

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**Influencia de emulsión asfáltica CSS-1h modificada con
lechada de cemento en mezclas de base y subbase en la
cantera Cerro Colorado en Arequipa**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autores:

Esther Yolanda Villasante Villasante
Yonatan Analit Rubio Escobedo

Asesor:

Mg. Leonel Chahuares Paucar

Juliaca, agosto de 2026

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Mg. Leonel Chahuares Paucar, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“INFLUENCIA DE EMULSIÓN ASFÁLTICA CSS-1H MODIFICADA CON LECHADA DE CEMENTO EN MEZCLAS DE BASE Y SUBBASE EN LA CANTERA CERRO COLORADO EN AREQUIPA”** de los autores **Esther Yolanda Villasante Villasante** y **Yonatan Analit Rubio Escobedo** tiene un índice de similitud de 18% verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Juliaca, a los 04 días del mes de agosto del año 2026.



Mg. Leonel Chahuares Paucar
Asesor

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiani, a 03 día(s) del mes de agosto del año 2025 (siendo las 11:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Juliaca, bajo la dirección del (de la) presidente(a):

Msc. Eder Mamani Chambi el (la) secretario(a): Dr. Edwin Parillo Escarona y los demás miembros: Mg. Horson Duberly Pari Lusi y el (la) asesor(a) Mtro. Leonel Chahuaroc Pauca

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado:

Influencia de emulsión asfáltica CSS-1h modificada con lechada de cemento en mezclas de base y subbase en la cantera Cerro Colorado en Arequipa

del(los) bachiller(es): a) Esther Yolanda Villasant Villasant

b) Yonatan Analit Rubio Escobedo

c)

conducente a la obtención del título profesional de:

Ingeniero Civil

(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller (a): Esther Yolanda Villasant Villasant

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>15</u>	<u>B-</u>	<u>Buena</u>	<u>Muy Bueno</u>

Bachiller (b): Yonatan Analit Rubio Escobedo

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>15</u>	<u>B-</u>	<u>Buena</u>	<u>Muy Bueno</u>

Bachiller (c):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Eder Mamani Chambi
Presidente/a
Edwin Parillo Escarona
Asesor(a)
Esther Yolanda Villasant Villasant
Bachiller (a)

Yonatan Analit Rubio Escobedo
Miembro
Yonatan Analit Rubio Escobedo
Bachiller (b)

Dr. Edwin Parillo Escarona
Secretario/a
Horson Duberly Pari Lusi
Miembro
Yonatan Analit Rubio Escobedo
Bachiller (c)

Influencia de emulsión asfáltica CSS-1h modificada con lechada de cemento en mezclas de base y subbase en la cantera Cerro Colorado en Arequipa

Influence of CSS-1h asphalt emulsion modified with cement slurry on base and subbase mixtures at the Cerro Colorado quarry in Arequipa

Esther Yolanda Villasante Villasante ¹, Yonatan Analit Rubio Escobedo ¹

¹ Escuela Profesional de ingeniería Civil, Universidad Peruana Unión, Juliaca, Perú

² Received 14 December 2025; Revised xx December 2025; Accepted xx December 2025; Published xx January 2026

Resumen

La limitada disponibilidad de materiales granulares que cumplan con las especificaciones técnicas para capas de base y subbase representa un desafío en la ingeniería civil, especialmente en regiones del Perú como Arequipa, donde se requiere optimizar los recursos locales mediante técnicas de estabilización. El objetivo de esta investigación fue evaluar la influencia de la emulsión asfáltica CSS-1h modificada con lechada de cemento en las propiedades mecánicas de mezclas para base y subbase provenientes de la cantera Cerro Colorado. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y diseño cuasiexperimental. Inicialmente se caracterizó el material granular mediante ensayos físicos y mecánicos, clasificándolo como GW-GM según SUCS y A-1-a(0) según AASHTO, con comportamiento no plástico y adecuado cumplimiento de las especificaciones técnicas para pavimentos. Los resultados mostraron que el material natural presentó un CBR de 69% al 100% de la MDS, siendo apto solo para subbase. Posteriormente, se evaluaron dosificaciones independientes de emulsión asfáltica CSS-1h y lechada de cemento en proporciones de 0.5%, 1.0% y 2.0%, determinándose como contenido óptimo individual el 1.0% para ambos estabilizantes. Con base en estos resultados, se elaboraron mezclas combinadas de emulsión asfáltica CSS-1h y lechada de cemento, obteniéndose como dosificación óptima la combinación de 0.2% de emulsión asfáltica CSS-1h y 0.8% de lechada de cemento, la cual alcanzó un CBR de 91.83% al 100% de la MDS, valor superior al mínimo exigido para capas de base granular. El análisis estadístico mediante prueba t de Student y ANOVA confirmó diferencias significativas entre las mezclas evaluadas. Además, el análisis económico evidenció que la dosificación óptima presentó el menor costo unitario entre las alternativas técnicamente viables. Se concluye que la estabilización combinada constituye una alternativa eficiente y económicamente favorable para mejorar materiales granulares destinados a estructuras de pavimentos flexibles.

Palabras clave: Emulsión asfáltica CSS-1h; lechada de cemento; estabilización de suelos; base y subbase granular; índice de Carga de California.

Abstract

The limited availability of granular materials that meet the technical specifications for base and subbase layers poses a challenge in civil engineering, especially in regions of Peru such as Arequipa, where local resources must be optimized through stabilization techniques. The objective of this research was to evaluate the influence of CSS-1h asphalt emulsion modified with cement slurry on the mechanical properties of base and subbase mixtures sourced from the Cerro Colorado quarry. The study was conducted using a quantitative approach and a quasi-experimental design. Initially, the granular material was characterized through physical and mechanical tests, classifying it as GW-GM according to SUCS and A-1-a(0) according to AASHTO, with non-plastic behavior and adequate compliance with technical specifications for pavements. The results showed that the natural material had a CBR of 69% to 100% of the MDS, making it suitable only for subbase. Subsequently, independent dosages of CSS-1h asphalt emulsion and cement slurry were evaluated at proportions of 0.5%, 1.0%, and 2.0%, with 1.0% determined as the optimal individual content for both stabilizers. Based on these results, combined mixtures of CSS-1h asphalt emulsion and cement slurry were prepared, with the optimal dosage found to be a combination of 0.2% CSS-1h asphalt emulsion and 0.8% cement slurry, which achieved a CBR of 91.83% at 100% of the MDS, a value higher than the minimum required for granular base layers. Statistical analysis using Student's t-test and ANOVA confirmed significant differences among the evaluated mixtures. Furthermore, economic analysis showed that the optimal mixture had the lowest unit cost among the technically viable alternatives. It is concluded that combined stabilization constitutes an efficient and economically favorable alternative for improving granular materials intended for flexible pavement structures.

Keywords: CSS-1h asphalt emulsion, cement slurry, soil stabilization, granular base and subbase, California Bearing Ratio (CBR).