
2.2.6.	TÉCNICA DE REHABILITACIÓN WHITETOPPING .....	32
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	57
2.4.	HIPÓTESIS.....	59
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL .....	59
2.4.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS .....	59
2.5.	VARIABLES .....	60
2.5.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	60
2.5.2.	VARIABLE DEPENDIENTE .....	60
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	61
CAPITULO III.....		63
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....		63
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	63
3.1.1.	ENFOQUE.....	63
3.1.2.	ALCANCE .....	63

3.1.3. DISEÑO .....	64
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	64
3.2.1. POBLACIÓN .....	64
3.2.2. MUESTRA.....	65
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	65
3.3.1. TÉCNICAS .....	65
3.3.2. INSTRUMENTOS.....	66
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	66
CAPITULO IV.....	68
RESULTADOS.....	68
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS .....	68
4.1.1. UBICACIÓN .....	68
4.1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	68
4.1.3. CONDICIÓN DEL TRAMO PUENTE TINGO - CAYHUAYNITA... .....	69
4.1.4. ESTUDIO DE TRÁFICO – CONTEO VEHICULAR .....	76
4.1.5. ANÁLISIS DE COSTOS EN PAVIMENTOS.....	78
4.2. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS CON LAS HIPÓTESIS DESCRIPTIVA.....	82
CAPÍTULO V.....	84
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	84
5.1. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS.....	84
CONCLUSIONES .....	87
RECOMENDACIONES.....	88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89
ANEXOS.....	93



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Rangos y magnitud de validez .....	55
Tabla 2 Coeficiente de validez por juicio de expertos.....	56
Tabla 3 Rango y magnitud de confiabilidad.....	56
Tabla 4 Operacionalización de las variables.....	61
Tabla 5 Deflectograma del carril derecho .....	69
Tabla 6 Cuenco de deflexión del carril derecho .....	70
Tabla 7 Deflectograma del carril izquierdo.....	70
Tabla 8 Cuenco de deflexión del carril izquierdo .....	70
Tabla 9 Resultados obtenido usando el rugosímetro de merlín en las progresivas 0+000-0+200 .....	71
Tabla 10 Resultados obtenido usando el rugosímetro de merlín en las progresivas 0+200-0+475 .....	72
Tabla 11 Análisis granulométrico del agregado grueso .....	73
Tabla 12 Curva granulométrica.....	73
Tabla 13 Contenido de humedad de un suelo .....	74
Tabla 14 Determinación de los materiales finos presentes en el agregado grueso.....	74
Tabla 15 Gravedad específica y absorción de agregados finos.....	74
Tabla 16 Peso unitario y vacíos de los agregados finos .....	75
Tabla 17 Diseño de mezcla para el concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> que se plantea utilizar en la tecnología whitetopping .....	75
Tabla 18 Esfuerzo a la compresión para el concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> para utilizar en la tecnología whitetopping .....	76
Tabla 19 Cuadro resumen del volumen de tráfico promedio.....	77
Tabla 20 Cuadro del índice medio diario (IMD) y clasificación vehicular .....	78
Tabla 21 Presupuesto de Rehabilitación con Pavimento Flexible Convencional .....	79
Tabla 22 Presupuesto de Rehabilitación con la Tecnología Whitetopping ..	80
Tabla 23 Presupuesto de Mantenimiento con Pavimento Flexible convencional.....	81
Tabla 24 Presupuesto de Mantenimiento Utilizando la Tecnología Whitetopping.....	82

Tabla 25 Tabla comparativa de costos utilizando la Tecnología Whitetopping comparada con rehabilitación con Pavimento Flexible Convencional..... 82

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura típica de un pavimento flexible .....	27
Figura 2 Baches en un tramo de pavimento .....	29
Figura 3 Grietas en tramo de pavimento.....	29
Figura 4 Desprendimiento de la carpeta asfáltica .....	30
Figura 5 Daños y averías en pavimentos flexibles.....	31
Figura 6 Estructura típica de reparación por la técnica de Whitetopping .....	33
Figura 7 Diferencia de curvas de esfuerzos entre tipos de pavimentos.....	34
Figura 8 Superficie luminosa de superficie de concreto y de asfalto .....	36
Figura 9 Alumbrado de calles de concreto y de asfalto .....	36
Figura 10 Medición de temperatura en los pavimentos .....	37
Figura 11 Equipo Viga Benkelman.....	39
Figura 12 Posición inicial de la viga Benkelman .....	39
Figura 13 Posición inicial de la viga Benkelman .....	40
Figura 14 Equipo viga Benkelman proceso de evaluación del pavimento ...	40
Figura 15 Prensa de concreto.....	41
Figura 16 Hoja de Cálculo Excel.....	42
Figura 17 Funcionamiento de una estación total .....	44
Figura 18 Accesorios para una estación total .....	45
Figura 19 Partes principales de una estación total Trimble M3.....	49
Figura 20 Medición de las desviaciones de la superficie del pavimento respecto de la cuerda promedio.....	51
Figura 21 Histograma de la distribución de frecuencias de una Muestra de 200 desviaciones medidas en forma consecutiva .....	52
Figura 22 Rugosímetro de MERLIN empleado para los ensayos en esta tesis .....	54
Figura 23 Esquema del Rugosímetro de MERLIN .....	54
Figura 24 Esquema para el alcance de datos.....	64
Figura 25 Tramo en estudio.....	68

## RESUMEN

Cuando se analizó la condición del tramo Puente Tingo – Cayhuaynita utilizando la viga Benkelman encontramos donde está deteriorado el pavimento flexible existente, con el rugosímetro (Merlín) detectamos las zonas en las cuales se tiene que realizar el bacheado; con esa información planteamos que trabajos realizar en cada sector de los 475 m que se evaluaron de la vía. Se realizó un estudio de tráfico para calcular el ESAL (volumen de tránsito del carril de diseño) que nos permitió complementar con la información obtenida con la viga Benkelman y el rugosímetro (Merlín) para un correcto planteamiento de rehabilitación implementando la tecnología whitetopping.

Nuestra investigación es de tipo aplicada, con un nivel de estudio correlacional y con una investigación de enfoque cuantitativa, el diseño del estudio es cuasi-experimental en el que se manipuló las variables independientes para determinar los posibles efectos, se controlaron mínimamente y se compararon con otro grupo ya establecido, la población que se analizó es el tramo Puente Tingo – Cayhuaynita. Se tuvo en cuenta la evaluación de los costos de las partidas y sub partidas necesarias a ejecutar durante la aplicación de la tecnología whitetopping comparada con el pavimento flexible convencional en sus etapas de rehabilitación y mantenimiento, concluyendo que la tecnología es viable durante la vida útil de 20 años ya que tiene un costo de S/.397,290.61 que es un 35% menor que utilizar la rehabilitación de pavimento flexible tradicional. En el estudio realizamos el análisis del material de cantera que se plantea utilizar para elaborar el concreto hidráulico utilizado en la implementación de la tecnología whitetopping y con el ESAL (volumen de tránsito del carril de diseño) el espesor de capa del concreto hidráulico considerando la deflexión admisible calculado con la viga Benkelman.

**Palabras clave:** whitetopping, viga benkelman, rugosímetro de merlin, pavimento flexible, comportamiento mecánico.

## ABSTRACT

When the condition of the Puente Tingo – Cayhuaynita section was analyzed using the Benkelman beam, we found where the existing flexible pavement is deteriorated. With this information we propose what works are carried out in each sector of the 475 m of the road that are evaluated. A traffic study was carried out to calculate the ESAL (design lane traffic volume) that allowed us to complement it with the information obtained with the Benkelman beam and the roughness meter (Merlin) for a correct approach to rehabilitation by implementing whitetopping technology.

Our research is of an applied type, with a correlational study level and with a quantitative approach research, the study design is quasi-experimental in which the independent variables were manipulated to determine the possible effects, they were minimally controlled and compared with another already established group, the population analyzed is the section Puente Tingo - Cayhuaynita. The evaluation of the costs of the necessary items and sub items to be executed during the application of the whitetopping technology compared to the conventional flexible pavement in its rehabilitation and maintenance stages was taken into account, concluding that the technology is viable during the useful life of the pavement. 20 years since it has a cost of S/.397,290.61, which is 35% less than using the traditional flexible pavement rehabilitation. In the study we carry out the analysis of the quarry material that is proposed to be used to elaborate the hydraulic concrete used in the implementation of the whitetopping technology and with the ESAL (volume of traffic of the design lane) the layer thickness of the hydraulic concrete considering the deflection allowable calculated with the Benkelman beam.

**Keywords:** whitetopping, benkelman beam, merlin roughness tester, flexible pavement, mechanical behavior.

# INTRODUCCIÓN

Al realizar el análisis del estado del pavimento flexible con la viga Benkelman y el rugosímetro (Merlín) se conoce el estado estructural y funcional de la vía con la cual se hace una comparación de los trabajos a realizar empleando la tecnología de whitetopping comparada con la rehabilitación con pavimento flexible convencional llegando a la conclusión de que es viable utilizar la tecnología whitetopping en el tramo Puente Tingo – Cayhuaynita.

En el primer capítulo planteamos el problema principal que es conocer sobre la viabilidad de utilizar la tecnología whitetopping en el tramo Puente Tingo – Cayhuayna, como problemas secundarios tenemos el conocer el estado funcional y estructural de la vía, así como los costos al utilizar la tecnología whitetopping.

En el segundo capítulo que es el marco teórico presentaremos los antecedentes internacionales, nacionales y locales para esta investigación; también se expondrá las bases teóricas que sirvieron para conocer los criterios utilizados en el presente estudio; así como el marco conceptual de los términos utilizados en el contenido de este estudio.

En el tercer capítulo se expone que el tipo de investigación es aplicada, así como de un enfoque cuantitativo, cuyo diseño será cuasi experimental donde se evaluará de forma manual y visual el estado del tramo Puente Tingo - Cayhuaynita. Indicaremos las técnicas de análisis y recopilación de la información para esta investigación.

En el cuarto capítulo se expondrán los resultados conseguidos con la metodología planteada, con cuadros de datos y Figuras que nos indiquen las conclusiones del análisis de la carretera con la viga Benkelman y el rugosímetro de merlin, teniendo en cuenta el conteo vehicular y el análisis de los materiales a utilizar para el diseño de mezcla del concreto a utilizar durante el empleo de la tecnología whitetopping.



En el capítulo quinto se realizará la contrastación de la información recopilada, citando y comparando estudios anteriores que nos ayudaran a entender mejor los resultados encontrados y plantear las soluciones de mejora y reforzamiento de las estructuras.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el mundo las carreteras son el activo público de mayor valor en los países, ya que representan el sistema de transporte más importante, Dado que el 90% de los pasajeros y el 70% de la carga se transportan por la red vial, lo que hace del transporte la base del desarrollo económico del país, el impacto de este entorno afecta en gran medida la calidad de vida de las personas y la competitividad del país.

Además de esto, hay que considerar que toda la red vial es el 90 por ciento de los pavimentos en el mundo, entonces las afectaciones que se produzcan en las vías asfaltadas estarán afectando a la gran mayoría de la infraestructura vial mundial.

De manera universal, la mayor problemática de los pavimentos asfálticos, entre otros que se presentan, es la durabilidad, esta es su capacidad para resistir factores ambientales como la degradación de los agregados, los cambios de las propiedades del asfalto (polimerización y oxidación) y la separación de la capa impermeabilizante del asfalto. Entonces, para mejorar la durabilidad de un pavimento asfáltico, es necesario someterlo a un mantenimiento eficiente a lo largo de su vida útil, consistentes básicamente en el recapeo de la superficie asfáltica, lo cual significa altos costos; a diferencia de los pavimentos rígidos que, si bien es cierto, tienen mayores costos iniciales, sus costos posteriores son mucho menores que los pavimentos asfálticos, y además tienen mayores tiempos de vida útil,

En países donde se tienen los suficientes recursos para el mantenimiento de su infraestructura vial, de cualquier tipo, no se va a presentar mayores problemas, sin embargo, hay que destacar que el costo que significa estos trabajos con tecnologías convencionales es de alrededor de 20 dólares /m<sup>2</sup> por año, representando un monto significativo en toda la longitud de sus redes viales.

El gran costo que significa el mantenimiento de los pavimentos asfálticos no permiten que se hagan con la periodicidad necesaria, entonces por ejemplo en la República Dominicana los pavimentos asfálticos son rehabilitaciones cada 5 años básicamente por las limitaciones económicas, lo que no permite tener en buenas condiciones esta red vial, sin embargo hay que precisar que estos trabajos se realizan con tecnologías convencionales, costos que posiblemente pueden disminuirse si se usaran tecnologías nuevas como el WHITETOPPING. Esta problemática se repite en países con recursos limitados como los de esta parte del mundo ya sea Chile, Colombia, Bolivia, Ecuador, Venezuela entre otros, en los que el mantenimiento y rehabilitación de su infraestructura vial, especialmente la asfaltada, tienen serias restricciones debido a los limitados recursos que se disponen para ese fin.

En el Perú, la problemática expuesta no solo se repite, si no es que se ahonda, ya que por diversos factores como topográficos, hidrológicos, climáticos y ambientales, nuestra infraestructura vial tiene grandes brechas que cubrir limitados básicamente por las condiciones económicas y también políticas que no permiten un desarrollo cuantitativo y cualitativo de la infraestructura vial. Se ahonda porque según un estudio de INFOBAE el costo de construcción (por Kilómetro) de carreteras asfaltadas es 7 veces mayor en Latinoamérica, especialmente en el Perú, que en Europa y Norteamérica, considerando que si el kilómetro de carretera en Alemania cuesta 150,000 dólares, en el Perú termina costando 1 millón de dólares el kilómetro, explicado, entre otras factores, por la corrupción transversal en todo el proceso del proyecto, costo inicial, que no permite disponer de recursos para un adecuado mantenimiento de estas vías, máxime si solo se utilizan tecnologías convencionales que posiblemente presentan costos más elevados en comparación a las tecnologías no convencionales que suelen ser menos costosas, lo que permitiría un mantenimiento más periódico de las mismas.

En la Región de Huánuco, como a nivel nacional, también se presenta la misma problemática respecto a las vías con pavimentos asfálticos, que al tener costos iniciales (de diseño y construcción) muy elevados, y la escasa

disposición de recursos estatales, estas vías reciben muy poco mantenimiento a lo largo de su vida útil, lo cual afecta el nivel de vida y conectividad de los pueblos.

En nuestro medio, se acrecienta la problemática porque aún se mantienen los sistemas y técnicas convencionales en los diseños para las ejecuciones de proyectos de las rehabilitaciones de pavimentos asfálticos, los que tienen generalmente costos altos y no permiten que estos mantenimientos se hagan con la periodicidad necesaria. Uno de los casos se tiene en la vía universitaria que une el puente Tingo con la ciudad universitaria de Cayhuayna, en la ciudad de Huánuco, donde existe un pavimento asfáltico que presenta diversas fallas que se han ido produciendo a lo largo del tiempo, que si bien es cierto ,ha tenido algunas intervenciones éstas no han sido suficientes en cuanto a su oportunidad como a su técnica, ya sea por falta de presupuesto o por desconocimiento de técnicas más propicias para sus características particulares. Esta situación, ha ocasionado que la vía actualmente se encuentre en pésimo estado.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

- ¿Cuán viable es la rehabilitación del pavimento asfáltico con la aplicación de capas de concreto WHITETOPPING – en la vía Universitaria tramo: Puente Tingo – Cayhuaynita, distrito de Pillco Marca – Huánuco 2021?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cuán viable es la rehabilitación del pavimento asfáltico en su actual estado de deterioro con la aplicación de capas de concreto WHITETOPPING en la vía Universitaria tramo: Puente Tingo – Cayhuaynita, distrito de Pillco Marca – Huánuco 2021?.
- ¿Cuál es la mejora del comportamiento mecánico del pavimento asfáltico con la aplicación de capas de concreto WHITETOPPING

en la vía Universitaria tramo: Puente Tingo – Cayhuaynita, distrito de Pillco Marca – Huánuco 2021?.

- ¿Cuál es el costo comparativo de la rehabilitación del pavimento asfáltico con la aplicación de capas de concreto WHITETOPPING versus el asfalto convencional en la vía Universitaria tramo: Puente Tingo – Cayhuaynita, distrito de Pillco Marca – Huánuco 2021?

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

- Hallar la viabilidad de la rehabilitación del pavimento asfáltico con la aplicación de capas de concreto WHITETOPPING en la vía Universitaria tramo: Puente Tingo – Cayhuaynita, distrito de Pillco Marca – Huánuco 2021.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Hallar la viabilidad de la rehabilitación del pavimento asfáltico en su actual estado de deterioro con la aplicación de capas de concreto WHITETOPPING en la vía Universitaria tramo: Puente Tingo – Cayhuaynita, distrito de Pillco Marca – Huánuco 2021.
- Hallar la mejora del comportamiento mecánico del pavimento asfáltico con la aplicación de capas de concreto WHITETOPPING en la vía Universitaria tramo: Puente Tingo – Cayhuaynita, distrito de Pillco Marca – Huánuco 2021.
- Hallar el costo comparativo de la rehabilitación del pavimento asfáltico con la aplicación de capas de concreto WHITETOPPING versus el asfalto convencional en la vía Universitaria tramo: Puente Tingo – Cayhuaynita, distrito de Pillco Marca – Huánuco 2021.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. CONVENIENCIA**

La materia a aprender se basa en el diseño geométrico, que permite restaurar el pavimento, reduciendo las molestias a los beneficiarios, durante la ejecución de la obra (reduciendo el tiempo de reparación) y, por tanto, durante la operación (minimizando el desgaste). Ampliación de la vida útil de la cubierta; por otro lado, al reducir el costo del mantenimiento regular, el costo económico de instalar 42 capas es más económico, ya que se requieren menos máquinas para la instalación y se disminuye el impacto ambiental.

### **1.4.2. RELEVANCIA SOCIAL**

En el futuro, las entidades y constructoras que gestionan carreteras y aeropuertos se verán beneficiadas, ya que reducirán significativamente las demoras ocasionadas por el mantenimiento de las superficies asfaltadas. Otro beneficiado es el vehículo ya que hay más daños causados por cargas grandes como surcos en el asfalto y si están llenos de agua pueden causar un derrape haciendo que el vehículo pierda el control lo cual es peligroso para el vehículo. No se pisará a los usuarios que conduzcan por la carretera Whitetopping, y tiene un buen antideslizante, lo que evitará perfectamente accidentes en noches lluviosas.

### **1.4.3. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA**

Reparar el asfalto generará mayores costos debido a los retrasos en el mantenimiento, ya que tienen que cerrar la carretera durante las reparaciones, y los altos niveles de congestión del tráfico son inconvenientes para los usuarios, ya que son insoportables. Sí, no se abre tan rápido al tráfico como la superficie blanca, reduce los costos de construcción y mantenimiento, así como también tiene una mayor durabilidad en la carretera. También con pavimento blanco, su vida útil



se alarga de 20 a 40 años respecto al pavimento asfáltico, ya que requiere un mantenimiento regular.

#### **1.4.4. APORTE TEÓRICO**

La aplicación de estratos de concreto reparar pavimentos asfálticos no es un problema nuevo en los países del primer mundo, pero en el Perú es nuevo porque no se ha utilizado; este estudio servirá como punto de partida para futuras investigaciones y por ello se utiliza este tipo de reparación ya que alargará la vida útil de la carretera.

#### **1.4.5. APORTE PRÁCTICO**

La investigación en el Perú no se practica en la mayoría de las casas de estudio, pero esta práctica debería realizarse con más frecuencia, prestando atención no solo a los métodos tradicionales, sino también a la aplicación de investigaciones exitosas en países desarrollados, que es la reparación de pavimentos flexibles utilizando capas de concreto whitetopping. Porque este nuevo método otorga mejores propiedades mecánicas a los pavimentos asfálticos e incluso mejora su geometría.

#### **1.4.6. APORTE METODOLÓGICO**

Para asegurar la realización de los objetivos de la investigación, se desarrollarán herramientas de medición para la variable independiente (Técnica de whitetopping) y la variable dependiente (rehabilitación del concreto asfáltico).

En conclusión, la reparación de pavimentos brinda un análisis económico donde se deben encontrar diferentes métodos para reparar las carreteras dañadas, lo que puede generar altos costos. El uso de nuevos métodos a menudo significa analizar grandes cantidades de datos a lo largo del tiempo, lo que significa que, aunque el costo inicial puede ser un poco más alto, el costo será menor a largo plazo debido al período de mantenimiento casi nulo en la superficie de la carretera.

Proponer el uso de la técnica Whitetopping es quizás el aspecto más importante de este estudio.

## **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1. DE LA MUESTRA**

Aunque nuestro tamaño de muestra fue efectivamente el mismo (ver Figura 3.2 en este artículo), no es difícil encontrar correlaciones y generalizaciones importantes a partir de los resultados, ya que se trata de características topográficas, de tráfico y climáticas similares a muchas carreteras de nuestro entorno. Esta limitación deja de ser relevante cuando el tamaño de la muestra se considera un factor importante en estudios que utilizan métodos cuantitativos como el nuestro.

### **1.5.2. DEBIDO AL ESCASO NÚMERO DE ESTUDIOS SOBRE EL TEMA**

De una revisión de antecedentes (ver sección 2.1 de este trabajo) se puede concluir que muy pocos estudios han abordado la técnica WHITETOPPING, mucho menos en entornos locales, y desde entonces muy pocos estudios han seguido este camino, carente y puede ser una limitación, también lo vemos como un desafío.

Del acceso a los especialistas en la técnica del WHITETOPPING: La falta de especialistas referente a los estudios previos de investigación sobre el tema de las técnicas Whitetopping puede significar una serie limitación en el desarrollo de nuestro estudio.

### **1.5.3. DEL ACCESO A LOS LABORATORIOS Y EQUIPOS NECESARIOS**

Puede suceder que al momento de la realización del estudio no se tengan los laboratorios disponibles para realizar los ensayos correspondientes para la prueba del mantenimiento de la carpeta asfáltico con la técnica Whitetopping.

## **1.6. VIABILIDAD DEL ESTUDIO**

Nuestro estudio es plenamente viable, de acuerdo a los siguientes aspectos:

### **1.6.1. DEL MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN**

El proyecto se basa en una investigación cuantitativa que implica utilizar el sistema para resolver problemas del mundo real, por lo que tiene alcance y es factible.

### **1.6.2. DE LOS MATERIALES DE LA INVESTIGACIÓN**

El investigador tiene acceso a las herramientas y equipos utilizados en el estudio (ver apartado 4.2.2 de este documento para más información) que le permiten hacerlo en este sentido.

### **1.6.3. DE LOS RECURSOS TEÓRICOS**

Si bien esto es cierto, no hay mucho material académico primario sobre el tema (como se muestra en el punto 1.6 de este documento), pero hay suficiente acceso a información primaria en Internet, revistas, libros, etc.

### **1.6.4. DE LOS RECURSO HUMANOS**

La investigación de campo se realizará con el apoyo de aproximadamente 4 asistentes (esto se indica en la Figura 4.2.1 de este documento).

### **1.6.5. DE LO ÉTICO**

A medida que se lleva a cabo nuestra investigación, no cambia ni daña a las personas, las comunidades o el medio ambiente, sino que tiene un impacto positivo en el medio ambiente.

#### **1.6.6. DE LO TEMPORAL**

El tiempo requerido para completar esta encuesta es de aprox. 4 meses (mostrado en este documento como el número 4.1), que es suficiente para la duración indicada para el grado y título, y por lo tanto en este sentido es posible.

#### **1.6.7. DE LO ECONÓMICO-FINANCIERO**

Si es posible, el monto requerido para realizar esta investigación (descrito en la sección 4.2.3 de este documento) es razonable y será cubierto en su totalidad por los fondos propios del investigador, por lo que el proyecto no necesita financiación. Patrocinado por cualquier entidad que pueda afectar su viabilidad en este sentido.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Parra y Quizpi (2019), en su tesis titulada “Análisis de retrocálculo para la determinación de las propiedades del pavimento Whitetopping de la vía BibliánZhud” proveniente de la Universidad de Cuenca, Ecuador, para obtener el título de Ingeniero Civil, Su propósito es determinar los resultados de la evaluación de la estructura del pavimento con tres métodos de retrocálculo: con PRIMAX 2100 Impact Deflection (FWD), método racional AASHTO, software Elmod 6 además, método de distancia crítica, se utilizan en este análisis 36,094 metros en 2 carriles y 18 calicatas que se tomaron cada 200 m a lo largo del eje de la vía y se realizaron un total de 737 pruebas. Entre ellos, el método AASHTO 93 encontró que la base cumple con las condiciones de 35% medio y 29% alto, y el módulo de ruptura de la losa de concreto es de 39 kg/cm<sup>2</sup>, se obtiene una eficiencia de carga es del 70%, indicando que no puede transferir la carga de manera efectiva con una probabilidad del 94 %, usando el software ELMOD 6, mostró que el análisis de 3 modelos con diferentes estructuras usando los primeros 2 modelos produjo el módulo de fractura media 39 kg/cm<sup>2</sup>, 94%. Finalmente, el modelo 3 obtuvo un módulo de ruptura promedio de 39 kg/cm<sup>2</sup> con una probabilidad del 90%, y el último método utilizado fue el método de la distancia crítica, el cual funciona para el 95% del campo. Es más posible evaluar la estructura compuesta, que consiste en Whitetopping, que alcanza el módulo de ruptura de la placa 40 kg/cm<sup>2</sup>.

Acero (2020) en su investigación titulada “Utilización del proceso whitetopping para la protección de las capas inferiores en la construcción del peaje pipiral en la vía Bogotá – Villavicencio” proveniente de la universidad abierta a distancia para obtener el título de tecnólogo en

gestión de obras civiles y construcciones, en este trabajo de investigación se pretende diagnosticar un método de restauración de pavimento asfáltico con desgaste funcional y estructural y durabilidad garantizada por 30 años, por eso se consideran 2 análisis de pavimento AASHTO y PCA, en el recomendado MR45 Concreto (cm) 29.0, MDC-10 Mezcla Asfáltica (cm) 4 , base granular (cm) 25, base CBR > 10% para modificar imperfecciones longitudinales y transversales del perfil también usando BS-Software PCA si está configurado. Se obtuvo una estructura utilizando Whitetopping y los resultados fueron: se cargaron fuerzas axiales simples, seriales y triples de 11.00 tn, 22.00 tn y 24 tn respectivamente, y luego la combinación de MR y asfalto continuó el proceso de endurecimiento y curado del cemento hasta pasar 7 días y alcance su resistencia.

Jorquera (2018) en su investigación titulada “Análisis técnico – económico para la aplicación de pavimentos delgados en losas cortas en la carretera el cobre de la división el teniente de Codelco” proveniente de la Universidad Técnica Federico Santa María de Chile, para determinar la factibilidad de utilizar losas cortas de concreto en el pavimento y poder protegerlas y restaurarlas con un mejor desempeño y durabilidad a un menor costo, se utilizó el software OptiPave2 y MEPDG para diseñar las losas cortas, mientras que el asfalto se hizo de acuerdo a los lineamientos de ASHHTO 2008. , se realizó un análisis de levantamiento en 1 km de longitud, se realizó un análisis de costo adicional inicial de losas cortas y concreto simple diseñado con ASHHTO 98, demostrando que un pavimento asfáltico de 15 cm de espesor ahorraría un 57% de ciclo de vida en comparación con un ahorro del 10,7%. en comparación con la repavimentación de asfalto.

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

Esteban (2018) en su tesis titulada “Rehabilitación de pavimentos asfálticos con la aplicación de capas de concreto “WHITETIPPING” – Calle Moquegua, Omate – Moquegua, 2017” proveniente de la universidad privada Cesar Vallejo, para obtener el título profesional de



Ingeniero Civil, Lima- Perú, teniendo como objetivo principal determinar en que incide colocar estratos de concreto hidráulico Whitetopping en la reparación de pavimentos asfálticos, las pruebas utilizadas para cumplir con el objetivo fueron el uso de vigas Benkelman, el ensayo de daños al concreto, seguido del análisis de costos unitarios de concreto y asfalto, mediante el cual se sacaron conclusiones. Sí, las medidas de deflexión de la viga Benkelman resultaron estar en las condiciones propuestas para la colocación de la capa de concreto, ya que el resultado de V.B en la relación de 4 a 1 está por debajo del límite máximo de deformación permisible, el cual está dentro de los límites de parámetros permisibles que dan 68 mm. La flexión según  $F'C=280$  kg/kn para determinar la resistencia a la compresión de las capas usando más del 100 % el estándar de falla de 7, 14 y 28 días aumentará la resistencia a la compresión al 100 %, módulo o fractura según ASHHTO 93, usando  $F'C=280$  Kg/cm<sup>2</sup> capas de hormigón, en este caso aumenta su módulo de rotura, por lo que el Mr. Mín. es 452.20 y entonces el Mr. máx. es 756.84. Finalmente los costos expresan que la aplicación de una capa de hormigón tiene un costo inicial elevado para el mismo fin que el hormigón para esta actividad, pero ya no se paga su mantenimiento como una superficie asfáltica durante toda su vida útil, porque este nuevo requiere mantenimiento periódico.

Peláez, (2019) en su tesis titulada “Propuesta del diseño con whitetopping para la rehabilitación del pavimento asfáltico de la avenida federico villa real ubicado entre las avenidas Kunturwasi y Pucara de la ciudad de Trujillo” proveniente de la universidad privada Antenor Orrego para obtener el título de ingeniero Civil, su objetivo principal es publicar propuestas innovadoras para la reparación de pavimentos dañados existentes que están sujetos a tráfico excesivo y cargas pesadas, para introducir las tecnologías pertinentes, durante este proceso se realizó un estudio de tráfico de vehículos, se tomaron muestras para su evaluación, para calcular la adherencia, a partir de este sentido, se sigue calculando el índice de condición de cobertura (PCI) donde se detecta degradación, como surcos mayores a 5 mm, caimanos, etc. En este sentido, pasamos

a utilizar Portland. El método de Fatiga de la Asociación del Cemento (PCA) determina el espesor de la losa igual a 18 cm, y también se utiliza el estándar del Ministerio de Comunicaciones para determinar la dosis adecuada de 350 kg/cm<sup>2</sup> de ingredientes del concreto: arena gruesa, agua, igual a 1:1, 16:3, 18:0.34, donde se concluyó que la técnica constructiva Whitetopping fue posible por su buen estado ante el evento y la larga vida útil del pavimento.

Esteban, (2017) en la Universidad César Vallejo, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil desarrolló el tema “Rehabilitación de pavimentos asfálticos con la aplicación de capas de concreto “WHITETOPPING” –Calle Moquegua, Omate–Moquegua, 2017”. Su objetivo absoluto fue diagnosticar cómo el uso del revestimiento de hormigón hidromecánico Whitetopping podría contribuir a la restauración del piso de hormigón de Moquegua del canal fronterizo de Omates. Entre ellos, se tomó como ejemplo el tramo de 100 metros de la calle Moquegua, donde se transportan carpetas con numerosos defectos. Dado que los datos son cuantitativos, se analizaron en detalle en el laboratorio. Con esta conclusión es posible determinar que el pavimento existente cuenta con las condiciones necesarias para la colocación de la capa de concreto gracias a la evaluación de vigas Benkelman. A partir de este estudio, aprendimos sobre el efecto del uso de estratos de concreto hidrodinámico en la mejora de los pavimentos asfálticos.

### **2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES**

A nivel local no se tienen estudios referidos al tema.

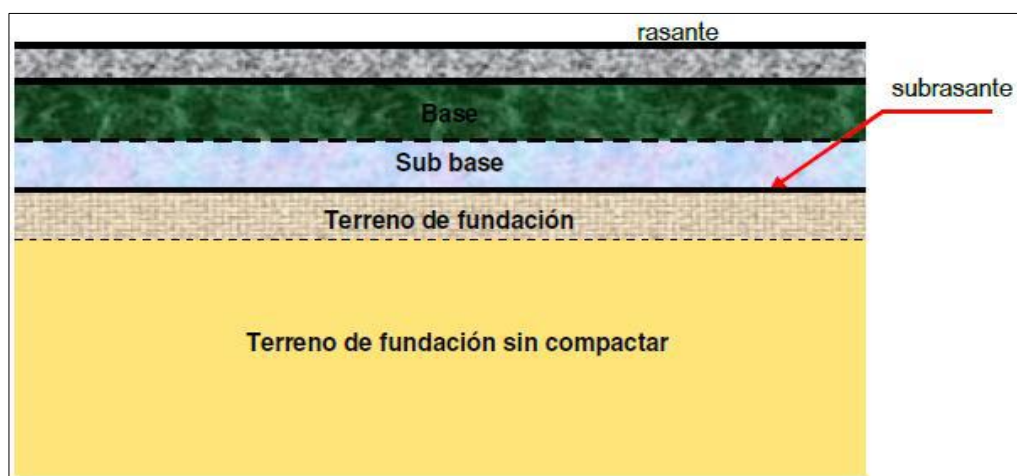
## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. DEFINICIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

Por pavimento asfáltico o flexible se entiende un pavimento compuesto por una mezcla de asfalto (cemento bituminoso, betún emulsionado o troceado) como aglomerante y componentes particulados (grava triturada, relleno o carga mineral, arena, etc.). También se caracteriza por ser capaz de resistir algún grado de deformación elástica, actuando como elemento de unión sin fallar, y disminuyendo su resistencia a medida que sus constituyentes se acercan a la capa del subsuelo. La base estructural del pavimento flexible consta de una base y subcapas que se pegan a la superficie del pavimento para distribuir la carga hacia la subrasante (Ortiz, 2017).

**Figura 1**

*Estructura típica de un pavimento flexible*



**Nota:** Ortiz (2017).

### 2.2.2. FALLAS EN LOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

La falla del pavimento se define como un defecto o pérdida de la funcionalidad para la que fue diseñado originalmente. Las cargas aplicadas al pavimento por los vehículos crean reacciones mecánicas llamadas tensiones. Este afecta al pavimento a través de deformaciones y deflexiones únicas, afectando el material de sus partes, y con el tiempo

el daño se acumula gradualmente y se vuelve permanente. Estos trastornos permanentes se clasifican según su forma y gravedad. Es importante recalcar la importancia primordial del tratamiento de la inspección visual de campo para obtener resultados en tiempo real (Ortiz, 2017).

Los pavimentos flexibles pueden tener las siguientes fallas:

Deterioros: Estos son esencialmente defectos de la superficie directamente relacionados con la calidad de servicio del pavimento y se identifican por la curvatura longitudinal, la deformación lateral, la textura de la superficie y el soporte.

Daño estructural: relacionado con la mala unión entre el adhesivo y el sustrato, la inestabilidad de algunas capas internas y la capacidad de carga debido a la carga continua y repetitiva.

### **2.2.3. CAUSANTE DE FALLAS EN LOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS**

Tráfico: este factor incluye principalmente la presión de los neumáticos, el tipo de cuerpo y el número de repeticiones (Arias y Aragüés, 2019).

Suelo: representa el soporte final del pavimento, por lo tanto, la calidad del suelo y sus propiedades geotécnicas pueden afectar el pavimento (Arias y Aragüés, 2019).

Materiales: Los materiales son los componentes que componen la estructura del pavimento y también afectan a los pavimentos en función de su espesor y propiedades mecánicas (Arias y Aragüés, 2019).

### **2.2.4. TIPOS DE FALLAS EN PAVIMENTOS**

#### **2.2.4.1. BACHEO**

Un parche de pavimento representa un área de pavimento que ha sido reemplazada con material nuevo para reparar el

pavimento. Por muy bueno que sea el bache en el pavimento, siempre se considerará un fracaso (Arias y Aragüés, 2019).

### **Figura 2**

*Baches en un tramo de pavimento*



**Nota:** Arias y Aragüés (2019)

#### **2.2.4.2. GRIETAS EN BLOQUES**

Este tipo de daño se caracteriza por grietas en forma de bloques desprendido en el pavimento causado por la contracción de la capa de soporte debido al ciclo térmico diario. Estas fallas representan un endurecimiento maduro del pavimento y no necesariamente indican un uso excesivo del tráfico (Arias y Aragüés, 2019).

### **Figura 3**

*Grietas en tramo de pavimento*



**Nota:** Arias y Aragüés (2019)

#### **2.2.4.3. DESPRENDIMIENTO**

Este tipo de daño se deriva del proceso de transporte continuo cuya consecuencia provoca que el árido pierda sus propiedades adhesivas, dejándolo liso y suave al tacto (Arias y Aragüés, 2019).

#### **Figura 4**

*Desprendimiento de la carpeta asfáltica*



**Nota:** Arias y Aragüés (2019)

### **2.2.5. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA VÍA PARA REHABILITAR MEDIANTE WHITETOPPING**

- Daños estructurales.
- Daños asociados a la fatiga de las capas asfálticas.
- Daños asociados a la alteración del perfil por deformaciones plásticas acumuladas.
- Daños asociados a la inestabilidad de la banca.
- Daños superficiales.
- Daños asociados a las deficiencias en el diseño o fabricación de la mezcla asfáltica.
- Daños asociados a la calidad de los materiales.

Según las Especificaciones de Construcción de Pavimentos de Concreto Hidroformado del Instituto de Desarrollo Urbano de Bogotá D.C. Realice un inventario de las fallas e imperfecciones consideradas pavimento flexible de la siguiente manera:

#### **2.2.5.1. HUECOS O BACHES ABIERTOS**

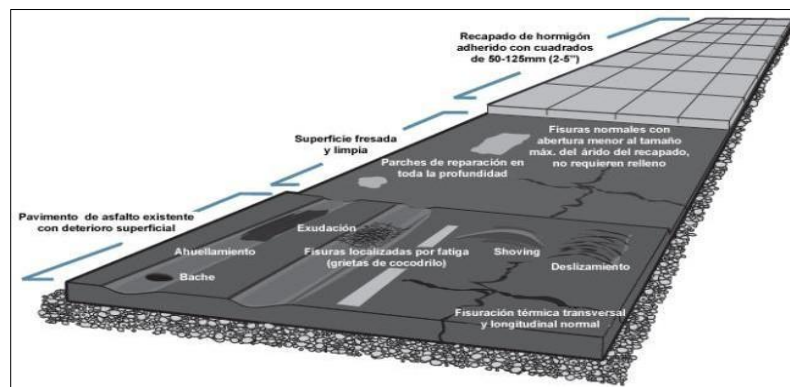
Huecos o depresiones como resultado de la separación de los estratos de asfalto y gránulos. Se consideran 3 tipos de huecos:

- Superficiales: Afectan solo el proceso de desgaste, su profundidad es inferior a 3 cm.

- Medios: Parte o la totalidad de la capa asfáltica a una profundidad de 3 a 10 cm.
- Profundos: Una profundidad superior a 10 cm desaloja el material y perturba el fondo del gránulo.

**Figura 5**

*Daños y averías en pavimentos flexibles*



**Nota:** Arias y Aragüés (2019)

### 2.2.5.2. FISURAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES

Estas son grietas verticales y /o horizontales y no forman la red, pero se presentan solos o continuamente, y son creados por la falta de articulaciones de construcción, mixtas o movimientos. Se consideran tres tipos de grietas; longitudinales, transversales, en bloque.

### 2.2.5.3. DESGASTE SUPERFICIAL

Son áreas aisladas o irregularidades que comúnmente se encuentran en la superficie, producto de la abrasión de partículas superficiales o de la separación de algunas de ellas por la influencia del tráfico o malas condiciones climáticas. Se clasifica el desgaste como:

- Comienzo: pérdida uniforme, áspera e irregular de tejido de hasta 5 mm de profundidad.

- Medio: Cuando la profundidad del desnivel es de 5 mm a 15 mm. Las partículas compuestas se someten a vibraciones circulares y se detectan.
- Pesado: El respaldo está descascarillado superficialmente, con grietas evidentes y partículas sueltas en la calzada.

#### **2.2.5.4. PIEL DE COCODRILO**

Estas son fisuras en forma de malla que inicialmente aparecen como cuadrados más o menos regulares, de 25 a 30 cm de lado, y gradualmente se ven como piel de cocodrilo. Estas grietas luego se ensancharon y profundizaron, provocando deslizamientos de tierra. Se consideran tres tipos de falla:

- Incipiente: si la fisura es muy lisa y el tamaño del cuadrado es cercano a los 25 cm. Sin tener una deformación superficial.
- Medio: si los bloques se están reduciendo de dimensiones y tienen bordes redondeados debido a la pérdida de partículas, la grieta que los separa es mayor a 1 cm, hay deformación y movimiento relativo, y es probable que la mayoría de los bloques se separen allí.
- Severo: Si la deformación es importante y provoca pérdida de material bituminoso y aparición de la matriz.

#### **2.2.5.5. ONDULACIONES**

Son deformaciones significativas y notorias de los pavimentos que cambian su perfil longitudinal bajo la influencia de hundimientos de terraplenes o hundimientos causados por raíces de árboles.

#### **2.2.6. TÉCNICA DE REHABILITACIÓN WHITETOPPING**

Es una técnica que se utiliza para restaurar el pavimento flexible dañado por el tráfico, la humedad y el clima mediante la colocación de

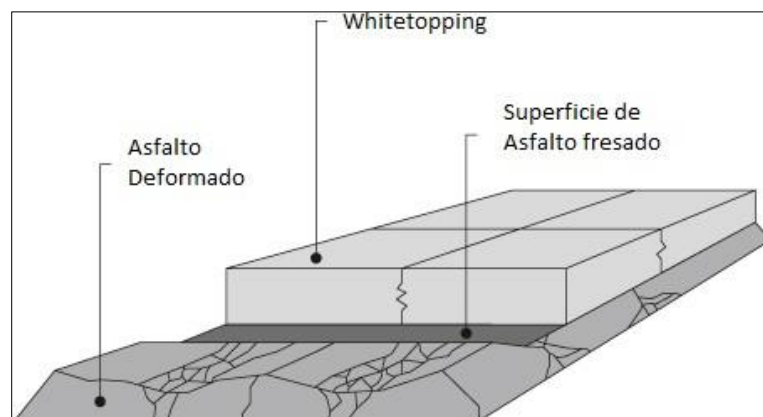


losas de hormigón sobre el mismo, y se desarrolló en los Estados Unidos desde 1918 y se utilizó originalmente en aeropuertos, autopistas, etc. Se utiliza en carreteras, vías principales. Carreteras secundarias, calles, estacionamientos. Utilizado en aeropuertos civiles y militares en las décadas de 1940 y 1950, y desde la década de 1960, el hormigón se ha utilizado ampliamente como una alternativa a la rehabilitación de carreteras en estados como California, Iowa y Utah.

Con este tipo de restauración, las carreteras con capas asfálticas superficialmente dañadas pueden repararse rápidamente, prolongar la vida útil, reducir el precio de mantenimiento, corregir deformaciones en secciones longitudinales y transversales y aumentar los niveles de servicio, mejorar la comodidad del usuario y reducir los costos operativos. El white-topping es una técnica para reparar pavimentos blandos superficialmente dañados mediante la colocación de un pavimento duro encima para alargar su vida útil (Arias y Aragüés, 2019).

**Figura 6**

*Estructura típica de reparación por la técnica de Whitetopping*



**Nota:** Arias y Aragüés (2019)

### 2.2.6.1. TIPOS DE WHITETOPPING

Tenemos muchos tipos de Whitetopping, que se clasifican según su espesor:

- Convencional: el espesor de la losa es superior a 20 cms.
- Delgado: el espesor de la losa oscila entre 10 a 20 cms.

- Ultradelgado: el espesor de la losa oscila entre 5 a 10 cms.

### 2.2.6.2. ESFUERZOS A CONSIDERAR

Durante el proceso de diseño, los pavimentos plásticos tienen características curvas de tensión, desgaste, dependiendo del espesor de la capa y la calidad del material. Cuando se coloca pavimento duro sobre esta estructura, absorbe más tensión y la distribuye sobre una superficie más grande. Curvas de tensión de salto y pavimento flexibles.

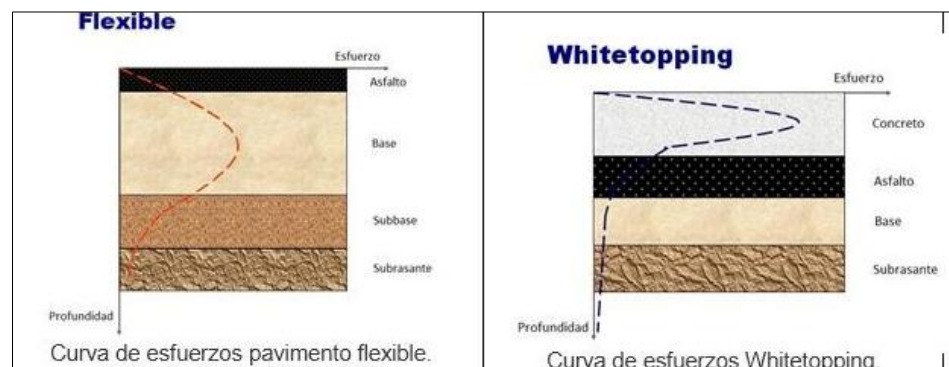
### 2.2.6.3. DIAGNÓSTICO PREVIO PARA LA APLICACIÓN DE LA TÉCNICA WHITETOPPING

La posibilidad de reparar carreteras mediante la tecnología Whitetopping depende de cumplir ciertas condiciones:

- Que el deterioro de la capa asfáltica es superficial, por lo que su estructura no tiene un efecto apreciable.
- Que el pavimento existente deberá presentar solo fallas superficiales y después de fresado no sea menor de 5 cms, según la AAPC (American Concrete Pavement Association), El siguiente paso consiste en realizar la investigación necesaria para respaldar el desarrollo del diseño. Esta revisión incluye resaltar el estado actual y el estado de la carretera.

**Figura 7**

*Diferencia de curvas de esfuerzos entre tipos de pavimentos*



**Nota:** Revista Digital Apuntes de Investigación | ISSN: 2248-7875 Vol 4 (2012)

#### **2.2.6.4. DÓNDE SE PUEDE UTILIZAR LA TÉCNICA DEL WHITETOPPING**

Whitetopping puede utilizarse para reparar los asfaltos de las autopistas calles locales estacionamientos, carriles de autobús, pistas de aeropuertos, El espesor de la capa de concreto varia típicamente entre 10 cm y 20 cm según el tipo de vía y el estado del pavimento de asfalto existente tráfico esperado y la vida útil proyectada para la nueva capa.

#### **2.2.6.5. BENEFICIOS DE REHABILITAR VIALIDADES CON WHITETOPPING**

La técnica del Whitetopping ofrece múltiples beneficios tanto para los operadores y los usuarios de las vialidades, el Whitetopping proporciona ahorros significativos a lo largo del ciclo de vida con los precios actuales la reconstrucción de una vía en concreto suele costar menos que con asfalto, la sobre carpeta de Whitetopping está diseñada para proporcionar entre 20 y 40 años de servicio reduciendo así el costo de mantenimiento a través del tiempo. Estudios recientes demuestran como esto se traduce en un ahorro en su ciclo de vida de hasta un 30% aunque el costo inicial puede ser entre un 5 y 10% más alto.

**Tiempo de Construcción.** Se reduce en un 20% lo cual es una ventaja crucial de las arterias urbanas y mayor resistencia y durabilidad la capa Whitetopping dura 2 a 3 veces más que el pavimento asfáltico.

**Seguridad.** Con el Whitetopping se crea una superficie luminosa que refleja hasta 3 veces más de luz que el asfalto esto ayuda a aumentar la seguridad de los automovilistas.

**Figura 8**

*Superficie luminosa de superficie de concreto y de asfalto*



**Nota:** <https://www.youtube.com/watch?v=zBlfVgX4rmY>

**Costos de Alumbrado.** Al mismo tiempo que reduce los costos de alumbrados de las calles, por otro lado, se minimiza la formación de surco y ondulaciones que implica riesgos importantes para los conductores.

**Figura 9**

*Alumbrado de calles de concreto y de asfalto*



**Nota:** <https://www.youtube.com/watch?v=zBlfVgX4rmY>

**Beneficios Ambientales.** Las superficies de las vialidades son más claras por lo que el concreto consigue que las superficies sean más frías reduciendo así el efecto isla de calor en las zonas urbanas al usar el asfalto existente como base se reduce la cantidad.

**Figura 10**

*Medición de temperatura en los pavimentos*



**Nota:** <https://www.youtube.com/watch?v=zBlfVgX4rmY>

**Materiales de Ejecución.** En esta investigación se usarán tres instrumentos, la viga Benkelman, prensa de concreto (ensayo de rotura) y hojas de cálculo (Excel) según lo siguiente:

### **I. Viga Benkelman**

El pavimento se evaluó utilizando una máquina Benkelman Beam para determinar la deformación recuperable y las curvas elásticas de recuperación retardada del pavimento elástico debido a la carga estática. Para este propósito, se utilizan camiones que tienen una carga, tamaño de llantas, espacio entre ruedas y presión de bomba estandarizados.

Reglas Benkelman y calibres de cumplimiento correspondientes (0,01 mm y 12 mm de recorrido) y carros de prueba con las siguientes características:

El eje trasero pesa 8175 kg, dividido uniformemente sobre ruedas gemelas y equipado con cámaras de aire, neumáticos de 10,00" x 20"; 12 capas, infladas a 5,6 kg/cm (80 lb/in). cuadrado) La longitud entre los puntos centrales de la banda de rodadura de dos neumáticos en cada rueda doble debe ser de 32 cm.

Determinación de la curva de recuperación Elasto-Retardada, el cronómetro comienza justo cuando el camión comienza a

moverse hacia adelante y el indicador flexible se lee a intervalos de 5 s, la totalidad de las lecturas se registran hasta que ambas lecturas estén dentro de 0,01 mm del intervalo de 60 s entre dos lecturas. Una recuperación se considera completa cuando se cumple la siguiente condición, correspondiente a la última lectura de la desviación recuperable.

El producto de deflexión de la carga estática aplicada, que es imperceptible para el ojo humano, pero es detectado por un instrumento de medición (elastómetro de 0,01 m) colocado adecuadamente a una distancia dada.

De acuerdo con la norma ASTM D-4695, describe un procedimiento para el uso de vigas Benkelmann para determinar simultáneamente la deformación recuperable y el radio de curvatura de un pavimento elástico debido a la carga estática. Para ello, se utilizan camiones con carga, tamaño de neumáticos, distancia entre ejes y presión de bomba estandarizados.

**Cálculos:**

La deflexión bajo el eje de la carga ( $D_0$ ), se calcula mediante la expresión:

$$D_0 = 4 \times L_0$$

(expresada en 0.01 mm)

$L_0$  = Lectura registrada en el dial del primer brazo de ensayo.

$$D_{25} = 4 \times L_{25}$$

(expresada en 0.01 mm)

La deflexión a 25 cm del eje de la carga ( $D_{25}$ ), se calcula con la expresión:

$$R_c = \frac{3125}{(D_0 - D_{25})}$$

$L_{25}$  = Lectura registrada en el dial del segundo brazo de ensayo.

Radio de curvatura en el punto de ensayo se calcula en la siguiente expresión:

Expresando en mm.

**Figura 11**

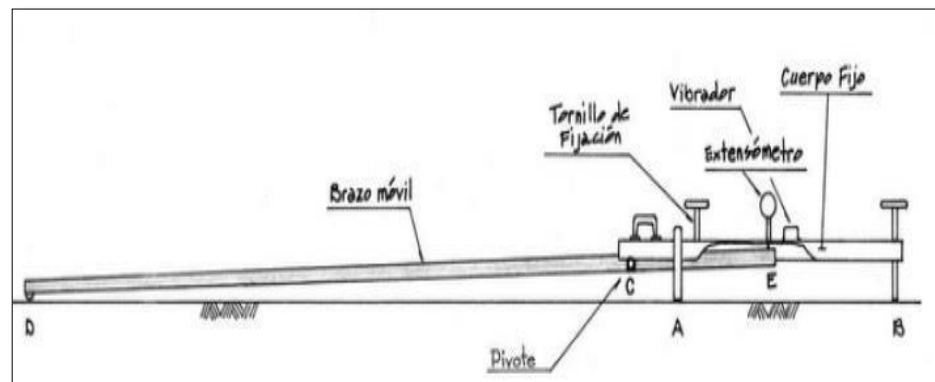
*Equipo Viga Benkelman*



**Nota:** Instituto Nacional de Vías (INVIAS) (2007)

**Figura 12**

*Posición inicial de la viga Benkelman*



**Nota:** Instituto Nacional de Vías (INVIAS) (2007).



**Figura 13**

*Posición inicial de la viga Benkelman*



**Nota:** Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA.

### **Personal y equipos empleados**

El equipo de la deflectometría estará conformada por un técnico especializado y 01 ayudante y 02 Vigías seguridad y el conductor.

**Figura 14**

*Equipo viga Benkelman proceso de evaluación del pavimento*



**Nota:** Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA



## II. Ensayo de Rotura

El Manual de ensayo de materiales de MTC cubre la determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto, incluida la fundición del cilindro y la extracción del núcleo, y se limita al concreto con un peso unitario superior a 800 kg/m<sup>3</sup> (50 lb/ft<sup>3</sup>). NTP 339034 método de ensayo estandarizado para poder determinar la resistencia a la compresión del hormigón en probetas cilíndricas.

**Figura 15**

*Prensa de concreto*



**Nota:** Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA

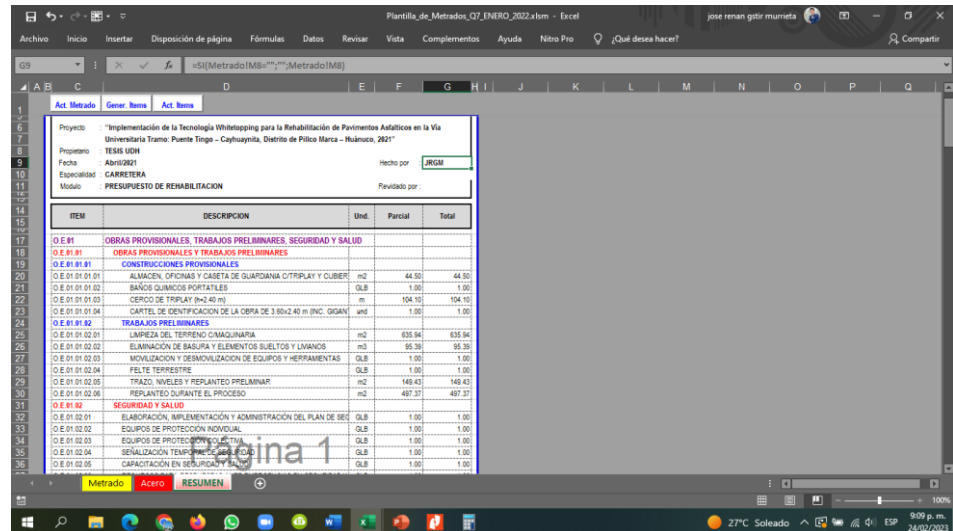
## III. Hoja de cálculo (Excel)

Se utilizará una hoja de cálculo (Excel) para preparar el cálculo del análisis de precio unitario para concreto y asfalto. Microsoft Excel es un programa para la gestión de hojas de cálculo. El excel fue desarrollado y distribuido por Microsoft para la realización de las labores financieras y contables. Microsoft lanzó originalmente un programa de hoja de cálculo llamado Multiplan en 1982, que tuvo popularidad, pero se vio frustrado por Lotus 1-2-3 en los sistemas MSDOS. Microsoft lanzó la primera versión de Excel para Mac en 1985 y la primera versión del software de hoja

de cálculo para computadoras con Windows el 31 de noviembre de 1987.

**Figura 16**

*Hoja de Cálculo Excel*



**Nota:** Elaboración Propia.

## IV. Estación Total

Las estaciones totales son ahora el instrumento más utilizado en levantamientos topográficos y han reemplazado casi por completo a los telémetros y teodolitos electrónicos. Una estación total es un dispositivo que consta de tres partes importantes: un teodolito que puede medir ángulos verticales y horizontales, un medidor de intervalos que se usa para medir distancias horizontales y verticales, y una presentación práctica más adelante. Una computadora que puede almacenar y procesar datos de tiempo.

### Funciones principales del instrumento

Como se mencionó anteriormente, las características de teodolito, centrado y nivelación son todas iguales, pero la estación total tiene un sistema electrónico de nivelación más avanzado. De manera similar, existen errores comunes en la verticalidad, la

colimación y la inclinación. La perpendicularidad se puede corregir en software y colimar por medios mecánicos. Para medir la distancia horizontal, la máquina utiliza el mismo principio que un telémetro: una estación total envía una señal electromagnética a un prisma (las estaciones totales actuales utilizan señales infrarrojas o láser para aumentar su precisión). Conocer la velocidad y el tiempo que tarda la onda en rebotar en el prisma y volver al dispositivo determina la distancia del punto en consideración.

Además, 38 estaciones totales pueden medir ángulos horizontales y verticales gracias a líneas creadas en discos transparentes. Es importante mencionar que con el microprocesador integrado puedes realizar una gran variedad de cálculos. No olvide incluir una descripción general de las constantes del prisma, las correcciones electrónicas de distancia usando presión atmosférica y temperatura, refracción de triangulación y correcciones de temperatura, cálculos de altura de puntos y mediciones de conductividad.

Un procedimiento común utilizado por las estaciones totales para realizar mediciones es la triangulación. Esto implica determinar las coordenadas de cualquier punto que pase por dos puntos de coordenadas conocidas. Esto significa que la estación total se debe centrar, nivelar a un punto con coordenadas conocidas o supuestas, apuntar a otro punto conocido y guardar. De esta manera, puede comenzar dirigiendo su mirada a todos los demás puntos de interés. En la mayoría de las estaciones totales, estos puntos se nombran como:

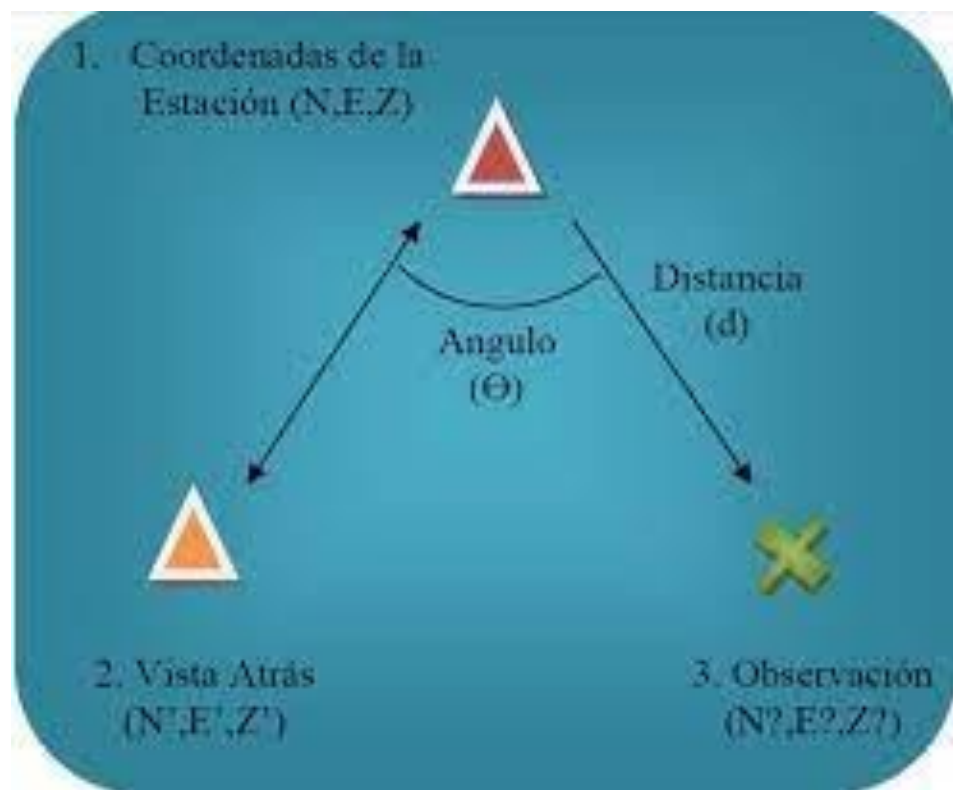
- Coordenadas de la estación (Stn coordinate): Uno de los puntos con coordenadas conocidas. En este punto se centra y nivela la estación total y se inician las observaciones sobre otros puntos.
- Vista atrás (back sight): Este es el segundo punto en coordenadas conocidas donde se realiza la primera

observación. No está en la parte posterior del dispositivo como sugiere el nombre, pero se puede colocar en otro lugar si tiene la vista correcta.

- Observación (observation): Corresponde al punto cuyas coordenadas se desea determinar y puede ubicarse en cualquier lugar dependiendo de las observaciones posteriores que realice el cartógrafo.

**Figura 17**

*Funcionamiento de una estación total*



**Nota:** Bustos, Guillermo. La estación total. [En línea]. <https://civilgeeks.com/2017/09/05/la-estacion-total-topografia-ii-ingguillermo-n-bustos/> [Consulta: 04/2021].

### **Partes y componentes del instrumento.**

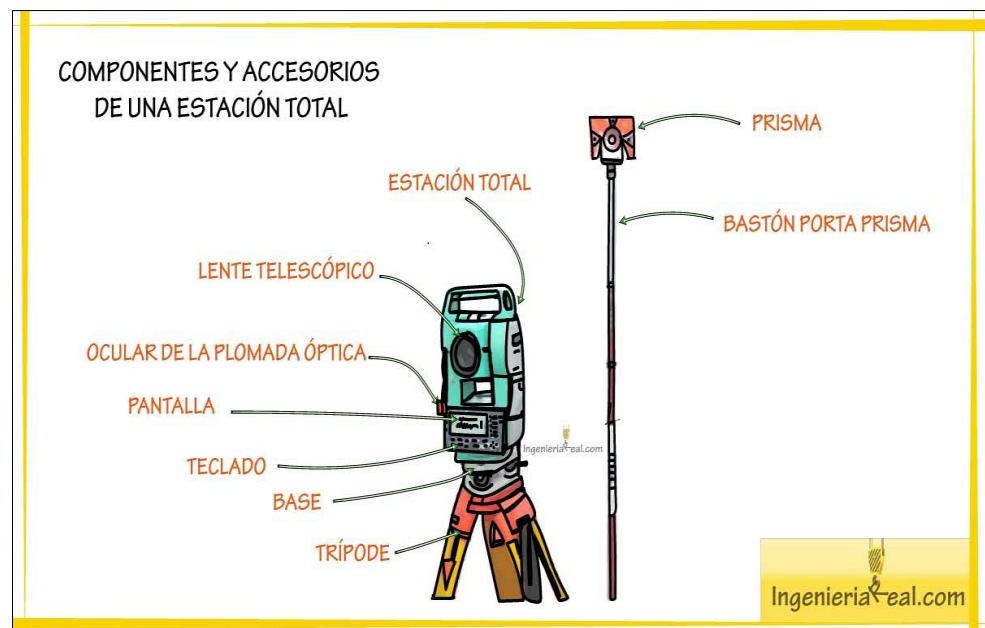
Necesitamos conocer las diferentes partes de una estación total. Además, se realiza la función de cada uno de estos componentes para su correcto manejo en las mediciones de campo. Explicando cada una de las 40 partes, podemos ver que la estación total es muy similar a un teodolito tradicional. Es necesario

distinguir la parte de la estación total, la parte que se muestra en la Figura 10. Adicionalmente, se deben utilizar accesorios adicionales para realizar cualquier tipo de izaje. Los accesorios adicionales incluyen:

- Bastón porta prisma: generalmente de metal, es un cilindro de metal hueco, autoajutable en altura, con un prisma adjunto. Hay un nivel de burbuja redondo para garantizar la verticalidad durante la medición. Tenga en cuenta que se debe utilizar el mismo número de varillas según el número de prismas utilizados para la medición.

**Figura 18**

*Accesorios para una estación total*



**Nota:** Bustos, Guillermo. La estación total. [En línea]. <https://civilgeeks.com/2017/09/05/la-estacion-total-topografia-ii-ingguillermo-n-bustos/> [Consulta: 04/2021].

**Trípode:** Un accesorio al que se puede conectar un dispositivo. Contiene 3 pines de ajuste utilizados para ajustar el dispositivo.

Suelen ser de madera, metal o fibra de vidrio.

- Prisma circular: un dispositivo colocado en un punto de observación, observado por una estación total, envía una señal al prisma y devuelve la señal electromagnética al dispositivo. Hay dos tipos de prismas: (a) Prismas cilíndricos (ver Figura 10): caracterizados por estar alineados con la línea de visión del instrumento, utilizados en la mayoría de las investigaciones de rutina y con alta precisión. cuerpo; (b) Prisma de 360°: funciona en todas las direcciones utilizadas en estaciones totales de primera línea, por lo que no es necesario alinear el prisma con la línea de visión del instrumento.
- Brújula: un accesorio común para el equipo de estación total. Cuando se monta en una máquina y se trabaja en coordenadas virtuales, las mediciones se pueden vincular con el campo magnético del norte de la Tierra.
- Cargador: En promedio, una batería recargable proporciona 6 horas de trabajo continuo. Por lo tanto, es importante llevar al menos dos baterías para el trabajo de campo. De manera similar, la mayoría de los cargadores pueden cargar dos baterías simultáneamente. Además de explicar el funcionamiento de cada parte y su importancia para el equipo, en una parte específica de la estación total.
- Anteojos: Están hechos de vidrio y tienen marcas correspondientes llamadas colimadores. Se utilizan para colimar, emitir radiación y recibir señales reflejadas por prismas. Tienen dos partes que son esenciales para la observación. El enfoque de la retícula adopta el control del ocular. La alineación adecuada de ambos le dará una imagen clara del objetivo y la retícula (líneas de colimación). La paralaje ocurre cuando los dos enfoques no coinciden. Este

es el inconveniente de los errores individuales examinados en el capítulo anterior.

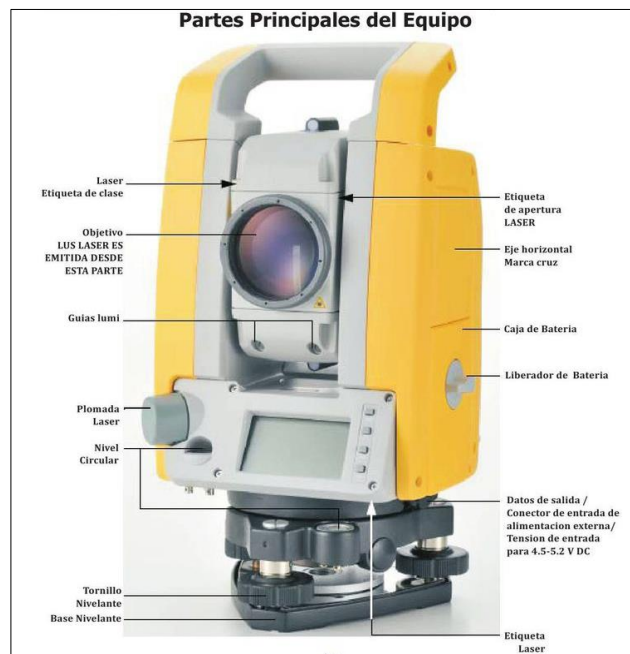
- Sistema de medición de ángulos: consta de dos círculos de vidrio montados uno encima del otro con un pequeño espacio entre ellos. El círculo inferior se llama rotor y tiene líneas blancas y negras divididas uniformemente. El círculo superior, llamado estator, se divide en rendijas y el haz de luz se proyecta sobre el fotodetector desde abajo. En el momento en que se apunta un ángulo, los dos círculos (rotor y estator) se mueven provocando un cambio en el haz de luz, un fotodetector registra este cambio, lo convierte en un pulso eléctrico y lo transmite al microprocesador para convertirlo a valores digitales. Se utiliza el mismo procedimiento para las mediciones de ángulos verticales, solo que el círculo de vidrio se coloca verticalmente.
- Círculo Vertical: Vinculado a los efectos de la gravedad por un compensador automático. Cuando el dispositivo está en posición horizontal, la lente obtiene automáticamente un valor de  $0^\circ$  hacia el cenit. El movimiento vertical se consigue con tornillos de ajuste y tangenciales. Fije esta lente en el eje horizontal y vuelva a aflojar este tornillo para habilitar el desplazamiento de la lente.
- Círculo Horizontal: Mismo proceso que antes, puede fijar o cambiar la posición horizontal de la lente fijando el tornillo y la tangente al movimiento horizontal. Para observar, mueva la lente en la dirección del objetivo, ajuste el tornillo de fijación y luego oriente correctamente el tornillo tangencial al objetivo.
- Base de nivelación: un dispositivo de montaje en la parte superior de la estación total. Incluye tres tornillos de nivelación, un centro redondo (corazón) y un sistema de fijación para sujetar la estación total a un soporte o trípode.

- Plomada óptica: Su función principal es asegurar que la estación total esté correctamente centrada en la estación. El amortiguador óptico se puede montar en un trípode o alidada, pero recomendamos montarlo en la alidada para proporcionar una mayor precisión. El instrumento debe estar nivelado de modo que la línea vertical del amortiguador óptico esté verdaderamente vertical y no inclinada. Los radiadores ópticos ahora han sido reemplazados por radiadores láser. El principio de los radiadores láser es producir un haz vertical que debe coincidir con un punto o estación. Tendrá menos tiempo para concentrarse, pero los puntos serán menos visibles en días muy soleados.
- • Microprocesador: Los topógrafos tienen varias ventajas. Los ángulos se pueden medir en ambas direcciones, los círculos se pueden poner a cero con solo presionar un botón y los ángulos se pueden agregar con el tiempo.
- • Teclado y carátula: Los observadores pueden comunicarse con el microprocesador, emitir comandos a través del teclado y observar los resultados en sus caras.
- • Puertos de comunicación: Puede interactuar con periféricos externos, computadoras o memoria sim para el almacenamiento de archivos.



**Figura 19**

*Partes principales de una estación total Trimble M3*



**Nota:** Bustos, Guillermo. La estación total. [En línea]. <https://civilgeeks.com/2017/09/05/la-estacion-total-topografia-ii-ingguillermo-n-bustos/> [Consulta: 04/2021].

## **Tipos de estaciones totales**

### **Estaciones totales automáticas**

Son los más utilizados en la actualidad. Los datos sobre el ángulo horizontal, el ángulo vertical, la distancia horizontal, la distancia vertical y la distancia oblicua se pueden almacenar electrónicamente. Además, cada componente. Todas las estaciones totales utilizan luz infrarroja para la medición de distancias. Tiene un rango de 800 m a 2000 m, una precisión de aproximadamente  $\pm 5 \text{ mm} + 5 \text{ ppm}$  y una incertidumbre de  $\pm 1 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$  para las mediciones más precisas. Por lo general, se utilizan para redes de gestión perimetral de bienes raíces, zonificación de sitios de construcción y recopilación de datos del terreno. Uno de los inconvenientes de las estaciones totales automatizadas es que no proporcionan un libro de registro del terreno como se vio en el capítulo anterior, por lo que no se pueden

realizar las pruebas de campo correspondientes. Para hacer una revisión completa, deberá volver a la oficina y usar el plan que se creó para revisar su trabajo.

### **Estaciones totales robóticas**

Es la pieza de equipo más sofisticada en una estación total en la actualidad. El dispositivo consta de una baliza circular, un prisma reflectante, un dispositivo de telemetría para comunicarse con el robot y un teclado. Algunas de las ventajas de utilizar estos dispositivos son: (a) Puede ser operado por una sola persona. (b) La persona está parada en el prisma de la encuesta con lo que ha obtenido en cuanto a la calidad de su trabajo. (c) ubicado en la parte superior del prisma, lo que facilita la recopilación de información adicional; (d) Dispositivos capaces de seguimiento prismático incluso a largas distancias o con poca visibilidad. (e) Estas estaciones están controladas por un control remoto. Esto garantiza aún más la seguridad del punto de medición. Del mismo modo, se puede utilizar como estación total tradicional o como robot con una sola geodésica en el prisma. El segundo método de medición se llama encuesta remota. Un topógrafo toma un prisma con una unidad de posicionamiento remoto (RPU), activa el dispositivo con el botón de búsqueda y la estación de robot localiza la RPU. Se recomienda el uso de una estación total robótica para levantamientos de trabajo donde ocurren grandes movimientos de tierra, como corte y relleno, pero no es aplicable para levantamientos catastrales tradicionales. La razón principal es que cuando un topógrafo se traslada a una estación para esperar a un equipo de búsqueda, el dispositivo escanea 360° en el sentido de las agujas del reloj para encontrarlo. Si el topógrafo se mueve en la dirección opuesta, el dispositivo debe girar casi por completo, lo que aumenta el tiempo de trabajo.

## V. Rueda Merlín (Rugosímetro)

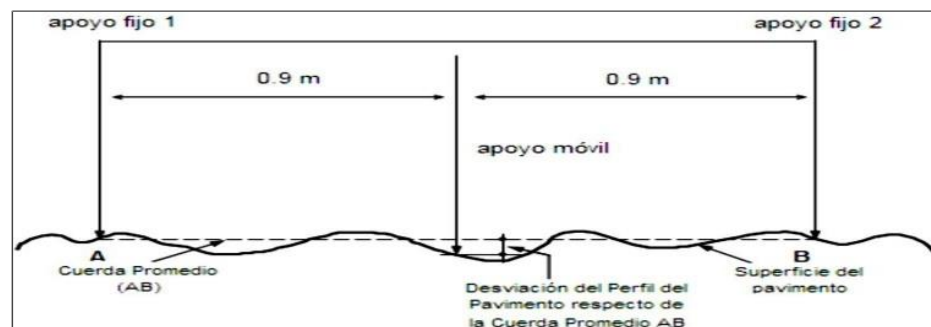
El Laboratorio Británico de Investigación de Carreteras y Tráfico (TRRL) desarrolló el rugosímetro MERLIN (término inglés Machine for Evaluating Roughness using low-cost Instrumentation) basado en el principio de perfiles estáticos, para lograr una herramienta de menor costo, facilidad método de análisis de uso y sencillez con resultados fiables.

### Fundamentos Teóricos

La definición de la rugosidad del revestimiento se basa teóricamente en el uso de la distribución de las desviaciones de la superficie con respecto a la longitud media de la cuerda. La Figura 20 muestra cómo MERLIN mide el desplazamiento vertical entre el pavimento y el punto medio de una isobara imaginaria. Este desplazamiento se denomina desviación de cuerda media.

**Figura 20**

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



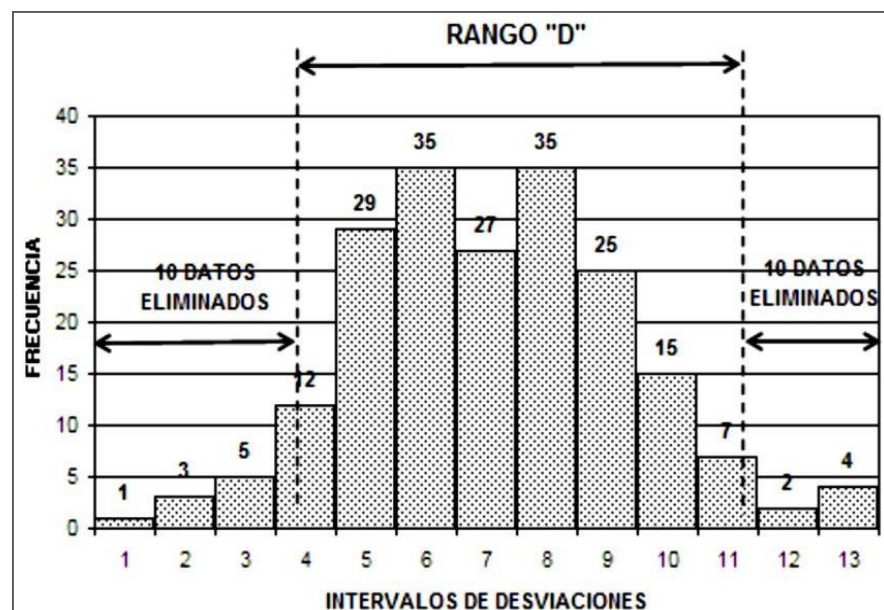
**Nota:** Del Águila Rodríguez, Pablo, 1999.

La longitud promedio del cable es de 1,80 m, que es la distancia para obtener los mejores resultados de correlación. También se define que debe medirse un promedio de 200 desviaciones de código continuamente a lo largo de la pista, lo que permite un intervalo ininterrumpido de medición. En este estado, mientras más rugosidad tenga la superficie, mayor es la desviación.

Al graficar la distribución de frecuencia de 200 mediciones, la varianza de la desviación se puede medir y correlacionar con la escala de rugosidad estándar (consulte la Figura 21). El parámetro estadístico que determina el grado de dispersión es el área de muestreo (D) determinada después de filtrar el 10% de las observaciones (10 puntos de datos para cada cola del histograma). El valor D es la rugosidad del pavimento expresada en 'unidades MERLIN'.

**Figura 21**

*Histograma de la distribución de frecuencias de una Muestra de 200 desviaciones medidas en forma consecutiva*



**Nota:** Del Águila Rodríguez, Pablo, 1999.

El concepto de utilizar la deflexión de la superficie frente a la longitud media de la cuerda como método para estimar la rugosidad del pavimento no es nuevo ni exclusivo de TRRL. (Del Aguila Rodríguez, Pablo, 1999).

## **Correlaciones D versus IRI**

Relaciona la rugosidad determinada por MERLIN con el Índice Internacional de Rugosidad (IRI), un parámetro utilizado para la normalización.

La técnica de medición utilizado por MERLIN, ya que el dispositivo está diseñado como una variante de un perfilador estático, es un método de Categoría 1, ya que sus resultados son muy precisos. Al correlacionar los resultados obtenidos de MERLIN con la escala IRI, el coeficiente de determinación fue en realidad igual a uno ( $R^2=0,98$ ). Debido a su alta precisión, solo puede ser superado por métodos topográficos (intersección y niveles), y algunos fabricantes de equipos sensibles (Bump Integrator, Mays Meter, etc.) recomiendan su uso para calibrar rugosímetros.

MERLIN es un dispositivo con un diseño simple. Figura 22 y 23; proporcionan un diagrama esquemático del instrumento. Consiste en un marco que consta de dos elementos verticales y un elemento horizontal.

Para facilitar el movimiento y el manejo, el elemento vertical delantero es una rueda y el elemento vertical trasero tiene dos soportes de inclinación montados en los lados, uno en el lado derecho para asegurar el dispositivo al suelo y otro de prueba para mantener el elemento izquierdo para ubicar el equipo. El elemento horizontal se extiende hacia atrás con 2 manijas para levantar y mover la unidad, rodando sobre ruedas como una carretilla. (Del Águila Rodríguez, Pablo, 1999).

**Figura 22**

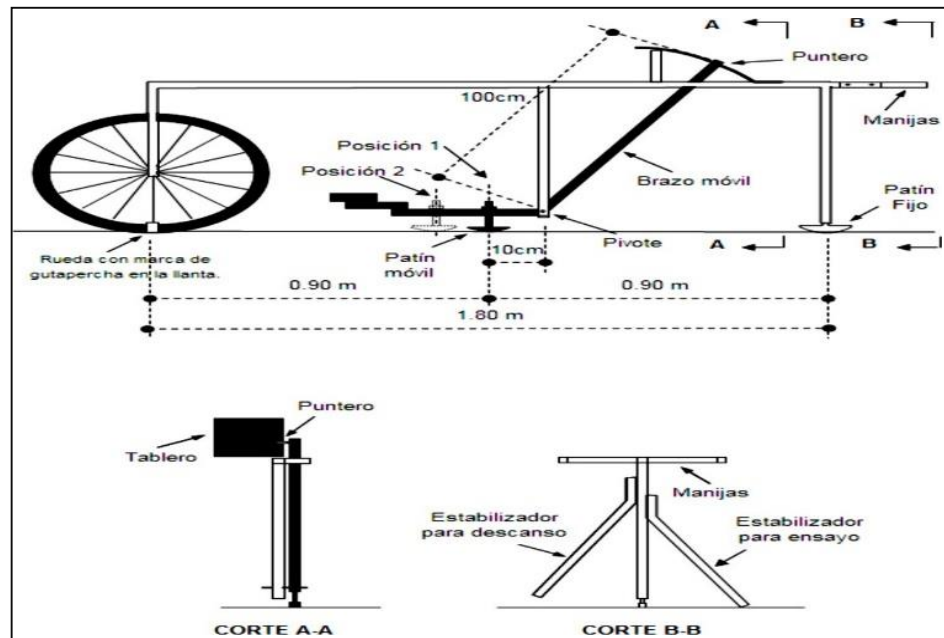
*Rugosímetro de MERLIN empleado para los ensayos en esta tesis*



**Nota:** Del Águila Rodríguez, Pablo, (1999)

**Figura 23**

*Esquema del Rugosímetro de MERLIN*



**Nota:** Del Águila Rodríguez, Pablo, (1999)

En la parte central del elemento horizontal, una varilla vertical se extiende hacia abajo pero no llega al suelo, y un brazo

móvil gira en su extremo inferior. El extremo inferior del brazo móvil toca directamente el suelo, a través de la conexión de tornillo y el deslizador ajustable, se adapta a las fallas que tiene el suelo, mientras que el extremo superior es un puntero o indicador que puede presionar la llanta en el borde. del brazo móvil, y el extremo inferior de los patines contacta con el pavimento de acuerdo con el movimiento utilizado para el lugar. Para registrar el movimiento del marcador se utilizó una escala gráfica de 50 mm de espesor con 50 divisiones, la cual fue adherida al borde de la placa por donde se desliza el marcador (Del Águila Rodríguez, Pablo, 1999).

Hernández, Fernández y Baptista (2014) definen a “la validez como el valor real como herramienta estima la variable que quieres medir” (p. 200).

**Tabla 1**

*Rangos y magnitud de validez*

<b>Rangos</b>	<b>Magnitud</b>
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

**Nota:** Herrera (1998) citado por (Confiabilidad y Valides de instrumento de investigación, 2013, p.13)

**Tabla 2**

*Coeficiente de validez por juicio de expertos*

Validez	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Promedio
Variable Independiente	1	1	1	1
Variable Dependiente	1	1	1	1
Índice de validez				1

**Nota:** Herrera (1998) citado por (Confiabilidad y Validez de instrumento de investigación, 2013, p.13)

### **Confiabilidad de los instrumentos (de cada instrumento)**

Hernández, Fernández y Baptista (2014) señalan que “el grado de confiabilidad con el que un instrumento produce resultados consistentes e inconsistentes.” (p. 200).

Por lo tanto, los datos de este proyecto de investigación se interpretarán con el intervalo de confianza y la tabla de magnitud en la tabla a continuación:

**Tabla 3**

*Rango y magnitud de confiabilidad.*

Rangos	Magnitud
0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy Confiable
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad
1.0	Confiabilidad perfecta

**Nota:** Herrera (1998) citado por (Confiabilidad y Validez de instrumentos de investigación, 2013 pág. 5)

### **Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.**

- Diseño de la investigación.



Se trata de un estudio comparativo, se tendrán dos grupos de análisis, (uno sin uso del WHITETOPPING y el otro con el uso del WHITETOPPING), serán consideradas muestras independientes.

- Número de mediciones

El número de mediciones en cada grupo será en una sola oportunidad (transversal)

- Escala de medición de las variables

Las variables en estudio son de naturaleza cuantitativas continuas.

- Estadística

Tomado en cuenta lo anterior y por la distribución que se espera tengan los datos se usará la estadística paramétrica.

- Prueba estadística
- Se usará el t Student

### 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

El uso de términos específicos en este estudio, y la inclusión de otros términos en el campo de la ingeniería de pavimentos nacional, se debe al claro enfoque en el uso del pavimento en el Perú. La resina es un requisito previo para este estudio. Los siguientes términos se encuentran en el Manual de diseño de caminos pequeños de tierra;

- **ACPA:** American Concrete Pavement Association.
- **Aforos:** Habla de la cuantificación vehicular realizado para tener una idea realista de la clase de carretera según el número de vehículos en tránsito, para proyección durante la vida útil.
- **Ahuellamiento:** Se hunden bajo la influencia de la presión de los neumáticos, lo que tiene el efecto de distorsionar ciertas capas de la carretera. Por lo general, no es visible antes de estar expuesto a la lluvia.

- **AASHTO:** American Association of State Highway and Transportation Officials.
- **Baches:** Se trata de áreas de aceras que han sido reemplazadas por otros materiales.
- **Drenaje:** Un conjunto de obras de evacuación de aguas superficiales e internas.
- **Eje Neutro:** Se refiere al punto donde se tiene deformaciones que son cero en una estructura.
- **ESAL:** Equivalent Single Axle Load, que en español es Carga de Eje Simple Equivalente, lo que está referido al equivalente repeticiones de carga por una medida estándar de carga, la cual es de 8.2 Tn (18 kips).
- **Fresado:** Para la nivelación de carreteras existentes y capas de acabado, se utiliza para dotarle de rugosidad al pavimento asfáltico y garantizar una buena adherencia entre la capa existente y el revestimiento de hormigón.
- **HMA:** Hot-Mix Asphalt, en su traducción al español, Mezcla de asfalto en caliente.
- **Pavimento Asfáltico:** A diferencia de una superficie rígida, es una superficie que utiliza asfalto como base y tiene un efecto flexible.
- **Pavimento Rígido:** Se dice que los pavimentos a base de cemento Portland funcionan como simples losas de concreto y soportan las fuerzas que actúan sobre ellos debido a su alta rigidez y módulo.
- **PCA:** Portland Cement Association.
- **Piel de Cocodrilo:** Estas son una serie de grietas longitudinales y paralelas causadas por cargas de tránsito repetidas.
- **Recapeo:** Este es un trabajo de remediación de la apariencia y función del pavimento flexible y consiste en rellenar la capa de desgaste con una mezcla asfáltica en caliente.
- **Sobre carpeta:** Una capa (generalmente de otro material) que se coloca una y otra vez sobre un pavimento existente con el fin de corregir los defectos del pavimento.
- **Testigos (Diamantinas):** Los testigos son escombros extraídos de la estructura, en este caso de la plataforma. Su finalidad es probar la buena adherencia entre el pavimento existente y el hormigón de

Whitetopping, como prueba de calidad, una vez finalizado el proceso constructivo.

- **Trabazón de Agregados:** Efectos a obtener entre la losa de pavimento y el pavimento (separados por juntas), incluido el atascamiento de los áridos de hormigón, destinados a eludir los equipos de transporte.
- **Whitetopping:** Indica el uso de una sobre carpeta de concreto en el pavimento asfáltico a reparar, la cual tiene condiciones mínimas para poder realizar este procedimiento.

## 2.4. HIPÓTESIS

### 2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

- La rehabilitación del pavimento asfáltico es viable mediante la aplicación de capas de concreto WHITETOPPING en la vía Universitaria tramo: Puente Tingo – Cayhuaynita, distrito de Pillco Marca – Huánuco 2021.

### 2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS

- Sí es viable la rehabilitación de la carpeta asfáltica en su actual deterioro con la aplicación de capas de concreto WHITETOPPING en la vía Universitaria tramo: Puente Tingo – Cayhuaynita, distrito de Pillco Marca – Huánuco 2021.
- Sí se mejora el comportamiento mecánico del pavimento asfáltico con la aplicación de capas de concreto WHITETOPPING en la vía Universitaria tramo: Puente Tingo – Cayhuaynita, distrito de Pillco Marca – Huánuco 2021.
- El costo comparativo de la rehabilitación del pavimento asfáltico con la aplicación de capas de concreto WHITETOPPING versus el asfalto convencional en la vía Universitaria tramo: Puente Tingo – Cayhuaynita, distrito de Pillco Marca – Huánuco 2021, hace viable su aplicación.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Técnica de Whitetopping.

### **2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE**

Rehabilitación del concreto asfáltico.

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

**Tabla 4**

*Operacionalización de las variables*

Variable	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento
<u>Independiente</u>  Técnica de Whitetopping	Whitetopping es una técnica que consiste en colocar una capa de hormigón (cemento portland) sobre una estructura de pavimento existente. Por lo tanto, no se realiza ningún otro trabajo a nivel de construcción, especialmente para fallas a nivel de pliegues, se realizan reparaciones de rodadura según sea necesario, esta técnica asegura una larga vida útil del pavimento.  Primero hay que saber si el estado actual del pavimento permitirá que se aplique esta técnica. (Gutiérrez, 2012)	Deterioro de la capa asfáltica	Deflexión	Viga Benkelman, mide la deflexión de la superficie de una carretera, causada por el paso de las ruedas del vehículo. Se coloca una viga entre los neumáticos del vehículo y está en contacto con la superficie de la carretera que se va a probar.
		Comportamiento mecánico	Resistencia a la compresión	Prensa hidráulica para la rotura de probetas de concreto para ensayos de compresión.
		Costo	Módulo de Rotura  Costo del asfalto y del concreto	Hoja Excel, hoja de cálculo computarizado de costos unitarios (S-10)

---

<p><b><u>Dependiente</u></b></p> <p>Rehabilitación del concreto asfáltico</p>	<p>Este es el proceso mediante el cual la estructura del pavimento se restaura a su condición de soporte de carga original. Se obtiene de la rehabilitación con estabilización de los suelos existentes o sin ella, si es necesario con materiales de relleno, y tiene por objeto mejorar la estabilidad, las condiciones geométricas y el confort de uso del suelo.</p> <p>(MTC, 2013)</p>	<p>Durabilidad</p>	<p>Vida útil</p>	<p>Fórmula ESAL para el cálculo del Número acumulado de ejes equivalentes</p>
		<p>Condiciones geométricas</p>	<p>Bombeo Peralte Radio de curvatura Visibilidad</p>	<p>Estación Total para la medición de dimensiones superficiales.</p>

---

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Si consideramos que el propósito principal de nuestra investigación es mejorar el pavimento asfáltico utilizando la tecnología whitetopping, entonces el propósito es resolver una situación o un problema específico identificable, por lo que la investigación aplicada se puede decir que comienza (generalmente, pero no siempre) con el conocimiento obtenido por la investigación básica para identificar problemas y estrategias para las cuales se fomentan las intervenciones. Nuestra investigación se enmarca en este último apartado, donde se han identificado técnicas (whitetopping) aplicadas a la solución de problemas planteados, y seguramente será de tipo aplicado. Esto se debe a que “La investigación aplicada, llamada práctica o experimental, está estrechamente relacionada con la investigación básica porque es el resultado de hallazgos de investigaciones posteriores y depende del progreso. (Layton, 2012, p. 27).

##### **3.1.1. ENFOQUE**

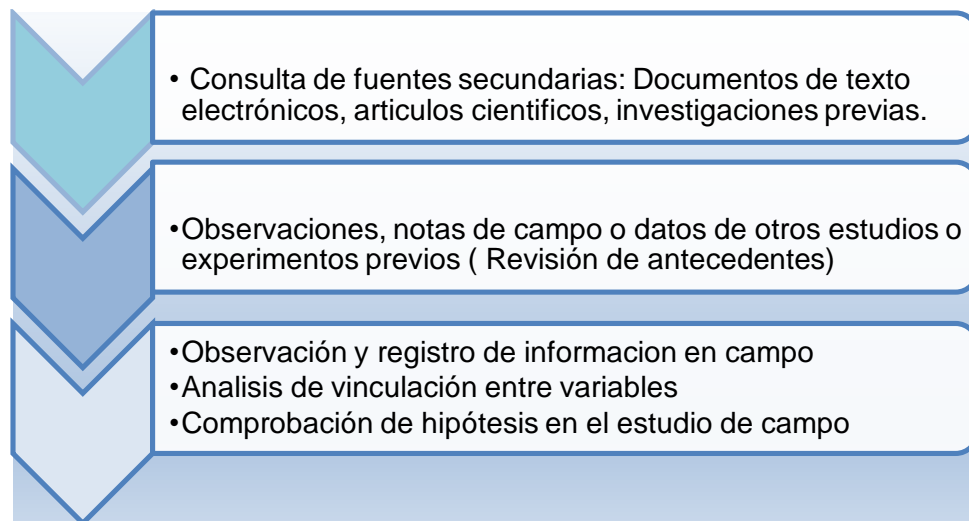
La investigación es de enfoque cuantitativa ya que se obtienen y analizan datos cuantitativos sobre variables, y estudia propiedades y fenómenos cuantitativos.

##### **3.1.2. ALCANCE**

Claramente, el alcance de este estudio es correlacional, ya que buscamos establecer la relación que puede existir entre el uso de la tecnología whitetopping (variable independiente) y la reparación del pavimento asfáltico (variable dependiente).

**Figura 24**

*Esquema para el alcance de datos*



### **3.1.3. DISEÑO**

El presente estudio es de diseño cuasi-experimental porque se manipula la variable independiente para determinar la posible influencia de causas controlables, el nivel de control es mínimo y se compara con grupos ya establecidos. Arias (2012) afirma sobre el diseño cuasiexperimental que “un diseño cuasiexperimental es, como indica su nombre, un cuasiexperimento, muestra una diferencia de un experimento puro en que carece de confianza en la similitud debido a que los grupos a estudiar son no aleatorizados; estos se refieren a un grupo de control que sirve de comparación porque no reciben tratamiento, uno es tratado y uno es experimental”. (p.42).

## **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1. POBLACIÓN**

Arias (2012) señala que “Una población es un grupo pequeño o ilimitado con características similares al que se pueden generalizar las conclusiones de un estudio. Esto está limitado por los objetivos y problemas de investigación” (p. 63).



La población de nuestro estudio está conformada por todas las zonas deterioradas de la vía universitaria de la ciudad de Huánuco, comprendida entre el puente Tingo y el punto denominado Cayhuaynita.

### **3.2.2. MUESTRA**

La muestra será no probabilística debido a que nuestro punto de vista delimitando como investigadores la distancia de la muestra en este caso la Vía Universitaria Tramo: Puente Tingo – Cayhuaynita en las progresivas 0+000 al 0+475 por lo tanto escogimos este tramo, consiguientemente presenta fallas en el pavimento flexible existente.

Este proyecto propone deliberadamente una muestra no probabilística porque los investigadores tenemos que elegir los elementos de la muestra.

## **3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **3.3.1. TÉCNICAS**

Arias (2012) menciona que “la técnica es la herramienta que se utiliza para obtener información sobre el proyecto que se estudia; Sirve como complemento del método científico de aplicación general” (p. 67).

Este proyecto de investigación para la recolección de datos tiene los siguientes métodos:

- **Revisión de documentos:** Este método se utiliza para revisar normas, manuales, libros, folletos, revistas y especificaciones técnicas relacionadas con los pavimentos y vías para determinar los pasos a seguir, y así se utiliza el diseño y las dimensiones utilizadas en la técnica Whitetopping esperando alcanzar resultados óptimos.
- **Observación:** Este método permite la selección de datos de rendimiento de campo de las pruebas para analizar el funcionamiento mecánico-dinámico de los pavimentos asfálticos durante la restauración.

### **3.3.2. INSTRUMENTOS**

Arias (2012) menciona que “Un recurso que prefiere recopilar datos en papel o en formato digital y sirve para almacenar información se denomina herramienta” (p. 69)

Las herramientas de recolección de datos serán técnicas de observación de campo, que son los siguientes:

- Diario de Campo o registro de eventos.
- Escala de estimación
- Matriz de análisis
- Cámara Fotográfica

### **3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

En estas técnicas de procedimiento hemos usado análisis previo del conocimiento que ya existe como la observación y registro de información en campo, análisis de vinculación entre variables, comprobación de hipótesis en el estudio de campo hojas de cálculo del número de repeticiones de carga equivalente de un eje (ESAL), sectorización, tablas de registro del estudio de tráfico, determinando así el índice medio diario (IMD), gráfico de histogramas por la tabla del procesamiento de la rueda de Merlín según el índice internacional de rugosidad (IRI). Con esto emitimos resultados concretos, válidos y fiables de la ejecución del procedimiento de lo se realizó el análisis y el estudio.

¿Cómo medimos la cantidad de vehículos por unidad de tiempo? Esto será definido bajo la capacidad vial será definida que viene a ser tasa de flujo máxima que la carretera central puede manejar.

Las condiciones de operación real del flujo vehicular en la red Vial Autopista Carretera central, donde su percepción por los conductores y pasajeros, el nivel de servicio, se describe, qué está medida es de manera

cuantitativa y mediante barras y gráficos que varían en este tramo de ingreso y de pase al ovalo San Sebastián al ovalo Cayhuayna; estas cantidades de vehículos que se muestran en el IMD los cual permite determinar la clasificación de la carretera de primera clase.

Nuestro análisis y estudio viene a ser las tablas de distribución de frecuencias y los datos estadísticos que permiten sistematizar, establecimos una finalidad que nos midió la tendencia central y de dispersión; pues con esto nos permite llegar a una contrastación de hipótesis.

# CAPITULO IV

## RESULTADOS

### 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

#### 4.1.1. UBICACIÓN

El estudio se realizó en el distrito de Pillco Marca, Provincia de Huánuco, Departamento de Huánuco en el tramo Puente Tingo – Cayhuaynita.

**Figura 25**

*Tramo en estudio*



**Nota:** <https://www.google.com/maps/>

#### 4.1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

El tramo en estudio está constituido por una calzada de 2 carriles de 0+475 km de longitud con 6.10 m de ancho, constituido por un pavimento flexible que corresponde a la Av. Universitaria.

### 4.1.3. CONDICIÓN DEL TRAMO PUENTE TINGO - CAYHUAYNITA

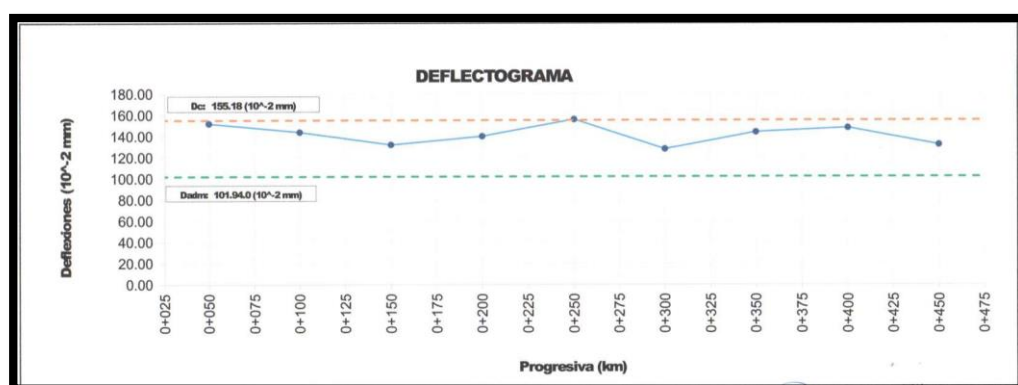
Se analizó el pavimento flexible de la avenida Universitaria a lo largo de la longitud seleccionada como muestra con dos equipos expuesto a continuación:

**Viga Benkelman.** Con la cual medimos la deflexión del pavimento existente en el tramo y con ello identificar los puntos débiles que son visualmente indetectables, nos ayudara a formar tramos de la vía homogéneos con capacidad de carga comparable, evaluar el estado estructural de la vía y seleccionar las zonas que requieren mayor consideración en el diseño durante el uso de la tecnología Whitetopping.

A continuación, exponemos los cuadros con los resultados obtenidos con la Viga Benkelman:

**Tabla 5**

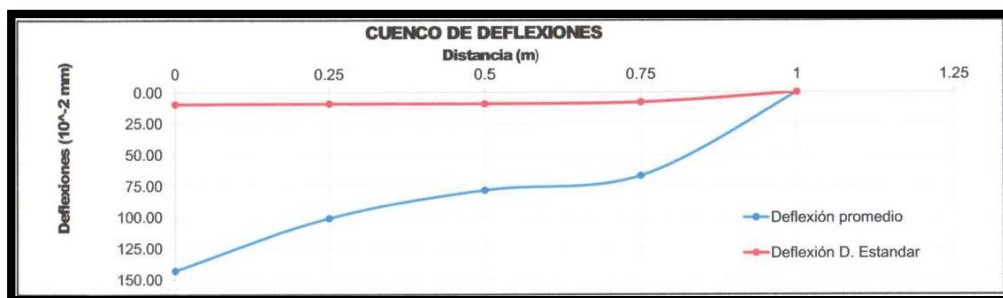
*Deflectograma del carril derecho*



**Nota:** Tenemos que la deflexión admisible del carril derecho es 101.94 (10<sup>-2</sup>mm) y la deflexión característica es 155.18 (10<sup>-2</sup>mm).

**Tabla 6**

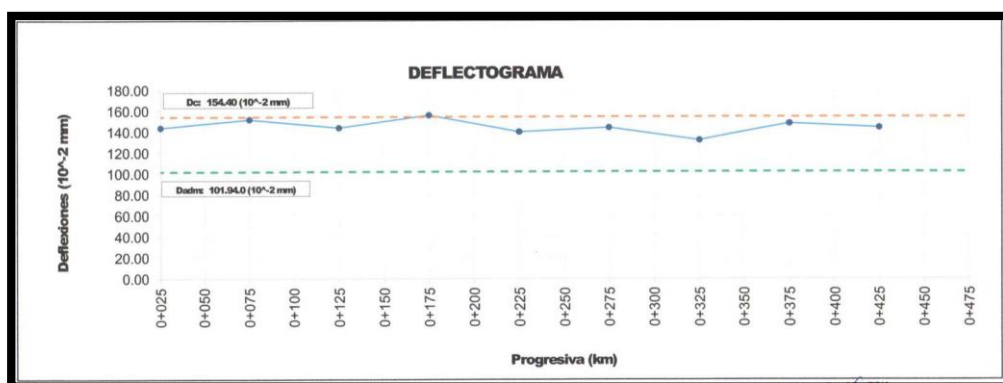
*Cuenca de deflexión del carril derecho*



**Nota:** Observamos que se genera un cuenco de deflexión de 1m de diámetro, indicándonos que la deflexión promedio calculado con la viga benkelman es mayor que la deflexión estándar, debido a la aplicación de una carga en todo el carril derecho.

**Tabla 7**

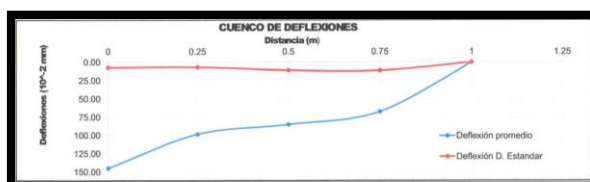
*Deflectograma del carril izquierdo*



**Nota:** Tenemos que la deflexión admisible del carril derecho es 101.94 (10<sup>-2</sup>mm) y la deflexión característica es 154.40 (10<sup>-2</sup>mm).

**Tabla 8**

*Cuenca de deflexión del carril izquierdo*



**Nota:** Observamos que se genera un cuenco de deflexión de 1m de diámetro, indicándonos que la deflexión promedio calculado con la viga benkelman es mayor que la deflexión estándar, debido a la aplicación de una carga en todo el carril izquierdo.









**Concreto Hidráulico.** Es el material que se plantea utilizar sobre la carpeta asfáltica antigua para mejorar su funcionalidad utilizando la tecnología Whitetopping, se realizaron los siguientes estudios para el diseño de mezcla:

**Tabla 11**  
Análisis granulométrico del agregado grueso

ASTM C 136 MTC E 204		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D422 PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	Malla		Peso retenido	% retenido	% retenido acumulado	% que pasa
	N°	Abertura (mm)				
		3"	75.000	0.0	0.0	100.0
		2 1/2"	63.500	0.0	0.0	100.0
		2"	50.800	0.0	0.0	100.0
		1 1/2"	38.100	0.0	0.0	100.0
		1"	25.400	0.0	0.0	100.0
		3/4"	19.100	0.0	0.0	100.0
		1/2"	12.500	397.7	54.6	45.4
		3/8"	9.520	245.6	33.7	88.3
		N° 4	4.760	85.6	11.7	100.0
		N° 8				0.0
		N° 16				
		N° 30				
	N° 50					
	N° 100					
	N° 200					
	- N° 200					

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Peso de la muestra ensayada W Total : 728.89	
ASTM D 2489 "Descripción e Identificación de suelos"	
Grava (Ret N° 4) : 100.00	
Arena : 0.00	
Fino (Pas. N° 200) : 0.00	
ASTM D 2216, "Contenido de Humedad"	
Cont. De humedad : 0.09	
ASTM D 4318-(05) "Límites de Atterberg"	
Límite Líquido (L.L.) : NP	
Límite Plástico (L.P.) : NP	
Índice Plástico (I.P.) : NP	
ASTM D 2487, "Clasificación con propósito de ingeniería" (SUCS)	
GP	
Grava pobremente gradada	
ASTM D 3282, "Clasificación para el uso en vías de transporte" (AASHTO)	
A-1-a (0)	
Descripción (AASHTO)	
BUENO	

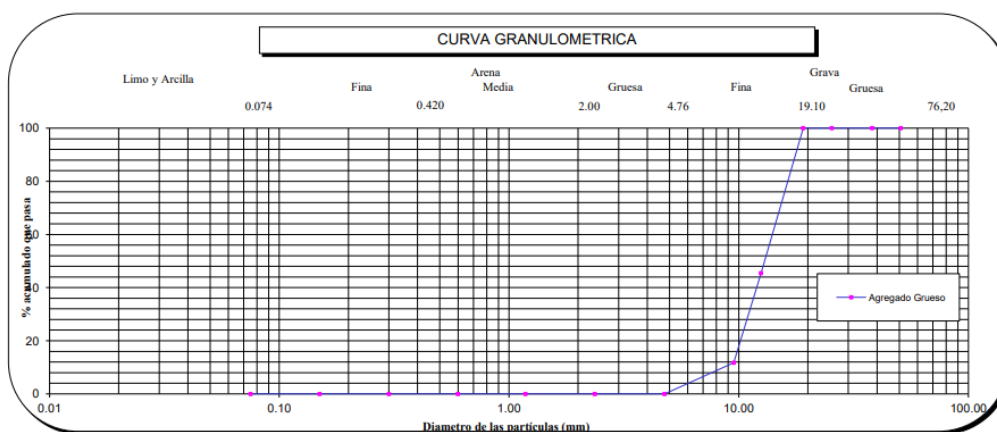
  

OBSERVACIONES:	
- Muestra tomada e identificada por personal de laboratorio.	
- Ensayo efectuado al agregado global natural.	
- El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.	

**Nota:** La clasificación con propósito de ingeniería pasando por el tamizado desde la malla de 3" hasta la malla n°4, tenemos que es Grava pobremente gradada, siendo bueno para nuestro diseño de mezcla y apto para el pavimento hidráulico.

**Tabla 12**

Curva granulométrica



**Nota:** En la curva se indica que en el tamiz N°4 se retiene el 11.7%, en la de 3/8" se retiene el 33.7% y en el tamiz de 1/2" se retiene el 54.6%, el agregado en estudio ya no se acumula en los tamices de mayor diámetro, por lo tanto, la clasificación con propósito de ingeniería es Grava pobremente gradada.

**Tabla 13**

*Contenido de humedad de un suelo*

ASTM D 2216 MTC E 108		DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO	
DENOMINACIÓN		CONTENIDO DE HUMEDAD	
		E - 1	E - 2
Cápsula N°		6.0	226.0
Peso tara + suelo húmedo	(g)	517.8	551.6
Peso tara + suelo seco	(g)	517.4	551.1
Peso del Agua	(g)	0.4	0.5
Peso de la tara	(g)	64.6	62.2
Peso del suelo seco	(g)	452.8	488.9
Contenido de Humedad (RESULTADO)	(%)	0.08	0.10
		0.09	

**Nota:** Se determina el porcentaje de contenido de humedad de 0.09 % del suelo, favorable para nuestro diseño de mezcla.

**Tabla 14**

*Determinación de los materiales finos presentes en el agregado grueso*

ASTM D 1140 MTC E 202		METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LOS MATERIALES FINOS QUE PASAN EL TAMIZ DE 75µm (N 200) - SUELO	
DETERMINACION DEL PORCENTAJE PASANTE DEL TAMIZ N°200			
DESCRIPCION	UNIDADES	DATOS	
Peso de muestra utilizada seca al horno a 110±5 °C antes del Lavado	(gr)	402.0	
Peso de muestra utilizada seca al horno a 110±5 °C despues del lavado	(gr)	402.0	
Material Pasante del Tamiz N° 200 por Lavado	(%)	0.00	

**Nota:** Tenemos 0.00% en el ensayo de material de suelo pasante del tamiz N°200 por lavado.

**Tabla 15**

*Gravedad específica y absorción de agregados finos*

ASTM C 128 MTC E 205		GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORSIÓN DE AGREGADOS FINOS			
METODO DEL PICNOMETRO					
DESCRIPCION	UND	ENSAYO 1	ENSAYO 2	PROMEDIO	
Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( en Aire )	...(A)	(g)	30.0	36.0	--
Peso Frasco + Agua	...(B)	(g)	165.8	210.9	--
Peso Frasco + Agua + A	...(C)	(g)	195.8	246.9	--
Peso del Mat. + Agua + Peso Frasco	...(D)	(g)	185.1	234.4	--
Vol de masa + Vol de vacío = C-D	...(E)	(cm <sup>3</sup> )	10.7	12.6	--
Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	...(F)	(g)	29.6	35.6	--
Vol de Masa = E - ( A - F )	...(G)	(cm <sup>3</sup> )	10.3	12.2	--
PE Bulk Aparente = F/E		(T/m <sup>3</sup> )	2.767	2.829	2.798
PE Bulk Aparente (S.S.S.) = A/E		(T/m <sup>3</sup> )	2.807	2.863	2.835
PE Nominal = F/G		(T/m <sup>3</sup> )	2.880	2.930	2.905
Absorción = ((A - F)/F)*100		%	1.42	1.22	1.32

**Nota:** En el ensayo 1, tenemos que el peso del material saturado es 30.0 g, pero del material seco es 29.6 g, por lo tanto su porcentaje de absorción es 1.42% y en el ensayo 2 tenemos que el peso del material saturado es 36.0 g, pero del material seco

es 35.6 g, por lo tanto su porcentaje de absorción es 1.22%, teniendo 1.32% como porcentaje de absorción promedio del material.

**Tabla 16**  
*Peso unitario y vacíos de los agregados finos*

ASTM C 29 MTC E 203		PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS FINOS			
<b>PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	1	2	3	
Peso del Material + Peso del Molde .....(A)	gr	6289	6278	6278	
Peso del Molde .....(B)	gr	3310	3310	3310	
Peso del Material .....(C) = (A) - (B)	gr	2979	2968	2968	
Volumen del Recipiente .....(D)	cm <sup>3</sup>	2085.24	2085.24	2085.24	
Peso Unitario Suelto (c/d) .....(C) / (D)	gr/cm <sup>3</sup>	1.429	1.42	1.42	
Peso Unitario Suelto (RESULTADO)	Kg/m <sup>3</sup>	1425			
<b>PESO UNITARIO VARILLADO DEL AGREGADO FINO</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	1	2	3	
Peso del Material + Peso del Molde .....(A)	gr	6548	6612	6642	
Peso del Molde .....(B)	gr	3310	3310	3310	
Peso del Material .....(C) = (A) - (B)	gr	3238	3302	3332	
Volumen del Recipiente .....(D)	cm <sup>3</sup>	2085.24	2085.24	2085.24	
Peso Unitario Varillado (c/d) .....(C) / (D)	gr/cm <sup>3</sup>	1.553	1.584	1.60	
Peso Unitario Varillado (RESULTADO)	Kg/m <sup>3</sup>	1578			

**Nota:** Se tiene el peso unitario del agregado fino suelto es de 1425 kg/m<sup>3</sup> y el peso unitario del agregado fino varillado es de 1578 kg/m<sup>3</sup>

**Tabla 17**  
*Diseño de mezcla para el concreto f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> que se plantea utilizar en la tecnología whitetopping*

DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO CON CEMENTO PORTLAND			
<b>VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN SECO</b>			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	386.8 kg	1	1
AGREGADO FINO	748.6 kg	1.9	2
AGREGADO GRUESO	983.4 kg	2.5	2
AGUA	216.0 Litros	23.73 (litros/bol.)	23.73 (litros/bol.)
<b>VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS</b>			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	386.8 Kg	1	1
AGREGADO FINO	758.2 Kg	2.0	2
AGREGADO GRUESO	984.9 Kg	2.5	2
AGUA	221.3 Litros	24.32 (litros/bol.)	24.32 (litros/bol.)

**Nota:** Tenemos la dosificación para una mezcla seca y otro para una mezcla húmeda.

**Tabla 18**

*Esfuerzo a la compresión para el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  para utilizar en la tecnología whitetopping*

ASTM C 39/C39M		ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO								
Descripcion	Fecha de Vaceado	Fecha de Rotura	Carga de Rotura (kg)	Altura (L) (cm)	Diametro (D) (cm)	Relacion L/D	Area (cm <sup>2</sup> )	Factor de Correccion	Resistencia a la Compresion sin Corregir (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresion Corregida (kg/cm <sup>2</sup> )
P-7 / 7 DÍAS	10/05/2022	17/05/2022	30,465	30.1	15.0	2.01	176.71	1.00	172.4	172
P-8 / 14 DÍAS	10/05/2022	24/05/2022	35,046	30.1	15.0	2.01	176.71	1.00	198.3	198
P-9 / 28 DÍAS	10/05/2022	7/06/2022	41,550	30.1	15.0	2.01	176.71	1.00	235.1	235

**Nota:** Tenemos Que la resistencia a la compresión de concreto  $F'C= 210 \text{ Kg/cm}^2$  supera el 100% (% de resistencia mínima según norma técnica CE. 010 pavimentos urbanos a 28 días) a los 28 días de rotura, así mismo se puede decir que está dentro de lo estipulado en la norma, que a los 28 días debe tener el 100% de su resistencia.

#### 4.1.4. ESTUDIO DE TRÁFICO – CONTEO VEHICULAR

Con este estudio obtenemos el ESAL (volumen de tránsito del carril de diseño) que nos servirá para calcular la deflexión admisible y poder realizar las correcciones a la capa asfáltica antigua y deteriorada, también se utilizará para el diseño de la nueva capa de rodadura que será de concreto hidráulico.

**Tabla 19**

*Cuadro resumen del volumen de tráfico promedio*

VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO

Carretera "IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING PARA LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFALTICOS EN LA VÍA UNIVERSITARIA TRAMO: PUENTE TINGO – CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA – HUÁNUCO, 2021"

Tramo AV. UNIVERSITARIA - PUENTE TINGO-CAYHUAYNITA  
 Cod Estación E - 1  
 Estación HUÁNUCO

Ubicación PILLCO MARCA  
 Sentido TOTAL  
 Dia Del 02/06/2022 AL 08/06/2022

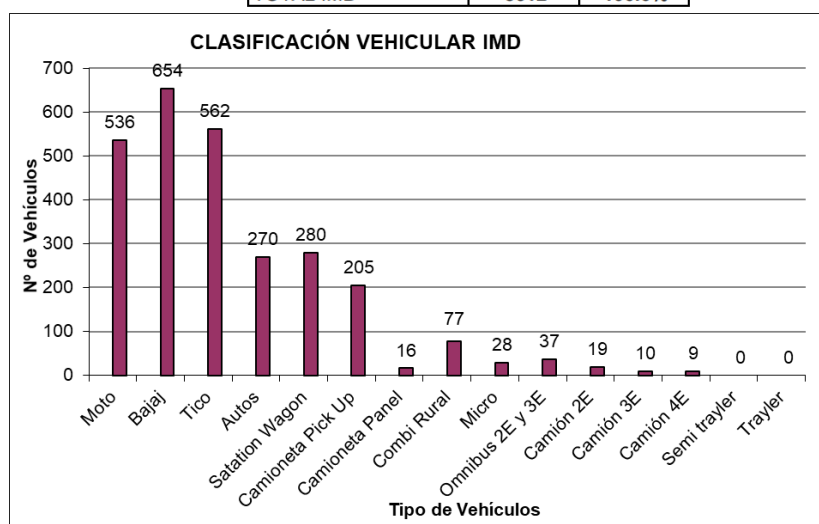
DIA	VEHICULO LIVIANO			AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %	
	MOTO	BAJAJ	TICO			PICK UP	PANEL	Combi Rural		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
JUEVES	646	878	764	334	429	208	28	112	38	21	13	24	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3515	13.91
VIERNES	829	1024	801	346	385	238	21	108	35	25	19	30	13	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3884	15.37
SÁBADO	873	1311	959	406	410	346	22	120	50	30	16	14	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4568	18.08
DOMINGO	449	642	580	340	286	264	22	66	33	20	8	12	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2730	10.80
LUNES	670	867	795	341	384	253	23	110	36	31	18	19	9	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3568	14.12
MARTES	763	716	685	373	363	310	18	95	34	38	22	35	22	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3493	13.82
MIÉRCOLES	787	684	683	385	368	296	18	108	38	42	22	34	24	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3513	13.90
<b>TOTAL</b>	<b>5017</b>	<b>6122</b>	<b>5267</b>	<b>2525</b>	<b>2625</b>	<b>1915</b>	<b>152</b>	<b>719</b>	<b>264</b>	<b>207</b>	<b>118</b>	<b>168</b>	<b>92</b>	<b>80</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>25271</b>	<b>100.00</b>
IMD	717	875	752	361	375	274	22	103	38	30	17	24	13	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1268	
%	56.55	69.01	59.31	28.47	29.57	21.61	1.74	8.12	3.00	2.37	1.34	1.89	1.03	0.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
VEHICULOS LIGEROS									VEHICULOS PESADOS																

**Nota:** Considerando el factor de corrección para vehículos livianos igual a 1.09 y el factor de corrección para vehículos pesados igual a 0.99, el índice medio diario (IMD) con corrección es de 2703 veh/día

**Tabla 20**

*Cuadro del índice medio diario (IMD) y clasificación vehicular*

Tipo de Vehículos	IMDS	Distrib.
		%
Moto	717	19.9%
Bajaj	875	24.2%
Tico	752	20.8%
Autos	361	10.0%
Satation Wagon	375	10.4%
Camioneta Pick Up	274	7.6%
Camioneta Panel	22	0.6%
Combi Rural	103	2.9%
Micro	38	1.1%
Omnibuss 2E y 3E	47	1.3%
Camión 2E	24	0.7%
Camión 3E	13	0.4%
Camión 4E	11	0.3%
Semi trayler	0	0.0%
Trayler	0	0.0%
<b>TOTAL IMD</b>	<b>3612</b>	<b>100.0%</b>



**Nota:** Tramo en estudio con un total de 3612 veh/día según nuestro índice medio diario (IMD), considerándose, así como una carretera de primera clase con un IMD 4000 a 2001 veh/día según el Manual de Carretera: Diseño Geométrico DG-2018.

#### 4.1.5. ANÁLISIS DE COSTOS EN PAVIMENTOS

Se determino el costo de una propuesta de rehabilitación de pavimentos asfálticos aplicando la tecnología whitetopping comparado con el asfalto convencional, por la cual cada propuesta tendrá un presupuesto en la etapa de rehabilitación y otro en la etapa de mantenimiento, para la cual se tomó en consideración las partidas y subpartidas primordiales en cada uno de las etapas.

**Tabla 21**

*Presupuesto de Rehabilitación con Pavimento Flexible Convencional*

<b>PRESUPUESTO</b>						
<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Metrado</b>	<b>Precio</b>		
				<b>S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>					
01.02	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACIÓN	KM	0.48	1169.13	555.34	
<b>02</b>	<b>PAVIMENTOS</b>					
<b>02.01</b>	<b>CALZADA</b>					
	FRESADO DE CARPETA ASFÁLTICA					
02.01.01	E=2.5CM	M2	847.59	3.74	3169.99	
02.01.02	BACHEO SUPERFICIAL	M2	568.45	59.16	33629.50	
02.01.03	RECAPADO ASFALTICO	M3	49.65	122.35	6074.68	
02.01.04	CEMENTO ASFALTICO PEN 60-70	L	93485.67	2.49	232779.32	
<b>03</b>	<b>TRANSPORTE</b>					
	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR					
03.01	D<1KM	ML	362.06	1.06	383.78	
	TRANSPORTE DE MATERUAL					
03.02	EXCENDENTE D<= 1KM	ML	391.93	7.57	2966.91	
	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA					
03.03	D<= 1KM	ML	948.14	10.16	9633.10	
<b>04</b>	<b>SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL</b>					
04.01	SEÑAL PREVENTIVA DE 0.75 X 0.75 M.	UND	3.00	279.77	839.31	
04.02	MANTENIMIENTO DE SEÑAL PREVENTIVA	UND	8.00	28.80	230.40	
04.03	SEÑAL REGLAMENTARIA DE 0.80 X 1.20 M.	UND	4.00	440.55	1762.20	
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>292,024.53</b>	

**Nota:** El costo directo es de S/. 292,024.53 (doscientos noventa y dos mil veinticuatro con 53/100 soles)

**Tabla 22**

*Presupuesto de Rehabilitación con la Tecnología Whitetopping*

<b>PRESUPUESTO</b>					
<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Metrado</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
01.02	TRAZO Y REPLANTEO	KM	0.48	900.00	427.50
<b>02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
	FRESADO DE CARPETA ASFALTICA				
02.01	EXISTENTE e=1"	M2	847.59	3.20	2712.29
<b>03</b>	<b>LOSA DE CONCRETO</b>				
03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	191.20	32.05	6127.96
03.02	VACIADO DE CONCRETO f'c=210kg/cm2	M3	488.00	351.33	171449.04
03.03	JUNTAS DE DILATACION CON ASFALTO E=1"	ML	671.00	3.93	2637.03
03.04	CURADO QUIMICO DEL CONCRETO	M2	847.59	7.73	14246.39
<b>04</b>	<b>SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL</b>				
04.01	PINTADO DIRECCIONAL DE TRANSITO	M2	50.00	5.52	276.00
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>197,876.21</b>

**Nota:** El costo directo es de S/. 197,876.21 (ciento noventa y siete mil ochocientos setenta y seis con 21/100)



**Tabla 23**

*Presupuesto de Mantenimiento con Pavimento Flexible convencional*

<b>PRESUPUESTO</b>					
<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Metrado</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
01.02	FRESADO DE CARPETA ASFALTICA EXISTENTE EN MAL ESTADO	M2	847.59	8.02	6797.67
<b>02</b>	<b>PAVIMENTOS</b>				
	BASE GRANULAR PARA BACHEO EN PISTAS				
02.01	E=0.15M	M2	617.59	14.27	8813.01
02.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2"	M2	798.56	29.95	23916.87
02.03	SELLADO DE FISURAS MODERADAS	M	61.00	6.29	383.69
02.04	SELLADO DE FISURAS SEVERAS	M	54.00	8.39	453.06
<b>03</b>	<b>SEÑALIZACION HORIZONTAL</b>				
03.01	PINTADO DE LINEA CONTINUA E=0.10M	M	385.50	5.24	2021.02
03.02	PINTADO DE LINEA DISCONTINUA E=0.10M	M	607.00	5.24	3180.68
03.03	PINTADO DE SIMBOLOS Y LETRAS	M	165.00	22.29	3677.85
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>49242.85</b>
<b>6 VECES EN 20 AÑOS</b>					<b>295457.12</b>

**Nota:** El costo directo es de S/. 295,457.12 (doscientos noventa y cinco mil cuatrocientos cincuenta y siete con 12/100 soles)

**Tabla 24***Presupuesto de Mantenimiento Utilizando la Tecnología Whitetopping*

<b>PRESUPUESTO</b>					
<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Metrado</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
01.01	REPARACION DE LOSAS EN ESPESOR PARCIAL	M2	400.00	106.65	42660.00
01.02	RESELLADO DE JUNTAS MICROFRESADO EN	M	285.00	15.36	4377.60
01.03	LOSAS	M2	400.00	7.04	2816.00
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>49853.60</b>
	<b>4 VECES EN 20 AÑOS</b>				<b>199414.4</b>

**Nota:** El costo directo es de S/. 199414.40 (ciento noventa y nueve mil cuatrocientos catorce con 40/100 soles)

**Tabla 25**

*Tabla comparativa de costos utilizando la Tecnología Whitetopping comparada con rehabilitación con Pavimento Flexible Convencional*

	<b>Pavimentos Flexibles</b>	<b>Pavimentos rígidos whitetopping</b>
<b>ANALISIS DE COSTOS</b>	Se determinó que el costo durante un periodo de 20 años para una vía de 475 m es de S/.587,499.65	Se determinó que el costo durante un periodo de 20 años para una vía de 475 m es de S/.397,290.61

**Nota:** El monto necesario para un periodo de 20 años es de S/.397,290.61 (trescientos noventa y siete mil doscientos noventa con 61/100 soles soles)

#### **4.2. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS CON LAS HIPÓTESIS DESCRIPTIVA**

Culminado el análisis y evaluación podemos indicar lo siguiente:

- H1: Es viable la rehabilitación de la carpeta asfáltica en su actual deterioro con la aplicación de capas de concreto WHITETOPPING en la vía Universitaria tramo: Puente Tingo – Cayhuaynita, distrito de Pillco Marca – Huánuco 2021.

La evaluación con la viga Benkelman del tramo desde la progresiva 0+000 hasta la progresiva 0+475 nos indica que la deflexión del

pavimento en su estado actual nos permite utilizar la tecnología whitetopping, también se realizó la evaluación del tramo con el rugosímetro (Merlín) con lo cual se determinó que el IRI que está en 4.60 entre las progresivas 0+000-0+200 y 4.72 entre las progresivas 0+200-0+475 que nos indica la viabilidad en la aplicación de la tecnología whitetopping en todo el tramo estudiado.

- H2: Mejora el comportamiento mecánico del pavimento asfáltico con la aplicación de capas de concreto WHITETOPPING en la vía Universitaria tramo: Puente Tingo – Cayhuaynita, distrito de Pillco Marca – Huánuco 2021.

Al realizar los estudios del tramo con la viga Benkelman y el rugosímetro (Merlín) determinamos que es viable la aplicación de la tecnología whitetopping y garantizando el comportamiento mecánico del pavimento se realiza el conteo vehicular para calcular el ESAL (volumen de tránsito del carril de diseño) de ambos carriles, determinando el espesor de la capa de concreto a colocar y con el diseño de mezcla planteado se garantiza la operatividad y funcionalidad del tramo por 20 años como se indica en la tabla 25.

- H3: El costo comparativo de la rehabilitación del pavimento asfáltico con la aplicación de capas de concreto WHITETOPPING versus el asfalto convencional en la vía Universitaria tramo: Puente Tingo – Cayhuaynita, distrito de Pillco Marca – Huánuco 2021, hace viable su aplicación.

Se determino también que el costo de rehabilitar con pavimento flexible convencional sería S/.292,024.53 soles y su mantenimiento en 20 años (6 veces) ascendería a S/.295457.12 soles dando un total de S/.587,499.65 soles, y rehabilitando con la tecnología whitetopping tendría un costo de S/197,876.21 soles con un mantenimiento durante 20 años (6 veces) que costaría S/.199,414.40 soles dando un total de S/.397,290.61, siendo la rehabilitación y mantenimiento con la tecnología whitetopping el de menor costo.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS

Se tenía como objetivo realizar una evaluación de condición del tramo Puente Tingo – Cayhuaynita para ver si era viable el implementar la tecnología whitetopping en su rehabilitación por lo que estos datos nos permiten realizar una comparación con otros estudios afines a este, tales como:

- A. A diferencia de Parra y Quizpi (2019) que después de haber analizado 3 modelos con diferentes estructuras usando los primeros 2 modelos produjo el módulo de fractura media 39 kg/cm<sup>2</sup>, 94%. Finalmente, el modelo 3 obtuvo un módulo de ruptura promedio de 39 kg/cm<sup>2</sup> con una probabilidad del 90%, y el último método utilizado fue el método de la distancia crítica, el cual funciona para el 95% del campo. Es más posible evaluar la estructura compuesta, que consiste en Whitetopping, que alcanza el módulo de ruptura de la placa 40 kg/cm<sup>2</sup>, obtuvieron módulos de rotura bajos comparado con el planteado en nuestro estudio para un diseño de mezcla para un concreto de resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> que se determina al realizar los estudios del tramo con la viga Benkelman y el rugosímetro (Merlín) y garantizando el comportamiento mecánico del pavimento se realiza el conteo vehicular para calcular el ESAL (volumen de tránsito del carril de diseño) de ambos carriles, determinando el espesor de la capa de concreto a colocar y con el diseño de mezcla planteado.
- B. A diferencia de Acero (2020) que realizó su investigación con la finalidad de diagnosticar el método de restauración de pavimento asfáltico con desgaste funcional y estructural y durabilidad garantizada por 30 años, para ello se consideran 2 análisis de pavimento AASHTO y PCA, en el recomendado MR45 Concreto (cm) 29.0, MDC-10 Mezcla Asfáltica (cm) 4 , base granular (cm) 25, base CBR > 10% para modificar imperfecciones longitudinales y transversales, en nuestra investigación concluimos con un planteamiento de 20 años de vida útil

recomendando el bache y fresado de las zonas críticas detectadas durante el uso del rugosímetro (Merlín) y el cálculo del espesor del pavimento final con un estudio de tráfico.

- C. Se coincide con Esteban (2018), nos indica que la colocación de capas de concreto tiene un costo inicial más alto que el concreto del mismo propósito, pero ya no brinda costos de mantenimiento a lo largo de su vida, debido a que el pavimento asfáltico debe protegerlo, ya que este nuevo requiere un mantenimiento regular, en nuestro estudio hemos determinado que en un periodo de 20 años se deberían realizar 4 mantenimientos que tienen un costo menor comparado con el método tradicional con pavimento flexible.
- D. Al igual que Jorquera (2018), que un análisis de costo inicial comparativo de una losa corta construida con ASHHTO 98 y concreto convencional arrojó un ahorro en el ciclo de vida del 57 % en comparación con el pavimento asfáltico de 15 cm y del 10,7 % en comparación con la repavimentación asfáltica, en nuestro estudio se concluye la viabilidad de esta tecnología para el tramo Puente Tingo – Cayhuaynita considerando el costo y beneficio a lo largo de la vida útil del pavimento.
- E. A diferencia de Peláez, (2019) que a través de un estudio de tránsito vehicular durante el cual tomaron muestras para determinar el cumplimiento, procedieron a calcular el Índice de Condición del Pavimento (PCI), a partir del cual procedieron a utilizar el método de fatiga de la Asociación de Cemento Portland (PCA), que determinó que el espesor de la losa fuera uniforme hasta 18 cm, y se utiliza la norma del Ministerio de Comunicaciones para determinar la cantidad adecuada de 350 kg/cm<sup>2</sup> de ingredientes del hormigón, a saber: arena gruesa, agua, igual a 1:1, 16:3, 18:0,34 de los cuales se concluye que la construcción de la técnica de la superficie blanca fue posible porque estaba en buenas condiciones antes del esfuerzo y que la realización aseguró una mayor vida útil del pavimento., en nuestra investigación se determinó la necesidad de un concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> al realizar los estudios del tramo con la viga Benkelman y el rugosímetro (Merlín) y garantizando el comportamiento mecánico del pavimento se realiza el

conteo vehicular para calcular el ESAL (volumen de tránsito del carril de diseño) de ambos carriles, determinando el espesor convencional de la capa de concreto a colocar y con el diseño de mezcla planteado 1:2:2, que sería 1 bls de cemento por 2 vol. de agregado grueso, 2 vol. de piedra chancada de  $\frac{1}{2}$ " y agua 24.32 (Lt/bol), con asentamiento de 2" a 4".

- F. Al igual que Javier Abel, Esteban (2017), Concluye que el pavimento preexistente contaba con las condiciones necesarias para la colocación de la capa de concreto gracias a los estimados de vigas Benkelman. De este estudio se obtuvo el efecto del uso de capas de concreto hidromecánico para mejorar los pavimentos asfálticos, en nuestro estudio también realizamos un análisis de la deflexión con la viga Benkelman concluyendo que el pavimento evaluado tiene las condiciones necesarias para utilizar la tecnología whitetopping que consiste en la colocación de capas de concreto hidráulico sobre el pavimento existente.

## CONCLUSIONES

1. La tesis ha demostrado que con el estudio del tramo desde la progresiva 0+000 hasta la progresiva 0+475 con la viga Benkelman se halló que la deflexión del pavimento en su estado actual nos permite utilizar la tecnología whitetopping, también se realizó la evaluación del tramo con el rugosímetro (Merlín) con lo cual se determinó que el IRI es 4.60 entre las progresivas 0+000-0+200 y 4.72 entre las progresivas 0+200-0+475 valores que nos indica la viabilidad en la aplicación de la tecnología whitetopping en todo el tramo estudiado.
2. Se realizó la evaluación del estudio con el método (IRI) para poder determinar el rugosímetro del estado actual del pavimento asfáltico y se encontró con un IRI= 4.60 progresiva 0+000 – 0+200 y IRI=4.72 en la progresiva 0+200 – 0+475 siendo viable poder aplicar las capas de concreto en su estado actual.
3. Para determinar el comportamiento mecánico con la técnica whitetopping se hizo un conteo vehicular para calcular el ESAL (volumen de tránsito del carril de diseño) de ambos carriles, determinando el espesor de la capa de concreto a colocar y con el diseño de mezcla a compresión de  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$  supera el 100% (% de resistencia mínima según norma técnica CE. 010 pavimentos urbanos a 28 días) a los 28 días de rotura, así mismo se puede decir que está dentro de lo estipulado en la norma, que a los 28 días debe tener el 100% de su resistencia, con un asentamiento de 2" a 4", planteado que garantiza la operatividad y funcionalidad del tramo por 20 años como se indica en la tabla 25.
4. Se determinó también que el costo de rehabilitar con pavimento flexible convencional sería S/.292,024.53 soles y su mantenimiento en 20 años (6 veces) ascendería a S/.295457.12 soles dando un total de S/.587,499.65 soles, y rehabilitando con la tecnología whitetopping tendría un costo de S/197,876.21 soles con un mantenimiento durante 20 años (6 veces) que costaría S/.199,414.40 soles dando un total de S/.397,290.61, siendo la rehabilitación y mantenimiento con la tecnología whitetopping el de menor costo.

## RECOMENDACIONES

- A. Si ocurre un defecto en el pavimento, se debe realizar un estudio de evaluación de inmediato para determinar la condición del pavimento y se debe realizar el mantenimiento adecuado para evitar mayores costos de reparación o restauración.
  
- B. El estudio del tráfico es un factor esencial en el diseño del espesor del whitetopping, ya que la capa de concreto aumentará la permeabilidad de los vehículos y, por lo tanto, creará nuevas cargas de tráfico en la superficie de la carretera, lo que resultará en un aumento del valor del índice diario promedio anual, por lo que se recomienda analizar cuidadosamente su volumen representativo y el tipo de mercancías transportadas; para un nuevo periodo de diseño.
  
- C. La determinación del espesor de una nueva estructura de pavimento se debe tener un uso cuidadoso de gráficos, tablas, fórmulas y software teniendo en cuenta todas las precauciones necesarias, como factores ambientales, evaluaciones precisas, estudios de mecánicos del suelo y el tráfico actual. Asegurándose de que todos los parámetros utilizados en los cálculos de diseño sean lo más exactos y precisos posible para evitar altos costos en los proyectos.
  
- D. Tenga en cuenta que el método whitetopping solo es adecuado para capas de asfalto existentes con un espesor de al menos 5 cm. Para que esta técnica fuera posible, el daño a la estructura del piso existente tenía que ser solo superficial, ya que actuaría como soporte para la nueva capa de concreto, así mismo la profundización del tema sobre la técnica whitetopping ya que en el Perú no es común este tipo de rehabilitación de pavimentos, pero en países desarrollados como EE.UU, Canadá, España, Inglaterra, Costa Rica, Colombia y México, se están realizando estas rehabilitaciones de pavimentos asfálticos con la aplicación del whitetopping, esto a causa de mantener una mayor vida útil al pavimento.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acero, A. (2020). *Utilización del proceso Whitetopping para la protección de las capas inferiores de la construcción del peaje pipiral en la vía Bogotá – Villavicencio*. (Tesis de pregrado). Universidad abierta y a distancia, Villavicencio, Bogotá. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/38641/aacerom.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ACI Committee 308. (2016). *Guide to Curing Concrete*. Obtenido de [http://dl.mycivil.ir/dozanani/ACI/ACI%20308R01%20R08%20Guide%20to%20Curing%20Concrete\\_MyCivil.ir.pdf](http://dl.mycivil.ir/dozanani/ACI/ACI%20308R01%20R08%20Guide%20to%20Curing%20Concrete_MyCivil.ir.pdf)
- Aerolínea Star Perú. (2020). *FLOTA DE AERONAVES*. Obtenido de <https://www.starperu.com/es/flota>
- Albino, K., & Enciso, M. (2020). *Rehabilitación de pavimentos flexibles mediante sistema whitetopping con Losas de Geometría Optimizada en la Av. La Unión-Manchay*, (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Perú. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/60428/Albino\\_MKF\\_Enciso\\_HME-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/60428/Albino_MKF_Enciso_HME-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Almeida, A., & Santur, G. (2019). *APLICACIÓN DE LA TÉCNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C. P MALLARESC. P SAMAN-SULLANA- PIURA*. (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Perú. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/32036>
- Arcaya, W. (2018). *DISEÑO DE LA REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA TÉCNICA WHITETOPPING EN EL TRAMO LÍMITE DISTRITAL TRUJILLO – ÓVALO HUANCHACO*. Obtenido de [https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14965/Arcaya%20Buen%20Willian\\_Parcial.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14965/Arcaya%20Buen%20Willian_Parcial.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- Avia. (2014). *Beechcraft 1900*. Obtenido de <https://avia-es.com/blog/beechcraft-1900>
- Bardasano, R. (2014). *Método ACN/PCN (I): algunas cuestiones sobre el PCN de un pavimento*. Obtenido de <http://paveing.blogspot.com/2014/06/ACN-PCN-lcuestiones-sobre-PCN.html>
- Bonfim, V. (2007). *Fresagem de pavimentos asfálticos (3rd ed.)*. São Paulo: Eventos. Obtenido de <https://docplayer.com.br/14566212-Valmir-bonfim-3a-edicao.html>
- Borja, M. (2016). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Obtenido de

- [https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa\\_de\\_Investigaci%C3%B3n\\_Cient%C3%ADfica\\_para\\_ingenier%C3%ADa\\_Civil](https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa_de_Investigaci%C3%B3n_Cient%C3%ADfica_para_ingenier%C3%ADa_Civil)
- Calo, D. (2012). *DISEÑO Y CONSTRUCCION DE JUNTAS*. Obtenido de <https://docplayer.es/9735172-Diseno-y-construccion-de-juntas-ing-diego-hcalo.html>
- Canadian Airport Pavement Bearing Strengths. (2003). *AIRCRAFTCLASSIFICATION NUMBERS (ACN's)*. Obtenido de [https://www.faa.gov/air\\_traffic/flight\\_info/aeronav/acf/media/Presentations/04-01-RD119-Transport-Canada-Arpt-Pvmnt-Bearing-Strngth.pdf](https://www.faa.gov/air_traffic/flight_info/aeronav/acf/media/Presentations/04-01-RD119-Transport-Canada-Arpt-Pvmnt-Bearing-Strngth.pdf)
- CODEPA. (2019). *VENTAJAS COMPARATIVAS ENTRE PAVIMENTOS DE CONCRETO Y PAVIMENTOS DE ASFALTO*. Obtenido de <https://codepa.com.pe/ventajas-comparativas-entre-pavimentos-de-concreto-y-pavimentos-de-asfalto/>
- Committee, 3. A. (2008). *Guide to Curing Concrete*. Obtenido de [http://dl.mycivil.ir/dozanani/ACI/ACI%20308R01%20R08%20Guide%20to%20Curing%20Concrete\\_MyCivil.ir.pdf](http://dl.mycivil.ir/dozanani/ACI/ACI%20308R01%20R08%20Guide%20to%20Curing%20Concrete_MyCivil.ir.pdf)
- Corpac. (2016). *AEROPUERTO "CAD. FAP GUILLERMO DEL CASTILLO PARADES TARAPOTO"*. Obtenido de <http://www.corpac.gob.pe/docs/aeropuertos/concesionados/tarapoto.pdf>
- De la Cruz, J. (2016). *Caracterización de la adherencia en refuerzos de Ultra-Thin* (Tesis de maestría). Universidad Politecnica de Catalunya, España. Obtenido de [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/83867/Caracterizaci%C3%B3n%20de%20la%20adherencia%20en%20refuerzos%20de%20UltraThin%20Whitetopping%20\(UTW\).pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/83867/Caracterizaci%C3%B3n%20de%20la%20adherencia%20en%20refuerzos%20de%20UltraThin%20Whitetopping%20(UTW).pdf)
- DGAC. (2018). *Diseño y operaciones de aeródromos. 7th ed.* Obtenido de [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/390298/1.\\_RAP\\_314\\_completa\\_Vol\\_I.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/390298/1._RAP_314_completa_Vol_I.pdf)
- FAA. (2014). *Subject: Standardized Method of Reporting Airport Pavement Strength - PCN*. Obtenido de [https://www.faa.gov/documentlibrary/media/advisory\\_circular/150-5335-5c.pdf](https://www.faa.gov/documentlibrary/media/advisory_circular/150-5335-5c.pdf)
- Garcia, L., & Quevedo, G. (06 de mayo de 2008). *Interpretación Geotécnica del Método ACN - PCN*. Revista de la construcción. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1276/127612580008.pdf>
- Garófalo, K. (2019). *PROPUESTA DE APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING PARA LA REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO*

- ASFÁLTICO DE LA CALLE FCO. AGUIRRE ABAD DESDE TULCÁN HASTA ASISCLO GARAY, UBICADA EN LA PARROQUIA URDANETA. CIUDAD DE GUAYAQUIL (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/50941/1/BMAT-V%20117-2019-Ing.%20CIVIL%20-%20GAR%c3%93FALO%20GUEVARA%20KATHERINE%20SAMANTA.pdf>
- Gil, A. (2016). *Conservacion de pavimentos aeroportuarios, aplicacion caso practico: reparacion de la calle de rodaje (Taxiway) en la base aerea de getafe (Madrid)*. Tesis de maestria. Universidad Politecnica de Madrid, Madrid, España. Obtenido de [https://oa.upm.es/44317/1/Tesis\\_master\\_Alejandro\\_Gil\\_Helvar.pdf](https://oa.upm.es/44317/1/Tesis_master_Alejandro_Gil_Helvar.pdf)
- GOMACO. (2016). *Spirit of St. Louis Airport Variable Thickness Concrete Overlay Proven A Success*. Obtenido de [https://www.gomaco.com/resources/worldstories/world44\\_1/stlouis.html](https://www.gomaco.com/resources/worldstories/world44_1/stlouis.html)
- Gutiérrez, E. (2012). *WHITETOPPING – UNA ALTERNATIVA DE REHABILITACIÓN*. Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga, Colombia. Obtenido de <http://apuntesdeinvestigacion.bucaramanga.upb.edu.co/wpcontent/uploads/2016/03/7.WHITETOPPING-%E2%80%93UNAALTERNATIVA-DE-REHABILITACIO%CC%81N.pdf>
- Hajek, J., Hall, J., & Hein, D. (2011). *Common Airport Pavement Maintenance Practices*. Washington DC, USA. Obtenido de <https://www.nap.edu/catalog/14500/common-airport-pavement-maintenancepractices>
- Han, C. (2005). *Synthesis of Current Minnesota Practices Of Thin and Ultra-Thin Whitetopping*. Obtenido de <https://www.lrrb.org/media/reports/200527.pdf>
- Harrington, D., & Fick, G. (2014). *Capas de refuerzo con hormigón (Tercera Edición ed.)*. Obtenido de [https://issuu.com/ich\\_mkt/docs/overlays\\_3rd\\_edition\\_spanish](https://issuu.com/ich_mkt/docs/overlays_3rd_edition_spanish)
- Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. (2009). *Pavimentos. Construccion y Tecnologia en concreto*. Obtenido de <http://www.imcyc.com/revistacyt/feb11/pavimentos.htm>
- Lam, N. (2020). *Fine-grained Concrete Mix Design using Statistical Methods for Ultrathin Whitetopping Overlay Application*. Hanoi University of Civil Engineering, Hanoi, Vietnam. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Nguyen\\_Lam38/publication/345913705](https://www.researchgate.net/profile/Nguyen_Lam38/publication/345913705)



## **ANEXOS**

### Anexo 01. Matriz de Consistencia

TÍTULO: "IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING PARA LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFALTICOS EN LA VÍA UNIVERSITARIA TRAMO: PUENTE TINGO – CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA – HUÁNUCO, 2021"							
Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología	
<p>Problema general</p> <p>• ¿Cuán viable es la rehabilitación del pavimento asfáltico con la aplicación de capas de concreto WHITETOPPING – en la vía Universitaria tramo: Puente Tingo – Cayhuaynita, distrito de Pillco</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>•Hallar la viabilidad de la rehabilitación del pavimento asfáltico con la aplicación de capas de concreto WHITETOPPING en la vía Universitaria tramo: Puente</p>	<p><b>Hipótesis general</b></p> <p>•La rehabilitación del pavimento asfáltico es viable mediante la aplicación de capas de concreto WHITETOPPING en la vía Universitaria tramo: Puente –</p>	<p><b>Variables Independientes</b></p> <p>Técnica Whitetopping</p>	<p>Deterioro de la capa asfáltica</p> <p>Comportamiento Mecánico</p>	<p>Deflexión resistencia a la compresión</p> <p>Módulo de rotura</p> <p>Costos del</p>	<p><b>Tipo de Investigación</b></p> <p>Investigación Aplicada</p> <p><b>Enfoque</b></p> <p>El enfoque del presente trabajo será del tipo cuantitativo</p> <p><b>Alcance</b></p> <p>La presente</p>	

<p><b>Marca – Huánuco 2021?</b></p> <p>Problemas específicos</p> <p>• ¿Cuán viable es la rehabilitación del pavimento asfáltico en su actual estado de deterioro con la aplicación de capas de concreto WHITETOPPING en la vía Universitaria tramo: Puente Tingo – Cayhuaynita, distrito de Pillco Marca – Huánuco 2021?</p>	<p>Tingo – Cayhuaynita, distrito de Pillco Marca – Huánuco 2021.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>•Hallar la viabilidad de la rehabilitación del pavimento asfáltico en su actual estado de deterioro con la aplicación de capas de concreto WHITETOPPING en la vía Universitaria tramo: Puente</p>	<p>Cayhuaynita, distrito de Pillco Marca – Huánuco 2021.</p> <p><b>Hipótesis específicas</b></p> <p>•Sí es viable la rehabilitación de la carpeta asfáltica en su actual deterioro con la aplicación de capas de concreto WHITETOPPING en la vía Universitaria tramo: Puente Tingo – Cayhuaynita, distrito de Pillco</p>	<p><b>Variables dependientes</b></p> <p>Rehabilitación del concreto asfáltico.</p>	<p>Costo</p> <p>Durabilidad</p> <p>Condiciones geométricas</p> <p>Comodidad</p>	<p>asfalto y del concreto</p> <p>Vida útil</p> <p>Bombeo Peralte Radio de curvatura</p> <p>Rugosidad</p>	<p>investigación tendrá un alcance Correlacional <b>Diseño</b> Nuestra investigación que vamos utilizar será de tipo cuasiexperimental</p> <p><b>La población</b> La población de nuestro estudio está conformada por todas las zonas deteriorados de la vía</p>
--	---	--	--	---	--	--

<p>• ¿Cuál es la mejora del comportamiento mecánico del pavimento asfáltico con la aplicación de capas de concreto WHITETOPPING en la vía Universitaria tramo: Puente Tingo – Cayhuaynita, distrito de Pillco Marca – Huánuco 2021?</p> <p>• ¿Cuál es el costo comparativo de la rehabilitación del pavimento</p>	<p>Tingo – Cayhuaynita, distrito de Pillco Marca – Huánuco 2021.</p> <p>•Hallar la mejora del comportamiento mecánico del pavimento asfáltico con la aplicación de capas de concreto WHITETOPPING en la vía Universitaria tramo: Puente Tingo – Cayhuaynita, distrito de Pillco</p>	<p>Marca – Huánuco 2021.</p> <p>•Sí se mejora el comportamiento mecánico del pavimento asfáltico con la aplicación de capas de concreto WHITETOPPING en la vía Universitaria tramo: Puente Tingo – Cayhuaynita, distrito de Pillco Marca – Huánuco 2021.</p> <p>•El costo comparativo de</p>				<p>universitaria de la ciudad de Huánuco, comprendida entre el puente Tingo y el punto denominado Cayhuaynita</p> <p><b>La muestra</b></p> <p>La muestra es no probabilística ya que a nuestro criterio como investigadores estamos delimitando la distancia de la muestra en este caso la Vía</p>
---	---	--	--	--	--	--



<p><b>asfáltico con la aplicación de capas de concreto WHITETOPPING versus el asfalto convencional en la vía Universitaria tramo: Puente Tingo – Cayhuaynita, distrito de Pillco Marca – Huánuco 2021?</b></p>	<p>Marca – Huánuco 2021. •Hallar el costo comparativo de la rehabilitación del pavimento asfáltico con la aplicación de capas de concreto WHITETOPPING versus el asfalto convencional en la vía Universitaria tramo: Puente Tingo – Cayhuaynita, distrito de Pillco Marca – Huánuco 2021.</p>	<p>la rehabilitación del pavimento asfáltico con la aplicación de capas de concreto WHITETOPPING versus el asfalto convencional en la vía Universitaria tramo: Puente Tingo – Cayhuaynita, distrito de Pillco Marca – Huánuco 2021, hace viable su aplicación.</p>				<p>Universitaria Tramo: Puente Tingo – Cayhuaynita en las progresivas 0+000 al 0+475 por lo tanto escogimos este tramo.</p>
--	---	--	--	--	--	---

## Anexo 02. Certificados de Calibración de Equipos



### PUNTO DE PRECIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

#### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1839 - 2021

Página : 1 de 2

**Expediente** : T 434-2021  
**Fecha de emisión** : 2021-10-12

**1. Solicitante** : QUALIS INGENIEROS CONSULTORES S.A.C  
**Dirección** : CAL ANTONIA MORENO MZA. A1 LOTE. 11 URB. VILLA EL SOL ET. 4 - LOS OLIVOS - LIMA

**2. Instrumento de Medición** : VIGA BENKELMAN DE BRAZO DOBLE  
**Marca de Viga** : PINZUAR  
**Modelo de Viga** : PA-74  
**Serie de Viga** : 2511

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.  
11 - OCTUBRE - 2021

**4. Método de Calibración**  
Por comparación usando bloque planoparalelo calibrado.

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
BLOQUES PLANOPARALELOS	INSIZE	LLA - 011 - 2020	INACAL - DM
CINTA MÉTRICA	STANLEY	L - 0442 - 2021	INACAL - DM

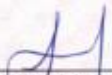
**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	18,9	18,9
Humedad %	75	75

**7. Observaciones**

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.  
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"  
La relación de longitud de los brazos en la viga benkelman es de 4 a 1.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631





**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LL - 1839 - 2021

Página : 2 de 2

**Resultados**

**BRAZO 1**

Desplazamiento vertical de brazo	Valor Leído en el Dial de precisión del brazo	Error
(mm)	(mm)	
0,00	0,00	0,00
1,00	0,25	0,00
2,00	0,47	-0,03
3,00	0,75	0,00
4,00	1,00	0,00
5,00	1,24	-0,01
10,00	2,50	0,00

Comparador 1 : ANALÓGICO  
INDICACIÓN : 0 mm a 30 mm  
ALCANCE DE INDICACIÓN : 0,01 mm  
RESOLUCIÓN : MITUTOYO  
MARCA : 2052S  
MODELO : LNA342  
SERIE : JAPÓN  
PROCEDECIA :

Incertidumbre de la medición :  $\pm 0.01$  mm

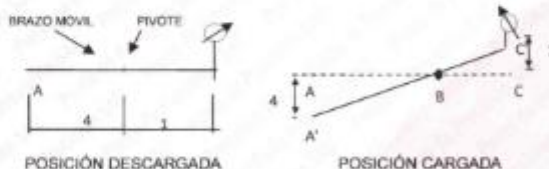
**BRAZO 2**

Desplazamiento vertical de brazo	Valor Leído en el Dial de precisión del brazo	Error
(mm)	(mm)	
0,00	0,00	0,00
1,00	0,27	0,02
2,00	0,51	0,01
3,00	0,74	-0,01
4,00	1,02	0,02
5,00	1,24	-0,01
10,00	2,49	-0,01

Comparador 2 : ANALÓGICO  
INDICACIÓN : 0 mm a 30 mm  
ALCANCE DE INDICACIÓN : 0,01 mm  
RESOLUCIÓN : MITUTOYO  
MARCA : 2052S  
MODELO : HUA163  
SERIE : JAPÓN  
PROCEDECIA :

Incertidumbre de la medición :  $\pm 0.01$  mm

**ESQUEMA DE LA VIGA BENKELMAN**



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631







Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC-033

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-144-2022

Página: 1 de 3

Expediente : T 173-2022  
 Fecha de Emisión : 2022-03-30

1. Solicitante : GECAT INGENIERIA S.A.C.  
 Dirección : PRO. EL ALAMO MZA. P2 LOTE. 19 COO. POL. VIPOL - COMAS - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA  
 Marca : AND  
 Modelo : FX-3000I  
 Número de Serie : 15604863  
 Alcance de Indicación : 3 200 g  
 División de Escala de Verificación ( e ) : 0,1 g  
 División de Escala Real ( d ) : 0,01 g  
 Procedencia : KOREA  
 Identificación : NO INDICA  
 Tipo : ELECTRÓNICA  
 Ubicación : LABORATORIO  
 Fecha de Calibración : 2022-03-25

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

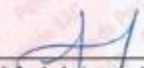
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración  
 La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOP.

4. Lugar de Calibración  
 LABORATORIO de GECAT INGENIERIA S.A.C.  
 AV. LOS HÉROES ALTO CENEPAMZ. A LOTE 8 TRAPICHE - COMAS - LIMA



PT-06.F05 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIF N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-144-2022

Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Minima	Maxima
Temperatura	25,6	25,7
Humedad Relativa	58,8	58,8

**6. Trazabilidad**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

**7. Observaciones**

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 3 200,00 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 3 199,93 g para una carga de 3 200,00 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009, Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**8. Resultados de Medición**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inical			Final		
	25,6			25,7		
	Carga L1= 1 600,002 g			Carga L2= 3 200,002 g		
	f (g)	ΔL (g)	E (g)	f (g)	ΔL (g)	E (g)
1	1 600,00	0,008	-0,005	3 199,99	0,004	-0,011
2	1 599,99	0,004	-0,011	3 199,99	0,003	-0,010
3	1 599,99	0,003	-0,010	3 199,99	0,004	-0,021
4	1 599,99	0,004	-0,011	3 200,00	0,008	-0,005
5	1 600,00	0,009	-0,006	3 199,99	0,004	-0,011
6	1 599,99	0,004	-0,011	3 200,00	0,006	-0,006
7	1 599,99	0,003	-0,010	3 200,00	0,005	-0,002
8	1 600,00	0,007	-0,004	3 200,00	0,007	-0,004
9	1 600,00	0,009	-0,006	3 199,99	0,004	-0,011
10	1 599,99	0,004	-0,011	3 200,00	0,006	-0,003
Diferencia Máxima			0,007			0,019
Error máximo permitido	± 0,2 g			± 0,3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Gapcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

DECLARAMOS LA VERDADERA ORIGEN DE ESTE DOCUMENTO COMO AUTÓGRAFO DEL LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-144-2022  
Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	0,200	0,20	0,006	-0,004	1 000,001	1 000,00	0,007	-0,003	0,001
2		0,20	0,006	0,000		1 000,00	0,006	-0,004	-0,004
3		0,20	0,006	-0,003		1 000,02	0,006	0,018	0,021
4		0,20	0,006	-0,001		1 000,01	0,009	0,005	0,006
5		0,20	0,007	-0,002		1 000,00	0,005	-0,001	0,001

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 0,2 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
0,200	0,20	0,007	-0,002						
0,500	0,50	0,006	0,000	0,002	0,50	0,009	-0,004	-0,002	0,1
20,000	20,00	0,009	-0,004	-0,002	20,00	0,005	0,000	0,002	0,1
100,000	100,00	0,006	-0,001	0,001	100,00	0,006	-0,003	-0,001	0,1
500,000	500,00	0,008	-0,003	-0,001	499,99	0,004	-0,009	-0,007	0,1
700,001	700,00	0,005	-0,001	0,001	699,99	0,003	-0,009	-0,007	0,2
1 000,001	1 000,00	0,009	-0,005	-0,003	999,99	0,004	-0,010	-0,008	0,2
1 500,002	1 500,00	0,006	-0,003	-0,001	1 499,99	0,003	-0,010	-0,008	0,2
2 000,000	1 999,98	0,004	-0,019	-0,017	1 999,98	0,004	-0,019	-0,017	0,2
3 000,001	2 999,97	0,003	-0,029	-0,027	2 999,97	0,003	-0,029	-0,027	0,3
3 200,002	3 199,98	0,004	-0,021	-0,019	3 199,98	0,004	-0,021	-0,019	0,3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 4,42 \times 10^{-4} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{5,40 \times 10^{-9} \text{ g}^2 + 3,40 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    M: Carga incrementada    E: Error encontrado    E<sub>0</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Lóayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

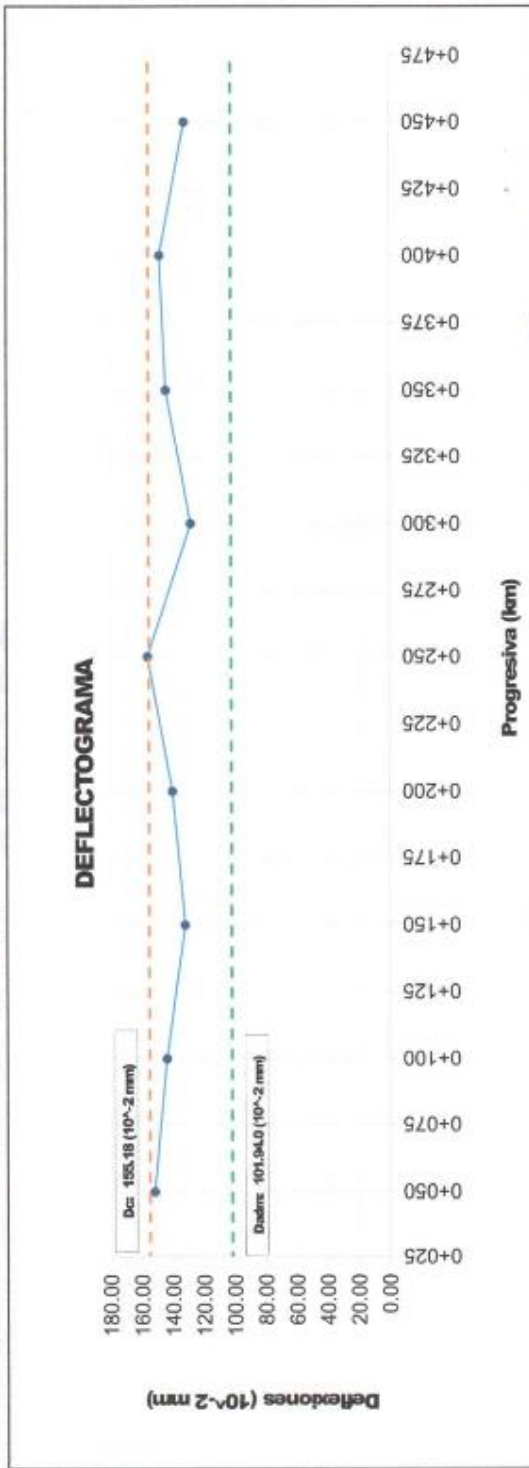
Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

### Anexo 03. Medida de la Deflexión con la Viga Benkelman



<b>TÍTULO DE TESIS</b>														
MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN DE UN PAVIMENTO EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN RELACIÓN DE BRAZOS 1-4 (MTC E - 1002)														
"IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITE TOPPING PARA LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN LA VÍA UNIVERSITARIA TRAMO: PUENTE TINGO - CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILCO MARCA - HUÁNUCO, 2021"														
<b>AUTOR</b>														
JOSE REMAN GSTER MURIBETA														
<b>TIPO DE PAVIMENTO</b>														
PAVIMENTO FLEXIBLE														
<b>CARGA DE EJE DEL CAMIÓN</b>														
S2 TN														
<b>PRESIÓN DE INFLADO DE NEUMÁTICOS</b>														
80 PSI														
<b>FECHA</b>														
Jueves, 02 de Junio de 2022														
<b>CAPA EVALUADA</b>														
CAMETA DE RODADURA														
<b>CARRIL DE VÍA EVALUADA</b>														
DERECHO														
PTO DE ENRAYO	LADO	LECTURAS DEL DEFLECTOMETRO				DEFLEXIONES PARCIALES (10 <sup>-2</sup> mm)				DEFLEXIONES - RELACIÓN DE BRAZOS DE VÍA 1:4 (10 <sup>-2</sup> mm)				Radio de Curvatura (m)
		R1 = 50 cm	R2 = 50 cm	R3 = 75 cm	R4 = 100 cm	D0	D25	D50	D75	D100	D0	D25	D50	

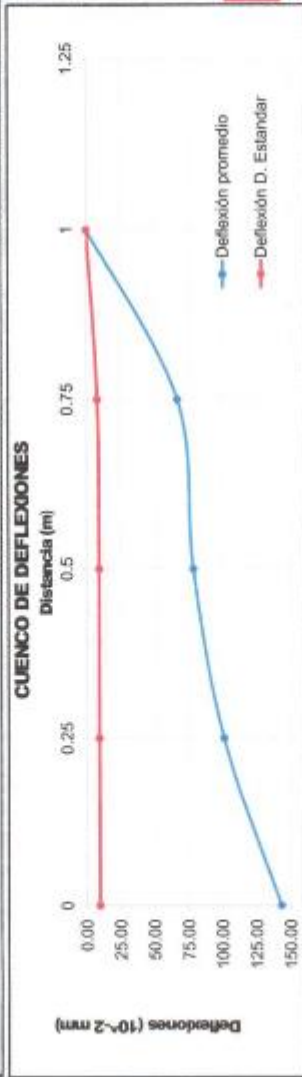


**GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA**  
 INGENIERO EN GEOTECNIA  
 "JUAN DAVID BELLAZQUEZ LOUISPE"  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 263117

Av. Central N°624 Villa el Salvador - Lima - Lima, Celular: 941868499- e-mail: jdpelaezq@geosurfiab.com

<b>TÍTULO DE TESIS</b>																																																	
MEDIDA DE LA DEFLACIÓN DE UN PAVIMENTO EMPLEANDO LA VIGA BENJELMAN RELACION DE BRAZOS 1:4 (MTC E - 1002)																																																	
<b>AUTOR</b>																																																	
"IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING PARA LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN LA VÍA UNIVERSITARIA TRAMO: PUENTE TINGO - CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILCO MARCA - HUÁNUCO, 2021"																																																	
<b>TIPO DE PAVIMENTO</b>																																																	
PAVIMENTO FLEXIBLE																																																	
<b>CARGA DE EJE DEL CAMIÓN</b>																																																	
8.2 TN																																																	
<b>PRESIÓN DE INFLADO DE NEUMÁTICOS</b>																																																	
80 PSI																																																	
<b>FECHA</b>																																																	
Junio, 02 de junio de 2022																																																	
<b>CAPA EVALUADA</b>																																																	
CAPETA DE RODADURA																																																	
<b>CARRIL DE VÍA EVALUADA</b>																																																	
DERECHO																																																	
<b>LECTURAS DEL DEFLECTÓMETRO</b>																																																	
<table border="1"> <tr> <th>PTO DE ENSAYO</th> <th>LADO</th> <th>PROG</th> <th>R1 = 25 cm</th> <th>R2 = 50 cm</th> <th>R3 = 75 cm</th> <th>R4 = 100 cm</th> <th colspan="4">DEFLEXIONES PARCIALES (10<sup>-2</sup> mm)</th> <th colspan="4">DEFLEXIONES - RELACION DE BRAZO DE VIG 1:4 (10<sup>-2</sup> mm)</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>D90</td> <td>D95</td> <td>D90</td> <td>D75</td> <td>D90</td> <td>D95</td> <td>D75</td> <td>D90</td> <td>D95</td> <td>D75</td> <td>D90</td> <td>D95</td> <td>D75</td> <td>D90</td> <td>D95</td> <td>D75</td> <td>D90</td> <td>D95</td> <td>D75</td> <td>D90</td> </tr> </table>												PTO DE ENSAYO	LADO	PROG	R1 = 25 cm	R2 = 50 cm	R3 = 75 cm	R4 = 100 cm	DEFLEXIONES PARCIALES (10 <sup>-2</sup> mm)				DEFLEXIONES - RELACION DE BRAZO DE VIG 1:4 (10 <sup>-2</sup> mm)							D90	D95	D90	D75	D90	D95	D75	D90	D95	D75	D90	D95	D75	D90	D95	D75	D90	D95	D75	D90
PTO DE ENSAYO	LADO	PROG	R1 = 25 cm	R2 = 50 cm	R3 = 75 cm	R4 = 100 cm	DEFLEXIONES PARCIALES (10 <sup>-2</sup> mm)				DEFLEXIONES - RELACION DE BRAZO DE VIG 1:4 (10 <sup>-2</sup> mm)																																						
			D90	D95	D90	D75	D90	D95	D75	D90	D95	D75	D90	D95	D75	D90	D95	D75	D90	D95	D75	D90																											

**CUENCO DE DEFLEXIONES Y ANÁLISIS DE LA DEFLACIÓN CARACTERÍSTICA Y ADMISIBLE**



**Deflexión Característica**

$D_{90}$  = 143.00 (10<sup>-2</sup> mm)  
 $d_{90}$  = 9.50 (10<sup>-2</sup> mm)  
 $D_c$  = 155.48 (10<sup>-2</sup> mm)

**Deflexión admisible**  
 $N$  = 1.065 millones de ejes equivalentes  
 $D_{adm}$  = 101.94 (10<sup>-2</sup> mm)

**Análisis de la Deflexión Característica y Admisible**  
 $D_c$  = 155.18 (10<sup>-2</sup> mm)  
 $D_{adm}$  = 101.94 (10<sup>-2</sup> mm)  
 Verif. =  $D_c < D_{adm}$   
 Estado = **observado!**

$D_{adm} = (1.15/N)^{0.25}$   
 Norma E. Deflexión admisible  
 Norma Manual de Carreteras: Sober, Guejaly, Gonzalez & Parra Sotoca - MTC - 2014.

Double:  
 •  $D_{adm}$  - Deflexión admisible en milímetros en la compare con deflexiones viga (observado)

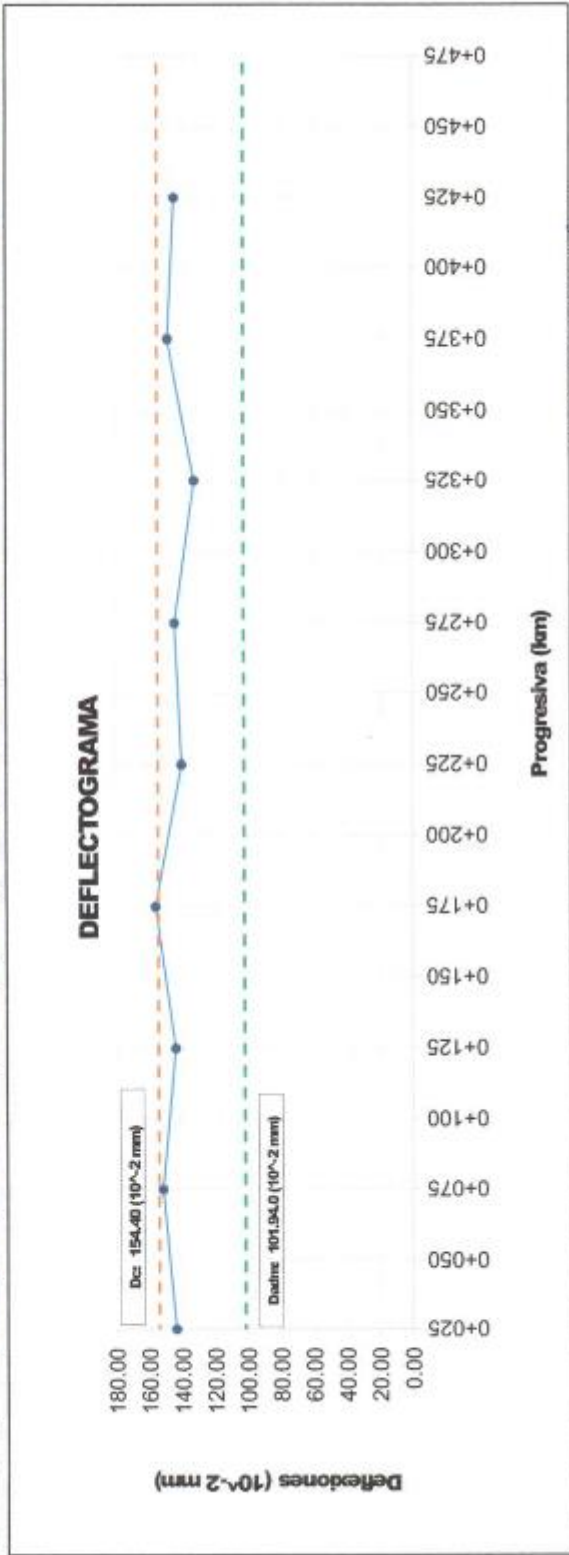
Número de repetición de ejes equivalentes en millones

**GEOUR GEOTECNIA E INGENIERIA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 263117  
**JUAN MANUEL PELAEZ QUISPE**

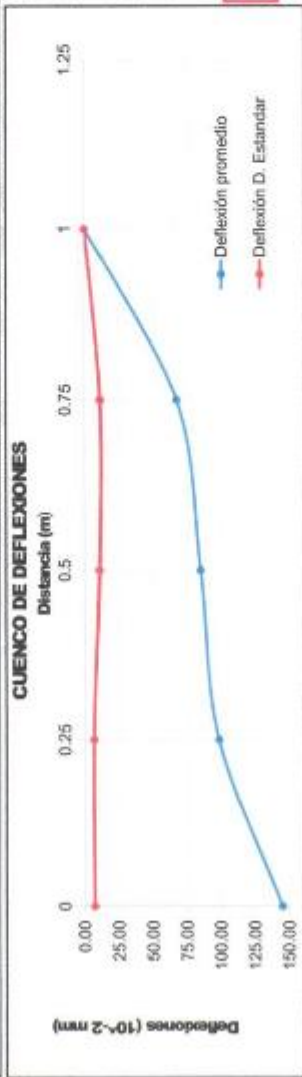


MEDIDA DE LA DEFLECCIÓN DE UN PAVIMENTO EMPLEANDO LA VIGA BENDELMAN RELACIÓN DE BRAZOS 1:4 (MTC E - 1002)																				
TÍTULO DE TESIS																				
AUTOR																				
TIPO DE PAVIMENTO																				
CARGA DE EJE DEL CAMIÓN																				
PRESIÓN DE INFLADO DE NEUMÁTICOS																				
FECHA																				
CAPA EVALUADA																				
CARRIL DE VÍA EVALUADA																				
PTO DE BRAZO	LADO	PROB	LECTURAS DEL DEFLECTÓMETRO				DEFLECCIONES PARCIALES (MP-3 mm)					DEFLECCIONES - RELACION DE BRAZO DE VIG 1:4 (MP-2 mm)					Radio de Curvatura (m)			
			R0 = 6 cm	R1 = 30 cm	R2 = 90 cm	R3 = 75 cm	R4 = 100 cm	D0	D25	D50	D75	D100	D0	D25	D50	D75		D100	Diferencia (MP-3 mm)	
<b>PROCESAMIENTO DE LECTURAS, OBTENCIÓN DE DEFLECCIONES, DEFLECCIÓN MÁXIMA Y RADIO DE CURVATURA</b>																				
1	DER	0+050	100.00	73.00	82.00	92.00	62.00	38.00	27.00	20.00	19.00	0.00	152.00	108.00	80.00	76.00	0.00	0.00	152.00	71.02
2	DER	0+100	100.00	75.00	82.00	90.00	64.00	36.00	25.00	18.00	15.00	0.00	144.00	100.00	72.00	60.00	0.00	0.00	144.00	71.02
3	DER	0+150	100.00	78.00	84.00	91.00	67.00	33.00	24.00	17.00	15.00	0.00	132.00	96.00	68.00	60.00	0.00	0.00	132.00	86.51
4	DER	0+200	100.00	73.00	86.00	91.00	65.00	35.00	27.00	21.00	18.00	0.00	140.00	108.00	84.00	72.00	0.00	0.00	140.00	87.86
5	DER	0+250	100.00	74.00	83.00	90.00	61.00	39.00	26.00	22.00	16.00	0.00	158.00	104.00	88.00	84.00	0.00	0.00	158.00	80.10
6	DER	0+300	100.00	76.00	85.00	91.00	68.00	32.00	24.00	17.00	15.00	0.00	128.00	96.00	68.00	60.00	0.00	0.00	128.00	97.86
7	DER	0+350	100.00	72.00	87.00	92.00	64.00	36.00	28.00	23.00	20.00	0.00	144.00	112.00	92.00	80.00	0.00	0.00	144.00	97.86
8	DER	0+400	100.00	79.00	82.00	89.00	63.00	37.00	21.00	19.00	16.00	0.00	148.00	84.00	76.00	64.00	0.00	0.00	148.00	48.53
9	DER	0+450	100.00	76.00	88.00	93.00	67.00	33.00	24.00	21.00	17.00	0.00	132.00	96.00	68.00	68.00	0.00	0.00	132.00	86.81
<b>PROMEDIO</b>																				
<b>DESV. ESTÁNDAR</b>																				
9.50    9.01    9.06    7.93    0.00    0.00    143.00    101.00    78.50    67.00    0.00    0.00    9.50    9.06    7.93    0.00    0.00    143.00    9.50    18.90																				

<b>TÍTULO DE TESIS</b>																																					
MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN DE UN PAVIMENTO EMPLEANDO LA VIGA BIENHELMAN RELACIÓN DE BRAZOS 1:4 (MTC E - 1002)																																					
<b>AUTOR</b>																																					
CAYLAHUYNTA, DISTRITO DE PILCO MARCA – HUÁNUCO, 2021*																																					
<b>AUTOR</b>																																					
JOSE RENAN GSTR MURRIETA																																					
<b>TIPO DE PAVIMENTO</b>																																					
PAVIMENTO FLEXIBLE																																					
<b>CARGA DE EJE DEL CAMIÓN</b>																																					
8.2 TN																																					
<b>PRESIÓN DE INFLADO DE NEUMÁTICOS</b>																																					
80 PSI																																					
<b>FECHA</b>																																					
Jueves, 02 de junio de 2022																																					
<b>CAPA EVALUADA</b>																																					
CAPETA DE RODADURA																																					
<b>CARRIL DE VÍA EVALUADA</b>																																					
DERECHO																																					
<b>LECTURAS DEL DEFLECTÓMETRO</b>																																					
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">80 = 0 cm</td> <td colspan="2">R1 = 25 cm</td> <td colspan="2">R2 = 50 cm</td> <td colspan="2">R3 = 75 cm</td> <td colspan="2">R4 = 100 cm</td> </tr> <tr> <td colspan="2">D0</td> <td colspan="2">D25</td> <td colspan="2">D50</td> <td colspan="2">D75</td> <td colspan="2">D100</td> </tr> </table>												80 = 0 cm		R1 = 25 cm		R2 = 50 cm		R3 = 75 cm		R4 = 100 cm		D0		D25		D50		D75		D100							
80 = 0 cm		R1 = 25 cm		R2 = 50 cm		R3 = 75 cm		R4 = 100 cm																													
D0		D25		D50		D75		D100																													
<b>DEFLEXIONES PARCIALES (10<sup>-2</sup> mm)</b>																																					
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">D0</td> <td colspan="2">D25</td> <td colspan="2">D50</td> <td colspan="2">D75</td> <td colspan="2">D100</td> <td colspan="2">D150</td> <td colspan="2">D200</td> <td colspan="2">D250</td> <td colspan="2">D300</td> <td colspan="2">D350</td> <td colspan="2">D400</td> <td colspan="2">D450</td> <td colspan="2">D500</td> </tr> </table>												D0		D25		D50		D75		D100		D150		D200		D250		D300		D350		D400		D450		D500	
D0		D25		D50		D75		D100		D150		D200		D250		D300		D350		D400		D450		D500													
<b>DEFLEXIONES - RELACIÓN DE BRAZO DE VÍA 1:4 (10<sup>-2</sup> mm)</b>																																					
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">D0</td> <td colspan="2">D25</td> <td colspan="2">D50</td> <td colspan="2">D75</td> <td colspan="2">D100</td> <td colspan="2">D150</td> <td colspan="2">D200</td> <td colspan="2">D250</td> <td colspan="2">D300</td> <td colspan="2">D350</td> <td colspan="2">D400</td> <td colspan="2">D450</td> <td colspan="2">D500</td> </tr> </table>												D0		D25		D50		D75		D100		D150		D200		D250		D300		D350		D400		D450		D500	
D0		D25		D50		D75		D100		D150		D200		D250		D300		D350		D400		D450		D500													
<b>Radio de Curvatura (m)</b>																																					
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">D0</td> <td colspan="2">D25</td> <td colspan="2">D50</td> <td colspan="2">D75</td> <td colspan="2">D100</td> <td colspan="2">D150</td> <td colspan="2">D200</td> <td colspan="2">D250</td> <td colspan="2">D300</td> <td colspan="2">D350</td> <td colspan="2">D400</td> <td colspan="2">D450</td> <td colspan="2">D500</td> </tr> </table>												D0		D25		D50		D75		D100		D150		D200		D250		D300		D350		D400		D450		D500	
D0		D25		D50		D75		D100		D150		D200		D250		D300		D350		D400		D450		D500													



MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN DE UN PAVIMENTO EMPLEANDO LA VIGA BENHELMAN RELACION DE BRAZOS 1:4 (MTC E - 1002)																	
TÍTULO DE TESIS																	
"IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING PARA LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN LA VÍA UNIVERSITARIA TRAMO: PUENTE TINGO - CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA - HUÁNUCO, 2021"																	
AUTOR																	
JOSE RENAN GSTER MURRIETA																	
TIPO DE PAVIMENTO																	
PAVIMENTO FLEXIBLE																	
CARGA DE EJE DEL CAMIÓN																	
16.2 TN																	
PRESIÓN DE INFLADO DE NEUMÁTICOS																	
80 PSI																	
FECHA																	
Jueves, 02 de junio de 2022																	
CAPA EVALUADA																	
CAPETA DE RODADURA																	
DERECHO																	
LECTURAS DEL DEFLECTÓMETRO																	
<table border="1"> <tr> <td>80 = 0 cm</td> <td>R1 = 25 cm</td> <td>R2 = 30 cm</td> <td>R3 = 75 cm</td> <td>R4 = 100 cm</td> </tr> </table>													80 = 0 cm	R1 = 25 cm	R2 = 30 cm	R3 = 75 cm	R4 = 100 cm
80 = 0 cm	R1 = 25 cm	R2 = 30 cm	R3 = 75 cm	R4 = 100 cm													
CUENCO DE DEFLEXIONES Y ANÁLISIS DE LA DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA Y ADMISIBLE																	
PUNTO DE ENSAYO			DEFLEXIONES PARCIALES (10 <sup>-2</sup> mm)			DEFLEXIONES - RELACION DE BRAZO DE VIGAS 1:4 (10 <sup>-2</sup> mm)			Ruido de Carriles (m)								
			D0	D25	D50	D75	D100	D125	D150	D75	D100	D150					



**Deflexión Característica**

Dm	=	145.00 (10 <sup>-2</sup> mm)
ds	=	7.33 (10 <sup>-2</sup> mm)
Dc	=	156.40 (10 <sup>-2</sup> mm)

**Deflexión admisible**

N	=	1.065 millones de ejes equivalentes
Dadm	=	101.94 (10 <sup>-2</sup> mm)

**Análisis de la Deflexión Característica y Admisible**

Dc	=	154.40 (10 <sup>-2</sup> mm)
Dadm	=	101.94 (10 <sup>-2</sup> mm)
Verif.	=	Dc < Dadm
Estado	=	observado!

**GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA**  
 INGENIEROS CIVILES  
 C.I.P. N° 263117

**Dadm = (1.15/N)<sup>0.25</sup>**  
 Ejemplo 1. Deflexión admisible:  
 FERRI Maxam de Carreteras, Sotelo, Orogasta, Octaviano y Pazarmayo -  
 SITC - 2014

Doble:  
 • Dadas - Deflexión admisible en mm (a comparar con deflexiones vigas Bredabenton)  
 • N = Número de repeticiones de ejes equivalentes en milímetros



MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN DE UN PAVIMENTO EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN RELACIÓN DE BRAZOS 1:4 (MTC E - 1002 )																			
TÍTULO DE TESIS																			
"IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING PARA LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN LA VÍA UNIVERSITARIA TRAMO: PUENTE TINGO - CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILCO MARCA - HUÁNUCO, 2021"																			
AUTOR																			
JOSÉ RENÁN GSTR MURBETA																			
TIPO DE PAVIMENTO																			
PAVIMENTO FLEXIBLE																			
CARGA DE EJE DEL CAMIÓN																			
83.2 TN																			
PRESIÓN DE INFLADO DE NEUMÁTICOS																			
80 PSI																			
FECHA																			
Jueves, 02 de junio de 2022																			
CAPA EVALUADA																			
CAPETA DE RODADURA																			
DERRECHO																			
PTO DE ENSAYO	LADO	PROG	LECTURAS DEL DEFLECTÓMETRO			PROCESAMIENTO DE LECTURAS, OBTENCIÓN DE DEFLEXIONES, DEFLEXIÓN MÁXIMA Y RADIO DE CURVATURA			DEFLEXIONES PARTICULARES (PP-2 mm)			DEFLEXIONES - RELACIÓN DE BRAZO DE VIG 1:4 (PP-2 mm)			Radio de Curvatura (m)				
			R1 = 25 cm	R2 = 50 cm	R3 = 75 cm	R4 = 100 cm	D0	D56	D75	D100	D0	D25	D50	D75		D100	Dmax (PP-2 mm)		
1	IZQ	0+026	100.00	74.00	86.00	93.00	64.00	36.00	26.00	22.00	19.00	0.00	144.00	104.00	88.00	76.00	0.00	144.00	78.13
2	IZQ	0+075	100.00	78.00	84.00	92.00	62.00	38.00	24.00	22.00	16.00	0.00	152.00	98.00	88.00	64.00	0.00	152.00	55.80
3	IZQ	0+125	100.00	75.00	85.00	93.00	64.00	36.00	25.00	21.00	18.00	0.00	144.00	100.00	84.00	72.00	0.00	144.00	71.02
4	IZQ	0+175	100.00	76.00	86.00	91.00	61.00	39.00	24.00	25.00	15.00	0.00	156.00	96.00	100.00	60.00	0.00	156.00	52.08
5	IZQ	0+225	100.00	77.00	84.00	90.00	65.00	35.00	23.00	19.00	13.00	0.00	140.00	92.00	76.00	52.00	0.00	140.00	65.19
6	IZQ	0+275	100.00	73.00	87.00	94.00	64.00	36.00	27.00	23.00	21.00	0.00	144.00	105.00	92.00	84.00	0.00	144.00	66.81
7	IZQ	0+325	100.00	78.00	83.00	92.00	67.00	33.00	22.00	16.00	14.00	0.00	132.00	88.00	84.00	56.00	0.00	132.00	71.02
8	IZQ	0+375	100.00	74.00	85.00	93.00	63.00	37.00	26.00	22.00	19.00	0.00	148.00	104.00	88.00	76.00	0.00	148.00	71.02
9	IZQ	0+425	100.00	75.00	84.00	91.00	64.00	36.00	25.00	20.00	16.00	0.00	144.00	100.00	80.00	64.00	0.00	144.00	71.02
<b>PROMEDIO</b>																			
<b>DESV. ESTÁNDAR</b>																			
7.33    6.74    10.85    11.20    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    146.00    68.87																			
7.33    6.74    10.85    11.20    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    7.33    11.26																			



**Geotecnia e Ingeniería SAC**  
ENSAYOS DE MATERIALES, DISEÑOS DE PAVIMENTOS Y CIMENTACIONES

### FOTOGRAFÍAS DE LA EJECUCIÓN DEL ENSAYO DE VIGA BENKELMAN

FOTO N° 01



FOTO N° 02



FOTO N° 03



GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA  
*Juan David Peláez Quispe*  
JUAN DAVID PELÁEZ QUISPE  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 263117

FOTOGRAFÍAS DE LA EJECUCIÓN DEL  
 ENSAYO DE VIGA BENKELMAN -

FOTO N° 04



FOTO N° 05



FOTO N° 06



FOTO N° 07



GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA  
 .....  
 JUAN DAVID PELAEZ QUISPE  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 263117



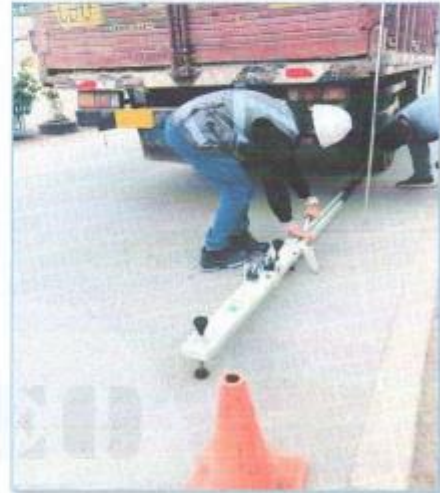


**FOTOGRAFÍAS DE LA EJECUCIÓN DEL  
ENSAYO DE VIGA BENKELMAN**

**FOTO N° 08**



**FOTO N° 09**



**FOTO N° 10**



**FOTO N° 11**



**GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA**  
*Juan David Peláez Quispe*  
**JUAN DAVID PELÁEZ QUISPE**  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 263117



**FOTOGRAFÍAS DE LA EJECUCIÓN DEL  
ENSAYO DE VIGA BENKELMAN**

**FOTO N° 12**



**FOTO N° 13**



**FOTO N° 14**




**FOTO N° 15**



**GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA**  
  
**JUAN DAVID PELÁEZ QUISPE**  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 263117



## Anexo 04. Evaluación de la vía con el Rugosímetro de Merlin

	<b>DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL MÉTODO MERLIN</b>	Consultoría en Geotecnia, Geología, Geofísica, Topografía, Pavimentos y Servicio de Laboratorio de Suelos, Cantera, Concreto y Asfalto
Proyecto : "IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING PARA LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN LA VÍA UNIVERSITARIA TRAMO: PUENTE TINGO - CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILCO MARCA - HUÁNUCO, 2021"		
Tramo :	AV. UNIVERSITARIA / PUENTE TINGO - CAYHUAYNITA	Progresiva Inicial : 0+000
Estructura :	RECAPEO ASFÁLTICO	Progresiva Final : 0+200
Carriil :	DERECHO	Longitud : 200.00
Fecha :	19/05/22	Longitud total : 400.00

LECTURAS CAMPO	LECTURAS CON RUGOSÍMETRO MERLIN HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>29</td><td>30</td><td>29</td><td>29</td><td>29</td><td>31</td><td>29</td><td>31</td><td>30</td><td>29</td><td>29</td><td>30</td><td>32</td><td>29</td><td>29</td><td>29</td><td>29</td></tr> <tr><td>33</td><td>37</td><td>23</td><td>28</td><td>27</td><td>29</td><td>28</td><td>30</td><td>30</td><td>31</td><td>29</td><td>28</td><td>29</td><td>31</td><td>27</td><td>27</td><td>30</td><td>29</td><td>28</td></tr> <tr><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>28</td><td>32</td><td>33</td><td>31</td><td>29</td><td>30</td><td>30</td><td>29</td><td>29</td><td>32</td><td>32</td><td>29</td><td>29</td><td>29</td><td>27</td><td>31</td></tr> <tr><td>29</td><td>29</td><td>29</td><td>29</td><td>37</td><td>29</td><td>17</td><td>29</td><td>31</td><td>29</td><td>29</td><td>37</td><td>34</td><td>34</td><td>22</td><td>30</td><td>30</td><td>23</td><td>30</td></tr> <tr><td>29</td><td>29</td><td>34</td><td>29</td><td>27</td><td>29</td><td>17</td><td>32</td><td>31</td><td>29</td><td>29</td><td>37</td><td>38</td><td>29</td><td>30</td><td>24</td><td>27</td><td>27</td><td>29</td><td>29</td></tr> <tr><td>24</td><td>29</td><td>29</td><td>27</td><td>35</td><td>31</td><td>29</td><td>30</td><td>37</td><td>33</td><td>19</td><td>27</td><td>31</td><td>30</td><td>29</td><td>32</td><td>29</td><td>33</td><td>35</td><td>31</td></tr> <tr><td>23</td><td>29</td><td>30</td><td>32</td><td>31</td><td>29</td><td>27</td><td>29</td><td>29</td><td>29</td><td>29</td><td>29</td><td>29</td><td>29</td><td>29</td><td>27</td><td>32</td><td>34</td><td>33</td><td>17</td></tr> <tr><td>29</td><td>30</td><td>29</td><td>29</td><td>31</td><td>29</td><td>29</td><td>29</td><td>29</td><td>29</td><td>27</td><td>30</td><td>29</td><td>29</td><td>29</td><td>19</td><td>33</td><td>33</td><td>31</td><td>17</td></tr> <tr><td>29</td><td>32</td><td>29</td><td>27</td><td>19</td><td>29</td><td>33</td><td>27</td><td>31</td><td>30</td><td>32</td><td>27</td><td>29</td><td>24</td><td>30</td><td>29</td><td>32</td><td>27</td><td>38</td><td>27</td></tr> <tr><td>37</td><td>30</td><td>29</td><td>19</td><td>29</td><td>32</td><td>29</td><td>24</td><td>29</td><td>29</td><td>33</td><td>23</td><td>33</td><td>32</td><td>31</td><td>24</td><td>27</td><td>24</td><td>34</td><td>40</td></tr> </table>	29	30	29	29	29	31	29	31	30	29	29	30	32	29	29	29	29	33	37	23	28	27	29	28	30	30	31	29	28	29	31	27	27	30	29	28	28	29	30	28	32	33	31	29	30	30	29	29	32	32	29	29	29	27	31	29	29	29	29	37	29	17	29	31	29	29	37	34	34	22	30	30	23	30	29	29	34	29	27	29	17	32	31	29	29	37	38	29	30	24	27	27	29	29	24	29	29	27	35	31	29	30	37	33	19	27	31	30	29	32	29	33	35	31	23	29	30	32	31	29	27	29	29	29	29	29	29	29	29	27	32	34	33	17	29	30	29	29	31	29	29	29	29	29	27	30	29	29	29	19	33	33	31	17	29	32	29	27	19	29	33	27	31	30	32	27	29	24	30	29	32	27	38	27	37	30	29	19	29	32	29	24	29	29	33	23	33	32	31	24	27	24	34	40	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th>PROGRESIVA</th><th>LECTURAS</th></tr> <tr><td>0+00</td><td></td></tr> <tr><td>0+05</td><td></td></tr> <tr><td>0+10</td><td></td></tr> <tr><td>0+15</td><td></td></tr> <tr><td>0+20</td><td></td></tr> <tr><td>0+25</td><td></td></tr> <tr><td>0+30</td><td></td></tr> <tr><td>0+35</td><td></td></tr> <tr><td>0+40</td><td></td></tr> <tr><td>0+45</td><td></td></tr> <tr><td>0+50</td><td></td></tr> <tr><td>0+55</td><td></td></tr> <tr><td>0+60</td><td></td></tr> <tr><td>0+65</td><td></td></tr> <tr><td>0+70</td><td></td></tr> <tr><td>0+75</td><td></td></tr> <tr><td>0+80</td><td></td></tr> <tr><td>0+85</td><td></td></tr> <tr><td>0+90</td><td></td></tr> <tr><td>0+95</td><td></td></tr> <tr><td>1+00</td><td>XX</td></tr> <tr><td>1+05</td><td></td></tr> <tr><td>1+10</td><td>XXXX</td></tr> <tr><td>1+15</td><td></td></tr> <tr><td>1+20</td><td>XX</td></tr> <tr><td>1+25</td><td>XXX</td></tr> <tr><td>1+30</td><td></td></tr> <tr><td>1+35</td><td>XXXXXXXXXX</td></tr> <tr><td>1+40</td><td>XXX</td></tr> <tr><td>1+45</td><td>XXXXXXXXXXXX</td></tr> <tr><td>1+50</td><td>XXXXXXXXXXXX</td></tr> <tr><td>1+55</td><td>XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX</td></tr> <tr><td>1+60</td><td>XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX</td></tr> <tr><td>1+65</td><td>XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX</td></tr> <tr><td>1+70</td><td>XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX</td></tr> <tr><td>1+75</td><td>XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX</td></tr> <tr><td>1+80</td><td>XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX</td></tr> <tr><td>1+85</td><td>XXXXXXXXXXXX</td></tr> <tr><td>1+90</td><td>XXXXXXXXXX</td></tr> <tr><td>1+95</td><td></td></tr> <tr><td>2+00</td><td>X</td></tr> <tr><td>2+05</td><td></td></tr> <tr><td>2+10</td><td></td></tr> <tr><td>2+15</td><td></td></tr> <tr><td>2+20</td><td></td></tr> <tr><td>2+25</td><td></td></tr> <tr><td>2+30</td><td></td></tr> <tr><td>2+35</td><td></td></tr> <tr><td>2+40</td><td></td></tr> <tr><td>2+45</td><td></td></tr> <tr><td>2+50</td><td></td></tr> <tr><td>2+55</td><td></td></tr> <tr><td>2+60</td><td></td></tr> <tr><td>2+65</td><td></td></tr> <tr><td>2+70</td><td></td></tr> <tr><td>2+75</td><td></td></tr> <tr><td>2+80</td><td></td></tr> <tr><td>2+85</td><td></td></tr> <tr><td>2+90</td><td></td></tr> <tr><td>2+95</td><td></td></tr> <tr><td>3+00</td><td></td></tr> </table>	PROGRESIVA	LECTURAS	0+00		0+05		0+10		0+15		0+20		0+25		0+30		0+35		0+40		0+45		0+50		0+55		0+60		0+65		0+70		0+75		0+80		0+85		0+90		0+95		1+00	XX	1+05		1+10	XXXX	1+15		1+20	XX	1+25	XXX	1+30		1+35	XXXXXXXXXX	1+40	XXX	1+45	XXXXXXXXXXXX	1+50	XXXXXXXXXXXX	1+55	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	1+60	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	1+65	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	1+70	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	1+75	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	1+80	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	1+85	XXXXXXXXXXXX	1+90	XXXXXXXXXX	1+95		2+00	X	2+05		2+10		2+15		2+20		2+25		2+30		2+35		2+40		2+45		2+50		2+55		2+60		2+65		2+70		2+75		2+80		2+85		2+90		2+95		3+00	
29	30	29	29	29	31	29	31	30	29	29	30	32	29	29	29	29																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
33	37	23	28	27	29	28	30	30	31	29	28	29	31	27	27	30	29	28																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
28	29	30	28	32	33	31	29	30	30	29	29	32	32	29	29	29	27	31																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
29	29	29	29	37	29	17	29	31	29	29	37	34	34	22	30	30	23	30																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
29	29	34	29	27	29	17	32	31	29	29	37	38	29	30	24	27	27	29	29																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
24	29	29	27	35	31	29	30	37	33	19	27	31	30	29	32	29	33	35	31																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
23	29	30	32	31	29	27	29	29	29	29	29	29	29	29	27	32	34	33	17																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
29	30	29	29	31	29	29	29	29	29	27	30	29	29	29	19	33	33	31	17																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
29	32	29	27	19	29	33	27	31	30	32	27	29	24	30	29	32	27	38	27																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
37	30	29	19	29	32	29	24	29	29	33	23	33	32	31	24	27	24	34	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
PROGRESIVA	LECTURAS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
0+00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
0+05																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
0+10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
0+15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
0+20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
0+25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
0+30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
0+35																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
0+40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
0+45																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
0+50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
0+55																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
0+60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
0+65																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
0+70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
0+75																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
0+80																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
0+85																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
0+90																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
0+95																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
1+00	XX																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1+05																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
1+10	XXXX																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1+15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
1+20	XX																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1+25	XXX																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1+30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
1+35	XXXXXXXXXX																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1+40	XXX																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1+45	XXXXXXXXXXXX																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1+50	XXXXXXXXXXXX																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1+55	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1+60	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1+65	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1+70	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1+75	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1+80	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1+85	XXXXXXXXXXXX																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1+90	XXXXXXXXXX																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1+95																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2+00	X																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
2+05																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2+10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2+15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2+20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2+25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2+30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2+35																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2+40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2+45																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2+50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2+55																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2+60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2+65																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2+70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2+75																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2+80																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2+85																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2+90																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2+95																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
3+00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															

ESP. PASTILLA : 5	LEC. INI. : 31	LEC. FIN. : 10	
FACTOR DE CORRECCIÓN F.C. = 1.000			
CÁLCULO DE "D"			
$D = (CI + CE + CD) \times 5$			
DESCARTAMOS 10 VALORES CADA COLA DEL VERTORAMA VERTORAMA D - COLA IZQUIERDA CE - CENTRO CD - COLA DERECHA			
CÁLCULO DE "R" (%)			
$D \times 40$	$D \times 40$		
$R = 0.593 + 0.0471 \times D$	$R = 0.0485 \times D$		
	COLA IZQUIERDA (CI)	CENTRO (CE)	COLA DERECHA (CD)
TOTALES COLUMNAS EXTREMAS	3	-	6
LECTURAS CONSIDERADAS	1	-	4
FRACCIONES RESULTANTES	0.333	16	0.667
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)	17.00		
<b>D</b>	<b>85.00</b>		
<b>R</b>	<b>4.60</b>		
COMENTARIOS			

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

  
 CHRISTIAN TOMAS  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 238905



**DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL MÉTODO MERLIN**

Consultoría en Geotecnia, Geología,  
Geofísica, Topografía, Pavimentos  
y Servicio de Laboratorio de Suelos,  
Cantera, Concreto y Asfalto

Proyecto : "IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING PARA LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN LA VÍA UNIVERSITARIA TRAMO: PUENTE TINGO - CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILCO MARCA - HUÁNUCO, 2021"

Tramo : AV. UNIVERSITARIA / PUENTE TINGO - CAYHUAYNITA Progresiva Inicial : 0+200

Estructura : RECAPEO ASFÁLTICO Progresiva Final : 0+400

Carril : DERECHO Longitud : 200.00

Fecha : 19/05/22 Longitud total : 400.00

LECTURAS CAMPO															
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
17	27	37	47	57	67	77	87	97	107	117	127	137	147	157	167
24	34	44	54	64	74	84	94	104	114	124	134	144	154	164	174
31	41	51	61	71	81	91	101	111	121	131	141	151	161	171	181
38	48	58	68	78	88	98	108	118	128	138	148	158	168	178	188
45	55	65	75	85	95	105	115	125	135	145	155	165	175	185	195
52	62	72	82	92	102	112	122	132	142	152	162	172	182	192	202
59	69	79	89	99	109	119	129	139	149	159	169	179	189	199	209
66	76	86	96	106	116	126	136	146	156	166	176	186	196	206	216
73	83	93	103	113	123	133	143	153	163	173	183	193	203	213	223
80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230
87	97	107	117	127	137	147	157	167	177	187	197	207	217	227	237
94	104	114	124	134	144	154	164	174	184	194	204	214	224	234	244
101	111	121	131	141	151	161	171	181	191	201	211	221	231	241	251
108	118	128	138	148	158	168	178	188	198	208	218	228	238	248	258
115	125	135	145	155	165	175	185	195	205	215	225	235	245	255	265
122	132	142	152	162	172	182	192	202	212	222	232	242	252	262	272
129	139	149	159	169	179	189	199	209	219	229	239	249	259	269	279
136	146	156	166	176	186	196	206	216	226	236	246	256	266	276	286
143	153	163	173	183	193	203	213	223	233	243	253	263	273	283	293
150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300
157	167	177	187	197	207	217	227	237	247	257	267	277	287	297	307
164	174	184	194	204	214	224	234	244	254	264	274	284	294	304	314
171	181	191	201	211	221	231	241	251	261	271	281	291	301	311	321
178	188	198	208	218	228	238	248	258	268	278	288	298	308	318	328
185	195	205	215	225	235	245	255	265	275	285	295	305	315	325	335
192	202	212	222	232	242	252	262	272	282	292	302	312	322	332	342
199	209	219	229	239	249	259	269	279	289	299	309	319	329	339	349
206	216	226	236	246	256	266	276	286	296	306	316	326	336	346	356
213	223	233	243	253	263	273	283	293	303	313	323	333	343	353	363
220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370
227	237	247	257	267	277	287	297	307	317	327	337	347	357	367	377
234	244	254	264	274	284	294	304	314	324	334	344	354	364	374	384
241	251	261	271	281	291	301	311	321	331	341	351	361	371	381	391
248	258	268	278	288	298	308	318	328	338	348	358	368	378	388	398
255	265	275	285	295	305	315	325	335	345	355	365	375	385	395	405
262	272	282	292	302	312	322	332	342	352	362	372	382	392	402	412
269	279	289	299	309	319	329	339	349	359	369	379	389	399	409	419
276	286	296	306	316	326	336	346	356	366	376	386	396	406	416	426
283	293	303	313	323	333	343	353	363	373	383	393	403	413	423	433
290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440
297	307	317	327	337	347	357	367	377	387	397	407	417	427	437	447
304	314	324	334	344	354	364	374	384	394	404	414	424	434	444	454
311	321	331	341	351	361	371	381	391	401	411	421	431	441	451	461
318	328	338	348	358	368	378	388	398	408	418	428	438	448	458	468
325	335	345	355	365	375	385	395	405	415	425	435	445	455	465	475
332	342	352	362	372	382	392	402	412	422	432	442	452	462	472	482
339	349	359	369	379	389	399	409	419	429	439	449	459	469	479	489
346	356	366	376	386	396	406	416	426	436	446	456	466	476	486	496
353	363	373	383	393	403	413	423	433	443	453	463	473	483	493	503
360	370	380	390	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500	510
367	377	387	397	407	417	427	437	447	457	467	477	487	497	507	517
374	384	394	404	414	424	434	444	454	464	474	484	494	504	514	524
381	391	401	411	421	431	441	451	461	471	481	491	501	511	521	531
388	398	408	418	428	438	448	458	468	478	488	498	508	518	528	538
395	405	415	425	435	445	455	465	475	485	495	505	515	525	535	545
402	412	422	432	442	452	462	472	482	492	502	512	522	532	542	552
409	419	429	439	449	459	469	479	489	499	509	519	529	539	549	559
416	426	436	446	456	466	476	486	496	506	516	526	536	546	556	566
423	433	443	453	463	473	483	493	503	513	523	533	543	553	563	573
430	440	450	460	470	480	490	500	510	520	530	540	550	560	570	580
437	447	457	467	477	487	497	507	517	527	537	547	557	567	577	587
444	454	464	474	484	494	504	514	524	534	544	554	564	574	584	594
451	461	471	481	491	501	511	521	531	541	551	561	571	581	591	601
458	468	478	488	498	508	518	528	538	548	558	568	578	588	598	608
465	475	485	495	505	515	525	535	545	555	565	575	585	595	605	615
472	482	492	502	512	522	532	542	552	562	572	582	592	602	612	622
479	489	499	509	519	529	539	549	559	569	579	589	599	609	619	629
486	496	506	516	526	536	546	556	566	576	586	596	606	616	626	636
493	503	513	523	533	543	553	563	573	583	593	603	613	623	633	643
500	510	520	530	540	550	560	570	580	590	600	610	620	630	640	650
507	517	527	537	547	557	567	577	587	597	607	617	627	637	647	657
514	524	534	544	554	564	574	584	594	604	614	624	634	644	654	664
521	531	541	551	561	571	581	591	601	611	621	631	641	651	661	671
528	538	548	558	568	578	588	598	608	618	628	638	648	658	668	678
535	545	555	565	575	585	595	605	615	625	635	645	655	665	675	685
542	552	562	572	582	592	602	612	622	632	642	652	662	672	682	692
549	559	569	579	589	599	609	619	629	639	649	659	669	679	689	699
556	566	576	586	596	606	616	626	636	646	656	666	676	686	696	706
563	573	583	593	603	613	623	633	643	653	663	673	683	693	703	713
570	580	590	600	610	620	630	640	650	660	670	680	690	700	710	720
577	587	597	607	617	627	637	647	657	667	677	687	697	707	717	727
584	594	604	614	624	634	644	654	664	674	684	694	704	714	724	734
591	601	611	621	631	641	651	661	671	681	691	701	711	721	731	741
598	608	618	628	638	648	658	668	678	688	698	708	718	728	738	748
605	615	625	635	645	655	665	675	685	695	705	715	725	735	745	755
612	622	632	642	652	662	672	682	692	702	712	722	732	742	752	762
619	629	639	649	659	669	679	689	699	709	719	729	739	749	759	769
626	636	646	656	666	676	686	696	706	716	726	736	746	756	766	776
633	643	653	663	673	683	693	703	713	723	733					

**INFORME DE ENSAYO**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASPALTO

Proyecto: IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING PARA LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN LA VÍA UNIVERSITARIA TRAMO: PUENTE TINGO - CAYHUAYMITA, DISTRITO DE PILCO MARCA - HUÁNUCO, 2021  
Tramo: AV. UNIVERSITARIA / PUENTE TINGO - CAYHUAYMITA  
Carri: DECHA

Operador: José Renán Gstr Murrieta  
Auxiliar: Regor Rojas  
Fecha: 19/05/2022

REFERENCIA DEL ENSAYO

Ensayo N:	1	Inicio Km:	00+000	Fin Km:	00+400
-----------	---	------------	--------	---------	--------

PANEL FOTOGRÁFICO - INDICE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)



Ensayo: Benda de Medio

*Regor Rojas*  
REGOR ROJAS  
INGENIERO CIVIL  
CIP 17 23848



El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

**INFORME DE ENSAYO**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASPALTO

**Proyecto:** IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING PARA LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN LA VÍA UNIVERSITARIA TRAMO: PUENTE TINGO - CAYHUAYMITA, DISTRITO DE PILLO MARCA - HUÁNUCO, 2021  
**Tramo:** AV. UNIVERSITARIA / PUENTE TINGO - CAYHUAYMITA  
**Cantil:** DECHA

**Operador:** José Renán Gótz Murrieta  
**Auxiliar:** Regor Rojas  
**Fecha:** 19/05/2022

REFERENCIA DEL ENSAYO

Ensayo N:	1	Inicio Km:	00+000	Fin Km:	00+400
-----------	---	------------	--------	---------	--------

PANEL FOTOGRÁFICO - ÍNDICE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)



*TUC*  
INGENIEROS TUCAS  
QUINTANA ROO  
INGENIEROS CIVIL  
CIP N° 23805

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

# Anexo 05. Estudio de Agregados a Utilizar para el Diseño de Mezcla



Consultoría en Geotecnia, Geología,  
Geofísica, Topografía, Pavimentos  
y Servicio de Laboratorio de Suelos,  
Cantera, Concreto y Asfalto

## INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: José Renan Getir Murrieta	EXPEDIENTE N°	: 144_2022/LAB GECAT INGENIERIA SAC
ESTUDIO	: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA TESIS	FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 02 de Mayo del 2022
PROYECTO	: IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING PARA LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN LA VÍA UNIVERSITARIA TRAMO: PUENTE TINGO - CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA - HUÁNUCO, 2021	UBICACIÓN	: CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA - HUÁNUCO

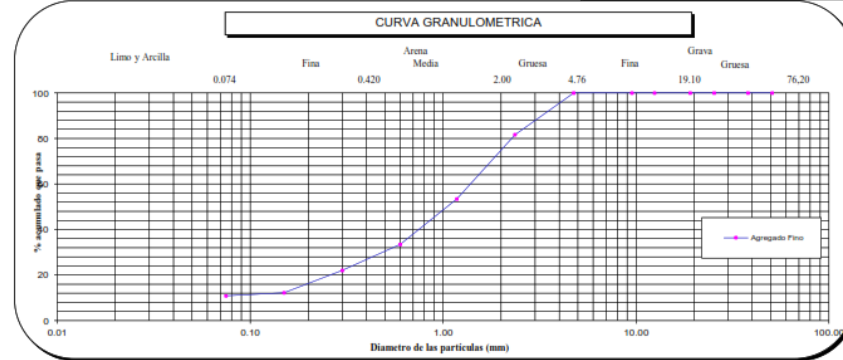
REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACIÓN	: Agregado Fino	PRESENTACIÓN	: 02 Costal de polietileno
DESCRIPCIÓN	: -	CANTIDAD	: 20 kg aprox.

### ASTM C 136 MTC E 204 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

Malla	N°	Abertura (mm)	Peso retenido	% retenido	% retenido acumulado	% que pasa	CARACTERÍSTICAS GENERALES
3"		75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	<b>Características Generales:</b> Peso de la muestra ensayada W Total : 430.62  ASTM D 2488 "Descripción e identificación de suelos" Grava (Ret N° 4) : 0.00 Arena : 89.12 Fino (Pas. N° 200) : 10.88  ASTM D 2216, "Contenido de Humedad" Cont. De humedad : 1.28  ASTM D 4316-(05) "Límites de Atterberg" Límite Líquido (LL) : NP Límite Plástico (LP) : NP Índice Plástico (IP) : NP  ASTM D 2487, "Clasificación con propósito de Ingeniería" (SUCS) SW - SM Arena bien gradada con limo  ASTM D 3282, "Clasificación para el uso en vías de transporte" (AASHTO) A-1-b (0) Descripción (AASHTO) BUENO  ASTM C 33, "Modulo de Fineza" I Retenido Acumulado Tamicez MF = (N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100) 100 MF = 2.97
2 1/2"		63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	
2"		50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"		38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"		25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"		19.100	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/2"		12.500	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"		9.520	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 4		4.760	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 8		2.360	88.6	18.3	18.3	81.7	
N° 16		1.180	136.1	28.2	46.5	53.5	
N° 30		0.600	96.8	20.0	66.5	33.5	
N° 50		0.300	55.3	11.4	78.0	22.0	
N° 100		0.150	47.3	9.8	87.8	12.2	
N° 200		0.075	6.6	1.4	89.1	10.9	
- N° 200		ASTM D 1140	-	10.9	100.0	-	



**OBSERVACIONES:**  
 - Muestra tomada e identificada por personal de laboratorio.  
 - Ensayo efectuado al agregado global natural.  
 - El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.



Fecha de emisión : lunes, 09 de Mayo de 2022

Tec.: T.G.A  
 Rev.: C.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 10, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A Lt.6,  
 Celular : 949704705, 987524080

*CHRISTIAN TOMAS GUERRERO CARDENAS*  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 238905



### INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: José Renan Gstr Murieta	EXPEDIENTE	: 144_2022/LAB GECAT INGENIERIA SAC
DIRECCIÓN	: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA TESIS	FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 02 de Mayo del 2022
PROYECTO	: IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING PARA LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFALTICOS EN LA VÍA UNIVERSITARIA TRAMO: PUENTE TINGO - CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA - HUANUCO, 2021	UBICACIÓN	: PUENTE TINGO - CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA - HUANUCO

REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACION	: Agregado Fino	PRESENTACION	: 02 Costal de polietileno
DESCRIPCIÓN	: -	CANTIDAD	: 20 kg aprox.

<b>ASTM D 1140 MTC E 202</b>	<b>METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LOS MATERIALES FINOS QUE PASAN EL TAMIZ DE 75µm (N 200) - SUELO</b>
----------------------------------	---

DETERMINACION DEL PORCENTAJE PASANTE DEL TAMIZ N°200		
DESCRIPCION	UNIDADES	DATOS
Peso de muestra utilizada seca al horno a 110±5 °C antes del Lavado	(gr)	497.9
Peso de muestra utilizada seca al horno a 110±5 °C despues del lavado	(gr)	449.0
Material Pasante del Tamiz N° 200 por Lavado	(%)	<b>10.88</b>

**COMENTARIOS:**

-Para el desarrollo del Ensayo se empleo el Tamiz N° 200 (apertura 0.074 mm).

**OBSERVACIONES:**

- Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio.  
- Ensayo efectuado al suelo natural.

Fecha de emisión : Lima, 08 de Mayo del 2022

Tec: T.G.A.  
Rev: C.G.C.



CHRISTIAN TOMAS  
GUERRERO CARDENAS  
Ingeniero Civil  
CIP N° 238805

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 10, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz. A Lt.6,  
Celular : 949704705, 987524080

### INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: José Renan Górriz Mumeta	EXPEDIENTE	: 144_2022/LAB GECAT INGENIERÍA SAC
DIRECCIÓN	: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA TESIS	FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 02 de Mayo del 2022
PROYECTO	: IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING PARA LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN LA VÍA UNIVERSITARIA TRAMO: PUENTE TINGO – CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA – HUÁNUCO, 2021*	UBICACIÓN	: PUENTE TINGO – CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA – HUÁNUCO

REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACION	: Agregado Fino	PRESENTACION	: 02 Costal de polietileno
DESCRIPCIÓN	: -	CANTIDAD	: 20 kg aprox.

<b>ASTM D 4318 MTC E 110, MTC E 111</b>	<b>DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (TAMIZ N°40)</b>
---	---

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
Ensayo N°						
Cápsula N°	--	--	--	--	--	--
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	--	--	--	--	--	--
Peso cápsula + suelo seco (g)	--	--	--	--	--	--
Peso del Agua (g)	--	--	--	--	--	--
Peso de la cápsula (g)	--	--	--	--	--	--
Peso del suelo seco (g)	--	--	--	--	--	--
Contenido de humedad (%)	--	--	--	--	--	--
Número de golpes	--	--	--	--		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	NP
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP
<b>COMENTARIOS:</b> - Ensayo realizado al material pasante la malla N°40. - Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".	
<b>OBSERVACION:</b> - Muestra tomada e identificada por el solicitante.	

Fecha de emisión : Lima, 09 de Mayo del 2022

Tec: T.G.A.  
Rev: C.G.C.

  
 -----  
**CHRISTIAN TOMAS  
GUERRERO CARDENAS**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 238605

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 10, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A Lt.6,  
Celular : 949704705, 987524080

### INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: José Renan Gstr Mumieta	EXPEDIENTE	: 144_2022/LAB GECAT INGENIERIA SAC
DIRECCIÓN	: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA TESIS	FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 02 de Mayo del 2022
PROYECTO	: IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING PARA LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFALTICOS EN LA VÍA UNIVERSITARIA TRAMO: PUENTE TINGO – CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA – HUÁNUCO, 2021*	UBICACIÓN	: PUENTE TINGO – CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA – HUÁNUCO

REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACION	: Agregado Fino	PRESENTACION	: 02 Costal de polietileno
DESCRIPCIÓN	: -	CANTIDAD	: 20 kg aprox.

<b>ASTM D 2216 MTC E 108</b>	<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO</b>
----------------------------------	---

DENOMINACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	E - 1	E - 2
Cápsula N°	451.0	313.0
Peso tara + suelo húmedo (g)	436.4	444.4
Peso tara + suelo seco (g)	432.8	438.5
Peso del Agua (g)	3.6	5.9
Peso de la tara (g)	64.6	62.2
Peso del suelo seco (g)	368.2	376.3
Contenido de Humedad (RESULTADO) (%)	1.0	1.6
	<b>1.28</b>	

**OBSERVACIONES:**  
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.  
 - Ensayo efectuado al agregado global natural.  
 Fecha de emisión : Lima, 09 de Mayo del 2022

Tec.: T.G.A.  
Rev.: C.G.C.



CHRISTIAN TOMAS  
GUERRERO CARDENAS  
Ingeniero Civil  
CIP N° 238805

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 10, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A Lt.6,  
Celular: 949704705, 987524080



### INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: José Renan Gstr Murieta	EXPEDIENTE	: 144_2022/LAB GECAT INGENIERIA SAC
DIRECCIÓN	: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA TESIS	FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 02 de Mayo del 2022
PROYECTO	: IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING PARA LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFALTICOS EN LA VÍA UNIVERSITARIA TRAMO: PUENTE TINGO - CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA - HUANUCO, 2021	UBICACIÓN	: PUENTE TINGO - CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA - HUANUCO
REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACION	: Agregado Fino	PRESENTACION	: 02 Costal de polietileno
DESCRIPCIÓN	: -	CANTIDAD	: 20 kg aprox.
<b>ASTM C 136 MTC E 204</b>		<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO</b>	



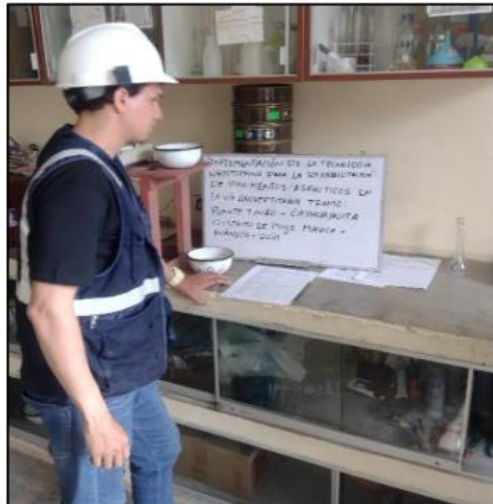
  
-----  
CHRISTIAN TOMAS  
GUERRERO CARDENAS  
Ingeniero Civil  
CIP N° 238605

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 10, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz. A Lt.6.  
Celular : 949704705, 987524080

### INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: José Renán Gestr Murieta	EXPEDIENTE N°	: 144-2022/LAB GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO	: IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING PARA LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFALTICOS EN LA VÍA UNIVERSITARIA, TRAMO: PUENTE TINGO – CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA – HUÁNUCO	FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 02 de Mayo del 2022
		UBICACIÓN	: PUENTE TINGO – CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA – HUÁNUCO
REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACION	: Agregado Grueso	PRESENTACION	: 02 Costal de polietileno
DESCRIPCIÓN	: -	CANTIDAD	: 20 kg aprox.
ASTM C 127 MTC E 206	<b>PESO ESPECIFICO Y ABSORSIÓN DEL AGREGADO GRUESO</b>		



  
CHRISTIAN TOMAS  
GUERRERO CARDENAS  
Ingeniero Civil  
CIP N° 238605

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 10, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz. A Lt.6.  
Celular : Claro 949704705, Movistar 987524080

## INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: José Renán Gestr Mumieta	EXPEDIENTE N°	: 144-2022/LAB GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO	: IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING PARA LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN LA VÍA UNIVERSITARIA, TRAMO: PUENTE TINGO – CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA – HUÁNUCO, 2021*	FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 02 de Mayo del 2022
		UBICACIÓN	: PUENTE TINGO – CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA – HUÁNUCO

REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACION	: Agregado Grueso	PRESENTACION	: 02 Costal de polietileno
DESCRIPCION	: -	CANTIDAD	: 20 kg aprox.

ASTM C 127 MTC E 206	<b>PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO</b>
-------------------------	--

METODO DE LA CANASTILLA					
DESCRIPCION	UND	ENSAYO 1	ENSAYO 2	PROMEDIO	
Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( en Aire )	...(A)	(g)	412.7	495.3	--
Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( Sumergido en agua )	...(B)	(g)	260.7	310.4	--
Vol de Masa + Vol de Vacios = A - B	...(C)	(cm <sup>3</sup> )	152.1	184.9	--
Peso Mat. Seco a 105 °C	...(D)	(g)	410.7	491.2	--
Vol. de Masa = C - (A - D)	...(E)	(cm <sup>3</sup> )	150.0	180.8	--
PE Aparente = D/C		(T/m <sup>3</sup> )	2.701	2.657	<b>2.679</b>
PE Aparente ( S.S.S. ) = A/C		(T/m <sup>3</sup> )	2.715	2.679	<b>2.697</b>
PE Nominal = D/E		(T/m <sup>3</sup> )	2.738	2.716	<b>2.727</b>
Absorción = (A - D) / D		(%)	0.50	0.83	<b>0.66</b>

### DONDE:

- Mat. Sat. Sup. = Material Superficialmente Seco
- Pe. = Peso Especifico
- Mat. = Material
- Vol. = Volumen
- S.S.S. = Saturado con Superficie Seca

### OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Ensayo efectuado al agregado grueso chancado.

Fecha de emisión : Lima, 09 de Mayo del 2022

Tec.: T.G.A.  
Rev.: C.G.C.



CHRISTIAN TOMAS  
GUERRERO CARDENAS  
Ingeniero Civil  
CIP N° 238805

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 10, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A Lt.6,  
Celular : Claro 949704705, Movistar 987524080

**INFORME DE ENSAYO**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: José Renan Gsír Murieta	EXPEDIENTE N°	: 144-2022/LAB GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO	: IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING PARA LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN LA VÍA UNIVERSITARIA TRAMO: PUENTE TINGO - CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA - HUÁNUCO, 2021*	FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 02 de Mayo del 2022
		UBICACIÓN	: PUENTE TINGO - CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA - HUÁNUCO
REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACION	: Agregado Fino	PRESENTACION	: 02 Costal de polietileno
DESCRIPCION	: -	CANTIDAD	: 20 kg aprox.
<b>ASTM C 128 MTC E 205</b>	<b>GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORSIÓN DE AGREGADOS FINOS</b>		



*Christián Tomas Guerrero Cardenas*  
CHRISTIÁN TOMAS  
GUERRERO CARDENAS  
Ingeniero Civil  
CIP N° 238805

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 10, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A Lt.6,  
Celular : Claro 949704705, Movistar 987524080

## INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: José Renan Gsibir Murieta	EXPEDIENTE N°	: 144-2022/LAB GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO	: IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING PARA LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN LA VÍA UNIVERSITARIA TRAMO: PUENTE TINGO – CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA – HUÁNUCO, 2021*	FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 02 de Mayo del 2022
		UBICACIÓN	: PUENTE TINGO – CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA – HUÁNUCO

REFERENCIA DE LA MUESTRA	
IDENTIFICACION	: Agregado Fino
DESCRIPCIÓN	: -
PRESENTACION	: 02 Costal de polietileno
CANTIDAD	: 20 kg aprox.

<b>ASTM C 128 MTC E 205</b>	<b>GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORSIÓN DE AGREGADOS FINOS</b>
---------------------------------	---

METODO DEL PICNOMETRO					
DESCRIPCION	UND	ENSAYO 1	ENSAYO 2	PROMEDIO	
Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( en Aire )	...(A) (g)	30.0	36.0	--	
Peso Frasco + Agua	...(B) (g)	165.8	210.9	--	
Peso Frasco + Agua + A	...(C) (g)	195.8	246.9	--	
Peso del Mat. + Agua + Peso Frasco	...(D) (g)	185.1	234.4	--	
Vol de masa + Vol de vacio = C-D	...(E) (cm <sup>3</sup> )	10.7	12.6	--	
Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	...(F) (g)	29.6	35.6	--	
Vol de Masa = E - ( A - F )	...(G) (cm <sup>3</sup> )	10.3	12.2	--	
PE Bulk Aparente = F/E	(T/m <sup>3</sup> )	2.767	2.829	<b>2.798</b>	
PE Bulk Aparente (S.S.S.) = A/E	(T/m <sup>3</sup> )	2.807	2.863	<b>2.835</b>	
PE Nominal = F/G	(T/m <sup>3</sup> )	2.880	2.930	<b>2.905</b>	
Absorción = ((A - F)/F)*100	%	1.42	1.22	<b>1.32</b>	

**DONDE:**

- Mat. Sat. Sup. = Material Superficialmente Seco
- Pe. = Peso Especifico
- Mat. = Material
- Vol. = Volumen
- S.S.S. = Saturado con Superficie Seca

**OBSERVACIONES:**

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Fecha de emision : Lima, 09 de Mayo del 2022

Tec.: T.G.A.  
Rev.: C.G.C.

  
 CHRISTIAN TOMAS  
 GUERRERO CARDENAS  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 238805

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 10, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A Lt.6,  
Celular : Claro 949704705, Movistar 987524080



### INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: José Renan Gastr Mumeta	EXPEDIENTE N°	: 144-2022/LAB GECAT INGENIERIA SAC
		FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 02 de Mayo del 2022
PROYECTO	: IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING PARA LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN LA VÍA UNIVERSITARIA TRAMO: PUENTE TINGO – CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA – HUÁNUCO, 2021*	UBICACIÓN	: PUENTE TINGO – CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA – HUÁNUCO

REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACION	: Agregado Grueso	PRESENTACION	: 02 Costal de polietileno
DESCRIPCION	: -	CANTIDAD	: 20 kg aprox.

<b>ASTM C 29 MTC E 203</b>	<b>PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS GRUESOS</b>
--------------------------------	--

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCION	UNIDAD	1	2	3
Peso del Material + Peso del Molde .....(A)	gr	6875	6829	6866
Peso del Molde .....(B)	gr	3132	3132	3132
Peso del Material .....(C) = (A) - (B)	gr	3743	3697	3734
Volumen del Recipiente .....(D)	cm <sup>3</sup>	2085.24	2085.24	2085.24
Peso Unitario Suelto (c/d) .....(C) / (D)	gr/cm <sup>3</sup>	1.795	1.773	1.791
Peso Unitario Suelto (RESULTADO)	Kg/m <sup>3</sup>	<b>1786</b>		

PESO UNITARIO VARILLADO DEL AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCION	UNIDAD	1	2	3
Peso del Material + Peso del Molde .....(A)	gr	7048	6915	6978
Peso del Molde .....(B)	gr	3132	3132	3132
Peso del Material .....(C) = (A) - (B)	gr	3916	3783	3846
Volumen del Recipiente .....(D)	cm <sup>3</sup>	2085.24	2085.24	2085.24
Peso Unitario Varillado (c/d) .....(C) / (D)	gr/cm <sup>3</sup>	1.878	1.814	1.844
Peso Unitario Varillado (RESULTADO)	Kg/m <sup>3</sup>	<b>1845</b>		

OBSERVACIONES:  
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.  
- Ensayo efectuado al agregado grueso chancado.

Fecha de emisión : Lima, 09 de Mayo del 2022

Tec.: T.G.A.  
Rev.: C.G.C.



CHRISTIAN TOMAS  
GUERRERO CARDENAS  
Ingeniero Civil  
CIP N° 238905

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 10, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz. A Lt.6.  
Celular : Claro 949704705, Movistar 987524080

### INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: José Renan Gastr Mumeta	EXPEDIENTE N°	: 144-2022/LAB GECAT INGENIERIA SAC
		FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 02 de Mayo del 2022
PROYECTO	: IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING PARA LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFALTICOS EN LA VÍA UNIVERSITARIA TRAMO: PUENTE TINGO – CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA – HUANUCO, 2021	UBICACION	: PUENTE TINGO – CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA – HUANUCO
REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACION	: Agregado Grueso	PRESENTACION	: 02 Costal de polietileno
DESCRIPCION	: -	CANTIDAD	: 20 kg aprox.
<b>ASTM C 29 MTC E 203</b>	<b>PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS GRUESOS</b>		



  
CHRISTIAN TOMAS  
GUERRERO CARDENAS  
Ingeniero Civil  
CIP N° 238505

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 10, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz. A Lt.6.  
Celular : Claro 949704705, Movistar 987524080

### INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: José Renan Gstr Muriela	EXPEDIENTE N°	: 144-2022/LAB GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO	: IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING PARA LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFALTICOS EN LA VÍA UNIVERSITARIA TRAMO: PUENTE TINGO – CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA – HUÁNUCO, 2021	FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 02 de Mayo del 2022
		UBICACIÓN	: PUENTE TINGO – CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA – HUÁNUCO

REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACION	: Agregado Fino	PRESENTACION	: 02 Costal de polietileno
DESCRIPCION	: -	CANTIDAD	: 20 kg aprox.

<b>ASTM C 29 MTC E 203</b>	<b>PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS FINOS</b>
--------------------------------	--

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO				
DESCRIPCION	UNIDAD	1	2	3
Peso del Material + Peso del Molde	gr	6289	6278	6278
.....(A)				
Peso del Molde	gr	3310	3310	3310
.....(B)				
Peso del Material	gr	2979	2968	2968
.....(C) = (A) - (B)				
Volumen del Recipiente	cm <sup>3</sup>	2085.24	2085.24	2085.24
.....(D)				
Peso Unitario Suelto (c/d)	gr/cm <sup>3</sup>	1.429	1.42	1.42
.....(C) / (D)				
Peso Unitario Suelto (RESULTADO)	Kg/m <sup>3</sup>	<b>1425</b>		

PESO UNITARIO VARILLADO DEL AGREGADO FINO				
DESCRIPCION	UNIDAD	1	2	3
Peso del Material + Peso del Molde	gr	6548	6612	6642
.....(A)				
Peso del Molde	gr	3310	3310	3310
.....(B)				
Peso del Material	gr	3238	3302	3332
.....(C) = (A) - (B)				
Volumen del Recipiente	cm <sup>3</sup>	2085.24	2085.24	2085.24
.....(D)				
Peso Unitario Varillado (c/d)	gr/cm <sup>3</sup>	1.553	1.584	1.60
.....(C) / (D)				
Peso Unitario Varillado (RESULTADO)	Kg/m <sup>3</sup>	<b>1578</b>		

OBSERVACIONES:  
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Fecha de emisión : Lima, 09 de Mayo del 2022

Tec.: T.G.A.  
Rev.: C.G.C.



CHRISTIAN TOMAS  
GUERRERO CARDENAS  
Ingeniero Civil  
CIP N° 238605

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 10, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A Lt.6,  
Celular : Claro 949704705, Movistar 987524080



### INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: José Renan Gstr Muriela	EXPEDIENTE N°	: 144-2022/LAB GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO	: IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING PARA LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN LA VÍA UNIVERSITARIA TRAMO: PUENTE TINGO – CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA – HUÁNUCO, 2021	FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 02 de Mayo del 2022
		UBICACIÓN	: PUENTE TINGO – CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA – HUÁNUCO

REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACION	: Agregado Fino	PRESENTACION	: 02 Costal de polietileno
DESCRIPCION	: -	CANTIDAD	: 20 kg aprox.

<b>ASTM C 29</b> <b>MTC E 203</b>	<b>PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS FINOS</b>
--------------------------------------	--



  
 CHRISTIAN TOMÁS  
 GUERRERO CARDENAS  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 238805

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 10, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A Lt.6,  
Celular : Claro 949704705, Movistar 987524080

## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : José Renan Gstr Murrieta

EXPEDIENTE : 144-2022/LAB GECAT INGENIERÍA SAC

PROYECTO : IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING PARA LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN LA VÍA UNIVERSITARIA TRAMO: PUENTE TINGO - CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA - HUÁNUCO, 2021\*

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 02 de Mayo del 2022

UBICACIÓN : PUENTE TINGO - CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA - HUÁNUCO

### DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO CON CEMENTO PORTLAND



Fecha de emisión : Lima, 09 de Mayo del 2022

Tec.: T.G.A.

Rev.: C.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 10, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz A Lt.6,  
Celular : Claro 949704705, Movistar 987524080

  
CHRISTIAN TOMAS  
GUERRERO CARDENAS  
Ingeniero Civil  
CIP N° 238305

## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : José Renan Gstrir Murrieta

EXPEDIENTE : 144-2022/LAB GECAT INGENIERÍA SAC

PROYECTO : IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING PARA LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN LA VÍA UNIVERSITARIA TRAMO: PUENTE TINGO - CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA - HUÁNUCO, 2021\*

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 02 de Mayo del 2022

UBICACIÓN : PUENTE TINGO - CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA - HUÁNUCO

REFERENCIAS DE DISEÑO		CEMENTO PORTLAND	
MÉTODO DISEÑO	: ACI (COMITÉ 211)	MARCA	: QUISQUEÑA
RESISTENCIA f'c	: 280 Kg/cm <sup>2</sup> a 28 días de edad	TIPO	: I
TIPO DE ESTRUCTURA	: Diversas estructuras	PESO ESPECÍFICO	: 3.150 g/cm <sup>3</sup>
ASENTAMIENTO (SLUMP)	: 3.0 pulg	ASENTAMIENTO OBTENIDO	: -
RELACION A/C (RESISTENCIA)	: 0.470	FACTOR CEMENTO	: 10.91 bolsas/m <sup>3</sup>
<b>AGREGADOS</b>			
GRUESO	: Piedra Chancada 1/2"	FINO	: Arena zarandeada

### CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

IDENTIFICACIÓN			FINO	GRUESO	
I	PESO ESPECÍFICO BULK BASE SECA	(g/cm <sup>3</sup> )	(ASTM C-127/C-128)	2.794	2.679
II	PESO UNITARIO SUELTO SECO	(kg/m <sup>3</sup> )	(ASTM C-29)	1425	1786
III	PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	(kg/m <sup>3</sup> )	(ASTM C-29)	1578	1845
IV	ABSORCIÓN	(%)	(ASTM C-127/C-128)	1.32	0.66
V	CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	(ASTM C-566)	1.25	0.15
VI	MODULO DE FINEZA		(ASTM C-125)	2.97	
VII	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	(Pulg.)			1/2

### DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO CON CEMENTO PORTLAND



Fecha de emisión : Lima, 09 de Mayo del 2022

Tec.: T.G.A.

Rev.: C.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 10, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz A Lt.6,  
Celular : Claro 949704705, Movistar 987524080

  
CHRISTIAN TOMAS  
GUERRERO CARDENAS  
Ingeniero Civil  
CIP N° 238305



## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : José Renan Gstrir Murrieta

EXPEDIENTE : 144-2022/LAB GECAT INGENIERÍA SAC

PROYECTO : IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING PARA LA  
REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN LA VÍA  
UNIVERSITARIA TRAMO: PUENTE TINGO – CAYHUAYNITA, DISTRITO DE  
PILCO MARCA – HUÁNUCO, 2021'

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 02 de Mayo del 2022

UBICACIÓN : PUENTE TINGO – CAYHUAYNITA, DISTRITO DE  
PILCO MARCA – HUÁNUCO

REFERENCIAS DE DISEÑO		CEMENTO PORTLAND	
MÉTODO DISEÑO	: ACI (COMITÉ 211)	MARCA	: QUISQUEÑA
RESISTENCIA f'c	: 280 Kg/cm <sup>2</sup> a 28 días de edad	TIPO	: I
TIPO DE ESTRUCTURA	: Diversas estructuras	PESO ESPECÍFICO	: 3.150 g/cm <sup>3</sup>
ASENTAMIENTO (SLUMP)	: 3.0 pulg	ASENTAMIENTO OBTENIDO	: -
RELACION A/C (RESISTENCIA)	: 0.470	FACTOR CEMENTO	: 10.91 bolsas/m <sup>3</sup>
<b>AGREGADOS</b>			
GRUESO	: Piedra Chancada 1/2"	FINO	: Arena zarandeada

### CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

IDENTIFICACIÓN		FINO	GRUESO
I PESO ESPECÍFICO BULK BASE SECA	(g/cm <sup>3</sup> ) (ASTM C-127/C-128)	2.794	2.679
II PESO UNITARIO SUELTO SECO	(kg/m <sup>3</sup> ) (ASTM C-29)	1425	1786
III PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	(kg/m <sup>3</sup> ) (ASTM C-29)	1578	1845
IV ABSORCIÓN	(%) (ASTM C-127/C-128)	1.32	0.66
V CONTENIDO DE HUMEDAD	(%) (ASTM C-566)	1.25	0.15
VI MODULO DE FINEZA	(ASTM C-125)	2.97	
VII TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	(Pulg.)		1/2

### DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO CON CEMENTO PORTLAND

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN SECO			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	463.5 kg	1	1
AGREGADO FINO	683.9 kg	1.5	1.6
AGREGADO GRUESO	983.4 kg	2.1	1.8
AGUA	216.0 Litros	19.81 (litros/bol.)	19.81 (litros/bol.)

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	463.5 Kg	1	1
AGREGADO FINO	692.5 Kg	1.5	1.6
AGREGADO GRUESO	984.9 Kg	2.1	1.8
AGUA	221.5 Litros	20.31 (litros/bol.)	20.31 (litros/bol.)

#### OBSERVACIONES :

- El diseño presentado tiene carácter netamente teórico, motivo por el cual debe verificarse y corregirse en campo antes de ser puesto en obra.
- Cualquier variación en la calidad de los agregados, tipo de cemento y/o incorporación de aditivos, demandara que se realice un nuevo diseño.

#### RECOMENDACIONES :

- El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varíen.

Fecha de emisión : Lima, 09 de Mayo del 2022

Tec: T.G.A.

Rev: C.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 10, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A Lt.6,  
Celular : Claro 949704705, Movistar 987524080



CHRISTIAN TOMAS  
QUERRERO CARDENAS  
Ingeniero Civil  
CIP N° 238505

## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : José Renan Gstrir Murrieta

EXPEDIENTE : 144-2022/LAB GECAT INGENIERÍA SAC

PROYECTO : "IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING PARA LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN LA VÍA UNIVERSITARIA TRAMO: PUENTE TINGO - CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA - HUÁNUCO, 2021"

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 02 de Mayo del 2022

UBICACIÓN : PUENTE TINGO - CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA - HUÁNUCO

REFERENCIAS DE DISEÑO		CEMENTO PORTLAND	
MÉTODO DISEÑO	: ACI (COMITÉ 211)	MARCA	: QUISQUEÑA
RESISTENCIA f'c	: 210 Kg/cm <sup>2</sup> a 28 días de edad	TIPO	: I
TIPO DE ESTRUCTURA	: Diversas estructuras	PESO ESPECÍFICO	: 3.150 g/cm <sup>3</sup>
ASENTAMIENTO (SLUMP)	: 3.0 pulg	ASENTAMIENTO OBTENIDO	: -
RELACION A/C (RESISTENCIA)	: 0.560	FACTOR CEMENTO	: 9.73 bolsas/m <sup>3</sup>
<b>AGREGADOS</b>			
GRUESO	: Piedra Chancada 1/2"	FINO	: Arena zarandeada

### CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

IDENTIFICACIÓN		FINO	GRUESO
I PESO ESPECÍFICO BULK BASE SECA	(g/cm <sup>3</sup> ) (ASTM C-127/C-128)	2.794	2.679
II PESO UNITARIO SUELTO SECO	(kg/m <sup>3</sup> ) (ASTM C-29)	1425	1786
III PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	(kg/m <sup>3</sup> ) (ASTM C-29)	1578	1845
IV ABSORCIÓN	(%) (ASTM C-127/C-128)	1.32	0.66
V CONTENIDO DE HUMEDAD	(%) (ASTM C-566)	1.25	0.15
VI MODULO DE FINEZA	(ASTM C-125)	2.97	
VII TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	(Pulg.)		1/2

### DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO CON CEMENTO PORTLAND

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN SECO			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	386.8 kg	1	1
AGREGADO FINO	748.6 kg	1.9	2
AGREGADO GRUESO	983.4 kg	2.5	2
AGUA	216.0 Litros	23.73 (litros/bol.)	23.73 (litros/bol.)

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	386.8 Kg	1	1
AGREGADO FINO	758.2 Kg	2.0	2
AGREGADO GRUESO	984.9 Kg	2.5	2
AGUA	221.3 Litros	24.32 (litros/bol.)	24.32 (litros/bol.)

#### OBSERVACIONES :

- El diseño presentado tiene carácter netamente teórico, motivo por el cual debe verificarse y corregirse en campo antes de ser puesto en obra.
- Cualquier variación en la calidad de los agregados, tipo de cemento y/o incorporación de aditivos, demandara que se realice un nuevo diseño.

#### RECOMENDACIONES :

- El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varíen.

Fecha de emisión : Lima, 09 de Mayo del 2022

Tec: T.G.A.

Rev: C.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 10, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A Lt.6,  
Celular : Claro 949704705, Movistar 987524080

  
CHRISTIAN TOMAS  
GUERRERO GARDENAS  
Ingeniero Civil  
CIP N° 238005

## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : José Renan Gstrir Murrieta

EXPEDIENTE : 144-2022/LAB GECAT INGENIERÍA SAC

PROYECTO : "IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING PARA LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN LA VÍA UNIVERSITARIA TRAMO: PUENTE TINGO - CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA - HUÁNUCO, 2021"

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 02 de Mayo del 2022

UBICACIÓN : PUENTE TINGO - CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA - HUÁNUCO

REFERENCIAS DE DISEÑO		CEMENTO PORTLAND	
MÉTODO DISEÑO	: ACI (COMITÉ 211)	MARCA	: QUISQUEÑA
RESISTENCIA f'c	: 175 Kg/cm <sup>2</sup> a 28 días de edad	TIPO	: I
TIPO DE ESTRUCTURA	: Diversas estructuras	PESO ESPECÍFICO	: 3.150 g/cm <sup>3</sup>
ASENTAMIENTO (SLUMP)	: 3.0 pulg	ASENTAMIENTO OBTENIDO	: -
RELACION A/C (RESISTENCIA)	: 0.630	FACTOR CEMENTO	: 8.43 bolsas/m <sup>3</sup>
<b>AGREGADOS</b>			
GRUESO	: Piedra Chancada 1/2"	FINO	: Arena zarandeada

### CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

IDENTIFICACIÓN		FINO	GRUESO
I PESO ESPECÍFICO BULK BASE SECA	(g/cm <sup>3</sup> ) (ASTM C-127/C-128)	2.794	2.679
II PESO UNITARIO SUELTO SECO	(kg/m <sup>3</sup> ) (ASTM C-29)	1425	1786
III PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	(kg/m <sup>3</sup> ) (ASTM C-29)	1578	1845
IV ABSORCIÓN	(%) (ASTM C-127/C-128)	1.32	0.66
V CONTENIDO DE HUMEDAD	(%) (ASTM C-566)	1.25	0.15
VI MODULO DE FINEZA	(ASTM C-125)	2.97	
VII TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	(Pulg.)		1/2

### DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO CON CEMENTO PORTLAND

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN SECO			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	343.9 kg	1	1
AGREGADO FINO	805.0 kg	2.3	2.5
AGREGADO GRUESO	1005.0 kg	2.9	2.5
AGUA	216.0 Litros	26.69 (litros/bol.)	26.69 (litros/bol.)

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	343.9 Kg	1	1
AGREGADO FINO	818.6 Kg	2.4	2.5
AGREGADO GRUESO	1015.6 Kg	3.0	2.5
AGUA	216.0 Litros	26.69 (litros/bol.)	26.69 (litros/bol.)

#### OBSERVACIONES :

- El diseño presentado tiene carácter netamente teórico, motivo por el cual debe verificarse y corregirse en campo antes de ser puesto en obra.
- Cualquier variación en la calidad de los agregados, tipo de cemento y/o incorporación de aditivos, demandara que se realice un nuevo diseño.

#### RECOMENDACIONES :

- El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varíen.

Fecha de emisión : Lima, 09 de Mayo del 2022

Tec.: T.G.A.

Rev.: C.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 10, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A Lt.6,  
Celular : Claro 949704705, Movistar 987524080

  
CHRISTIAN TOMAS  
GUERRERO CARDENAS  
Ingeniero Civil  
CIP N° 238905

## Anexo 06. Estadio para el Ensayo de Rotura de Probetas



Consultoría en Geotecnia, Geología,  
Geofísica, Topografía, Pavimentos  
y Servicio de Laboratorio de Suelos,  
Cantera, Concreto y Asfalto

### INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: José Renan Gstr Murreta	EXPEDIENTE	: 144-2022/LAB GECAT INGENIERIA SAC
ESTUDIO	: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA TESIS	FECHA DE RECEPCIÓN	: 10 de Mayo del 2022
PROYECTO	: "IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING PARA LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN LA VÍA UNIVERSITARIA TRAMO: PUENTE TINGO – CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILCO MARCA – HUÁNUCO, 2021"	UBICACIÓN	: PUENTE TINGO – CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILCO MARCA – HUÁNUCO

REFERENCIAS DE LA MUESTRA		EQUIPO DE COMPRESION	
ESTRUCTURA	: VARIAS ESTRUCTURAS	MARCA / MODELO	: SOILTEST
DESCRIPCIÓN	: -	CERT. CALIBRACIÓN:	: CERT. N° 256-2019

ASTM C 39/C39M	ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO
----------------	--

Descripción	Fecha de Vaceado	Fecha de Rotura	Carga de Rotura (kg)	Altura (L) (cm)	Diametro (D) (cm)	Relacion L/D	Area (cm <sup>2</sup> )	Factor de Correccion	Resistencia a la Compresion sin Corregir (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresion Corregida (kg/cm <sup>2</sup> )
P-1 / 7 DÍAS	10/05/2022	17/05/2022	28,450	30.1	15.0	2.01	176.71	1.00	161.0	161
P-2 / 14 DÍAS	10/05/2022	24/05/2022	35,416	30.1	15.0	2.01	176.71	1.00	200.4	201
P-3 / 28 DÍAS	10/05/2022	7/06/2022	38,495	30.1	15.0	2.01	176.71	1.00	217.8	218



Fecha de emisión : Lima, 10 de Junio del 2022

Tec: T.G.A.  
Rev: C.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

  
CHRISTIAN TOMÁS  
GUERRERO GARDÉNAS  
Ingeniero Civil  
CIP N° 238605

Lima 11, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz. A Lt.6,  
Celular : 949704705, 987524080

### INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: José Renan Gstr Murreta	EXPEDIENTE	: 144-2022/LAB GECAT INGENIERIA SAC
ESTUDIO	: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA TESIS	FECHA DE RECEPCIÓN	: 10 de mayo del 2022
PROYECTO	: "IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING PARA LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN LA VÍA UNIVERSITARIA TRAMO: PUENTE TINGO – CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA – HUÁNUCO, 2021"	UBICACIÓN	: PUENTE TINGO – CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA – HUÁNUCO

REFERENCIAS DE LA MUESTRA		EQUIPO DE COMPRESION	
ESTRUCTURA	: VARIAS ESTRUCTURAS	MARCA / MODELO	: SOILTEST
DESCRIPCIÓN	: -	CERT. CALIBRACIÓN	: CERT. N° 256-2019

<b>ASTM C 39/C39M</b>	<b>ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO</b>
-----------------------	---

Descripción	Fecha de Vaceado	Fecha de Rotura	Carga de Rotura (kg)	Altura (L) (cm)	Diametro (D) (cm)	Relacion L/D	Area (cm <sup>2</sup> )	Factor de Correccion	Resistencia a la Compresion sin Corregir (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresion Corregida (kg/cm <sup>2</sup> )
P-4 / 7 DÍAS	10/05/2022	17/05/2022	29,462	30.1	15.0	2.01	176.71	1.00	166.7	167
P-5 / 14 DÍAS	10/05/2022	24/05/2022	34,569	30.1	15.0	2.01	176.71	1.00	195.6	196
P-6 / 28 DÍAS	10/05/2022	7/06/2022	39,956	30.1	15.0	2.01	176.71	1.00	226.1	226



Fecha de emisión : Lima, 10 de Junio del 2022

Tec.: T.G.A.  
Rev.: C.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.



CHRISTIAN TOMAS  
GUERRERO CARDENAS  
Ingeniero Civil  
CIP N° 238905

Lima 11, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A Lt.6,  
Celular : 949704705, 987524080



### INFORME DE ENSAYO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO**

SOLICITANTE	: José Renan Gstr Murreta	EXPEDIENTE	: 144-2022/LAB GECAT INGENIERIA SAC
ESTUDIO	: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA TESIS	FECHA DE RECEPCIÓN	: 10 de mayo del 2022
PROYECTO	: "IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING PARA LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN LA VÍA UNIVERSITARIA TRAMO: PUENTE TINGO – CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA – HUÁNUCO, 2021"	UBICACIÓN	: PUENTE TINGO – CAYHUAYNITA, DISTRITO DE PILLCO MARCA – HUÁNUCO

<b>REFERENCIAS DE LA MUESTRA</b>	<b>EQUIPO DE COMPRESION</b>
----------------------------------	-----------------------------

ESTRUCTURA	: VARIAS ESTRUCTURAS	MARCA / MODELO	: SOILTEST
DESCRIPCIÓN	: -	CERT. CALIBRACIÓN	: CERT. N° 256-2019

<b>ASTM C 39/C39M</b>	<b>ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO</b>
-----------------------	---

Descripción	Fecha de Vaceado	Fecha de Rotura	Carga de Rotura (kg)	Altura (L) (cm)	Diametro (D) (cm)	Relacion L/D	Area (cm <sup>2</sup> )	Factor de Correccion	Resistencia a la Compresion sin Corregir (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresion Corregida (kg/cm <sup>2</sup> )
P-7 / 7 DÍAS	10/05/2022	17/05/2022	30,465	30.1	15.0	2.01	176.71	1.00	172.4	172
P-8 / 14 DÍAS	10/05/2022	24/05/2022	35,046	30.1	15.0	2.01	176.71	1.00	198.3	198
P-9 / 28 DÍAS	10/05/2022	7/06/2022	41,550	30.1	15.0	2.01	176.71	1.00	235.1	235



Fecha de emisión : Lima, 10 de Junio del 2022

Tec.: T.G.A.  
Rev.: C.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

  
 CHRISTIAN TOMAS  
 GUERRERO CARDENAS  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 238905

Lima 11, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A Lt.6,  
Celular : 949704705, 987524080