

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniera Civil



**Eficacia de la escoria de acero y concreto reciclado en el
tratamiento de subbases y bases en pavimentos flexibles**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Arnol Jhosef Mamani Jañari
Guido Geanfranco Paricahua Coila

Asesor:

Ing. Rina Luzmeri Yampara Ticona

Juliaca , agosto del 2026

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Rina Luzmeri Yampara Ticona, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniera Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Eficacia de la escoria de acero y concreto reciclado en el tratamiento de subbases y bases en pavimentos flexibles”** los autores Arnol Jhosef Mamani Jañari y Guido Geanfranco Paricahua Coila, tiene un índice de similitud de 14% 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 19 días del mes de agosto del año 2026



Ing. Rina Luzmeri Yampara Ticona

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Puno, Juliaca, Villa Chullunqueni, a 03 día(s) del mes de agosto del año 2014, las 9:30 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Juliaca, bajo la dirección de (de la) presidente(a)

Mg. Horacio Ruben Páez Lora, el (la) secretario(a): Dr. Edwin Porcel Escamilla y los demás miembros: Msc. Eder Mamani Llanos y el (la) asesor(a) Ing. Rina Laguna.

Yampara Zuma con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: Eficacia de la estoria de acero y concreto armado en el comportamiento de subbases y bases en pavimentos flexibles.

del(los) bachiller(es): a) Arnold Thomef Mamani Jauri
b) Guido Geofrancis Poncahua Gaito
c)

condocente a la obtención del título profesional de:

Ingeniero Civil

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a 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 absorbidas por el (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): Arnold Thomef Mamani Jauri

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	15	B-	Bueno	Muy Bueno

Bachiller (a): Guido Geofrancis Poncahua Gaito

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	15	B-	Bueno	Muy Bueno

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.

Presidente/a
Asesor/a

Bachiller (a)

Miembro
Bachiller (b)

Secretario/a
Miembro
Bachiller (c)

Eficacia de la escoria de acero y concreto reciclado en el tratamiento de subbases y bases en pavimentos flexibles

Arnol Jhosef Mamani Jañari ^a , Guido Geanfranco Paricahua Coila ^b 

^a Universidad Peruana Unión, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Perú, arnolmamani@upeu.edu.pe

^b Universidad Peruana Unión, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Perú, guido.paricahua@upeu.edu.pe

Abstract

This study evaluates the effectiveness of recycled concrete and steel slag in improving granular materials for use in base and subbase layers of flexible pavements. Material from the Mucra quarry was used as subbase, while a mixture of 85% Mucra and 15% crushed stone was used as base. Recycled concrete was incorporated at 10%, 15%, and 20%, including a combination with steel slag. Physical and mechanical properties, including gradation, plasticity index, sand equivalent, and California Bearing Ratio (CBR), were evaluated in accordance with the EG-2013 specifications of the Peruvian Ministry of Transport and Communications (MTC). Results show that the natural material presents limitations (CBR = 30.6%, PI = 9%, SE = 26%), while the addition of recycled concrete significantly improves its performance, achieving optimal values at 20% replacement (CBR = 46.1%, PI = 3%, SE = 37%) in subbase and up to 110.8% in base. The combination with steel slag improves performance compared to natural material (CBR = 45.3%), but does not exceed the results obtained with recycled concrete alone. It is concluded that recycled concrete is an effective material for improving granular layers, while steel slag acts as a complementary material depending on dosage.

Keywords: Recycled concrete; Steel slag; Granular base; Subbase, California Bearing Ratio and Plasticity index

Resumen

El presente estudio evalúa la eficacia del concreto reciclado y la escoria de acero en el mejoramiento de materiales granulares para su uso en capas de base y subbase en pavimentos flexibles. Se utilizó material de la cantera Mucra como subbase y una mezcla de 85% Mucra y 15% de piedra chancada como base, incorporando concreto reciclado en proporciones de 10%, 15% y 20%, así como una combinación con escoria de acero. Se analizaron propiedades físicas y mecánicas, incluyendo granulometría, índice de plasticidad, equivalente de arena y capacidad portante (CBR), en concordancia con la normativa EG-2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). Los resultados evidencian que el material natural presenta limitaciones asociadas a la presencia de finos activos (CBR = 30.6%, IP = 9%, EA = 26%), mientras que la incorporación de concreto reciclado mejora significativamente su comportamiento, alcanzando valores óptimos con 20% de reemplazo (CBR = 46.1%, IP = 3%, EA = 37%) en subbase y hasta 110.8% en base granular, superando los requisitos normativos. La combinación con escoria de acero mejora el desempeño respecto al material natural (CBR = 45.3%), aunque no supera los resultados obtenidos con concreto reciclado. Se concluye que el concreto reciclado constituye un material eficaz para la mejora de capas granulares conforme a la normativa vigente, mientras que la escoria de acero actúa como un complemento cuya efectividad depende de la dosificación.

Palabras clave: Concreto reciclado, escoria de acero, subbase granular, base granular, CBR e índice de plasticidad.