

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



---

**“EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y REHABILITACIÓN MEDIANTE EL  
MÉTODO WHITETOPPING, AV. TÚPAC AMARU - AMARILIS, 2024”**

---

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN  
INGENIERÍA VIAL Y DE TRANSPORTE  
**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**TESISTAS:**

BACH. MORALES RAMIREZ, Gerson Andre

BACH. MUNDACA RODRIGUEZ, José José

**ASESOR:**

Dr.ING. VILLAVICENCIO GUARDIA, José Luis.

HUÁNUCO – PERÚ

2024

### **Dedicatoria**

Dedico la presente tesis a nuestros padres por ser nuestro principal apoyo y motivación para superarnos cada día más y poder alcanzar los objetivos como profesional y como persona.

## **Agradecimiento**

Queremos expresar nuestra gratitud:

A Jesús, nuestro guía y fortaleza, por mostrarnos el camino hacia una vida plena y por sostenernos con su amor y sabiduría cada día.

A nuestros padres, por su constante apoyo y por ayudarnos a avanzar con humildad en nuestras carreras profesionales.

A nuestros maestros, por impartir los conocimientos con sabiduría y por compartir sus vastas experiencias con nosotros.

A nuestros asesores de tesis, por su orientación y ayuda durante el proceso de investigación y redacción.

## Resumen

El objetivo principal de este estudio se centra en la Rehabilitación y Mejoramiento de la Av. Tupac Amaru en Amarilis, Huánuco, mediante la aplicación de la metodología Whitetoping con refuerzo de losa de concreto sobre el pavimento asfáltico preexistente. Esta estrategia busca tanto rehabilitar la vía existente como prolongar la vida útil del pavimento. El proceso de diseño se inicia con una evaluación exhaustiva del pavimento existente utilizando la metodología de evaluación PCI (Índice de Condición del Pavimento). Este enfoque permite identificar con precisión las fallas estructurales, funcionales y superficiales del pavimento flexible preexistente. La evaluación PCI proporcionará datos clave para determinar la extensión del deterioro y la condición general del pavimento actual. La aplicación de la metodología Whitetoping implica el refuerzo de la losa de concreto sobre el pavimento asfáltico existente, con el propósito de mejorar la capacidad estructural y funcional de la vía. El análisis de las fallas identificadas durante la evaluación del pavimento servirá como base para la implementación efectiva de esta técnica. Al concluir este proyecto, se espera obtener una solución integral que no solo rehabilite la vía, sino que también prolongue su vida útil. Este enfoque técnico y metodológico respalda decisiones informadas en el diseño y la ejecución de proyectos de rehabilitación vial, contribuyendo así a la sostenibilidad y eficiencia de la infraestructura de transporte en la región

**Palabras claves:** Rehabilitación, Mejoramiento, Whitetoping, Losa de concreto, Asfalto, Vida útil, PCI

### **Abstract**

The main objective of this study focuses on the Rehabilitation and Improvement of Av. Tupac Amaru in Amarilis, Huánuco, through the application of the Whitetopping methodology with reinforcement of concrete slab on the existing asphalt pavement. This strategy aims to both rehabilitate the existing road and extend the pavement's lifespan. The design process begins with a thorough evaluation of the existing pavement using the PCI (Pavement Condition Index) assessment methodology. This approach accurately identifies structural, functional, and surface defects in the flexible pre-existing pavement. The PCI evaluation will provide key data to determine the extent of deterioration and the overall condition of the current pavement. The application of the Whitetopping methodology involves reinforcing the concrete slab on the existing asphalt pavement to enhance the structural and functional capacity of the road. The analysis of identified defects during the pavement evaluation serves as a foundation for the effective implementation of this technique. Upon completion of this project, it is anticipated to achieve a comprehensive solution that not only rehabilitates the road but also extends its lifespan. This technical and methodological approach supports well-informed decisions in the design and execution of road rehabilitation projects, thereby contributing to the sustainability and efficiency of transportation infrastructure in the region.

**Keywords:** Rehabilitation, Improvement, Whitetopping, Concrete slab, Asphalt, Lifespan, PCI.

## Contenido

Dedicatoria .....	2
Agradecimiento .....	3
Resumen .....	4
Abstract .....	5
<b>Contenido</b> .....	<b>6</b>
Índice de tabla .....	7
Índice de figura .....	8
Introducción.....	9
<b>CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>11</b>
1.1. Fundamentación del problema de investigación .....	11
1.2. Formulación del problema de investigación general y específicos .....	12
1.2.1. Problema general .....	12
1.2.2. Problemas específicos .....	12
1.3. Formulación del objetivo general y específicos .....	12
1.3.1. Objetivo general.....	12
1.3.2. Objetivos específicos.....	13
1.4. Justificación.....	13
1.5. Limitaciones .....	14
1.6. Formulación de hipótesis general y específica .....	14
1.6.1. Hipótesis general.....	14
1.6.2. Hipótesis específicas .....	14
1.7. Variables .....	15
1.8. Definición teórica y operacionalización de variables .....	15
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>22</b>
2.1. Antecedentes .....	22
2.2. Bases teóricas .....	23
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA</b> .....	<b>52</b>
3.1. Ámbito .....	52
3.2. Población .....	52
3.3. Muestra.....	52
3.4. Nivel, y tipo de estudio .....	53
3.5. Métodos, técnicas e instrumentos .....	54
3.6. Validación y confiabilidad del instrumento .....	55

3.7. Procedimiento.....	55
3.8. Tabulación y análisis de datos .....	60
3.9. Consideraciones éticas .....	60
CAPÍTULO IV. RESULTADOS .....	61
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN.....	80
CONCLUSIONES.....	82
RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS.....	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	84
NOTA BIOGRÁFICA.....	87
ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS.....	89
CONSTANCIA DE SIMILITUD .....	90
REPORTE DE SIMILITUD .....	91
FUENTE .....	92
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL .....	95
ANEXOS.....	97

### Índice de tabla

Tabla 1 Operacionalización de las variables.....	21
Tabla 2 Categorización de suelos de acuerdo a la dimensión de sus partículas. ....	39
Tabla 3 Factor de corrección para límite líquido.....	40
Tabla 4 Estado del Pavimento –Av. Túpac Amaru.....	62
Tabla 5 Cuantía de fallas en UM-01.....	63
Tabla 6 Cantidad de fallas en UM-02.....	63
Tabla 7 Cantidad de fallas en UM-03.....	64
Tabla 8 Cantidad de fallas en UM-04.....	64
Tabla 9 Cuantía de fallas en UM-05.....	65
Tabla 10 Cuantía de fallas en UM-06.....	65
Tabla 11 Cuantía de fallas totales en el pavimento flexible – Av. Túpac Amaru .....	66
Tabla 12 Resumen de estudio de mecánica de suelos .....	71
Tabla 13 Conteo vehicular – IMDa – IMDs según el tipo de vehículo .....	72
Tabla 14 Proyección de año del conteo vehicular desde el año 0 al año 5.....	74
Tabla 15 Proyección de año del conteo vehicular desde el año 6 al año 13.....	74
Tabla 16 Proyección de año del conteo vehicular desde el año 14 al año 20. ....	75
Tabla 17 peso de los vehículos para hallar el factor de carga.....	76
Tabla 18.....	76
Tabla 19.....	77

## Índice de figura

Figura 1 Estructura del pavimento flexible.....	16
Figura 2 Estructura del pavimento rígido.....	17
Figura 3 Estructura típica de restauración por el método de Whitetopping. ....	24
Figura 4 Curva de esfuerzo de un pavimento flexible y un Whitetopping. ....	25
Figura 5 Estructura del pavimento flexible.....	26
Figura 6 Cambio en el desempeño del asfalto en función de la temperatura. ....	29
Figura 7 Ecuación de AASHTO. ....	34
Figura 8. ....	37
Figura 9.....	38
Figura 10 Vía deteriorada.....	46
Figura 11 Vía rehabilitada con capa de refuerzo.....	46
Figura 12.....	57
Figura 13. Ubicación del proyecto de investigación, avenida Túpac Amaru. Adaptado de "Google Earth Pro". <b>Característica de la zona de estudio</b> .....	61
Figura 14. Analisis granulométrico de la calicata N°1.....	67
Figura 15. Gráfico de la granulometría con malla estándar. ....	67
Figura 16. La clasificación de suelo según S.U.C.S se tiene un suelo GRAVA LIMOSA CON ARENA GM. Y según la clasificación AASHTO se tiene una clasificación A-4 suelo limoso 68	
Figura 17. De acuerdo a la aplicación de la normativa ASTM D1883 se obtuvo que la calicata 1 presenta un CBR de 15.46.% Para fines del diseño del sobrecarpeta de concreto mediante la técnica Whitetopping se utilizó el promedio del CBR obtenido en la calicata 1 y calicata 2. ....	68
Figura 18. Analisis granulométrico de la calicata N°1.....	69
Figura 19. Gráfico de la granulometría con malla estándar. ....	69
Figura 20. La clasificación de suelo según S.U.C.S se tiene un suelo LIMO BAJA PLASTICIDAD ARENOSA ML. Y según la clasificación AASHTO se tiene una clasificación A-4 suelo limoso.....	70
Figura 21. De acuerdo a la aplicación de la normativa ASTM D1883 se obtuvo que la calicata 1 presenta un CBR de 7.82.% Para fines del diseño del sobrecarpeta de concreto mediante la técnica Whitetopping se utilizó el promedio del CBR obtenido en la calicata 1 y calicata 2. ....	70
Figura 22. En el grafico se puede ver que se tiene el día sábado hay mayor veh/dia y el domingo es el día que se obtiene menor parque automotor.....	72
Figura 23. Se realizó el cálculo de IMDA y IMDS , según su factor corrección . ....	73
Figura 24. Información de la proyección de tránsito. ....	73
Figura 25. Proyección de vehículos con respecto a los años proyectados. ....	75
Figura 26. Cálculo de factor de crecimiento para hallar el ESAL.....	77
Figura 27. Resultado de diseño con el programa OPTIPAVE, el grafico nos indica sobre el agrietamiento del pavimento según el periodo de diseño. ....	78
Figura 28. Resultado de diseño con el programa OPTIPAVE, el grafico nos indica el escalonamiento que es un tipo de falla del pavimento. ....	78



Figura 29. Resultado de diseño con el programa OPTIPAVE, el grafico nos indica el IRI a lo largo del periodo de diseño. ....	79
Figura 30. Resultado de diseño con el programa OPTIPAVE, el grafico nos indica la transferencia de carga a lo largo del periodo de diseño.....	79

## **Introducción**

La mejora y rehabilitación de la Av. Túpac Amaru en el Distrito de Amarilis es de suma importancia para promover el desarrollo socioeconómico de la región. Es esencial que esta vía, durante su vida útil, mantenga un comportamiento óptimo y acorde a su diseño original. Por este motivo, se llevará a cabo un estudio exhaustivo para evaluar el estado actual de la carretera. Utilizaremos el método del Índice de Condición del Pavimento, de acuerdo con los estándares establecidos por la Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales (ASTM). Este método nos ofrece una evaluación precisa del estado de la carretera, lo que nos permite identificar las acciones necesarias para su mantenimiento y reparación (SEPM, 2020).

Durante el último tiempo, ha habido un aumento en el desarrollo de la red vial en el distrito de Amarilis. Sin embargo, se ha notado que ciertas carreteras muestran problemas o señales de deterioro que podrían afectar negativamente la fluidez del tráfico. Algunas posibles causas de esto incluyen la edad de las carreteras, un diseño estructural inadecuado, deficiencias durante la construcción, la utilización de materiales de calidad inferior y la presión generada por el tráfico pesado (García, Luna y Orta, 2019).

En este contexto, se ha identificado la necesidad de intervenir en la Av. Túpac Amaru, una vía que ha carecido de mantenimiento desde su construcción, lo que resulta perjudicial para los usuarios y la población circundante. Con el objetivo de ofrecer una solución efectiva y aprovechando las nuevas tecnologías disponibles, se implementará el método de Whitetopping. Esta técnica implica aplicar una capa de concreto sobre la superficie de la carretera flexible ya existente. Esto conlleva ventajas como una vida útil extendida, una mayor resistencia estructural y funcional, así como una reducción en los costos de mantenimiento a lo largo del tiempo (Ureta, 2018).

Este estudio se centrará en la evaluación del pavimento de la Avenida Túpac Amaru, empleando normativas particulares como la ASTM D6433-20, con el propósito de

determinar su estado actual y detectar posibles fallos. Posteriormente, se propondrá la rehabilitación del pavimento mediante la planificación y ejecución de una sobrecarpeta de concreto, siguiendo el método ASSHTO 93.

Esta investigación se justifica teóricamente al contribuir al conocimiento sobre el método de Whitetopping para la rehabilitación de pavimentos, así como al emplear normativas reconocidas para evaluar la condición del pavimento. Socialmente, busca mejorar las condiciones de circulación y seguridad vial, beneficiando a la población y usuarios de la vía. Económicamente, se espera que el uso del Whitetopping garantice una inversión eficiente y duradera en comparación con otras alternativas de rehabilitación. En términos prácticos, se propone una solución concreta y de bajo costo para abordar los problemas de deterioro del pavimento en la Av. Túpac Amaru.

## **CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Fundamentación del problema de investigación**

En un ámbito internacional, entre las décadas de 1960 y 1980, los países en vías de desarrollo, incluido Perú, enfrentaron considerables pérdidas en su infraestructura vial debido al deterioro de las carreteras. Las amplias redes viales, construidas con una inversión significativa, sufrieron un mantenimiento inadecuado y un uso más intensivo de lo inicialmente previsto. Una manifestación común de este deterioro fue la aparición de fisuras, como el patrón de grietas conocido como "piel de cocodrilo", que comprometió la estabilidad y la durabilidad de los pavimentos (Rodríguez, 2008).

A nivel nacional, en Perú y particularmente en Huánuco, el mantenimiento de los pavimentos es una preocupación constante debido al rápido deterioro que experimentan. Este deterioro precoz destaca la urgencia de implementar medidas de mantenimiento y rehabilitación de forma continua para garantizar la seguridad y la eficiencia del transporte en las vías.

En respuesta a esta problemática, se propone una solución innovadora y eficiente para abordar los problemas de deterioro del pavimento. Se sugiere la aplicación del método de Whitetopping, que se basa en la superposición de una capa de concreto hidráulico encima de pavimentos de asfalto deteriorados. Esta técnica no solo busca rehabilitar el pavimento, sino también mejorar su resistencia y durabilidad, lo que resulta esencial para la seguridad vial y la movilidad urbana.

El proyecto de tesis es en Mejoramiento de la Av Tupac Amaru con la metodología Whitetopping para poder rehabilitar la vía y luego poder recuperar su serviciabilidad la superficie de rodadura , consecuentemente alargar la vida útil del pavimento, ya que en muchas zonas de la vía existen deterioros en el pavimentos flexibles desde las fallas superficial, funcional y estructural, las fallas principalmente se debe a que no cuenta con un sistema de drenaje que permite evacuar las aguas de las lluvias, así mismo el aumento considerable del trafico

De la evaluación del pavimento existente se aprecia que hay indicios de envejecimiento de la superficie de rodadura que es una carpeta asfáltica de 5 a 7cm de espesor que evidencia una antigüedad mayor a 10 años.

Para su rehabilitación de la carpeta asfáltica con otras metodologías correspondería a primero hacer el bacheo de las superficies dañadas, posteriormente a una capa nivelante para luego colocar una sobrecarpeta de asfalto de 2", lo cual sería mucho más caro y con un menor tiempo de duración.

En este contexto, es importante destacar que el pavimento de la Av. Túpac Amaru, al igual que muchas otras vías en Perú, enfrenta desafíos significativos debido a factores como el clima, el tráfico y la falta de mantenimiento adecuado. Por lo tanto, la implementación de técnicas efectivas de rehabilitación como el Whitetopping se vuelve crucial para garantizar la funcionalidad y la seguridad de estas importantes arterias viales.

## **1.2. Formulación del problema de investigación general y específicos**

### **1.2.1. Problema general**

1.2.1.1. ¿Cómo influirá la implementación del método Whitetopping como alternativa de diseño para la rehabilitación de la Av. Túpac Amaru – Amarilis, 2024?

### **1.2.2. Problemas específicos**

1.2.2.1. ¿Cuál es el estado actual del pavimento de la Av. Túpac Amaru – Amarilis, 2024?

1.2.2.2. ¿Cuáles son las fallas presentes en el pavimento de Av. Túpac Amaru – Amarilis, 2024?

1.2.2.3. ¿Cuáles son las propiedades mecánicas del suelo para el diseño del Whitetopping en el pavimento de la Av. Túpac Amaru – Amarilis, 2024?

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

### **1.3.1. Objetivo general**

- 1.3.1.1. Determinar la influencia de la implementación del método Whitetopping como alternativa de diseño para el proceso de Rehabilitación de la Av. Túpac Amaru – Amarilis, 2024.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- 1.3.2.1. Determinar el estado actual del pavimento de la Avenida Túpac Amaru– Amarilis, 2024.
- 1.3.2.2. Identificar las fallas existentes en el pavimento de Avenida Túpac Amaru – Amarilis, 2024.
- 1.3.2.3. Analizar las propiedades mecánicas del suelo para el diseño del Whitetopping en el pavimento de la Avenida Túpac Amaru – Amarilis, 2024.

## **1.4. Justificación**

La presente investigación se enfoca en el aporte en el uso del método Whitetopping haciendo el diseño para la rehabilitación de vías urbanas en pavimentos flexibles existentes que se encuentran deterioradas con un PCI alto, logrando recuperar su servicialidad inicial como una vía nueva y consecuentemente alargar la vida útil del pavimento con características estructurales mejores que de la vía antes de ser rehabilitada

La investigación brindara información de metodologías de diseño para la rehabilitación de pavimentos existentes con la utilización método Whitetopping ayuda a los consultores a tener una opción más de diseño, con la optimación de recursos y poder en operatividad vías urbanas que se encontraban con una deficiente incomodidad, ello lleva a una incomodidad de la población en especial, para los transportistas y usuarios de la zona.

Se prevé que, con el diseño de pavimento rígido con la metodología de geometría optimizada, se logre solucionar el problema de una vía resistente a las cargas definidas por el estudio de tráfico y de las lluvias, logrando que cumplan con su vida útil de diseño

Así también, difundir las técnicas y metodologías de diseño de pavimento de geometría optimizada para ser utilizados en los diseños en las vías urbanas en todo el país.

## **1.5. Limitaciones**

Una limitación importante en la rehabilitación del pavimento flexible mediante la técnica de Whitetopping en la Av. Túpac Amaru es la durabilidad del concreto utilizado, considerando que el objetivo principal es mejorar el pavimento flexible existente. La falta de información sobre nuevas técnicas de rehabilitación de pavimentos existentes de carpetas asfálticas en caliente en vías urbanas.

La falta de equipos e instrumentos en la región de Huánuco para las tomas de muestras no destructivos en el pavimento existente para determinar los tipos de fallas en el pavimento.

El periodo corto para realizar el estudio, por lo que es necesario tener respuestas de las muestras tomadas del pavimento que sean satisfactorios.

## **1.6. Formulación de hipótesis general y específica**

### **1.6.1. Hipótesis general**

1.6.1.1. La implementación del método Whitetopping tendrá un impacto positivo al ser una alternativa de diseño en el proceso de mejoramiento y rehabilitación de la Avenida Túpac Amaru.

### **1.6.2. Hipótesis específicas**

1.6.2.1. El estado actual del pavimento de la Avenida Túpac Amaru presenta fallas significativas en diferentes tramos, lo que indica que se encuentra en un estado deficiente.

1.6.2.2. El pavimento de la Avenida Túpac Amaru presenta una variedad de fallas, incluyendo grietas, piel de cocodrilo, parcheo, huecos, y meteorización, debido a factores como el tráfico, la falta de mantenimiento adecuado y las condiciones climáticas adversas.

1.6.2.3. Al analizar las propiedades mecánicas del suelo en la Avenida Túpac Amaru para el diseño del Whitetopping, se observará una correlación directa entre la resistencia del suelo y la capacidad de carga del pavimento resultante.

## 1.7. Variables

**Variable independiente:** Es el factor que el investigador usa en un estudio para describir, predecir y explicar otro al que se le conoce como variable dependiente (Morán y Alvarado, 2010, p.41).

Rehabilitación mediante el método Whitetopping.

**Variable dependiente:** Es aquello que el investigador está interesado en conocer (Morán y Alvarado, 2010, p.41).

Evaluación del pavimento flexible.

## 1.8. Definición teórica y operacionalización de variables

### Definición teórica

Según el MTC (2016), la gestión de la infraestructura vial de carreteras implica supervisar la red vial nacional, incluyendo actividades como el diseño, la construcción, el mantenimiento y la operación, así como la conservación de la integridad del derecho de vía. Esto significa que las carreteras en uso deben mantenerse en buen estado a lo largo de su vida útil, y para lograrlo se llevan a cabo actividades de mantenimiento regular. Si se detectan anomalías, se realizan ensayos y estudios para determinar si se requiere mantenimiento, rehabilitación o incluso reconstrucción. En el marco de nuestra investigación sobre diseño de infraestructura vial, se busca desarrollar un nuevo diseño de la carpeta asfáltica que garantice una mayor durabilidad y un servicio óptimo.

### Pavimentos

De acuerdo con (Rico Rodrigues & Del Castillo, 2005), el pavimento es descrito como un sistema compuesto por varias capas diseñadas para cumplir funciones específicas, como brindar una superficie uniforme para el tránsito vehicular, con

características adecuadas de color y textura, resistente tanto al desgaste por el tráfico como a los efectos del clima y otros agentes adversos. Además, su estructura está diseñada para distribuir eficientemente las cargas generadas por el tráfico hacia el suelo subyacente.

### **Tipos de pavimentos**

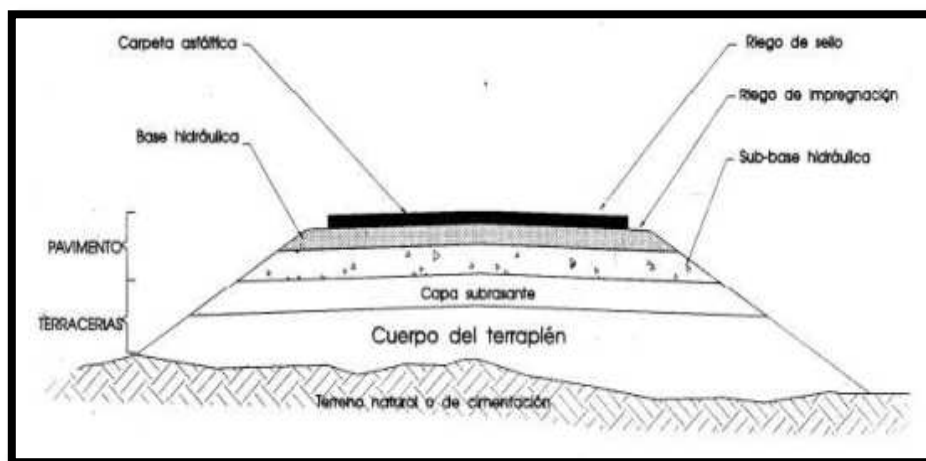
De acuerdo con (Valenzuela, 1993) la categorización de pavimentos está condicionada por restricciones relativas; no obstante, tradicionalmente, los pavimentos han sido clasificados en dos categorías distintas.

#### **Pavimentos Flexibles**

Se refiere a una estructura que comprende una capa delgada, la cual se sitúa sobre otras capas como la base y la subbase. Estas capas se apoyan sobre una subrasante compactada. En este tipo de pavimento, la subbase, la base y la capa superior forman los componentes estructurales fundamentales.

Figura 1

*Estructura del pavimento flexible*



Fuente: Valenzuela Rodríguez, 1993

#### **Pavimentos Rígidos**

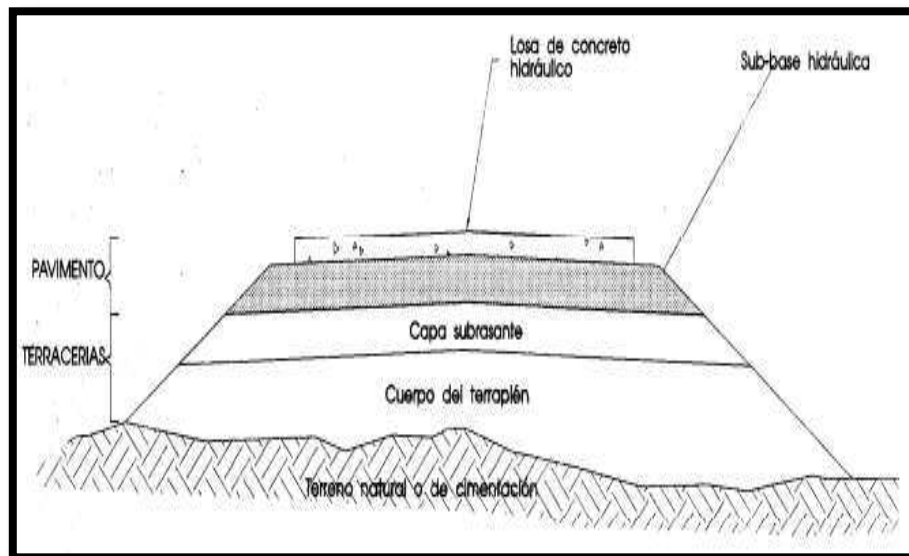
La capa de rodadura está formada por losas de concreto hidráulico, a veces fortalecidas con armaduras de acero. Debido a su mayor rigidez, estas losas conducen los esfuerzos del tránsito a través de toda su superficie y también



interactúan con las losas adyacentes, colaborando juntas para soportar las cargas que se transmiten directamente hacia ellas.

Figura 2

*Estructura del pavimento rígido*



Fuente: Valenzuela Rodríguez, 1993

### **Método del PCI**

Según Rondón y Reyes (2015), esta técnica se basa en el control visual del pavimento, lo que proporciona datos confiables y estadísticamente sólidos sobre las fallas presentes. Este método utiliza escalas que van desde 0 (indicando un estado muy deficiente) hasta 100 (representando un estado perfecto), lo que permite una clasificación precisa del estado del pavimento. Al evaluar visualmente los errores en el pavimento defectuoso, se pueden determinar la profundidad, longitud y ancho de estas, y luego, mediante cálculos numéricos, se puede verificar el estado general del pavimento en estudio.

### **Método del diseño AASHTO 93**

Según el Manual de Carreteras (2013), siguiendo los pasos del Método de diseño AASHTO 93, al comienzo de su vida útil, un pavimento ofrece un alto nivel de servicio. A medida que pasa el tiempo y aumenta el tráfico vehicular, este nivel de servicio se

reduce gradualmente. Durante este proceso, El nivel de servicio final alcanzado debe mantenerse al final del período de diseño. Se emplea un método específico para determinar la anchura de la capa rígida de tal forma que la ecuación AASHTO 93 logre alcanzar el equilibrio deseado.

### **Vida útil**

Se refiere al período durante el cual se espera que el pavimento mantenga condiciones óptimas para su funcionamiento. Según el MTC (2018), la vida funcional se define como el tiempo previsto durante la modelación de una vía, que a su vez debe permitir que la vía funcione de manera óptima mediante un plan de mantenimiento adecuado. En el diseño de la vía se considerarán los años esperados de duración del pavimento en la avenida central.

### **Transferencias de cargas (J)**

La transferencia de esfuerzos (J), según el Manual de Carreteras (2013), es una técnica utilizada en el diseño apropiado de las capas de pavimento, especialmente las rígidas. Este método modela la resistencia de los carriles y facilita la distribución del esfuerzo entre las juntas de contracción y las grietas. Los resultados obtenidos mediante este método varían dependiendo del tipo de capas rígidas a ser utilizadas. El valor de J, que indica la transferencia de carga, guarda una relación directa con el espesor final de la capa de pavimento rígido. En resumen, cuanto menor sea el valor de J, menor será el grosor requerido para la capa de pavimento rígido.

### **Dosificación de mezclas**

El objetivo es obtener una mezcla con la adecuada trabajabilidad, que se endurezca rápidamente y alcance los niveles de resistencia y durabilidad necesarios para su aplicación en la construcción. Para llevar a cabo una dosificación precisa, se deben seguir varios pasos para obtener los datos correctos de cada material a utilizar.

### **Concreto**

Es un material de construcción compuesto por áridos, arena y un aglutinante como el cemento, además de aditivos en algunos casos (López, 2015, p.12).

### **Cemento portland**

Según Montalvo (2015), el cemento Portland, esencial en la producción de concreto, actúa como aglutinante al unir los agregados con el agua, formando una pasta que proporciona resistencia, durabilidad y adherencia. Este material contiene diversos compuestos, siendo los más importantes el silicato de tricalcio, el dicálcico, el aluminato tricálcico y el ferroaluminato tetracálcico.

### **Agua**

El agua, otro componente crucial, hidrata el concreto y contribuye a aumentar su trabajabilidad. Se recomienda utilizar agua potable, libre de sales, álcalis, ácidos y materias orgánicas (Montalvo, 2015).

### **Agregados**

Los agregados, formados por grava, arena, roca triturada o escoria, son materiales granulares de diferentes tamaños que se mezclan para proporcionar resistencia al concreto. Estos agregados, clasificados como finos y gruesos, deben cumplir con normas específicas de granulometría. Los agregados finos son aquellos que pasan por la malla No. 4 (4.75 mm) y contienen finos, mientras que los agregados gruesos son las partículas retenidas en esta malla (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

### **Propiedades mecánicas**

Las características mecánicas se refieren al modo en que un material responde a las fuerzas que actúan sobre él, lo cual es crucial al seleccionar el material para su construcción (López, 2015, p. 28).

### **Whitetopping**

Es una técnica que implica aplicar una capa de concreto hidráulico sobre el pavimento existente, lo que prolonga la vida útil de la estructura (Miguel Luna, 2019, p.17).

### **Fisuras del concreto**

Se refieren a grietas longitudinales o transversales que no forman una red, sino que aparecen de forma aislada o continua debido a deficiencias en las juntas de construcción (Colmenares, 2012, p.13).

### **NTP**

Son normativas que indican los requerimientos de calidad para estandarizar productos, procesos y servicios (Zúñiga, 2017, p.195).

Tabla 1

*Operacionalización de las variables*

VARIABLE	D.CONCEPTUAL	D.OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
<b>Aplicación de la metodología de Whitetopping</b>	Se trata de un material premezclado con resistencia controlada, compuesto por Cemento Portland, Grava, Arena y Agua.	La técnica de recubrimiento implica la aplicación de una capa de concreto sobre la superficie asfáltica de un pavimento flexible ya existente (Vidaud, 2014).	Caracterización del Pavimento	-Mediciones de la vía -Método del PCI - Fallas existentes	Nominal
<b>Rehabilitación del pavimento</b>	Es el mantenimiento que se le da a un pavimento en condiciones moderadas o severas debido a las fallas estructurales o superficiales que se pueden encontrar en esta.	Se diseñará la técnica Whitetopping para la rehabilitación de la Av. Túpac Amaru.	Índice de condición de pavimento	- Excelente - Muy bueno - Bueno - Regular - Malo - Muy malo - Fallado	Nominal
			Fallas en el pavimento flexible	- Fisuras y grietas - Deformaciones superficiales - Desprendimientos - Afloramiento y otras fallas	Nominal

Fuente: Elaboración Propia.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### Antecedentes internacionales

- Zárate (2019) llevó a cabo un estudio en una vía en el extranjero, específicamente en la vía Biblián-Zhud, donde se identificaron factores que contribuyen al desgaste prematuro del pavimento. Sus hallazgos resaltaron la importancia del mantenimiento preventivo, como el sellado de grietas, para evitar un mayor deterioro.
- En otro estudio, García, Luna y Orta (2019) implementaron la técnica Whitetopping en una vía denominada Circuito Sur - Topes de Collantes. Su investigación demostró la eficacia de esta técnica para prolongar la durabilidad del pavimento y reducir los costos totales a largo plazo en comparación con métodos tradicionales como el recapeo del pavimento flexible. Esto sugiere que el Whitetopping podría ser una opción viable para la rehabilitación de pavimentos en diversas ubicaciones.
- Además, Duque, Orrego y Vásquez (2019) realizaron un estudio sobre la estabilización de subrasantes utilizando cemento como aditivo en la vía Llano Grande. Sus hallazgos resaltaron la importancia de considerar la humedad del suelo al aplicar esta técnica, lo que ofrece información valiosa para la mejora del comportamiento de las subrasantes en diferentes contextos geográficos.

#### Antecedentes nacionales

- Correa y del Carpio (2019) realizaron un estudio detallado en la ciudad de Piura, donde evaluaron el estado del pavimento del jirón Los Incas utilizando el método PCI. Sus hallazgos proporcionaron recomendaciones específicas para la rehabilitación de diferentes sectores de la vía, destacando la importancia de un plan de mantenimiento adecuado para prevenir el deterioro futuro.
- Por otro lado, LLonquecha y Quispe (2019) implementaron el método de restauración Whitetopping en la avenida Central de San Juan de Lurigancho, un enfoque que se centra en la aplicación de una nueva capa de concreto sobre el pavimento existente. Su estudio destacó la viabilidad de esta técnica siempre que las fallas en el pavimento sean superficiales, lo que ofrece una opción alternativa para la rehabilitación de vías urbanas.
- Además, Almeida y Santur (2019) llevaron a cabo una evaluación similar utilizando Whitetopping en el centro poblado Mallares - Samán en Piura. Su investigación

proporcionó información valiosa sobre las dimensiones y resistencia recomendadas para la nueva capa de concreto, así como criterios para determinar la idoneidad de esta técnica en pavimentos con diferentes espesores de carpeta asfáltica.

- En el ámbito de Lima, Rodríguez y Tacza (2018) analizaron opciones de intervención para mejorar la condición de una carretera en la capital peruana, proponiendo acciones de mantenimiento menor como bacheo y sellado de grietas. Este enfoque resalta la importancia de la gestión proactiva del mantenimiento para incrementar la vida útil en pavimentos.

### **Antecedentes locales**

- A nivel local no se encontraron referencias o investigaciones relacionadas al proyecto de investigación que vengó desarrollando.

## **2.2. Bases teóricas**

Al encontrarse con diferentes perspectivas en una discusión teórica de las variables de investigación, ya sea en la parte teórica o metodológica, es porque varios autores comparten la misma perspectiva argumentativa o apoyan diferentes métodos de medición. Por ello, en esta sección se han publicado varios artículos sobre estas variables para explicar estos fenómenos.

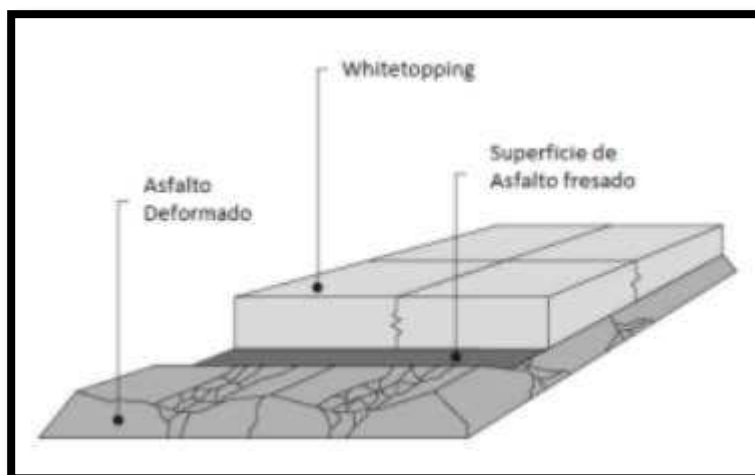
### **Whitetopping**

#### **Definición de Whitetopping**

Colmenares (2012) define el Whitetopping como un método de reconstrucción de pavimentos flexibles con daños leves, que consiste en aplicar una capa de pavimento rígido encima, lo que aumenta su ciclo de vida (p.2).

Figura 3

*Estructura típica de restauración por el método de Whitetopping.*



Fuente: Adaptado por Colmenares (2012) (p.3).

Es imprescindible tener en cuenta que la técnica en cuestión requiere que cualquier deterioro o desgaste en la capa superior del asfalto sea meramente superficial, sin comprometer la integridad de la estructura subyacente. Además, es fundamental que el espesor del asfalto restante después del fresado no sea menor de 7.5 cm, tal como lo especifica la normativa de la Concrete American.

### **Clasificación de Whitetopping**

El Whitetopping puede ser categorizado según su grosor en tres tipos:

- Whitetopping convencional, que consiste en una capa de hormigón de 20 cm o más de espesor.
- Thin Whitetopping, de grosor medio, que oscila entre 10 cm y 20 cm. Este tipo a menudo se caracteriza por incorporar tecnologías modernas que pueden mejorar significativamente la durabilidad del pavimento en ciertos casos, contribuyendo al prolongado mantenimiento del mismo.
- Ultra Thin Whitetopping, la variante más delgada, con un espesor típicamente entre 5 cm y 10 cm.

### **Ventajas de Whitetopping**

- La urgencia de completar la restauración rápidamente y permitir el flujo de tráfico en poco tiempo.



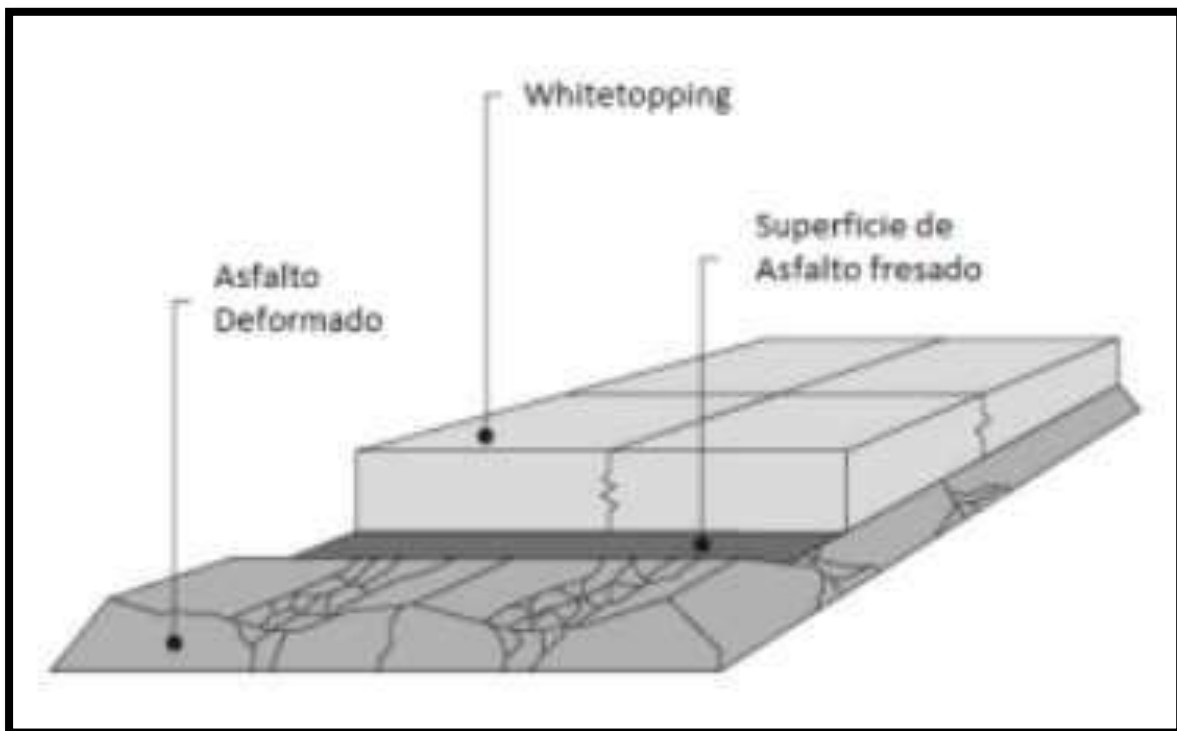
- Aumenta la visibilidad en la carretera, lo que puede reducir los costos de iluminación nocturna y disminuir significativamente los gastos de mantenimiento.
- Posibilidad de mejorar el diseño geométrico de la vía.
- No se requiere mano de obra altamente capacitada.
- Los equipos necesarios para llevar a cabo esta tarea no son difíciles de adquirir

### Diseño del Whitetopping

Como menciona Han (2005) es esencial considerar varios aspectos al diseñar pavimentos utilizando la tecnología Whitetopping, como la selección del mortero, el grosor del pavimento, los tipos de juntas y las distancias entre ellas. Los pavimentos flexibles tienen una curva de energía característica que disipa fuerzas según el grosor de las capas y las propiedades de los materiales. Al colocar un pavimento rígido sobre esta estructura, este absorbe la mayoría de los esfuerzos y los distribuye sobre un área más extensa.

Figura 4

*Curva de esfuerzo de un pavimento flexible y un Whitetopping.*



Fuente: Recogido de Colmenares (2012) (p.4)

## Pavimentos

De acuerdo con Rico Rodrigues y Del Castillo (2005), se puede definir como un grupo de capas cuya función primordial es proveer una base de rodadura uniforme, con color y textura adecuados, que sea resistente a la acción del tráfico, a las condiciones climáticas adversas y a otros agentes dañinos. Además, debe ser capaz de transmitir de manera efectiva a las capas inferiores los esfuerzos generados por las cargas impuestas por el tráfico.

### Pavimentos Flexibles.

Según Rico y Del Castillo (1984), un pavimento es una capa superficial o carpeta relativamente delgada que se coloca sobre capas de base y sub – base, con la función de ofrecer una superficie de rodadura uniforme y resistente a los efectos del tráfico, las condiciones climáticas adversas y otros elementos dañinos.

Figura 5

*Estructura del pavimento flexible*



Fuente: Arcaya Buendia, 2018

### Estructura clásica de un Pavimento flexible

De acuerdo con Rico Rodrigues y Del Castillo (2005), el método comúnmente utilizado para estructurar la mayoría de los pavimentos flexibles construidos en la actualidad se busca establecer una terminología que permita discutir el papel asignado a cada una de las capas que componen el sistema.

## **Definición y función de las capas del pavimento flexible**

Según Valenzuela (1993), se describe y detalla las funciones desempeñadas por la estructura de un pavimento flexible, abarcando tanto las capas que constituyen el pavimento propiamente dicho como aquellas que, aunque no forman parte directamente del pavimento, son parte integral de la sección de una vía.

### **Subrasante**

Cumple diversas funciones, como soportar y resistir las cargas generadas por el tráfico, transferirlas eficientemente a las capas inferiores, y prevenir la contaminación de las capas del pavimento en casos donde el terreno natural o el cuerpo del terraplén contenga materiales finos o arcillosos.

### **Subbase**

La función económica principal de la subbase en un pavimento flexible es facilitar la construcción del grosor requerido del pavimento utilizando un material más económico. Aunque sería posible emplear un material de alta calidad, como la base, para todo el grosor, se prefiere una base más delgada y una subbase de calidad inferior, a pesar de que esto resulte en un mayor grosor total del pavimento. Esto se debe a que, entre más bajo sea la calidad del agregado, mayor deberá ser el grosor para soportar las cargas.

### **Base**

La base, si bien se asemeja a la sub-base económicamente al reducir el costo de la capa superior, se destaca por su rol estructural. Su principal objetivo es ser una capa resistente que transmita las cargas del tráfico de forma adecuada. Adicionalmente, la base suele drenar el agua que se infiltra en la capa superior o en los bordes del pavimento, y también evita que ésta ascienda por capilaridad.

### **Carpeta asfáltica.**

Esta debe presentar una superficie que sea capaz de resistir el desgaste causado por el tráfico, proporcionando textura y color adecuados para este propósito. Asimismo, debe limitar la penetración del agua hacia las capas inferiores en la medida de lo posible.

## **Asfalto**

De acuerdo con Cárdenas y Fonseca (2009), las propiedades reológicas del asfalto, determinadas por la composición del crudo, impactan en el comportamiento de la mezcla asfáltica, incluyendo su resistencia al ahuecamiento, fatiga y susceptibilidad térmica. Las mediciones de viscosidad a diferentes temperaturas son clave para entender este comportamiento.

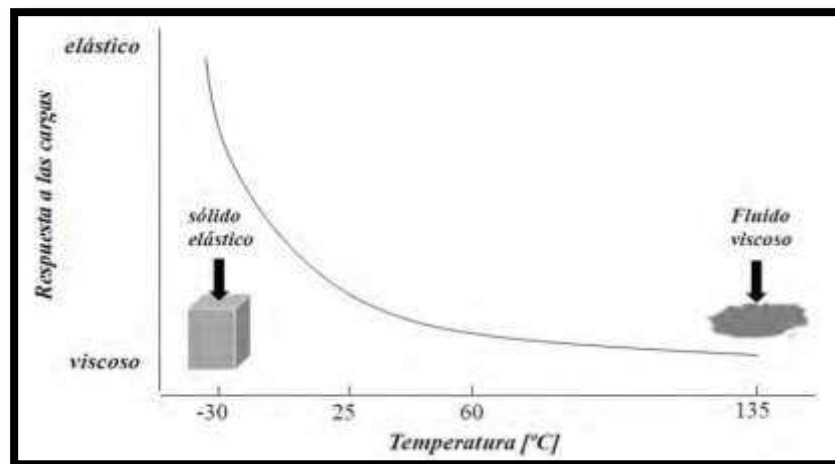
Los problemas principales en pavimentos asfálticos son fatiga y deformación permanente, causadas por dosificación inadecuada de asfalto y agregados, y técnicas deficientes de mezclado, colocación y compactación. Las características óptimas de las mezclas asfálticas abarcan la capacidad de resistir el desplazamiento, la fatiga, el deslizamiento y la deformación plástica, así como la impermeabilidad, durabilidad y flexibilidad adecuadas. El desempeño y la resistencia de estas mezclas están estrechamente ligados a las propiedades del asfalto y los agregados, cómo interactúan entre sí, así como los procedimientos de fabricación, colocación y compactación.

### **Comportamiento del Asfalto**

De acuerdo con Morea (2018), el asfalto demuestra variaciones en sus propiedades en función de la temperatura. En condiciones de bajas temperaturas, el ligante del asfalto exhibe propiedades similares a las de un material sólido y elástico, mientras que en altas temperaturas se comporta como un fluido viscoso. En un rango intermedio de temperaturas, experimenta una transición entre estos dos estados, mostrando un comportamiento viscoelástico. Por lo tanto, es crucial considerar las condiciones térmicas a las que estará expuesto el pavimento: en climas fríos, existe el riesgo de fisuración, mientras que en climas cálidos pueden surgir deformaciones.

Figura 6

*Cambio en el desempeño del asfalto en función de la temperatura.*



Fuente: Morea, 2018

El ahuecamiento en mezclas asfálticas débiles es un fenómeno que ocurre mayormente en épocas de altas temperaturas, como el verano. En ocasiones, este fenómeno puede presentarse de forma parcial durante varios veranos consecutivos. A temperaturas elevadas, el asfalto exhibe un comportamiento más similar al de un fluido viscoso que al de un sólido elástico, lo que resulta en un aumento de la deformación plástica y, por lo tanto, en deformaciones residuales más pronunciadas. Este comportamiento del ligante asfáltico afecta a la mezcla asfáltica en su conjunto. Si la rigidez del ligante no es suficiente para mantener la cohesión de la mezcla bajo estas condiciones térmicas, pueden producirse exudaciones y deformaciones excesivas en la superficie del pavimento.

En resumen, el pavimento y el asfalto exhiben un comportamiento viscoelástico cuando están sujetos a temperaturas de funcionamiento, lo que significa que experimentan tanto deformaciones elásticas como plásticas (o viscosas) como respuesta al tráfico vehicular. Cada carga aplicada, incluso mínima, provoca alguna forma de deformación permanente. Las cargas repetidas suministran energía que altera la superficie del pavimento. Una parte de esta energía se recupera en forma elástica, mientras que el resto se disipa como calor y flujo.

A pesar de la naturaleza viscoelástica del asfalto, este estudio seguirá un enfoque lineal, conforme a las directrices establecidas por varios investigadores que abogan

por el refuerzo con geomallas. Estas directrices se fundamentan en investigaciones específicas, como los trabajos de G. Leonardi y R. Palamara (2017) que abarcan el modelado de pavimento flexible, Calvarano et al., (2017) en su estudio sobre el modelado de caminos no pavimentados, y Gamal y Belal (2016) en su investigación sobre el modelado del suelo reforzado con geomalla debajo de la base de la zapata.

## **Evaluación superficial y estructural de la pista principal en pavimentos flexibles**

### **Evaluación superficial:**

Implica la identificación y registro de los errores presentes en el pavimento utilizando guías que indican la ubicación de la falla, su gravedad y la extensión de la misma, ya sea en longitud o área. Este proceso sigue las normas establecidas por ASTM para aeropuertos y tiene como objetivo obtener información detallada que permita evaluar la vida útil como estructural del pavimento en servicio (Guzmán y Ulloa, 2015).

### **Piel de cocodrilo:**

La piel de cocodrilo en el pavimento surge de una red de grietas interconectadas, las cuales son resultado de la fatiga experimentada por la superficie de concreto asfáltico (AC) debido al esfuerzo vehicular (ASTM, 2005).

### **Exudación:**

Se refiere cuando una capa de material bituminoso está en el suelo del pavimento, la cual genera un aspecto brillante y puede ocasionar reflejos. Por lo general, esta capa se vuelve bastante pegajosa (ASTM, 2005).

### **Depresión:**

Las depresiones se encuentran en regiones de la superficie pavimentada donde la elevación es ligeramente más baja que la del pavimento circundante (ASTM, 2005).

### **Fisuras longitudinales y transversales:**

Son rajaduras que se desarrollan en dirección paralela a la línea central del pavimento o siguiendo una dirección específica. Pueden originarse por diversas razones, como fallos durante las etapas constructivas del pavimento, contracción del asfalto debido a bajas temperaturas o endurecimiento, o la formación de fisuras subyacentes que se reflejan en la superficie en uso. Este tipo de grietas también puede presentarse en

losas de hormigón, pero no son provocadas por la reflexión de las juntas del pavimento de hormigón. (ASTM, 2005).

**Ahuellamiento:**

Describe la depresión de la superficie del pavimento en la zona donde pasa la aeronave, según lo definido por ASTM en 2005.

**Agrietamiento en bloque:**

Estas son fisuras conectadas entre sí que dividen la superficie de la vía en secciones que parecen rectángulos. Estos bloques pueden variar en tamaño desde 0.30 metros por 0.30 metros hasta 3.0 metros por 3.0 metros.

**Abultamientos y Hundimientos:**

Los abultamientos se refieren a elevaciones pequeñas que se encuentran en la capa superficial del pavimento, mientras que los hundimientos son movimientos hacia abajo que se producen en dirección a las capas inferiores del pavimento.

**Corrugación:**

Se trata de una sucesión de crestas y ondulaciones, generalmente con un intervalo inferior a los 3 metros. Estas irregularidades surgen en ángulo perpendicular al flujo vehicular y son mayormente generadas por el efecto repetitivo del tráfico y el estado deficiente del pavimento.

**Grietas de borde:**

Estas marcas se disponen en línea recta y suelen estar a una distancia de entre 0.30 y 0.60 metros del borde del pavimento. Este deterioro se agrava debido al tráfico vehicular y suele originarse por el desgaste causado por condiciones climáticas adversas.

**Grieta de reflexión de junta:**

Este fenómeno se observa en carreteras que tienen una superficie de asfalto construida sobre losas de concreto. Se produce por el desplazamiento de estas losas, causado por cambios en la humedad o la temperatura.

**Desnivel carril/berma**

Se refiere a la discrepancia entre la altura de la berma y el borde de la carretera.

### **Parcheo**

Esto ocurre cuando una porción de la losa es removida y reemplazada por un nuevo elemento.

### **Pulimiento de agregados**

Esta falla surge debido a la repetida aplicación de cargas generadas por el tráfico vehicular. Cuando la superficie se siente suave al tacto, disminuye la adherencia de los neumáticos de los vehículos.

### **Huecos**

Estos son hundimientos menores localizados en la capa superficial de la carretera, con forma de tazón y con un diámetro generalmente inferior a 0.90 metros. Las dimensiones de estos huecos aumentan debido a la acumulación de agua en su interior.

### **Cruce de vía férrea**

Los defectos ocasionados por la presencia de una vía férrea se identifican por hundimientos o elevaciones cercanas a los raíles.

### **Desplazamiento**

Se trata de un desplazamiento lateral de la capa superficial del pavimento, ocasionado por la presión ejercida por el tráfico vehicular sobre la vía. Estos incidentes pueden ocurrir en carreteras que cuentan con una mezcla de asfalto líquido o cuando los pavimentos de asfalto limitan con pavimentos de concreto.

### **Grieta parabólica**

Estas son fisuras que se asemejan a una media luna y se forman cuando un vehículo frena o gira, lo que causa un desplazamiento en la capa superior del pavimento. La causa de estas fallas puede ser una mezcla asfáltica defectuosa o una adherencia inadecuada entre la capa de asfalto y la capa inferior del pavimento.

### **Desprendimiento de agregados**



Se trata de la pérdida de material de la capa asfáltica del pavimento, causada por la desintegración de elementos del pavimento o por la falta de unión adecuada del ligante asfáltico.

### **Meteorización**

La deterioración del aglutinante asfáltico y de la matriz compuesta por agregados finos.

### **Metodología de diseño AASHTO93**

El diseño de pavimentos rígidos, siguiendo la Metodología AASHTO93, contempla dimensiones estándar que se ajustan en función del tráfico vehicular, las condiciones climáticas y las propiedades del material.

En relación con el grosor de diseño, se establece en función de las cargas vehiculares expresadas en EE (Ejes Equivalentes) y la capacidad estructural proporcionada por el concreto. Se considera un valor empírico para el ancho hasta 3.6 metros, que se integra en el diseño final según las directrices de AASHTO de 2007

El curvado o alabeo de las losas crea tensiones desfavorables cuando estas son cargadas en sus extremos, lo cual ocurre cuando vehículos pesados pasan sobre losas que permiten ser cargadas simultáneamente por un eje delantero y trasero, o por ambos lados de un mismo eje. Para mitigar los efectos de esta interacción de carga con las losas curvadas, se propone el concepto de las losas de geometría optimizada. Esto implica diseñar las losas de manera que no permitan que más de una rueda o conjunto de ruedas pase sobre una misma losa simultáneamente, lo que reduce las tensiones generadas en las losas de dimensiones convencionales, según lo planteado por (Covarrubias, 2012).

De acuerdo con el Manual de Carreteras, el método AASHTO 93 establece que, para una nueva obra vial, el nivel de servicio es inicialmente alto, pero se reduce con el paso del tiempo debido a las repeticiones de carga sobre el pavimento (MTC, 2014).

La metodología indica que se debe mantener un nivel de servicio final a lo largo de todo el período de diseño.

El diseño se lleva a cabo a través de un proceso iterativo que concluye cuando se logran resultados equilibrados de acuerdo con la ecuación de AASHTO93. El espesor

de diseño obtenido de este proceso iterativo debe garantizar condiciones óptimas de servicio a lo largo del período de diseño, permitiendo que el pavimento soporte el tráfico vehicular sin deteriorarse (MTC, 2014).

Figura 7

*Ecuación de AASHTO.*

$$\log_{10} W_{32} = Z_r S_o + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \log_{10} \left( \frac{M_r C_{dc} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left( 0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Donde:

- W8.2 = número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas, a lo largo del período de diseño
- ZR = desviación normal estándar
- SO = error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento
- D = espesor de pavimento de concreto, en milímetros
- ΔPSI= diferencia entre los índices de servicio inicial y final Pt = índice de serviciabilidad o servicio final
- Mr = resistencia media del concreto (en Mpa) a flexo tracción a los 28 días (método de carga en los tercios de luz)
- Cd = coeficiente de drenaje
- J = coeficiente de transmisión de carga en las juntas
- Ec = módulo de elasticidad del concreto, en Mpa
- K = módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto.

### **Agrietamiento Longitudinal**

Las grietas longitudinales surgen debido a tensiones en la parte inferior de la losa y se extienden a lo largo de toda su longitud. La posición donde se inicia la grieta con respecto al borde depende de varios factores, como el ancho de la losa, la cantidad de curvatura de la losa y la disposición del paso de los vehículos en relación al borde.

## Agrietamiento de Esquina

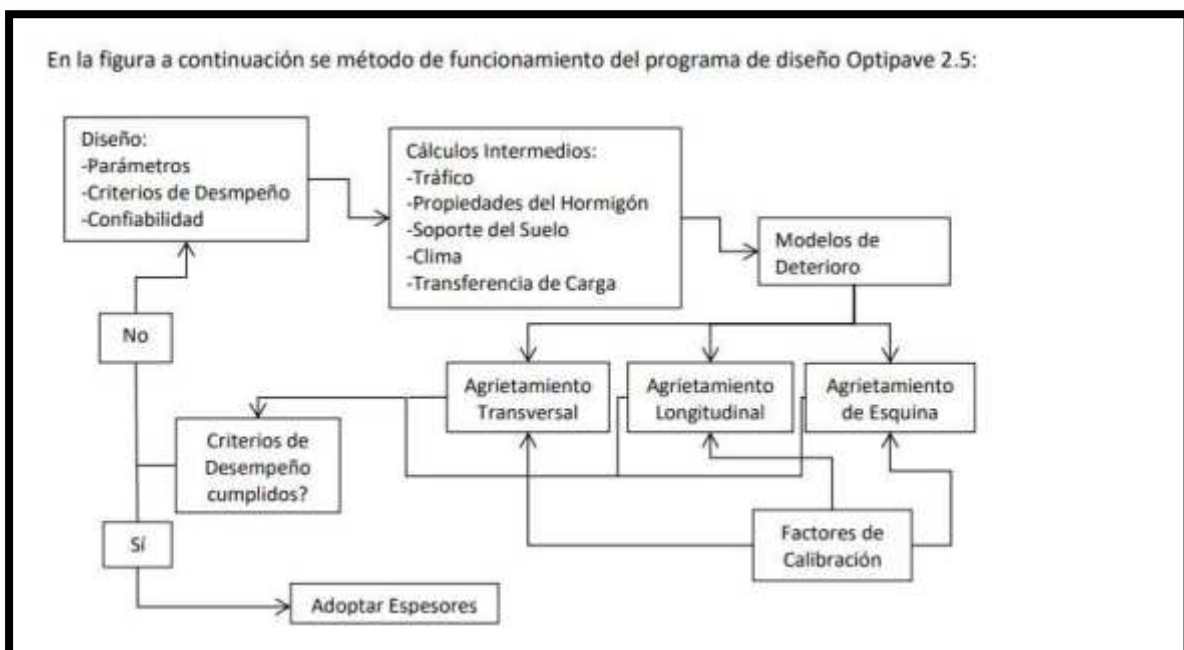
Las fisuras en las esquinas se originan en la parte superior de la losa y su ubicación puede cambiar debido a diversos factores. Se realizaron evaluaciones en varios puntos ya que la causa de la falla no es constante en una posición específica. Dada la importancia del eje tándem en la formación de este tipo de imperfección, se analizaron tanto los efectos de los ejes individuales como los efectos de los ejes tándem.

## Escalonamiento en la junta

El escalonamiento en la junta transversal es el incremento gradual en la diferencia de altura que ocurre con el paso del tiempo, especialmente bajo el tráfico pesado. Este cambio en la elevación se debe al desplazamiento del material de base entre dos losas contiguas.

## Rugosidad (IRI)

La textura de un pavimento es crucial al evaluar la comodidad experimentada por alguien al caminar sobre él. El índice de rugosidad Internacional es el método más ampliamente empleado a nivel mundial para medir este nivel de comodidad percibida por los usuarios al transitar sobre un pavimento.



## Estructura Equivalente

Hay una variedad infinita de combinaciones potenciales de factores de diseño, tales como el tráfico, las características del hormigón, las propiedades del suelo y las condiciones climáticas. La aplicación del principio de estructura equivalente es una manera de abordar esta complejidad.

## Cálculo de Tensiones por medio de Islab2000

Para crear una base de datos que contenga información sobre tensiones y deformaciones para los modelos de agrietamiento, escalonamiento y pérdida de transferencia de carga, con el objetivo de desarrollar redes neuronales, se empleó el software de elementos finitos ISLAB 2000 (Khazanovich et al., 2000).

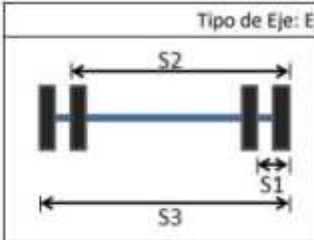
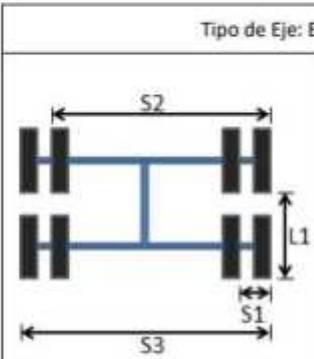
Tabla 10: Configuración del Eje Simple		
Tipo de Eje: Eje Simple Rueda Doble		
	Parámetro	
	S1	31 cm
	S2	182 cm
	S3	213 cm
	Presión Neumáticos	8,2 Kg/cm <sup>2</sup>
	Ancho Neumático	25 cm

Tabla 11: Configuración del Eje Doble		
Tipo de Eje: Eje Doble Rueda Doble		
	Parámetro	
	S1	31 cm
	S2	182 cm
	S3	213 cm
	L1	145 cm
	Presión Neumáticos	8,2 Kg/cm <sup>2</sup>
	Ancho Neumático	25 m

## Algoritmo de Fatiga

El modelo predice la formación de grietas en el pavimento a partir de la suma del daño por fatiga (FD). Este daño se calcula dividiendo el número real de pasadas de una carga específica por el número de pasadas que el pavimento puede soportar antes de agrietarse.

$$FD = \sum ni,j,k,l Ni,j,k, \diamond$$

### Confiabilidad del Agrietamiento

El agrietamiento a un cierto nivel de confianza (m) se obtiene de la siguiente fórmula:

$$CRACK_m = CRACK + Z_p \cdot$$

$$STDCR = a \cdot CRACK^2 + b \cdot CRACK + c \cdot STDCR$$

Dónde:

CRACK<sub>m</sub> = Porcentaje Losas agrietadas Totales con M % de confiabilidad

CRACK = % Losas agrietadas Totales

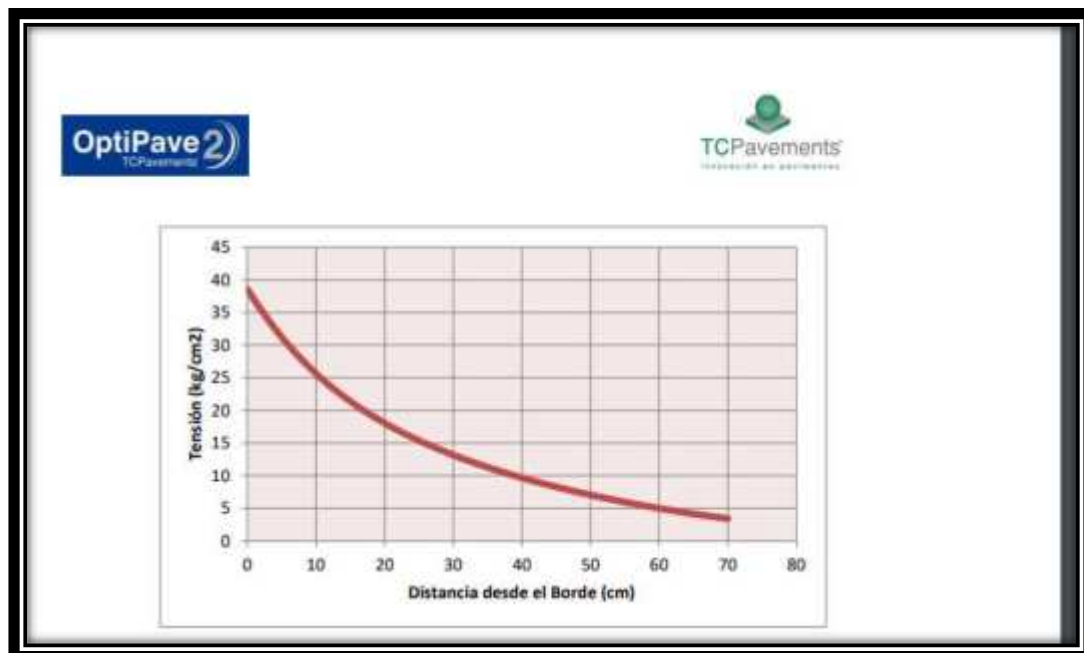
a,b,c = Factores a calibrar

Z<sub>r</sub> = coeficiente estadístico, asociado al Nivel de Confianza.

(1-R) en una curva de distribución normal

La influencia de la distribución de los ejes con respecto al borde por el que transcurren es altamente significativa en términos de las tensiones generadas en el pavimento,

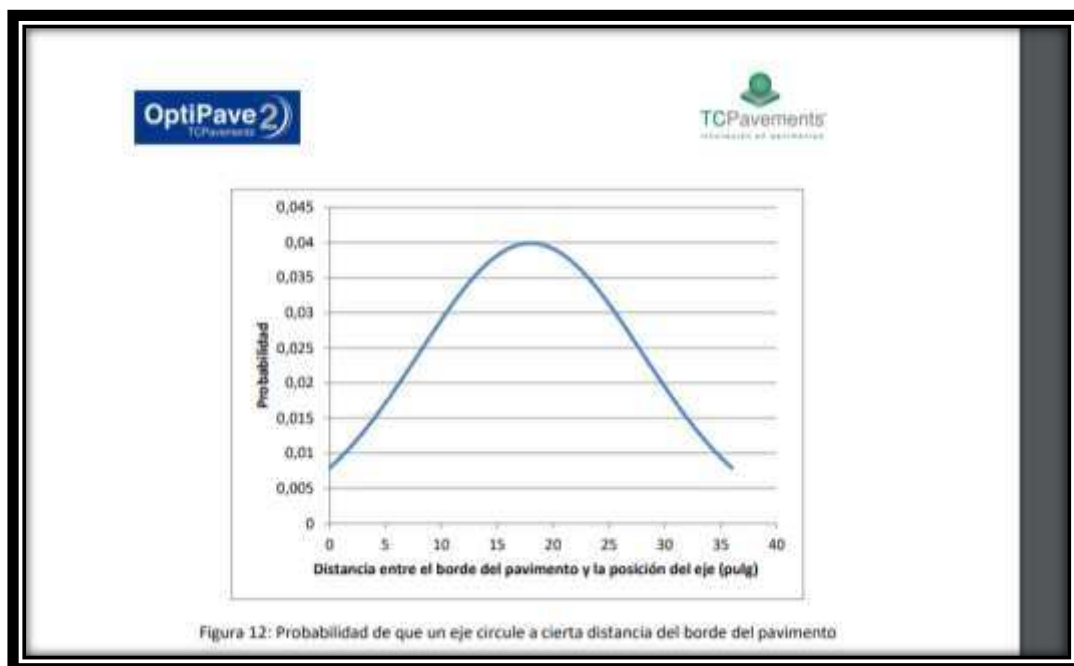
Figura 8.



La ubicación por la cual un eje transita varía según el tipo de pavimento. Normalmente, los ejes se desplazan por el centro de una vía, pero esta disposición

puede cambiar. Por ejemplo, en carreteras con un solo carril por sentido, es probable que los vehículos circulen más cerca del borde del pavimento que del centro de la vía. Sin embargo, en pavimentos con un ancho adicional donde las marcas de demarcación están separadas del borde, la circulación tiende a acercarse más al centro de la vía que al borde del pavimento. La probabilidad de que un vehículo transite a una distancia específica del borde del pavimento sigue una distribución estándar, con una media en la línea central de la vía.

Figura 9



a. **Ensayo de Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado (MTC E 107)**

Se realiza un análisis de la distribución de tamaños del agregado mediante el proceso de tamizado, según las especificaciones técnicas establecidas. A partir de esta distribución, es posible estimar, con diferentes niveles de precisión, otras propiedades relevantes. El objetivo del análisis granulométrico de un suelo es determinar los porcentajes de material que pasan a través de los diferentes tamices de la serie utilizada en el ensayo, hasta alcanzar el tamiz de 74 mm (Nº 200), según las normativas establecidas (MTC, 2016).

Tabla 2

*Categorización de suelos de acuerdo a la dimensión de sus partículas.*

<b>Tipo de Material</b>	<b>Tamaño de Partículas</b>
<b>Grava</b>	75 mm – 4,75 mm
<b>Arena:</b>	
<b>Arena Gruesa</b>	4,75 mm – 2,0 mm
<b>Arena Media</b>	2,00 mm – 0,425 mm
<b>Arena Fina</b>	0,425 mm – 0,075 mm
<b>Material Fino:</b>	
<b>Limo</b>	0,075 mm – 0,005 mm
<b>Arcilla</b>	< a 0,005 mm

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014, pág. 31.

**b. Ensayo de Determinación del Contenido de Humedad de un Suelo (MTC E 108)**

Se refiere a la proporción, expresada en porcentaje, del peso del agua contenido en una masa específica de suelo en relación con el peso de las partículas sólidas presentes en dicho suelo. Para determinar este contenido, se lleva a cabo un proceso que implica medir el peso del agua que se elimina al secar el suelo húmedo hasta que alcance un peso constante en un horno controlado a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C. El peso del suelo que queda después de este proceso de secado en el horno se considera como el peso de las partículas sólidas. La diferencia de peso experimentada durante el proceso de secado se interpreta como el peso del agua inicialmente presente en el suelo (MTC, 2016).

**c. Ensayo de Determinación del Límite Líquido de los Suelos (MTC E 110)** El punto en el que el suelo transita de su estado semilíquido a uno plástico, permitiendo su moldeabilidad, se define arbitrariamente como el contenido de humedad en el cual un surco formado al dividir una muestra de suelo se cierra a lo largo de su base en una distancia de 13 mm (1/2 pulgada) después de dejar caer una copa sobre la muestra 25 veces desde una altura de 1 cm, a una velocidad de dos caídas por segundo (MTC, 2016).

La determinación del límite líquido para cada muestra de suelo en términos de su contenido de humedad se lleva a cabo empleando una de las ecuaciones siguientes:

$$LL = W^n \quad (N)^{0.121} \quad \text{ó} \quad LL = k \cdot W^k \quad (2)$$

Donde:

N = Golpes necesarios para cerrar la ranura para el contenido de humedad.

Wn = Contenido de humedad del suelo.

K = Factor dado en la *Tabla 2*

Tabla 3

*Factor de corrección para límite líquido*

N (Número de golpes)	K (Factor para Límite Líquido)
20	0,974
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Fuente: MTC (2014).

#### **d. Ensayo de Determinación del Límite plástico (L.P.) de los Suelos e Índice de Plasticidad (I.P.) (MTC E 111)**

Se refiere al contenido de humedad más bajo con el cual es posible formar barritas de suelo de aproximadamente 3,2 mm (1/8 de pulgada) de diámetro. Esto se logra al rodar el suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa, como vidrio esmerilado, sin que las barritas se desintegren (MTC, 2016).

Para obtener esto, se debe calcular primero la media de dos valores de contenido de humedad. Si la diferencia entre estos dos valores excede el rango aceptable definido en la Tabla 3 para la precisión de un operador, se debe repetir el ensayo.



Índice de precisión y tipo de ensayo	Desviación estándar	Rango aceptable de dos resultados
Precisión de un operador simple		
Límite Plástico	0,9	2,6
Precisión Multilaboratorio		
Límite Plástico	3,7	10,6

Esto se determina como la media de los valores de humedad obtenidos en ambas mediciones. Este valor se representa como un porcentaje entero y se calcula de esa manera.

$$\text{Límite Plástico} = \frac{\text{Peso de agua} \times 100}{\text{Peso de suelo secado al horno}}$$

#### e. Ensayo de Proctor Modificado (MTC E 115)

Esta prueba determina la relación entre el contenido de agua y la densidad seca de un suelo, creando la curva de compactación. Se compacta el suelo en un molde con un pisón, generando una energía específica (MTC, 2016).

El molde tiene un diámetro de 101,6 o 152,4 mm (4 o 6 pulgadas), mientras que el pisón posee un peso de 44,5 N (10 lbf) y se deja caer desde una altura de 457 mm (18 pulgadas). La energía de compactación es de 2 700 kN-m/m<sup>3</sup> (5 6000 pie-lbf/pie).

#### f. Ensayo CBR de Suelos (Laboratorio) (MTC E 132)

Se detallan los métodos de ensayo para determinar el índice de resistencia de los suelos, conocido como el valor de la relación de soporte, abreviado como CBR (California Bearing Ratio). Este valor se refiere a la MDS (Máxima Densidad Seca) al 100% y a una penetración de carga de 1 pulgada (2.54 mm.) (MTC, 2016).

### Fatiga del concreto

La fatiga del concreto se produce por la aplicación repetida de cargas dinámicas, lo que genera esfuerzos que provocan la formación de microfisuras en el material, eventualmente conduciendo a su fractura. Los factores que influyen en la resistencia del pavimento hidráulico incluyen el número de ciclos de carga, así como la resistencia y el módulo de ruptura del concreto. Además, el grosor de la losa de concreto, el espaciado entre las juntas transversales, el soporte en los bordes de las losas, el soporte proporcionado por la subrasante, la presencia de aditivos, el tiempo de curado y la edad del concreto también tienen un impacto significativo (Anguas et al., 2002).

Esto puede ocasionar la aparición de grietas tanto transversales como longitudinales. Las grietas transversales suelen originarse desde los bordes del pavimento, siguiendo el curso de las juntas transversales, y pueden extenderse hasta el borde opuesto del pavimento. En contraste, las grietas longitudinales suelen formarse en el centro de las huellas dejadas por los vehículos.

### **Relación de esfuerzos**

La capacidad de resistencia de un concreto ante ciclos de carga y descarga hasta su punto de fallo depende del nivel de esfuerzos al que está sometido. Esta relación de esfuerzos, denominada SR, se define como la relación entre el esfuerzo máximo aplicado sobre la losa y el módulo de ruptura del concreto (Rao & Roesler, 2005).

$$SR = \frac{\sigma}{MR}$$

El módulo de ruptura del concreto indica el máximo nivel de tensión alcanzado en la parte más externa de la fibra cuando se somete a fuerzas de tracción. Se determina a través de pruebas de flexión realizadas a los 28 días en los tercios medios de la viga, aunque también es posible realizar el ensayo cargando la viga en su punto central. Durante este proceso, la viga se flexiona únicamente y se registra la carga máxima que puede soportar antes de experimentar una falla.

### **Repeticiones de carga**

La manera en que se aplican las cargas sucesivas tiene un impacto considerable en el resultado final del daño por fatiga. En otras palabras, el número total de ciclos de carga aplicados se ve afectado por el orden en que se aplican estas cargas (Anguas et al., 2002). Se toman en cuenta las variables para llevar a cabo el ensayo de fatiga (Austroads, 2012).

Cuando los móviles circulan en superficie del pavimento, generan fuerzas de tensión en las losas, pero no provocan compresión. Por lo tanto, las cargas solo se aplican en una dirección y no en ambas direcciones simultáneamente.

### **Método de la PCA**

En 1984, se introdujo una actualización en el procedimiento de diseño de espesores para carreteras y calles de concreto portland, basada en el método publicado en 1966 según Huang (2004). Para este proceso, se empleó un programa de elementos finitos denominado JSLAB, el cual se encargó de calcular los esfuerzos y deflexiones críticas. Estos cálculos, junto con ciertos criterios de diseño, fueron utilizados para generar tablas y gráficos de diseño. Los criterios de diseño se derivaron del diseño general del pavimento, así como de investigaciones previas sobre rendimiento y estudios de fallas en el pavimento, incluyendo relaciones entre el rendimiento de los pavimentos en la prueba de carretera AASHTO. Los desafíos de diseño pueden ser abordados manualmente mediante el uso de tablas y gráficos, o mediante hojas de cálculo o software especializado disponible.

### **Modelos de análisis de fatiga**

Los enfoques mecánicos para estudiar la fatiga se basan en la teoría del deterioro de la losa para predecir su eventual fallo por fatiga. La ecuación para calcular este deterioro acumulado, propuesta por Miner y discutida por Rao y Roesler en 2005, ha sido ampliamente empleada en la evaluación y diseño de pavimentos.

La fatiga del concreto está afectada por varios factores, como la magnitud y la ubicación de las cargas que generan los esfuerzos críticos. Para evaluar la fatiga, se utiliza el concepto de daño acumulativo, que implica la suma del daño causado por cargas de diferentes magnitudes aplicadas en condiciones variables. Sin embargo, este enfoque asume un aumento lineal en el daño con el tiempo. La Ley de Miner, una ecuación utilizada por la Portland Cement Association para calcular el daño acumulado, refleja esta relación.

### **Daño por fatiga**

Según la Ley de Miner, se espera que los materiales fallen cuando el daño acumulado por fatiga alcance el valor de uno. Sin embargo, debido a la variabilidad inherente del concreto y a la influencia de múltiples factores en la fatiga, la fractura puede ocurrir tanto para valores menores como mayores que uno.

Por tanto, el daño se manifiesta cuando la suma de las relaciones de daño alcanza el valor de 1.00 o el 100% si se expresa como porcentaje. Sin embargo, debido a las variaciones intrínsecas del concreto y la influencia de diversos factores en la fatiga, el

daño no siempre resultará inmediatamente cuando la proporción alcance precisamente el valor del 100%. En el caso de utilizar los valores promedio de parámetros para el diseño, una relación de daños del 100% indica una probabilidad de fallo del 50%. En otras palabras, se prevé que ocurran grietas por fatiga en el 50% del área en tales condiciones.

### **Modelos de elementos finitos EverFE 2.25**

Los modelos de elementos finitos utilizando el software de modelado tridimensional elástico EverFE 2.25 fueron validados mediante el método analítico propuesto por Westergaard en 1948. Las Figuras 2, 3, 4 y 5 muestran los elementos finitos empleados en el software, según lo descrito por Davids, Wang, Turkiyyah, Mahoney y Bush en 2003. EverFE 2.25 es capaz de trabajar con mallas de diferentes niveles de refinamiento y consta de 6 interfaces que realizan diversas funciones:

- a) Geometry incluye una herramienta CAD que facilita la construcción de un modelo geométrico, permitiendo la introducción de datos característicos de las capas y la definición de los límites del dominio del modelo.
- b) Material almacena los parámetros de rigidez, densidades, coeficiente de expansión térmica del concreto hidráulico y las condiciones de unión entre las capas de material.
- c) Loading guarda los parámetros de carga, tales como el tipo de eje, el lado y ancho del contacto de rueda (definido como un área de contacto rectangular), la ubicación en el plano x-y de la losa y las cargas debidas a la temperatura.
- d) Dowel incluye los parámetros de rigidez y geometría de los conectores de las juntas, así como las condiciones de unión entre los conectores y el concreto hidráulico de la losa.
- e) Interlock almacena la apertura de las juntas con su correspondiente rigidez, junto con la opción de modelado lineal o no lineal.
- f) Meshing calcula los parámetros del mallado.
- g) Solver ejecuta el solucionador de los elementos finitos.
- h) Results permite obtener los resultados del análisis realizado.

Los procedimientos habituales en el proceso de análisis de problemas utilizando EverFE 2.25 implican los siguientes pasos: ingresar los datos de dimensionamiento, incluyendo el número de capas, condiciones de frontera, espesores y parámetros de

rigidez; considerar otros factores relacionados con el material como densidades y coeficiente de expansión térmica del concreto hidráulico; especificar la carga, el ancho y largo del área de contacto (con el programa trabajando con un área de contacto rectangular); establecer el espaciamiento de las llantas y la carga debida a la temperatura; definir las dovelas y barras de amarre con sus propiedades geométricas, de rigidez y de unión con el concreto hidráulico; determinar la rigidez y apertura de las juntas; seleccionar la combinación de mallado; ejecutar el solucionador; y finalmente, obtener el resultado del análisis (Davids, 2000).

### Funciones de transferencia PCA

Las funciones de transferencia de la Portland Cement Association (PCA) (Packard & Tayabji, 1985), usadas para calcular el número permitido de repeticiones de carga.

$$N_f = 10^{\frac{11.797 - 12.027(\frac{\sigma}{S_c})}{5}} \text{ para } \frac{\sigma}{S_c} \geq 0.55 \quad (6)$$

$$N_f = \left( \frac{4.2577}{\frac{\sigma}{S_c} - 0.4325} \right)^{3.268} \text{ para } 0.45 \leq \frac{\sigma}{S_c} < 0.55 \quad (7)$$

$$N_f = \text{Sin límite para } \frac{\sigma}{S_c} \leq 0.45 \quad (8)$$

Donde  $N_f$  número de repeticiones de carga permitidos,  $\sigma$  esfuerzo de tensión aplicado,  $S_c$  módulo de rotura del concreto y  $\frac{\sigma}{S_c}$  relación de esfuerzo.

### Rehabilitación de Pavimentos

#### Losas optimizadas como capa de refuerzo No-Adherida

Como lo dice la Asociación de Pavimentos de Concreto y el Centro Tecnológico Nacional de Pavimentos de Concreto.

La Rehabilitación con losas de concreto no adheridas es:

1. Rentable.
2. Se pueden construir de forma rápida y conveniente.
3. Son fáciles de mantener.

#### 4. Mejoran la sustentabilidad

##### **CAPAS DE REFUERZO CON HORMIGON**

La utilización de capas de refuerzo con hormigón puede ser una opción sostenible y rentable para optimizar la gestión del patrimonio, mediante la implementación de técnicas de conservación, rehabilitación y la aplicación de capas adicionales de refuerzo. Estas capas ayudan a promover prácticas constructivas más sostenibles al extender la vida útil de los pavimentos más allá de lo previsto inicialmente en el diseño original.

Figura 10 Vía deteriorada



Figura 11 Vía rehabilitada con capa de refuerzo



### **Capa de refuerzo No adherida**

El objetivo de la capa de refuerzo no adherida es recuperar la capacidad estructural de un pavimento preexistente que se encuentra en un estado de deterioro que va desde moderado hasta severo.

El refuerzo actúa de manera similar a un pavimento recién construido, mientras que el pavimento existente sirve como una base estable.

- **Pavimento subyacente: ASFALTO**

La existencia de adherencia parcial o total entre el refuerzo de hormigón y la capa de asfalto subyacente no debería causar problemas; de hecho, esta adherencia ofrece al sistema una capacidad adicional para resistir cargas. Sin embargo, las capas de refuerzo con hormigón que no están diseñadas ni construidas para adherirse al pavimento asfáltico o al pavimento compuesto no tienen como objetivo evitar específicamente la adherencia entre las capas.

- **Pavimento subyacente: HORMIGÓN**

Los refuerzos de hormigón no adherido se diseñan y construyen con precaución para evitar cualquier tipo de adherencia entre las dos capas de hormigón. Esta precaución se debe a que cualquier adherencia entre las capas podría generar tensiones en el refuerzo, lo que podría provocar la formación de grietas no deseadas debido a la reflexión de tensiones.

## Tipos de Capas de Refuerzo con Hormigón No Adheridas



### Beneficios de las capas de refuerzo

1. Los refuerzos de hormigón consistentemente proveen soluciones rentables
2. Pueden construirse de manera rápida y conveniente
3. Son fáciles de mantener
4. Las capas de refuerzo con hormigón constituyen un enfoque eficaz para mejorar la sostenibilidad del pavimento al incrementar la reflectividad de la superficie, prolongar la vida útil estructural, mejorar la estabilidad del perfil superficial y conservar la calidad del rodaje.
5. Pueden servir, por sí mismas, como soluciones de mantención preventiva, preservación o rehabilitación



Avances en la tecnología de rehabilitación con hormigón incluyen:

- Evaluación y preparación de pavimentos existentes para refuerzos con hormigón.
- Mejoras en los métodos de colocación de refuerzos de hormigón.
- Mejorías en los métodos de diseño.
- Incorporación de tecnología de fibra sintética.
- Aumento en la construcción de capas de refuerzo con hormigón reforzado con fibras, ya que contribuyen al comportamiento de refuerzos delgados.
- Mantenimiento del pavimento existente con impacto mínimo en el medio ambiente, al no generar residuos.
- Reducción de los tiempos de interrupción para los usuarios durante la construcción en comparación con la reconstrucción de un pavimento.
- Capacidad de las capas de refuerzo con hormigón para mantener la calidad de rodadura durante muchos años, generando beneficios sociales.
- Costos por ciclo de vida típicamente más bajos para refuerzos con hormigón en comparación con refuerzos con pavimentos de asfalto, considerando una vida de diseño equivalente.

Examen Visual



Cómo mínimo, los siguientes factores causantes del deterioro deben registrarse:

### **1. Apoyo existente y deterioro localizado**

- Es fundamental garantizar que tanto el pavimento subyacente como la subrasante/subbase ofrezcan un soporte uniforme.
- La información recopilada en esta etapa se utiliza para determinar qué tipos y en qué medida se necesitan los ensayos de campo.
- Se debe prestar especial atención a cualquier deterioro presente en la superficie de una capa asfáltica, ya que el asfalto tiende a reflejar de manera precisa los problemas existentes en las áreas subyacentes.
- Se deben abordar problemas derivados de un drenaje insuficiente.
- Es necesario considerar la posibilidad de la Reacción Álcali-Silice (ASR).
- Se deben atender las grietas por durabilidad (D-cracking) en el hormigón.

### **2. Restricciones Verticales**

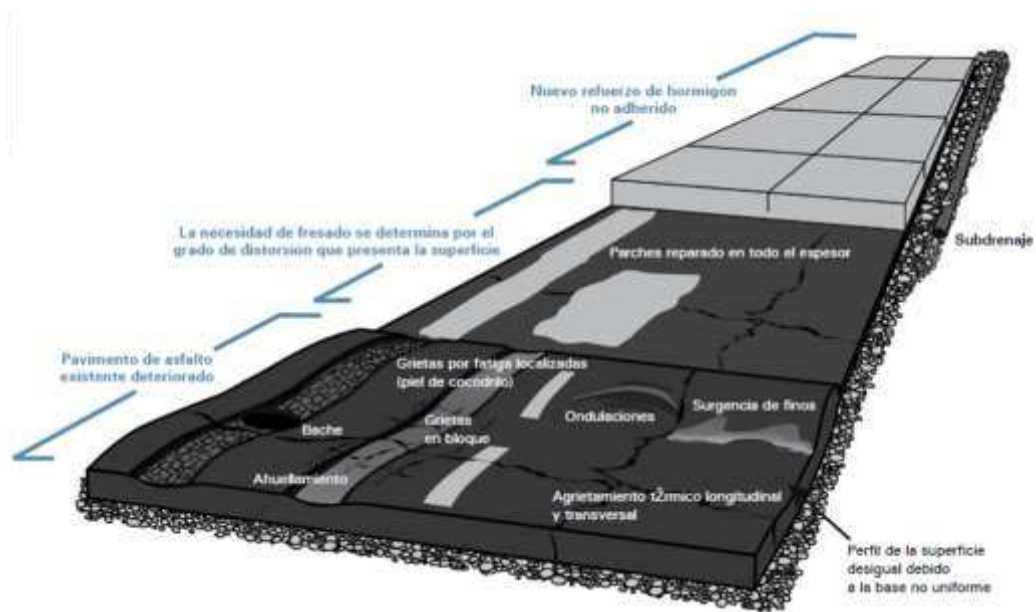
- Deben considerarse los efectos del cambio de rasante
- Estructuras de puentes
- Barreras metálicas, barreras de cable y mediana
- Cunetas y soleras
- Entradas de aguas lluvias
- Conductos de drenaje y alcantarillas
- Taludes de seguridad y fosos

### **3. Perfil de la Rasante**

- Examinar el perfil de la rasante actual; cualquier desviación considerable en ciertas áreas requerirá una investigación adicional a través del análisis de muestras.

### **Refuerzo No Adherido a Pavimentos Asfálticos**

Asfalto que podría considerarse para recibir un refuerzo con hormigón no adherido, junto con las reparaciones previas típicamente adecuadas.



## LOSAS CORTAS

Reducen el alabeo del pavimento de concreto.

Reduce las tensiones de 2 set de Ruedas (OptiPave)

## Capas de Refuerzo con Hormigón

Caracterización del Pavimento Existente

### Propiedades de los Materiales:

- Resistencia a la flexotracción a 28 días
- Modulo de Elasticidad
- Macro-Fibra Estructural
- coeficiente de expansión térmica (CTE) del hormigón

### Factores Climáticos

- Situación Climática donde se emplaza el proyecto
- Alabeo de las Losas

## CAPÍTULO III. METODOLOGIA

### 3.1. **Ámbito**

El ámbito de estudio para la investigación se define de manera específica y geográfica, centrándose en Av. Túpac Amaru situadas en el distrito de Amarilis, en la Provincia de Huánuco, dentro del Departamento de Huánuco.

Este enfoque geográfico delimita claramente el alcance de la investigación, concentrándose en una región específica de importancia, que es el distrito de Amarilis, en la Provincia de Huánuco, en el Departamento de Huánuco. La elección de esta avenida indica la relevancia de abordar problemas asociados con la infraestructura vial en entornos urbanizados y con características específicas.

### 3.2. **Población**

Según Danel (2015), la población se define como el conjunto del cual se obtendrán conclusiones y sobre el cual se realizarán inferencias.

En el caso específico de la Av. Túpac Amaru, ubicada en el Distrito de Amarilis, la población de interés sería el pavimento flexible de esta avenida. Esta vía está constituida por una sola calzada, que cuenta con 2 carriles de circulación.

El pavimento flexible de la Av. Túpac Amaru tiene una longitud total de 1,500.00 metros y un ancho de 6.10 metros, lo que resulta en un área total de 9,150.00 metros cuadrados. Esta área comprende la superficie del pavimento flexible sobre la cual se llevarán a cabo las evaluaciones y análisis correspondientes en el estudio de rehabilitación utilizando la metodología de Whitetopping.

### 3.3. **Muestra**

Para Según Manterola y Otzen (2017), en las técnicas de muestreo no probabilístico, la selección de los elementos a estudiar se basa en aspectos específicos y en las consideraciones que el investigador estime pertinentes.

De acuerdo con la definición de Ventura (2017), una muestra se refiere a un conjunto más pequeño de elementos tomados de una población más grande para su análisis. En este caso, la muestra utilizada consiste en la totalidad de la población.

En el estudio llevado a cabo en la Av. Túpac Amaru, se optó por utilizar el método de muestreo no probabilístico. Esta elección se fundamentó en la evaluación directa de todos los daños presentes en la vía. En lugar de seleccionar puntos de forma aleatoria, se examinaron todos los sectores del pavimento flexible de la avenida para identificar y registrar los diversos tipos de deterioros existentes. Esta estrategia permitió obtener una comprensión completa y detallada del estado del pavimento, lo que facilita el diseño de medidas de rehabilitación específicas y adecuadas para la Av. Túpac Amaru.

### **Tipo de Muestreo**

Se utilizó un muestreo no probabilístico

## **3.4. Nivel, y tipo de estudio**

### **Nivel de estudio**

El nivel de investigación es el descriptivo – explicativo, aplicando el principio de causalidad (causa – efecto).

Enfoque: El tipo de estudio es de enfoque cuantitativo.

### **Tipo de estudio**

Según la Biblioteca Duoc UC (2018), este proyecto de investigación se categoriza como aplicado, dado que su propósito es emplear conocimientos o teorías para resolver una problemática o necesidad particular. En este contexto, se utilizará la normativa ASTM D6433-20 y se pondrá en práctica el método Whitetopping con el fin de ofrecer soluciones a los desafíos relacionados con el tráfico vehicular en la Avenida Túpac Amaru.

### **Diseño de investigación**

#### **Diseño de estudio**

Dado el objetivo de la investigación, esta se clasifica como no experimental u observacional en el contexto de la Avenida Túpac Amaru. Esto implica que no se llevarán a cabo ensayos in situ ni se aplicará directamente el diseño al tramo de la

vía, sino que nos basaremos en estudios previos similares, considerando el clima y el diseño de la estructura del pavimento presentes en esta avenida.

### **3.5. Métodos, técnicas e instrumentos**

#### **Método**

Por la naturaleza de los datos y la información es cuantitativo. Según Neill y Cortez (2018) es un método de indagación que busca a poner a prueba hipótesis mediante herramientas de análisis estadístico y matemático para detallar, predecir y explicar fenómenos a través de datos numéricos. Mientras que acorde al tipo de inferencia será deductivo, que tal como expresa Prieto (2017) es una averiguación que usa un pensamiento que parte del razonamiento más general centrado en principios o leyes a un hecho particular, vale decir este proceso lógico permite generar conclusiones, partiendo de una serie de principios.

#### **Técnicas**

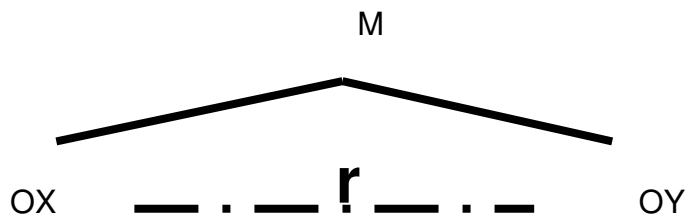
Las técnicas de tomas de datos abarcan acciones y procedimiento que le facilita al indagador conseguir la información precisa para dar respuesta a su cuestionamiento formulada en la investigación (S. Hernández & Duana, 2020). Para esta investigación las técnicas que fueron empleadas son: la observación y el análisis documental.

- La observación es una técnica muy usada en el campo de la ingeniería vial, ya que permite analizar los problemas que dañan a la carretera en estudio. Observación directa porque nos permitió observar y describir las características de geometría del pavimento a diseñar en el comportamiento estructural en base a la contracción del concreto y alabeo térmico
- Observación de pruebas de estudios de suelos, análisis del expediente técnico, para que luego sean procesados, analizados e interpretados.
- A través del análisis documental, se logró extraer nociones de los textos de consultas, artículos de investigación e informes publicados.
- Para el estudio de la condición del pavimento se usará la técnica de observación más un formato de evaluación según las condiciones del pavimento y equipos de medidas como: wincha, regla y varilla para determinar el nivel de severidad del pavimento.

#### **Instrumentos**

Para esta averiguación los instrumentos que fueron usados para la toma de datos ya sea en campo como en laboratorio son los cuestionarios. El instrumento utilizado en la investigación es la ficha que fue validada por el juicio de expertos.

Mediante la aplicación de cuestionarios a la población de estudio.



Dónde:

M=Muestra de estudio

Ox=aplicación de la metodología Whitetoping

Oy=pavimento de la Av. Túpac Amaru

R=Relación entre las dos variables

### 3.6. Validación y confiabilidad del instrumento

La validación se realizará a través del juicio de expertos por 3 ingenieros civiles egresados de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Este es un método útil para demostrar la validación del instrumento, debido a que se basara en la opinión informada de especialistas de la materia que podrán dar datos, valoraciones, evidencias y juicios.

### 3.7. Procedimiento

Los procedimientos seguidos para la realización de la investigación incluyeron:

Realización de mediciones en la carretera.

Evaluación del pavimento flexible utilizando la metodología del Índice de Condición del Pavimento.

Siguiendo las directrices proporcionadas por la Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales (2020)

1. División del pavimento en unidades de muestra: Se dividió el pavimento en secciones de muestra de tamaño uniforme para garantizar la precisión en el cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI).

2. Selección de unidades de muestra: Se inspeccionaron todas las secciones de muestra para determinar el PCI promedio y estimar las necesidades de mantenimiento y reparación.
3. Registro de defectos en el pavimento: Se registraron los defectos según su clase y severidad.
4. Cálculo de la densidad de los defectos: Se calculó el porcentaje de defectos en cada sección de muestra.
5. Evaluación de los valores deducidos: Se determinó la severidad y densidad de los defectos utilizando curvas de valores deducidos.
6. Establecimiento del número máximo permisible de valores deducidos: Se calculó el máximo número permitido de defectos deducidos

$$\text{Formula: } m = 1 + 9/98 * (100 - \text{HDVi})$$

Donde:

m: Número máximo permisible de valores deducidos

HDVi: Valor deducido mayor

7. Para obtener el valor deducido corregido máximo, se determinó la cantidad de valores deducidos (q) que eran mayores a 2. Luego, se redujo a 2 el valor deducido más bajo que excedía 2, repitiendo este proceso hasta que solo quedara un valor deducido mayor a 2. Se calculó el valor deducido total (VDT) sumando todos los valores deducidos obtenidos. Utilizando el VDT y q según lo especificado en la curva de CDV, se determinó el valor deducido corregido (CDV). El valor deducido corregido máximo (CDV máx.) es el valor más alto obtenido de todos los CDV calculados.
8. Evaluación del estado del pavimento

$$\text{Formula: } \text{PCI} = 100 - \text{CDV máx.}$$

Donde:

PCI: Índice de condición del pavimento.

CDV máx.: Valor deducido corregido máximo.



## Aplicación del método Whitetopping

Mediante los datos obtenidos del estudio la subrasante y el estudio de tráfico, se realizó el diseño de la sobrecarpeta de concreto mediante el método AASHTO 93. El cual mediante nuestro asesor externo nos facilito el programa OPTIPAVE 2 para la propuesta de diseño.

Figura 12.



El sistema TCP consiste en optimizar el espesor de los pavimentos, considerando la relación entre la ubicación relativa de las cargas de las ruedas y la geometría de las losas del pavimento, donde: cada losa solo cargue un set de ruedas. Los cálculos se han ejecutado utilizando el sistema TCP, mediante el software de diseño OPTIPAVE ®, que se basa en un análisis de elementos finitos, especial para análisis de pavimentos de caminos apoyados en el suelo.

Filosofía del método utilizado en el diseño de estructuras de pavimento.

Se basa en los siguientes objetivos básicos:

Optimice estructuralmente la respuesta a las solicitudes de carga y funciones de soporte.

Desde el punto de vista constructivo, es necesario asegurarse de que cumpla con las características y condiciones técnicas del proyecto.

## 8.1. PARAMENTROS DE DISEÑO

- DISEÑO

<b>Diseño</b>	
<i>Vida de Diseño</i>	20
<i>Largo Losa (m)</i>	1.80
<i>Espesor Losa (mm)</i>	102
<i>Tipo de Borde</i>	Libre
<i>Losa Exterior con Sobreancho</i>	No
<i>Barras de Transferencia de Carga</i>	No
<i>Dren Lateral</i>	No
<i>Interfaz Pavimento-Base</i>	No Adherido
<i>IRI Inicial de Construcción (m/km)</i>	1.8
<i>Porcentaje Maximo de Losas Agrietadas Admisible</i>	30%
<i>IRI Máximo Permitido (m/Km)</i>	3.5
<i>Escalonamiento Promedio Máximo Permitido (mm)</i>	5.0
<i>Confiabilidad de Diseño</i>	80%

- TRÁFICO

<b>Tráfico</b>	
<i>Método de Análisis de Tráfico</i>	Ejes Equivalentes
<i>Clasificación del Tráfico</i>	STREETPAVE RESIDENTIAL
<i>Tasa de Crecimiento Anual de Tráfico</i>	2%
<i>Distancia Huella a Línea de Demarcación (cm)</i>	450
<i>Desv. Estándar de la Distribución Lateral del Tráfico (cm)</i>	250

- **HORMIGON**

<b>Hormigón</b>	
<i>Tipo de Ensayo de Resistencia</i>	<i>Flexotracción</i>
<i>Edad de Ensayo</i>	<i>28 Días</i>
<i>Resistencia (Mpa)</i>	<i>4.7</i>
<i>Confiabilidad Diseño de Hormigón</i>	<i>80%</i>
<i>Desviación Estándar Diseño de Hormigón (Mpa)</i>	<i>0.4</i>
<i>Aumento Resistencia 29 a 90 Días</i>	<i>1.1</i>
<i>Módulo de Elasticidad (Mpa)</i>	<i>29,000</i>
<i>Peso Específico (Kg/cm3)</i>	<i>2,400</i>
<i>Módulo de Poisson</i>	<i>0.15</i>
<i>Coefficiente de Dilatación Térmico (1/°C)</i>	<i>1.00E-05</i>
<i>Retracción a 365 Días (micr)</i>	<i>700</i>
<i>Contenido de Aire</i>	<i>3%</i>
<i>Relación Agua/Cemento</i>	<i>0.45</i>
<i>Resistencia Final (Mpa)</i>	<i>5.5</i>
<i>Fibra Estructural</i>	<i>Sí</i>
<i>Método Calculo Fibra</i>	<i>ASTM 1609</i>
<i>Resistencia Residual (Mpa)</i>	<i>1</i>

<b>Clima</b>	
<i>Pais</i>	<i>generic</i>
<i>Zona</i>	<i>dry_nonfreeze</i>
<i>Gradiente Equivalente de Construcción (°C)</i>	<i>-10</i>
<i>Temperatura Media Invierno (°C)</i>	<i>15</i>
<i>Temperatura Media Verano (°C)</i>	<i>25</i>
<i>Temperatura Fraguado del Hormigón (°C)</i>	<i>40</i>
<i>N° de Días al año Con Precipitaciones</i>	<i>180</i>
<i>Índice de Congelamiento de la Base</i>	<i>0%</i>

<b>Suelo</b>	
<i>N° Capas</i>	1
<i>Resistencia a la Erosión</i>	3
<i>Coefficiente de fricción Pavimento-Base</i>	0.65
<i>Porcentaje Material Fino</i>	0%
<i>Subrasante</i>	
<i>Módulo Resiliente Invierno (Mpa)</i>	90
<i>Módulo Resiliente Verano (Mpa)</i>	108
<i>Módulo Poisson</i>	0.35
<i>Base</i>	
<i>Módulo Resilente (Mpa)</i>	320
<i>Módulo de Poisson</i>	0.35
<i>Espesor (mm)</i>	150.0

### 3.8. Tabulación y análisis de datos

Leguía y Pacheco (2016) utilizaron una hoja de cálculo para procesar la información de acuerdo con la metodología PCI, y presentaron los resultados mediante gráficos de columnas, barras y tablas, utilizando el software Microsoft Excel.

Se procesó la información recolectada en el campo utilizando una hoja de cálculo siguiendo el procedimiento definido por la norma ASTM D6433-20 y el enfoque del diseño del Whitetopping. Se utilizó el programa Microsoft Excel para almacenar los datos y crear tablas y gráficos basados en los resultados obtenidos, facilitando así el análisis de los mismos.

### 3.9. Consideraciones éticas

Este trabajo académico se compromete principalmente a respetar la propiedad intelectual de los autores, empleando técnicas adecuadas como el parafraseo, las citas textuales y las referencias bibliográficas. Además, la investigación se adhiere a los principios de bioética, garantizando que el desarrollo del estudio genere beneficios, evite causar daños o perjuicios, y busque en última instancia preservar la seguridad y la salud de las personas.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### UBICACIÓN

La zona donde se llevó a cabo la propuesta de rehabilitación mediante el método Whitetopping se encuentra en el distrito de Amarilis, provincia de Huánuco, departamento de Huánuco, específicamente en la Avenida Túpac Amaru.

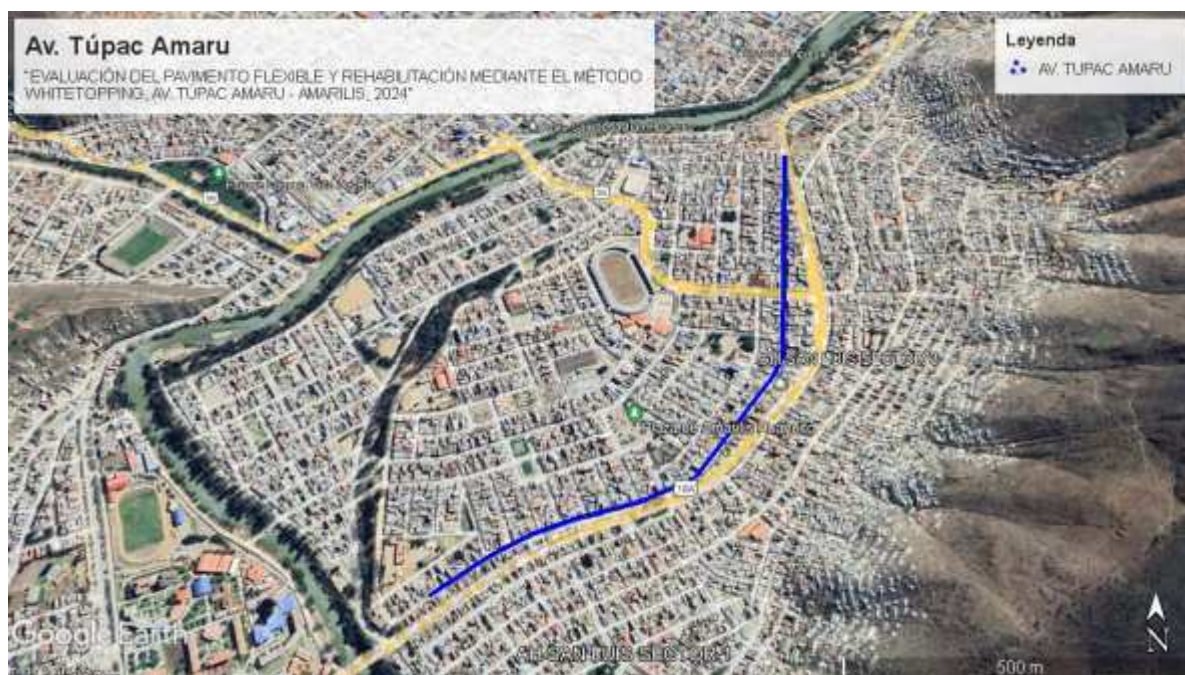


Figura 13. Ubicación del proyecto de investigación, avenida Túpac Amaru. Adaptado de "Google Earth Pro".

### Característica de la zona de estudio

La carretera consiste en una vía de dos carriles, con una longitud de 1500 metros y un ancho de 6.10 metros. Está pavimentada con un material flexible y se tomó la longitud completa de la avenida Túpac Amaru como muestra para el análisis.

### Índice de Condición del Pavimento

El pavimento flexible de la avenida Túpac Amaru fue examinado, dividiéndolo en seis secciones de muestra para aplicar la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI).

## CARACTERÍSTICA DE LA ZONA DE ESTUDIO

La carretera consiste en una vía de dos carriles, que abarca una longitud de 1.5 kilómetros y tiene un ancho de 6.10 metros. Está pavimentada con un material flexible y se tomó la longitud completa de la avenida Túpac Amaru como muestra para el análisis.

## ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

Se examinó el pavimento flexible de la avenida Túpac Amaru, el cual se dividió en seis secciones de muestra para aplicar la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI).

Tabla 4

*Estado del Pavimento –Av. Túpac Amaru*

Índice de Condición del Pavimento –Av. Túpac Amaru				
Unidad de muestra	Progresiva Inicial	Progresiva Final	Índice de Condición de Pavimento	Condición
UM-01	0+000	0+250	63	Bueno
UM-02	0+250	0+500	52	Regular
UM-03	0+500	0+750	46	Regular
UM-04	0+750	1+000	15	Muy malo
UM-05	1+000	1+250	40	Malo
UM-06	1+250	1+500	14	Muy malo
Índice de Condición promedio			38.33	Malo

Nota. Valores para el estado del pavimento de cada unidad de muestra y valores de condición medio de la zona en estudio, el cual se obtiene un total de 38.33, ubicándose como un pavimento de estado Malo.

Fuente: Elaboración propia

## CANTIDAD DE FALLAS EN LAS UNIDADES DE MUESTRA

Se observó la cuantía de errores, dependiendo del nivel y tipo de severidad ubicadas en las 6 muestras del pavimento flexible de la avenida Túpac Amaru.

Tabla 5

*Cuantía de fallas en UM-01*

Unidad de muestra 01			
Fallas	Severidad	Medición	Cantidad
Meteorización	baja	m <sup>2</sup>	12.15
Grietas longitudinales y transversales	baja	m	8.30
Huecos	baja	und	2.00
Piel de cocodrilo	baja	m <sup>2</sup>	13.47

Nota. Cuantía de fallas halladas en la unidad de muestra 1. Fuente: Elaboración propia

Tabla 6

*Cantidad de fallas en UM-02*

Unidad de muestra 02			
Fallas	Severidad	Medición	Cantidad
Parcheo	baja	m <sup>2</sup>	2.44
Parcheo	baja	m <sup>2</sup>	3.75
Grietas longitudinales y transversales	baja	m	8.52
Piel de cocodrilo	baja	m <sup>2</sup>	11.95
Huecos	baja	und	6

Nota. Cuantía de fallas halladas en la unidad de muestra 2. Fuente: Elaboración propia

Tabla 7

*Cantidad de fallas en UM-03*

Unidad de muestra 03			
Fallas	Severidad	Medición	Cantidad
Piel de cocodrilo	media	m <sup>2</sup>	11.07
Parcheo	media	m <sup>2</sup>	14.15
Meteorización	media	m <sup>2</sup>	18.14
Piel de cocodrilo	baja	m <sup>2</sup>	11.14

Nota. Cuantía de fallas halladas en la unidad de muestra 3. Fuente: Elaboración propia

Tabla 8

*Cantidad de fallas en UM-04*

Unidad de muestra 04			
Fallas	Severidad	Medición	Cantidad
Huecos	media	und	16.00
Meteorización	media	m <sup>2</sup>	26.07
Piel de cocodrilo	baja	m <sup>2</sup>	14.84
Grieta de borde	media	m	4.75
Parcheo	baja	m <sup>2</sup>	9.86

Nota. Cuantía de fallas halladas en la unidad de muestra 4. Fuente: Elaboración propia



Tabla 9

*Cuantía de fallas en UM-05*

Unidad de muestra 05			
Fallas	Severidad	Medición	Cantidad
Grietas longitudinales y transversales	baja	m	6.40
Piel de cocodrilo	baja	m <sup>2</sup>	9.49
Meteorización	baja	m <sup>2</sup>	10.21
Huecos	baja	und	7.00
Parqueo	baja	m <sup>2</sup>	8.86
Piel de cocodrilo	media	m <sup>2</sup>	8.19

Nota. Cuantía de fallas halladas en la unidad de muestra 5. Fuente: Elaboración propia

Tabla 10

*Cuantía de fallas en UM-06*

Unidad de muestra 06			
Fallas	Severidad	Medición	Cantidad
Meteorización	media	m <sup>2</sup>	43.32
Grieta de borde	media	m	10.06
Piel de cocodrilo	media	m <sup>2</sup>	8.87
Huecos	alta	und	6.00
Grietas longitudinales y transversales	alta	m	6.83
Grietas longitudinales y transversales	media	m	15.20
Grieta de borde	alta	m	9.08

Nota. Cuantía de fallas halladas en la unidad de muestra 6. Fuente: Elaboración propia

Cantidad de daños presentes en el total del pavimento asfáltico de la avenida Túpac Amaru.

Tabla 11

*Cuantía de fallas totales en el pavimento flexible – Av. Túpac Amaru*

Fallas Totales en el pavimento flexible – avenida Túpac Amaru			
Fallas	Severidad	Medición	Cantidad
Piel de cocodrilo	baja	m <sup>2</sup>	60.89
Piel de cocodrilo	media	m <sup>2</sup>	28.13
Grieta de borde	media	m	14.81
Grieta de borde	alta	m	9.08
Grietas longitudinales y transversales	baja	m	23.22
Grietas longitudinales y transversales	media	m	15.2
Grietas longitudinales y transversales	alta	m	6.83
Parqueo	baja	m <sup>2</sup>	24.91
Parqueo	media	m <sup>2</sup>	14.15
Huecos	baja	und	15
Huecos	media	und	16
Huecos	alta	und	6
Meteorización	baja	m <sup>2</sup>	22.36
Meteorización	media	m <sup>2</sup>	87.53

Nota. Cuantía de fallas totales en el pavimento flexible de la Av. Túpac Amaru.

Fuente: Elaboración propia

Se hicieron dos calicatas en el av. Tupac Amaru con el fin de realizar estudios de mecánica de suelos. Para la prueba de análisis del tamaño de partícula del tamiz, los resultados son los siguientes:

### CALICATA N°1:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
TAMIZ Nº	Tamiz (mm)	Peso Retenido	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
3"	76.20	0.00	100.00	0.00	0.00
2"	50.80	0.00	100.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.10	0.00	100.00	0.00	0.00
1"	25.40	146.70	90.64	9.36	9.36
3/4"	19.05	35.60	88.37	11.63	2.27
1/2"	12.70	36.70	86.02	13.98	2.34
3/8"	9.53	14.90	85.07	14.93	0.95
1/4"	6.35	23.30	83.59	16.41	1.49
No 4	4.76	18.00	82.44	17.56	1.15
No 10	2.00	48.80	79.32	20.68	3.11
No 20	0.84	55.00	75.81	24.19	3.51
No 30	0.59	57.40	72.15	27.85	3.66
No 40	0.43	77.40	67.21	32.79	4.94
No 50	0.30	135.90	58.54	41.46	8.67
No 60	0.25	41.90	55.86	44.14	2.67
No 100	0.15	122.00	48.08	51.92	7.79
No 200	0.07	20.40	46.78	53.22	1.30
CAZULETA	0.00	733.0	0.00	100.00	46.78
TOTAL		1567.00			

Peso de la muestra Húmeda	1720.60 gr
Peso de la muestra Seca:	1567.00 gr
Peso de la muestra Seca Lavada	998.70 gr
Peso de la Tara	143.00 gr

LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO			
Límite líquido LL	NP	Cantidad de Grava	17.56%
Límite plástico LP	NP	Cantidad de Arena	35.66%
Ind. de Plasticidad IP	NP	Cont. de Limo-Arcilla	46.78%
Material granular equivalente a:			53.22%

Pasa tamiz Nº 4 :	72.15 %
Pasa tamiz Nº 200:	46.78 %
D60(díámetro efectivo):	0.32 mm
D30(díámetro efectivo):	mm
D10(díámetro efectivo):	mm
Coef. de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

OBSERVACIONES:	
Humedad:	9.80%

Figura 14. Análisis granulométrico de la calicata N°1



Figura 15. Gráfico de la granulometría con malla estándar.

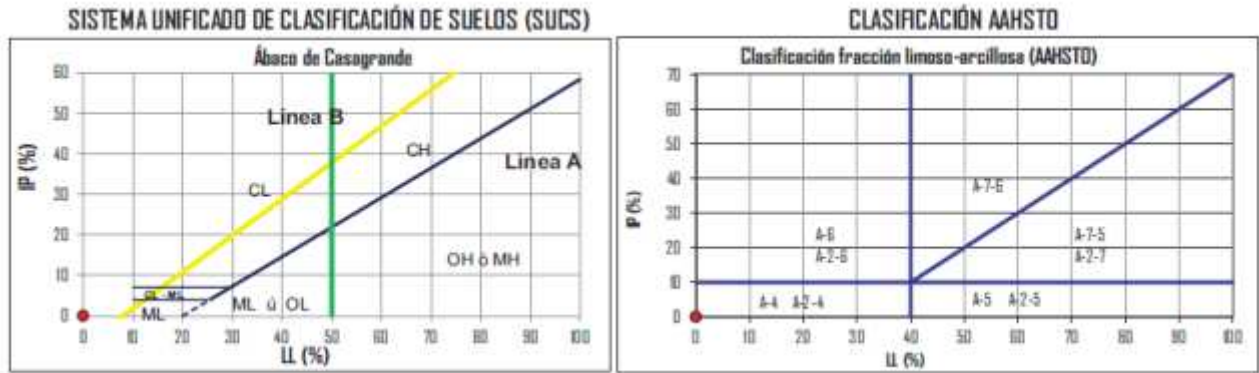


Figura 16. La clasificación de suelo según S.U.C.S se tiene un suelo GRAVA LIMOSA CON ARENA GM. Y según la clasificación AASHTO se tiene una clasificación A-4 suelo limoso

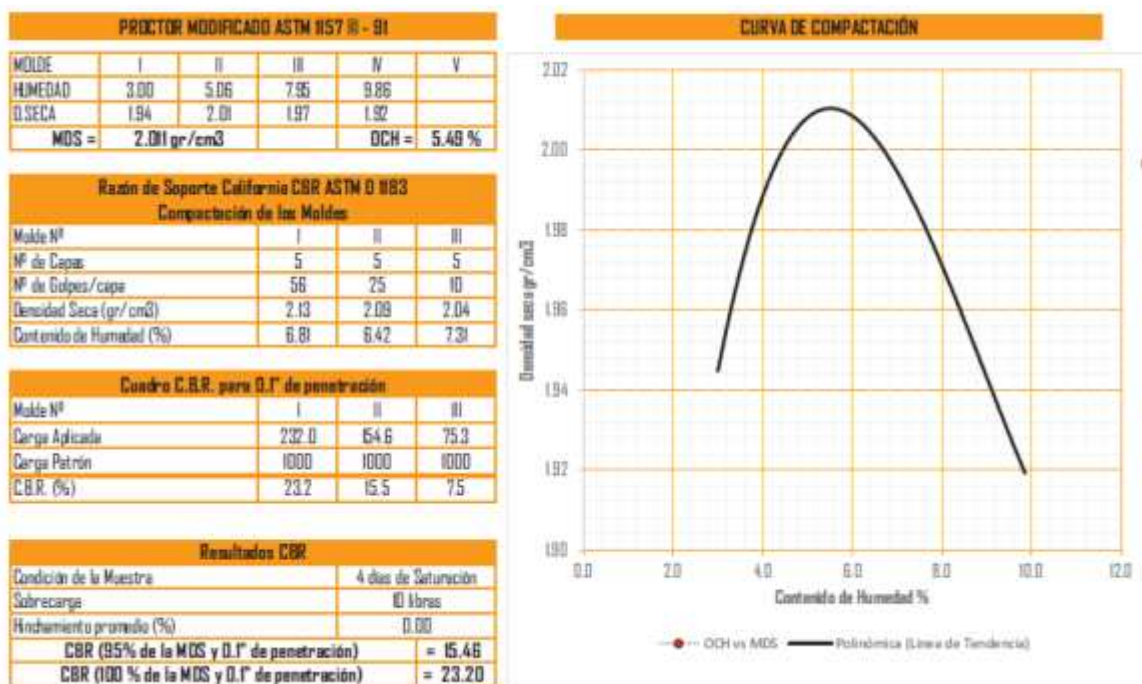


Figura 17. De acuerdo a la aplicación de la normativa ASTM D1883 se obtuvo que la calicata 1 presenta un CBR de 15.46.% Para fines del diseño del sobrecarpeta de concreto mediante la técnica Whitetopping se utilizó el promedio del CBR obtenido en la calicata 1 y calicata 2.

## CALICATA N°2:

## ANALISIS GRANULOMETRICO

TAMIZ Nº	Tamiz (mm)	Peso Retenido	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
3"	76.20	0.00	100.00	0.00	0.00
2"	50.80	0.00	100.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.10	0.00	100.00	0.00	0.00
1"	25.40	0.00	100.00	0.00	0.00
3/4"	19.05	0.00	100.00	0.00	0.00
1/2"	12.70	0.00	100.00	0.00	0.00
3/8"	9.53	0.00	100.00	0.00	0.00
1/4"	6.35	2.40	99.84	0.16	0.16
No 4	4.76	2.40	99.69	0.31	0.16
No 10	2.00	19.70	98.40	1.60	1.29
No 20	0.84	35.30	96.08	3.92	2.31
No 30	0.59	30.50	94.09	5.91	2.00
No 40	0.43	183.40	82.07	17.93	12.01
No 50	0.30	214.30	68.04	31.96	14.04
No 60	0.25	68.10	63.58	36.42	4.46
No 100	0.15	135.60	54.70	45.30	8.88
No 200	0.07	25.40	53.03	46.97	1.66
CAZOLETA	0.00	809.7	0.00	100.00	53.03
TOTAL		1526.80			

Peso de la muestra Húmeda	1646.00 gr
Peso de la muestra Seca	1526.80 gr
Peso de la muestra Seca Lavada	8667.00 gr
Peso de la Tara	144.00 gr

LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO			
Límite líquido LL	NP	Cantidad de Grava	0.31%
Límite plástico LP	NP	Cantidad de Arena	46.65%
Ind. de Plasticidad IP	NP	Cont. de Limo-Arcilla	53.03%
Material granular equivalente a:			46.97%

Pasa tamiz Nº 4 :	94.09 %
Pasa tamiz Nº 200:	53.03 %
D50 (diámetro efectivo):	0.21 mm
D30 (diámetro efectivo):	mm
D10 (diámetro efectivo):	mm
Coef. de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

OBSERVACIONES:	
Humedad:	7.81%

Figura 18. Analisis granulométrico de la calicata N°1

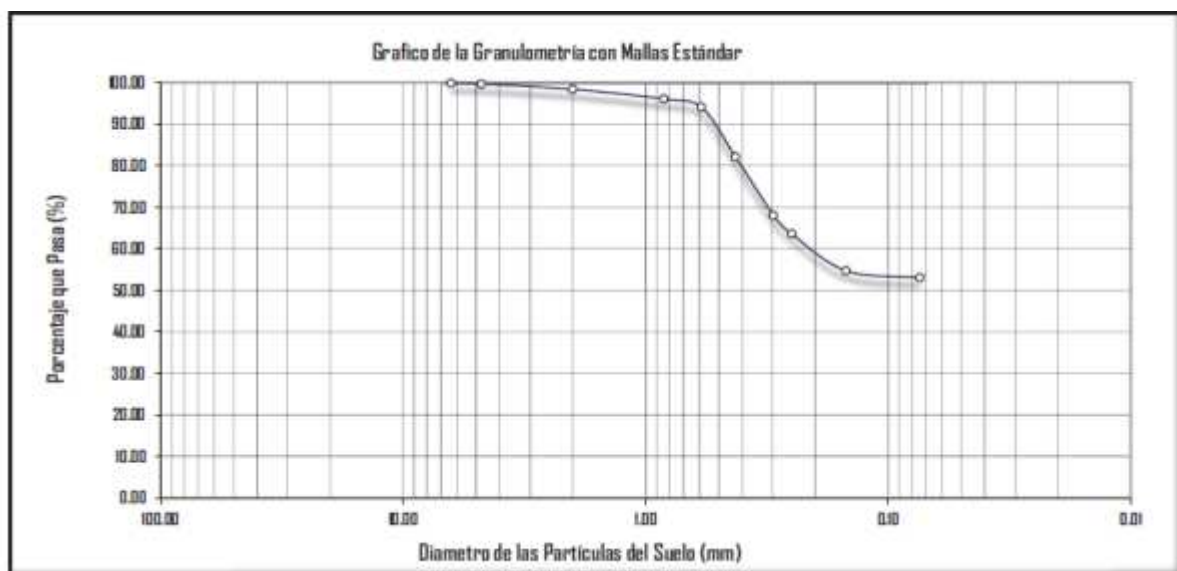


Figura 19. Gráfico de la granulometría con malla estándar.

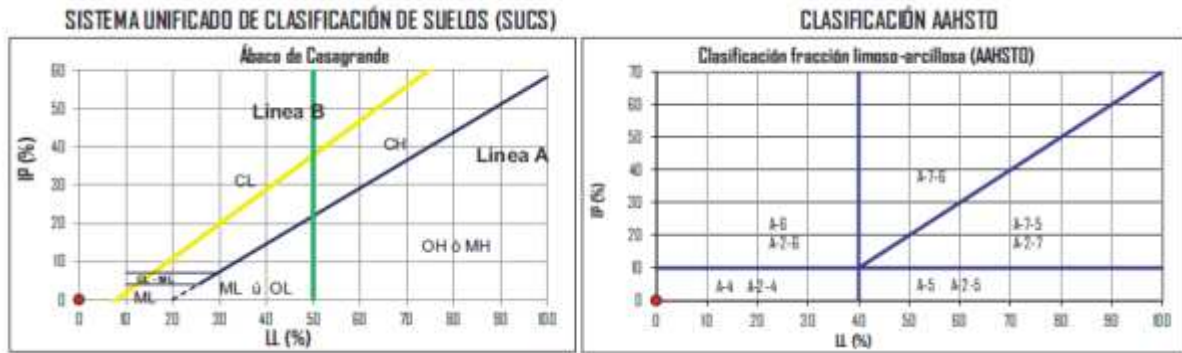


Figura 20. La clasificación de suelo según S.U.C.S se tiene un suelo LIMO BAJA PLASTICIDAD ARENOSA ML. Y según la clasificación AASHTO se tiene una clasificación A-4 suelo limoso

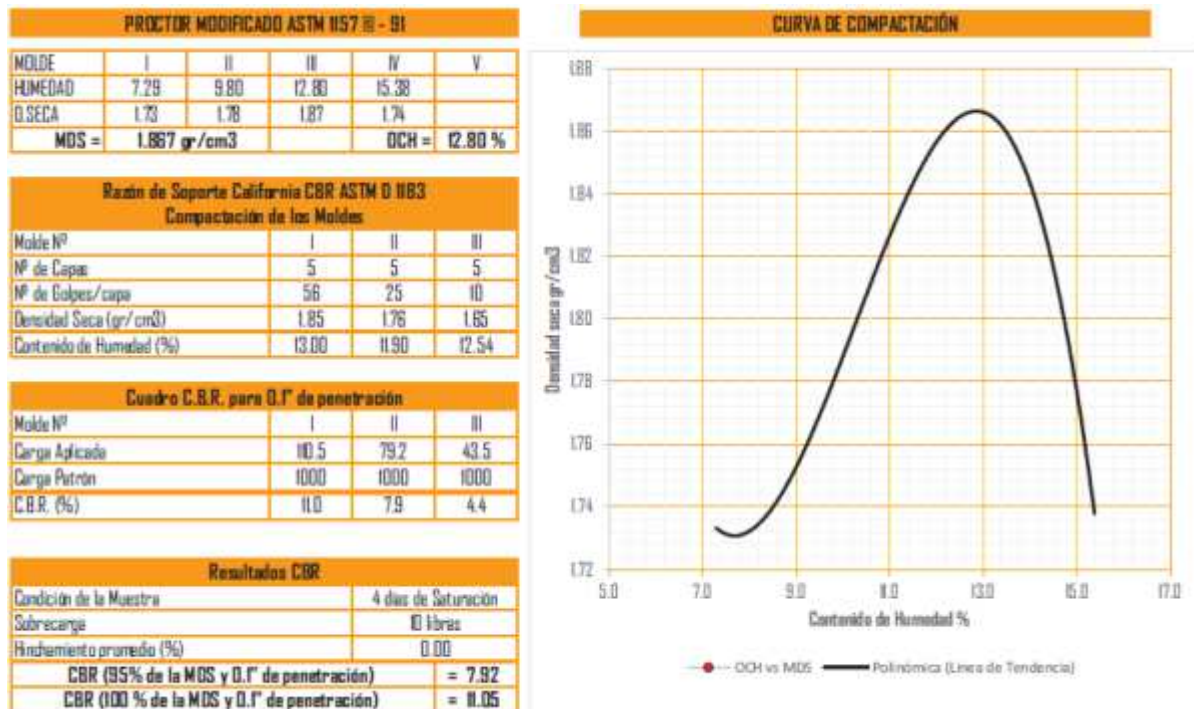


Figura 21. De acuerdo a la aplicación de la normativa ASTM D1883 se obtuvo que la calicata 1 presenta un CBR de 7.82.% Para fines del diseño del sobrecarpeta de concreto mediante la técnica Whitetopping se utilizó el promedio del CBR obtenido en la calicata 1 y calicata 2.

Tabla 12

*Resumen de estudio de mecánica de suelos*

<b>DATOS</b>	<b>Calicata 1</b>	<b>Calicata 2</b>
<b>Granulometría</b>	SP	SP
<b>Cantidad de Grava (%)</b>	0.31	17.56
<b>Cantidad de Arena (%)</b>	46.65	35.66
<b>Cantidad de Arcilla (%)</b>	53.03	46.78
<b>Límite líquido (%)</b>	N.P	N.P
<b>Límite plástico (%)</b>	N.P	N.P
<b>Óptimo contenido de humedad (%)</b>	7.81	9.8
<b>Máxima densidad seca (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.73	1.94
<b>CBR (95% de la MDS y 0.1" de penetración)</b>	7.92	15.46
<b>CBR (100 % de la MDS y 0.1" de penetración)</b>	11.05	23.2
<b>Clasificación S.U.C.S</b>	Limo baja plasticidad arenoso ML	Grava limosa con arena GM
<b>Clasificación AASHTO</b>	A-4 Suelo limoso	A-4 Suelo limoso

Tabla 13

Conteo vehicular – IMDa – IMDs según el tipo de vehículo

### 1. CONTEO DEL TRANSITO A NIVEL DE DIA Y TIPO DE VEHICULO

TIPO DE VEHICULO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
BAJAJ	3535	3162	2958	3164	3521	3942	2735
TICO	315	296	175	214	364	371	263
AUTO	1765	1615	1435	1536	1236	1624	1365
CAMIONETA	815	795	735	811	767	917	815
CUSTER	8	6	5	7	7	9	8
CAMION PEQUEÑO	64	58	47	52	53	42	37
VOLQUETE	15	11	6	8	7	8	4
TOTAL	6517	5943	5361	5792	5955	6913	5227

Nota. Conteo vehicular de los 7 días de la semana, Elaboración propia.



Figura 22. En el gráfico se puede ver que se tiene el día sábado hay mayor veh/día y el domingo es el día que se obtiene menor parque automotor.



## 2. FACTORES DE CORRECCION ESTACIONAL

Fuente: MTC.

<b>F.C.</b>	Factor de Corrección estacional
<b>IMDS</b>	Indice Medio Diario semanal
<b>IMDA</b>	Indice Medio Diario Anual

$$IMDS = \frac{\sum \text{TOT.VEH.SEMANA}}{7}$$

$$IMDA = IMDS * FC$$

FACTOR DE CORRECCION ESTACIONAL PARA VEHICULOS LIGEROS	=	1.0245
FACTOR DE CORRECCION ESTACIONAL PARA VEHICULOS PESADOS	=	0.9676

TIPO DE VEHICULO	TOTAL SEMANA	IMDS	FC	IMDA	%
BAJAJ	23017	3288	1.0245	3369	55.22
TICO	1998	285	1.0245	292	4.79
AUTO	10576	1511	1.0245	1548	25.37
CAMIONETA	5655	808	1.0245	828	13.57
CUSTER	50	7	0.9676	7	0.11
CAMION PEQUEÑO	353	50	0.9676	49	0.80
VOLQUETE	59	8	0.9676	8	0.13
TOTAL	66628	5958		6101	100

Figura 23. Se realizó el cálculo de IMDA y IMDS , según su factor corrección .

## 3. PROYECCIONES DE TRANSITO

Para el caso de caminos vecinales, se empleara la fórmula siguiente:

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

<b>T<sub>n</sub></b>	Tránsito proyectado al año "n" en veh/día
<b>T<sub>o</sub></b>	Tránsito actual (año base) en veh/día
<b>n</b>	Año futuro de proyección
<b>r</b>	Tasa anual de de crecimiento de tránsito

La proyección de Tráfico Normal, es necesario determinar la Tasa de crecimiento poblacional del lugar en estudio, que está relacionado con el crecimiento de vehículos ligeros, y la Tasa de Crecimiento de la Economía (PBI) de la región, que está relacionado con el crecimiento de vehículos pesados.

$$r_{vp} = E_1 * r_{pob}$$

$$r_{vc} = E_2 * r_{PBI}$$

<b>r<sub>vp</sub></b>	Tasa de crecimiento anual de vehículos de pasajeros
<b>r<sub>vc</sub></b>	Tasa de crecimiento anual de vehículos de carga
<b>r<sub>pob</sub></b>	Tasa de crecimiento anual de la población en el área de influencia
<b>r<sub>PBI</sub></b>	Tasa de crecimiento anual del PBI de la región
<b>E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub></b>	Elasticidades del tráfico respecto a las variables explicativas.

Figura 24. Información de la proyección de tránsito.

Tabla 14

*Proyección de año del conteo vehicular desde el año 0 al año 5.*

DIFERENCIA DE AÑOS		0	1	2	3	4	5
TIPO DE VEHICULO	r	2024	2025	2026	2027	2028	2029
BAJAJ	1.8	3369	3369	3430	3491	3554	3618
TICO	1.8	292	292	297	303	308	314
AUTO	1.8	1548	1548	1576	1604	1633	1663
CAMIONETA	1.8	828	828	843	858	874	889
CUSTER	3.8	7	7	7	8	8	8
CAMION PEQUEÑO	3.8	49	49	51	53	55	57
VOLQUETE	3.8	8	8	8	9	9	9
SUMA		6101	6101	6212	6326	6441	6558

Tabla 15

*Proyección de año del conteo vehicular desde el año 6 al año 13.*

6	7	8	9	10	11	12	13
2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
3683	3750	3817	3886	3956	4027	4099	4173
319	325	331	337	343	349	355	362
1692	1723	1754	1785	1818	1850	1884	1918
905	922	938	955	972	990	1008	1026
8	9	9	9	10	10	11	11
59	61	64	66	69	71	74	77
10	10	10	11	11	12	12	13
6676	6800	6923	7049	7179	7309	7443	7580

Tabla 16

Proyección de año del conteo vehicular desde el año 14 al año 20.

14	15	16	17	18	19	20
2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
4248	4325	4403	4482	4563	4645	4728
368	375	382	388	395	403	410
1952	1987	2023	2059	2096	2134	2173
1044	1063	1082	1102	1121	1142	1162
11	12	12	13	13	14	14
80	83	86	89	92	96	100
13	13	14	15	15	16	16
<b>6101</b>	<b>7858</b>	<b>8002</b>	<b>8148</b>	<b>8295</b>	<b>8450</b>	<b>8603</b>

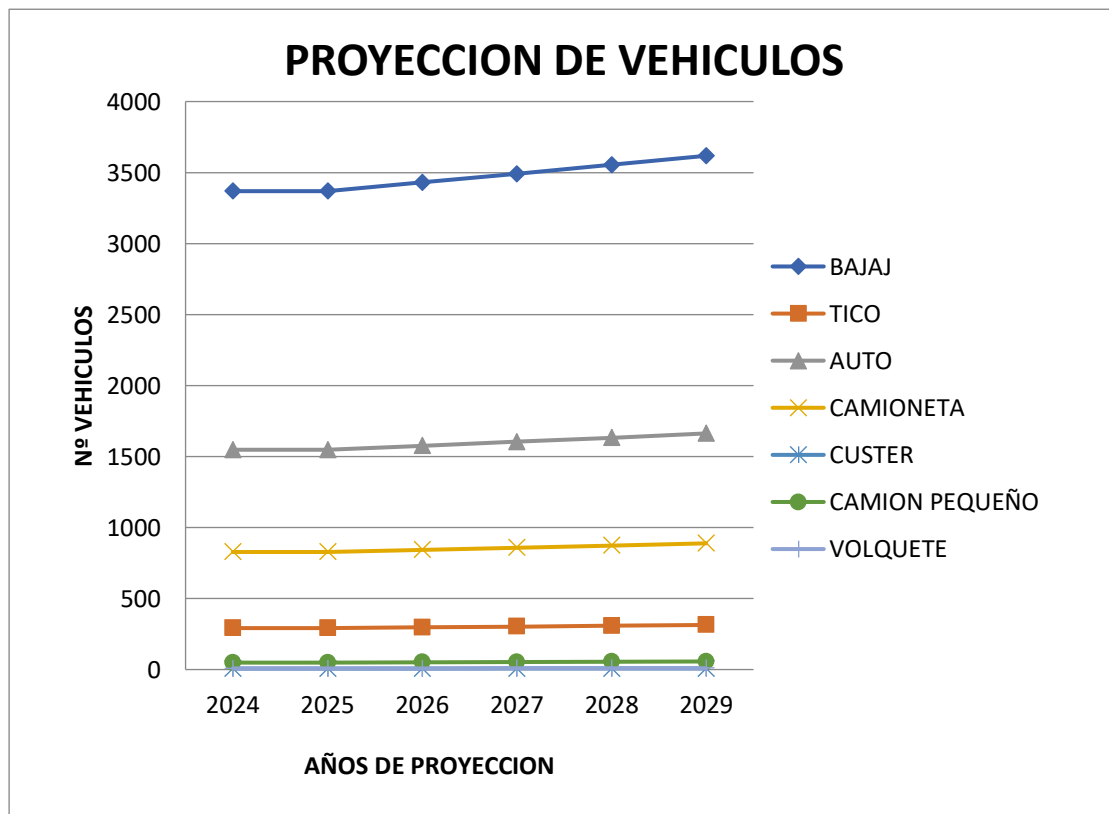


Figura 25. Proyección de vehículos con respecto a los años proyectados.

Tabla 17

*peso de los vehículos para hallar el factor de carga*

**PESO DE VEHICULOS (KG)**






	TIPO DE VEHICULO	EJE DELANTERO (Tn)	EJES POSTERIORES (Tn)			PESO BRUTO (Tn)
			1º	2º	3º	
	<b>BAJAJ</b>	0.09	0.215			<b>0.305</b>
	<b>TICO</b>	0.23	0.685			<b>0.915</b>
	<b>AUTO</b>	0.35	0.86			<b>1.21</b>
	<b>CAMIONETA</b>	0.575	1.725			<b>2.3</b>
	<b>CUSTER C2</b>	7	11			<b>18</b>
	<b>CAMION PEQUEÑO T2S2</b>	7	11	18		<b>36</b>
	<b>VOLQUETE T3S3</b>	7	18	25		<b>50</b>

Tabla 18

*Ejes equivalentes según el tipo de vehículo*

TIPO DE VEHICULO	EJE DELANTERO		EJE TRASERO			
	PESO EN (KN)	EJES EQUIVAL.	PESO EN (KN)	EJES EQUIVAL.	PESO EN (KN)	EJES EQUIVAL.
<b>BAJAJ</b>	0.0882	0.00000	2.107	0.00000		
<b>TICO</b>	2.254	0.00001	6.713	0.00010		
<b>AUTO</b>	3.430	0.00001	8.428	0.00016		
<b>CAMIONETA</b>	5.635	0.00006	16.905	0.00190		
<b>CUSTER ( C2 )</b>	68.600	0.54617	107.800	0.27182		
<b>CAMION PEQUEÑO T2S2</b>	68.600	0.54617	107.800	0.27182	176.400	0.47029
<b>VOLQUETE ( T3S3 )</b>	68.600	0.54617	176.400	2.01244	245.000	1.79636

$$K_r = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

r = Tasa de crecimiento vehicular  
n = Periodo de Diseño

r(veh.lig) = 1.80%

r(veh.pes) = 3.40%

Para vehículos ligeros:  $K_{r(\text{veh.ligeros})} = \frac{(1 + \frac{1.8}{100})^{20} - 1}{1.8/100} = 23.82$  Kr(veh-lig)= 23.82

Para vehículos pesados:  $K_{r(\text{veh.pesados})} = \frac{(1 + \frac{3.4}{100})^{20} - 1}{3.4/100} = 29.17$  Kr(veh-pes)= 27.99

Figura 26. Cálculo de factor de crecimiento para hallar el ESAL.

Tabla 19

*Ejes equivalentes según el tipo de vehículo*

**CALCULO DE TRANSITO DE DISEÑO PARA CADA TIPO DE VEHICULO**

TIPO DE VEHICULO	IMDA	1 AÑO	F1 (%)	F2	Kr	Fc	EALS
BAJAJ	3369	365	0.58	1	23.82	0.00000	0.000
TICO	292	365	0.58	1	23.82	0.00011	161.129
AUTO	1548	365	0.58	1	23.82	0.00017	1343.430
CAMIONETA	828	365	0.58	1	23.82	0.00196	8143.617
CUSTER	7	365	0.58	1	27.99	0.81799	33754.461
CAMION PEQUEÑO	49	365	0.58	1	27.99	1.28828	372126.971
VOLQUETE	8	365	0.58	1	27.99	4.35497	205381.014
							620910.622

NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTALES :

620911

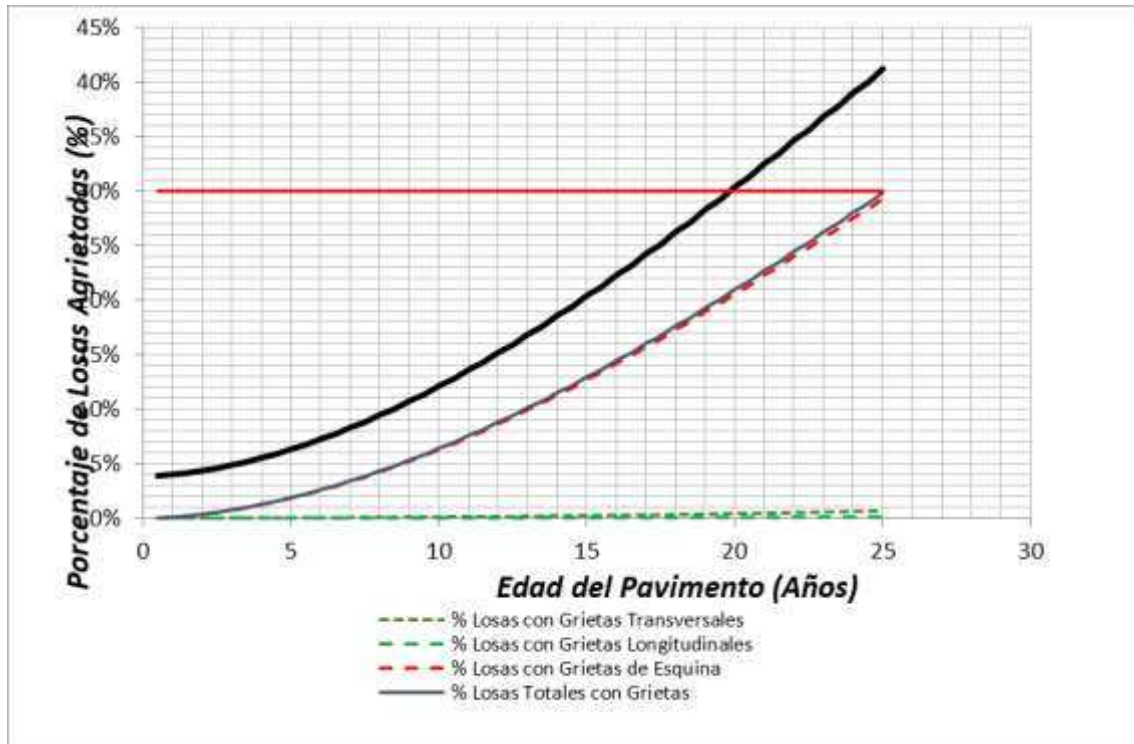


Figura 27. Resultado de diseño con el programa OPTIPAVE, el grafico nos indica sobre el agrietamiento del pavimento según el periodo de diseño.

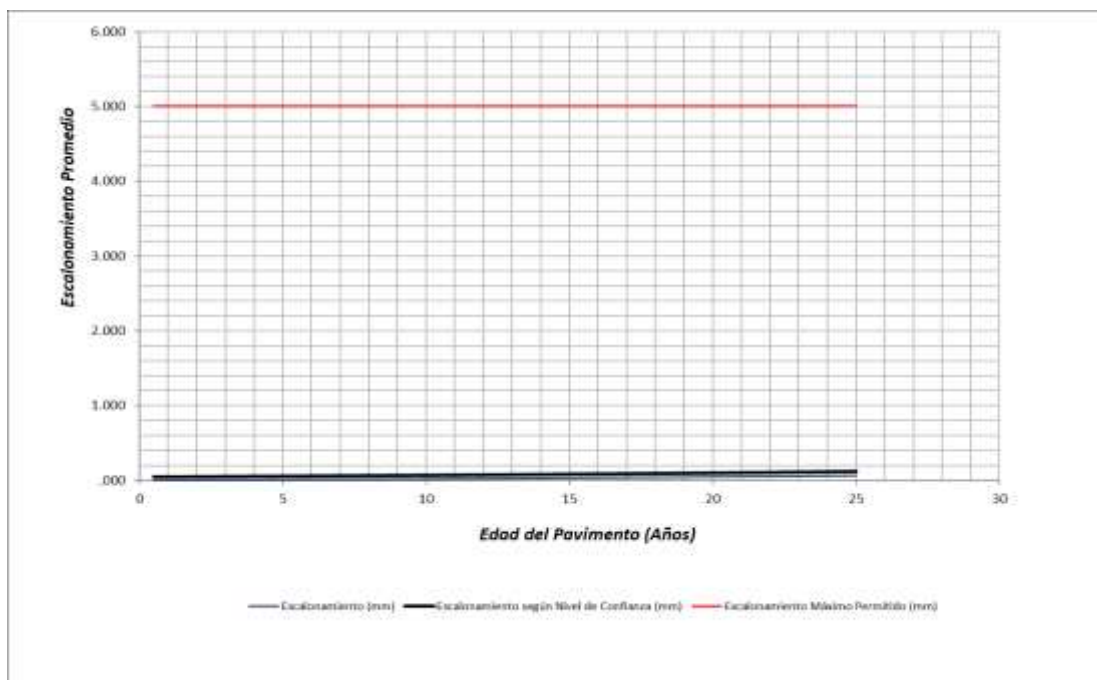


Figura 28. Resultado de diseño con el programa OPTIPAVE, el grafico nos indica el escalonamiento que es un tipo de falla del pavimento.

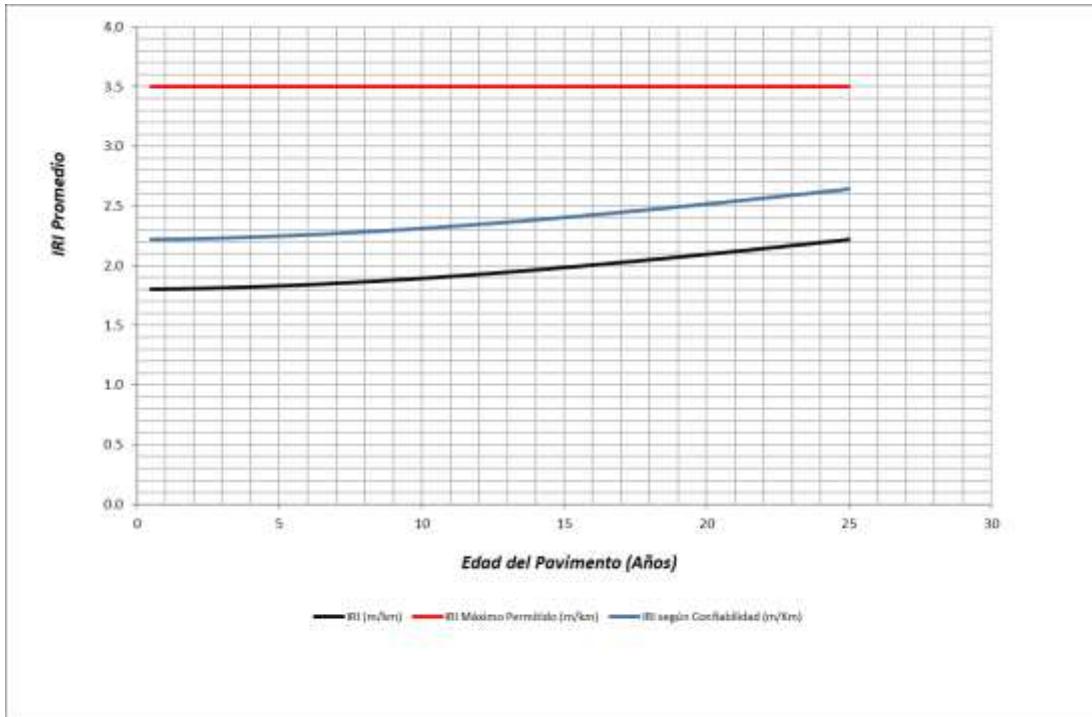


Figura 29. Resultado de diseño con el programa OPTIPAVE, el grafico nos indica el IRI a lo largo del periodo de diseño.

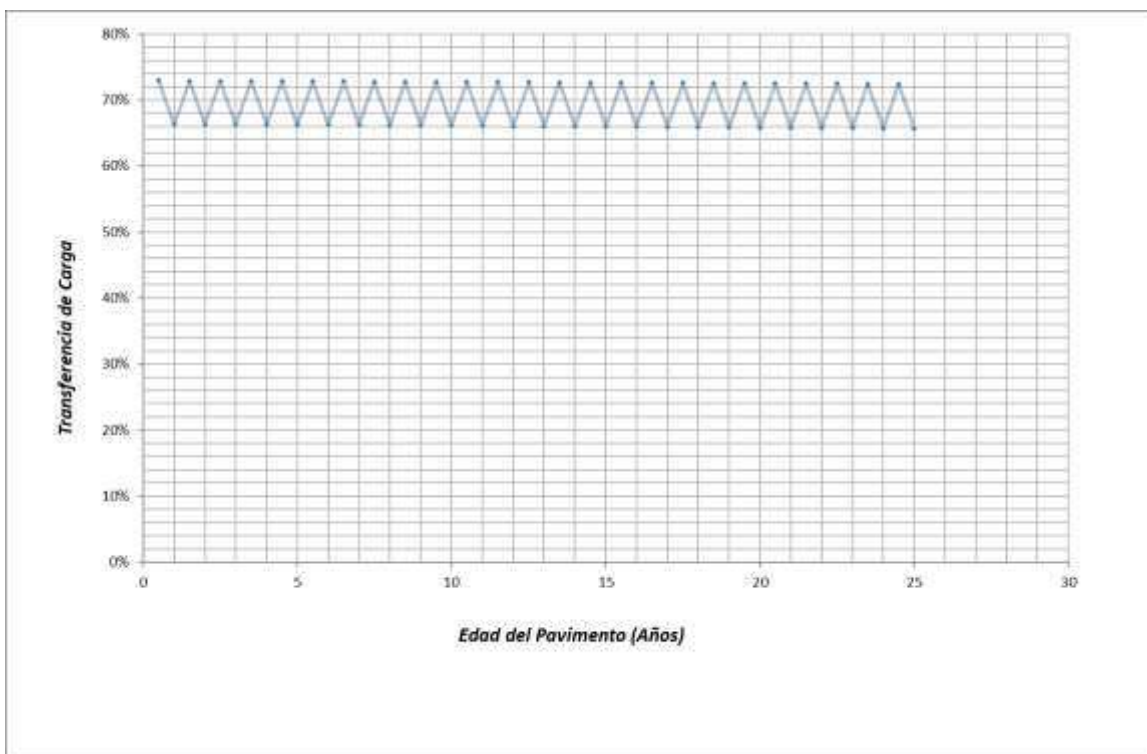


Figura 30. Resultado de diseño con el programa OPTIPAVE, el grafico nos indica la transferencia de carga a lo largo del periodo de diseño.

## CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

En la evaluación del pavimento de la Av. Tupac Amaru, se observó una prevalencia significativa de grietas longitudinales y transversales, así como de meteorización y piel de cocodrilo. Estos hallazgos son consistentes con los estudios de Watanabe y Cantuarias (2017), quienes destacaron la presencia de grietas como indicadores comunes de deterioro del pavimento. Además, la presencia de huecos en el pavimento es un aspecto que requiere atención, ya que afecta la integridad estructural de la vía (Watanabe y Cantuarias, 2017).

El índice de condición del pavimento proporciona una medida cuantitativa del estado general del pavimento. En nuestro estudio, obtuvimos un valor de 38.33, lo que indica un pavimento en condiciones deficientes. Este resultado coincide con las observaciones de estudios anteriores (Watanabe y Cantuarias, 2017), que también clasificaron el pavimento como malo basado en el índice de condición.

La evaluación integral del pavimento de la Av. Tupac Amaru revela la necesidad de intervenciones de mantenimiento y rehabilitación para garantizar la seguridad y durabilidad de la infraestructura vial en esta área, siendo una nueva alternativa de diseño el método whitethopping.

Al analizar la mecánica de suelos de la zona, se encontró según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) GM Grava limosa con arena y ML Limo baja plasticidad arenosa y la clasificación AASHTO A-4. Se obtiene un CBR promedio de 23.20% y 11.05%, la cual se encuentra como una subrasante muy buena.

Luego de haber analizado el conteo del tránsito y tipo de vehículo se obtiene que el día de mayor afluencia vehicular es el día sábado con 6913 vehículos y el BAJAJ es el vehículo de mayor uso con un porcentaje de 55.22%. El número total de vehículos de ida es de un 57.7% y vuelta 42.3% el cual el diseño se realizó con el factor más crítico.

Luego de realizar el diseño del concreto hidráulico mediante el método whitetopping con el programa OPTIPAVE, se obtiene que el espesor de la losa será de 10 cm. Además, el diseño tendrá importantes factores a favor como el porcentaje total de las grietas, que durante su periodo de diseño será menor a 30%; el cual con un correcto



manejo de operación y mantenimiento hará que este factor disminuya significativamente.

El porcentaje de las grietas transversales y longitudinales es menor al 1%, esto nos permitirá tener un mejor nivel de servicio en la avenida Tupac Amaru.

El escalonamiento en la junta transversal se refiere al incremento gradual en la diferencia de altura que ocurre con el paso del tiempo, especialmente bajo condiciones de tráfico pesado. Este fenómeno se atribuye al desplazamiento del material de base entre dos losas contiguas del pavimento. Del diseño con el programa OPTPAVE, se identifica que la falla de escalonamiento, durante su periodo de diseño tendrá un porcentaje menor al 1%, estando muy por debajo al límite permitido, teniendo como resultado que el diseño sea duradero en su periodo.

El Índice de Rugosidad Internacional (IRI) es una medida ampliamente reconocida a nivel mundial para evaluar esta comodidad percibida. El IRI proporciona una medida cuantitativa de la irregularidad de la superficie del pavimento, lo que permite a los ingenieros identificar áreas que pueden requerir mantenimiento o rehabilitación para mejorar la experiencia del usuario. Por ejemplo, un IRI alto puede indicar una superficie de pavimento áspera que podría ser incómoda para los conductores y peatones. Del diseño con el programa OPTPAVE, nos indica que el IRI durante su periodo de diseño es de 2.6 el cual está muy por debajo del factor permitido, lo cual indica que el tránsito de los usuarios será cómodo.

## CONCLUSIONES

- la implementación del método Whitetopping tiene un impacto positivo como alternativa de diseño en el proceso de rehabilitación de la Avenida Túpac Amaru. Debido a los resultados obtenidos durante su periodo de diseño los valores se encuentran por debajo de los índices permitidos y se obtendrá beneficios significativos en términos de durabilidad, comodidad, lo que lo convierte en una opción viable y efectiva para rehabilitar la infraestructura vial.
- el estado actual del pavimento de la Avenida Túpac Amaru exhibe fallas significativas en diferentes tramos las cuales representan un riesgo para la seguridad vial y afectan negativamente la experiencia de conducción de los usuarios. Utilizando el Índice de Condición del Pavimento, se examinaron 6 secciones de muestra, arrojando un promedio de 38.33 en el índice, indicando un estado deficiente que requiere acciones correctivas, como la rehabilitación.
- Se identificaron múltiples deficiencias en el pavimento flexible como piel de cocodrilo, grietas longitudinales y transversales, grietas de borde, parcheo, huecos y meteorización, entre otros. Los cuales tienen distintos niveles de severidad de problemas, teniendo como ejemplo que la mayor falla encontrada, según el índice de condición del pavimento, es la meteorización con la área crítica de 87.53m<sup>2</sup>.
- Se ha determinado que las propiedades mecánicas del suelo, granulometría, clasificación de suelo, el cálculo del CBR juegan un papel crucial en la capacidad de carga y la durabilidad del pavimento construido. Estos hallazgos tienen importantes implicaciones para el diseño y la construcción de pavimentos en la Avenida Túpac Amaru.
- La investigación y el análisis realizados en esta tesis proporcionan una base sólida para futuros estudios y proyectos relacionados con la gestión y el mantenimiento de pavimentos. Los hallazgos y las lecciones aprendidas pueden servir como punto de partida para investigaciones adicionales sobre técnicas de rehabilitación innovadoras, métodos de evaluación de pavimentos y estrategias de gestión de activos viales.

## RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS

- Se recomienda considerar cuidadosamente las condiciones locales y los factores específicos del proyecto al implementar esta técnica, con el fin de maximizar sus beneficios y minimizar posibles desafíos. En última instancia, la investigación respalda la idea de que el método Whitetopping puede ser una herramienta valiosa para mejorar la calidad y la sostenibilidad de la infraestructura vial en Amarilis y otras áreas urbanas similares.
- Dada la gravedad de las fallas identificadas en el pavimento de la Avenida Túpac Amaru, se recomienda llevar a cabo un estudio exhaustivo para determinar las causas subyacentes de estas fallas. Estos estudios podrían incluir: Realizar análisis geotécnicos y estudios de suelos en las áreas afectadas para comprender mejor las características del suelo y su contribución a las fallas del pavimento; Realizar pruebas de laboratorio para evaluar la calidad de los materiales utilizados en la construcción y mantenimiento del pavimento, incluidos el asfalto, los agregados y otros componentes; Analizar el efecto del clima y las condiciones ambientales locales en el deterioro del pavimento, incluida la exposición a la lluvia, el calor, el frío y otros factores climáticos
- Dadas las múltiples fallas identificadas en el pavimento flexible de la Avenida Túpac Amaru, se sugiere realizar un estudio de evaluación de riesgos para identificar las áreas prioritarias que requieren acciones inmediatas de rehabilitación con el método Whitetopping. Este estudio de evaluación de riesgos podría incluir: Identificación de áreas críticas, evaluación de la probabilidad y severidad de riesgos, priorización de acciones correctivas: desarrollo de un plan de gestión de riesgos y el respectivo monitoreo y seguimiento. Esta recomendación adicional ayudará a priorizar y abordar de manera efectiva las áreas más críticas de la Avenida Túpac Amaru que presentan riesgos significativos para la seguridad vial, garantizando una gestión proactiva de las deficiencias del pavimento y la mejora de la experiencia de conducción de los usuarios.
- Dado que las propiedades mecánicas del suelo juegan un papel crucial en la capacidad de carga y durabilidad del pavimento, se sugiere realizar un estudio comparativo de diferentes técnicas de mejora del suelo. Este estudio comparativo podría incluir: Evaluación de técnicas de estabilización del suelo y análisis de costos y beneficios.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACE Geosynthetics. (s.f.). *Acabado de Fachada Vegetada*. Obtenido de ACE Geosynthetics: <https://www.acegeosyntheticsecopark.com/es>
- ALBERTI ARROYO, J. R., CANALES BERNAL, R. E., & ELIZABETH SANDOVAL, B. H. (2006). "TECNICAS DE MITIGACIÓN PARA EL CONTROL DE. (*Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil*). UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, San Salvador.
- Barry R., C., Ryan R., B., & Victor, E. (2001). *Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes Design and Construction Guidelines*.
- DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES. (2005). *MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO*. Lima.
- DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES. (2018). *MANUAL DE CARRETERAS:DISEÑO GEOMETRICO DG-2018*. Lima.
- Garnica Anguas, P., Reyes Ramírez, R., & Gómez Rivera, J. (2013). *Diseño de muros reforzados con geosintéticos*. Sanfadila.
- GEOMATRIX. (s.f.). *GEOSINTÉTICOS PARA GEOTECNIA*. Obtenido de GEOMATRIX Los expertos en Geosintéticos: <https://www.geomatrix.co/>
- GEOMATRIX Soluciones de Alta Tenacidad. (s.f.). *Conceptos Basicos para Estructuras en Suelo Reforzado*. Bogota, Colombia.
- Highland, L. M., & Bobrowsky, P. (2008). *Manual de derrumbes:Una guía para entender todo sobre los derrumbes*. Virginia.
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. (2018). *LOS PELIGROS GEOLOGICOS EN EL PERU*. Lima .
- JIMÉNEZ FERNÁNDEZ, L. A. (2006). *LOS GEOSINTÉTICOS COMO SOLUCIÓN A LA ESTABILIDAD DE TALUDES. (Tesis para obtener el Título de Ingeniero Civil)*. ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO, Sangolqui.
- Pinedo Arévalo , M. A. (2012). *Comparación entre Muros de Suelo Reforzado con elementos extensibles y no extensibles. [Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil]*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, Lima.

- Ryan R. , B., Barry R. , C., & Naresh C., S. (2009). *Design of Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes – Volume I*.
- SUAREZ DIAZ, J. (s.f.). *DISEÑO DE MUROS DE SUELO REFORZADOS CON GEOSINTETICOS*. Bucaramanga.
- Transportes, Secretaría de Comunicaciones y. (2014). *GUÍA DE PROCEDIMIENTOS Y LINEAMIENTOS PARA LA CONSTRUCCION DE MUROS MECANICAMENTE ESTABILIZADOS*. México, D.F.
- UGALDE MADRIGAL, K. F. (2015). ALTERNATIVAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES EN EL CANTÓN DE LEÓN COSTÉS. (*Tesis de Licenciatura en Ingeniería en Construcción*). INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA, Costa Rica
- Almeida, A. I., & Santur, G. E. (2019). *Aplicación de la técnica whitetopping en la evaluación del pavimento flexible en el C. P Mallares-C. P Saman- Sullana-Piura, 2018* (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo
- Cantuarias, L. C., & Watanabe, J. R. (2017). *Aplicación del método PCI para la evaluación superficial del pavimento flexible de la avenida camino real de la urbanización la rinconada del distrito Trujillo* (Tesis de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego
- Correa, M. A., & Del Carpio, L. G. (2019). *Evaluación PCI y propuesta de intervención para el pavimento flexible del jirón los Incas de Piura* (Tesis de pregrado). PIRHUA
- De la Cruz, J. M. (2016). *Caracterización de la adherencia en refuerzos de ultrathin whitetopping (UTW)* (Tesis de maestría). UPCommons: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/83867?locale-attribute=es>
- Esteban, A. (2017). *Rehabilitación de pavimentos asfálticos con la aplicación de capas de concreto whitetopping - calle moquegua, omate - moquegua, 2017* (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo
- Leguía, P. B., & Pacheco, H. F. (2016). *Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau – (Huacho Huaura Lima)* (Tesis de pregrado). Universidad de San Martín de Porres.

- Llonquecha, J. A. R., & Quispe, S. A. (2019). *Evaluación superficial del pavimento flexible planteando una rehabilitación por el método whitetopping avenida central de San Juan de Lurigancho 2019* (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo:
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos*. [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf).
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). Manual de ensayo de materiales. [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_3729.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3729.pdf)
- Rodríguez, B. O., & Tacza, E, B. (2018). Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado (Tesis de pregrado). UPC.
- Zárate, J. P. (2019). Plan de mantenimiento vial para la vía Biblián – Zhud, en los tramos de pavimento rígido (Tesis de maestría). o Institucional Universidad de Cuenca.

## NOTA BIOGRÁFICA

**Gerson Andre, Morales Ramírez:** Nació el 15 de mayo de 1995 en el Distrito de Huánuco,



Provincia de Huánuco, Región Huánuco; siendo sus padres Wilfredo Morales Salvador y Lili Isabel Ramirez Ramos. Realizó sus estudios de educación inicial fue en el 003 Laurita Vicuña y primaria, secundaria en el C.N. de Aplicación “UNHEVAL”, culminados en el año 2011.

Sus estudios universitarios lo realizó en la E.A.P. de Ingeniería Civil de la Facultad De Ingeniería Civil Y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Siendo Egresado de Ingeniería Civil en el año 2020. Realizó sus Prácticas Pre Profesionales en la ejecución de la obra: “AMPLIACION, MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE LA I.E. N°32725 DEL CASERIO MOLOPE, DISTRITO DE CHOLON - MARAÑON - HUÁNUCO” a cargo de la empresa CONSORCIO MOLOPE, para recibir luego el GRADO DE BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL en el año 2022. Al término del desarrollo de la presente Tesis, fue sustentada en el año 2024 para optar el TITULO DE INGENIERO CIVIL.

## NOTA BIOGRÁFICA

**José José Mundaca Rodríguez:** Nació el 02 de noviembre de 1995 en el Distrito de



Huánuco, Provincia de Huánuco, Región Huánuco; siendo sus padres José Fulgencio Mundaca Vidarte y Rosa Elvira Rodríguez Delgado, ambos oriundos de Cajamarca, que buscando mejores oportunidades se asentaron en la ciudad de Huánuco. Realizó sus estudios de educación primaria y secundaria hasta cuarto año en el colegio “La Divina Misericordia”, el quinto año de secundario lo realizó en el colegio “HONORES” culminando en el año 2011.

Sus estudios universitarios lo realizó en la E.A.P. de Ingeniería Civil de la Facultad De Ingeniería Civil Y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Siendo Egresado de Ingeniería Civil en el año 2019. Realizó sus Prácticas Pre Profesionales en la Unidad Ejecutora de Inversiones de la UNHEVAL teniendo entre sus funciones la asistencia en la supervisión del expediente “MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS ACADEMICOS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN DISTRITO DE PILLCO MARCA - PROVINCIA DE HUANUCO - DEPARTAMENTO DE HUANUCO” en el cual se aplicó la Metodología BIM. Por motivos de pandemia COVID-19, recibió el GRADO DE BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL en el año 2022. Al término del desarrollo de la presente Tesis, fue sustentada en el año 2024 para optar el TITULO DE INGENIERO CIVIL.



Decenio de la igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
 Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas  
 batallas de Junín y Ayacucho

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad universitaria de Cayhuayna, siendo las 11.00 horas del día 02 de mayo del 2024, nos reunimos en auditorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la UNHEVAL, los miembros integrantes del Jurado Evaluador:

Dr. VÍCTOR MANUEL GOICOCHEA VARGAS	PRESIDENTE
Mg. RISSEL MACHUCA GUARDIA	SECRETARIO
Mg. LEONEL MARLO AGUILAR ALCÁNTARA	VOCAL

Acreditados mediante Resolución de Decano N°251-2024-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 29 de abril del 2024, de la tesis titulada EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y REHABILITACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO WHITETOPPING, AV. TÚPAC AMARU - AMARILIS, 2024, presentada por el titulado GERSON ANDRE MORALES RAMIREZ y el titulado JOSÉ JOSÉ MUNDACA RODRIGUEZ, con el asesoramiento del docente Dr. Ing. José Luis Villavicencio Guardia, se procedió a dar inicio el acto de sustentación para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Concluido el acto de sustentación, cada miembro del Jurado Evaluador procedió a la evaluación de los titulandos, teniendo presente los siguientes criterios:

1. Presentación.
2. Exposición y dominio del tema.
3. absolución de preguntas

nombres y apellidos de los titulandos	Jurado Evaluador			Promedio final
	Presidente	Secretario	Vocal	
GERSON ANDRE MORALES RAMIREZ	15	15	15	15
JOSÉ JOSÉ MUNDACA RODRIGUEZ	15	15	15	15

Obteniendo en consecuencia el titulado GERSON ANDRE MORALES RAMIREZ la nota de QUINCE (15), equivalente a BUENO, por lo que se declara APROBADO

Y el titulado JOSÉ JOSÉ MUNDACA RODRIGUEZ la nota de QUINCE (15), equivalente a BUENO, por lo que se declara APROBADO

Calificación que se realiza de acuerdo con el Art. 78 del Reglamento General de Grados y Títulos modificado de la UNHEVAL.

Se da por finalizado el presente acto, siendo las 12:34 horas, del día jueves 02 de mayo de 2024, firmando en señal de conformidad.

  
 PRESIDENTE  
 DNI N° 22515431

  
 SECRETARIO  
 DNI N° 42119910

  
 VOCAL  
 DNI N° 43415813

Leyenda:  
 19 a 20: Excelente  
 17 a 18: Muy Bueno  
 14 a 16: Bueno  
 0 a 13: Desaprobado



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

**CONSTANCIA DE SIMILITUD N° 039-2024**

**SOFTWARE ANTIPLAGIO TURNITIN-FICA-UNHEVAL.**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

El director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco, emite la presente **CONSTANCIA DE SIMILITUD**, aplicando el Software TURNITIN, la cual reporta un **19%** de similitud general, correspondiente a los bachilleres interesados, **MORALES RAMIREZ, Gerson Andre** y **MUNDACA RODRIGUEZ, José José** del borrador de Tesis "**EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y REHABILITACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO WHITETOPPING, AV. TÚPAC AMARU - AMARILIS, 2024**", considerando como asesor al **Dr. Ing. VILLAVICENCIO GUARDIA José Luis.**, por consiguiente

**DECLARANDO (APTO).**

Se expide la presente, para los trámites pertinentes

Pillco Marca, 22 de abril 2024



Dr. José Luis VILLAVICENCIO GUARDIA  
Director de la Unidad de Investigación  
Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura

DLJLVG 2024

NOMBRE DEL TRABAJO

**"EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y REHABILITACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO WHITETOPPING, AV. TÚPAC AMARU - AMARILIS, 2024"**

AUTOR

**Gerson Andre MORALES RAMIREZ - José José MUNDACA RODRIGUEZ**

RECUENTO DE PALABRAS

**25695 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**131605 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**146 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**12.9MB**

FECHA DE ENTREGA

**Apr 22, 2024 3:07 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Apr 22, 2024 3:12 PM GMT-5****● 19% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 19% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 8% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)
- Material citado



Dr. Ing. Jose Luis Villavicencio Guardia  
RECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
DOCENTE DE LA FICA

## ● 19% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 19% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 8% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Internet	4%
2	<b>repositorio.unj.edu.pe</b> Internet	3%
3	<b>repositorio.unheval.edu.pe</b> Internet	2%
4	<b>documents.mx</b> Internet	2%
5	<b>docplayer.es</b> Internet	1%
6	<b>hdl.handle.net</b> Internet	1%
7	<b>INACAP on 2015-11-18</b> Submitted works	1%
8	<b>tesis.usat.edu.pe</b> Internet	<1%

  
 Dr. Ing. Jose Luis Villavicencio Guardia  
 DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
 DOCENTE DE LA FICA

Descripción general de fuentes

9	<b>upc.aws.openrepository.com</b> Internet	<1%
10	<b>Universidad Cesar Vallejo on 2021-07-04</b> Submitted works	<1%
11	<b>repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080</b> Internet	<1%
12	<b>repositorio.unfv.edu.pe</b> Internet	<1%
13	<b>1library.co</b> Internet	<1%
14	<b>Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2018-12-13</b> Submitted works	<1%
15	<b>repositorio.unprg.edu.pe</b> Internet	<1%
16	<b>Universidad Privada del Norte on 2024-01-08</b> Submitted works	<1%
17	<b>Universidad Andina del Cusco on 2019-11-26</b> Submitted works	<1%
18	<b>Universidad Continental on 2022-03-28</b> Submitted works	<1%
19	<b>Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2019-10-07</b> Submitted works	<1%
20	<b>Universidad Privada de Tacna on 2020-09-18</b> Submitted works	<1%



Dr. Ing. Jose Luis Villavicencio Guardia  
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
EXCENTE DE LA FICA

Descripción general de fuentes

21	<b>repositorio.unc.edu.pe</b> Internet	<1%
22	<b>Universidad Privada del Norte on 2024-03-30</b> Submitted works	<1%
23	<b>Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2021-11-01</b> Submitted works	<1%
24	<b>Universidad Privada del Norte on 2024-03-31</b> Submitted works	<1%
25	<b>es.scribd.com</b> Internet	<1%

  
Dr. Ing. Jose Luis Villavicencio Guardia  
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
DOCENTE DE LA FICA

## ANEXO N° 26

### AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN, TESIS, TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL O TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR UN GRADO O TÍTULO PROFESIONAL

#### 1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X" según corresponda)

Bachiller		Título Profesional		Segunda Especialidad		Maestro		Doctor
-----------	--	--------------------	--	----------------------	--	---------	--	--------

Ingrese los datos según corresponda.

Facultad/Escuela	INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela/Carrera Profesional	INGENIERÍA CIVIL
Programa	INGENIERÍA CIVIL
Grado que otorga	
Título que otorga	INGENIERO CIVIL

#### 2. Datos del (los) Autor(es): (Ingrese los datos según corresponda)

Apellidos y Nombres:	MORALES RAMIREZ GERSON ANDRE							
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte		C.E.		N° de Documento:	72459932
Correo Electrónico:	<a href="mailto:gerandre_mr_15@hotmail.com">gerandre_mr_15@hotmail.com</a>							
Apellidos y Nombres:	MUNDACA RODRIGUEZ, JOSÉ JOSÉ							
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte		C.E.		N° de documento:	74095293
Correo Electrónico:	<a href="mailto:jose_mundaca@hotmail.com">jose_mundaca@hotmail.com</a>							
Apellidos y Nombres:								
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		N° de Documento:	
Correo Electrónico:								

#### 3. Datos del Asesor: (Ingrese los datos según corresponda)

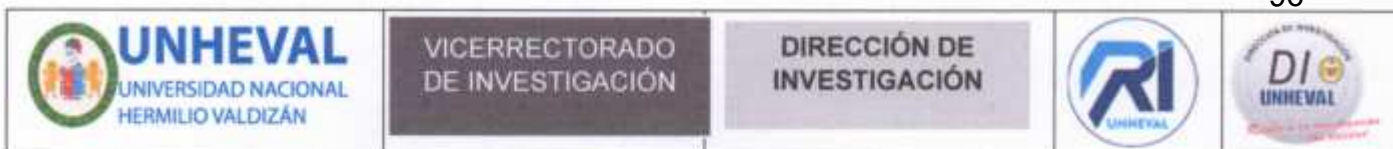
Apellidos y Nombres:	VILLAVICENCIO GUARDIA, JOSÉ LUIS							
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte		C.E.		N° de Documento:	22486638
ORCID ID:	<a href="https://orcid.org/0000-0001-5016-6242">https://orcid.org/0000-0001-5016-6242</a>							

#### 4. Datos de los Jurados: (Ingrese los datos según corresponda, primero apellidos luego nombres)

Presidente	GOICOCHEA VARGAS, VÍCTOR MANUEL
Secretario	MACHUCA GUARDIA, RISSEL
Vocal	AGUILAR ALCANTARA, LEONEL MARLO
Vocal	
Vocal	
Accesitario	QUINTANILLA HERRERA, ELISA RAQUEL

#### 5. Datos del Documento Digital a Publicar: (Ingrese los datos y marque con una "X" según corresponda)

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la información en el Acta de Sustentación)							2024
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: (Marque con X según corresponda)	Trabajo de Investigación		Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajo Académico		Trabajo de Suficiencia Profesional
Palabras claves	WHITETOPPING			PAVIMENTO		ASSHTO93	
Tipo de acceso: (Marque con X según corresponda)	Abierto	<input checked="" type="checkbox"/>	Cerrado*		Restringido*		Periodo de Embargo
(*) Sustentar razón:							



#### 6. Declaración Jurada: (Ingrese todos los datos requeridos completos)

<b>Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado:</b> <i>(Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)</i>
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y REHABILITACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO WHITETOPPING, AV. TÚPAC AMARU - AMARILIS, 2024
Mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pueda derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del trabajo de investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en los trabajos de investigación presentado, asumiendo toda la carga pecuniaria que pudiera derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudiera derivar para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivos de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del Trabajo de Investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mis acciones se deriven, sometiéndome a las acciones legales y administrativas vigentes.

#### 7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión digital de este trabajo de investigación en su biblioteca virtual, repositorio institucional y base de datos, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

Apellidos y Nombres	MORALES RAMIREZ GERSON ANDRE	Firma	
Apellidos y Nombres	MUNDACA RODRIGUEZ, JOSÉ JOSÉ	Firma	
Apellidos y Nombres		Firma	

FECHA: Huánuco, 02 de mayo del 2024

#### Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una X en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra calibrí, tamaño de fuente 09, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF), Constancia de Similitud, Reporte de Similitud.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.
- ✓ Se debe de imprimir, firmar y luego escanear el documento (legible).



## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de consistencia

“REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO DE LA AV. TUPAC AMARU CON LA METODOLOGÍA WHITETOPING EN EL DISTRITO DE AMARILIS”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b> ¿Cómo influirá la implementación del método Whitetopping como alternativa de diseño para la rehabilitación de la Av. Túpac Amaru –Amarilis, 2024?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál es el estado actual del</li> </ul>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b> Determinar la influencia de la implementación del método Whitetopping como alternativa de diseño para el proceso de Rehabilitación de la Av. Túpac Amaru – Amarilis, 2024.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar el estado actual</li> </ul>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b> La implementación del método Whitetopping tendrá un impacto positivo al ser una alternativa de diseño en el proceso de mejoramiento y rehabilitación de la Avenida Túpac Amaru</p> <p><b>.HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El estado actual del pavimento de la Avenida Túpac</li> </ul>	<p><b>Variable independiente:</b> <b>X = Rehabilitación mediante el método Whitetopping.</b></p> <p>Dimensiones e Indicadores</p> <p><b>X.1. =</b> Eficiencia de la rehabilitación</p> <p><b>X.2. =</b> Calidad del resultado de la rehabilitación</p>	<p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicada</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> Explicativo</p> <p><b>Diseño:</b> Cuasi experimental de corte Longitudinal</p>

<p>pavimento de la Av. Túpac Amaru – Amarilis, 2024?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles son las fallas presentes en el pavimento de Av. Túpac Amaru – Amarilis, 2024?</li> <li>• Analizar las propiedades mecánicas del suelo para el diseño del Whitetopping en el pavimento de la Avenida Túpac Amaru – Amarilis, 2024.</li> </ul>	<p>del pavimento de la Avenida Túpac Amaru– Amarilis, 2024.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar las fallas existentes en el pavimento de Avenida Túpac Amaru – Amarilis, 2024.</li> <li>• Analizar las propiedades mecánicas del suelo para el diseño del Whitetopping en el pavimento de la Avenida Túpac Amaru – Amarilis, 2024.</li> </ul>	<p>Amaru presenta fallas significativas en diferentes tramos, lo que indica que se encuentra en un estado deficiente.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El pavimento de la Avenida Túpac Amaru presenta una variedad de fallas, incluyendo grietas, piel de cocodrilo, parcheo, huecos, y meteorización, debido a factores como el tráfico, la falta de mantenimiento adecuado y las condiciones climáticas adversas.</li> <li>• Al analizar las propiedades</li> </ul>	<p><b>Indicadores:</b></p> <p>Tiempo requerido para completar la rehabilitación.</p> <p>Costo asociado con la rehabilitación en comparación con otras técnicas.</p> <p>Durabilidad esperada de la rehabilitación.</p> <p>Impacto ambiental de la rehabilitación.</p> <p><b>Variable dependiente:</b></p> <p><b>Y = Evaluación del pavimento flexible.</b></p> <p>Dimensiones e Indicadores</p> <p><b>Y.1.</b> Estado general del pavimento flexible</p>	<p><b>Población:</b> Toda la Long. de la Av. Túpac Amaru 1.5 km</p> <p><b>Muestra:</b> Para esta ocasión, la muestra está constituida por la misma Av. Dividida en 6 tramos.</p> <p><b>Técnicas de recolección de datos:</b></p> <p>Observación y análisis documental.</p> <p><b>Instrumentos de recolección de datos:</b></p> <p>Fichas de registros.</p>
--	--	--	---	--

		<p>mecánicas del suelo en la Avenida Túpac Amaru para el diseño del Whitetopping, se observará una correlación directa entre la resistencia del suelo y la capacidad de carga del pavimento resultante.</p>	<p><b>Y.2. Capacidad estructural del pavimento flexible</b></p> <p><b>Indicadores:</b></p> <p>Índice de Condición del Pavimento (PCI) obtenido mediante inspecciones visuales.</p> <p>Número y tipo de defectos presentes en el pavimento (por ejemplo, grietas, deformaciones, huecos).</p> <p>Rugosidad superficial del pavimento.</p> <p>Uniformidad de la superficie del pavimento.</p>	<p><b>Técnicas para el procesamiento y análisis de la información</b></p> <p>Para el procesamiento de datos se utiliza el software de Microsoft Excel; permitiendo la construcción de tablas y gráficos, facilitando la interpretación de estos.</p>
--	--	---	---	--

## **Anexo 2. Consentimiento informado**

## CONSENTIMIENTO INFORMADO

**ID:**0001

### Responsables de la investigación:

Apellidos y Nombres: **MORALES RAMIREZ, GERSON ANDRE** DNI: 72459932

Celular: 957885346 Correo electrónico: [gerandre\\_mr\\_15@hotmail.com](mailto:gerandre_mr_15@hotmail.com)

Apellidos y Nombres: **MUNDACA RODRIGUEZ, JOSE JOSE** DNI: 74095293

Celular: 957885346 Correo electrónico: [jose\\_mundaca@hotmail.com](mailto:jose_mundaca@hotmail.com)

### Título de la investigación:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y REHABILITACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO WHITETOPPING, AV. TÚPAC AMARU - AMARILIS, 2024

### Consentimiento/participación voluntaria:

YO, OWNER HABACUC SALVADOR SALAZAR, identificado D.N.I. Nro. 46085879 ACEPTO participar en el proceso de validación del trabajo de investigación, Indico que he sido debidamente informado sobre el proceso y los objetivos de la investigación, los cuales están alineados con los principios éticos establecidos en el trabajo. Asimismo, doy mi autorización para que se lleve a cabo todo lo necesario para promover y facilitar la investigación.

Quiero dejar claro que mi participación en este estudio no implica recibir ningún tipo de compensación, ya que se trata de una investigación académica.


---

**Firma del participante**  
**Nombre:** OWNER HABACUC SALVADOR SALAZAR  
**DNI:** 46085879


  
**Huella digital**



---


**Firma del investigador**  
**Nombre:** GERSON ANDRE MORALES RAMIREZ  
**DNI:** 72459932

  
**Huella digital**



---

**Firma del participante**  
**Nombre:** JOSÉ JOSÉ MUNDACA RODRIGUEZ  
**DNI:** 74095293

  
**Huella digital**

## CONSENTIMIENTO INFORMADO

**ID:**0002

### Responsables de la investigación:

Apellidos y Nombres: MORALES RAMIREZ, GERSON ANDRE DNI: 72459932

Celular: 957885346 Correo electrónico: [gerandre\\_mr\\_15@hotmail.com](mailto:gerandre_mr_15@hotmail.com)

Apellidos y Nombres: MUNDACA RODRIGUEZ, JOSE JOSE DNI: 74095293

Celular: 957885346 Correo electrónico: [jose\\_mundaca@hotmail.com](mailto:jose_mundaca@hotmail.com)

### Título de la investigación:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y REHABILITACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO WHITETOPPING, AV. TÚPAC AMARU - AMARILIS, 2024

### Consentimiento/participación voluntaria:

YO, JUAN ANGEL ROSALES CONTRERAS identificado D.N.I. Nro. 22510300 ACEPTO participar en el proceso de validación del trabajo de investigación, Indico que he sido debidamente informado sobre el proceso y los objetivos de la investigación, los cuales están alineados con los principios éticos establecidos en el trabajo. Asimismo, doy mi autorización para que se lleve a cabo todo lo necesario para promover y facilitar la investigación.

Quiero dejar claro que mi participación en este estudio no implica recibir ningún tipo de compensación, ya que se trata de una investigación académica.




#### **Firma del participante**

**Nombre:** JUAN ANGEL ROSALES CONTRERAS  
**DNI:** 22510300

**Huella digital**



#### **Firma del investigador**

**Nombre:** GERSON ANDRE MORALES RAMIREZ  
**DNI:** 72459932

**Huella digital**





#### **Firma del participante**

**Nombre:** JOSÉ JOSÉ MUNDACA RODRIGUEZ  
**DNI:** 74095293

**Huella digital**



## CONSENTIMIENTO INFORMADO

**ID:**0003

### Responsables de la investigación:

Apellidos y Nombres: **MORALES RAMIREZ, GERSON ANDRE** DNI: 72459932

Celular: 957885346 Correo electrónico: [gerandre\\_mr\\_15@hotmail.com](mailto:gerandre_mr_15@hotmail.com)

Apellidos y Nombres: **MUNDACA RODRIGUEZ, JOSE JOSE** DNI: 74095293

Celular: 957885346 Correo electrónico: [jose\\_mundaca@hotmail.com](mailto:jose_mundaca@hotmail.com)

### Título de la investigación:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y REHABILITACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO WHITETOPPING, AV. TÚPAC AMARU - AMARILIS, 2024

### Consentimiento/participación voluntaria:

YO, Roger Omar Delgado Valdivia, identificado D.N.I. Nro. 42044582, ACEPTO participar en el proceso de validación del trabajo de investigación, Indico que he sido debidamente informado sobre el proceso y los objetivos de la investigación, los cuales están alineados con los principios éticos establecidos en el trabajo. Asimismo, doy mi autorización para que se lleve a cabo todo lo necesario para promover y facilitar la investigación.

Quiero dejar claro que mi participación en este estudio no implica recibir ningún tipo de compensación, ya que se trata de una investigación académica.

  
  
 Roger O. Delgado Valdivia  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 95912



**Firma del participante**

**Nombre:** ROGER OMAR DELGADO VALDIVIA  
**DNI:** 42044582

**Huella digital**

  
**Firma del investigador**

**Nombre:** GERSON ANDRE MORALES RAMIREZ  
**DNI:** 72459932

  
**Huella digital**

  
**Firma del participante**

**Nombre:** JOSÉ JOSÉ MUNDACA RODRIGUEZ  
**DNI:** 74095293

  
**Huella digital**

## CONSENTIMIENTO INFORMADO

**ID:**0004

### Responsables de la investigación:

Apellidos y Nombres: **MORALES RAMIREZ, GERSON ANDRE** DNI: 72459932

Celular: 957885346 Correo electrónico: [gerandre\\_mr\\_15@hotmail.com](mailto:gerandre_mr_15@hotmail.com)

Apellidos y Nombres: **MUNDACA RODRIGUEZ, JOSE JOSE** DNI: 74095293

Celular: 957885346 Correo electrónico: [jose\\_mundaca@hotmail.com](mailto:jose_mundaca@hotmail.com)

### Título de la investigación:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y REHABILITACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO WHITETOPPING, AV. TÚPAC AMARU - AMARILIS, 2024

### Consentimiento/participación voluntaria:

YO, KEWIN MARIANO CORNE....., identificado D.N.I. Nro. 71796771..... ACEPTO participar en el proceso de validación del trabajo de investigación, Indico que he sido debidamente informado sobre el proceso y los objetivos de la investigación, los cuales están alineados con los principios éticos establecidos en el trabajo. Asimismo, doy mi autorización para que se lleve a cabo todo lo necesario para promover y facilitar la investigación.

Quiero dejar claro que mi participación en este estudio no implica recibir ningún tipo de compensación, ya que se trata de una investigación académica.



*Kef*  
Mariano Corne Kewin  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 231638

**Firma del participante**

**Nombre:** KEWIN MARIANO CORNE  
**DNI:** 71796771

**Huella digital**

*Gerand*

**Firma del investigador**

**Nombre:** GERSON ANDRE MORALES RAMIREZ  
**DNI:** 72459932

**Huella digital**

*Mundaca*

**Firma del participante**

**Nombre:** JOSÉ JOSÉ MUNDACA RODRIGUEZ  
**DNI:** 74095293

**Huella digital**



## CONSENTIMIENTO INFORMADO

**ID:**0005

### Responsables de la investigación:

Apellidos y Nombres: **MORALES RAMIREZ, GERSON ANDRE** DNI: 72459932

Celular: 957885346 Correo electrónico: [gerandre\\_mr\\_15@hotmail.com](mailto:gerandre_mr_15@hotmail.com)

Apellidos y Nombres: **MUNDACA RODRIGUEZ, JOSE JOSE** DNI: 74095293

Celular: 957885346 Correo electrónico: [jose\\_mundaca@hotmail.com](mailto:jose_mundaca@hotmail.com)

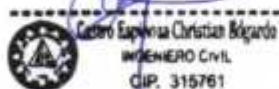
### Título de la investigación:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y REHABILITACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO WHITETOPPING, AV. TÚPAC AMARU - AMARILIS, 2024

### Consentimiento/participación voluntaria:

YO, Christian Edgardo Castro Espinoza, identificado D.N.I. Nro. 71993530 ACEPTO participar en el proceso de validación del trabajo de investigación, Indico que he sido debidamente informado sobre el proceso y los objetivos de la investigación, los cuales están alineados con los principios éticos establecidos en el trabajo. Asimismo, doy mi autorización para que se lleve a cabo todo lo necesario para promover y facilitar la investigación.

Quiero dejar claro que mi participación en este estudio no implica recibir ningún tipo de compensación, ya que se trata de una investigación académica.



**Firma del participante**

**Nombre:** CHRISTIAN EDGARDO CASTRO ESPINOZA  
**DNI:** 71993530

**Huella digital**



**Firma del investigador**

**Nombre:** GERSON ANDRE MORALES RAMIREZ  
**DNI:** 72459932

**Huella digital**



**Firma del participante**

**Nombre:** JOSÉ JOSÉ MUNDACA RODRIGUEZ  
**DNI:** 74095293

**Huella digital**

# **Anexo 3. Instrumentos**

### Anexo 03 Índice de Condición del Pavimento – unidad de muestra 01

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE									
MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
Proyecto		Evaluación del pavimento flexible y rehabilitación mediante el método Whitetopping, Avenida Túpac Amaru, distrito de Amarilis, 2024.							
Nombre de la vía	Av. Túpac Amaru		Evaluador				Tesisistas		
Unidad de muestra	UM-01								
Progresiva inicial	0+000		Ancho de vía (m)				6.10		
Progresiva final	0+250		Área de unidad de muestra (m2)				1525		
TIPO DE FALLAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE									
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión		11. Parcheo				16. Desplazamiento		
2. Exudación	7. Grieta de borde		12. Pulimiento de agregados				17. Grieta parabólica		
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta		13. Huecos				18. Hinchamiento		
4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril/berma		14. Cruce de vía férrea				19. Despredimiento de agregados		
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales		15. Ahuellamiento				20. Meteorización		
Falla	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido	
20	B	7.25	4.90			12.15	4.98	2	
10	B	8.30				8.3	3.40	4	
13	B	1.00	1.00			2	0.82	18	
1	B	13.47				13.47	5.52	28	
Nº	Severidad	Valores Deducidos				VDT	q	VDC	
20	B	28	18	4	2	52	4	28	
10	B	28	18	4	2	52	3	34	
13	B	28	18	2	2	50	2	37	
1	B	28	2	2	2	34	1	34	
Max. VDC						37			
Índice de Condición del Pavimento (100 - Max. VDC)						63			
						BUENO			

## Índice de Condición del Pavimento – unidad de muestra 02

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE										
MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										
Proyecto		Evaluación del pavimento flexible y rehabilitación mediante el método Whitetopping, Avenida Túpac Amaru, distrito de Amarilis, 2024.								
Nombre de la vía	Av. Túpac Amaru		Evaluador			Tesisistas				
Unidad de muestra	UM-02									
Progresiva inicial	0+250		Ancho de vía (m)			6.10				
Progresiva final	0+500		Área de unidad de muestra (m2)			1525				
TIPO DE FALLAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE										
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión		11. Parcheo			16. Desplazamiento			
2. Exudación		7. Grieta de borde		12. Pulimiento de agregados			17. Grieta parabólica			
3. Agrietamiento en bloque		8. Grieta de reflexión de junta		13. Huecos			18. Hinchamiento			
4. Abultamiento y hundimiento		9. Desnivel carril/berma		14. Cruce de vía férrea			19. Despredimiento de agregados			
5. Corrugación		10. Grietas longitudinales y transversales		15. Ahuellamiento			20. Meteorización			
Falla	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido	
11	B	2.44					2.44	1.00	3	
11	M	3.75					3.75	1.54	12	
10	B	8.52					8.52	3.49	2	
1	B	3.75	8.20				11.95	4.90	25	
13	B	6					6	2.46	33	
Nº	Severidad	Valores Deducidos					VDT	q	VDC	
11	B	33	25	12	3	2	75	5	38	
11	M	33	25	12	3	2	75	4	44	
10	B	33	25	12	2	2	74	3	48	
1	B	33	25	2	2	2	64	2	47	
13	B	33	2	2	2	2	41	1	41	
Max. VDC							48			
Índice de Condición del Pavimento (100 - Max. VDC)							52			
REGULAR										

## Índice de Condición del Pavimento – unidad de muestra 03

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE									
MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
Proyecto		Evaluación del pavimento flexible y rehabilitación mediante el método Whitetopping, Avenida Túpac Amaru, distrito de Amarilis, 2024							
Nombre de la vía	Av. Túpac Amaru	Evaluador				Tesisistas			
Unidad de muestra	UM-03								
Progresiva inicial	0+500	Ancho de vía (m)				6.10			
Progresiva final	0+750	Área de unidad de muestra (m2)				1525			
TIPO DE FALLAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE									
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo				16. Desplazamiento			
2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimiento de agregados				17. Grieta parabólica			
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta	13. Huecos				18. Hinchamiento			
4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril/berma	14. Cruce de vía férrea				19. Despredimiento de agregados			
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento				20. Meteorización			
Falla	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido	
1	M	3.25	7.82			11.07	4.43	37	
11	M	9.47	4.68			14.15	5.66	23	
20	M	12.80	5.34			18.14	7.25	3	
1	B	6.95	4.19			11.14	4.45	24	
Nº	Severidad	Valores Deducidos				VDT	q	VDC	
1	M	37	24	23	3	87	4	50	
11	M	37	24	23	2	86	3	54	
20	M	37	24	2	2	65	2	48	
1	B	37	2	2	2	43	1	45	
<b>Max. VDC</b>						<b>54</b>			
<b>Índice de Condición del Pavimento (100 - Max. VDC)</b>						<b>46</b>			
<b>REGULAR</b>									

## Índice de Condición del Pavimento – unidad de muestra 04

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE										
MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										
Proyecto		Evaluación del pavimento flexible y rehabilitación mediante el método Whitetopping, Avenida Túpac Amaru, distrito de Amarilis, 2024								
Nombre de la vía	Av. Túpac Amaru	Evaluador				Tesisistas				
Unidad de muestra	UM-04									
Progresiva inicial	0+750	Ancho de vía (m)				6.10				
Progresiva final	1+000	Área de unidad de muestra (m2)				1525				
TIPO DE FALLAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE										
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo				16. Desplazamiento				
2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimiento de agregados				17. Grieta parabólica				
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta	13. Huecos				18. Hinchamiento				
4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril/berma	14. Cruce de vía férrea				19. Despredimiento de agregados				
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento				20. Meteorización				
Falla	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido		
13	M	10.00	6.00			16	6.56	75		
20	M	12.58	7.30	6.19		26.07	10.68	3		
1	B	5.24	9.60			14.84	6.08	28		
7	M	4.75				4.75	1.95	4		
11	B	8.37	1.49			9.86	4.04	8		
Nº	Severidad	Valores Deducidos					VDT	q	VDC	
13	M	75	28	8	4	3	118	5	62	
20	M	75	28	8	4	2	117	4	67	
1	B	75	28	8	2	2	115	3	72	
7	M	75	28	2	2	2	109	2	74	
11	B	75	2	2	2	2	83	1	85	
<b>Max. VDC</b>						<b>85</b>				
<b>Índice de Condición del Pavimento (100 - Max. VDC)</b>						<b>15</b>				
MUY MALO										

## Índice de Condición del Pavimento – unidad de muestra 05

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE										
MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										
Proyecto		Evaluación del pavimento flexible y rehabilitación mediante el método Whitetopping, Avenida General Hoyos Túpac Amaru, distrito de Amarilis, 2024								
Nombre de la vía	Av. Túpac Amaru	Evaluador				Tesisistas				
Unidad de muestra	UM-05									
Progresiva inicial	1+000	Ancho de vía (m)				6.10				
Progresiva final	1+250	Área de unidad de muestra (m2)				1525				
TIPO DE FALLAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE										
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo				16. Desplazamiento				
2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimiento de agregados				17. Grieta parabólica				
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta	13. Huecos				18. Hinchamiento				
4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril/berma	14. Cruce de vía férrea				19. Despredimiento de agregados				
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento				20. Meteorización				
Falla	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido	
10	B	6.40					6.4	2.62	2	
1	B	3.88	5.61				9.49	3.89	23	
20	B	7.25	2.96				10.21	4.18	2	
13	B	3.00	2.00	2.00			7	2.87	34	
11	B	3.66	5.20				8.86	3.63	7	
1	M	8.19					8.19	3.36	33	
Nº	Severidad	Valores Deducidos					VDT	q	VDC	
10	B	34	33	23	7	2	2	101	6	50
1	B	34	33	23	7	2	2	101	5	54
20	B	34	33	23	7	2	2	101	4	58
13	B	34	33	23	2	2	2	96	3	60
11	B	34	33	2	2	2	2	75	2	54
1	M	34	2	2	2	2	2	44	1	44
Max. VDC							60			
Índice de Condición del Pavimento (100 - Max. VDC)							40			
MALO										

## Índice de Condición del Pavimento – unidad de muestra 06

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE											
MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO											
Evaluación del pavimento flexible y rehabilitación mediante el método Whitetopping, Avenida Túpac Amaru, distrito de Amarilis, 2024											
Nombre de la vía		Av. Túpac Amaru			Evaluador			Tesisistas			
Unidad de muestra		UM-06									
Progresiva inicial		1+250			Ancho de vía (m)			6.10			
Progresiva final		1+500			Área de unidad de muestra (m2)			1525			
TIPO DE FALLAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE											
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento			
2. Exudación		7. Grieta de borde			12. Pulimiento de agregados			17. Grieta parabólica			
3. Agrietamiento en bloque		8. Grieta de reflexión de junta			13. Huecos			18. Hinchamiento			
4. Abultamiento y hundimiento		9. Desnivel carril/berma			14. Cruce de vía férrea			19. Despredimiento de agregados			
5. Corrugación		10. Grietas longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento			20. Meteorización			
Falla	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad (%)	Valor deducido	
20	M	5.57	16.2	8.1	13.45			43.32	17.75	5	
7	M	6.3	3.76					10.06	4.12	10	
1	M	6.37	2.5					8.87	3.64	34	
13	A	2	3	1				6	2.46	70	
10	A	4.45	2.38					6.83	2.80	16	
10	M	7.19	4.26	3.75				15.2	6.23	12	
7	A	5.83	3.25					9.08	3.72	12	
Nº	Severidad	Valores Deducidos							VDT	q	VDC
20	M	70	34	16	12	12	10	5	159	7	73
7	M	70	34	16	12	12	10	2	156	6	75
1	M	70	34	16	12	12	2	2	148	5	86
13	A	70	34	16	12	2	2	2	138	4	81
10	A	70	34	16	2	2	2	2	128	3	76
10	M	70	34	2	2	2	2	2	114	2	72
7	A	70	2	2	2	2	2	2	82	1	82
Max. VDC									86		
Índice de Condición del Pavimento (100 - Max. VDC)									14		
MUY MALO											



## **3.1 Análisis granulométrico**

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y REHABILITACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO WHITETOPPING, AV. TÚPAC AMARU - AMARILIS, 2024"  
**UBICACIÓN** : AV. TUPAC AMARU DE AMARILIS - PROVINCIA DE HUÁNUCO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO  
**SOLICITA** : BACH.ING. GERSON ANDRE MORALES RAMIREZ Y BACH.ING. JOSE JOSE MORALES RAMIREZ  
**CALICATA** : C-01  
**FECHA** : 2024

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

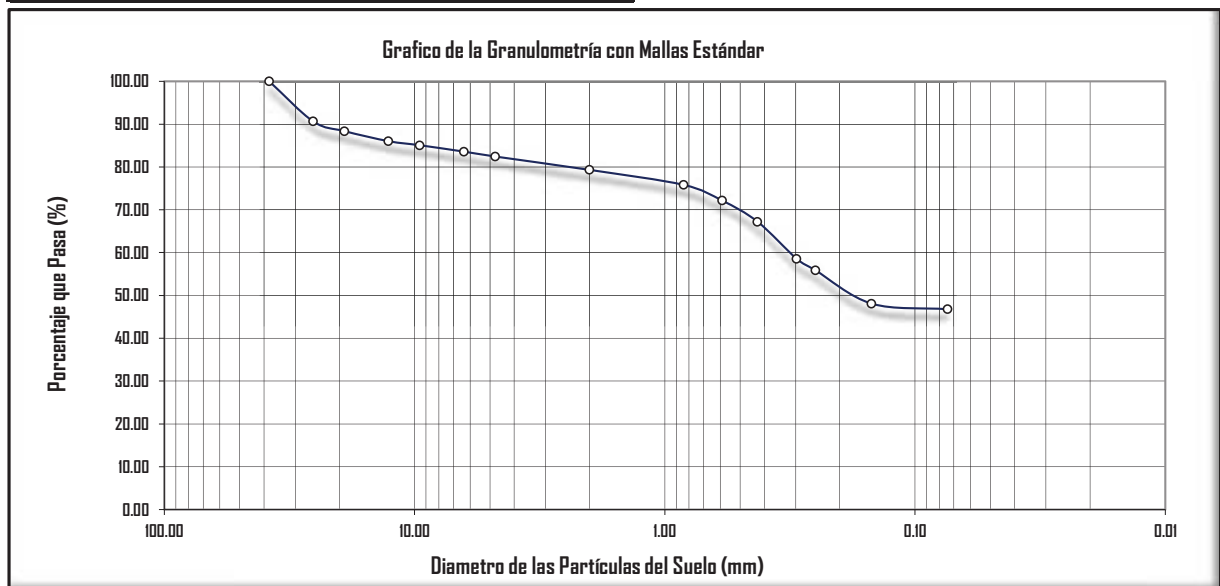
TAMIZ Nº	Tamiz (mm)	Peso Retenido	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
3"	76.20	0.00	100.00	0.00	0.00
2"	50.80	0.00	100.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.10	0.00	100.00	0.00	0.00
1"	25.40	146.70	90.64	9.36	9.36
3/4"	19.05	35.60	88.37	11.63	2.27
1/2"	12.70	36.70	86.02	13.98	2.34
3/8"	9.53	14.90	85.07	14.93	0.95
1/4"	6.35	23.30	83.59	16.41	1.49
No 4	4.76	18.00	82.44	17.56	1.15
No 10	2.00	48.80	79.32	20.68	3.11
No 20	0.84	55.00	75.81	24.19	3.51
No 30	0.59	57.40	72.15	27.85	3.66
No 40	0.43	77.40	67.21	32.79	4.94
No 50	0.30	135.90	58.54	41.46	8.67
No 60	0.25	41.90	55.86	44.14	2.67
No 100	0.15	122.00	48.08	51.92	7.79
No 200	0.07	20.40	46.78	53.22	1.30
CAZOLETA	0.00	733.0	0.00	100.00	46.78
<b>TOTAL</b>		<b>1567.00</b>			

Peso de la muestra Húmeda	1720.60 gr
Peso de la muestra Seca	1567.00 gr
Peso de la muestra Seca Lavada	998.70 gr
Peso de la Tara	143.00 gr

LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO			
Límite líquido LL	NP	Cantidad de Grava	17.56%
Límite plástico LP	NP	Cantidad de Arena	35.66%
Ind. de Plasticidad IP	NP	Cant. de Limo-Arcilla	46.78%
Material granular equivalente a:			<b>53.22%</b>

Pasa tamiz Nº 4 :	<b>72.15 %</b>
Pasa tamiz Nº 200:	<b>46.78 %</b>
D60(diámetro efectivo):	<b>0.32 mm</b>
D30(diámetro efectivo):	<b>mm</b>
D10 (diámetro efectivo):	<b>mm</b>
Coef. de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

**OBSERVACIONES:**  
 Humedad: **9.80%**



**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y REHABILITACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO WHITETOPPING, AV. TÚPAC AMARU - AMARILIS, 2024"

**UBICACIÓN** : AV. TUPAC AMARU DE AMARILIS - PROVINCIA DE HUÁNUCO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO

**SOLICITA** : BACH.ING. GERSON ANDRE MORALES RAMIREZ Y BACH.ING. JOSE JOSE MORALES RAMIREZ

**CALICATA** : C-01

**FECHA** : 2024.

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D - 423)**

Nº DE GOLPES	<b>N.P.</b>
S. Humedo + Tarro	
S. seco + Tarro	
Peso de Tarro	
Peso del Agua	
Peso de Suelo Seco	
HUMEDAD %	

**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D - 424)**

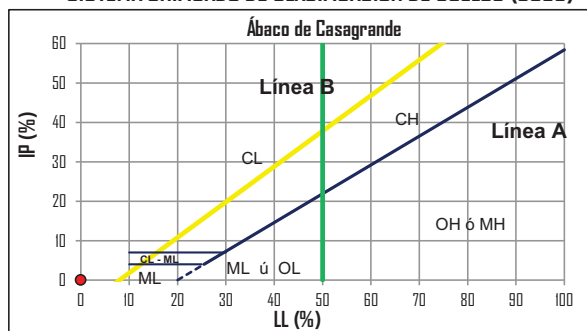
Nº DE GOLPES	<b>N.P.</b>
S. Humedo + Tarro	
S. seco + Tarro	
Peso de Tarro	
Peso del Agua	
Peso de Suelo Seco	
HUMEDAD %	

LÍMITE LÍQUIDO (LL) : NP

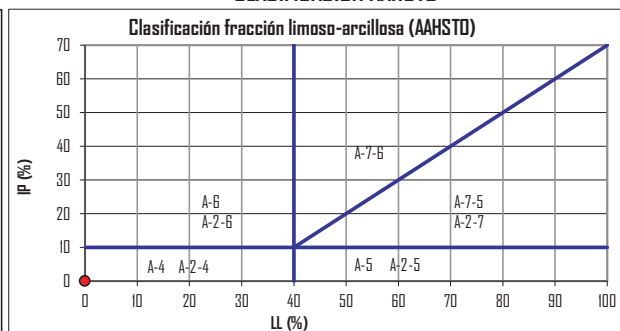
LÍMITE PLÁSTICO (LP) : NP

ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : NP

**SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)**



**CLASIFICACIÓN AASHTO**



**Clasificación de suelos: Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)**

Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).

Grava limosa con arena GM

**Clasificación de suelos: AASHTO**

A-4 Suelo limoso

Valor del índice de grupo:



**PROYECTO:** "EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y REHABILITACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO WHITETOPPING, AV. TÚPAC AMARU - AMARILIS, 2024"

**UBICACIÓN:** AV. TUPAC AMARU DEL DISTRITO DE AMARILIS - PROVINCIA DE HUÁNUCO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO

**SOLICITA:** BACH.ING. GERSON ANDRE MORALES RAMIREZ Y BACH.ING. JOSE JOSE MUNDACA RODRIGUEZ

**COMPACTACION:** TIPO C

**MUESTRA:** C-DI

**FECHA:** 2024.

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

W del molde + suelo humedo	gr.	6750.0	6857.0	6876.0	6855.0				
W del molde	gr.	4753.0	4753.0	4753.0	4753.0				
W del suelo humedo	gr.	1997.0	2104.0	2123.0	2102.0				
Volumen del suelo	cm <sup>3</sup> .	997.0	997.0	997.0	997.0				
Densidad humeda	gr/c <sup>3</sup> .	2.00	2.11	2.13	2.11				
Nº de tara		1	2	3	4	5	6	7	8
Ubicación de Muestra		SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
W del molde + suelo humedo	gr.	453.00	453.00	407.00	407.00	401.00	401.00	466.00	466.00
W del molde + suelo seco	gr.	443.00	443.00	391.00	391.00	377.00	377.00	431.00	431.00
W de la tara	gr.	110.00	110.00	75.00	75.00	75.00	75.00	76.00	76.00
W de el agua	gr.	10.00	10.00	16.00	16.00	24.00	24.00	35.00	35.00
W suelo seco	gr.	333.00	333.00	316.00	316.00	302.00	302.00	355.00	355.00
Contenido de Humedad	%	3.00	3.00	5.06	5.06	7.95	7.95	9.86	9.86
Humedad Promedio	%	3.00		5.06		7.95		9.86	
Densidad Seca	gr/c <sup>3</sup> .	1.94		2.01		1.97		1.92	

**ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73**
**CÁLCULOS PARA COMPACTACIÓN CBR**

MUESTRA		D1				D2				D3			
Nº DE GOLPES		56				25				10			
CONDICIÓN		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO	
W del molde + suelo humedo	gr.	12582.0		11879.0		12480.0		11510.0		12375.0		11443.0	
W del molde	gr.	7638.0		7638.0		7650.0		7650.0		7697.0		7697.0	
W del suelo humedo	gr.	4944.0		4241.0		4830.0		3860.0		4678.0		3746.0	
Volumen del suelo	cm <sup>3</sup> .	2169.0		2123.9		2169.0		2123.9		2142.0		2123.9	
Densidad humeda	gr/cc	2.279		1.997		2.227		1.817		2.184		1.764	
Humedad	%	6.81				6.42				7.31			
Densidad seca	gr/cc	2.134				2.092				2.035			
IDENTIFICACIÓN DE TARA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
W tara + suelo humedo	gr.	418.00	418.00			419.00	419.00			391.00	391.00		
W tara + suelo seco	gr.	396.00	396.00			398.00	398.00			369.00	369.00		
W de la tara	gr.	73.00	73.00			71.00	71.00			68.00	68.00		
W del agua	gr.	22.000	22.000			21.000	21.000			22.000	22.000		
W de los solidos	gr.	323.00	323.00			327.00	327.00			301.00	301.00		
humedad	%	6.81	6.81			6.42	6.42			7.31	7.31		
Promedio de humedad	%	6.81				6.42				7.31			

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA		EXPANSION		LECTURA		EXPANSION		LECTURA		EXPANSION	
			DIAL		m.m.	%	DIAL		m.m.	%	DIAL		m.m.	%

**PENETRACION**

PENETRA- CIÓN EN PULG.	MUESTRA Nº D1			MUESTRA Nº D2			MUESTRA Nº D3		
	LECTURA DIAL	CORRECCION Libras /Lb/Pulg.2.		LECTURA DIAL	CORRECCION Libras /Lb/Pulg.2.		LECTURA DIAL	CORRECCION Libras /Lb/Pulg.2.	
0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.03	8	84.4	28.1	4	42.2	14.1	3	25.1	8.4
0.05	25	253.1	84.4	17	168.7	56.2	8	75.3	25.1
0.08	46	463.9	154.6	32	316.3	105.4	15	150.6	50.2
0.10	69	695.9	232.0	46	463.9	154.6	23	225.9	75.3
0.15	116	1159.8	386.6	71	717.0	239.0	33	326.4	108.8
0.20	158	1581.6	527.2	88	885.7	295.2	40	401.7	133.9
0.25	189	1897.9	632.6	101	1012.2	337.4	48	477.0	159.0
0.30	212	2129.9	710.0	113	1138.7	379.6	53	527.2	175.7
0.40	242	2425.1	808.4	124	1244.2	414.7	58	577.4	192.5
0.50	256	2572.7	857.6	134	1349.6	449.9	63	627.6	209.2

DS (g/cm <sup>3</sup> )	CBR (%)	Nº GOLPES
2.134	23.2	56
2.092	15.5	25
2.035	7.5	10



**PROYECTO:** "EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y REHABILITACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO WHITETOPPING, AV. TÚPAC AMARU - AMARILIS, 2024"

**UBICACIÓN:** AV. TUPAC AMARU DEL DISTRITO DE AMARILIS - PROVINCIA DE HUÁNUCO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO

**SOLICITA:** BACH.ING. GERSON ANDRÉ MORALES RAMÍREZ Y BACH.ING. JOSÉ JOSÉ MUNDACA RODRÍGUEZ

**MUESTRA:** C-01

**COMPACTACIÓN:** TIPO C

**FECHA:** 2024.

**PROCTOR MODIFICADO ASTM H57 @ - 91**

MOLDE	I	II	III	IV	V
HUMEDAD	3.00	5.06	7.95	9.86	
D.SECA	1.94	2.01	1.97	1.92	
<b>MDS =</b>	<b>2.011 gr/cm<sup>3</sup></b>			<b>OCH =</b>	<b>5.49 %</b>

**Razón de Soporte California CBR ASTM D 1183  
 Compactación de los Moldes**

Molde Nº	I	II	III
Nº de Capas	5	5	5
Nº de Golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.13	2.09	2.04
Contenido de Humedad (%)	6.81	6.42	7.31

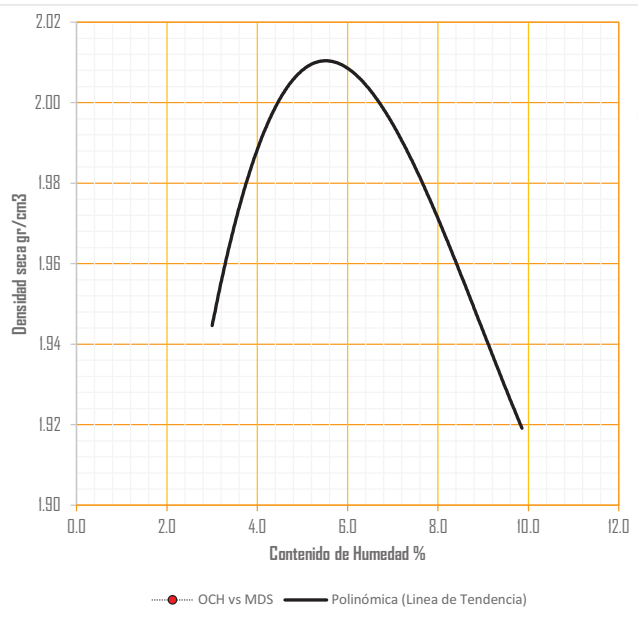
**Cuadro C.B.R. para 0.1" de penetración**

Molde Nº	I	II	III
Carga Aplicada	232.0	154.6	75.3
Carga Patrón	1000	1000	1000
C.B.R. (%)	23.2	15.5	7.5

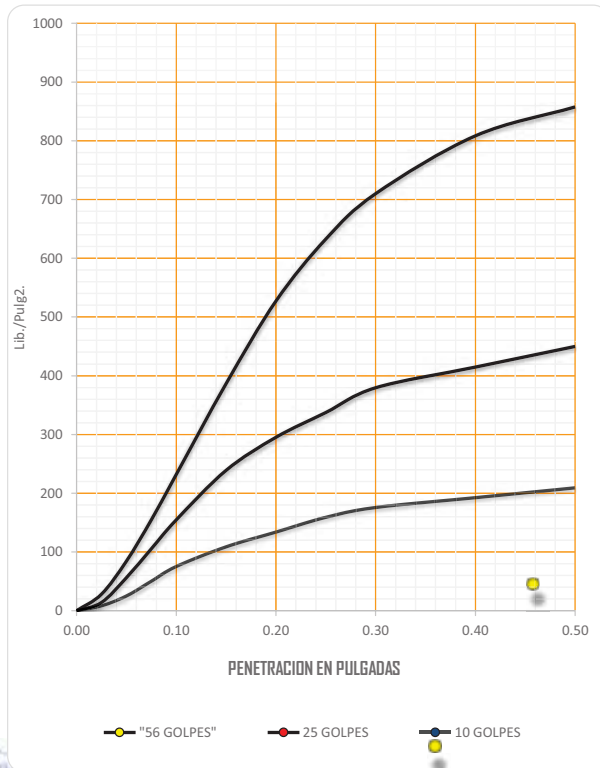
**Resultados CBR**

Condición de la Muestra	4 días de Saturación
Sobrecarga	10 libras
Hinchamiento promedio (%)	0.00
<b>CBR (95% de la MDS y 0.1" de penetración)</b>	<b>= 15.46</b>
<b>CBR (100 % de la MDS y 0.1" de penetración)</b>	<b>= 23.20</b>

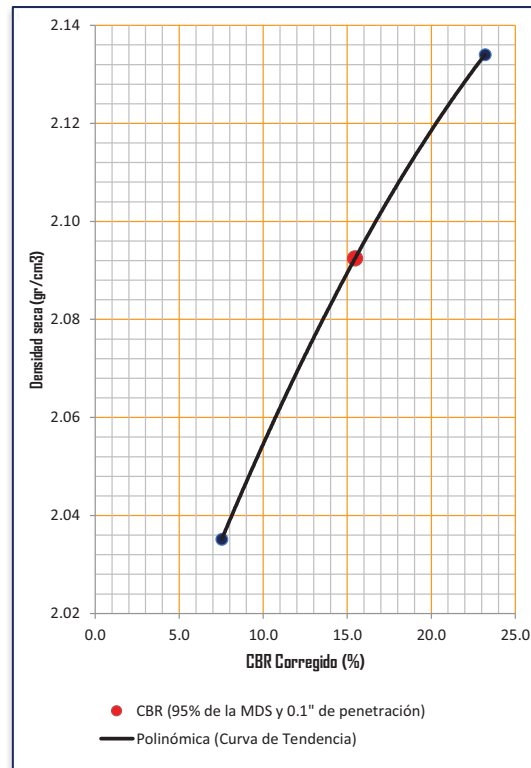
**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**CURVAS DE PENETRACIÓN**



**DENSIDAD SECA VS CBR**



**PROYECTO :** "EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y REHABILITACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO WHITETOPPING, AV. TÚPAC AMARU - AMARILIS, 2024"  
**UBICACIÓN :** AV. TUPAC AMARU DEL DISTRITO DE AMARILIS - PROVINCIA DE HUÁNUCO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO  
**SOLICITA :** BACH.ING. GERSON ANDRE MORALES RAMIREZ Y BACH. ING. JOSE JOSE MUNDACA RODRIGUEZ  
**CALICATA :** C-01  
**FECHA :** 2024.

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ Nº	Tamiz (mm)	Peso Retenido	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
3"	76.20	0.00	100.00	0.00	0.00
2"	50.80	0.00	100.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.10	0.00	100.00	0.00	0.00
1"	25.40	0.00	100.00	0.00	0.00
3/4"	19.05	0.00	100.00	0.00	0.00
1/2"	12.70	0.00	100.00	0.00	0.00
3/8"	9.53	0.00	100.00	0.00	0.00
1/4"	6.35	2.40	99.84	0.16	0.16
No 4	4.76	2.40	99.69	0.31	0.16
No 10	2.00	19.70	98.40	1.60	1.29
No 20	0.84	35.30	96.08	3.92	2.31
No 30	0.59	30.50	94.09	5.91	2.00
No 40	0.43	183.40	82.07	17.93	12.01
No 50	0.30	214.30	68.04	31.96	14.04
No 60	0.25	68.10	63.58	38.42	4.46
No 100	0.15	135.60	54.70	45.30	8.88
No 200	0.07	25.40	53.03	46.97	1.66
CAZOLETA	0.00	809.7	0.00	100.00	53.03
<b>TOTAL</b>		<b>1526.80</b>			

Peso de la muestra Húmeda	1646.00 gr
Peso de la muestra Seca	1526.80 gr
Peso de la muestra Seca Lavada	8667.00 gr
Peso de la Tara	144.00 gr

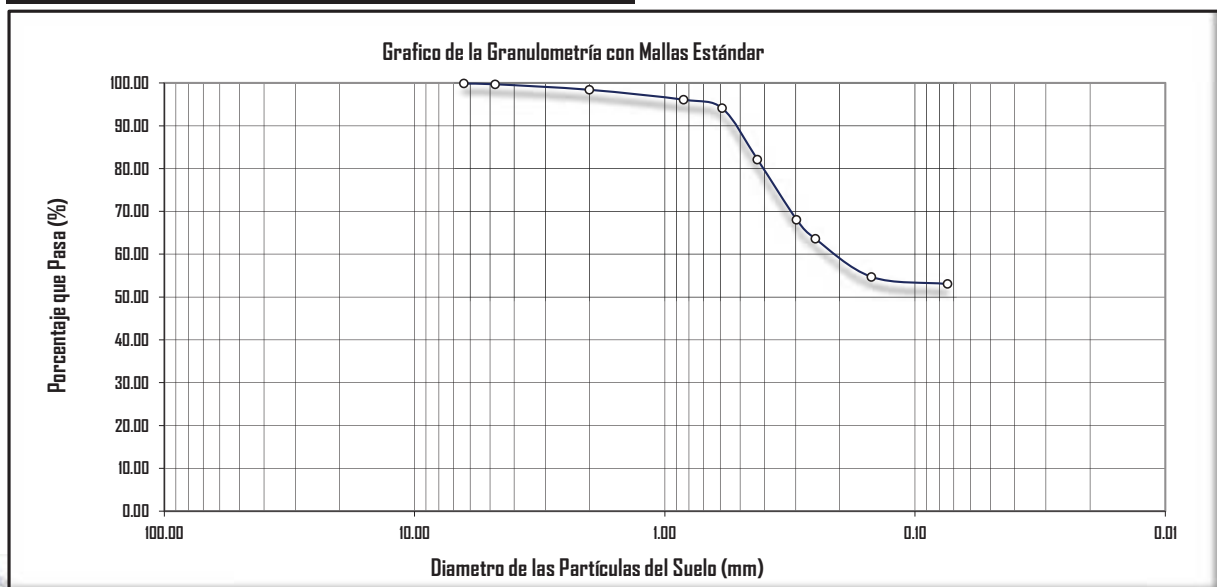
#### LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO

Límite líquido LL	NP	Cantidad de Grava	0.31%
Límite plástico LP	NP	Cantidad de Arena	46.65%
Ind. de Plasticidad IP	NP	Cant. de Limo-Arcilla	53.03%
<b>Material granular equivalente a:</b>			<b>46.97%</b>

<b>Pasa tamiz Nº 4 :</b>	<b>94.09 %</b>
<b>Pasa tamiz Nº 200:</b>	<b>53.03 %</b>
<b>D60(díámetro efectivo):</b>	<b>0.21 mm</b>
<b>D30(díámetro efectivo):</b>	<b>mm</b>
<b>D10 (díámetro efectivo):</b>	<b>mm</b>
<b>Coef. de uniformidad (Cu):</b>	
<b>Grado de curvatura (Cc):</b>	

#### OBSERVACIONES:

Humedad: 7.81%



PROYECTO : "EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y REHABILITACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO WHITETOPPING, AV. TÚPAC AMARU - AMARILIS, 2024"

UBICACIÓN : AV. TUPAC AMARU DEL DISTRITO DE AMARILIS - PROVINCIA DE HUÁNUCO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO

SOLICITA : BACH.ING GERSON ANDRE MORALES RAMIREZ Y BACH.ING JOSE JOSE MUNDACA RODRIGUEZ

CALICATA : C-02

FECHA : 2024.

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D - 423)**

Nº DE GOLPES	<b>N.P.</b>
S. Humedo + Tarro	
S. seco + Tarro	
Peso de Tarro	
Peso del Agua	
Peso de Suelo Seco	
HUMEDAD %	

**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D - 424)**

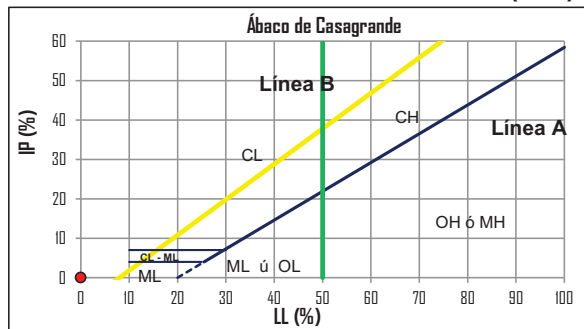
Nº DE GOLPES	<b>N.P.</b>
S. Humedo + Tarro	
S. seco + Tarro	
Peso de Tarro	
Peso del Agua	
Peso de Suelo Seco	
HUMEDAD %	

LÍMITE LÍQUIDO (LL) : NP

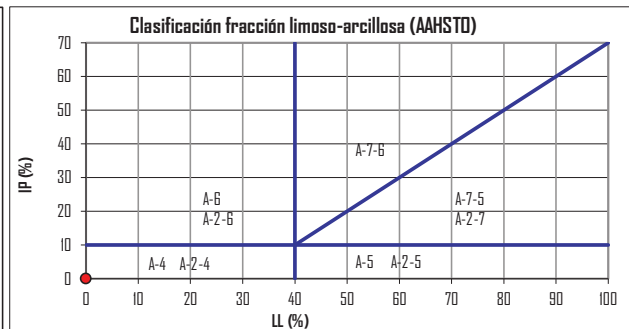
LÍMITE PLÁSTICO (LP) : NP

ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : NP

**SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)**



**CLASIFICACIÓN AASHTO**



**Clasificación de suelos: Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)**

Suelo de partículas finas.  
 Limo baja plasticidad arenoso ML

**Clasificación de suelos: AASHTO**

A-4 Suelo limoso

Valor del índice de grupo:



**PROYECTO:** "EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y REHABILITACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO WHITETOPPING, AV. TÚPAC AMARU - AMARILIS, 2024"

**UBICACIÓN:** AV. TUPAC AMARU DEL DISTRITO DE AMARILIS - PROVINCIA DE HUÁNUCO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO

**SOLICITA:** BACH.ING. GERSON ANDRE MORALES RAMIREZ Y BACH.ING. JOSE JOSE MUNDACA RODRIGUEZ

**COMPACTACION:** TIPO C

**MUESTRA:** C-02

**FECHA:** 2024.

#### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

W del molde + suelo humedo	gr.	6607.0	6702.0	6852.0	6752.0				
W del molde	gr.	4753.0	4753.0	4753.0	4753.0				
W del suelo humedo	gr.	1854.0	1949.0	2099.0	1999.0				
Volumen del suelo	cm <sup>3</sup> .	997.0	997.0	997.0	997.0				
Densidad humeda	gr/cc <sup>3</sup> .	1.86	1.95	2.11	2.01				
Nº de tara		1	2	3	4	5	6	7	8
Ubicación de Muestra		SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
W del molde + suelo humedo	gr.	478.00	478.00	411.00	411.00	401.00	401.00	496.00	496.00
W del molde + suelo seco	gr.	453.00	453.00	381.00	381.00	364.00	364.00	440.00	440.00
W de la tara	gr.	110.00	110.00	75.00	75.00	75.00	75.00	76.00	76.00
W de el agua	gr.	25.00	25.00	30.00	30.00	37.00	37.00	56.00	56.00
W suelo seco	gr.	343.00	343.00	306.00	306.00	289.00	289.00	364.00	364.00
Contenido de Humedad	%	7.29	7.29	9.80	9.80	12.80	12.80	15.38	15.38
Humedad Promedio	%	7.29		9.80		12.80		15.38	
Densidad Seca	gr/cc <sup>3</sup> .	1.73		1.78		1.87		1.74	

#### ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73

##### CÁLCULOS PARA COMPACTACIÓN CBR

MUESTRA	01				02				03				
	56		25		10								
Nº DE GOLPES													
CONDICIÓN	SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		
W del molde + suelo humedo	gr.	12182.0	11879.0	11920.0	11510.0	11675.0	11443.0						
W del molde	gr.	7638.0	7638.0	7650.0	7650.0	7697.0	7697.0						
W del suelo humedo	gr.	4544.0	4241.0	4270.0	3860.0	3978.0	3746.0						
Volumen del suelo	cm <sup>3</sup> .	2169.0	2123.9	2169.0	2123.9	2142.0	2123.9						
Densidad humeda	gr/cc	2.095	1.997	1.969	1.817	1.857	1.764						
Humedad	%	13.00				11.90				12.54			
Densidad seca	gr/cc	1.854				1.759				1.650			
IDENTIFICACION DE TARA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
W tara + suelo humedo	gr.	438.00	486.00			419.00	465.00			391.00	441.00		
W tara + suelo seco	gr.	396.00	412.00			382.00	398.00			355.00	372.00		
W de la tara	gr.	73.00	73.00			71.00	71.00			68.00	68.00		
W del agua	gr.	42.000	74.000			37.000	67.000			36.000	69.000		
W de los solidos	gr.	323.00	339.00			311.00	327.00			287.00	304.00		
humedad	%	13.00	21.83			11.90	20.49			12.54	22.70		
Promedio de humedad	%	17.42				16.19				17.62			

#### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA		EXPANSION		LECTURA		EXPANSION		LECTURA		EXPANSION	
			DIAL	m.m.	%	DIAL	m.m.	%	DIAL	m.m.	%	DIAL	m.m.	%

#### PENETRACION

PENETRA- CIÓN EN PULG.	MUESTRA Nº 01			MUESTRA Nº 02			MUESTRA Nº 03		
	LECTURA DIAL	CORRECCION Libras /Lb/Pulg.2.		LECTURA DIAL	CORRECCION Libras /Lb/Pulg.2.		LECTURA DIAL	CORRECCION Libras /Lb/Pulg.2.	
0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.03	4	40.2	13.4	3	32.4	10.8	2	20.1	6.7
0.05	12	120.5	40.2	9	86.4	28.8	5	50.2	16.7
0.08	22	220.9	73.6	16	161.9	54.0	9	90.4	30.1
0.10	33	331.4	110.5	24	237.5	79.2	13	130.5	43.5
0.15	55	552.3	184.1	37	367.0	122.3	21	210.9	70.3
0.20	75	753.1	251.0	48	485.8	161.9	27	271.1	90.4
0.25	90	903.8	301.3	57	572.1	190.7	32	321.3	107.1
0.30	100	1004.2	334.7	65	647.7	215.9	37	371.5	123.8
0.40	110	1104.6	368.2	73	734.1	244.7	42	421.8	140.6
0.50	115	1154.8	384.9	77	777.2	259.1	45	451.9	150.6

DS (g/cm <sup>3</sup> )	CBR (%)	Nº GOLPES
1.854	11.0	56
1.759	7.9	25
1.650	4.4	10





**PROYECTO:** "EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y REHABILITACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO WHITETOPPING, AV. TÚPAC AMARU - AMARILIS, 2024"

**UBICACIÓN:** AV. TUPAC AMARU DEL DISTRITO DE AMARILIS - PROVINCIA DE HUÁNUCO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO

**SOLICITA:** BACH.ING. GERSON ANDRE MORALES RAMIREZ Y BACH.ING. JOSE JOSE MUNDACA RODRIGUEZ

**MUESTRA:** C-02

**COMPACTACION:** TIPO C

**FECHA:** 2024.

**PROCTOR MODIFICADO ASTM 1157 @ - 91**

MOLDE	I	II	III	IV	V
HUMEDAD	7.29	9.80	12.80	15.38	
D. SECA	1.73	1.78	1.87	1.74	
<b>MDS =</b>	<b>1.867 gr/cm3</b>			<b>OCH =</b>	<b>12.80 %</b>

**Razón de Soporte California CBR ASTM D 1183**  
 Compactación de los Moldes

Molde Nº	I	II	III
Nº de Capas	5	5	5
Nº de Golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm3)	1.85	1.76	1.65
Contenido de Humedad (%)	13.00	11.90	12.54

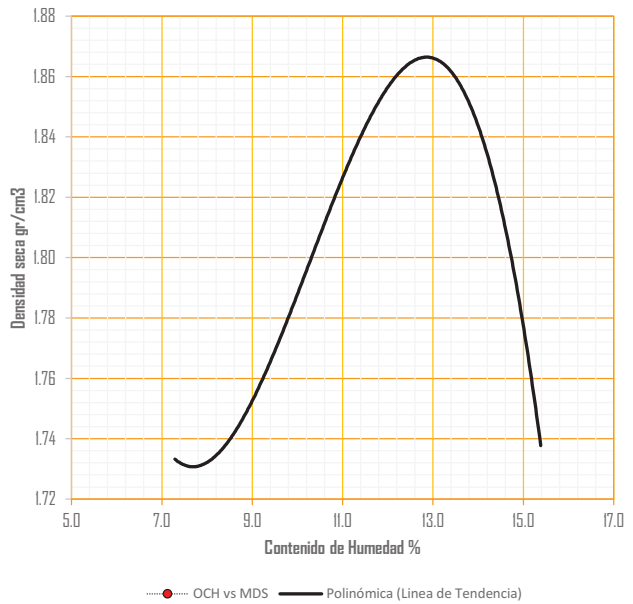
**Cuadro C.B.R. para 0.1" de penetración**

Molde Nº	I	II	III
Carga Aplicada	110.5	79.2	43.5
Carga Patrón	1000	1000	1000
C.B.R. (%)	11.0	7.9	4.4

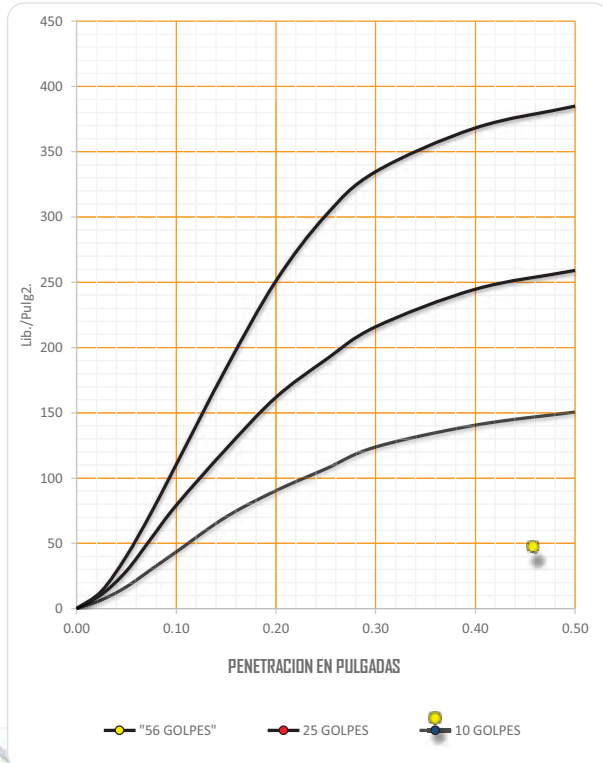
**Resultados CBR**

Condición de la Muestra	4 días de Saturación
Sobrecarga	10 libras
Hinchamiento promedio (%)	0.00
<b>CBR (95% de la MDS y 0.1" de penetración)</b>	<b>= 7.92</b>
<b>CBR (100 % de la MDS y 0.1" de penetración)</b>	<b>= 11.05</b>

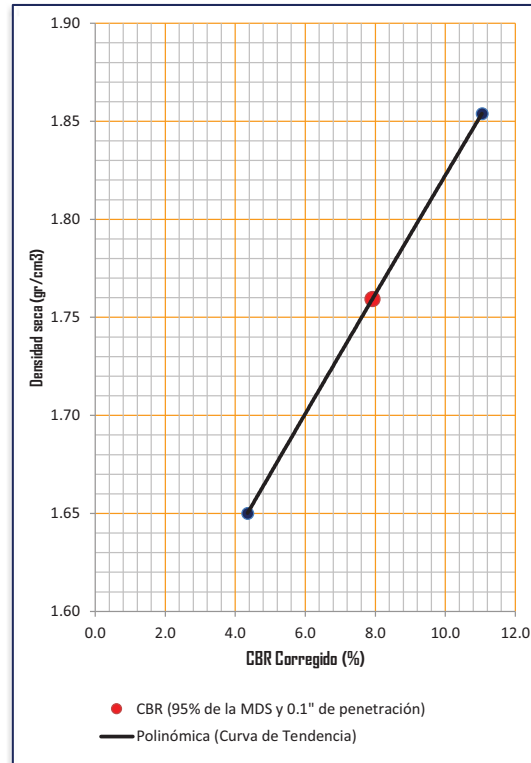
**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**CURVAS DE PENETRACIÓN**



**DENSIDAD SECA VS CBR**



## **3.2. conteo vehicular y calculo de ESAL**



**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**

**ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CIRUELO**

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA TUPAC AMARU CUADRA 7			ESTACION	AV. TUPAC AMARU
SENTIDO	E ←	AMOS SENTIDOS	S →	CODIGO DE LA ESTACION	1
UBICACIÓN	AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO			DÍA Y FECHA	11/09/2023

HORA	SENTIDO	BAJAJ	TICO	AUTO	CAMIONETA	CUSTER C2	CAMION PEQUEÑO T2S2	VOLQUETE T3S3
DIAGRA. VEH.								
00	E	4	1	2	0	0	0	0
	S	3	0	2	0	0	1	0
01	E	2	0	1	1	0	0	0
	S	2	1	1	0	0	0	0
02	E	1	0	1	0	0	0	0
	S	1	0	1	0	0	0	0
03	E	1	0	1	2	0	0	0
	S	1	0	0	0	0	0	0
04	E	7	1	4	2	0	0	0
	S	5	0	3	1	0	0	0
05	E	18	2	8	4	0	4	0
	S	13	1	7	3	0	2	0



**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**

**ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CIRUELO**

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA TUPAC AMARU CUADRA 7			ESTACION	AV. TUPAC AMARU
SENTIDO	E ←	AMOS SENTIDOS	S →	CODIGO DE LA ESTACION	1
UBICACIÓN	AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO			DIA Y FECHA	11/09/2023

HORA	SENTIDO	BAJAJ	TICO	AUTO	CAMIONETA	CUSTER C2	CAMION PEQUEÑO T2S2	VOLQUETE T3S3
DIAGRA. VEH.								
06	E	71	6	36	16	0	4	1
	S	52	5	26	12	0	3	0
07	E	165	15	82	38	1	2	1
	S	121	12	60	28	0	1	1
08	E	123	11	61	28	0	1	1
	S	90	8	45	21	1	1	1
09	E	102	9	51	24	1	1	0
	S	75	7	37	17	0	1	0
10	E	82	7	41	19	0	1	0
	S	60	5	30	14	0	1	0
11	E	92	8	46	21	1	2	0
	S	67	6	33	16	0	1	0



**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**

**ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CIRUELO**

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA TUPAC AMARU CUADRA 7			ESTACION	AV. TUPAC AMARU
SENTIDO	E ←	AMOS SENTIDOS	S →	CODIGO DE LA ESTACION	1
UBICACIÓN	AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO			DIA Y FECHA	11/09/2023

HORA	SENTIDO	BAJAJ	TICO	AUTO	CAMIONETA	CUSTER C2	CAMION PEQUEÑO T2S2	VOLQUETE T3S3
DIAGRA. VEH.								
12	E	133	12	66	31	0	1	1
	S	97	9	49	23	0	2	0
13	E	184	16	92	42	1	2	1
	S	135	12	67	31	1	1	1
14	E	153	14	76	34	0	2	1
	S	112	10	56	26	0	1	0
15	E	114	10	57	26	0	1	1
	S	84	7	42	19	0	2	1
16	E	92	8	46	21	0	1	0
	S	67	6	34	16	0	1	0
17	E	112	10	56	26	0	1	0
	S	82	7	41	19	0	1	0



**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**

**ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CIRUELO**

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA TUPAC AMARU CUADRA 7			ESTACION	AV. TUPAC AMARU
SENTIDO	E ←	AMOS SENTIDOS	S →	CODIGO DE LA ESTACION	1
UBICACIÓN	AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO			DÍA Y FECHA	11/09/2023

HORA	SENTIDO	BAJAJ	TICO	AUTO	CAMIONETA	CUSTER C2	CAMION PEQUEÑO T2S2	VOLQUETE T3S3
DIAGRA. VEH.								
18	E	180	16	90	41	1	3	1
	S	132	12	66	30	0	1	1
19	E	143	13	71	33	0	3	1
	S	105	9	52	24	1	1	1
20	E	112	10	56	26	0	2	0
	S	82	7	41	19	0	1	0
21	E	82	7	41	19	0	3	0
	S	60	5	30	14	0	3	0
22	E	51	5	25	12	0	3	0
	S	37	3	19	9	0	2	0
23	E	16	1	8	4	0	0	0
	S	12	1	5	3	0	0	0



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CIRUELO

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA TUPAC AMARU CUADRA 7			ESTACION	AV. TUPAC AMARU
SENTIDO	E ←	AMOS SENTIDOS	S →	CODIGO DE LA ESTACION	1
UBICACIÓN	AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO			DÍA Y FECHA	12/09/2023

HORA	SENTIDO	BAJAJ	TICO	AUTO	CAMIONETA	CUSTER C2	CAMION PEQUEÑO T2S2	VOLQUETE T3S3
DIAGRA. VEH.								
00	E	4	0	1	0	0	0	0
	S	2	0	1	1	0	0	0
01	E	2	0	1	1	0	0	0
	S	1	0	1	0	0	0	0
02	E	1	0	1	0	0	0	0
	S	1	0	0	0	0	0	0
03	E	1	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0
04	E	6	1	5	2	0	0	0
	S	5	0	2	1	0	0	0
05	E	16	2	9	4	0	0	0
	S	12	1	7	3	0	0	1



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CIRUELO

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA TUPAC AMARU CUADRA 7			ESTACION	AV. TUPAC AMARU
SENTIDO	E ←	AMOS SENTIDOS	S →	CODIGO DE LA ESTACION	1
UBICACIÓN	AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO			DIA Y FECHA	12/09/2023

HORA	SENTIDO	BAJAJ	TICO	AUTO	CAMIONETA	CUSTER C2	CAMION PEQUEÑO T2S2	VOLQUETE T3S3
	DIAGRA. VEH.							
06	E	64	6	33	16	0	2	0
A	S	47	4	24	12	0	1	0
	07							
07	E	147	14	75	37	1	3	2
A	S	108	11	55	27	0	2	0
	08							
08	E	110	10	56	28	0	2	0
A	S	81	8	41	20	0	2	1
	09							
09	E	91	9	47	23	0	2	0
A	S	67	6	34	19	1	1	0
	10							
10	E	73	7	37	18	0	1	0
A	S	54	5	27	13	0	1	0
	11							
11	E	82	8	42	21	0	1	0
A	S	60	6	31	15	1	1	1
	12							





FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CIRUELO

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA TUPAC AMARU CUADRA 7			ESTACION	AV. TUPAC AMARU
SENTIDO	E ←	AMOS SENTIDOS	S →	CODIGO DE LA ESTACION	1
UBICACIÓN	AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO			DÍA Y FECHA	12/09/2023

HORA	SENTIDO	BAJAJ	TICO	AUTO	CAMIONETA	CUSTER C2	CAMION PEQUEÑO T2S2	VOLQUETE T3S3
DIAGRA. VEH.								
12	E	119	11	61	30	0	2	0
	S	87	8	44	22	0	3	0
13	E	164	15	84	41	0	4	1
	S	120	11	63	30	0	2	0
14	E	137	13	70	34	1	2	0
	S	100	9	51	25	0	2	0
15	E	102	10	52	26	0	2	0
	S	75	7	38	19	0	1	1
16	E	82	8	42	22	0	1	1
	S	60	6	31	15	0	1	0
17	E	100	9	51	25	0	2	0
	S	74	7	38	18	0	1	0



**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**

**ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CIRUELO**

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA TUPAC AMARU CUADRA 7			ESTACION	AV. TUPAC AMARU
SENTIDO	E ←	AMOS SENTIDOS	S →	CODIGO DE LA ESTACION	1
UBICACIÓN	AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO			DÍA Y FECHA	12/09/2023

HORA	SENTIDO	BAJAJ	TICO	AUTO	CAMIONETA	CUSTER C2	CAMION PEQUEÑO T2S2	VOLQUETE T3S3
DIAGRA. VEH.								
18	E	161	15	82	40	0	3	1
	S	118	11	60	30	1	2	0
19	E	128	12	65	32	0	2	1
	S	94	9	48	24	0	2	1
20	E	100	9	51	25	1	2	0
	S	74	7	38	18	0	1	0
21	E	73	7	37	18	0	1	0
	S	54	5	27	13	0	1	0
22	E	46	4	23	11	0	1	0
	S	33	3	17	8	0	1	0
23	E	15	1	7	5	0	0	0
	S	11	1	5	3	0	0	0



**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**

**ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CIRUELO**

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA TUPAC AMARU CUADRA 7			ESTACION	AV. TUPAC AMARU
SENTIDO	E ←	AMOS SENTIDOS	S →	CODIGO DE LA ESTACION	1
UBICACIÓN	AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO			DÍA Y FECHA	13/09/2023

HORA	SENTIDO	BAJAJ	TICO	AUTO	CAMIONETA	CUSTER C2	CAMION PEQUEÑO T2S2	VOLQUETE T3S3
DIAGRA. VEH.								
00	E	4	0	2	1	0	0	0
	S	3	0	1	1	0	0	0
01	E	2	0	1	1	0	0	0
	S	2	0	1	0	0	0	0
02	E	1	0	1	0	0	0	0
	S	1	0	0	0	0	0	0
03	E	1	0	0	0	0	0	0
	S	1	0	0	0	0	0	0
04	E	6	0	2	1	0	0	0
	S	4	0	3	1	0	0	0
05	E	15	1	7	4	0	0	0
	S	11	1	5	3	0	0	0



**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**

**ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CIRUELO**

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA TUPAC AMARU CUADRA 7			ESTACION	AV. TUPAC AMARU
SENTIDO	E ←	AMOS SENTIDOS	S →	CODIGO DE LA ESTACION	1
UBICACIÓN	AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO			DIA Y FECHA	13/09/2023

HORA	SENTIDO	BAJAJ	TICO	AUTO	CAMIONETA	CUSTER C2	CAMION PEQUEÑO T2S2	VOLQUETE T3S3
DIAGRA. VEH.								
06	E	60	4	29	15	0	1	0
	S	44	3	21	11	0	1	1
07	E	138	7	67	34	1	2	1
	S	101	5	51	25	0	2	0
08	E	102	6	50	26	0	2	0
	S	75	4	37	21	0	1	0
09	E	85	5	41	21	0	1	0
	S	63	4	30	16	1	1	0
10	E	68	3	33	17	0	1	0
	S	50	3	24	12	0	1	0
11	E	77	5	37	19	0	1	0
	S	56	3	27	14	0	1	1



**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**

**ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CIRUELO**

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA TUPAC AMARU CUADRA 7			ESTACION	AV. TUPAC AMARU
SENTIDO	E ←	AMOS SENTIDOS	S →	CODIGO DE LA ESTACION	1
UBICACIÓN	AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO			DÍA Y FECHA	13/09/2023

HORA	SENTIDO	BAJAJ	TICO	AUTO	CAMIONETA	CUSTER C2	CAMION PEQUEÑO T2S2	VOLQUETE T3S3
DIAGRA. VEH.								
12	E	111	7	54	28	1	2	0
	S	80	5	39	20	0	1	0
13	E	154	9	75	38	0	3	1
	S	113	7	55	28	0	1	0
14	E	128	9	62	32	0	2	0
	S	94	6	46	23	1	2	0
15	E	96	4	46	24	0	2	0
	S	70	4	34	17	0	1	0
16	E	77	5	37	19	0	2	0
	S	56	3	27	14	0	1	1
17	E	94	6	46	23	1	1	0
	S	69	4	33	17	0	1	0



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CIRUELO

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA TUPAC AMARU CUADRA 7			ESTACION	AV. TUPAC AMARU
SENTIDO	E ←	AMOS SENTIDOS	S →	CODIGO DE LA ESTACION	1
UBICACIÓN	AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO			DIA Y FECHA	13/09/2023

HORA	SENTIDO	BAJAJ	TICO	AUTO	CAMIONETA	CUSTER C2	CAMION PEQUEÑO T2S2	VOLQUETE T3S3
	DIAGRA. VEH.							
18	E	150	9	73	37	0	2	1
A	S	110	7	53	27	0	2	0
	19							
19	E	119	7	58	30	0	2	0
A	S	88	5	42	22	0	1	0
	20							
20	E	94	6	46	23	0	1	0
A	S	69	4	33	17	0	1	0
	21							
21	E	68	4	33	17	0	1	0
A	S	50	3	25	12	0	1	0
	22							
22	E	43	3	21	11	0	1	0
A	S	31	2	15	8	0	1	0
	23							
23	E	14	1	7	3	0	0	0
A	S	10	1	5	2	0	0	0
	24							



**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**

**ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CIRUELO**

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA TUPAC AMARU CUADRA 7			ESTACION	AV. TUPAC AMARU
SENTIDO	E ←	AMOS SENTIDOS	S →	CODIGO DE LA ESTACION	1
UBICACIÓN	AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO			DÍA Y FECHA	14/09/2023

HORA	SENTIDO	BAJAJ	TICO	AUTO	CAMIONETA	CUSTER C2	CAMION PEQUEÑO T2S2	VOLQUETE T3S3
DIAGRA. VEH.								
00	E	2	0	2	1	0	0	0
	S	1	1	1	1	0	0	0
01	E	2	0	1	1	0	0	0
	S	1	0	1	0	0	0	0
02	E	1	1	1	0	0	3	0
	S	1	0	0	0	0	0	0
03	E	1	0	0	0	0	0	0
	S	1	0	0	0	0	3	0
04	E	5	0	3	2	0	0	0
	S	4	0	2	1	0	0	1
05	E	16	1	8	4	0	0	0
	S	12	1	6	2	0	0	0



**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**

**ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CIRUELO**

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA TUPAC AMARU CUADRA 7			ESTACION	AV. TUPAC AMARU
SENTIDO	E ←	AMOS SENTIDOS	S →	CODIGO DE LA ESTACION	1
UBICACIÓN	AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO			DIA Y FECHA	14/09/2023

HORA	SENTIDO	BAJAJ	TICO	AUTO	CAMIONETA	CUSTER C2	CAMION PEQUEÑO T2S2	VOLQUETE T3S3
DIAGRA. VEH.								
06	E	64	4	31	16	0	1	0
	S	47	3	21	12	0	1	0
07	E	147	10	72	38	1	2	0
	S	108	7	52	27	1	2	0
08	E	110	7	53	28	0	1	1
	S	82	5	39	20	0	1	0
09	E	95	6	44	23	0	2	0
	S	67	5	33	17	0	1	0
10	E	73	5	35	19	0	1	1
	S	54	4	29	14	0	1	0
11	E	83	5	40	20	1	1	0
	S	60	4	29	15	0	1	0










**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**

**ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CIRUELO**

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA TUPAC AMARU CUADRA 7			ESTACION	AV. TUPAC AMARU
SENTIDO	E ←	AMOS SENTIDOS	S →	CODIGO DE LA ESTACION	1
UBICACIÓN	AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO			DÍA Y FECHA	14/09/2023

HORA	SENTIDO	BAJAJ	TICO	AUTO	CAMIONETA	CUSTER C2	CAMION PEQUEÑO T2S2	VOLQUETE T3S3
DIAGRA. VEH.								
12	E	119	8	58	30	0	2	0
	S	87	5	42	22	0	0	0
13	E	164	11	80	42	0	2	0
	S	120	8	59	31	0	2	0
14	E	137	9	66	35	0	2	1
	S	100	7	49	26	1	1	1
15	E	102	7	50	27	0	2	0
	S	75	6	36	19	0	1	0
16	E	82	6	40	21	1	1	0
	S	60	4	29	15	0	1	0
17	E	100	7	49	26	0	2	0
	S	74	5	36	19	0	1	0



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CIRUELO

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA TUPAC AMARU CUADRA 7			ESTACION	AV. TUPAC AMARU
SENTIDO	E ←	AMOS SENTIDOS	S →	CODIGO DE LA ESTACION	1
UBICACIÓN	AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO			DÍA Y FECHA	14/09/2023

HORA	SENTIDO	BAJAJ	TICO	AUTO	CAMIONETA	CUSTER C2	CAMION PEQUEÑO T2S2	VOLQUETE T3S3
DIAGRA. VEH.								
18	E	161	11	78	41	0	3	1
	S	118	8	57	30	0	2	0
19	E	128	9	62	33	0	1	0
	S	94	6	46	24	0	2	0
20	E	100	7	49	26	1	2	1
	S	74	5	36	19	1	1	1
21	E	73	5	35	19	0	1	0
	S	54	4	26	14	0	0	0
22	E	46	3	22	12	0	1	0
	S	33	2	16	9	0	1	0
23	E	15	1	7	4	0	0	0
	S	11	1	5	6	0	0	0



**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**

**ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CIRUELO**

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA TUPAC AMARU CUADRA 7			ESTACION	AV. TUPAC AMARU
SENTIDO	E ←	AMOS SENTIDOS	S →	CODIGO DE LA ESTACION	1
UBICACIÓN	AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO			DÍA Y FECHA	15/09/2023

HORA	SENTIDO	BAJAJ	TICO	AUTO	CAMIONETA	CUSTER C2	CAMION PEQUEÑO T2S2	VOLQUETE T3S3
DIAGRA. VEH.								
00	E	3	0	1	1	0	0	0
	S	3	0	1	1	0	0	0
01	E	3	0	1	1	0	0	0
	S	2	0	1	0	0	0	0
02	E	1	0	0	0	0	0	0
	S	1	0	0	0	0	0	0
03	E	1	0	0	0	0	0	0
	S	1	0	0	0	0	0	0
04	E	7	1	2	1	0	0	0
	S	5	1	2	1	0	0	0
05	E	18	2	6	4	0	0	0
	S	13	1	5	3	0	0	1



**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**

**ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CIRUELO**

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA TUPAC AMARU CUADRA 7			ESTACION	AV. TUPAC AMARU
SENTIDO	E ←	AMOS SENTIDOS	S →	CODIGO DE LA ESTACION	1
UBICACIÓN	AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO			DIA Y FECHA	15/09/2023

HORA	SENTIDO	BAJAJ	TICO	AUTO	CAMIONETA	CUSTER C2	CAMION PEQUEÑO T2S2	VOLQUETE T3S3
	DIAGRA. VEH.							
06	E	71	7	25	16	1	1	1
A	S	52	5	18	11	0	1	0
	07							
07	E	165	17	58	36	0	3	0
A	S	120	12	42	26	1	2	0
	08							
08	E	122	13	43	27	0	2	1
A	S	90	9	31	20	0	1	0
	09							
09	E	102	11	36	22	0	2	0
A	S	74	8	26	16	0	1	0
	10							
10	E	81	8	29	18	2	1	0
A	S	60	7	21	13	0	1	0
	11							
11	E	93	9	32	19	0	1	0
A	S	67	7	24	14	0	1	1
	12							



**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**

**ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CIRUELO**

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA TUPAC AMARU CUADRA 7			ESTACION	AV. TUPAC AMARU
SENTIDO	E ←	AMOS SENTIDOS	S →	CODIGO DE LA ESTACION	1
UBICACIÓN	AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO			DÍA Y FECHA	15/09/2023

HORA	SENTIDO	BAJAJ	TICO	AUTO	CAMIONETA	CUSTER C2	CAMION PEQUEÑO T2S2	VOLQUETE T3S3
	DIAGRA. VEH.							
12	E	132	14	46	29	0	2	0
A	S	97	10	34	21	0	1	0
	13							
13	E	183	19	64	40	0	3	1
A	S	134	14	47	29	0	2	0
	14							
14	E	152	16	53	33	0	2	0
A	S	112	12	39	24	0	2	0
	15							
15	E	114	12	40	25	0	2	0
A	S	83	9	29	18	0	1	0
	16							
16	E	91	9	33	20	0	1	0
A	S	67	7	24	15	0	1	0
	17							
17	E	112	12	39	24	1	2	0
A	S	82	8	29	18	1	1	0
	18							



**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**

**ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CIRUELO**

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA TUPAC AMARU CUADRA 7			ESTACION	AV. TUPAC AMARU
SENTIDO	E ←	AMOS SENTIDOS	S →	CODIGO DE LA ESTACION	1
UBICACIÓN	AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO			DIA Y FECHA	15/09/2023

HORA	SENTIDO	BAJAJ	TICO	AUTO	CAMIONETA	CUSTER C2	CAMION PEQUEÑO T2S2	VOLQUETE T3S3
DIAGRA. VEH.								
18	E	179	18	63	39	0	3	0
	S	131	14	46	29	0	2	1
19	E	142	15	50	31	0	2	1
	S	104	11	37	23	0	2	0
20	E	112	12	39	24	0	2	0
	S	82	8	29	18	1	1	0
21	E	81	8	29	18	0	1	0
	S	60	6	21	13	0	1	0
22	E	51	5	18	11	0	1	0
	S	37	4	13	8	0	1	0
23	E	16	2	6	4	0	0	0
	S	12	1	4	3	0	0	0



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CIRUELO

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA TUPAC AMARU CUADRA 7			ESTACION	AV. TUPAC AMARU
SENTIDO	E ←	AMOS SENTIDOS	S →	CODIGO DE LA ESTACION	1
UBICACIÓN	AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO			DÍA Y FECHA	16/09/2023

HORA	SENTIDO	BAJAJ	TICO	AUTO	CAMIONETA	CUSTER C2	CAMION PEQUEÑO T2S2	VOLQUETE T3S3
DIAGRA. VEH.								
00	E	8	0	2	1	0	0	0
	S	11	0	1	1	0	0	0
01	E	4	1	1	0	0	0	0
	S	5	0	1	0	0	0	0
02	E	5	0	1	0	0	0	0
	S	4	1	0	0	0	0	0
03	E	2	0	1	0	0	0	0
	S	2	0	1	0	0	0	0
04	E	8	1	3	2	0	0	0
	S	6	1	2	1	0	0	0
05	E	20	2	8	5	0	1	0
	S	15	1	6	4	0	1	0



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CIRUELO

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA TUPAC AMARU CUADRA 7			ESTACION	AV. TUPAC AMARU
SENTIDO	E ←	AMOS SENTIDOS	S →	CODIGO DE LA ESTACION	1
UBICACIÓN	AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO			DÍA Y FECHA	16/09/2023

HORA	SENTIDO	BAJAJ	TICO	AUTO	CAMIONETA	CUSTER C2	CAMION PEQUEÑO T2S2	VOLQUETE T3S3
	DIAGRA. VEH.							
06	E	80	7	33	19	0	1	0
A	S	58	5	24	14	0	1	1
	07							
07	E	184	17	76	43	1	2	0
A	S	135	13	55	31	1	1	0
	08							
08	E	142	13	56	32	0	1	1
A	S	100	9	41	24	0	2	0
	09							
09	E	114	11	47	26	0	2	1
A	S	83	8	34	19	0	2	0
	10							
10	E	98	8	37	21	2	3	0
A	S	67	6	27	16	1	2	1
	11							
11	E	102	10	42	24	0	2	1
A	S	74	7	31	18	0	1	0
	12							





**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**

**ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CIRUELO**

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA TUPAC AMARU CUADRA 7			ESTACION	AV. TUPAC AMARU
SENTIDO	E ←	AMOS SENTIDOS	S →	CODIGO DE LA ESTACION	1
UBICACIÓN	AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO			DIA Y FECHA	16/09/2023

HORA	SENTIDO	BAJAJ	TICO	AUTO	CAMIONETA	CUSTER C2	CAMION PEQUEÑO T2S2	VOLQUETE T3S3
	DIAGRA. VEH.							
12	E	148	14	61	34	1	2	0
	S	108	10	45	25	0	1	0
13	E	195	18	84	48	0	3	1
	S	131	14	62	35	1	2	0
14	E	184	16	70	40	0	2	1
	S	125	12	52	29	0	2	0
15	E	127	12	52	30	0	2	0
	S	93	9	38	22	0	1	0
16	E	112	10	42	24	1	1	0
	S	75	7	31	17	0	1	0
17	E	125	12	52	29	0	1	0
	S	92	9	38	21	1	1	1



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CIRUELO

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA TUPAC AMARU CUADRA 7			ESTACION	AV. TUPAC AMARU
SENTIDO	E ←	AMOS SENTIDOS	S →	CODIGO DE LA ESTACION	1
UBICACIÓN	AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO			DIA Y FECHA	16/09/2023

HORA	SENTIDO	BAJAJ	TICO	AUTO	CAMIONETA	CUSTER C2	CAMION PEQUEÑO T2S2	VOLQUETE T3S3
	DIAGRA. VEH.							
18	E	180	19	82	47	0	1	0
A	S	147	14	60	34	0	0	0
	19							
19	E	140	15	67	37	0	0	0
A	S	117	11	49	27	0	0	0
	20							
20	E	125	12	52	29	0	0	0
A	S	92	9	38	21	0	0	0
	21							
21	E	94	9	37	21	0	0	0
A	S	70	6	28	16	0	0	0
	22							
22	E	57	5	23	13	0	0	0
A	S	42	4	17	10	0	0	0
	23							
23	E	21	2	8	4	0	0	0
A	S	15	1	6	3	0	0	0
	24							



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CIRUELO

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA TUPAC AMARU CUADRA 7			ESTACION	AV. TUPAC AMARU
SENTIDO	E ←	AMOS SENTIDOS	S →	CODIGO DE LA ESTACION	1
UBICACIÓN	AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO			DÍA Y FECHA	17/09/2023

HORA	SENTIDO	BAJAJ	TICO	AUTO	CAMIONETA	CUSTER C2	CAMION PEQUEÑO T2S2	VOLQUETE T3S3
DIAGRA. VEH.								
00	E	8	0	2	1	0	0	0
	S	6	0	1	1	0	0	0
01	E	4	0	1	1	0	0	0
	S	4	0	1	0	0	0	0
02	E	5	0	1	0	0	0	0
	S	6	0	0	0	0	0	0
03	E	5	0	0	0	0	0	0
	S	3	0	0	0	0	0	0
04	E	6	1	3	2	0	0	0
	S	4	0	2	1	0	0	0
05	E	14	1	7	4	0	0	0
	S	10	1	5	3	0	1	0



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CIRUELO

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA TUPAC AMARU CUADRA 7			ESTACION	AV. TUPAC AMARU
SENTIDO	E ←	AMOS SENTIDOS	S →	CODIGO DE LA ESTACION	1
UBICACIÓN	AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO			DIA Y FECHA	17/09/2023

HORA	SENTIDO	BAJAJ	TICO	AUTO	CAMIONETA	CUSTER C2	CAMION PEQUEÑO T2S2	VOLQUETE T3S3
DIAGRA. VEH.								
06	E	55	5	28	16	0	2	0
	S	40	4	20	12	0	1	0
07	E	127	12	64	38	1	2	0
	S	93	9	47	28	0	1	0
08	E	95	9	47	28	0	1	1
	S	70	7	35	21	0	1	1
09	E	79	8	40	24	0	1	0
	S	58	6	29	17	0	1	0
10	E	63	6	32	19	0	2	0
	S	46	4	23	14	0	1	0
11	E	75	7	35	21	0	1	0
	S	52	5	26	16	0	1	0



**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**

**ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CIRUELO**

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA TUPAC AMARU CUADRA 7			ESTACION	AV. TUPAC AMARU
SENTIDO	E ←	AMOS SENTIDOS	S →	CODIGO DE LA ESTACION	1
UBICACIÓN	AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO			DÍA Y FECHA	17/09/2023

HORA	SENTIDO	BAJAJ	TICO	AUTO	CAMIONETA	CUSTER C2	CAMION PEQUEÑO T2S2	VOLQUETE T3S3
DIAGRA. VEH.								
12	E	103	11	51	31	0	2	0
	S	79	8	38	22	0	1	0
13	E	132	14	71	42	2	4	1
	S	94	10	52	31	1	3	1
14	E	118	11	59	35	1	3	0
	S	87	8	43	26	0	2	0
15	E	88	9	44	26	0	2	0
	S	65	6	32	19	2	2	0
16	E	71	7	35	21	0	1	0
	S	52	5	26	16	0	1	0
17	E	87	8	43	26	0	0	0
	S	64	6	32	19	0	0	0



**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**

**ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CIRUELO**

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA TUPAC AMARU CUADRA 7			ESTACION	AV. TUPAC AMARU
SENTIDO	E ←	AMOS SENTIDOS	S →	CODIGO DE LA ESTACION	1
UBICACIÓN	AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO			DIA Y FECHA	17/09/2023

HORA	SENTIDO	BAJAJ	TICO	AUTO	CAMIONETA	CUSTER C2	CAMION PEQUEÑO T2S2	VOLQUETE T3S3
	DIAGRA. VEH.							
18	E	129	13	69	41	1	0	0
A	S	92	10	51	30	0	0	0
	19	E	110	11	55	33	0	0
A	S	81	8	40	24	0	0	0
	20	E	87	8	43	26	0	0
A	S	64	6	32	19	0	0	0
	21	E	63	6	32	19	0	0
A	S	46	4	23	14	0	0	0
	22	E	39	4	20	12	0	0
A	S	29	3	14	9	0	0	0
	23	E	15	1	6	4	0	0
A	S	12	1	5	3	0	0	0
	24							

## DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO POR EL METODO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO

**TESIS** : "EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y REHABILITACION MEDIANTE EL METODO WHITETOPPING, AV. TÚPAC AMARU - AMARILIS, 2024"

**LUGAR** : AMARILIS - HUANUCO - HUANUCO

**RESPONSABLES** : BACH.ING. GERSON ANDRE MORALES RAMIREZ

: BACH.ING. JOSE JOSE MUNDACA RODRIGUEZ

### 1. CONTEO DEL TRANSITO A NIVEL DE DIA Y TIPO DE VEHICULO

TIPO DE VEHICULO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
BAJAJ	3535	3162	2958	3164	3521	3942	2735
TICO	315	296	175	214	364	371	263
AUTO	1765	1615	1435	1536	1236	1624	1365
CAMIONETA	815	795	735	811	767	917	815
CUSTER	8	6	5	7	7	9	8
CAMION PEQUEÑO	64	58	47	52	53	42	37
VOLQUETE	15	11	6	8	7	8	4
<b>TOTAL</b>	<b>6517</b>	<b>5943</b>	<b>5361</b>	<b>5792</b>	<b>5955</b>	<b>6913</b>	<b>5227</b>



### 2. FACTORES DE CORRECCION ESTACIONAL

Fuente: MTC.

**F.C.** Factor de Corrección estacional  
**IMDS** Índice Medio Diario semanal  
**IMDA** Índice Medio Diario Anual

$$IMDS = \frac{\sum \text{TOT.VEH.SEMANA}}{7}$$

$$IMDA = IMDS * FC$$

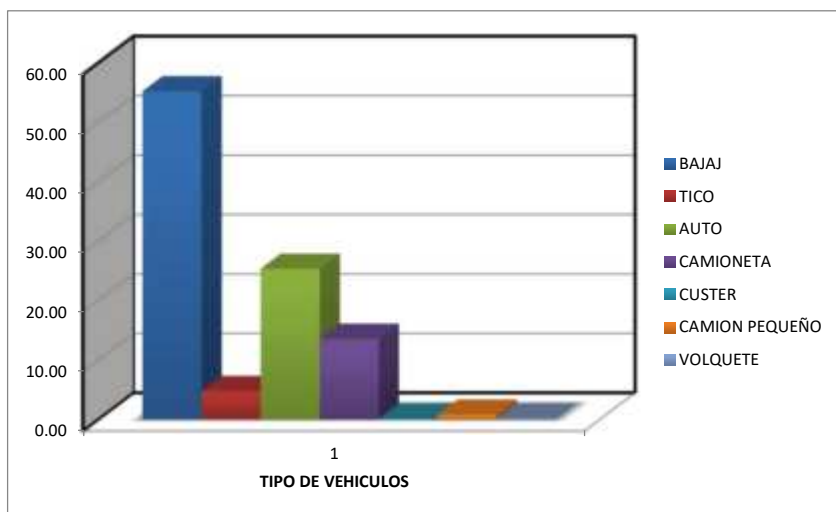
FACTOR DE CORRECCION ESTACIONAL PARA VEHICULOS LIGEROS =

**1.0245**

FACTOR DE CORRECCION ESTACIONAL PARA VEHICULOS PESADOS =

**0.9676**

TIPO DE VEHICULO	TOTAL SEMANA	IMDS	FC	IMDA	%
BAJAJ	23017	3288	1.0245	3369	55.22
TICO	1998	285	1.0245	292	4.79
AUTO	10576	1511	1.0245	1548	25.37
CAMIONETA	5655	808	1.0245	828	13.57
CUSTER	50	7	0.9676	7	0.11
CAMION PEQUEÑO	353	50	0.9676	49	0.80
VOLQUETE	59	8	0.9676	8	0.13
<b>TOTAL</b>	<b>66628</b>	<b>5958</b>		<b>6101</b>	<b>100</b>



### 3. PROYECCIONES DE TRANSITO

Para el caso de caminos vecinales, se empleara la fórmula siguiente:

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

- T<sub>n</sub>** Tránsito proyectado al año "n" en veh/día
- T<sub>o</sub>** Tránsito actual (año base) en veh/día
- n** Año futuro de proyección
- r** Tasa anual de de crecimiento de tránsito

La proyección de Tráfico Normal, es necesario determinar la Tasa de crecimiento poblacional del lugar en estudio, que está relacionado con el crecimiento de vehículos ligeros, y la Tasa de Crecimiento de la Economía (PBI) de la región, que está relacionado con el crecimiento de vehículos pesados.

$$r_{vp} = E_1 * r_{pob}$$

$$r_{vc} = E_2 * r_{PBI}$$

- r<sub>vp</sub>** Tasa de crecimiento anual de vehículos de pasajeros
- r<sub>vc</sub>** Tasa de crecimiento anual de vehículos de carga
- r<sub>pob</sub>** Tasa de crecimiento anual de la población en el área de influencia
- r<sub>PBI</sub>** Tasa de crecimiento anual del PBI de la región
- E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>** Elasticidades del tráfico respecto a las variables explicativas.

Se consideran las elasticidades como 1 (por lo que es muy cercano a la realidad).

$$r_{pob} = 1.80 \%$$

$$r_{PBI} = 3.40\%$$

**T = PERIODO DE AÑOS: 20**

TIPO DE VEHICULO	IMDA (2024)	r (%)
BAJAJ	3369	1.80
TICO	292	1.80
AUTO	1548	1.80
CAMIONETA	828	1.80
CUSTER	7	3.40
CAMION	49	3.40
VOLQUETE	8	3.40
<b>TOTAL</b>	<b>6101</b>	

- VEHICULOS LIGEROS
- VEHICULOS PESADOS

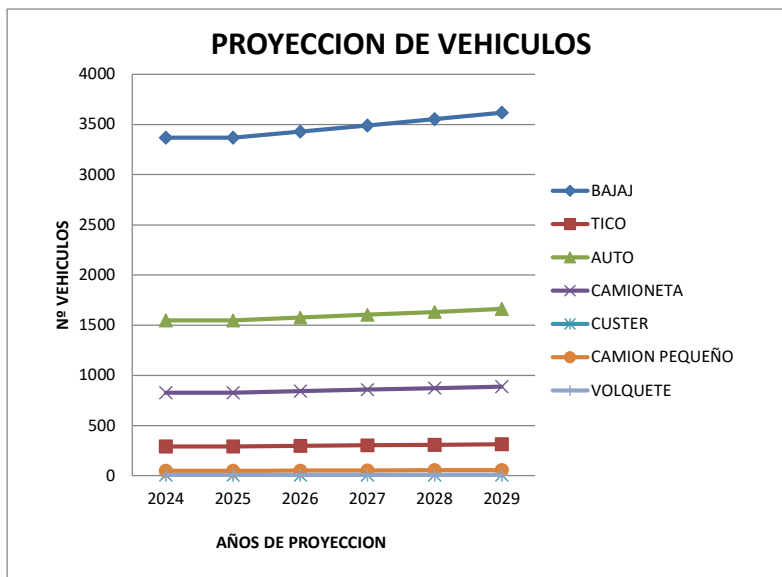


PROYECCION DE TRAFICO NORMAL (VEH/DIA), DURANTE EL PERIODO DE DISEÑO (20 AÑOS)








DIFERENCIA DE AÑOS		0	1	2	3	4	5
TIPO DE VEHICULO	r	2024	2025	2026	2027	2028	2029
BAJAJ	1.8	3369	3369	3430	3491	3554	3618
TICO	1.8	292	292	297	303	308	314
AUTO	1.8	1548	1548	1576	1604	1633	1663
CAMIONETA	1.8	828	828	843	858	874	889
CUSTER	3.8	7	7	7	8	8	8
CAMION PEQUEÑO	3.8	49	49	51	53	55	57
VOLQUETE	3.8	8	8	8	9	9	9
SUMA		6101	6101	6212	6326	6441	6558

6	7	8	9	10	11	12	13
2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
3683	3750	3817	3886	3956	4027	4099	4173
319	325	331	337	343	349	355	362
1692	1723	1754	1785	1818	1850	1884	1918
905	922	938	955	972	990	1008	1026
8	9	9	9	10	10	11	11
59	61	64	66	69	71	74	77
10	10	10	11	11	12	12	13
6676	6800	6923	7049	7179	7309	7443	7580

14	15	16	17	18	19	20
2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
4248	4325	4403	4482	4563	4645	4728
368	375	382	388	395	403	410
1952	1987	2023	2059	2096	2134	2173
1044	1063	1082	1102	1121	1142	1162
11	12	12	13	13	14	14
80	83	86	89	92	96	100
13	13	14	15	15	16	16
6101	7858	8002	8148	8295	8450	8603



**FACTOR DE CARGA****PESO DE VEHICULOS (KG)**

	TIPO DE VEHICULO	EJE DELANTERO (Tn)	EJES POSTERIORES (Tn)			PESO BRUTO (Tn)
			1º	2º	3º	
	BAJAJ	0.09	0.215			0.305
	TICO	0.23	0.685			0.915
	AUTO	0.35	0.86			1.21
	CAMIONETA	0.575	1.725			2.3
	CUSTER C2	7	11			18
	CAMION PEQUEÑO T2S2	7	11	18		36
	VOLQUETE T3S3	7	18	25		50

**FACTORES DE EQUIVALENCIA DE CARGA**

Según Tabla 3.3

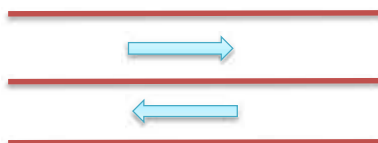
Carga Total por Eje o Conjunto de Ejes.		Factores de Equivalencia de Carga.		
Kn	lb	Eje Sencillo	Ejes dobles	Ejes Triples
4.45	1,000	0.00002		
8.9	2,000	0.00018		
17.8	4,000	0.00209	0.0003	
26.7	6,000	0.01043	0.001	0.0003
35.6	8,000	0.0343	0.003	0.001
44.5	10,000	0.0877	0.007	0.002
53.4	12,000	0.189	0.014	0.003
62.3	14,000	0.360	0.027	0.006
71.2	16,000	0.623	0.047	0.011
80.0	18,000	1.000	0.077	0.017
89.0	20,000	1.51	0.121	0.027
97.9	22,000	2.18	0.180	0.040
106.8	24,000	3.03	0.260	0.057
115.6	26,000	4.09	0.364	0.080
124.5	28,000	5.39	0.495	0.109
133.4	30,000	6.97	0.658	0.145
142.3	32,000	8.88	0.857	0.191
151.2	34,000	11.18	1.095	0.246
160.1	36,000	13.93	1.38	0.313
169.0	38,000	17.20	1.70	0.393
178.0	40,000	21.08	2.08	0.487
187.0	42,000	25.64	2.51	0.597
195.7	44,000	31.00	3.00	0.723
204.5	46,000	37.24	3.55	0.868
213.5	48,000	44.50	4.17	1.033
222.4	50,000	52.88	4.86	1.22
231.3	52,000		5.63	1.43
240.2	54,000		6.47	1.66
249.0	56,000		7.41	1.91
258.0	58,000		8.45	2.20
267.0	60,000		9.59	2.51
275.8	62,000		10.84	2.85
284.5	64,000		12.22	3.22
293.5	66,000		13.73	3.62
302.5	68,000		15.38	4.05
311.5	70,000		17.19	4.52
320.0	72,000		19.16	5.03
329.0	74,000		21.32	5.57
338.0	76,000		23.66	6.15
347.0	78,000		26.22	6.78
356.0	80,000		29.00	7.45
364.7	82,000		32.00	8.2
373.6	84,000		35.30	8.9
382.5	86,000		38.80	9.8
391.4	88,000		42.60	10.6
400.3	90,000		46.80	11.6

TIPO DE VEHICULO	EJE DELANTERO		EJE TRASERO			
	PESO EN (KN)	EJES EQUIVAL.	1º		2º	
			PESO EN (KN)	EJES EQUIVAL.	PESO EN (KN)	EJES EQUIVAL.
BAJAJ	0.0882	0.00000	2.107	0.00000		
TICO	2.254	0.00001	6.713	0.00010		
AUTO	3.430	0.00001	8.428	0.00016		
CAMIONETA	5.635	0.00006	16.905	0.00190		
CUSTER ( C2 )	68.600	0.54617	107.800	0.27182		
CAMION PEQUEÑO T2S2	68.600	0.54617	107.800	0.27182	176.400	0.47029
VOLQUETE ( T3S3 )	68.600	0.54617	176.400	2.01244	245.000	1.79636

#### FACTOR DE CARGA TOTAL

TIPO DE VEHICULO	FACTOR DE CARGA
BAJAJ	0.00000
TICO	0.00011
AUTO	0.00017
CAMIONETA	0.00196
CUSTER ( C2 )	0.81799
CAMION PEQUEÑO T2S2	1.288279
VOLQUETE ( T3S3 )	4.35497

#### 5. FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR SENTIDOS



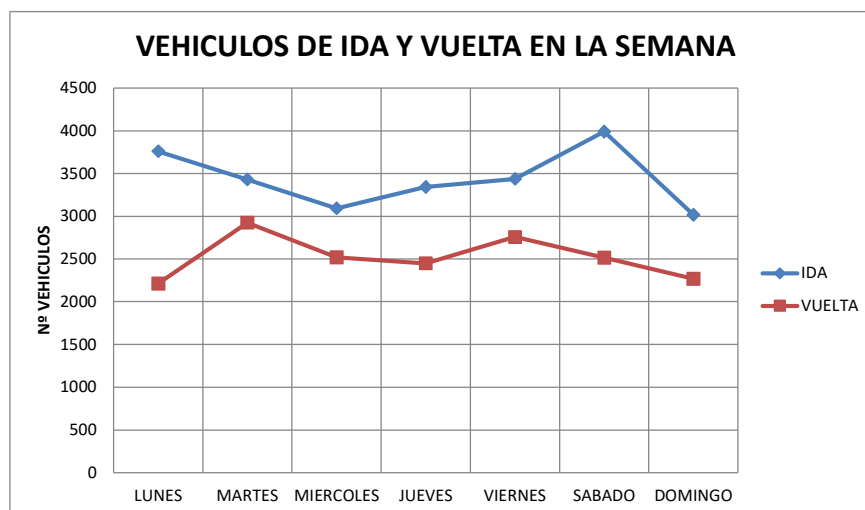
La zona en estudio, tiene ancho de calzada de 6.10m. que alcanza para 2 carriles, en ambos sentidos.

Tomaremos el valor mas crítico, debido a que nuestro estudio fue realizado en una semana, lo cual no se ajusta a la realidad misma, por lo que tuvimos que corregir por factores de corrección

#### TRAFICO VEHICULAR EN AMBOS SENTIDOS POR DIA

TIPO DE VEHICULO	LUNES		MARTES		MIERCOLES	
	IDA	VUELTA	IDA	VUELTA	IDA	VUELTA
BAJAJ	2040	1495	1824	1338	1707	1251
TICO	182	133	171	125	101	74
AUTO	1018	747	932	683	828	607
CAMIONETA	470	345	459	336	424	311
CUSTER	5	3	3	3	3	2
CAMION PEQUEÑO	37	27	33	25	27	20
VOLQUETE	9	6	6	5	3	3
TOT. SENTIDO	3761	2756	3428	2515	3093	2268
TOTAL DIA	6517		5943		5361	

JUEVES		VIERNES		SABADO		DOMINGO	
IDA	VUELTA	IDA	VUELTA	IDA	VUELTA	IDA	VUELTA
1826	1338	2032	1489	2275	1667	1578	1157
123	91	210	154	214	157	152	111
886	650	713	523	937	687	788	577
468	343	443	324	529	388	470	345
4	3	4	3	5	4	5	3
30	22	31	22	24	18	21	16
5	3	4	3	5	3	2	2
3342	2450	3437	2518	3989	2924	3016	2211
5792		5955		6913		5227	



NUMERO TOTAL DE VEHICULOS DE IDA:	24066	57.7
NUMERO TOTAL DE VEHICULOS DE VUELTA:	17642	42.3
NUMERO TOTAL DE VEHICULOS:	41708	100

Tomamos el valor mas critico debido a que nuestro conteo fue de 1 semana, con el cual no hay un factor de seguridad confiable.

FACTOR DE DISTRIBUCION POR SENTIDOS:

0.577

$$F_1 = 0.59$$

## 6. FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR CARRIL



Existen dos carriles, por lo cual es 1 carril por sentido, en donde la posibilidad de que el trafico transite por el carril en el mismo sentido es el 100%

FACTOR DE DISTRIBUCION POR CARRIL:

1

$$F_2 = 1$$

## 7. FACTOR DE CRECIMIENTO

$$K_r = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

$r$  = Tasa de crecimiento vehicular  
 $n$  = Periodo de Diseño

$r(\text{veh.lig}) = 1.80\%$

$r(\text{veh.pes}) = 3.40\%$

Para vehículos ligeros: 
$$K_{r(\text{veh.ligeros})} = \frac{(1 + \frac{1.8}{100})^{20} - 1}{1.8/100} = 23.82$$
  $Kr(\text{veh-lig}) = 23.82$

Para vehículos pesados: 
$$K_{r(\text{veh.pesados})} = \frac{(1 + \frac{1.8}{100})^{20} - 1}{1.8/100} = 29.17$$
  $Kr(\text{veh-pes}) = 27.99$

**CALCULO DE TRANSITO DE DISEÑO PARA CADA TIPO DE VEHICULO**

TIPO DE VEHICULO	IMDA	1 AÑO	F1 (%)	F2	Kr	Fc	EALS
BAJAJ	3369	365	0.58	1	23.82	0.00000	0.000
TICO	292	365	0.58	1	23.82	0.00011	161.129
AUTO	1548	365	0.58	1	23.82	0.00017	1343.430
CAMIONETA	828	365	0.58	1	23.82	0.00196	8143.617
CUSTER	7	365	0.58	1	27.99	0.81799	33754.461
CAMION PEQUEÑO	49	365	0.58	1	27.99	1.28828	372126.971
VOLQUETE	8	365	0.58	1	27.99	4.35497	205381.014
							620910.622

NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTALES :

620911

# **Anexo 4. Validación del (de los) instrumento (s) por jueces**

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR JUECES

**ID:0001**

### Título de la investigación:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y REHABILITACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO WHITETOPPING, AV. TÚPAC AMARU - AMARILIS, 2024

### Juicio de experto:

- ✓ La opinión que usted brinde es personal y sincera a los instrumentos de recolección de datos empleados en la presente tesis de investigación.
- ✓ Marque con un aspa "X" dentro del cuadro de valoración, solo una vez por cada criterio, el que usted considere su opinión, sobre el cuestionario.

1: Muy Malo (0 – 20%)

4: Bueno (60 – 80%)

2: Malo (20 – 40%)

5: Muy Bueno (80 – 100%)

3: Regular (40 – 60%)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje Comprensible.				X	
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.				X	
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.					X
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.					X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.				X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis.				X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.				X	

Muchas gracias por su respuesta.

Apellidos y Nombres del Juez Experto: SALVADOR SALAZAR, OWNER HABACUC

DNI: 46085879

GRADO: Título de Ingeniero Civil

ESPECIALIDAD O CARGO: jefe del laboratorio geotécnico, concreto y asfalto

GEOESTRUCTURAS S.A.C

  
 firma del juez experto Salazar  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 162400

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR JUECES

ID:0002

**Título de la investigación:**

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y REHABILITACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO WHITETOPPING, AV. TUPAC AMARIU - AMARILIS, 2024

**Juicio de experto:**

- ✓ La opinión que usted brinde es personal y sincera a los instrumentos de recolección de datos empleados en la presente tesis de investigación.
- ✓ Marque con un aspa "X" dentro del cuadro de valoración, solo una vez por cada criterio, el que usted considere su opinión, sobre el cuestionario.

1: Muy Malo (0 – 20%)

4: Bueno (60 – 80%)

2: Malo (20 – 40%)

5: Muy Bueno (80 – 100%)

3: Regular (40 – 60%)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible.				X	
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.					X
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.				X	
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.					X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.					X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis.				X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.					X

Muchas gracias por su respuesta.

Apellidos y Nombres del Juez Experto: ROSALES CONTRERAS, JUAN ANGEL

DNI: 22510300

GRADO: Título de Ingeniero Civil

ESPECIALIDAD O CARGO: DIRECTOR DE LA DIRECCION DE CAMINOS – DRTC SAN MARTIN


firma del juez experto



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR JUECES

**ID:**0003

### Título de la investigación:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y REHABILITACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO WHITETOPPING, AV. TÚPAC AMARU - AMARILIS, 2024

### Juicio de experto:

- ✓ La opinión que usted brinde es personal y sincera a los instrumentos de recolección de datos empleados en la presente tesis de investigación.
- ✓ Marque con un aspa "X" dentro del cuadro de valoración, solo una vez por cada criterio, el que usted considere su opinión, sobre el cuestionario.

1: Muy Malo (0 – 20%)

4: Bueno (60 – 80%)

2: Malo (20 – 40%)

5: Muy Bueno (80 – 100%)

3: Regular (40 – 60%)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje Comprensible.					X
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.					X
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.				X	
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.					X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.					X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.				X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis.					X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.				X	

Muchas gracias por su respuesta.

Apellidos y Nombres del Juez Experto: DELGADO VALDIVIA, ROGER OMAR

DNI: 42044582

GRADO: Título de Ingeniero Civil

ESPECIALIDAD O CARGO: Especialista en carreteras y en trazo, diseño geométrico y movimiento de tierras en carreteras.


-----  
firma del juez experto

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR JUECES

ID:0004

**Título de la investigación:**

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y REHABILITACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO WHITETOPPING, AV. TÍPAC AMARILLO - AMARILLOS, 2024

**Juicio de experto:**

- ✓ La opinión que usted brinde es personal y sincera a los instrumentos de recolección de datos empleados en la presente tesis de investigación.
- ✓ Marque con un aspa "X" dentro del cuadro de valoración, solo una vez por cada criterio, el que usted considere su opinión, sobre el cuestionario.

1: Muy Malo (0 – 20%)

4: Bueno (60 – 80%)

2: Malo (20 – 40%)

5: Muy Bueno (80 – 100%)

3: Regular (40 – 60%)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible.					X
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.					X
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.				X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.				X	
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.					X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.					X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis.					X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.					X

Muchas gracias por su respuesta.

Apellidos y Nombres del Juez Experto: MARIANO CORNE, KEWIN

DNI: 71796771

GRADO: Título de Ingeniero Civil

ESPECIALIDAD O CARGO: Especialista en Diseño y Construcción de Obras Viales



Mariano Corne Kewin  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 231638

-----  
firma del juez experto

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR JUECES

ID:0005

**Título de la investigación:**

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y REHABILITACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO WHITETOPPING, AV. TÍPAC AMARIL - AMARILIS, 2024

**Juicio de experto:**

- ✓ La opinión que usted brinde es personal y sincera a los instrumentos de recolección de datos empleados en la presente tesis de investigación.
- ✓ Marque con un aspa "X" dentro del cuadro de valoración, solo una vez por cada criterio, el que usted considere su opinión, sobre el cuestionario.

1: Muy Malo (0 – 20%)

4: Bueno (60 – 80%)

2: Malo (20 – 40%)

5: Muy Bueno (80 – 100%)

3: Regular (40 – 60%)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible.					X
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.				X	
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.					X
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.				X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.				X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis.					X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.					X

Muchas gracias por su respuesta.

Apellidos y Nombres del Juez Experto: CASTRO ESPINOZA, CHRISTIAN EDGARDO

DNI: 71993530

GRADO: Título de Ingeniero Civil

ESPECIALIDAD O CARGO: Especialista en Obras Viales.



Castro Espinoza Christian Edgardo  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 315761

firma del juez experto

**Anexo 9. Panel fotográfico**

**Foto N° 01:** Tipo de falla: METEORIZACIÓN en el Km 0+000 al Km 0+250



**Foto N° 02:** Tipo de falla: METEORIZACIÓN en el Km 0+000 al Km 0+250



**Foto N° 03:** Tipo de falla: PIEL DE COCODRILO en el Km 0+000 al Km 0+250



**Foto N° 04:** Tipo de falla: HUECO en el Km 0+000 al Km 0+250



**Foto N° 05:** Tipo de falla: GRIETAS TRANVERSALES en el Km 0+000 al 0+250



**Foto N° 06:** Tipo de falla: METEORIZACIÓN en el Km 0+000 al Km 0+250



Foto N° 07: Tipo de falla: HUECO en el Km 0+250 al 0+500



Foto N° 08: Tipo de falla: HUECO en el Km 0+250 al 0+500



Foto N° 09: Tipo de falla: PARCHEO en el Km 0+250 al 0+500



Foto N° 10: Tipo de falla: HUECO en el Km 0+250 al 0+500





**Foto N° 11:** Tipo de falla: PIEL DE COCODRILO en el Km 0+250 al 0+500



**Foto N° 12:** Tipo de falla: PARCHEO en el Km 0+500 al 0+750



**Foto N° 13:** Tipo de falla: PIEL DE COCODRILO en el Km 0+500 al 0+750



**Foto N° 14:** Tipo de falla: METEORIZACIÓN Y PIEL DE COCODILO en el Km 0+500 al 0+750



**Foto N° 15:** Tipo de falla: GRIETAS LONGITUDINALES en el Km 0+500 al 0+750



**Foto N° 16:** Tipo de falla: PIEL DE COCODRILO en el Km 0+750 al 0+1000



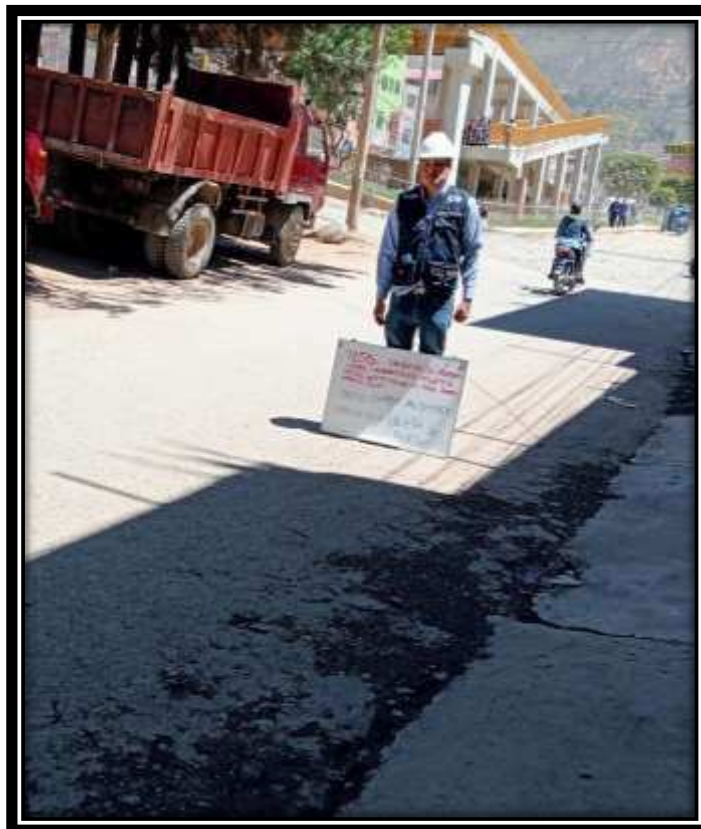
Foto N° 17: Tipo de falla: PARCHEO en el Km 0+750 al 0+1000



Foto N° 18: Tipo de falla: METEORIZACIÓN en el Km 0+750 al 0+1000



**Foto N° 19:** Tipo de falla: HUECO en el Km 0+750 al 0+1000



**Foto N° 20:** Tipo de falla: GRIETA DE BORDE en el Km 0+750 al 0+1000



Foto N° 21: Tipo de falla: GRIETA en el Km 0+1000 al 0+1250



Foto N° 22: Tipo de falla: PIEL DE COCODRILO en el Km 0+1000 al 0+1250



Foto N° 23: Tipo de falla: METEORIZACIÓN en el Km 0+1000 al 0+1250



Foto N° 24: Tipo de falla: HUECO en el Km 0+1000 al 0+1250



**Foto N° 25:** Tipo de falla: PARCHEO en el Km 0+1000 al 0+1250



**Foto N° 26:** Tipo de falla: METEORIZACIÓN en el Km 0+1250 al 0+1500





Foto N° 27: Tipo de falla: PIEL DE COCODRILO en el Km 0+1250 al 0+1500



Foto N° 28: Tipo de falla: HUECO en el Km 0+1250 al 0+1500