

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**Mejoramiento de la carretera Costanera entre el km 9+000 al km 15+000
utilizando la metodología AASHTO 93 optimizando la transitabilidad en
Trujillo**

Línea de investigación: Ingeniería de Transportes

Sub línea de investigación: Transportes

Autores:

Hidalgo Zapata, Joe Javier

Pintado Portocarrero, Eliezer Itai

Jurado evaluador:

Presidente : Novoa Castillo, Oscar Walther

Secretario : Ramal Montejo, Rodolfo Enrique

Vocal : Valdiviezo Castillo, Krissia del Fátima

Asesor:

Príncipe Reyes, Roger Alberto

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0498-9544>

Piura – Perú

2024

Fecha de Sustentación: 2024/07/11

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**Mejoramiento de la carretera Costanera entre el km 9+000 al km 15+000
utilizando la metodología AASHTO 93 optimizando la transitabilidad en
Trujillo**

Línea de investigación: Ingeniería de Transportes

Sub línea de investigación: Transportes

Autores:

Hidalgo Zapata, Joe Javier

Pintado Portocarrero, Eliezer Itai

Jurado evaluador:

Presidente : Novoa Castillo, Oscar Walther

Secretario : Ramal Montejo, Rodolfo Enrique

Vocal : Valdiviezo Castillo, Krissia del Fátima

Asesor:

Príncipe Reyes, Roger Alberto

Código Orcid: <https://orcid.org/0000000204989544>

Fecha de Sustentación: 2024/07/11

Mejoramiento de la carretera Costanera entre el km 9+000 al km 15+000 utilizando la metodología AASHTO 93 optimizando la transitabilidad en Trujillo

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%	6%	0%	%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo



Roger Alberto Principe Reyes
Ing. Civil
R. CIP: 43516

Declaración de Originalidad

Yo, Roger Alberto Príncipe Reyes, docente del programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada **“Mejoramiento de la carretera Costanera entre el km 9+000 al km 15+000 utilizando la metodología AASHTO 93 optimizando la transitabilidad en Trujillo”**, autores Hidalgo Zapata Joe Javier y Pintado Portocarrero Eliezer Itai, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 6%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el (10, Junio del 2024).
- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las cifras a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Lugar y fecha: Piura 10/06/2024



Hidalgo Zapata Joe Javier

DNI: 75830102



Pintado Portocarrero Eliezer Itai

DNI: 72781662



Príncipe Reyes Roger Alberto

DNI: 02805945

ORCID: <https://orcid.org/>

0000000204989544

Dedicatoria

En primer lugar, deseo expresar mi sincero agradecimiento a Dios por brindarme la fuerza y la resiliencia necesarias para superar los obstáculos a lo largo de mi camino. También quiero rendir homenaje a mis apreciados padres, Martha Zapata Lozada y Javier Hidalgo Rodríguez, quienes siempre han sido una fuente inagotable de apoyo y ánimo en cada etapa de mi vida. Su constante motivación me ha impulsado a convertirme en una persona de valía, y las valiosas lecciones de vida que mi padre me ha transmitido a pesar de las vicisitudes son un tesoro invaluable. Esta meta alcanzada es el resultado de su sacrificio, comprensión y dedicación.

Asimismo, dedico este logro a mis queridas tías, Jesús Zapata Lozada, Rosario Zapata Lozada y Marlenny Zapata Lozada, así como a mi primo, Jefersson Muñoz Zapata, a quien considero como un hermano. A pesar de la distancia, siempre me han brindado un apoyo inquebrantable y me han alentado a perseverar a pesar de los obstáculos, nunca dejándome rendir.

Hidalgo Zapata, Joe Javier

A mis Padres, Angholina Portocarrero y Manuel Pintado, cuyas enseñanzas, apoyo incondicional y amor infinito han sido la fuente de mi motivación y perseverancia. Este logro es un tributo a su sacrificio y dedicación, y dedico esta tesis a ustedes con todo mi corazón.

Personas especiales en mi vida, como, Katherine Tejada y Luisa Tejada, por su apoyo moral constante y aliento en los momentos más desafiantes de este camino. Su presencia en mi vida ha sido un faro de luz en la oscuridad y les agradezco de todo corazón.

Pintado Portocarrero, Eliezer Itaí

Agradecimiento

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a la Universidad Privada Antenor Orrego por la educación académica de calidad que me ha impartido desde el primer día hasta el último de mis estudios. Las enseñanzas adquiridas en esta institución han sido fundamentales para mi formación profesional. Además, extendiendo mi gratitud hacia mi asesor de tesis, el Ingeniero Roger Alberto Príncipe Reyes, por su invaluable orientación y el tiempo dedicado a guiarnos en la elaboración de este informe.

Por último, quiero agradecer a Dios, a mis seres queridos y amigos, quienes han sido un pilar fundamental a lo largo de mi trayectoria académica y han brindado su apoyo incondicional en cada paso que he dado.

Hidalgo Zapata, Joe Javier

Expreso mi sincero agradecimiento al Ingeniero Roger Alberto Príncipe Reyes, mi asesor de tesis, por su orientación experta y a la Universidad Privada Antenor Orrego por su apoyo académico. También agradezco a todas las personas que contribuyeron a este proyecto y a mis seres queridos por su apoyo constante a lo largo de esta travesía académica. Su colaboración ha sido fundamental en la culminación de esta tesis.

Pintado Portocarrero, Eliezer Itaí

Resumen

La presente investigación, con título “Mejoramiento de la carretera Costanera entre el km 9+000 al km 15+000 utilizando la metodología AASHTO 93 optimizando la transitabilidad en Trujillo”, tiene como objetivo principal el de Realizar un mejoramiento de la carretera Costanera entre el km 9+000 al km 15+000 utilizando la metodología AASHTO 93 para optimizar la transitabilidad en Trujillo.

Esta investigación tiene una metodología de investigación la cual es del tipo aplicada y de nivel no experimental, donde su diseño se basa en una investigación no experimental longitudinal debido a que no se tiene una variable independiente, teniendo como problemática: ¿De qué manera la metodología AASHTO 93 mejorará la carretera Costanera entre los km 9+000 al km 15+000 para optimizar la transitabilidad en Trujillo? Utilizando los instrumentos de recolección de datos de: la ficha de recolección de datos y el análisis documentario – ficha resumen, se obtuvo que el diseño para esta carretera, aplicando la metodología AASHTO 93, es de tipo flexible, conformándose por las capas con los siguientes espesores: 13 cm para la capa asfáltica, 35 para la base granular, 20 cm para la sub base y además agregar una capa de asfalto de 5 cm, teniendo una medida de mantenimiento del pavimento a los 10 primeros años de vida del pavimento con la finalidad de prolongar su duración.

Palabras Claves: Pavimento, diseño estructural, AASHTO 93.

Abstract

The present research, entitled “Improvement of the Costanera highway between km 9+000 to km 15+000 using the AASHTO 93 methodology optimizing trafficability in Trujillo”, has as its main objective to carry out an improvement of the Costanera highway between km 9+000 to km 15+000 using the AASHTO 93 methodology to optimize trafficability in Trujillo.

This research has a research methodology which is of the applied type and at a non-experimental level, where its design is based on longitudinal non-experimental research because there is no independent variable, the problem being: ¿How does the methodology Will AASHTO 93 improve the Costanera highway between km 9+000 to km 15+000 to optimize trafficability in Trujillo? Using the data collection instruments of: the data collection sheet and the documentary analysis – summary sheet, it was obtained that the design for this highway, applying the AASHTO 93 methodology, is flexible, made up of the following layers: thicknesses: 13 cm for the asphalt layer, 35 for the granular base, 20 cm for the subbase and also add a 5 cm layer of asphalt, having a pavement maintenance measure for the first 10 years of life of the pavement with the purpose of prolonging its duration.

Keywords: Pavement, structural design, AASHTO 93.

Índice

Dedicatoria		iv
Agradecimiento		v
Resumen		vi
Abstract		vii
I.	3	
1.1.	3	
1.2.	5	
a.	5	
b.	5	
1.3.	5	
II.	8	
2.1.	8	
2.2.	12	
2.3.	19	
2.4.	20	
III.	21	
3.1.	21	
3.2.	21	
3.3.	21	
3.4.	22	
3.5.	23	
IV.	24	
4.1.	24	
4.2.	33	
V.	34	
CONCLUSIONES		35

RECOMENDACIONES	36
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
ANEXOS	40

Índice de figuras

Figura 1. Clasificación funcional y nivel de confiabilidad	22
Figura 2. Ejemplo de ficha de recolección de datos	26
Figura 3. Diseño de Espesor pavimento flexible	33
Figura 4. Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje m_i , para bases y subbases granulares no tratadas en Pavimentos Flexibles.	35
Figura 5. Presupuesto general	36

Índice de tablas

Tabla 1. Resumen del conteo vehicular	28
Tabla 2. Resumen resultados de clasificación de suelos	29
Tabla 3. Resumen de resultados CBR	29
Tabla 4. Resumen coeficiente de corrección	30
Tabla 5. Resumen de corrección del IMDs(índice medio diario semanal)	30
Tabla 6. Resumen de resultados de cálculo de ESAL	31
Tabla 7. Resumen de parámetros de diseño	33

Índice de ecuaciones

Ecuación 1. Cálculo del factor de crecimiento acumulado	31
Ecuación 2. Ecuaciones de módulo de resiliencia	32
Ecuación 3. Cálculo del módulo de resiliencia	32
Ecuación 4. Determinación espesor de capas	34
Ecuación 5. Cálculo del coeficiente de drenaje	34

I. INTRODUCCIÓN

I.1. Problema de investigación

Realidad Problemática

Uno de los indicadores para poder demostrar el desarrollo de un país es el estado de la infraestructura vial, esto influencia considerablemente en la economía del mismo, puesto que si la infraestructura vial es adecuada podrá ofrecer un fácil acceso a servicios y recursos a las ciudades del país y así garantizar el progreso en los ciudadanos, debido al acceso a conectividad entre regiones, provincias y localidades. Considerando lo mencionado anteriormente, es necesario e importante poseer una infraestructura vial óptima que permita el traslado de manera segura y confiable (Torres, 2022).

Gonzales y Manay (2022) considera que una infraestructura vial óptima facilita el acceso a localidades alejadas, genera un menor costo en transporte, reduce significativamente el levantamiento de polvo y sobre todo disminuye el tiempo al movilizarse, aumentando la seguridad de tránsito, así como la imagen que brinda a la localidad. De no existir una mejora en el diseño de los pavimentos, provocará daños en los habitantes.

Internacionalmente, Amaya (2019) comentó que en Colombia se refleja la ausencia de administración y planeación de las vías, así como la poca inversión en recurso que permite el buen desarrollo. Según el DNP de Colombia, señalan que la red vial solo 12.98 km se encuentran pavimentadas, que equivale al 7% de la red vial, a comparación de los demás países de Latinoamérica, entre ellos Chile, cuenta con un 22% de pavimentación en sus vías.

Asimismo, Fontalba (2015) menciona que el parque automotriz ha aumentado considerablemente, ocasionando la paralización de las carreteras, con ello se pusieron en marcha el desarrollo de diversos proyectos viales con la finalidad de solucionar dicha problemática y generar una red vial resistente y de buena calidad, para evitar que las vías se sigan deteriorando con el pasar del tiempo y que los pavimentos se dañen con facilidad provocando que los conductores no cuenten con un trayecto de calidad.

En el Perú, Mendoza (2019) indica que puntualmente en Juliaca, se presentan distintos problemas en las vías, entre ellas la ausencia de señalización y seguridad, fallas estructurales en las vías, incremento de tráfico debido al comercio ambulante; dichos problemas ocasionan un impacto negativo socioeconómico a la ciudad, por ello se decidió proponer la vía de evitamiento Juliaca. Asimismo, Gonzales y Manay (2022) mencionaron que la ciudad de Chiclayo posee el mismo problema, sobre todo en Ramiro Priale, la cual carece de infraestructura vial que soporte la demanda de movilización de los ciudadanos, lo cual provoca incomodidad a la hora de moverse los vehículos y personas.

En la provincia de Trujillo, puntualmente en las avenidas principales de Laredo, han quedado de lado en cuanto a intervenciones en vías que conectan centros poblados de Conache, Pampas de San Juan y La Rinconada. Asimismo, se ven limitadas el traslado de agricultura, ganadería y turismo debido a la deficiente infraestructura de las vías. La OMPI señala que, mediante un diagnóstico enfocado a brechas, infraestructura y el acceso a servicios públicos en el periodo de 2020-2022, mencionó que la red vecinal de dicho distrito se encuentra pavimentada solo el 18.6%, es decir que queda 56.35 kilómetros por pavimentar (Torres, 2022).

Según Briceño y Rodríguez (2019) en la ciudad de Trujillo, existen la presencia de fallas como hundimientos, desprendimientos de material asfáltico entre otros, que abarca desde las calles hasta avenidas y carretera; por tal motivo es sumamente importante poder mejorar la elección de métodos empleados en los diseños del pavimento flexible para así obtener un adecuado desempeño a lo largo del periodo de diseño del mismo.

Para poder elaborar un diseño de pavimento flexible, existen metodologías empleadas específicas para ello, entre las cuales está presente el método AASHTO 93, este permitirá la realización de un diseño en el pavimento flexible de la carretera Costanera entre los km 9+000 al km 15+000, permitiendo que el servicio urbano tenga mejores condiciones en cuanto al tránsito vehicular y de esta manera recupere su prestancia, permitiendo a los ciudadanos y visitantes el adecuado desplazamiento y comercialización de servicios, incentivando a la comercialización de sus productos y de modo que permita el crecimiento económico de la ciudad.

Enunciado del Problema

¿De qué manera la metodología AASHTO 93 mejorará la carretera Costanera entre los km 9+000 al km 15+000 para optimizar la transitabilidad en Trujillo?

I.2. Objetivos

a. Objetivo General

Realizar un mejoramiento de la carretera Costanera entre el km 9+000 al km 15+000 utilizando la metodología AASHTO 93 para optimizar la transitabilidad en Trujillo.

b. Objetivos Específicos

- *Realizar un conteo del tránsito vehicular en la carretera Costanera entre los km 9+000 al km 15+000 en Trujillo.*
- *Establecer las propiedades del suelo correspondientes a la carretera Costanera entre los km 9+000 al km 15+000 en Trujillo para optimizar la transitabilidad.*
- *Determinar los parámetros del diseño estructural aplicando la metodología AASHTO.*
- *Realizar un presupuesto de costes de la carretera Costanera entre los km 9+000 al km 15+000 en Trujillo teniendo en cuenta los parámetros del diseño estructural.*

I.3. Justificación del estudio

Este estudio se justifica por los posteriores criterios:

Relevancia social

La investigación radica en brindar solución al problema de flujo vehicular, pavimentación y habilitación que existe en la carretera Costanera entre los km 9+000 al km 15+000, permitiendo el crecimiento social, económico y urbanístico de la población Trujillana, de no ocurrir se produce problemas de tránsito, daños de bienes y salud de los moradores. Por ello es de suma importancia la rehabilitación y mantenimiento de una carretera.

Implicaciones prácticas

Son importantes el tiempo de investigaciones como ésta, porque brindan soluciones a problemas de carreteras que posee una localidad, como es el caso de la carretera Costanera entre los km 9+000 al km 15+000 en la ciudad de Trujillo, lo cual se busca tener una información más detallada para poder elaborar el diseño estructural del proyecto en estudio.

Valor teórico

La presente investigación, empleará la metodología AASTHO 93, bases teóricas concernientes al diseño estructural de un pavimento y el MTC, ya que permiten conocer las normas necesarias para obtener las características de un estudio de suelo, los métodos de ensayo para determinar la humedad de un suelo y para el análisis granulometría. Estos ensayos permitirán obtener las características necesarias del suelo y poder diseñar un pavimento con vida duradera y útil.

II. MARCO DE REFERENCIA

II.1. Antecedentes del estudio

Internacionales

Pozo (2022) en su investigación titulada *“Diseño de la estructura del pavimento flexible en la Av. 16 de julio en la Comuna Palmar, provincia de Santa Elena”*. Donde el objetivo principal fue diseñar la estructura de un pavimento flexible, realizada por la metodología AASHTO 93. Esta investigación se caracterizó por ser del tipo cuantitativo, debido al uso de ecuaciones matemáticas, datos estadísticos y ábacos. Se obtuvo como uno de los resultados el conteo vehicular realizado a la Av. 16 de Julio, teniendo un TPDA de 1,918 de transportes mixtos diarios para ambos, determinándose un ESAL de 3`261,551, y para 20 años de proyección siendo el TPDA de 4,271 transportes mixtos diarios en ambos sentidos, determinándose la vía como Clase I, también se determinó que el promedio anual diario es de 1,471 vehículos mixtos. Llegó a la conclusión que todos los resultados que se obtuvieron al utilizar la metodología AASHTO 93 permitió determinar el SN y de garantizar el óptimo funcionamiento de la vía de manera segura. Esto nos muestra que la metodología AASHTO 93 es una herramienta que permite resultados eficaces.

Prada (2021) en su tesis que se denominó *“Diseño de un pavimento flexible por el método AASHTO y RACIONAL, aplicado en la variante del municipio de Armero Guayabal”*. Tuvo como objetivo principal la elaboración de un diseño de pavimento flexible utilizando la metodología AASHTO y RACIONAL principalmente para las vías terciarias que presentan bajo tránsito, lo cual permite el desarrollo de las zonas urbanas y rurales del municipio de Armero Guayabal. En cuanto al diseño estructural de los pavimentos flexibles de Colombia se verifica que es aplicable el diseño a carreteras, autopistas y caminos rurales. Como resultados se obtuvo que la estratigrafía zonal presenta terrazas aluviales y depósitos aluviales que se relacionan con aluviones y terrazas además de presentar un terreno llano con ondulaciones y elevaciones. Concluyendo la confiabilidad que brinda la metodología AASHTO 93 además de práctico debido a que brinda los parámetros necesarios de resistencia de la estructura para el pavimento, además tiene en cuenta las condiciones del camino. Esto nos indica que el método ASSTHO 93 es la mejor opción debido a su practicidad y confiabilidades.

Guerrero (2020) en su tesis titulada *“Trabajo de monografía, análisis y diseño del pavimento flexible a través del método AASHTO-93”*, Su objetivo principal fue realizar un diseño y calcular el comportamiento del pavimento usando el método AASHTO 93; para su ejecución se usó el método mecanístico y al mismo tiempo el empírico. Los resultados indicaron que los factores que influyen en las patologías de los pavimentos son provocados por el tráfico de diseño, proceso constructivo, defectos en el proyecto y factores externos al diseño como es el mantenimiento deficiente. Se concluyó que, mediante el método AASHTO-93 se requiere efectuar los estudios de suelo y de tráfico antes de poner en marcha el diseño, el ciclo de vida del pavimento depende de la rehabilitación previa a la superficie y estructura. Dicha investigación permite tener una proyección confiable del pavimento flexible y de la metodología empleada para el diseño de las carreteras a nivel mundial.

Nacionales

Castro (2021) en su tesis titulada *“Propuesta de diseño de pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Av. Los diamantes, Provincia Piura 2021”*; siendo su objetivo principal elaborar un diseño de un pavimento flexible haciendo uso de la metodología AASHTO 93. Esta investigación empleó un diseño no experimental-transversal debido a que se realizó sin manipular sus variables deliberadamente, siendo también de tipo descriptivo al realizar un proceso de análisis minuciosamente permitiendo tener una mejor representación de la realidad respecto al objeto de estudio. Tuvo como resultados IMDA, para una proyección de 20 años, de 854 vehículos diarios, indicando que el 98.45% se conforma por vehículos ligeros además el 0.59% se conforma de vehículos pesados. El ESAL obtenido fue de 170,200 EE. De acuerdo al MTC, esta carretera se clasifica en un tipo TP1 debido al tráfico pesado y sus ejes equivalentes, encontrándose en un rango de $150,000EE < TP1 < 300,000EE$. Se concluyó que dicha Av. Los Diamantes tiene una ESAL de 270,547.00 EE, permitiendo determinar su clasificación como TP1, el cual cumple con los parámetros que establece el MTC, bajo tránsito para vehículos que requieren un diseño de pavimento flexible.

Inocente (2021) en su investigación *“Diseño de pavimento flexible empleando Método AASHTO 93 para mejoramiento de infraestructura vial en la carretera Cajamarca – Celendín 2021”*, tuvo como objetivo principal realizar un diseño de pavimento flexible utilizando los criterios de la metodología AASHTO 93 para mejorar la infraestructura perteneciente a la carretera Cajamarca-Celendín, llegando a optimizar la transitabilidad vehicular. Empleo un enfoque cuantitativo, de tipo explicada, no aplicada. Se obtuvo como resultados que su subbase tiene un espesor de 15cm para su diseño, la base tiene un espesor 20 cm de diseño. Se concluyó que, realizar un nuevo diseño estructural de pavimento flexible mejorará la infraestructura vial perteneciente a la carretera Cajamarca – Celendín, al reemplazar el pavimento existente que se encuentra deteriorado, lo cual perjudica el tránsito de los vehículos.

Gonzales y Namay (2020) en su investigación *“Diseño de pavimento flexible aplicando el método ASSHTO 93 con el fin de mejorar la transitabilidad en el centro poblado Ramiro Prialé, en la ciudad de Chiclayo”*. Tuvo como objetivo diseñar pavimento flexible haciendo uso del método AASHTO 93 con la finalidad la mejorar la transitabilidad de la localidad. Para ello, se empleó el método cuantitativo, de tipo aplicada – descriptiva. Como resultado se evidenció: un ESAL de 16 624 751 KN, debido a la realización de estudio de tránsito; con un suelo arcilloso, espesor de 102 cm y una topografía llana. Además, llegaron a la conclusión que al emplear el método ASSHTO se obtienen diferentes espesores del pavimento flexible.

Locales

Torres (2022) en su investigación que lleva por título *“Diseño del pavimento flexible para los centros poblados de Conache, Campiña De Conache, Pampas de San Juan y la Rinconada en Laredo, Trujillo, La Libertad”*. Donde su objetivo principal fue la determinación del espesor estructural de las capas que forman al pavimento flexible, utilizando la Metodología AASHTO 93. Los resultados mostraron un CBR bajo de 6,7%, para el primer tramo y un CBR bajo de 4,0% en el segundo tramo, llegándose a aplicar una estabilización a la subrasante para realizar el diseño estructural reemplazando los resultados obtenidos de CBR a un 22,7%, llegando a ser apto para la pavimentación. Así mismo, se obtuvo el tipo de suelo según la clasificación AASHTO siendo de tipo arenoso. Concluyendo que los espesores que se necesita estructuralmente para las capas del pavimento flexible llegan a ser de 9 cm en la carpeta asfáltica, para la base teniendo un espesor de

20 cm y la sub base teniendo un espesor de 25 cm. Este antecedente nos ayudará o servirá para tener conocimientos prácticos y teóricos permitiendo la recolección de indicadores para la elaboración de futuros proyectos.

Chávez y Ruiz (2021) en su tesis que lleva por título *“Diseño de la estructura del pavimento flexible, para la construcción de pistas en la calle Real del C.P. Santa Rosa, distrito de Pueblo Nuevo - Chepén - La Libertad”*. Donde su objetivo principal fue realizar un diseño de pavimento flexible en la calle Real del C.P. Santa Rosa - Chepén. Siendo una investigación de tipo aplicada y descriptiva, utilizando los parámetros y metodologías que establece la AASHTO 93. Obteniendo como resultados los espesores de las capas del pavimento con una capa de rodadura D1 = 5 pulg., además de un SN1 = 2.05, teniendo un espesor de base granular de D2 = 10 pulg., con un SN2 = 1.28, conformando un total SN de 3.33 siendo mayor al SN requerido = 3.00, logrando diseñar el pavimento flexible. Los resultados permitieron concluir que, el estudio topográfico realizado permitió determinar la capa de cobertura, nivel de base, material suelto (E-1), teniendo un control de humedad, compactación y perfilado de aproximadamente el 95% de densidad seca máxima antes de aplicar la capa de cobertura. Este antecedente la eficiencia que presenta la utilización de la metodología AASHTO 93 para realizar el diseño estructural de pavimentos flexibles que sean confiables para el país y su uso en la transitabilidad vehicular.

Briceño y Narcizo (2019) en su tesis de investigación titulada *“Análisis comparativo del diseño estructural del pavimento flexible entre las metodologías de la AASHTO 93 y la del instituto de asfalto para el camino vecinal de Julcán del caserío de Chuan parte baja, distrito de Julcán, provincia de Julcán, La Libertad”*, donde se tuvo como objetivo principal se tuvo poder realizar un análisis de manera comparativa sobre el diseño estructural sobre el pavimento entre el método de AASHTO-93. La investigación fue de tipo correlacional, como técnicas e instrumentos se empleó un levantamiento topográfico, estudio de mecánica de suelos con fines de pavimentación y el estudio de tráfico. Como resultados se encontró que el camino vecinal mide 7.554 Km de Longitud y ESAL de Diseño para el camino vecinal, empleando la Metodología de la AASHTO se obtuvo: 292,033.80. Llegaron a la conclusión que dicha metodología es la más recomendable, debido a la exactitud de sus cálculos y por brindar mayor cantidad de variables de diseño,

permitiendo la recolección de más datos y así el diseño pueda ser más apropiado para la zona.

II.2. Marco teórico

a. Pavimento Flexible

Se caracteriza porque su estructura se conforma por una capa granular (sustrato, capa de soporte) y, como capa superficial, una estructura compuesta por materiales tipo bituminosos como áridos, ligantes y aditivos adecuados. Principalmente considerado pavimento asfáltico que se conforma de capas granulares: como el mortero asfáltico, micro pavimento, pavimento bicapa, pavimento asfáltico, mezcla asfáltica en frío y mezcla asfáltica en caliente (Prada, 2020).

Gonzales y Namay (2020) comentó que posee propiedades adherentes y elásticas, lo que le permite formar una estructura única que proporciona resistencia mecánica y resistencia al desgaste. Como material elástico, es flexible, por lo que tiende a deformarse y volver a su estado original bajo las cargas para las que está diseñado.

b. Estructura del pavimento flexible

Gonzales (2018) mencionó que el pavimento flexible contiene la siguiente estructura.

- Base: la cual es una capa que sirve de apoyo para la capa superficial de rodadura o capa asfáltica.
- Subbase: Es una capa granular que actúa como filtro para evitar que partículas finas de material entren y dañen el subsuelo. Es la última capa antes de la base del camino. La subrasante debe soportar múltiples cargas de dispersión que impulsan el pavimento.
- Subrasante: Esta es la capa de inicio del paquete estructural y el nivel final de tratamiento del suelo antes de la construcción del paquete estructural.
- Capa de rodadura: que es la capa que se encarga de soportar los esfuerzos producidos por los vehículos al entrar en contacto directo con estos.

c. Patologías de un pavimento flexible

Según Lizana (2021) las siguientes patologías que posee un pavimento flexible son:

- Grieta de piel de cocodrilo

- Exudación.
- Grietas en bloque
- Abultamientos y hundimientos
- Corrugación
- Depresión
- Grietas de reflexión juntas
- Desnivel carril / berma
- Grietas longitudinales y transversales
- Parcheo
- Pulimiento de agregados
- Cruce de vía férrea
- Ahuellamiento
- Desplazamiento
- Grietas parabólicas
- Hinchamiento
- Meteorización

d. Características importantes que debe cumplir un pavimento flexible

Chávez y Ruiz (2021) mencionan las siguientes características:

- **Resistencia estructural:**

La primera prioridad de la carretera es soportar las cargas provocadas por el tráfico en las zonas degradadas y pobres especificadas en el proyecto, que crean cargas y esfuerzos normales y cortantes a través de la estructura que conforma el pavimento. Esta teoría de falla se encuentra aceptada actualmente, siendo la teoría del esfuerzo cortante; por lo cual, en el estudio de pavimentos flexibles, se suele considerar al esfuerzo cortante como la principal causa una falla estructural, ya que la resistencia es una propiedad básica.

- **Durabilidad**

Las incertidumbres prácticas que rodean esta durabilidad para los recubrimientos flexibles son grandes y pueden llegar a ser difíciles de manejar, lo que determina la longevidad ideal alcanzada en cierta situación. Lo cual claramente relacionado con algunas cuestiones económicas y sociales; con un trabajo modesto, el camino puede demorar menos de lo esperado si el valor de la serie de reconstrucciones requeridas en ese momento es menor que el costo original del camino, más el valor que se puede asignar a las interrupciones del servicio, la

reconstrucción dará como resultado un tráfico pesado y los proyectos económicamente significativos requieren carreteras que tengan una mayor duración.

- **Costo**

La pavimentación debe tener un equilibrio respecto a cumplir con lo que se requiere de resistencia, costo total y estabilidad. Este diseño debe cumplir con los requisitos establecidos para dicho servicio con un menor costo de diseño posible. Dicha opción es determinada según el tipo de recubrimiento a utilizar, teniendo como pavimento flexible, rígido y articulado las opciones a elegir según la demanda.

- **Requerimientos de la conservación**

Los agentes climáticos llegan a tener influencia en su duración, lo que permite que el diseño tenga en cuenta sus predicciones y hace que el mantenimiento sea una tarea razonable, pero estos factores, por supuesto, incluyen muchos factores que son difíciles de evaluar. Los aspectos analíticos también consideran el grado de tráfico, y el desafío llegando a estimar el crecimiento a futuro, teniendo en cuenta un número mayor de vehículos que pueden llegar a circular. El estado de drenaje que presenta el suelo y la falta de este es sin duda uno de los aspectos con mayor importancia a la hora de determinar la longitud de una vía. En general, dichos elementos deben ser considerados parte de la estructura del pavimento, ya que forman un todo único con ella y contribuyen a la degradación estructural del material bajo cargas repetidas. Las necesidades de mantenimiento deben manejarse con buen juicio y experiencia, ya que descuidar esta área puede convertirse rápidamente en un mantenimiento costoso e incluso en una remodelación que puede resultar esencial.

- **Comodidad**

En las principales carreteras y autopistas, los problemas de diseño de un pavimento se deben cambiar de acuerdo con las necesidades del cliente mientras se conduce al ritmo de trabajo. Por supuesto, este requisito incluye muchos otros criterios, el más intrigante de los cuales es la seguridad; también debe considerarse la estética y su efecto con respecto a la respuesta psicológica que puede llegar a tener el conductor. Por ejemplo, las deformaciones longitudinales de un pavimento pueden suponer un problema de confort si presentan poco o ningún riesgo de falla o daño estructural, ya sea puramente mecánico. En un buen camino, el diseñador debe elevar y comprometer dichos estándares. Siendo una consideración mayor

que otras carreteras que pueden ser más blandas, lo que hace que sean problemas menos graves cuando se conduce a baja velocidad o con mucho tráfico.

e. Estudios de tráfico

Se caracteriza por clasificar, cuantificar y llegar a conocer la cantidad de vehículos que pueden movilizarse por el camino vecinal, el cual es el elemento indispensable para la determinación de las características de diseño del pavimento, así como la evaluación económica de un proyecto (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Clasificación de vehículos

Pozo (2022) refiere que los ejes se clasifican en eje simple, eje tándem y eje trídem.

- Eje Simple
- Eje Tándem
- Eje trídem

f. Factores destructivos

Vásquez (2016) refiere los siguientes factores que influyen negativamente en los pavimentos flexibles.

● **Materiales**

Una sola capa no suele tener un efecto positivo que satisfaga el rendimiento estructural que conforma el sistema de un pavimento, por lo cual, la interacción de más capas puede llegar a tener una mejor respuesta al controlar las cargas que pasan por el pavimento.

● **Presión de inflado**

La presión de neumáticos es la preocupación de los ingenieros en torno a las condiciones que generan destrucción respecto a las cargas que generan los neumáticos en un área determinada de contacto, donde la finalidad es de minimizar dichas tensiones, distribuyéndolas a través del pavimento.

Actualmente, aumenta el crecimiento vehicular por lo cual se genera un aumento de presión por neumáticos, aumentando el daño que puede producirse en los pavimentos.

- **Clima**

El medio ambiente tiende a generar condiciones que dañan el pavimento, estos factores externos que influyen son: la temperatura, precipitación y el nivel freático; siendo las principales limitaciones que influyen en el comportamiento del pavimento. Lo mismo ocurre con la susceptibilidad de los materiales que poseen los pavimentos para la humedad, drenabilidad, infiltración potencial y más.

- **Efectos de la lluvia**

La composición de la humedad, ocasiona que dichos materiales que conforman la estructura de un pavimento, así como su comportamiento se vean alterada. En donde la base, subbase y subrasantes no se encuentran adecuadamente protegidos sobre lo que pueda ocasionar el agua se producen daños como la aparición de erosión, saturación y exceso de la supresión, perdiendo resistencia en la subrasante cuando se encuentra saturado, y por último la degradación del material del pavimento debido a la humedad.

- **Efectos de la temperatura**

El cambio de la temperatura que se da en el medio ambiente producirá en los pavimentos flexibles, deteriorando superficialmente la capa de rodadura, también haciendo blanda y reduciendo la viscosidad del asfalto, por otro lado, las bajas temperaturas ocasionaran la perdida de dicha flexibilidad y aparición de grietas de contracción.

g. Proyección del tráfico

- **Factor de distribución direccional (D)**

Llega a expresarse a través de una relación respecto al sentido de circulación y el tráfico vehicular, teniendo un valor de 0.5 respecto a una vía con dos direcciones y teniendo el valor de 1.0 cuando la vía es de una sola dirección, por lo cual se puede expresar que este factor tiende a dividirse en un 50% para cada sentido.

- **Factor de distribución de carril (L)**

Este factor es representado como carril de diseño en donde el número ESAL mayor para una vía de dos carriles tiende a ser el carril de diseño, debido a que un tránsito por dirección tiende a canalizarse en dicho carril.

h. Estudios de mecánica de suelos (EMS)

En pavimento, los estudios de mecánica de suelo se refieren al conjunto de investigaciones realizada en el terreno para estudiar el comportamiento de dicho suelo respecto a la carga que puede transmitirse en dicho pavimento; realizando el de estudios de campo, como pruebas de laboratorio con los correspondientes análisis de gabinete (Torres, 2022).

- **Ensayo de granulometría**

Hay diversos procedimientos para determinar la composición granulométrica en un suelo. Este ensayo consiste en determinar el tamaño de una muestra relativa que pasa a través de un numero de mallas reglamentadas (Chipana y Pari, 2021).

- **Límites de Atterbeg**

Se caracterizan por ser los límites de humedad que conforman los estados de consistencia de un suelo que puede encontrarse en grano fino y en estado sólido, semisólido, plástico y semilíquido o viscoso.

Estos ensayos permiten tener una caracterización rápida del suelo, debido a que sus ensayos no necesitan tomar muestras inalteradas para su determinación (Frankle, 2013).

- **Ensayo de compactación Proctor modificado**

Este ensayo permite realizar la compactación del suelo, teniendo como finalidad la obtención de la humedad óptima de compactación de un suelo bajo una determinada energía de compactación. Esta humedad óptima de compactación se caracteriza por la densidad que presenta el suelo tiende a ser máxima, es decir, la representación de agua añadida al suelo poder compactar al máximo con una cierta energía concreta (ETSI, 2015).

- **Ensayo de valor de soporte de California o CBR**

Este ensayo evalúa la calidad del material que compone un suelo en base a su resistencia, la cual se mide mediante un ensayo de placa o escala.

El soporte de California (o CBR) se encuentra asociada a la norma ASTM D 1883-07, siendo un ensayo que se caracteriza por utilizar un pistón metálico que se encarga de compactar el material en un molde metálico, evaluando las superficies o subrasantes de colocación de estructuras (Sánchez, 2018).

- **Estudios hidrológicos-pluviométricos**

Se caracteriza por ser un estudio que proporciona los datos hidráulicos que se requieren en el diseño de una carretera o puente, siendo un conjunto de trabajos de gabinete y de campo que tienden a definir el diseño hidráulico, estableciendo longitudes mínimas de dicha estructura. En estos estudios se obtiene la situación y emplazamiento de la obra, cartografía y topografía del terreno, así como el estudio geológico y edafológico, un estudio climático y la pluviometría de la zona (INAENA, 2007).

i. Método AASHTO-93

Definición

El método AASHTO-1993, se enfoca en la identificación de un número estructural brindada al pavimento flexible, donde pueda soporte el nivel de carga esperado. El número estructural se conoce mediante el uso de una fórmula en cual realiza la relación de los coeficientes con sus números estructurales, estos se adquieren mediante un software que solicita datos como la cantidad de ejes similar al de la capa a analizar, el campo de aplicación, la confiabilidad y el módulo de elasticidad (Solano, 2019).

VARIABLES DE DISEÑO

Prada (2020) menciona las siguientes variables:

- **Tránsito:** Los espesores se fundamentan mediante las cargas equivalentes que se acumulan para el periodo de diseño. Asimismo, se requiere un estudio a detalle sobre el tránsito vehicular, promedio anual del mismo, factor camión y la acumulación de número de ejes.
- **Serviciabilidad:** Es importante para que la carretera pueda ofrecer a los conductores un tránsito seguro y sobre todo cómodo durante un cierto período de tiempo.
- **Índice de servicio inicial:** Es el valor brindado al servicio del asfalto recién elaborado o reparado, los valores comúnmente utilizados son alrededor de 4.2 para tipo flexible y 4.5 el tipo duro.

- **Índice de servicio terminal:** Se refiere al valor más bajo del índice de servicio aceptado para un asfalto dado los valores que están entre 1.5 y 2.5 a 3.0 en cuanto a las vías importantes y para vías arterias respectivamente.
- **Pérdida del índice de serviciabilidad:** Los valores mencionados anteriormente facilitan saber con exactitud que tanto disminuye el índice de servicio que simboliza una pérdida progresiva del servicio de la carretera provocada por el desperfecto del asfalto.
- **Confiabilidad:** Se refiere al nivel de seguridad a una alternativa de diseño, estableciendo el nivel de probabilidad en que el pavimento pueda tolerar la carga de los transportistas durante su ciclo de vida. Mientras mayor sea el nivel de confiabilidad, más grandes serán los espesores.

Figura 1

Clasificación funcional y nivel de confiabilidad

Clasificación funcional	Nivel de confiabilidad, R, recomendado	
	Urbano	Rural
Interestatales y vías rápidas	85-99.9	85-99.9
Arterias principales	80-99	75-95
Colectores	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

Nota. Se detalla los parámetros del nivel de confiabilidad según su clasificación funcional del pavimento, por Amaya, 2019.

- **Módulo resiliente efectivo MR:** Corresponde al u_f promedio ya determinado, el cual se empleará en el diseño de un pavimento.
- **Módulo resiliente para la subrasante:** Para materiales de subrasante con $CBR \leq 7,2\%$. El MR es igual $1.500 * CBR$, en cuanto al mayor de $7,2\% \leq CBR \leq 20,0\%$. MR igual a $3.000 * (CBR)^{0.65}$.

II.3. Marco conceptual

Capacidad de vía: Es la hora de mayor cantidad de usuarios que pasan por un carril o calzada en un determinado tiempo, bajo las condiciones del tránsito.

Conservación Vial: Un conjunto de acciones que deben tomarse preventivamente para evitar la falla prematura de los elementos formadores de caminos.

Compactación: Es la aplicación de energía a un suelo suelto con el fin de eliminar vacíos y con ello aumentar su densidad y por ende su capacidad de estabilidad y soporte. Su finalidad es potenciar las propiedades mecánicas que posee un suelo.

Rehabilitación: Son intervenciones en edificios que mejoran su salubridad y habitabilidad, aportan más confort, seguridad o decoración y modifican su distribución y/o modifican sus características morfológicas y distribución interior.

Tratamiento superficial: Es el método que da cabida a la realización de modificaciones controladas en las propiedades del material y en la capa de revestimiento.

II.4. Sistema de hipótesis

Utilizando la metodología AASHTO 93 mejorará la carretera Costanera entre el km 9+000 al km 15+000 optimizando la transitabilidad en Trujillo.

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

III.1. Tipo y nivel de investigación

Según el tipo

Una investigación de tipo aplicada, se basa en llevar adelante un cierto estudio respecto a su objetivo o finalidad donde se desarrolla una estrategia permitiendo alcanzar la meta establecida. En este tipo de investigaciones no se busca ampliar la información ya existente, sino que se busca dar una solución a un respectivo problema (Rus, 2020).

Esta investigación se ha considerado de tipo aplicado debido a que solucionar el problema vial de la carretera Costanera en los Km 9+000 al 15+000 utilizando la metodología el manual MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones) y la AASHTO 93 permitiendo diseñar un pavimento estructural del tipo flexible para esta carretera que se ubica en Trujillo, departamento de La Libertad, utilizando datos existentes en la zona respecto a los estudios correspondientes realizados.

Según el nivel

Una investigación del nivel experimental se caracteriza porque las variables no llegan a ser controladas ni manipuladas, el investigador solo se limita a medirlas, llegando a realizar un estudio que se apoya principalmente de la observación (Rus,2020).

Esta investigación se ha determinado que es de nivel no experimental debido a que se busca solucionar la problemática de la carretera Costanera de Huanchaco sin manipular las variables, sino haciendo uso de la observación para la propuesta de una solución factible.

III.2. Población y muestra de estudio

Población. Carretera Costanera ubicada en la ciudad de Trujillo.

Muestra. Esta investigación comprende los km 9+000 al km 15+000 de la carretera Costanera, ubicado en Trujillo.

III.3. Diseño de investigación

El diseño de esta investigación es no experimental longitudinal, por lo que no cuenta con una variable independiente a la cual se le pueda manipular, lo que conlleva a ser una investigación de transversal al solo realizar análisis de la variable y evaluando las características y propiedades, realizado en la carretera Costanera en los tramos Km 9+000 al Km 15+000.

III.4. Técnicas e instrumentos de investigación

Técnicas de Recolección de Datos

- **La observación**

Se caracteriza por ser el registro visual de los parámetros y eventualidades que ocurren en una situación real, llegando a clasificar y consignar los datos según un esquema previsto ante una problemática de estudio (CCA, 2022).

Por tal motivo, se decidió utilizar esta técnica para la recolección de datos visual que es necesario para realizar un estudio y conteo vehicular, el cual es un objetivo de esta investigación, para recolectar los datos principales que permitan diseñar un pavimento flexible.

- **Análisis documental**

Permite obtener datos relacionados a la fuente primaria permitiendo recolectar información de libros, revistas, boletines, folletos, periódicos y todo documento que contenga la información que permita cumplir con los objetivos de un tema de estudio (Tamayo y Silva, 2021).

Se decidió utilizar esta técnica para recolectar la información necesaria respecto a los parámetros de diseño de pavimento flexible, según como lo plantea la AASHTO 93 y el MTC, para poder realizar los objetivos de esta investigación y obtener el diseño de un pavimento flexible para la carretera Costanera en los kilómetros Km 9+000 al Km 15+000.

Instrumentos de Recolección de Datos

- **Ficha de Recolección de datos**

Este instrumento permite cuantificar los datos obtenidos con la finalidad de tener un monitoreo contable para el análisis y diseño de pavimento flexible, permitiendo contar con una información precisa en la toma de muestra.

- **Análisis documentario – ficha resumen**

Esta ficha permitirá tener un resumen contable de la información metodología que permite determinar y elaborar el diseño estructural de un pavimento flexible utilizando la metodología AASHTO 93 y el MTC permitiendo obtener los ensayos y parámetros necesarios para realizar los objetivos de la investigación.

III.5. Procesamiento y análisis de datos

La obtención del conteo vehicular se utilizará los parámetros establecidos en el MTC para determinar el tipo de carretera a la que corresponde según su índice medio diario (IMDa).

Los estudios correspondientes a mecánica de suelos se realizarán obteniendo muestras de la zona de estudio y siendo ensayados en laboratorio, permitiendo caracterizar al suelo y su composición.

La recopilación de datos se realizará utilizando la técnica de la observación para obtener los datos contables del conteo vehicular en un periodo de tiempo de una semana, además de realizar los estudios correspondientes de mecánica de suelos aplicando la metodología AASHTO 93 y la metodología del MTC para el diseño de pavimento flexible.

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

IV.1. Análisis e interpretación de resultados

4.1.1. Resultados obtenidos del conteo vehicular

El conteo vehicular realizado corresponde a la muestra obtenida en el tramo del Km 9+000 al 15+000 de la carretera Costanera, realizado en un plazo de una semana para la vía de un carril con doble sentido, siendo estudiado las 24 horas del día y obteniendo como resultado el siguiente conteo vehicular:

Tabla 1

Resumen del conteo vehicular

Día	Automóv.	Camioneta	Combi	Micro	Bus	Camión				Semi Tráiler			Tráiler	TOTAL	PORC. %
					2 EJE	C2E	C3E	C4E	C8X4	T2S1	T3S2	T3S3	C3R3		

L	8,147	770	752	57	21	359	152	8	6	6	7	8	5	10298	14.82%
M	8,053	776	662	48	18	324	143	7	5	6	3	3	4	10052	14.46%
M	8,194	778	767	68	17	321	142	7	5	1	3	5	3	10311	14.84%
J	8,039	683	631	47	16	340	154	4	2	2	2	2	2	9924	14.28%
V	8,148	706	599	38	13	245	92	5	3	6	2	3	4	9864	14.19%
S	7,959	550	530	12	7	248	89	3	4	0	3	3	2	9410	13.54%
D	7,946	685	612	49	22	220	78	6	4	8	5	4	3	9642	13.87%
TOTAL	56,486	4,948	4,553	319	114	2,057	850	40	29	29	25	28	23	69501	100.00%
IMD	8,069	707	650	46	16	294	121	6	4	4	4	4	3	9925.43	
%	81.27	7.12	6.55	0.46	0.16	2.96	1.22	0.06	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	100.00	%

Nota. Esta tabla muestra el resumen del conteo vehicular realizado en una semana con la finalidad de obtener el índice medio diario vehicular, elaborado por Hidalgo y Pintado, 2023.

El estudio de conteo vehicular muestra que el índice medio diario de vehículos es de aproximadamente 9925.43 vehículos, que redondeado se obtiene un total de 9926 vehículos.

4.1.2. Resultados obtenidos del estudio de suelos

El estudio de mecánica de suelos realizado en el tramo de la carretera Costanera en el Km 9+000 al 15+000, donde se excavó 6 calicatas con la finalidad de obtener las muestras necesarias para esta investigación.

Se utilizaron los ensayos de clasificación de suelos (mediante la metodología AASHTO Y SUCS), los ensayos de límite de consistencia y ensayo de análisis granulométrico, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 2

Resumen resultados de clasificación de suelos

Calicata	C1	C2	C3	C4	C5	C6	
Clasificación de suelos	SUCS	SC-SM	SM	CL-ML	ML	ML	SC-SM
	AASHTO	A-2-4	A-4	A-4	A-4	A-4	A-4
Límites de consistencia	LL	23.85%	23.88%	26.92%	26.57%	24.57%	22.38%
	LP	19.21%	20.30%	21.70%	23.37%	22.22%	15.56%
	IP	4.64%	3.60%	5.22%	3.20%	2.35%	6.82%

Análisis granulométrico	% Grava	0.00%	0.00%	0.17%	0.00%	0.51%	0.64%
	% Arena	77.44%	50.24%	46.25%	44.03%	42.38%	52.66%
	% Finos	22.56%	49.76%	53.58%	55.97%	57.11%	46.70%

Nota. Esta tabla muestra los resultados de clasificación de suelos realizados para el diseño de carreteras, elaborado por Hidalgo y Pintado, 2023.

Los resultados de CBR que se obtuvieron del ensayo de mecánica de suelos, correspondiente al promedio de las seis muestras obtenidas de las calicatas, dio como resultado lo siguiente:

Tabla 3

Resumen de resultados CBR

Resultados promedio de los ensayos CBR	
100% Máxima densidad seca (g/cm3)	1.865
95% Máxima densidad seca (g/cm3)	1.771
ÓPTIMO contenido de humedad	11.51%
CBR al 100% Compactación	14.51%
CBR al 95% compactación	11.48%

Nota. Esta tabla muestra el resumen de resultados, promedio de las 6 muestras ensayadas, obtenidos en el laboratorio para determinar el CBR, elaborado por Hidalgo y Pintado, 2023.

4.1.3. Parámetros de la metodología AASHTO 93

Utilizando los parámetros y metodologías establecidas en el MTC, se obtuvieron los siguientes parámetros para el diseño de pavimento flexible:

Tabla 4

Resumen coeficiente de corrección

CALCULO DEL IMD			
Resumen de Metodología			
IMD =	VS		
	7		
VS = Volumen Promedio Semanal			
Fc Veh. Ligeros =		1.15237	
Fc Veh. Pesados =		1.80262	

IMD =	9925 3,622,781	Veh. /día V. x año
--------------	--------------------------	-----------------------

Nota. Esta tabla muestra el coeficiente de corrección empleado para los vehículos ligeros y vehículos pesados, elaborado por Hidalgo y Pintado, 2023.

Tabla 5

Resumen de corrección del IMDs(índice medio diario semanal)

Tipo de Vehículos	IMDs	Factor	IMDa	Distrib. %
Automóvil	8069	1.15237	9299	79.02%
Camioneta	707	1.15237	815	6.92%
Combi	650	1.15237	750	6.37%
Micro	46	1.80262	82	0.70%
Bus 2 EJE	16	1.80262	29	0.25%
Camión C2E	294	1.80262	530	4.50%
Camión C3E	121	1.80262	219	1.86%
Camión C4E	6	1.80262	10	0.09%
Camión C8X4	4	1.80262	7	0.06%
Semi Tráiler T2S1	4	1.80262	7	0.06%
Semi Tráiler T3S2	4	1.80262	6	0.05%
Semi Tráiler T3S3	4	1.80262	7	0.06%
Tráiler C3R3	3	1.80262	6	0.05%
TOTAL IMD	9929		11768	100.00%

Nota. Esta tabla muestra el resumen de la corrección del conteo vehicular utilizando el coeficiente de corrección, elaborado por Hidalgo y Pintado, 2023.

Tasa de Crecimiento (r%)

La tasa de crecimiento utilizada en esta investigación es del 5.1%, basándose en los resultados obtenidos por el INEI en el mes de junio del 2023, tal y como se muestra en el Anexo 9.

Factor de Crecimiento Acumulado (FCA)

Para determinar el FCA se utilizará la tasa de crecimiento, el cual es del 5.1%, para el diseño de proyección de crecimiento de 20 años, utilizando la siguiente ecuación:

Ecuación 1. Cálculo del factor de crecimiento acumulado

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

Donde

r= Tasa anual de crecimiento

n= Periodo de diseño

Llegando a obtener un FCA de 33.42 para un periodo de diseño de 20 años.

Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes

Utilizando los valores de ejes equivalentes, correspondientes a cada tipo de vehículo, como se muestra en el Anexo 14, se obtiene el cálculo del ESAL.

Tabla 6

Resumen de resultados de cálculo de ESAL

Vehículo	IMDa	IMDA	Fc.	Fd.	Fv(lig. y pes.)	F crecimiento	ESAL
Automóvil	9299	3394111	1.00	0.50	0.0011	33.42	59776
Camioneta	815	297314	1.00	0.50	0.0090	33.42	44507
Combi	750	273579	1.00	0.50	0.0090	33.42	40954
Micro	82	29984	1.00	0.50	4.5037	33.42	2256310
Bus 2 EJE	29	10715	1.00	0.50	4.5037	33.42	806330
Camión C2E	530	193345	1.00	0.50	4.5037	33.42	14549309
Camión C3E	219	79895	1.00	0.50	3.2846	33.42	4384720
Camión C4E	10	3760	1.00	0.50	2.2829	33.42	143417
Camión C8X4	7	2726	1.00	0.50	3.5483	33.42	161608
Semi Tráiler T2S1	7	2726	1.00	0.50	7.7419	33.42	352607
Semi Tráiler T3S2	6	2350	1.00	0.50	5.3038	33.42	208243
Semi Tráiler T3S3	7	2632	1.00	0.50	4.7050	33.42	206900
Tráiler C3R3	6	2162	1.00	0.50	8.5421	33.42	308556
TOTAL	11755	4290503				ESAL DE DISEÑO	23523238

Nota. Esta tabla muestra los resultados obtenidos del ESAL para la clasificación de tipo de tráfico pesado respecto a ejes equivalentes, elaborado por Hidalgo y Pintado, 2023.

Así se pudo determinar que el ESAL equivalente del estudio del tráfico vehicular de esta investigación, para un periodo de diseño de 20 años, es de 23'523,238. Este cálculo permite categorizar por tipo de tráfico pesado en ejes equivalentes como tipo Tp13, al encontrarse entre los 20'000,000 EE < 23'523'238 EE ≤ 25'000,000 EE.

A. Diseño de pavimento flexible

Parámetros de diseño

- Periodo de diseño: 20 años
- ESAL obtenido: 23'523'238
- CBR: 11.48%
- Cálculo del Mr (módulo de resiliencia)

Ecuación 2. Ecuaciones de módulo de resiliencia

$$CBR < 7.2 \rightarrow Mr = 1500 \times CBR$$

$$7.2 < CBR < 20 \rightarrow Mr = 3000 \times CBR^{0.65}$$

$$CBR > 20 \rightarrow Mr = 4326 \times \ln CBR + 241$$

Ecuación 3. Cálculo del módulo de resiliencia

$$Mr = 3000 \times CBR^{0.65}$$

$$Mr = 3000 \times 11.48^{0.65}$$

$$Mr = 14,658.30 \text{ PSI}$$

El módulo de resiliencia obtenido es de 14,658.30 PSI.

- Confiabilidad (%R): como se muestra en el Anexo 13, el % de confiabilidad es del 95%.
- Coeficiente desviación estándar normal (Zr): como se muestra en el Anexo 14, el Zr es de -1.645
- Índice de serviciabilidad: como se muestra en el Anexo 15 y Anexo 16, se tiene un Pi de 4.20 y un Pt de 3.00, teniendo una variación de serviciabilidad de 1.20.

Tabla 7

Resumen de parámetros de diseño

W18 =	23'523,238	Tráfico	Tp6	Pi	Pf	Módulo de Resiliencia	
Nivel de confiabilidad	(R)	Zr	So	4.20	3.00	CBR =	11.48%
	98%	-1.645	0.45	ΔPSI	1.20	Mr =	14,658.30

Nota. Esta tabla muestra los parámetros que se considerarán en el diseño del pavimento flexible, elaborado por Hidalgo y Pintado, 2023.

Figura 3

Diseño de Espesor pavimento flexible

Nota. Esta imagen muestra el espesor de cálculo de capa obtenido mediante la aplicación de la metodología AASHTO 93, elaborado por Hidalgo y Pintado, 2023.

Para determinar los espesores de cada capa, se utilizará la siguiente fórmula:

Ecuación 4. Determinación espesor de capas

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3$$

Donde:

a1, a2, a3 = Coeficiente estructural de las capas: superficial, base y subbase.

D1, D2, D3 = Espesor (en centímetros) de cada capa.

m2, m3 = Coeficientes de drenaje para cada capa.

SN = Espesor total de pavimento, conformado por las capas base correspondientes.

El MTC determina los parámetros para determinar los espesores de las capas, tal y como se muestra en el Anexo 17, Anexo 18 y Anexo 19, siendo los valores de $a_1 = 0.17$, $a_2 = 0.054$, $a_3 = 0.050$.

El coeficiente de drenaje se obtiene según como se muestra en el Anexo 20 y para la obtención de los coeficientes de m_i , se ve los parámetros del Anexo 21.

Ecuación 5. Cálculo del coeficiente de drenaje

$$\%CD = 2 \text{ horas} \times \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ horas}}$$

$$\%CD = 0.08333 \text{ días}$$

$$\%CD = \frac{0.08333 \text{ días}}{365 \text{ días}} \times 100$$

$$\%CD = 0.0228$$

Obteniendo los valores de los coeficientes de m_i , siendo los siguientes:

$$m_2 = 1.40$$

$$m_3 = 1.35$$

Espesores de capas:

a. Espesores mínimos

El MTC, como se observa en el Anexo 22, brinda espesores mínimos para las capas que conforman el pavimento, siendo los siguientes:

Espesor de capa asfáltica: 15 cm.

Espesor de Base granular: 30 cm.

b. Espesor máximo

Este espesor viene a ser el doble de lo estimado para la base granular.

D3: Espesor de la Subbase

$$D_3 = 2(D_2) = 60 \text{ cm}$$

Por el método del tanteo se obtiene un espesor de subbase superior a los 60 cm, por lo cual se empleará a utilizar los espesores de capa que recomienda el MTC para el tipo de tráfico pesado Tp 13, tal y como se muestra en el Anexo 23, obteniendo el siguiente diseño estructural de pavimento flexible:

Figura 4

Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje m_i , para bases y subbases granulares no tratadas en Pavimentos Flexibles



Nota. Esta imagen muestra los espesores de capa que se obtuvieron en el diseño de bases y capa asfáltica, elaborado por Hidalgo y Pintado, 2023.

4.1.4. Presupuesto

Se obtuvo el siguiente presupuesto resultado del diseño de pavimento flexible anteriormente realizado.

Figura 5

Presupuesto general

S10

Página

1

Presupuesto					
Presupuesto	0201002	Mejoramiento de la carretera Costanera entre el km 9+000 al km 15+000 utilizando la metodología AASHTO 93 optimizando la transitabilidad en Trujillo			
Subpresupuesto	001	Obras Preliminares			
Cliente	UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO				Costo al
Lugar	LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO				12/10/2023
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				5,078.62
01.01	CASETA DE GUARDIANA Y ALMACEN	und	1.00	280.33	280.33
01.02	CARTEL DE OBRA 2.40x3.60	und	1.00	1,798.29	1,798.29
01.03	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD DE OBRA	glb	1.00	3,000.00	3,000.00
02	OBRAS PRELIMINARES				409,920.00
02.01	LIMPIEZA DEL TERRENO NATURAL	m2	42,000.00	4.45	186,900.00
02.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	42,000.00	5.31	223,020.00
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				424,972.80
03.01	CORTE EN TERRENO NATURAL A NIVEL DE SUBRASANTE C/ EQUIPO	m3	28,560.00	6.31	180,213.60
03.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	28,560.00	8.57	244,759.20
04	PAVIMENTO FLEXIBLE				2,632,140.00
04.01	PERFILADO, NIVELACION Y COMPACTADO DE SUB-RASANTE	m2	42,000.00	2.86	120,120.00
04.02	SUB BASE GRANULA e=0.20 m	m2	42,000.00	6.46	271,320.00
04.03	BASE GRANULAR E=0.35 m	m2	42,000.00	8.68	364,560.00
04.04	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	42,000.00	4.57	191,940.00
04.05	CARPETA ASFALTICA e=0.13m	m2	42,000.00	40.10	1,684,200.00
05	SEÑALIZACION				137,640.00
05.01	PINTADO DE PAVIMENTO - LÍNEA AMARILLA CONTINUA	m	12,000.00	5.86	70,320.00
05.02	PINTADO DE PAVIMENTO - LÍNEA BLANCA DISCONTINUA	m	12,000.00	5.61	67,320.00
	COSTO DIRECTO				3,609,751.42
	GASTOS GENERALES				541,462.71
	UTILIDAD (10%)				360,975.14
	SUB TOTAL				4,512,189.27
	IGV				857,315.96
	TOTAL PRESUPUESTO				5,369,505.23

SON : CINCO MILLONES TRESCIENTOS SESENTINUEVE MIL QUINIENTOS CINCO Y 23/100 NUEVOS SOLES

Nota. Esta imagen detalla el presupuesto general usando el programa S10 Costos y Presupuestos, elaborado por Hidalgo y Pintado, 2023.

4.2. Docimasia de Hipótesis

Según lo desarrollado, aprobamos la hipótesis planteada inicialmente, ya que utilizando la metodología AASHTO 93 si mejora la carretera Costanera entre el km 9+000 al km 15+000 optimizando así la transitabilidad en la ciudad de Trujillo.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El diseño de pavimento flexible se realizó utilizando la metodología AASHTO 93 y los parámetros establecidos en el MTC, donde se obtuvo:

- Teniendo como primero objetivo el realizar un conteo vehicular, se obtuvo como resultado un índice medio diario de 9926, correspondiente a los Km 9+000 al Km 15+000 de la carretera Costanera, ubicada en el distrito de Huanchaco.
- Para el segundo objetivo de estudio, en el cual se realizó un estudio de mecánica de suelos para determinar las propiedades del suelo, se obtuvo un límite líquido promedio de 24.70%, siendo mayor en 0.86% al límite líquido obtenido por Reyes y Zamora (2018) pero coincidiendo en la clasificación de suelos de la AASHTO siendo un tipo A-4 y en la clasificación SUCS siendo un tipo SC-SM además se obtuvo un valor de CBR promedio del 11.48%, un valor cercano al CBR que obtuvieron siendo del 12%, lo cual indica haber coincidencia entre las propiedades físicas y mecánicas del suelo al tratarse del mismo material de estudio.
- En el tercer objetivo, se obtuvo los parámetros de diseño para el pavimento flexible, obteniendo un ESAL de 23'523,238, categorizándolo como un tipo de tráfico pesado Tp13.
- El diseño de pavimento flexible, según los resultados obtenidos aplicando la metodología AASHTO 93, muestra que es necesario realizar un pavimento con capas de espesores: 13 cm para la capa asfáltica, 35 para la base granular, 20 cm para la sub base y además agregar una capa de asfalto de 5 cm, como medida de mantenimiento o reparación al pavimento, luego de haber transcurrido los 10 primeros años de vida del pavimento con la finalidad de prolongar su duración.
- El presupuesto obtenido del diseño de pavimento flexible representa el costo de elaboración para los 6 km que comprende la carretera Costanera del Km 9+000 al Km 15+000, obteniendo un valor de S/. 5'369,505.23, el cual representa un costo comprensible al tratarse de una zona en la cual abunda el material arenoso y arcilloso.

CONCLUSIONES

El presente informe concluye que al realizar un mejoramiento en la carretera Costanera entre los km 9+000 al km 15+000 en Trujillo se utilizó la metodología AASHTO 93 para optimizar la transitabilidad.

Se concluye que al realizar el conteo de tránsito vehicular en la carretera Costanera entre los km 9+000 al km 15+000 en Trujillo se obtuvo un IMD de 9,926 para así diseñar un pavimento flexible capaz de satisfacer la demanda vehicular existente en la actualidad y proyectada a 20 años para la carretera Costanera de huanchaco Trujillo.

Se concluye que, el estudio de mecánica de suelos, determinó que el material extraído de la zona de estudio está conformado principalmente por materiales limosos arcillosos o arenas con finos al pertenecer a la clasificación SC-SM por la metodología SUCS y A-4 por la metodología AASHTO. Determinando un CBR del 11.48%.

Se concluye que, el diseño de pavimento flexible, utilizando los parámetros del AASHTO 93 y el MTC, dieron como resultado el diseño de un pavimento flexible que tiene que ser reforzado luego de haber transcurrido los 10 primeros años de habilitación, con la finalidad de que el pavimento (conformado por una capa asfáltica de 13 cm, una capa base de 35cm y una sub base de 20cm) siga siendo funciona y cumpla su periodo de diseño de 20 años.

Se concluye que al realizar de forma presupuestal el diseño de pavimento flexible se obtuvo un monto total de S/. 5'369,505.23 en costos de la carretera Costanera entre los km 9+000 al km 15+000 en Trujillo a fin de optimizar la transitabilidad.

RECOMENDACIONES

Se debe buscar nuevas metodologías de diseño de pavimento o sistemas que permitan obtener un pavimento que cumpla con la demanda vehicular actual y a proyección, permitiendo tener un pavimento con capas de menor espesor y que involucre menos costo de construcción.

Se recomienda realizar el conteo vehicular en horas pico para observar la cantidad de vehículos que transitan en la muestra de estudio.

Se debe realizar un estudio de mecánica de suelos más riguroso, para futuras investigaciones, que permitan determinar las propiedades con más precisión al aumentar las calicatas a realizar según como establece la norma.

Se debe comparar el pavimento flexible diseñado con otros pavimentos, como el pavimento rígido, con la finalidad de determinar qué tipo de pavimento ofrece mejor funcionalidad al tramo correspondiente a la carretera Costanera de Huanchaco, o a zonas de estudio con suelos que presenten propiedades físicas o mecánicas similares.

Se recomienda usar el programa S10 Costos y Presupuestos para que el análisis de precios unitarios sea la adecuada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaya, M. y Hilario, H. O. (2022). *Diseño estructural del pavimento flexible de la prolongación avenida dos con calle 50 del centro poblado Alto Trujillo, El Porvenir, Trujillo, Perú 2021*. Trujillo. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. Recuperado de: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/9106>.
- Amaya, O. F. (2019). *Diseño de la estructura de un Pavimento Flexible Aplicando el Método AASHTO-93, para el corredor Vial integrado entre la Diagonal 65 – Cai Boston – Cruce vía Yuma en Barrancabermeja, Santander* [Tesis de Postgrado, Universidad Militar Nueva Granada]. Repositorio de UMNG: <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/32870>
- Auqui Parra, J. C. y Ramírez Chicaiza, D. R. (2019). *Guía práctica para el diseño estructural de carreteras, Quito*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito]. Repositorio institucional UPS: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16966>
- Bravo, J. E. y Cordero, M. O. (2018). *Análisis estructural del pavimento flexible en la calle La Prensa entre by pass y Av. Las Orquídeas del Cantón Prtoviejo. Jipijapa Manabí, Ecuador*. [Tesis de pregrado, Universidad Estatal del Sur de manabí]. Repositorio institucional UN: <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1402>.
- Becerra, M. (2012). Tópico de pavimentos de concreto: diseño, construcción y supervisión. Fuente de publicación: https://www.academia.edu/9036949/autor_t%c3%b3picos_de_pavimentos_de_concreto.
- Bermudez, C. M. y Ramos, Y. G. (2019). *Diseño estructural del pavimento flexible para el mejoramiento de la transitabilidad en la prolongación av. uno y la prolongación Sinchi Roca, en el centro poblado Alto Trujillo*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio institucional upao: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/5380>.
- Briceño, L. A. y Narcizo, W. J. (2019). *Análisis comparativo del diseño estructural del pavimento flexible entre las metodologías de la AASHTO-93 y la del*

instituto del asfalto para el camino vecinal de Julcán al caserío de chuan parte baja, distrito de Julcán, la libertad. [Tesis de pregrado, Universidad Antenor Orrego]. Repositorio institucional UPAO: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4637>.

Castro, C. M. y Pacsi, E. B. (2021). *Diseño estructural de pavimento flexible de alto tránsito para uso en asentamiento humano aplicando la metodología aashto 93.* [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional UCV: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/71299>.

Chávez, J. J. y Ruiz, D. (2021). *Diseño de la estructura del pavimento flexible, para la construcción de pistas en la calle real del C.P. Santa Rosa, distrito de Pueblo Nuevo - Chepén - La Libertad.* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio institucional UPN: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/28936>

Guerrero, C. A. (2020). *Trabajo de monografía, análisis y diseño del pavimento flexible por medio del método de la AASHTO-93.* [Monografía de pregrado. Universidad Santo Tomas]. Repositorio institucional UST: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/30367?show=full>

Gonzales, O. A. y Namay, D. M. (2020). *Diseño de pavimento flexible aplicando el método AASHTO93 para mejorar la transitabilidad en el centro poblado Ramiro Prialé, distrito de José Leonardo Ortiz provincia de Chiclayo - departamento de Lambayeque.* [Tesis de pregrado, Universidad de San Martín de Porres]. Repositorio de USMP: https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/7892/gonzales_aoa-manay_bdm.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Inocente, S. K. (2021). *Diseño de pavimento flexible empleando Método AASHTO 93 para mejoramiento de infraestructura vial en la carretera Cajamarca – Celendín 2021.* [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio de UCV: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75219>.

Mendoza, E. S. (2019). *Relación entre los métodos de diseño de pavimento flexible empírico mecánico ASSHTO 93 y Shell para determinar la vida útil del*

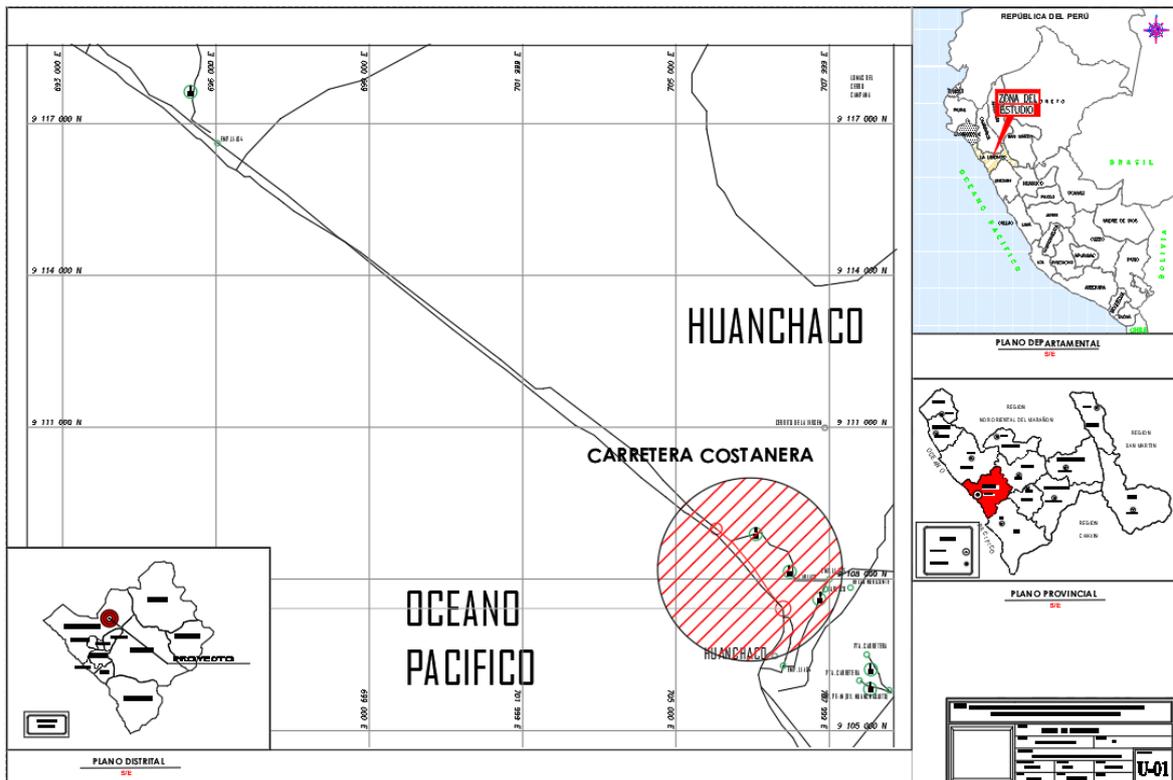
- pavimento*. [Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio Institucional URP: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/2800>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014). *Estudio de tráfico*. Recuperado de: http://proviasdes.gob.pe/arch_ProcSelecc/Archivos/CI-28-2018-MTC21-LPN/2.2.%20ESTUDIO%20DE%20TRAFICO.pdf
- Pozo, E. A. (2022). *Diseño de la estructura del pavimento flexible en la av. 16 de julio en la comuna Palmar, provincia de Santa Elena*. [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil] Repositorio institucional UG: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/60491>
- Prada, R. F. (2021). *Diseño de un pavimento flexible por el método AASHTO y racional, aplicado en la variante del municipio de Armero Guayabal*. [Tesis de postgrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Recuperado de: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/fd9bcf81-7d3e-43df-9d70-aa706e581e97/content>
- Solano, J. N. (2019). *Propuesta de diseño de pavimento flexible en la calle Inca Roca centro poblado el Milagro, Trujillo, 2018*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Trujillo]. Repositorio institucional UPT: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/1681019>
- Suica, J. L. (2022). *Estudio comparativo del diseño de pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 y Mecanístico-Empírico, Chorrillos 2020*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional UCV: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58060>
- Torres, X. (2022). *Diseño del pavimento flexible para los centros poblados de Conache, Campiña de Conache, pampas de San Juan y La Rinconada en el distrito de Laredo, Trujillo, La Libertad*. [Tesis de pregrado, Universidad Antenor Orrego]. Repositorio Institucional UPAO: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/9844>.

ANEXOS

Anexo 01. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
Método AASHTO 93	Se basa principalmente en la identificación de un número estructural (SN) para el pavimento flexible específicamente, donde pueda soportar el nivel de carga esperado. (Amaya, 2019)	Se enfoca en la determinación de los espesores de capa estructural y factores que intervienen para el mejoramiento del pavimento de la carretera Costanera entre los km 9+000 al km 15+000.	Estudio de tránsito Estudio de mecánica de suelos Resistencia del suelo	Volumen de tránsito IMDA ESAL Granulometría Límites de consistencia Contenido de humedad Densidad máxima CBR	Libreta Conos de seguridad Software Excel Protocolos de recolección de datos Protocolos de recolección de datos Software Excel

Anexo 02. Plano de Ubicación



Anexo 03. Panel Fotográfico

Foto 1: Conteo Vehicular Km 9+000



Foto 2. Conteo vehicular Km 9+000 – Segundo sentido



Foto 3: Hito km 9+000 de la carretera



Foto 4: Fallas presentes en la carretera Km 9+000



Foto 5: Falla presente en la carretera Km 10+000



Foto 6: Excavación de Calicata



Foto 7: Excavación de Calicata 02



Foto 8: Deterioro de carretera Km 13+000



Foto 9: Excavación de calicata 03



Foto 10: Excavación de calicata 03



Foto 11: Excavación de calicata 04



Foto 12: Medición de calicata 04



Foto 13: Toma de muestra y medida de calicata



Anexo 4. Resumen del conteo vehicular sentido derecho del carril

Día	Automovil	Camioneta	Combi	Micro	Bus	Camión				Semi Trailers			Trailer	TOTAL	PORC. %
					2 EJE	C2E	C3E	C4E	C8X4	T2S1	T3S2	T3S3	C3R3		
Lunes	4,053	396	375	25	11	186	76	4	3	4	3	5	3	5144.00	14.79%
Martes	4,133	417	334	27	10	162	72	4	2	4	3	2	3	5173.00	14.88%
Miércoles	4,104	400	392	36	10	148	64	4	3	3	1	2	3	5170.00	14.87%
Jueves	4,119	324	303	23	7	174	79	2	1	1	1	2	1	5037.00	14.48%
Viernes	3,982	306	267	5	1	89	23	1	2	0	1	1	1	4679.00	13.46%
Sábado	3,976	275	265	6	4	133	48	2	1	2	0	2	1	4715.00	13.56%
Domingo	3,986	330	309	29	13	125	48	3	1	5	4	2	2	4857.00	13.97%
TOTAL	28,353	2,448	2,245	151	56	1,017	410	20	13	19	13	16	14	34775.00	100%
IMD	4,050	350	321	22	8	145	59	3	2	3	2	2	2	4965.86	
%	81.53%	7.04%	6.46%	0.43%	0.16%	2.92%	1.18%	0.06%	0.04%	0.05%	0.04%	0.05%	0.04%	100%	

Anexo 5. Resumen del conteo vehicular sentido izquierdo del carril

Día	Automovil	Camioneta	Combi	Micro	Bus	Camión				Semi Trailers			Trailer	TOTAL	PORC. %
					2 EJE	C2E	C3E	C4E	C8X4	T2S1	T3S2	T3S3	C3R3		
Lunes	4,094	374	377	32	10	173	76	4	2	3	2	3	2	5152.00	14.84%
Martes	3,920	359	328	21	8	162	71	3	1	3	1	1	1	4879.00	14.05%
Miércoles	4,090	378	375	32	7	173	78	3	1	0	1	3	0	5141.00	14.81%
Jueves	3,920	359	328	24	9	166	75	2	0	1	0	0	1	4885.00	14.07%
Viernes	4,166	400	332	33	12	156	69	4	2	5	1	2	3	5185.00	14.93%
Sábado	3,983	275	265	6	3	115	41	1	2	0	1	1	1	4694.00	13.52%
Domingo	3,960	355	303	20	9	95	30	3	1	4	3	2	1	4786.00	13.78%
TOTAL	28,133	2,500	2,308	168	58	1,040	440	20	9	16	9	12	9	34722.00	100.00%
IMD	4,019	357	330	24	8	149	63	3	1	2	1	2	1	4959.00	
%	81.02%	7.20%	6.65%	0.48%	0.17%	3.00%	1.27%	0.06%	0.03%	0.05%	0.03%	0.03%	0.03%	100.00%	

Anexo 6. Crecimiento vehicular de vehículos ligeros del 2022 al 2023

Anexo 07. Perú: Flujo de vehículos pesados en las unidades de peaje, según departamento, 2022 - 2023 (Unidades)

Departamento	2022 P/							2023 P/					
	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.
Total	2 604 153	2 693 533	2 840 925	2 786 787	2 864 965	2 695 779	2 523 145	2 087 750	2 225 372	2 176 704	2 154 523	2 341 485	2 319 245
Amazonas	16 452	16 678	18 120	17 169	17 049	16 155	15 333	15 007	15 104	15 206	15 050	16 181	16 269
Áncash	218 434	229 192	238 991	236 857	243 521	227 879	222 523	208 036	209 533	112 012	203 304	209 633	208 498
Apurímac	30 072	33 367	32 785	31 076	33 894	28 813	11 496	-	-	9 675	14 277	15 202	15 455
Arequipa	326 227	329 806	349 092	348 623	354 594	330 135	312 330	198 487	287 418	335 644	318 895	323 757	335 304
Ayacucho	17 566	19 786	19 193	18 930	19 740	16 802	6 705	-	-	13 212	16 047	17 219	17 466
Cajamarca	23 847	23 457	25 633	24 612	24 781	23 492	22 073	21 216	20 795	22 293	19 630	20 099	20 110
Cusco	44 456	46 822	47 509	45 733	47 337	42 542	20 725	1 318	3 155	5 597	6 783	7 557	7 882
Huánuco	19 289	20 141	21 150	20 714	21 429	20 656	19 455	18 462	19 038	21 649	19 286	20 065	19 984
Ica	200 952	212 186	218 362	214 575	226 577	211 783	186 445	125 103	190 610	209 939	196 799	199 119	193 051
Junín	124 781	127 237	134 631	127 096	130 560	122 748	120 208	111 052	106 276	124 573	117 275	122 495	118 104
La Libertad	358 723	381 104	406 958	401 147	413 364	394 059	374 912	356 472	353 232	296 231	286 376	341 632	335 617
Lambayeque	89 237	92 978	100 304	96 724	96 172	91 759	89 637	88 767	82 225	54 108	31 525	52 746	51 807
Lima	697 115	722 340	752 889	733 492	753 992	716 236	705 945	656 165	654 418	688 819	653 133	674 856	676 068
Madre de Dios	20 032	20 111	21 852	19 711	18 231	17 638	8 991	1 464	3 846	5 887	6 066	6 472	7 005
Moquegua	48 664	45 848	47 602	50 670	54 018	47 166	51 648	22 100	28 820	37 717	43 504	47 027	47 555
Piura	187 951	187 997	206 618	208 409	219 662	214 538	220 178	206 713	191 297	161 462	125 494	155 124	152 483
Puno	126 348	128 653	138 971	132 883	130 851	117 785	79 724	8 352	4 128	8 245	35 502	50 756	50 154
San Martín	24 498	25 176	27 320	26 111	25 809	24 330	24 022	24 445	26 752	29 141	27 378	27 797	27 441
Tacna	19 363	19 347	20 145	19 974	20 126	18 957	18 062	12 291	16 543	19 182	18 199	33 748	18 992
Tumbes	10 146	11 307	12 800	12 281	13 258	12 306	12 733	12 300	12 182	6 112	-	-	-

P/ Preliminar

Nota: En el Callao y en los departamentos de Huancavelica, Loreto, Pasco y Ucayali no existen unidades de peaje.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones - PROVIAS Nacional

Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público - OSITRAN

Elaboración: Instituto Nacional de Estadística e Informática - OTED

Anexo 7. Crecimiento vehicular de vehículos pesados del 2022 al 2023

Anexo 08. Perú: Flujo de vehículos ligeros, según departamento, 2022 - 2023

(Unidades)

Departamento	2022 P/							2023 P/					
	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.
Total	3 666 148	4 376 917	4 421 307	3 818 894	4 274 733	3 811 798	3 980 940	3 624 378	3 934 491	3 184 648	3 289 108	3 320 819	3 126 595
Amazonas	35 683	41 236	43 128	38 431	39 918	35 835	38 851	37 795	35 911	32 804	30 668	34 236	34 594
Áncash	136 226	174 937	172 836	139 388	158 232	138 564	174 364	176 239	182 147	79 693	147 233	141 028	128 605
Apurímac	35 334	39 909	42 130	35 027	36 084	31 869	12 293	-	-	16 318	27 431	27 525	28 120
Arequipa	324 682	378 102	391 414	343 265	402 901	358 633	394 559	359 963	561 308	453 907	408 294	385 871	347 330
Ayacucho	11 369	15 252	16 204	11 988	12 436	10 558	4 205	-	-	7 881	11 506	12 184	11 284
Cajamarca	20 977	25 264	26 524	20 933	22 637	19 594	23 220	23 900	22 731	18 080	15 808	18 785	18 305
Cusco	83 073	100 481	100 907	91 131	97 386	81 546	39 556	3 256	5 134	8 441	11 511	10 613	10 935
Huánuco	30 233	35 013	34 796	30 633	33 407	30 101	35 267	33 333	31 149	31 647	32 317	34 421	33 474
Ica	240 155	297 745	292 234	256 895	299 638	259 380	240 700	179 686	252 878	266 630	293 166	268 006	248 345
Junín	176 712	246 649	241 947	186 339	216 954	182 103	203 392	184 763	165 356	163 768	181 008	186 568	168 070
La Libertad	510 893	596 240	611 608	536 610	595 764	541 528	591 883	571 506	600 157	425 096	456 498	560 473	524 997
Lambayeque	174 879	190 811	195 949	171 083	185 113	172 698	193 336	192 971	183 182	101 835	59 519	84 584	81 127
Lima	905 915	1 136 934	1 090 726	941 917	1 083 547	951 183	1 137 024	1 205 790	1 223 447	1 007 262	1 101 500	951 083	903 300
Madre de Dios	63 357	69 558	67 611	61 939	64 750	59 833	35 138	9 583	17 390	24 870	25 080	25 672	26 377
Moquegua	77 094	88 949	91 399	86 671	92 053	84 936	86 774	67 143	90 164	92 763	89 891	85 332	82 994
Piura	362 358	405 065	419 537	388 685	419 640	394 230	444 747	449 817	417 076	311 556	233 771	313 009	304 073
Puno	358 174	393 467	438 842	344 158	376 889	336 687	185 798	15 068	8 821	14 191	47 569	67 159	60 059
San Martín	46 818	54 751	55 672	48 214	51 063	44 570	51 165	48 370	52 652	52 628	51 726	51 666	52 105
Tacna	57 353	66 285	65 628	68 340	67 446	60 966	68 854	42 534	63 231	66 327	64 612	62 604	62 501
Tumbes	14 863	20 269	22 215	17 247	18 875	16 984	19 814	22 661	21 757	8 951	-	-	-

P/ Preliminar

Nota: En el Callao y en los departamentos de Huancavelica, Loreto, Pasco y Ucayali no existen unidades de peaje.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones - PROVIAS Nacional

Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público - OSITRAN

Elaboración: Instituto Nacional de Estadística e Informática - OTED

Anexo 8. Estudio de mecánica de suelos



RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-989712719
 Email: ventas@tem-concrete.com

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NORMA DE ENSAYO NTP 339.128

MATERIAL : ÚNICA
 PROCEDENCIA : CARRETERA COSTANERA (KM 10+000)
 SOLICITANTES : HIDALGO ZAPATA JOE/PINTADO PORTOCARRERO ELIEZER
 FECHA DE ENSAYO : 17/07/2023

PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso original (gr)		300						OBSERVACIONES:
Pérd. por lavado (gr)		67.67						
Peso Tamizado (gr)		232.33						
ABERT. MALLA	Pulg/malla	mm	Peso Retenido	% Retenido	% Ret Acumulado	% Pasa	% Pasa	
2"	50.800							T. Máximo Nominal: Límites de Consistencia: Límite Líquido: 23.85% Límite Plástico: 19.21% Índice de Plasticidad 4.64% Porcentaje en muestra: % Grava (3" a #4): 0.00% % Arena (#4 a #200): 77.44% % Finos (Menor a #200): 22.56% Características Granulométricas: D ₆₀ : (mm) 0.28 D ₃₀ : (mm) 0.12 D ₁₀ : (mm) - C _u : - C _c : - Clasificación: SUCS: SC-SM AASHTO: A-2-4
3/8"	9.525		0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
No 4	4.750		0.57	0.19%	0.19%	99.81%		
No 8	2.381		3.27	1.09%	1.28%	98.72%		
No 10	2.000		1.39	0.46%	1.74%	98.26%		
No 16	1.191		4.56	1.52%	3.26%	96.74%		
No 30	0.595		12.64	4.21%	7.48%	92.52%		
No 40	0.420		24.39	8.13%	15.61%	84.39%		
No 50	0.296		32.98	10.99%	26.60%	73.40%		
No 100	0.149		100.69	35.56%	63.16%	36.84%		
No 200	0.075		42.84	14.28%	77.44%	22.56%		
Plato			67.67	22.56%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)	
Sumatoria			300.00	100.00%			9.43	



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191

Ing. Oswaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA DE ENSAYO ASTM D-2216

MATERIAL : ÚNICA
 PROCEDENCIA : CARRETERA COSTANERA (KM 10+000)
 SOLICITANTES : HIDALGO ZAPATA JOE/PINTADO PORTOCARRERO ELIEZER
 FECHA DE ENSAYO :17/07/2023

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM-D-2216)

Descripción	Muestra 01
Progresiva:	
Peso Suelo Húmedo + Cápsula (g)	65.89
Peso Suelo Seco + Cápsula (g)	62.37
Peso de Agua (g)	3.52
Peso Cápsula (g)	25.06
Peso Suelo Seco (g)	37.31
Porcentaje de Humedad (%)	9.43


 MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191


 Ing. Oswaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

DENSIDADES SECAS Y MÁXIMAS

MATERIAL : ÚNICA
 PROCEDENCIA : CARRETERA COSTANERA (KM 10+000)
 SOLICITANTES : HIDALGO ZAPATA JOE/PINTADO PORTOCARRERO ELIEZER
 FECHA DE ENSAYO :17/07/2023

DENSIDADES SECA MÁXIMA

Denominación		
Volumen Recipiente (cm3)	906.04	906.04
Peso Muestar Compacta + Peso Recipiente (g)	5700	5700
Peso Recipiente (g)	4125	4125
Peso Muestra (g)	1575	1575
Densidad Seca Máxima	1.74	1.74

DENSIDADES SECA MÍNIMA

Denominación		
Volumen Recipiente (cm3)	890.45	890.45
Peso Muestar Compacta + Peso Recipiente (g)	5380	5390
Peso Recipiente (g)	4175	4175
Peso Muestra (g)	1205	1215
Densidad Seca Máxima	1.35	1.36



Msc. Ing. Wilner Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



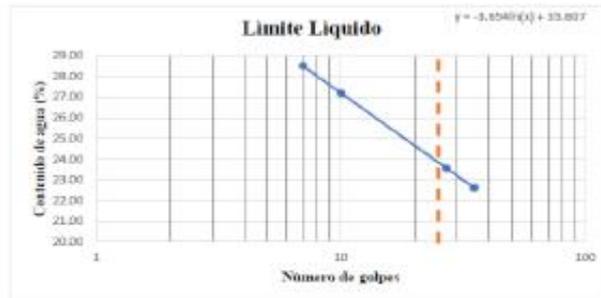
Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

LIMITES DE CONSISTENCIA
 NORMA DE ENSAYO NTP 139.129

MATERIAL : ÚNICA
 PROCEDENCIA : CARRETERA COSTANERA (KM 10+000)
 SOLICITANTES : HIDALGO ZAPATA JOE/PINTADO PORTOCARRERO ELIEZER
 FECHA DE ENSAYO :17/07/2023

LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

Ensayo N°	Limite Líquido				Ensayo N°	Limite Plástico	
	1	2	3	4		1	2
Tara + suelo húmedo	62.48	59.75	65.90	63.40	Tara + suelo húmedo	27.53	27.29
Tara + suelo seco	55.32	53.53	60.18	56.98	Tara + suelo seco	26.96	26.76
Agua	7.16	6.22	5.72	6.42	Agua	0.57	0.53
Peso de la tara	30.20	30.65	35.90	28.60	Peso de la tara	24.25	23.71
Peso del suelo seco	25.12	22.88	24.28	28.38	Peso del suelo seco	2.71	3.05
% humedad	28.50	27.19	23.56	22.62	% humedad	21.03%	17.38%
N° de golpes	7	10	27	35	Limite Plástico		19.2%
Limite Líquido			23.85%		IP =	4.64%	




 MSc. Ing. Wilner Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191


 Ing. Oswaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

ENSAYO DE CBR

MATERIAL : ÚNICA
 PROCEDENCIA : CARRETERA COSTANERA (KM 10+000)
 SOLICITANTES : HIDALGO ZAPATA JOE/PINTADO PORTOCARRERO ELIEZER
 FECHA DE ENSAYO :17/07/2023

RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde	1	2	3
Número de golpes por capas	56	25	12
Sobrecarga (g)	4530	4530	4530
Peso de suelo húmedo + molde (g)	9350	9150	8600
Peso del molde (g)	4895	4945	4880
Peso del suelo húmedo (g)	4455	4205	3720
Volúmen de molde (cm ³)	2141.21	2085.23	2085.23
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.08	2.02	1.78
Capsula N°			
Tara N°	1	2	3
Peso suelo húmedo + cápsula (g)	56.4	68.25	58.3
Peso suelo seco + cápsula (g)	52.00	62.00	53.00
Peso del agua (g)	4.40	6.25	5.30
Peso de la cápsula (g)	21.4	20.38	17.29
Peso de suelo seco(g)	30.60	41.62	35.71
Contenido de humedad (%)	14.38%	15.02%	12.20%
DENSIDAD DE SUELO SECO (g/cm ³)	1.819	1.753	1.590

ENSAYO DE EXPANSION

Fecha	Lect. Dial	Expansión		Lect. Dial	Expansión		Lect. Dial	Expansión	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
24 hrs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
48 hrs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
72 hrs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
96 hrs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00

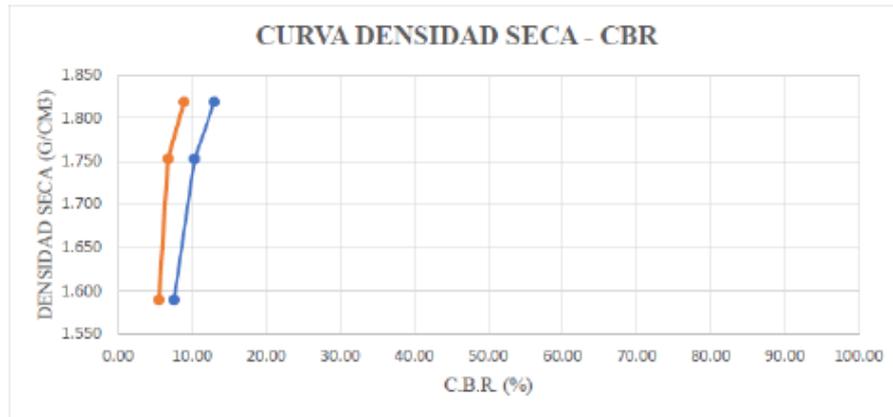
ENSAYO DE CARGA PENETRACION

Ensayo de carga penetración	Lectura Dial	Molde 1 55 Golpes		Lectura Dial	Molde 2 26 Golpes		Lectura Dial	Molde 3 12 Golpes	
		lbs	lbs/pulg 2		lbs	lbs/pulg 2		lbs	lbs/pulg 2
0.025	14	89.0	29.7	14	71.7	23.9	8	44.3	14.8
0.050	25	202.4	67.5	26	153.7	51.2	15	108.1	36.0
0.075	38	304.2	101.4	37	235.8	78.6	22	172.0	57.3
0.100	45	389.9	130.0	47	308.7	102.9	28	226.6	75.5
0.125	59	505.1	168.4	58	390.7	130.2	34	281.3	93.8
0.150	67	763.0	195.2	66	454.5	151.5	39	326.9	109.0
0.200	78	681.5	217.2	79	563.9	188.0	47	399.8	133.3
0.300	98	845.0	281.7	97	700.7	233.6	59	509.2	169.7
0.400	109	944.0	314.7	108	800.9	267.0	60	573.0	191.0
0.500	114	1009.7	336.6	115	901.2	300.4	68	591.3	197.1

Valores Corregidos

Molde N°	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lbs/pulg2)	Presión Patrón (Lb/pulg2)	CBR %	Densidad seca (gr/cm3)
1	0.1	130.0	1000	13.00	1.819
2	0.1	102.9	1000	10.29	1.753
3	0.1	75.5	1000	7.55	1.590

Molde N°	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lbs/pulg2)	Presión Patrón (Lb/pulg2)	CBR %	Densidad seca (gr/cm3)
1	0.2	133.3	1500	8.89	1.819
2	0.2	101.5	1500	6.77	1.753
3	0.2	82.7	1500	5.51	1.590



Msc. Ing. Wilner Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191

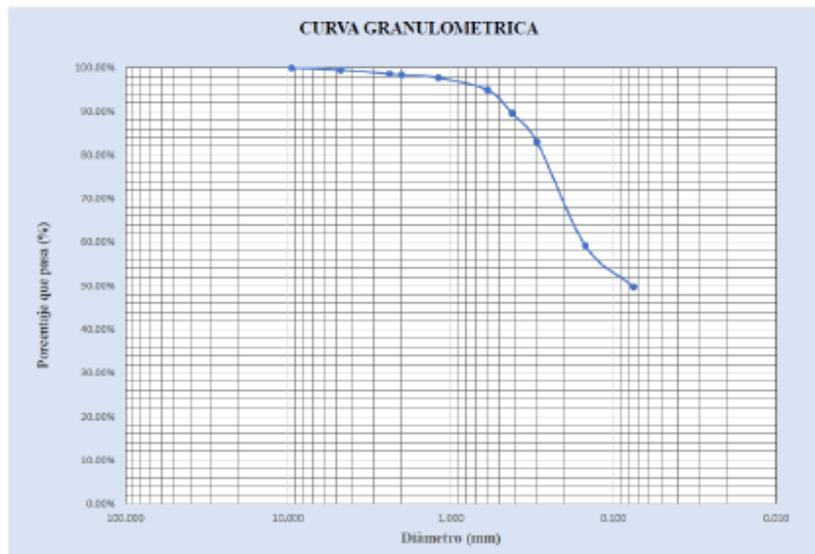
Ing. Orwildo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NORMA DE ENSAYO NTP 339.128

MATERIAL : ÚNICA
 PROCEDENCIA : CARRETERA COSTANERA (KM 11+000)
 SOLICITANTES : HIDALGO ZAPATA JOE/PINTADO PORTOCARRERO ELIEZER
 FECHA DE ENSAYO : 17/07/2023

PRUBEA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso original (gr)	300					OBSERVACIONES:	
Pérd. por lavado (gr)	149.27					T. Máximo Nominal:	
Peso Tamizado (gr)	150.73					Límites de Consistencia:	
ABERT. MALLA	Peso	% Retenido	% Ret Acumulado	% Pasa	% Pasa	Límite Líquido: 23.88%	
Pulg/malla	mm					Límite Plástico: 20.3%	
						Índice de Plasticidad: 3.60%	
2"	50.800					Porcentaje en muestra:	
1 1/2"	38.100					% Grava (3" a #4): 0.00%	
1"	25.400					% Arena (#4 a #200): 50.34%	
3/4"	19.050					% Finos (Menor a #200): 49.76%	
1/2"	12.700					Características Granulométricas:	
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	D ₆₀ (mm)	0.17
No 4	4.750	1.48	0.40%	0.40%	99.51%	D ₃₀ (mm)	-
No 8	2.381	2.67	0.89%	1.38%	98.62%	D ₁₀ (mm)	-
No 10	2.000	0.61	0.30%	1.59%	98.41%	Cu	-
No 16	1.191	1.98	0.66%	2.25%	97.75%	Cc	-
No 30	0.795	8.40	2.80%	5.05%	94.95%	Clasificación:	
No 40	0.420	15.95	5.32%	10.36%	89.64%	SIUCS:	SM
No 50	0.296	19.53	6.51%	16.87%	83.13%	AASHTO:	A-4
No 100	0.149	74.64	23.88%	40.75%	59.25%	Contenido de humedad (%)	
No 200	0.075	28.47	9.49%	50.24%	49.76%	12.91	
Plata	149.27	49.76%	100.00%	0.00%			
Sumatoria	300.00	100.00%					



[Signature]
 MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191

[Signature]
 Ing. Oswaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA DE ENSAYO ASTM D-2216

MATERIAL : ÚNICA
 PROCEDENCIA : CARRETERA COSTANERA (KM 11+000)
 SOLICITANTES : HIDALGO ZAPATA JOE/PINTADO PORTOCARRERO ELIEZER
 FECHA DE ENSAYO : 17/07/2023

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM-D-2216)

Descripción	Muestra 01
Progresiva:	
Peso Suelo Húmedo + Cápsula (g)	63.86
Peso Suelo Seco + Cápsula (g)	59.34
Peso de Agua (g)	4.52
Peso Cápsula (g)	24.32
Peso Sueso Seco (g)	35.02
Porcentaje de Humedad (%)	12.91


 MSc. Ing. Wilner Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191


 Ing. Oswaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de Laboratorio
 CIP N° 275591

DENSIDADES SECAS Y MÁXIMAS

MATERIAL : ÚNICA
 PROCEDENCIA : CARRETERA COSTANERA (KM 11+000)
 SOLICITANTES : HIDALGO ZAPATA JOE/PINTADO PORTOCARRERO ELIEZER
 FECHA DE ENSAYO : 17/07/2023

DENSIDADES SECA MÁXIMA

Denominación			
Volumen Recipiente (cm3)	906.04		906.04
Peso Muestar Compacta + Peso Recipiente (g)	5680		5680
Peso Recipiente (g)	4125		4125
Peso Muestra (g)	1555		1555
Densidad Seca Máxima	1.72		1.72

DENSIDADES SECA MÍNIMA

Denominación			
Volumen Recipiente (cm3)	890.45		890.45
Peso Muestar Compacta + Peso Recipiente (g)	5360		5370
Peso Recipiente (g)	4175		4175
Peso Muestra (g)	1185		1195
Densidad Seca Máxima	1.33		1.34



Msc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



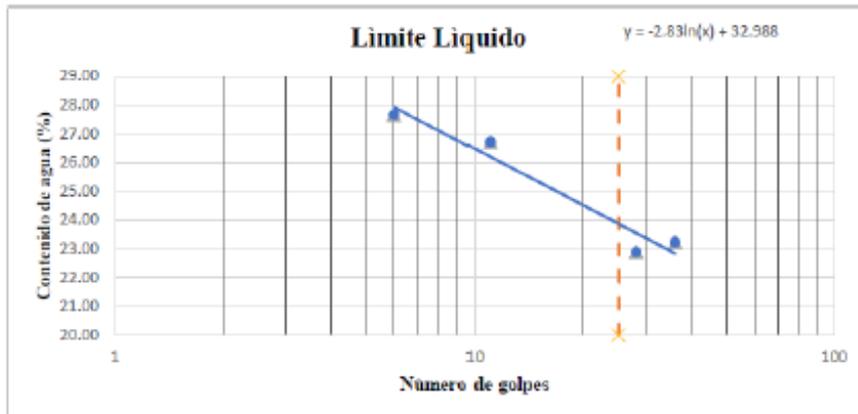
Ing. Orwaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

LÍMITES DE CONSISTENCIA
 NORMA DE ENSAYO NTP 139.129

MATERIAL : ÚNICA
 PROCEDENCIA : CARRETERA COSTANERA (KM 11+000)
 SOLICITANTES : HIDALGO ZAPATA JOE/PINTADO PORTOCARRERO ELIEZER
 FECHA DE ENSAYO :17/07/2023

LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

Ensayo Nº	Límite Líquido				Ensayo Nº	Límite Plástico	
	1	2	3	4		1	2
Tara + suelo húmedo	53.48	50.75	56.9	54.4	Tara + suelo húmedo	17.95	17.40
Tara + suelo seco	46.32	44.53	51.18	47.98	Tara + suelo seco	17.26	17.06
Agua	7.16	6.22	5.72	6.42	Agua	0.69	0.43
Peso de la tara	20.44	21.25	26.2	20.35	Peso de la tara	14.55	14.21
Peso del suelo seco	25.88	23.28	24.98	17.63	Peso del suelo seco	2.71	2.85
% humedad	27.67	26.72	22.90	23.24	% humedad	25.46%	15.05%
Nº de golpes	6	11	28	36	Límite Plástico	20.3%	
Límite Líquido	23.88%				IP =	3.60%	




 MSc. Ing. Wilner Vázquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191


 Ing. Oswaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

ENSAYO DE CBR

MATERIAL : ÚNICA
 PROCEDENCIA : CARRETERA COSTANERA (KM 11+000)
 SOLICITANTES : HIDALGO ZAPATA JOE/PINTADO PORTOCARRERO ELIEZER
 FECHA DE ENSAYO : 17/07/2023

RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde	1	2	3
Número de golpes por capas	56	25	12
Sobrecarga (g)	4530	4530	4530
Peso de suelo húmedo + molde (g)	8744	8664	8167
Peso del molde (g)	4510	4640	4350
Peso del suelo húmedo (g)	4234	4024	3817
Volumen de molde (cm ³)	2043	2044	2042
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.072	1.969	1.869
Capsula N°			
Tara N°	1	2	3
Peso suelo húmedo + cápsula (g)	90.6	87.32	88.78
Peso suelo seco + cápsula (g)	83.36	80.10	81.49
Peso del agua (g)	7.24	7.22	7.29
Peso de la cápsula (g)	21.56	18.89	20.22
Peso de suelo seco (g)	61.80	61.21	61.27
Contenido de humedad (%)	11.72%	11.80%	11.90%
DENSIDAD DE SUELO SECO (g/cm ³)	1.855	1.761	1.670

ENSAYO DE EXPANSION

Fecha	Lect. Dial	Expansión		Lect. Dial	Expansión		Lect. Dial	Expansión	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
24 hrs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
48 hrs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
72 hrs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
96 hrs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

Ensayo de carga penetración	Lectura Dial	Molde 1		Lectura Dial	Molde 2		Lectura Dial	Molde 3	
		lbs	55 Golpes lbs/pulg 2		lbs	20 Golpes lbs/pulg 2		lbs	12 Golpes lbs/pulg 2
0.025	12	80.6	26.9	7	35.2	11.7	6	23.1	7.7
0.050	23	181.2	60.4	15	108.1	36.0	11	71.7	23.9
0.075	33	272.2	90.7	24	190.2	63.4	17	126.3	42.1
0.100	43	363.4	121.1	32	263.1	87.7	22	172.0	57.3
0.125	53	454.5	151.5	41	345.2	115.1	27	217.5	72.5
0.150	61	527.5	175.8	49	418.1	139.4	33	263.1	87.7
0.200	71	636.9	212.3	60	518.3	172.8	39	326.9	109.0
0.300	89	782.7	260.9	74	646.5	215.5	49	418.1	139.4
0.400	100	883.0	294.3	80	700.7	233.6	55	472.8	157.6
0.500	106	937.7	312.0	84	737.1	245.7	58	500.1	160.7

Valores Corregidos

Molde N°	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lbs/pulg2)	Presión Patrón (Lb/pulg2)	CBR %	Densidad seca (gr/cm3)
1	0.1	87.7	1000	8.77	1.855
2	0.1	57.3	1000	5.73	1.761
3	0.1	48.6	1000	4.86	1.670

Molde N°	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lbs/pulg2)	Presión Patrón (Lb/pulg2)	CBR %	Densidad seca (gr/cm3)
1	0.2	172.8	1500	11.52	1.855
2	0.2	109.0	1500	7.27	1.761
3	0.2	91.5	1500	6.10	1.670




 MSc. Ing. Wilmar Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CP N° 248191


 Ing. Oswaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CP N° 275591

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NORMA DE ENSAYO NTP 339.128

MATERIAL : ÚNICA
PROCEDENCIA : CARRETERA COSTANERA (KM 12+000)
SOLICITANTES : HIDALGO ZAPATA JOE/PINTADO PORTOCARRERO ELIEZER
FECHA DE ENSAYO :17/07/2023

PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

ABERT. MALLA		Peso Retenido	% Retenido	% Ret Acumulado	% Pasa	% Pasa	% Pasa
Pulg/malla	mm						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525	0.50	0.17%	0.17%	99.83%		
No 4	4.750	0.21	0.07%	0.24%	99.76%		
No 8	2.381	0.33	0.11%	0.35%	99.65%		
No 10	2.000	0.27	0.09%	0.44%	99.56%		
No 16	1.191	0.60	0.23%	0.67%	99.33%		
No 30	0.595	3.45	1.15%	1.82%	98.18%		
No 40	0.420	3.67	1.22%	3.04%	96.96%		
No 50	0.296	13.59	4.53%	7.57%	92.43%		
No 100	0.149	91.60	30.53%	38.10%	61.90%		
No 200	0.075	24.95	8.32%	46.42%	53.58%		
Plato		160.74	53.58%	100.00%	0.00%		Contenido de humedad (%)
Sumatoria		300.00	100.00%				8.11

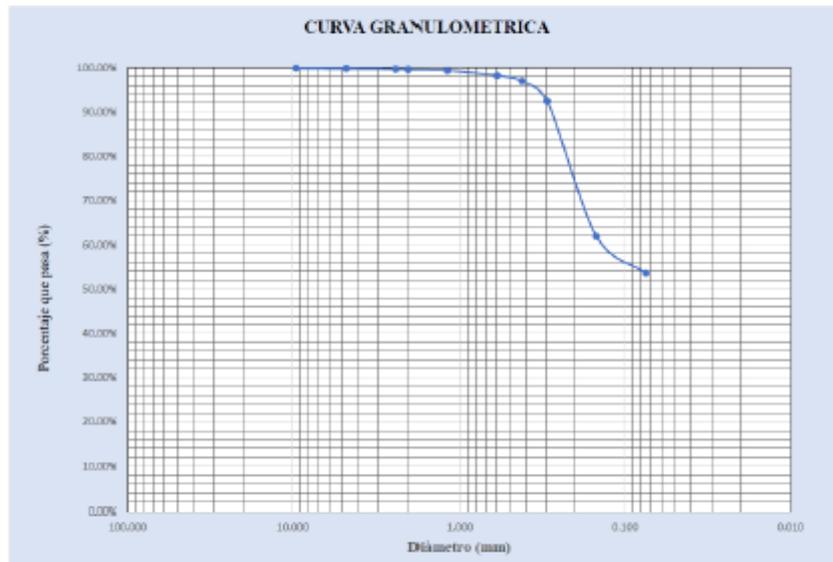
OBSERVACIONES:

T. Máximo Nominal:
Límites de Consistencia:
Límite Líquido: 26.92%
Límite Plástico: 21.7%
Índice de Plasticidad: 5.22%

Porcentaje en muestra:
% Grava (3" a #4): 0.17%
% Arena (#4 a #200): 46.25%
% Finos (Menor a #200): 53.58%

Características Granulométricas:

D₁₀ (mm)
D₃₀ (mm)
D₆₀ (mm)
C_u
C_c
Clasificación:
SUCS: CL-ML
AASHTO: A-4



[Signature]
MSC. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191

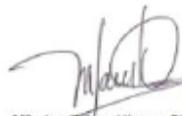
[Signature]
Ing. Orwildo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA DE ENSAYO ASTM D-2216

MATERIAL : ÚNICA
 PROCEDENCIA : CARRETERA COSTANERA (KM 12+000)
 SOLICITANTES : HIDALGO ZAPATA JOE/PINTADO PORTOCARRERO ELIEZER
 FECHA DE ENSAYO :17/07/2023

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM-D-2216)

Descripción	Muestra 01
Progresiva:	
Peso Suelo Húmedo + Cápsula (g)	68.74
Peso Suelo Seco + Cápsula (g)	64.75
Peso de Agua (g)	3.99
Peso Cápsula (g)	15.56
Peso Suelo Seco (g)	49.19
Porcentaje de Humedad (%)	8.11



MSc. Ing. Wilmer Vázquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

DENSIDADES SECAS Y MÁXIMAS

MATERIAL : ÚNICA
 PROCEDENCIA : CARRETERA COSTANERA (KM 12+000)
 SOLICITANTES : HIDALGO ZAPATA JOE/PINTADO PORTOCARRERO ELIEZER
 FECHA DE ENSAYO : 17/07/2023

DENSIDADES SECA MÁXIMA

Densificación		
Volumen Recipiente (cm ³)	906.04	906.04
Peso Muestra Compacta + Peso Recipiente (g)	5690	5690
Peso Recipiente (g)	4125	4125
Peso Muestra (g)	1565	1565
Densidad Seca Máxima	1.73	1.73

DENSIDADES SECA MÍNIMA

Densificación		
Volumen Recipiente (cm ³)	890.45	890.45
Peso Muestra Compacta + Peso Recipiente (g)	5370	5380
Peso Recipiente (g)	4175	4175
Peso Muestra (g)	1195	1205
Densidad Seca Máxima	1.34	1.35



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



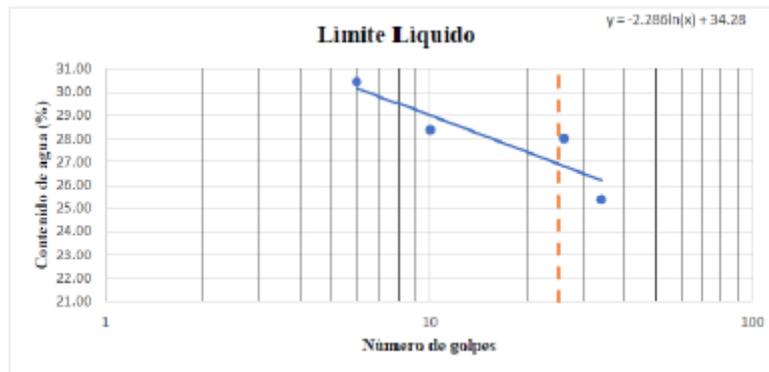
Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

LIMITES DE CONSISTENCIA
 NORMA DE ENSAYO NTP 139.129

MATERIAL : ÚNICA
 PROCEDENCIA : CARRETERA COSTANERA (KM 12+000)
 SOLICITANTES : HIDALGO ZAPATA JOE/PINTADO PORTOCARRERO ELIEZER
 FECHA DE ENSAYO :17/07/2023

LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

Ensayo Nº	Limite Líquido				Ensayo Nº	Limite Plástico	
	1	2	3	4		1	2
Tara + suelo húmedo	52.48	49.75	55.9	53.4	Tara + suelo húmedo	18.53	18.29
Tara + suelo seco	45.32	43.53	49.18	46.98	Tara + suelo seco	17.96	17.76
Agua	7.16	6.22	6.72	6.42	Agua	0.57	0.53
Peso de la tara	21.8	21.62	25.2	21.7	Peso de la tara	15.44	15.21
Peso del suelo seco	23.52	21.91	23.98	25.28	Peso del suelo seco	2.52	2.55
% humedad	30.44	28.39	28.02	25.40	% humedad	22.62%	20.78%
Nº de golpes	6	10	26	34	Limite Plástico	21.7%	
limite Líquido	26.92%				P =	5.22N	




 MSc. Ing. Wilner Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191


 Ing. Oswaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

ENSAYO DE CBR

MATERIAL : ÚNICA
 PROCEDENCIA : CARRETERA COSTANERA (KM 12+000)
 SOLICITANTES : HIDALGO ZAPATA JOE/PINTADO PORTOCARRERO ELIEZER
 FECHA DE ENSAYO : 17/07/2023

RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde	1	2	3
Número de golpes por capas	56	25	12
Sobrecarga (g)	4530	4530	4530
Peso de suelo húmedo + molde (g)	12448	11285	11038
Peso del molde (g)	7975	7043	7020
Peso del suelo húmedo (g)	4473	4242	4018
Volúmen de molde (cm ³)	2147.74	2144.93	2138.11
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.083	1.978	1.879
Capsula N°			
Tara N°	1	2	3
Peso suelo húmedo + cápsula (g)	91.89	88.23	90.13
Peso suelo seco + cápsula (g)	84.81	81.20	82.98
Peso del agua (g)	7.08	7.03	7.15
Peso de la cápsula (g)	22.05	19.35	20.56
Peso de suelo seco(g)	62.76	61.85	62.42
Contenido de humedad (%)	11.28%	11.37%	11.45%
DENSIDAD DE SUELO SECO (g/cm ³)	1.872	1.776	1.686

ENSAYO DE EXPANSION

Fecha	Lect. Dial	Expansión		Lect. Dial	Expansión		Lect. Dial	Expansión	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
24 hrs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
48 hrs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
72 hrs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
96 hrs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

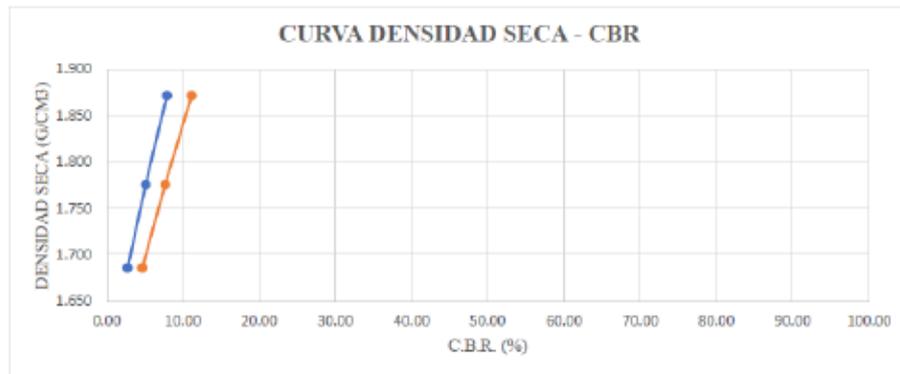
Ensayo de carga penetración	Lectura Dial	Molde 1		Lectura Dial	Molde 2		Lectura Dial	Molde 3	
		lbs	55 Golpes lbs/pulg 2		lbs	26 Golpes lbs/pulg 2		lbs	12 Golpes lbs/pulg 2
0.025	8	44.3	14.8	6	26.1	8.7	4	7.9	2.6
0.050	14	95.0	33.0	10	62.6	20.9	6	26.1	8.7
0.075	22	172.0	57.3	15	108.1	36.0	9	53.4	17.8
0.100	26	235.8	78.6	20	153.7	51.2	12	80.8	26.9
0.125	37	308.7	102.9	26	208.4	69.5	16	117.3	39.1
0.150	45	381.6	127.2	31	254.0	84.7	20	153.7	51.2
0.200	58	500.1	166.7	41	345.2	115.1	26	208.4	69.5
0.300	61	709.8	236.6	57	491.0	163.7	33	290.3	96.8
0.400	95	837.4	279.1	67	562.2	189.4	41	345.2	115.1
0.500	102	901.2	300.4	71	618.6	206.2	45	381.6	127.2

Valores Corregidos

Molde N°	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lbs/pulg2)	Presión Patrón (Lb/pulg2)	CBR %	Densidad seca (gr/cm3)
1	0.1	78.6	1000	7.86	1.872
2	0.1	51.2	1000	5.12	1.776
3	0.1	26.9	1000	2.69	1.686

Molde N°	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lbs/pulg2)	Presión Patrón (Lb/pulg2)	CBR %	Densidad seca (gr/cm3)
1	0.2	106.7	1500	11.11	1.872
2	0.2	115.1	1500	7.67	1.776
3	0.2	69.5	1500	4.63	1.686

Densidad seca (gr/cm3)	1.872	1.776	1.686	Densidad Máx. Seca (g/cm3)	1.87
CBR (prom.) %	9.5	6.4	3.7	Contenido de humedad Óptimo	11.37%
100% Máxima densidad seca (g/cm3)		1.872			
95% Máxima densidad seca (g/cm3)		1.778			
ÓPTIMO contenido de humedad		11.37%			
CBR al 100% Compactación		9.474 %			
CBR al 95% compactación		6.534 %			




 MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191

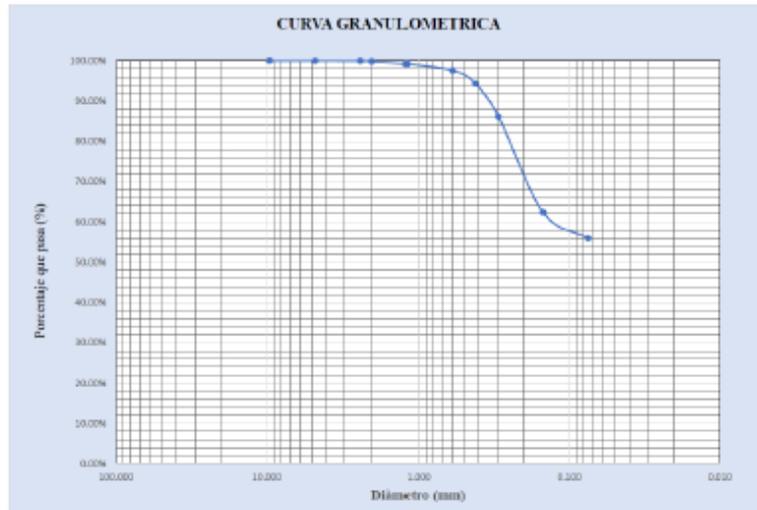

 Ing. Oswaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NORMA DE ENSAYO NTP 339.128

MATERIAL : ÚNICA
 PROCEDENCIA : CARRETERA COSTANERA (KM 13+000)
 SOLICITANTES : HIDALGO ZAPATA JOE/PINTADO PORTOCARRERO ELIEZER
 FECHA DE ENSAYO :17/07/2023

PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso original (gr)		300.00						OBSERVACIONES:
Pérd. por lavado (gr)		167.90						
Peso Tamizado (gr)		132.10						
ASERT. MALLA		Peso Retenido	% Retenido	% Ret Acumulado	% Pasa	% Pasa	% Pasa	
Pulg/malla	mm							T. Máximo Nominal: Límites de Consistencia: Límite Líquido: 26.57% Límite Plástico: 23.4% Índice de Plasticidad 3.20%
2"	50.800							Porcentaje en muestra: % Grava (3" a #4): 0.02% % Arena (#4 a #200): 44.02% % Finos (Menor a #200): 55.97%
1 1/2"	38.100							
1"	25.400							Características Granulométricas: D ₁₀ (mm) 0.15 D ₃₀ (mm) - D ₆₀ (mm) - C _u - C _c - Clasificación: SUJCS: ML AASHTO: A-4
3/4"	19.050							
1/2"	12.700							
3/8"	9.525	0.05	0.02%	0.02%	99.98%			
No 4	4.750	0.11	0.04%	0.04%	99.96%			
No 8	2.381	0.19	0.06%	0.10%	99.90%			
No 10	2.000	0.33	0.11%	0.21%	99.79%			
No 16	1.191	1.90	0.63%	0.84%	99.16%			
No 30	0.595	4.85	1.62%	2.46%	97.54%			
No 40	0.420	9.81	3.27%	5.73%	94.27%			
No 50	0.296	24.31	8.10%	13.83%	86.17%			
No 100	0.149	71.48	23.83%	37.66%	62.34%			
No 200	0.075	19.12	6.37%	44.03%	55.97%			
Plato		167.90	55.97%	100.00%	0.00%			Contenido de humedad (%)
Sumatoria		300.00	100.00%					10.81




 MSc. Ing. Wilner Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191


 Ing. Orwildo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 225591

CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA DE ENSAYO ASTM D-2216

MATERIAL : ÚNICA
 PROCEDENCIA : CARRETERA COSTANERA (KM 13+000)
 SOLICITANTES : HIDALGO ZAPATA JOE/PINTADO PORTOCARRERO ELIEZER
 FECHA DE ENSAYO : 17/07/2023

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM-D-2216)

Descripción	Muestra 01
Progresiva:	
Peso Suelo Húmedo + Cápsula (g)	67.24
Peso Suelo Seco + Cápsula (g)	62.1
Peso de Agua (g)	5.14
Peso Cápsula (g)	14.56
Peso Sueso Seco (g)	47.54
Porcentaje de Humedad (%)	10.81



MSc. Ing. Wilner Vázquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Ornelio David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

DENSIDADES SECAS Y MÁXIMAS

MATERIAL : ÚNICA
 PROCEDENCIA : CARRETERA COSTANERA (KM 13+000)
 SOLICITANTES : HIDALGO ZAPATA JOE/PINTADO PORTOCARRERO ELIEZER
 FECHA DE ENSAYO : 17/07/2023

DENSIDADES SECA MÁXIMA

Denominación		
Volumen Recipiente (cm3)	906.04	906.04
Peso Muestar Compacta + Peso Recipiente (g)	5700	5680
Peso Recipiente (g)	4125	4125
Peso Muestra (g)	1575	1555
Densidad Seca Máxima	1.74	1.72

DENSIDADES SECA MÍNIMA

Denominación		
Volumen Recipiente (cm3)	890.45	890.45
Peso Muestar Compacta + Peso Recipiente (g)	5380	5370
Peso Recipiente (g)	4175	4175
Peso Muestra (g)	1205	1195
Densidad Seca Máxima	1.35	1.34


 MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191

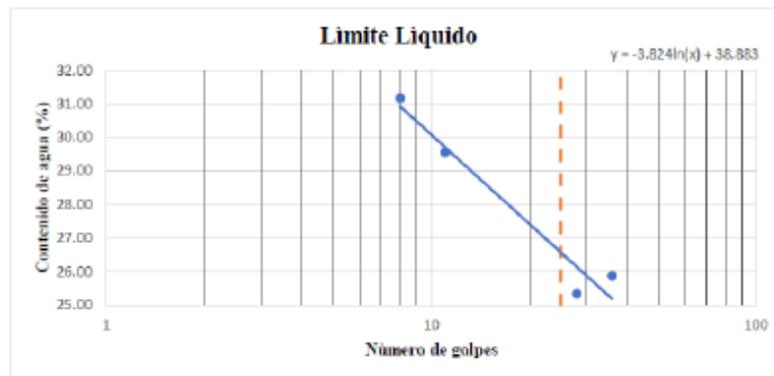

 Ing. Oswaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

LIMITES DE CONSISTENCIA
NORMA DE ENSAYO NTP 139.129

MATERIAL : ÚNICA
 PROCEDENCIA : CARRETERA COSTANERA (KM 13+000)
 SOLICITANTES : HIDALGO ZAPATA JOE/PINTADO PORTOCARRERO ELIEZER
 FECHA DE ENSAYO : 17/07/2023

LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

Ensayo Nº	Limite Líquido				Ensayo Nº	Limite Plástico	
	1	2	3	4		1	2
Tara + suelo húmedo	50.47	47.74	53.89	51.38	Tara + suelo húmedo	18.54	17.29
Tara + suelo seco	43.31	41.52	48.17	44.97	Tara + suelo seco	17.97	16.77
Agua	7.16	6.22	5.72	6.41	Agua	0.57	0.52
Peso de la tara	20.35	20.48	25.60	20.20	Peso de la tara	15.15	14.81
Peso del suelo seco	22.96	21.04	22.57	24.77	Peso del suelo seco	2.82	1.96
% humedad	31.18	29.56	25.34	25.88	% humedad	20.21%	26.53%
Nº de golpes	8	11	28	36	Limite Plástico		23.4%
Limite Líquido			26.57%		IP =	3.20%	




 MSc. Ing. Wilner Vázquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191


 Ing. Orwildo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 235591

ENSAYO DE CBR

MATERIAL : ÚNICA
 PROCEDENCIA : CARRETERA COSTANERA (KM 13+000)
 SOLICITANTES : HIDALGO ZAPATA JOE/PINTADO PORTOCARRERO ELIEZER
 FECHA DE ENSAYO : 17/07/2023

RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde	1	2	3
Número de golpes por capas	56	25	12
Sobrecarga (g)	4530	4530	4530
Peso de suelo húmedo + molde (g)	8811	8728	8230
Peso del molde (g)	4510	4640	4350
Peso del suelo húmedo (g)	4301	4088	3880
Volúmen de molde (cm ³)	2043	2044	2042
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.105	2.000	1.900
Capsula N°			
Tara N°	1	2	3
Peso suelo húmedo + cápsula (g)	91.87	90.21	92.08
Peso suelo seco + cápsula (g)	85.12	83.24	84.68
Peso del agua (g)	6.75	6.97	7.40
Peso de la cápsula (g)	22.36	21.23	21.8
Peso de suelo seco(g)	62.76	62.01	62.88
Contenido de humedad (%)	10.76%	11.24%	11.77%
DENSIDAD DE SUELO SECO (g/cm ³)	1.901	1.798	1.700

ENSAYO DE EXPANSION

Fecha	Lect. Dial	Expansión		Lect. Dial	Expansión		Lect. Dial	Expansión	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
24 hrs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
48 hrs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
72 hrs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
96 hrs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00

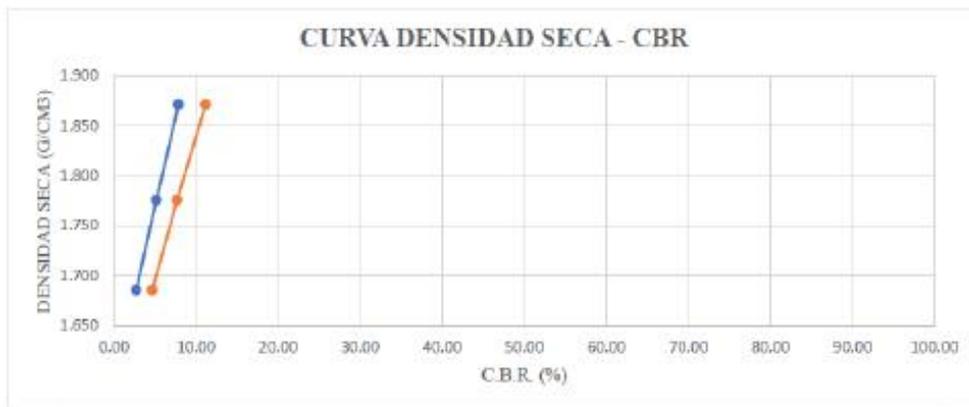
ENSAYO DE CARGA PENETRACION

Ensayo de carga penetración	Lectura Dial	Molde 1		Lectura Dial	Molde 2		Lectura Dial	Molde 3	
		lbs	55 Golpes lbs/pulg 2		lbs	26 Golpes lbs/pulg 2		lbs	12 Golpes lbs/pulg 2
0.025	10	62.6	20.9	8	44.3	14.8	7	35.2	11.7
0.050	26	208.4	69.5	24	190.2	63.4	17	126.4	42.1
0.075	45	381.6	127.2	40	336.0	112.0	29	235.8	78.6
0.100	67	542.2	180.7	56	481.9	160.6	44	372.5	124.2
0.125	87	764.5	254.8	72	627.7	209.2	58	500.1	166.7
0.150	108	955.9	318.6	89	782.7	260.9	72	627.7	209.2
0.200	152	1357.0	452.3	125	1110.9	370.3	101	892.1	297.4
0.300	243	2186.5	728.8	187	1676.0	558.7	142	1265.8	421.9
0.400	309	2788.2	929.4	225	2022.4	674.1	170	1521.1	507.0
0.500	357	3225.7	1075.2	253	2277.7	759.2	184	1648.7	549.6

Valores Corregidos:

Molde N°	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lbs/pulg2)	Presión Patrón (Lb/pulg2)	CBR %	Densidad seca (gr/cm3)
1	0.1	180.7	1000	18.07	1.901
2	0.1	160.6	1000	16.06	1.798
3	0.1	124.2	1000	12.42	1.700

Molde N°	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lbs/pulg2)	Presión Patrón (Lb/pulg2)	CBR %	Densidad seca (gr/cm3)
1	0.2	452.3	1500	30.16	1.901
2	0.2	370.3	1500	24.69	1.798
3	0.2	297.4	1500	19.82	1.700




Msc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Orwaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NORMA DE ENSAYO NTP 339.128

MATERIAL : ÚNICA
 PROCEDENCIA : CARRETERA COSTANERA (KM 14+000)
 SOLICITANTES : HIDALGO ZAPATA JOE/PINTADO PORTOCARRERO ELIEZER
 FECHA DE ENSAYO : 17/07/2023

PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

ABERT. MALLA		Peso	% Retenido	% Ret Acumulado	% Pasa	% Pasa	% Pasa
Pulg/malla	mm	Retenido					
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.850						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525	1.53	0.51%	0.51%	99.49%		
No 4	4.750	0.45	0.15%	0.15%	99.85%		
No 8	2.381	1.60	0.56%	0.71%	99.29%		
No 10	2.000	0.48	0.16%	0.87%	99.13%		
No 16	1.191	2.22	0.74%	1.61%	98.39%		
No 30	0.595	8.24	2.75%	4.36%	95.64%		
No 40	0.420	10.95	3.65%	8.01%	91.99%		
No 50	0.296	15.75	5.25%	13.26%	86.74%		
No 100	0.149	58.78	19.59%	32.85%	67.15%		
No 200	0.075	28.58	9.51%	42.38%	57.62%		
Plato		171.33	57.13%	99.49%	0.51%	Contenido de humedad (%)	
Sumatoria		300.00	100.00%			6.04	

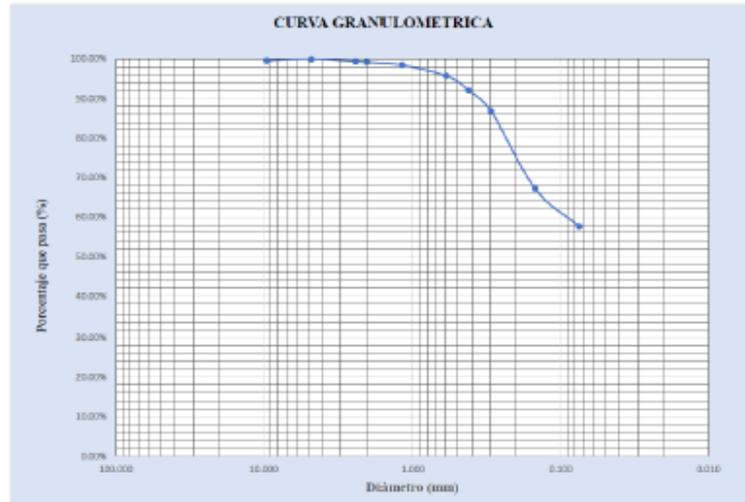
OBSERVACIONES:

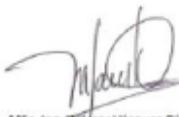
T. Máximo Nominal:
 Límite de Consistencia: 24.57%
 Límite Líquido: 22.2%
 Límite Plástico: 2.35%
 Índice de Plasticidad: 2.35%

Porcentaje en muestra:
 % Grava (3" a #4): 0.51%
 % Arena (#4 a #200): 42.38%
 % Finos (Menor a #200): 57.13%

Características Granulométricas:

D₆₀ (mm): 0.1
 D₃₀ (mm): -
 D₁₀ (mm): -
 C_u: -
 C_c: -
 Clasificación: ML
 SUCS: ML
 AASHTO: A-4




 MSc. Ing. Wilner Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191


 Ing. Oswaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA DE ENSAYO ASTM D-2216

MATERIAL : ÚNICA
PROCEDENCIA : CARRETERA COSTANERA (KM 14+000)
SOLICITANTES : HIDALGO ZAPATA JOE/PINTADO PORTOCARRERO ELIEZER
FECHA DE ENSAYO :17/07/2023

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM-D-2216)

Descripción	Muestra 01
Progresiva:	
Peso Suelo Húmedo + Cápsula (g)	67.24
Peso Suelo Seco + Cápsula (g)	63.01
Peso de Agua (g)	4.23
Peso Cápsula (g)	14.06
Peso Sueso Seco (g)	48.95
Porcentaje de Humedad (%)	8.64


MSc. Ing. Wilner Vázquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

DENSIDADES SECAS Y MAXIMAS

MATERIAL : ÚNICA
 PROCEDENCIA : CARRETERA COSTANERA (KM 14+000)
 SOLICITANTES : HIDALGO ZAPATA JOE/PINTADO PORTOCARRERO ELIEZER
 FECHA DE ENSAYO : 17/07/2023

DENSIDADES SECA MÁXIMA

Denominación		
Volumen Recipiente (cm3)	906.04	906.04
Peso Muestar Compacta + Peso Recipiente (g)	5670	5695
Peso Recipiente (g)	4125	4125
Peso Muestra (g)	1545	1570
Densidad Seca Máxima	1.71	1.73

DENSIDADES SECA MÍNIMA

Denominación		
Volumen Recipiente (cm3)	890.45	890.45
Peso Muestar Compacta + Peso Recipiente (g)	5350	5385
Peso Recipiente (g)	4175	4175
Peso Muestra (g)	1175	1210
Densidad Seca Máxima	1.32	1.36



MSc. Ing. Wilner Vázquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191



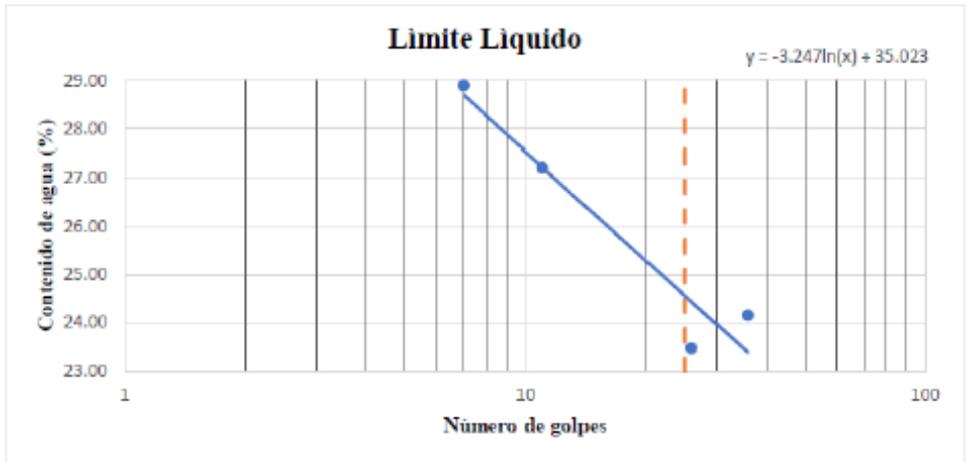
Ing. Orivaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

LÍMITES DE CONSISTENCIA
 NORMA DE ENSAYO NTP 139.129

MATERIAL : ÚNICA
 PROCEDENCIA : CARRETERA COSTANERA (KM 14+000)
 SOLICITANTES : HIDALGO ZAPATA JOE/PINTADO PORTOCARRERO ELIEZER
 FECHA DE ENSAYO :17/07/2023

LÍMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

Ensayo Nº	Limite Líquido				Ensayo Nº	Limite Plástico	
	1	2	3	4		1	2
Tara + suelo húmedo	52.37	40.64	55.79	53.29	Tara + suelo húmedo	17.53	17.20
Tara + suelo seco	45.19	43.4	50.05	46.85	Tara + suelo seco	16.96	16.76
Agua	7.18	6.24	5.74	6.44	Agua	0.57	0.53
Peso de la tara	20.35	20.48	25.60	20.20	Peso de la tara	14.55	14.21
Peso del suelo seco	24.84	22.92	24.45	26.65	Peso del suelo seco	2.41	2.55
% humedad	28.90	27.23	23.48	24.17	% humedad	23.65%	20.78%
Nº de golpes	7	11	26	36	Limite Plástico	22.2%	
Limite Líquido	24.57%				IP =	2.35%	




 MSc. Ing. Wilner Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191


 Ing. Orivaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 225591

ENSAYO DE CBR

MATERIAL : ÚNICA
 PROCEDENCIA : CARRETERA COSTANERA (KM 14+000)
 SOLICITANTES : HIDALGO ZAPATA JOE/PINTADO PORTOCARRERO ELIEZER
 FECHA DE ENSAYO : 17/07/2023

RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde	1	2	3
Número de golpes por capas	56	25	12
Sobrecarga (g)	4530	4530	4530
Peso de suelo húmedo + molde (g)	8869	8782	8279
Peso del molde (g)	4510	4640	4350
Peso del suelo húmedo (g)	4359	4142	3929
Volúmen de molde (cm ³)	2043	2044	2042
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.134	2.026	1.924
Capsula N°			
Tara N°	1	2	3
Peso suelo húmedo + cápsula (g)	89.75	88.9	90.72
Peso suelo seco + cápsula (g)	82.38	81.85	84.01
Peso del agua (g)	7.37	7.05	6.71
Peso de la cápsula (g)	20.58	21.33	22.96
Peso de suelo seco (g)	61.80	60.52	61.05
Contenido de humedad (%)	11.93%	11.65%	10.99%
DENSIDAD DE SUELO SECO (g/cm ³)	1.906	1.815	1.734

ENSAYO DE EXPANSION

Fecha	Lect. Dial	Expansión		Lect. Dial	Expansión		Lect. Dial	Expansión	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
24 hrs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
48 hrs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
72 hrs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
96 hrs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00

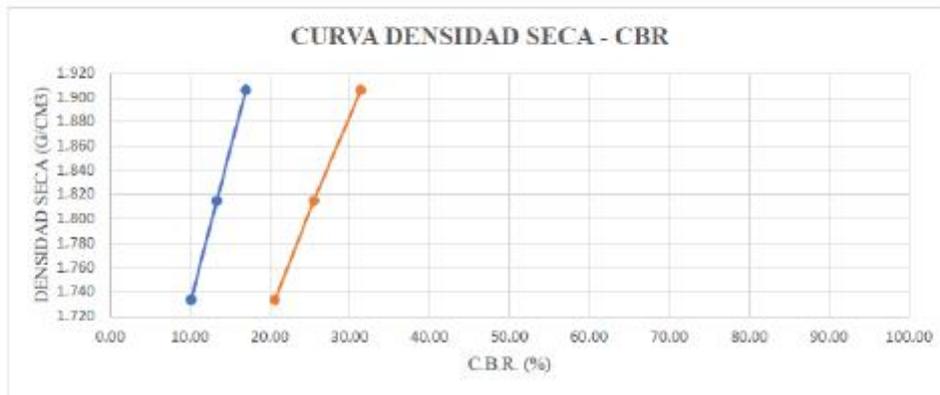
ENSAYO DE CARGA PENETRACION

Ensayo de carga penetración	Lectura Dial	Molde 1		Lectura Dial	Molde 2		Lectura Dial	Molde 3	
		lbs	55 Golpes lbs/pulg ²		lbs	26 Golpes lbs/pulg ²		lbs	12 Golpes lbs/pulg ²
0.025	13	89.9	30.0	11	71.7	23.9	9	53.4	17.8
0.050	36	244.9	81.6	27	217.5	72.5	21	182.8	60.9
0.075	49	418.1	139.4	43	363.4	121.1	33	272.2	90.7
0.100	71	618.6	206.2	59	509.2	169.7	47	399.8	133.3
0.125	92	810.1	270.0	77	673.3	224.4	62	536.6	178.9
0.150	114	1010.6	336.9	94	828.3	276.1	76	744.5	248.2
0.200	158	1411.7	470.6	129	1147.3	382.4	105	928.6	309.5
0.300	246	2213.9	738.0	191	1712.5	570.8	146	1302.3	434.1
0.400	314	2833.7	944.6	210	2068.0	689.3	174	1557.5	519.2
0.500	361	3262.2	1087.4	256	2305.0	768.3	188	1685.2	561.7

Valores Corregidos

Molde N°	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lbs/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	CBR %	Densidad seca (gr/cm ³)
1	0.1	169.7	1000	16.97	1.906
2	0.1	133.3	1000	13.33	1.815
3	0.1	101.2	1000	10.12	1.734

Molde N°	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lbs/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	CBR %	Densidad seca (gr/cm ³)
1	0.2	470.6	1500	31.37	1.906
2	0.2	382.4	1500	25.50	1.815
3	0.2	309.5	1500	20.64	1.734




 MSc. Ing. Wilner Vázquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191

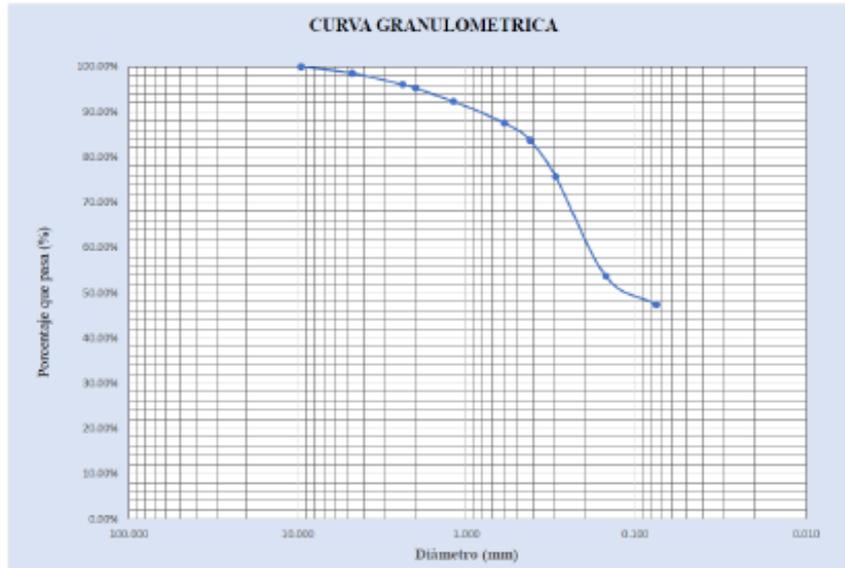

 Ing. Ornelio David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NORMA DE ENSAYO NTP 339.128

MATERIAL : ÚNICA
 PROCEDENCIA : CARRETERA COSTANERA (KM 15+000)
 SOLICITANTES : HIDALGO ZAPATA JOE/PINTADO PORTOCARRERO ELIEZER
 FECHA DE ENSAYO : 17/07/2023

PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso original (gr)		300.00						OBSERVACIONES: T. Máximo Nominal: Límites de Consistencia: Límite Líquido: 22.38% Límite Plástico: 15.58% Índice de Plasticidad 6.82% Porcentaje en muestra: % Grava (3" a #4): 0.64% % Arena (#4 a #200): 52.66% % Finos (Menor a #200): 46.70% Características Granulométricas: D ₆₀ (mm) 0.21 D ₃₀ (mm) - D ₁₀ (mm) - Cu: - Cc: - Clasificación: SC-SM SUCS: SC-SM AASHTO: A-4
Pérd. por lavado (gr)		140.11						
Peso Tamizado (gr)		159.89						
ABERT. MALLA		Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	% Pasa		
Pulg/malla	mm							
2"	50.800							
1 1/2"	38.100							
1"	25.400							
3/4"	19.050							
1/2"	12.700	1.58	0.53%	0.53%	99.47%			
3/8"	9.525	0.34	0.11%	0.11%	99.89%			
No 4	4.750	4.47	1.49%	1.49%	98.51%			
No 8	2.381	7.58	2.53%	4.02%	95.98%			
No 10	2.000	2.44	0.81%	4.83%	95.17%			
No 16	1.191	8.77	2.92%	7.75%	92.25%			
No 30	0.595	14.19	4.73%	12.48%	87.52%			
No 40	0.420	11.57	3.86%	16.34%	83.66%			
No 50	0.296	24.19	8.06%	24.40%	75.60%			
No 100	0.149	65.97	21.99%	46.39%	53.61%			
No 200	0.075	18.79	6.26%	52.66%	47.34%			
Plato		140.11	46.70%	99.30%	0.64%	Contento de humedad (%)	10.96	
Sumatoria		300.00	100.00%					




 MSc. Ing. Wilner Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191


 Ing. Oswaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de Laboratorio
 CIP N° 275591

CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA DE ENSAYO ASTM D-2216

MATERIAL : ÚNICA
 PROCEDENCIA : CARRETERA COSTANERA (KM 15+000)
 SOLICITANTES : HIDALGO ZAPATA JOE/PINTADO PORTOCARRERO ELIEZER
 FECHA DE ENSAYO :17/07/2023

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM-D-2216)

Descripción	Muestra 01
Progresiva:	
Peso Suelo Húmedo + Cápsula (g)	67.49
Peso Suelo Seco + Cápsula (g)	62.26
Peso de Agua (g)	5.23
Peso Cápsula (g)	14.56
Peso Suelo Seco (g)	47.7
Porcentaje de Humedad (%)	10.96


 MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191


 Ing. Oswaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

DENSIDADES SECAS Y MÁXIMAS

MATERIAL : ÚNICA
 PROCEDENCIA : CARRETERA COSTANERA (KM 15+000)
 SOLICITANTES : HIDALGO ZAPATA JOE/PINTADO PORTOCARRERO ELIEZER
 FECHA DE ENSAYO :17/07/2023

DENSIDADES SECA MÁXIMA

Denominación		
Volumen Recipiente (cm ³)	906.04	906.04
Peso Muestra Compacta + Peso Recipiente (g)	5690	5675
Peso Recipiente (g)	4125	4125
Peso Muestra (g)	1565	1550
Densidad Seca Máxima	1.73	1.71

DENSIDADES SECA MÍNIMA

Denominación		
Volumen Recipiente (cm ³)	890.45	890.45
Peso Muestra Compacta + Peso Recipiente (g)	5370	5355
Peso Recipiente (g)	4175	4175
Peso Muestra (g)	1195	1180
Densidad Seca Máxima	1.34	1.33



MSc. Ing. Wilmer Vázquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191



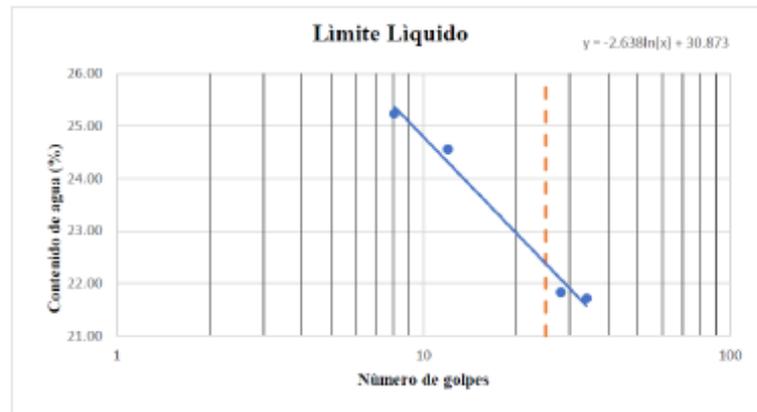
Ing. Osvaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

LÍMITES DE CONSISTENCIA
NORMA DE ENSAYO NTP 139.129

MATERIAL : ÚNICA
 PROCEDENCIA : CARRETERA COSTANERA (KM 15+000)
 SOLICITANTES : HIDALGO ZAPATA JOE/PINTADO PORTOCARRERO ELIEZER
 FECHA DE ENSAYO :17/07/2023

LÍMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

Ensayo N°	Límite Líquido				Ensayo N°	Límite Plástico	
	1	2	3	4		1	2
Tara + suelo húmedo	52.48	49.75	55.9	53.4	Tara + suelo húmedo	17.53	17.29
Tara + suelo seco	47.32	44.55	50.18	48.98	Tara + suelo seco	16.98	16.76
Agua	5.16	5.22	5.72	4.42	Agua	0.57	0.53
Peso de la tara	19.8	19.62	23.2	19.7	Peso de la tara	13.44	13.21
Peso del suelo seco	20.44	21.25	26.2	20.35	Peso del suelo seco	3.52	3.55
% humedad	25.24	24.56	21.83	21.72	% humedad	16.19%	14.93%
N° de golpes	8	12	28	34	Límite Plástico		15.6%
Límite Líquido			22.38%		IP =	6.82%	




 MSc. Ing. Wilmer Vázquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191


 Ing. Oswaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

ENSAYO DE CBR

MATERIAL : ÚNICA
 PROCEDENCIA : CARRETERA COSTANERA (KM 15+000)
 SOLICITANTES : HIDALGO ZAPATA JOE/PINTADO PORTOCARRERO ELIEZER
 FECHA DE ENSAYO : 17/07/2023

RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde	1	2	3
Número de golpes por capas	56	25	12
Sobrecarga (g)	4530	4530	4530
Peso de suelo húmedo + molde (g)	9005	8824	8214
Peso del molde (g)	4550	4640	4350
Peso del suelo húmedo (g)	4455	4184	3864
Volúmen de molde (cm ³)	2216	2170	2110
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.010	1.928	1.831
Capsula N°			
Tara N°	1	2	3
Peso suelo húmedo + cápsula (g)	130.81	104.78	128.34
Peso suelo seco + cápsula (g)	119.50	95.85	116.75
Peso del agua (g)	11.31	8.93	11.59
Peso de la cápsula (g)	24.32	21.40	20.4
Peso de suelo seco(g)	95.18	74.45	96.35
Contenido de humedad (%)	11.88%	11.99%	12.03%
DENSIDAD DE SUELO SECO (g/cm ³)	1.797	1.722	1.635

ENSAYO DE EXPANSION

Fecha	Lect. Dial	Expansión		Lect. Dial	Expansión		Lect. Dial	Expansión	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
24 hrs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
48 hrs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
72 hrs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
96 hrs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00

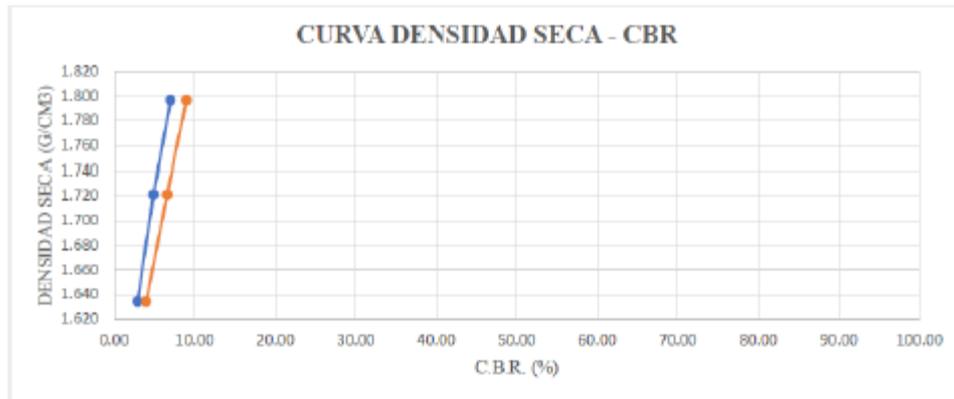
ENSAYO DE CARGA PENETRACION

Ensayo de carga penetración	Lectura Dial	Molde 1		Lectura Dial	Molde 2		Lectura Dial	Molde 3	
		lbs	55 Golpes lbs/pulg ²		lbs	20 Golpes lbs/pulg ²		lbs	12 Golpes lbs/pulg ²
0.025	7	35.2	11.7	6	26.1	8.7	4	7.9	2.6
0.050	13	89.9	30.0	10	62.8	20.9	6	26.1	8.7
0.075	19	144.0	48.0	14	99.0	33.0	9	53.4	17.8
0.100	26	209.4	69.8	19	145.6	48.5	12	85.8	28.6
0.125	33	272.2	90.7	24	190.2	63.4	15	108.1	36.0
0.150	39	328.9	109.6	29	235.8	78.6	18	135.5	45.2
0.200	48	404.0	134.7	36	299.6	98.2	23	179.1	59.7
0.300	63	545.7	181.9	47	399.8	133.3	29	235.8	78.6
0.400	72	627.7	209.2	53	454.5	151.5	33	272.2	90.7
0.500	78	682.4	227.5	57	491.0	163.7	35	290.5	96.8

Valores Corregidos

Molde N°	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lbs/pulg2)	Presión Patrón (Lb/pulg2)	CBR %	Densidad seca (gr/cm3)
1	0.1	69.8	1000	6.98	1.797
2	0.1	48.5	1000	4.85	1.722
3	0.1	28.6	1000	2.86	1.635

Molde N°	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lbs/pulg2)	Presión Patrón (Lb/pulg2)	CBR %	Densidad seca (gr/cm3)
1	0.2	134.7	1500	8.98	1.797
2	0.2	98.2	1500	6.55	1.722
3	0.2	59.7	1500	3.98	1.635




 MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191


 Ing. Oswaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

Anexo 9. Tasa de crecimiento vehicular

En junio de 2022, el Índice Nacional del Flujo Vehicular en las unidades de peaje aumentó en 5,1%.

Variable	Ponderación (Año Base 2007=100,0)	Var. % 2022/2021 Junio
Índice Nacional del Flujo Vehicular	100,0	5,1
Índice del Flujo de Vehículos Pesados	55,6	3,2
Índice del Flujo de Vehículos Pesados de Carga (3 a 7 ejes)	33,2	2,2
Índice del Flujo de Vehículos Ligeros	44,4	6,9

El Índice Nacional reporta el movimiento de vehículos pesados por las unidades de peaje en junio de 2022, creció en 5,1% respecto al mismo mes de 2021, explicado principalmente por el aumento de la circulación de vehículos pesados que aumentó en 6.9%.

Anexo 10. Clasificación de EE

Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t, en el Carril de Diseño

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T _{P5}	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
T _{P6}	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
T _{P7}	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
T _{P8}	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
T _{P9}	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
T _{P10}	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
T _{P11}	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
T _{P12}	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
T _{P13}	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
T _{P14}	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE

Anexo 11. Categoría de subrasante

CATEGORÍAS DE SUBRASANTE	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Extraordinaria	CBR ≥ 30%

Anexo 12. Factores de distribución direccional y distribución carril

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Anexo 13. Nivel de confiabilidad

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,000	150,000	65%
	T _{P1}	150,001	300,000	70%
	T _{P2}	300,001	500,000	75%
	T _{P3}	500,001	750,000	80%
	T _{P4}	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	90%
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	90%
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	90%
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	95%
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	95%
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	95%
	T _{P15}	>30'000,000		95%

Anexo 14. Nivel de desviación estándar Normal Zr

Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	-1.282
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	-1.282
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	-1.282
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	-1.645
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	-1.645
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	-1.645
	T _{P15}	>30'000,000		-1.645

Anexo 15. Índice de serviciabilidad Inicial

Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	4.00
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	4.00
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	4.00
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	4.00
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	4.00
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	4.00
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	4.00
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	4.20
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	4.20
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	4.20
	T _{P15}	>30'000,000		4.20

Anexo 16. Índice de serviciabilidad final

Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	2.50
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	2.50
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	2.50
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	2.50
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	2.50
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	2.50
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	2.50
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	3.00
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	3.00
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	3.00
	T _{P15}	>30'000,000		3.00

Anexo 17. Coeficiente estructural de capa a1

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 oC (68 oF)	a ₁	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión.	a ₁	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Micropavimento 25mm	a ₁	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	a ₁	0.250 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12mm.	a ₁	0.150 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) Valor Global (no se considera el espesor)			

Anexo 18. Coeficiente estructural de capa a2

BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a ₂	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 5'000,000 EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a ₂	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico > 5'000,000 EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a _{2a}	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a _{2a}	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a _{2a}	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico

Anexo 19. Coeficiente estructural de capa a3

SUBBASE			
Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a ₃	0.047 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico ≤ 15'000,000 EE
Sub Base Granular CBR 60%, compactada al 100% de la MDS	a ₃	0.050 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico > 15'000,000 EE

Anexo 20. Calidad de drenaje

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Anexo 21. Coeficiente estructural de capa a3

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTA EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
	MENOR QUE 1%	1% - 5%	5% - 25%	MAYOR QUE 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 - 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Anexo 22. Coeficiente estructural de capa a3

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		CAPA SUPERFICIAL	BASE GRANULAR
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	TSB, ó Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, ó Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 50mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 50mm	150 mm
	T _{P2}	300,001	500,000	TSB, ó Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, ó Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 60mm	150 mm
	T _{P3}	500,001	750,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 70mm	150 mm
	T _{P4}	750,001	1,000,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 70mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 100mm	250 mm
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 110mm	250 mm
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 120mm	250 mm
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 130mm	250 mm
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 140mm	250 mm
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm	300 mm
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm	300 mm

Anexo 23. Coeficiente estructural de capa a3

CATALOGO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON REFUERZO PERIODO DE DISEÑO POR ETAPAS 10 AÑOS

Nrep. de EE. (2)			Tp8	Tp9	Tp10	Tp11	Tp12	Tp13	Tp14
Nrep. EE. hasta 10 años (1era Etapa)			2'000,001-3'000,000	3'000,001-4'000,000	4'000,001-5'000,000	5'000,001-6'000,000	6'000,001-8'000,000	8'000,001-10'000,000	10'000,001-12'000,000
Nrep. EE. Total 20 años (2da Etapa)			5'000,001-7'500,000	7'500,001-10'000,000	10'000,001-12'500,000	12'500,001-15'000,000	15'000,001-20'000,000	20'000,001-25'000,000	25'000,001-30'000,000
1era Etapa	CBR%	$M_r = 2555 \times CBR^{0.64}$	10cm 30cm 22cm (*)	10cm 35cm 21cm (*)	11cm 35cm 21cm (*)	11cm 35cm 24cm (*)	12cm 38cm 25cm (*)	13cm 35cm 30cm (*)	13cm 37cm 31cm (*)
	CBR	< 8,040psi (55.4MPa)							
Zda. Eta.	Refuerzo al año 10		6cm	6cm	6cm	6cm	5cm	5cm	6cm
1era Etapa	CBR	> 8,040psi (55.4MPa)	10cm 30cm 22cm	10cm 35cm 21cm	11cm 35cm 21cm	11cm 35cm 24cm	12cm 38cm 25cm	13cm 35cm 30cm	13cm 37cm 31cm
	CBR	< 11,150psi (76.9MPa)							
Zda. Eta.	Refuerzo al año 10		6cm	6cm	6cm	6cm	5cm	5cm	6cm
1era Etapa	CBR	> 11,150psi (76.9MPa)	10cm 29cm 17cm	10cm 30cm 16cm	11cm 30cm 15cm	11cm 33cm 15cm	12cm 35cm 13cm	13cm 35cm 20cm	13cm 35cm 20cm
	CBR	< 17,380psi (119.8MPa)							
Zda. Eta.	Refuerzo al año 10		6cm	6cm	6cm	6cm	5cm	5cm	6cm
1era Etapa	CBR	> 17,380psi (119.8MPa)	10cm 30cm	10cm 20cm 18cm	11cm 20cm 15cm	11cm 20cm 15cm	12cm 22cm 15cm	13cm 25cm 15cm	13cm 25cm 16cm
	CBR	< 22,530psi (155.3MPa)							
Zda. Eta.	Refuerzo al año 10		5cm	5cm	5cm	6cm	5cm	5cm	6cm
1era Etapa	CBR	> 22,530psi (155.3MPa)	10cm 23cm	10cm 26cm	11cm 26cm	11cm 27cm	12cm 15cm 13cm	13cm 17cm 13cm	13cm 20cm 15cm
	CBR	> 30%							
Zda. Eta.	Refuerzo al año 10		5cm	5cm	5cm	6cm	5cm	6cm	5cm

Figura N° 12.7



Fuente: Elaboración propia en base a ecuación AASHTO.

Anexo 24. Análisis de Precios Unitarios

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201002	Mejoramiento de la carretera Costanera entre el km 9+000 al km 15+000 utilizando la metodología AASHTO 93 optimizando la transitabilidad en Trujillo					Fecha presupuesto	12/10/2023
Subpresupuesto	001	Obras Preliminares						
Partida	01.01	CASETA DE GUARDIANA Y ALMACEN						
Rendimiento	und/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : und			280.33	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.3200	20.57	6.58	
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.3200	18.60	5.95	
							12.53	
	Materiales							
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.3000	5.30	1.59	
02041200020005	CLAVOS PARA CALAMINA		kg		0.2500	6.50	1.63	
02310100010005	MADERA TORNILLO TRIPLAY		pln		5.0000	37.90	189.50	
0267110022	CALAMINA DE ACERO GALVANIZADO 0.22mm x 3.6m x 0.80m		pln		3.0000	24.90	74.70	
							267.42	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	12.53	0.38	
							0.38	
Partida	01.02	CARTEL DE OBRA 2.40x3.60						
Rendimiento	und/DIA	MO. 0.5000	EQ. 0.5000	Costo unitario directo por : und			1,798.29	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	16.0000	26.15	418.40	
0101010005	PEON		hh	0.4910	7.8560	18.60	146.12	
							564.52	
	Materiales							
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.7500	27.50	20.63	
0231010002	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADOS INCLUYE CORTE		p2		47.2500	9.75	460.69	
0290130022	AGUA		m3		0.0550	4.68	0.26	
02901700010014	IMPRESION DE FORMATOS		cto		8.6500	85.00	735.25	
							1,216.83	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	564.52	16.94	
							16.94	
Partida	01.03	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD DE OBRA						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			3,000.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Materiales							
0267110025	SEÑALES PREVENTIVAS		glb		1.0000	3,000.00	3,000.00	
							3,000.00	
Partida	02.01	LIMPIEZA DEL TERRENO NATURAL						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 40.0000	EQ. 40.0000	Costo unitario directo por : m2			4.45	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.1000	0.0200	26.15	0.52	
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.2000	18.60	3.72	
							4.24	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	4.24	0.21	
							0.21	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201002 Mejoramiento de la carretera Costanera entre el km 9+000 al km 15+000 utilizando la metodología AASHTO 93 optimizando la transitabilidad en Trujillo			Fecha presupuesto	12/10/2023		
Subpresupuesto	001 Obras Preliminares						
Partida	02.02 TRAZO Y REPLANTEO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000	Costo unitario directo por : m2			5.31
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	3.0000	0.0600	18.60	1.12
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO		hh	1.0000	0.0200	27.35	0.55
							1.67
	Materiales						
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg		bol		0.1250	28.00	3.50
							3.50
	Equipos						
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO		día	4.5000	0.0113	8.00	0.09
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.67	0.05
							0.14
Partida	03.01 CORTE EN TERRENO NATURAL A NIVEL DE SUBRASANTE C/ EQUIPO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : m3			6.31
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0320	26.15	0.84
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0320	18.60	0.60
							1.44
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	1.44	0.07
03011700020002	RETROEXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115 - 165 HP		hm	1.0000	0.0320	150.00	4.80
							4.87
Partida	03.02 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 325.0000	EQ. 325.0000	Costo unitario directo por : m3			8.57
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.0492	18.60	0.92
							0.92
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.92	0.03
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3		hm	1.0000	0.0246	190.00	4.67
03012200040002	CAMION VOLQUETE DE 10 m3		hm	1.0000	0.0246	120.00	2.95
							7.65
Partida	04.01 PERFILADO, NIVELACION Y COMPACTADO DE SUB-RASANTE						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,200.0000	EQ. 1,200.0000	Costo unitario directo por : m2			2.86
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	3.0000	0.0200	18.60	0.37
							0.37
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.37	0.01
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7- 9 ton		hm	1.0000	0.0067	150.00	1.01
03012000010004	MOTONIVELADORA 125 HP		hm	1.0000	0.0067	220.00	1.47
							2.49

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201002	Mejoramiento de la carretera Costanera entre el km 9+000 al km 15+000 utilizando la metodología AASHTO 93 optimizando la transitabilidad en Trujillo					Fecha presupuesto	12/10/2023
Subpresupuesto	001	Obras Preliminares						
Partida	04.02	SUB BASE GRANULA e=0.20 m						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 2,300.0000	EQ. 2,300.0000	Costo unitario directo por : m2			6.46	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0035	26.15	0.09		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0035	20.57	0.07		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0070	18.60	0.13		
						0.29		
Materiales								
02070400010001	MATERIAL GRANULAR PARA SUB-BASE	m3		0.2000	22.86	4.57		
0290130023	RIEGO	m3		0.0200	12.92	0.26		
	RIEGO						4.83	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.29	0.01		
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7- 9 ton	hm	1.0350	0.0036	150.00	0.54		
03012000010004	MOTONIVELADORA 125 HP	hm	1.0350	0.0036	220.00	0.79		
						1.34		
<hr/>								
Partida	04.03	BASE GRANULAR E=0.35 m						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 2,300.0000	EQ. 2,300.0000	Costo unitario directo por : m2			8.68	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0035	26.15	0.09		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0035	20.57	0.07		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0070	18.60	0.13		
						0.29		
Materiales								
0207040001	MATERIAL GRANULAR	m3		0.2600	11.27	2.93		
						2.93		
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.29	0.01		
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7- 9 ton	hm	1.0000	0.0035	150.00	0.53		
03012000010004	MOTONIVELADORA 125 HP	hm	1.0000	0.0035	220.00	0.77		
0301220009	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 2000 gl	hm	1.0000	0.0035	152.00	0.53		
0301400006	ZARANDEO DE MATERIAL	m3		1.0000	3.62	3.62		
						5.46		
<hr/>								
Partida	04.04	IMPRIMACION ASFALTICA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 2,000.0000	EQ. 2,000.0000	Costo unitario directo por : m2			4.57	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	1.2500	0.0050	26.15	0.13		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0080	18.60	0.15		
						0.28		
Materiales								
0201050002	EMULSION ASFALTICA	gal		0.0100	140.00	1.40		
0207020003	AGREGADOS PETREOS	m3		0.2642	8.67	2.29		
						3.69		
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.28	0.01		
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	0.5000	0.0020	190.00	0.38		
0301330008	FRESADORA PARA PAVIMENTOS 565 HP	hm	1.0000	0.0040	52.80	0.21		
						0.60		

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201002 Mejoramiento de la carretera Costanera entre el km 9+000 al km 15+000 utilizando la metodología AASHTO 93 optimizando la transitabilidad en Trujillo
 Subpresupuesto 001 Obras Preliminares Fecha presupuesto 12/10/2023

Partida 04.05 CARPETA ASFALTICA e=0.13m

Rendimiento m2/DIA MO. 1,200.0000 EQ. 1,200.0000 Costo unitario directo por : m2 40.10

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0067	20.57	0.14
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0267	18.60	0.50
0.64						
Materiales						
0201050005	MEZCLA ASFALTICA	m3		0.0660	500.00	33.00
33.00						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.64	0.02
03011000040001	RODILLO NEUMATICO AUTOPREPULSADO 5.5 - 20 ton	hm	1.0000	0.0067	150.00	1.01
03011900020002	RODILLO VIBRATORIO DYNAPAC LISO CA-25	hm	1.0000	0.0067	160.00	1.07
03013900020002	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'	hm	1.0000	0.0067	650.00	4.36
6.46						

Partida 05.01 PINTADO DE PAVIMENTO - LÍNEA AMARILLA CONTINUA

Rendimiento m/DIA MO. 230.0000 EQ. 230.0000 Costo unitario directo por : m 5.86

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0348	26.15	0.91
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0348	18.60	0.65
1.56						
Materiales						
0240020017	PINTURA DE TRAFICO	gal		0.0090	85.00	0.77
0240060009	MICROESFERAS DE VIDRIO	kg		0.1000	30.00	3.00
0240080017	DISOLVENTE XIOL	gal		0.0090	40.00	0.36
02901300050008	ESCOBILLA DE ACERO	und		0.0200	6.00	0.12
4.25						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.56	0.05
0.05						

Partida 05.02 PINTADO DE PAVIMENTO - LÍNEA BLANCA DISCONTINUA

Rendimiento m/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo por : m 5.61

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	26.15	0.84
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0320	18.60	0.60
1.44						
Materiales						
0240020017	PINTURA DE TRAFICO	gal		0.0090	85.00	0.77
0240060009	MICROESFERAS DE VIDRIO	kg		0.1000	30.00	3.00
0240080017	DISOLVENTE XIOL	gal		0.0090	40.00	0.36
4.13						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.44	0.04
0.04						

Anexo 25. RD que aprueba el proyecto de investigación



UPAO | Facultad de Ingeniería

Trujillo, 29 de setiembre de 2023

RESOLUCIÓN N° 1879-2023-FI-UPAO

VISTO, el informe favorable del Jurado Evaluador del Proyecto de Tesis, titulado "MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA COSTANERA ENTRE EL KM 9+000 AL KM 15+000 UTILIZANDO LA METODOLOGÍA AASHTO 93 OPTIMIZANDO LA TRANSITABILIDAD EN TRUJILLO", de los Bachilleres: HIDALGO ZAPATA, JOE JAVIER y PINTADO PORTOCARRERO, ELIEZER ITAI, de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, y;

CONSIDERANDO:

Que, el Jurado Evaluador conformado por los señores docentes: **Ms. OSCAR NOVOA CASTILLO**, Presidente; **Ms. JAVIER VASQUEZ EXEBIO**, Secretario; **Ms. MANUEL ZAMUDIO ZELADA**, Vocal; han revisado el Proyecto de Tesis, encontrándolo conforme;

Que, el Proyecto de Tesis ha sido elaborado conforme a las exigencias prescritas por el Reglamento de Grados y Títulos de Pregrado de la Universidad, el mismo que fue sometido a evaluación por el mencionado jurado evaluador, quien por acuerdo unánime recomendó su aprobación, tal como se desprende del informe elevado a la Facultad de Ingeniería;

Que, de acuerdo al Artículo 28° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad, el Proyecto de Tesis se inscribe en el libro de proyectos de tesis a cargo de la Secretaría Académica de la Facultad;

Estando al Estatuto de la Universidad, al Reglamento de Grados y Títulos la Universidad y a las atribuciones conferidas a éste Despacho;

SE RESUELVE:

PRIMERO: APROBAR la modalidad de titulación solicitada por los Bachilleres: **HIDALGO ZAPATA, JOE JAVIER y PINTADO PORTOCARRERO, ELIEZER ITAI**, consistente en presentación, ejecución y sustentación de una TESIS para optar el título profesional de **INGENIERO CIVIL**.

SEGUNDO: APROBAR y DISPONER la inscripción del Proyecto de Tesis titulado: titulado: "MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA COSTANERA ENTRE EL KM 9+000 AL KM 15+000 UTILIZANDO LA METODOLOGÍA AASHTO 93 OPTIMIZANDO LA TRANSITABILIDAD EN TRUJILLO".

TERCERO: COMUNICAR a los Bachilleres que tienen un plazo máximo de **UN AÑO** para desarrollar y presentar su tesis, a cuyo vencimiento, se produce la caducidad del mismo, perdiendo el derecho exclusivo sobre el tema elegido.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE.




Dr. Teobaldo Hernán Sagastegui Chigne
DECANO (e)

Anexo 26. Constancia del asesor

Informe Final de Asesoramiento

Señor : Director del Programa de Estudio de Ingeniería Civil
Asunto : Informe Final de Asesoramiento de Tesis
Fecha : Piura, 27. deNoviembre.... del 2023

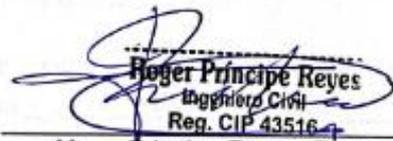
De conformidad con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad, y en cumplimiento de la Resolución de Facultad N° 1879-2023-FI-UPAO, el suscrito, docente asesor del Informe de Tesis titulada:

.....Mejoramiento de la carretera Costanera entre el km 9+000 al km 15+000 utilizando la metodología AASHTO 93 optimizando la transitabilidad en Trujillo..... del (los) Bachilleres ...Hidalgo Zapata Joe Javier..... yPintado Portocarrero Eliezer Itai.....; cumplo con informar lo siguiente:

El Informe de Tesis cumple con el cronograma y proceso de investigación de acuerdo al proyecto de tesis, asimismo informo que la tesis reúne la calidad académica exigida por el Programa de Estudio de Ingeniería Civil.

Asimismo, adjunto al presente el reporte de coincidencias generado con el software Antiplagio Turnitin firmado por el suscrito, precisando que no supera el 20%.

Atentamente,


Roger Principe Reyes
Ingeniero Civil
Reg. CIP 43516
Ms. ...Principe Reyes, Roger
Docente asesor
Registro CIP: 43516