

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

**INFLUENCIA DE LAS FIBRAS ACRÍLICAS DE
ALTA TENACIDAD EN LAS PROPIEDADES
MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN
CALIENTE EN VÍAS URBANAS**

PRESENTADO POR:

Bach. PERALES CHUCO, Jesus Arbildo

Línea de Investigación Institucional:

Transporte y Urbanismo

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2019

ASESORES:

DR. VIERA PERALTA, DEYBE EYVN

ASESOR METODOLÓGICO

ING. FABIAN BRAÑEZ, ALCIDES LUIS

ASESOR TEMÁTICO

DEDICATORIA

Dedicado a mi Mamá Lidia y demás familiares por el apoyo incondicional que mostraron hacia mi persona para así poder culminar satisfactoriamente mis estudios universitarios.

AGRADECIMIENTO

A Dios por protegerme cada día de mi vida, a la UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES por acogerme en sus aulas,

A mi madre y mis hermanas por el apoyo que me brindan para seguir adelante.

A mis asesores Dr. Viera Peralta Deybe Eryn y el Ing. Fabian Brañez Alcides Luis por el tiempo, esfuerzo y dedicación hacia mi persona y mi trabajo de investigación.

A toda la plana docente que estuvo presente durante mi formación profesional.

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

**DR. CASIO AURELIO TORRES LÓPEZ
PRESIDENTE**

ING. RANDO PORRAS OLARTE

ING. JUSTO CLAUDIO RODAS ROMERO

ING. ANSHIE JOSSELYN WISMANN MANRIQUE

**MG. MIGUEL ANGEL CARLOS CANALES
SECRETARIO DE DOCENTE**

ÍNDICE DE CONTENIDO

ASESORES:	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS	VI
ÍNDICE DE CONTENIDO	VII
LISTA DE FIGURAS	XII
LISTA DE TABLAS.....	XIV
RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVI
INTRODUCCIÓN.....	XVII
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.2.1. Problema General	4
1.2.2. Problemas Específicos	4
1.3. JUSTIFICACIÓN	4
1.3.1. Justificación Social o Práctica.....	4
1.3.2. Justificación Metodológica.....	5
1.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.4.1. Espacial.....	5
1.4.2. Temporal	6
1.4.3. Económica.....	6
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	6

1.6.1. Objetivo General.....	6
1.6.2. Objetivos Específicos.....	6
CAPÍTULO II	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. ANTECEDENTES	7
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	7
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	22
2.2. MARCO CONCEPTUAL	35
2.2.1. Fibras Textiles	35
2.2.2. Fibras Naturales.....	35
2.2.3. Fibras de Rayón Viscosa.....	36
2.2.4. Fibras Sintéticas.....	37
2.2.5. Propiedades Geométricas y Otras Propiedades Físicas de las Fibras Acrílicas	38
2.2.6. Fibras Poliacrilonitrílicas (PAC).....	40
2.2.7. Fibras Acrilonitrílicas	40
2.2.8. Fibra Acrílica	40
2.2.9. Propiedades de la Fibra Acrílica	42
2.2.10. Mezclas Asfálticas	43
2.2.11. Características de las Mezclas Asfálticas	44
2.2.12. Mezclas Densas en Caliente (MDC).....	45
2.2.13. Calidad de Mezcla Densa en Caliente (MDC)	47
A. Resistencia.....	47
2.2.14. Pavimentos y Revestimientos Asfálticos.....	48
2.2.15. Capas estructurales.....	48
2.2.16. Métodos de diseño.....	48
2.2.17. Método De Diseño Marshall.....	48
A. Antecedentes	48
B. Propósito	49
2.2.18. Determinación de la estabilidad y el flujo	49
2.2.19. Clasificación de las Mezclas Asfálticas en Caliente.....	50
2.2.20. Diseño de la Mezcla Asfáltica.....	50

A. Especificaciones Generales	51
2.2.21. Diseño de Mezclas Asfálticas	51
2.2.22. Hormigón Reforzado con Fibras (HRF)	52
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	52
2.4. HIPÓTESIS.....	53
2.4.1. Hipótesis General	53
2.4.2. Hipótesis Específicas	53
2.5. VARIABLES.....	54
2.5.1. Definición conceptual de la variable	54
2.5.2. Definición operacional de la variable.....	54
2.5.3. Operacionalización de variables	55
CAPÍTULO III	56
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	56
3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	56
3.1.1. Método General	56
3.1.2. Métodos Específicos	56
3.2. TIPO DE LA INVESTIGACIÓN.....	57
3.3. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.....	57
3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	57
3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA	57
3.5.1. Población.....	57
3.5.2. Muestra.....	57
3.6. TIPO DE MUESTREO	57
3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	58
3.7.1. Técnicas de recolección de datos.....	58
3.7.2. Instrumentos de recolección de datos.....	58
3.8. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	58
CAPÍTULO IV.....	59

RESULTADOS.....	59
4.1. RESULTADOS DE LABORATORIO MEDIANTE TABLAS Y GRÁFICOS	59
4.1.1. Resultados de los indicadores según laboratorio	59
a) MTC E 204. Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos.....	59
4.1.2. Resultados de análisis granulométrico de agregados gruesos y finos .	61
4.1.3. Resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato marshall (ASTM D-1559) (MTC-E 504)	62
A. Resultados de resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato marshall para diseño convencional	71
B. Resultados de resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato marshall para diseño convencional con fibra acrílica al 0.1%.....	72
C. Resultados de resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato marshall para diseño convencional con fibra acrílica al 0.3%.....	72
D. Resultados de resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato marshall para diseño convencional con fibra acrílica al 0.5%.....	73
4.1.4. Diseño de mezclas asfálticas (AASHTO T-283).....	73
A. Ensayo de tracción indirecta	73
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	75
4.2.1. Contrastación de Hipótesis General.....	75
4.2.2. Contrastación de hipótesis específicas.....	78
CAPÍTULO V.....	87
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	87
CONCLUSIONES.....	96
RECOMENDACIONES.....	97
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
ANEXOS.....	100
Anexo 1 Matriz de consistencia	101

Anexo 2 Certificados de laboratorio para ensayo convencional	103
Anexo 3 Certificados de laboratorio para ensayo convencional con adición de fibra acrílica de alta tenacidad al 0.1%, 0.3% y 0.5%	113
Anexo 4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA FIBRA ACRÍLICA.....	137
Anexo 5 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	139
Anexo 6 Panel fotográfico.....	142

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localizacion de la investigación.....	5
Figura 2. Balanza para pesar los agregados	60
Figura 3. Tamizado de agregado grueso	61
Figura 4. Curva granulométrica de agregado grueso y agregado fino.	62
Figura 5. Agregado grueso y fino listo para su peso respectivo.....	63
Figura 6. Pesado de agregado grueso y agregado fino	64
Figura 7. Pesado de fibra acrílica de alta tenacidad	64
Figura 8. Peso de agregados y fibra acrílica para ensayo marshall.....	65
Figura 9. Calentamiento de moldes y agregados adicionado PEN y fibra acrílica	65
Figura 10. Control del peso de PEN sobre los agregados	66
Figura 11. control de temperatura de la mezcla asfáltica.....	66
Figura 12. se procede a llenar la mezcla asfáltica en el molde de.....	67
Figura 13. Compactación de mezcla asfáltica a 75 golpes de cada lado.....	67
Figura 14. Obtención de todas las briquetas realizadas para la tesis	68
Figura 15. Peso en seco de briqueta	68
Figura 16. Peso en agua de briqueta	69
Figura 17. Colocación de briquetas en baño maria a 60°C de temperatura.....	69
Figura 18. Rotura de briquetas en maquina Marshall y lectura de	70
Figura 19. Rotura de briquetas en su totalidad	70
Figura 20. Colocación de muestras en bolsa de plástico	74
Figura 21. Colocación de muestras en un congelador	74
Figura 22. Colocación de briquetas en baño maria a 60°C de temperatura.....	74
Figura 23. Rotura de briquetas en maquina Marshall y lectura de	75
Figura 24. Porcentaje de fibra acrílica vs estabilidad	77
Figura 25. Porcentaje de fibra acrílica vs flujo.....	77
Figura 26. Porcentaje de fibra acrílica vs indice de rigidez	78
Figura 27. Porcentaje de fibra acrílica vs estabilidad	79
Figura 28. Porcentaje de fibra acrílica vs estabilidad	80
Figura 29. Porcentaje de fibra acrílica vs Flujo	81
Figura 30. Porcentaje de fibra acrílica vs flujo.....	82
Figura 31. Resultados del ensayo de traccion indirecta.....	85

Figura 32.Peso unitario vs cemento asfáltico.....	88
Figura 33.Vacíos vs cemento asfáltico.....	88
Figura 34.VMA(%) VS Cemento Asfáltico.....	89
Figura 35.V.Llenados de C.A VS cemento asfáltico.....	90
Figura 36.Flujo(mm) vs cemento asfáltico	90
Figura 37.Estabilidad(kg) vs cemento asfáltico.....	91
Figura 38.Indice de rigidez vs cemento asfáltico.....	92
Figura 39.Estabilidad vs cemento asfaltico	93
Figura 40.Flujo vs cemento asfaltico.....	94
Figura 41.Ensayo de Tracción Indirecta.....	95

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Granulometrías típicas para mezclas densas en caliente	46
Tabla 2. Criterios de selección del cemento asfáltico	47
Tabla 3. Resultados del análisis granulométrico por tamizado	61
Tabla 4. Requisitos para mezcla de concreto bituminoso	71
Tabla 5. Resumen de resultados	71
Tabla 6. Resumen de resultados	72
Tabla 7. Resumen de resultados	72
Tabla 8. Resumen de resultados	73
Tabla 9. Resultados finales de estabilidad, flujo e índice de Rigidez – MAC convencional – Mac adicionado 0.1%, 0.3% y 0.5% de fibra acrílica del Ensayo Marshall.	76
Tabla 10. Resultado final de estabilidad – MAC convencional – Mac adicionado 0.1%, 0.3% y 0.5% de fibra acrílica del Ensayo Marshall.	79
Tabla 11. Resultado final de flujo – MAC convencional – Mac adicionado 0.1%, 0.3% y 0.5% de fibra acrílica del Ensayo Marshall.....	81
Tabla 12. Resultado final del Ensayo de Tracción Indirecta – MAC convencional – Mac adicionado 0.1%, 0.3% y 0.5% de fibra acrílica del Ensayo Marshall ...	83
Tabla 13. Resumen de Resultados	87
Tabla 14. Resumen de Resultados	92
Tabla 15. Resumen de Resultados	93
Tabla 16. Resultado final del Ensayo de Tracción Indirecta – MAC convencional – Mac adicionado 0.1%, 0.3% y 0.5% de fibra acrílica del Ensayo Marshall ...	95

RESUMEN

La investigación se formuló como problema general: ¿De que manera influye las fibras acrílicas de alta tenacidad las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente en las vías urbanas de la ciudad de Huancayo? el objetivo general fue: Determinar las propiedades mecánicas a la incorporación de las fibras acrílicas de alta tenacidad a la mezcla asfáltica en caliente en las vías urbanas de la ciudad de Huancayo, la hipótesis general fue: Las fibras acrílicas de alta tenacidad mejora las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente en vías urbanas de la ciudad de Huancayo.

El método general de la investigación fue el científico, tipo de investigación fue aplicada, con un nivel explicativo y un diseño experimental, la población estuvo conformado por los diseños de mezclas asfálticas en caliente con adiciones de fibras, empleadas en la construcción de pavimentos flexibles en la ciudad de Huancayo para el mejoramiento de vías y el tipo de muestreo fue el no probabilístico, fue conformado por 60 briquetas para cuatro tipos de mezcla asfáltica, una convencional (patrón–sin fibra acrílica) y tres que serán modificadas con la fibra acrílica (de 12 mm de largo); para la determinación del desempeño que tiene cada tipo de mezcla asfáltica.

Se concluyó que a la incorporación de fibras acrílicas de alta tenacidad en la mezcla asfáltica en caliente en un porcentaje optimo de 0.1% mejora las propiedades mecánicas, obteniendo un aumento en la estabilidad en 2.34%, el flujo aumenta en un 2.56%, el porcentaje de vacios se conserva en 4%, el peso unitario aumenta en un 1.76%, el Vacios de los agregados minerales se reduce en un 7.82%, los vacios de llenado asfaltico se reduce a 2.79% y el índice de rigidez aumenta en 1.69% respecto a los valores obtenidos en la mezcla asfaltica convencional.

Palabras claves: Fibras Acrílicas, Tenacidad, Mezcla Asfáltica y Vías.

ABSTRACT

The investigation was formulated as a general problem: How does the high tenacity acrylic fibers influence the mechanical properties of hot asphalt mixing on urban roads in the city of Huancayo? The general objective was: To determine the mechanical properties to the incorporation of high tenacity acrylic fibers to hot asphalt mixing in urban roads of the city of Huancayo, the general hypothesis was: High tenacity acrylic fibers improves mechanical properties of hot asphalt mixture on urban roads in the city of Huancayo.

The general method of the investigation was the scientist, type of research was applied, with an explanatory level and an experimental design, the population was formed by the designs of hot asphalt mixtures with fiber additions, used in the construction of flexible pavements in The city of Huancayo for the improvement of roads and the type of sampling was non-probabilistic, it was made up of 60 briquettes for four types of asphalt mixture, a conventional one (standard – without acrylic fiber) and three that will be modified with acrylic fiber (12 mm long); for the determination of the performance of each type of asphalt mixture.

It was concluded that the incorporation of high tenacity acrylic fibers in the hot asphalt mixture by an optimal percentage of 0.1% improves the mechanical properties, obtaining an increase in stability by 2.34%, the flow increases by 2.56%, the percentage of voids is conserved by 4%, the unit weight increases by 1.76%, the voids of the mineral aggregates are reduced by 7.82%, the voids of asphalt filling is reduced to 2.79% and the stiffness index increases by 1.69% to the values obtained in the conventional asphalt mixture.

Keywords: Acrylic Fibers, Tenacity, Asphalt Mix and Ways.

INTRODUCCIÓN

Los pavimentos flexibles están conformados por una capa asfáltica, la cual es el producto obtenido de la adición y mezclado uniforme de un cemento asfáltico en un agregado granular, en la cual, se pueden clasificar en mezclas densas en caliente y mezclas densas en frío. Por lo anterior, y por muchas otras causas la cantidad de vías en excelente estado del territorio peruano son muy pocas, debido a que los pavimentos muchas veces trabajan en condiciones extremas de diseño, y terminan por hacer fallar el pavimento antes del periodo para el cual se diseñó. Por consiguiente, para solucionar estos problemas se han realizado diversas investigaciones que buscan mejorar las capacidades físico – mecánicas de las mezclas asfálticas, adicionado a su composición polímeros o materiales de reciclaje que aumenten sus capacidades de resistencia y durabilidad, y sean amigables con el medio ambiente. A lo largo de dichas investigaciones se han planteado soluciones para que el comportamiento del asfalto mejore; que además de cumplir con sus funciones básicas de diseño, también aporte a mitigar los impactos y sea amigable con el medio ambiente incorporando a su composición diferentes materiales. (Clavijo Rey, 2014)

En el año 2019 y a la actualidad el 79.8% de los 27,065.79 de la Red Vial Nacional (RVN) se encuentra pavimentada, así también se cuenta con una proyección de 1,805.53 kilómetros de la Red Vial Nacional, lo cual se cuenta con 28,871.32 kilómetros de la Red Vial Nacional (RVN) total. (Provias Nacional, 2019).

La presente tesis busca la inclusión de la fibra acrílica de alta tenacidad para mejorar la estabilidad, flujo y el cambio de temperatura de la mezcla asfáltica en caliente, viendo la manera de mejorar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento, con una dosificación exacta de mezcla asfáltica – fibra acrílica de alta tenacidad y así ver su comportamiento frente a la estabilidad, flujo y cambio de temperatura. Los agregados fueron sacados de la cantera de Tres de diciembre, ubicado en la provincia de Chupaca y se adicionó la fibra acrílica de alta tenacidad.

Se presentan los siguientes capítulos:

Capítulo I: Problema de investigación, Planteamiento del problema, Formulación del problema, Problema general, Problemas específicos, Objetivos de la investigación, Objetivo general, Objetivos específicos, Justificación social, metodológica, Delimitación de la investigación, espacial, temporal, económico, Limitaciones de la investigación.

Capítulo II: Marco teórico, Antecedentes, Antecedentes internacionales, Antecedentes nacionales, Bases teóricas, Definición de términos básicos, Hipótesis, Hipótesis general, Hipótesis específicas, Variables

Capítulo III: Metodología de la investigación, Método de investigación, Tipo de investigación, Nivel de investigación, Diseño de investigación, Población y muestra, Tipo de muestreo, Técnicas e instrumentos de recolección de datos, Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Capítulo IV: Resultados, Descripción de los indicadores según laboratorio, Resultados por objetivos, Contratación de hipótesis.

Capítulo V: Discusión de resultados.

Finalmente se tiene las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos.

Bach. PERALES CHUCO, Jesus Arbildo