



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Uso del caucho de neumático reciclado en el asfalto para mejorar su  
rendimiento.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Laiza Urbano, Priscylla Sollanch ([orcid.org/0000-0001-6811-5785](https://orcid.org/0000-0001-6811-5785))

Nuñez Lopez, Carlos Renato ([orcid.org/0000-0002-8189-5146](https://orcid.org/0000-0002-8189-5146))

**ASESOR:**

Dr. Farfán Córdova, Marlon Gastón ([orcid.org/0000-0001-9295-5557](https://orcid.org/0000-0001-9295-5557))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**TRUJILLO – PERÚ**

**2023**

## DEDICATORIA

Esta investigación es dedicada a Dios, por ofrecernos la suficiente fuerza para culminar con nuestra labor, del mismo modo es dedicada a los docentes quienes se esmeraron en transmitirnos sus conocimientos para lograr nuestros objetivos.

Culminamos con nuestros padres, abuelos y hermanos por brindarnos su apoyo infinito durante la carrera, por su amor y motivación que día a día mostraron.

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestra casa de estudios la Universidad Cesar Vallejo por la acogida durante nuestra formación profesional, a nuestro docente asesor Dr. Farfán Córdova Marlon Gastón, por sus enseñanzas y consejos.

Y a nuestras familias por su apoyo incondicional para culminar con nuestra investigación

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, FARFAN CORDOVA MARLON GASTON, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Uso del caucho de neumático reciclado en el asfalto para mejorar su rendimiento.", cuyos autores son NUÑEZ LOPEZ CARLOS RENATO, LAIZA URBANO PRISCYLLA SOLLANCH, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 19 de Junio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
FARFAN CORDOVA MARLON GASTON DNI: 03371891 ORCID: 0000-0001-9295-5557	Firmado electrónicamente por: MFARFANC el 12-07- 2023 22:49:31

Código documento Trilce: TRI - 0545492



## DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR / AUTORES



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, NUÑEZ LOPEZ CARLOS RENATO, LAIZA URBANO PRISCYLLA SOLLANCH estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Uso del caucho de neumático reciclado en el asfalto para mejorar su rendimiento.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
CARLOS RENATO NUÑEZ LOPEZ DNI: 74499967 ORCID: 0000-0002-8189-5146	Firmado electrónicamente por: CNUNEZLO el 19-06- 2023 10:18:28
PRISCYLLA SOLLANCH LAIZA URBANO DNI: 70560542 ORCID: 0000-0001-6811-5785	Firmado electrónicamente por: PLAIZA el 19-06-2023 10:24:24

Código documento Trilce: TRI - 0545490

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
3.1.1. Tipo de investigación.....	11
3.1.2. Diseño de investigación.....	11
3.2. Variable y operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra y muestreo.....	12
3.3.1. Población.....	12
3.3.2. Muestra.....	12
3.3.3. Muestreo.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.4.1. Técnicas.....	13
3.4.2. Instrumentos.....	13
3.5. Procedimientos.....	13
3.6. Método de análisis de datos.....	15
3.7. Aspectos éticos.....	15
IV. RESULTADOS.....	16
V. DISCUSIÓN.....	32
VI. CONCLUSIONES.....	35
VII. RECOMENDACIONES.....	36
REFERENCIAS.....	37
ANEXOS.....	43

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Diseño de la investigación .....	11
<b>Tabla 2:</b> Numero de probetas para cada mezcla.....	12
<b>Tabla 3:</b> Resultados de ensayo granulométrico del agregado fino.....	16
<b>Tabla 4:</b> Resumen de resultados de ensayo granulométrico del agregado fino.....	16
<b>Tabla 5:</b> Resultados del ensayo granulométrico del agregado grueso. ....	17
<b>Tabla 6:</b> Resumen de resultados de ensayo granulométrico del agregado grueso. ....	18
<b>Tabla 7:</b> Determinación de las cantidades necesarias de agregado y asfalto.....	19
<b>Tabla 8:</b> Diseño de mezcla asfáltica del grupo patrón. ....	19
<b>Tabla 9:</b> Diseño de mezcla asfáltica del grupo experimental 1. ....	19
<b>Tabla 10:</b> Diseño de mezcla asfáltica del grupo experimental 2. ....	20
<b>Tabla 11:</b> Diseño de mezcla asfáltica del grupo experimental 3. ....	20
<b>Tabla 12:</b> Prueba de normalidad para el porcentaje de vacíos.....	25
<b>Tabla 13:</b> Prueba de Kruskal-Wallis para el porcentaje de vacíos. ....	25
<b>Tabla 14:</b> Prueba de Mann-Whitney entre GP y GE-1 para el porcentaje de vacíos.....	25
<b>Tabla 15:</b> Prueba de Mann-Whitney entre GP y GE-2 para el porcentaje de vacíos.....	26
<b>Tabla 16:</b> Prueba de Mann-Whitney entre GP y GE-3 para el porcentaje de vacíos.....	26
<b>Tabla 17:</b> Prueba de normalidad para el porcentaje de vacíos en el agregado mineral....	26
<b>Tabla 18:</b> Prueba de Kruskal-Wallis para el porcentaje de vacíos en el agregado mineral. .....	27
<b>Tabla 19:</b> Prueba de Mann-Whitney entre GP y GE-1 para el porcentaje de vacíos en el agregado mineral. ....	27
<b>Tabla 20:</b> Prueba de Mann-Whitney entre GP y GE-2 para el porcentaje de vacíos en el agregado mineral. ....	28
<b>Tabla 21:</b> Prueba de Mann-Whitney entre GP y GE-3 para el porcentaje de vacíos en el agregado mineral. ....	28
<b>Tabla 22:</b> Prueba de normalidad para el índice de flujo. ....	28
<b>Tabla 23:</b> Prueba de Kruskal-Wallis para el índice de flujo. ....	29
<b>Tabla 24:</b> Prueba de Mann-Whitney entre GP y GE-1 para el índice de flujo. ....	29
<b>Tabla 25:</b> Prueba de Mann-Whitney entre GP y GE-2 para el índice de flujo. ....	29
<b>Tabla 26:</b> Prueba de Mann-Whitney entre GP y GE-3 para el índice de flujo. ....	30
<b>Tabla 27:</b> Prueba de normalidad para la estabilidad.....	30
<b>Tabla 28:</b> Prueba Anova para la estabilidad. ....	30
<b>Tabla 29:</b> Comparaciones múltiples mediante la prueba HSD Tukey para la estabilidad.	31

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Curva granulométrica del agregado fino.....	17
<b>Figura 2:</b> Curva granulométrica del agregado grueso. ....	18
<b>Figura 3:</b> Comparación de porcentaje de vacíos en el grupo patrón y los grupos experimentales. ....	21
<b>Figura 4:</b> Comparación de porcentaje de vacíos en agregado mineral en el grupo patrón y los grupos experimentales. ....	22
<b>Figura 5:</b> Comparación de índice de flujo en el grupo patrón y los grupos experimentales. .....	23
<b>Figura 6:</b> Comparación de estabilidad en el grupo patrón y los grupos experimentales...	24

## **RESUMEN**

El uso de materiales reciclados es vital como parte de una alternativa de solución a los problemas ambientales actuales y más aún si al usarlo nos brinda una mejora en el uso de dicho material por ello se tuvo como objetivo general, demostrar el rendimiento que tiene el asfalto al agregar el caucho de neumático reciclado, utilizando el método Marshall y luego el software estadístico SPSS. El estudio analizo la eficiencia de usar caucho de neumático reciclado en el asfalto, en porcentajes de 3%, 5% y 7% respectivamente.

Mostrando una considerable y favorable variación en los resultados con agregado de 3% de caucho de neumático reciclado, dando una disminución de 0.7% en el porcentaje de vacío mineral y aumento de 1.7mm en el índice de flujo. Se llego a la conclusión que con esta dosificación del 3%, se obtiene una mezcla asfáltica estable que nos ofrecerá una mayor durabilidad y estabilidad para el pavimento logrando así prolongar su deterioro soportando un tránsito vehicular mediano (NT1 0 NT2).

**Palabras clave:** Caucho de neumático reciclado, mezcla asfáltica, adición.

## **ABSTRACT**

The use of recycled materials is vital as part of an alternative solution to current environmental problems and even more so if using it gives us an improvement in the use of said material, for this reason the general objective was to demonstrate the performance of asphalt. by adding the recycled tire rubber, using the Marshall method and then the SPSS statistical software. The study analyzed the efficiency of using recycled tire rubber in the asphalt, in percentages of 3%, 5% and 7% respectively.

Showing a considerable and favorable variation in the results with the addition of 3% recycled tire rubber, giving a decrease of 0.7% in the mineral void percentage and an increase of 1.7mm in the flow index. It was concluded that with this dosage of 3%, a stable asphalt mixture is obtained that will offer us greater durability and stability for the pavement, thus prolonging its deterioration by supporting medium vehicular traffic (NT1 or NT2).

**Keywords:** Recycled tire rubber, asphalt mix, addition.