

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Análisis comparativo del desempeño de morteros  
asfálticos recortados y emulsión asfáltica como  
sellantes de juntas de pavimentos rígidos, Huancayo,  
2023**

Brahan Amilcar Vargas Quispe

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil

Huancayo, 2024

## INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : FELIPE GUTARRA MEZA  
Decano de la Facultad de Ingeniería

DE : Augusto Elías García Corzo  
Asesor de trabajo de investigación

ASUNTO: Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación  
FECHA : 24 de agosto de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DESEMPEÑO DE MORTEROS ASFÁLTICOS RECORTADOS Y EMULSIÓN ASFÁLTICA COMO SELLANTES DE JUNTAS DE PAVIMENTOS RÍGIDOS HUANCAYO 2023**", perteneciente **Bach. BRAHAN AMILCAR VARGAS QUISPE**, de la E.A.P. de Ingeniería Civil; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 20 % de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI  NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores  
(Nº de palabras excluidas: 20) SI  NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI  NO

En consecuencia, se determina que la tesis constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,

## ÍNDICE

PORTADA .....	I
AGRADECIMIENTOS .....	II
DEDICATORIA .....	III
ÍNDICE.....	IV
LISTA DE FIGURAS .....	VIII
LISTA DE TABLAS .....	X
RESUMEN .....	XII
ABSTRACT .....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XIV
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	16
1.1 Planteamiento del Problema .....	16
1.2 Formulación del Problema .....	18
1.2.1 Problema General.....	18
1.2.2 Problemas Específicos.....	18
1.3 Objetivo general .....	19
1.3.1 Objetivos específicos .....	19
1.4 Justificación e importancia.....	19
1.4.1 Justificación práctica.....	19
1.4.2 Justificación teórica.....	19
1.4.3 Importancia .....	20
1.5 Delimitación de la investigación .....	20
1.5.1 Delimitación espacial .....	20
1.5.2 Delimitación temporal.....	20
1.5.3 Delimitación conceptual.....	20
1.6 Hipótesis y descripción de variables .....	20
1.6.1 Hipótesis General .....	20
1.6.2 Hipótesis Específicas .....	21
1.7 Variables.....	21
1.7.1 Variable Independiente .....	21

1.7.2	Variables Dependientes.....	21
1.8	Operacionalización.....	21
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....		23
2.1	Antecedentes del Problema .....	23
2.1.1	Antecedentes Nacionales.....	23
2.1.2	Antecedentes Internacionales.....	26
2.2	Bases Teóricas.....	28
2.2.1	Pavimento rígido .....	28
2.2.2	Juntas de pavimentos rígidos.....	34
2.2.3	Tipos de componentes para morteros asfálticos.....	38
2.3	Definición de Términos Básicos .....	40
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....		42
3.1	Métodos y alcance de la investigación .....	42
3.1.1	Método de Investigación .....	42
3.1.2	Tipo .....	42
3.1.3	Nivel.....	43
3.1.4	Diseño de la investigación.....	43
3.2	Población y muestra .....	43
3.2.1	Población.....	43
3.2.2	Muestra.....	43
3.3	Técnicas de recolección de datos .....	44
3.4	Instrumento de análisis de datos.....	44
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		45
4.1	Materiales para diseño de morteros asfálticos.....	45
4.1.1	Agregados finos para diseño mortero.....	45
4.1.2	Caracterización de emulsión y asfaltos recortados.....	50
4.2	Diseño de morteros asfálticos.....	54
4.2.1	Diseño de emulsión asfáltica / CSS-1h .....	54

4.2.2	Diseño de asfalto recortado / RC-250 .....	58
4.2.3	Diseño de asfalto recortado / MC-30 .....	59
4.3	Análisis asfalto recortado RC-250 / OE1 .....	61
4.3.1	Viscosidad Rotacional por temperatura .....	61
4.3.2	Adherencia por Placa Vialit .....	63
4.3.3	Resistencia al corte cizallamiento .....	65
4.4	Análisis asfalto recortado MC-30 / OE2 .....	69
4.4.1	Viscosidad Rotacional por temperatura .....	69
4.4.2	Adherencia por Placa Vialit .....	71
4.4.3	Resistencia al corte cizallamiento .....	73
4.5	Análisis emulsión asfáltica CSS-1h / OE3 .....	77
4.5.1	Viscosidad Rotacional por temperatura .....	77
4.5.2	Adherencia por Placa Vialit .....	79
4.5.3	Resistencia al corte cizallamiento .....	81
4.6	Comparativo desempeño morteros asfálticos / OG .....	85
4.6.1	Viscosidad Rotacional por temperatura .....	85
4.6.2	Adherencia por Placa Vialit .....	86
4.6.3	Resistencia al corte cizallamiento .....	87
4.7	Análisis estadístico .....	88
4.7.1	Viscosidad (empleando emulsión asfáltica CSS-1h).....	88
4.7.2	Adherencia (empleando asfalto recortado MC-30).....	93
4.7.3	Tensión tangencial (empleando emulsión asfáltica CSS-1h).....	97
4.7.4	Tensión tangencial (empleando asfalto recortado RC-250).....	101
4.7.5	Tensión tangencial (empleando asfalto recortado MC-30).....	105
4.8	Discusión De Resultados.....	109
4.8.1	Morteros asfálticos recortado y emulsión asfáltica .....	109
4.8.2	Asfalto Recortado tipo RC – 250 .....	110
4.8.3	Asfalto Recortado tipo MC – 30 .....	111

4.8.4 Emulsión Asfáltica tipo CSS-1H.....	112
4.9 Prueba de hipótesis.....	113
4.9.1 El RC – 250 mejora en un 30% las propiedades físico-mecánicas .....	113
4.9.2 El MC – 30 mejora en un 20% las propiedades físico-mecánicas .....	114
4.9.3 El CSS-1H mejora en un 35% las propiedades físico-mecánicas .....	115
CONCLUSIONES.....	116
RECOMENDACIONES .....	118
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	119
ANEXOS .....	123
ANEXO 1. PANEL FOTOGRÁFICO .....	123
ANEXO 2. CERTIFICADOS.....	159
ANEXO 3. MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	179

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fisuras en el pavimento rígido en la AV. Circunvalación; Juliaca (Puno).....	18
Figura 2: Elementos de la sección transversal de la calzada de grava .....	28
Figura 3: Diagrama de flujo del procedimiento empírico mecanicista .....	32
Figura 4: Unión de contracción transversal.....	36
Figura 5: Junta de construcción transversal .....	36
Figura 6: Junta de dilatación transversal.....	37
Figura 7: Junta de contracción longitudinal .....	37
Figura 8 : Tipo de emulsión .....	38
Figura 9 : Composición de emulsión.....	38
Figura 10: Curva granulométrica – agregado fino .....	47
Figura 11: Curva granulométrica – Cal hidratada.....	49
Figura 12: Ensayo de consistencia – Emulsión asfáltica CSS-1h .....	56
Figura 13: Óptimo contenido de emulsión – Emulsión asfáltica CSS-1h.....	58
Figura 14: Gráfica de la viscosidad Rotacional RC–250 (mPa.s).....	63
Figura 15: Gráfica de la adherencia por Placa Vialit RC–250 (%).....	65
Figura 16: Gráfica de cargas máximas con RC–250 (kg).....	67
Figura 17: Gráfica de resistencia a la tensión tangencial RC–250 (MPa).....	68
Figura 18: Gráfica de la viscosidad Rotacional MC–30 (mPa.s).....	71
Figura 19: Gráfica de la adherencia por Placa Vialit MC–30 (%).....	73
Figura 20: Gráfica de cargas máximas con MC–30 (kg).....	75
Figura 21: Gráfica de resistencia a la tensión tangencial MC–30 (MPa).....	76
Figura 22: Gráfica de la viscosidad Rotacional CSS-1h (mPa.s).....	79
Figura 23: Gráfica de la adherencia por Placa Vialit CSS-1h (%).....	81
Figura 24: Gráfica de cargas máximas con CSS–1h (kg).....	83
Figura 25: Gráfica de resistencia a la tensión tangencial CSS–1h (MPa).....	84
Figura 26: Gráfica Comparativa de la Viscosidad Rotacional (mPa.s).....	85
Figura 27: Gráfica Comparativa de la adherencia por Placa Vialit (%).....	86

Figura 28: Gráfica Comparativa de resistencia a tensión tangencial (MPa) .....	87
Figura 29: Gráfica de cajas para Viscosidad (CSS-1h).....	91
Figura 30: Diagrama de burbujas para Viscosidad (CSS-1h) .....	92
Figura 31 : Gráfica de cajas para Adherencia (MC-30) .....	96
Figura 32: Diagrama de burbujas para Adherencia (MC-30).....	97
Figura 33 : Gráfica de cajas para Tensión tangencial (CSS-1H).....	100
Figura 34: Diagrama de burbujas para Tensión tangencial (CSS-1H).....	101
Figura 35 : Gráfica de cajas para Tensión tangencial (RC-250) .....	104
Figura 36: Diagrama de burbujas para Tensión tangencial (RC-250).....	105
Figura 37 : Gráfica de cajas para Tensión tangencial (MC-30) .....	108
Figura 38: Diagrama de burbujas para Tensión tangencial (MC-30).....	109



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de las variables.....	22
Tabla 2: Especificaciones para emulsiones catiónicas.....	39
Tabla 3: Especificaciones para asfalto recortado por curado rápido.....	39
Tabla 4: Especificaciones para asfalto recortado por curado medio.....	40
Tabla 5: Especificaciones granulométricas para agregados finos por Tipo.....	45
Tabla 6: Resultados del análisis granulométrico – Tipo III.....	46
Tabla 7: Resultados del análisis granulométrico Filler – Tipo III.....	48
Tabla 8: Equivalente de arena – Mortero asfáltico.....	49
Tabla 9: Resistencia a los sulfatos – Mortero asfáltico.....	50
Tabla 10: Ficha Técnica – Emulsión asfáltica CSS- 1h.....	51
Tabla 11: Ficha técnica – Asfalto recortado RC - 250.....	52
Tabla 12: Ficha técnica – Asfalto recortado MC - 30.....	53
Tabla 13: Prueba de mezclado manual – Emulsión asfáltica CSS-1h.....	54
Tabla 14: Ensayo consistencia con cono – Emulsión asfáltica CSS-1h.....	55
Tabla 15: Prueba de abrasión húmeda – Emulsión asfáltica CSS-1h.....	56
Tabla 16: Prueba de exudación del asfalto – Emulsión asfáltica CSS-1h.....	57
Tabla 17: Óptimo contenido RC–250 / Por gradación granulométrica.....	59
Tabla 18: Óptimo contenido MC–30 / Por gradación granulométrica.....	60
Tabla 19: Viscosidad Rotacional RC–250 (mPa.s).....	61
Tabla 20: Adherencia Placa Vialit RC–250 (%).....	64
Tabla 21: Carga Máxima resultante con RC–250 (kg).....	66
Tabla 22: Resistencia al corte por tensión tangencial RC–250 (MPa).....	67
Tabla 23: Viscosidad Rotacional MC–30 (mPa.s).....	69
Tabla 24: Adherencia Placa Vialit MC–30 (%).....	72
Tabla 25: Carga Máxima resultante con MC–30 (kg).....	74
Tabla 26: Resistencia al corte por tensión tangencial MC–30 (MPa).....	75
Tabla 27: Viscosidad Rotacional CSS-1h (mPa.s).....	77

Tabla 28: Adherencia Placa Vialit CSS-1h (%).....	80
Tabla 29: Carga Máxima resultante con CSS-1h (kg) .....	82
Tabla 30: Resistencia al corte por tensión tangencial CSS–1h (MPa) .....	83
Tabla 31: Detallado estadístico para Viscosidad (CSS-1h).....	88
Tabla 32: Distribución paramétrica para Viscosidad (CSS-1h) .....	91
Tabla 33: Prueba bivariada para Viscosidad (CSS-1h) .....	92
Tabla 34: Detallado estadístico para Adherencia (MC-30).....	93
Tabla 35: Distribución paramétrica para Adherencia (MC-30) .....	95
Tabla 36: Prueba bivariada para Adherencia (MC-30) .....	96
Tabla 37: Detallado estadístico para Tensión tangencial (CSS-1H) .....	97
Tabla 38: Distribución paramétrica para Tensión tangencial (CSS-1H).....	99
Tabla 39: Prueba bivariada para Tensión tangencial (CSS-1H).....	100
Tabla 40: Detallado estadístico para Tensión tangencial (RC-250).....	101
Tabla 41: Distribución paramétrica para Tensión tangencial (RC-250) .....	103
Tabla 42: Prueba bivariada para Tensión tangencial (RC-250) .....	104
Tabla 43: Detallado estadístico para Tensión tangencial (MC-30).....	105
Tabla 44: Distribución paramétrica para Tensión tangencial (MC-30).....	107
Tabla 45: Prueba bivariada para Tensión tangencial (MC-30) .....	108

## RESUMEN

Las mezclas bituminosas elaboradas a temperatura ambiente, a partir de un asfalto recortado con disímiles compuestos, pueden llegar a presentar un comportamiento físico adverso, lo que genera un efecto directo sobre su durabilidad en las juntas de pavimentos rígidos. Por lo que, en la presente investigación, se plantea por objetivo principal el determinar un análisis comparativo del desempeño de morteros asfálticos recortados y emulsión asfáltica como sellantes de juntas de pavimentos rígidos.

El desarrollo sobre el análisis comparativo entre la emulsión asfáltica y los asfaltos recortados RC-250 y MC-30 se basan en establecer su comportamiento característico a la viscosidad rotacional ante un diferencial de temperatura, la adherencia por placa Vialit y finalmente su resistencia al corte ante una variación en el contenido de ligante propio de cada una de las mezclas diseñadas. Tratando de encontrar un diferencial entre cada uno de los compuestos que recorta el ligante asfáltico en sus propiedades características a través de la mezcla con el agregado fino que consigue conformar el mortero asfáltico.

Bajo el estricto cumplimiento de los objetivos planteados, para establecer el mortero asfáltico que permita brindar una mayor protección en las juntas del pavimento rígido. Se llega a la conclusión de que los asfaltos recortados tipo RC-250 y MC-30 presentan hasta 5.0% en promedio mayor adherencia que la emulsión asfáltica tipo CSS-1h. Aunque la emulsión asfáltica consiguió presentar una mayor resistencia al corte por cizallamiento hasta 25.0% superior a los morteros asfálticos recortados tipo RC-250 y MC-30. Finalmente se encontró también una mayor viscosidad rotacional característica de la emulsión asfáltica tipo CSS-1h, por lo que se determina una diferencia a favor de los morteros asfálticos elaborados con este tipo de material.

**PALABRAS CLAVE:** Morteros asfálticos, asfaltos recortados, emulsión, viscosidad rotacional, resistencia al corte, adherencia

## **ABSTRACT**

Bituminous mixtures developed at room temperature from cut asphalt with dissimilar compounds may present adverse physical behavior, which has a direct effect on its durability in rigid pavement joints. Therefore, in the present investigation, the main objective is to determine a comparative analysis of the performance of cut asphalt mortars and asphalt emulsion as joint sealants for rigid pavements.

The development on the comparative analysis between the asphalt emulsion and the cut asphalts RC-250 and MC-30 are based on establishing their characteristic behavior to the rotational viscosity before a temperature differential, the adherence by Vialit plate and finally its resistance to cutting before a variation in the binder content of each of the designed mixtures. Trying to find a differential between each of the compounds that trims the asphalt binder in its characteristic properties through the mixture with the fine aggregate that manages to form the asphalt mortar.

Under strict compliance with the proposed objectives, to establish the asphalt mortar that allows to provide greater protection in the joints of the rigid pavement. It is concluded that the cut asphalts type RC-250 and MC-30 present up to 5.0% greater adherence on average than the asphalt emulsion type CSS-1h. Although the asphalt emulsion managed to present a greater resistance to shearing up to 25.0% higher than the cut asphalt mortars type RC-250 and MC-30. Finally, a higher rotational viscosity characteristic of the CSS-1h type asphalt emulsion was also found, which is why a difference is determined in favor of the asphalt mortars made with this type of material.

**KEYWORDS:** Asphalt mortars, cut asphalts, emulsion, rotational viscosity, shear strength, adherence