

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“EVALUACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA
Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PAVIMENTO EN LA AV.
CORONEL JUAN VALER SANDOVAL, DISTRITO DE CIUDAD
NUEVA – TACNA, 2024”**

PARA OPTAR:
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. JHONATAN MERMA ZAPANA
Bach. ELMER AMONEZ CHURA

TACNA – PERÚ
2026

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“EVALUACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA
Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PAVIMENTO EN LA AV.
CORONEL JUAN VALER SANDOVAL, DISTRITO DE CIUDAD
NUEVA – TACNA, 2024”**

Tesis sustentada y aprobada el 10 de Julio de 2026; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE : Dr. PEDRO VALERIO MAQUERA CRUZ

SECRETARIO : Mtro. MILTON CESAR GORDILLO MOLINA

VOCAL : Mtro. EDGAR HIPOLITO CHAPARRO QUISPE

ASESOR : Mtra. DINA MARLENE COTRADO FLORES

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Jhonatan Merma Zapana y Elmer Amonez Chura, egresados de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, perteneciente a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificados con DNI 71460188 y 44833040 respectivamente; del mismo modo, Dina Marlene Cotrado Flores con DNI N.º 00795268; declaramos, en nuestra calidad de autores y asesora, que:

1. Somos los autores de la tesis titulada: *Evaluación de la dosificación de mezcla asfáltica y su impacto en la calidad del pavimento en la Av. Coronel Juan Valer Sandoval, distrito de Ciudad Nueva – Tacna, 2024*, la cual presentamos para optar el Título Profesional de *Ingeniero Civil*.
2. La presente tesis es totalmente original y no ha incurrido en ningún tipo de plagio, ya sea total o parcial, habiéndose cumplido estrictamente con las normas de citación y referencia aplicables a todas las fuentes consultadas.
3. Los datos expuestos en los resultados son verídicos y no han sido alterados, duplicados ni copiados de ninguna otra fuente.

En consecuencia, asumimos ante *la Universidad* Privada de Tacna toda responsabilidad derivada de la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como de los derechos que se encuentren vinculados a la misma.

En consecuencia, nos comprometemos ante *la Universidad* y ante terceros a asumir cualquier perjuicio que pudiera originarse por el incumplimiento de lo aquí declarado o que se derive del contenido de la tesis, incluyendo cualquier obligación económica que deba ser satisfecha a favor de terceros como resultado de acciones legales, reclamaciones o controversias derivadas del incumplimiento de la presente declaración.

En caso de detectarse fraude, piratería, plagio, falsificación o la existencia de una publicación previa de la obra, asumimos íntegramente las consecuencias y sanciones que pudieran derivarse de dichos actos, cumpliendo de manera plena con la normativa vigente.

Tacna, 10 de Julio de 2026


Jhonatan Merma Zapana
DNI: 71460188


Dina Marlene Cotrado Flores
DNI: 00795268


Elmer Amonez Chura
DNI: 44833040

DEDICATORIA

Dedico esta tesis, en primer lugar, a Dios, por haberme dado la fortaleza y sabiduría necesarias para culminar mi carrera. A mi madre, por su amor incondicional, su apoyo constante y sus sabios consejos que me guiaron en cada paso. A mi padre, por su esfuerzo y sacrificio, que me inspiraron a seguir adelante. A mis hermanos, por su compañía y la alegría que siempre me brindaron. Todo lo que he alcanzado es también de ustedes, mi familia, quienes han sido mi mayor motivación y orgullo cada día.

Jhonatan Merma Zapana

DEDICATORIA

A mi madre, por ser mi mayor ejemplo de fortaleza, amor y dedicación. Gracias por tu inagotable apoyo, tus sabios consejos y por enseñarme que las metas se logran con esfuerzo y perseverancia, a mi hermana, por ser mi compañera incondicional, mi confidente y mi fuente de alegría en los momentos difíciles. Gracias por estar siempre a mi lado, brindándome tu cariño y aliento.

A mis amigos, quienes han sido mi soporte en este viaje, por compartir conmigo risas, momentos de reflexión y por creer en mí cuando lo necesitaba. Su amistad ha sido un pilar fundamental en este proceso.

A todos ustedes, les dedico este logro con toda mi gratitud.

Elmer Amonez Chura

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a mi padre, Alejandro Merma Barreda, y a mi madre, Sebastiana Zapana Vichata, por su amor, apoyo y confianza incondicional. A mis hermanos, José Gabriel Merma Zapana y Leonel Aldo Merma Zapana, por ser mi fuente de alegría y motivación.

Expreso también mi sincero agradecimiento a nuestra asesora, Mtra. Ing. Dina Marlene Cotrado Flores, por su orientación, apoyo y valiosas enseñanzas que hicieron posible la realización de este trabajo de investigación.

Asimismo, extendo mi gratitud a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Privada de Tacna (UPT), por compartir sus conocimientos y contribuir en mi formación profesional.

Jhonatan Merma Zapana

AGRADECIMIENTO

A mi madre, gracias por tu infinito amor, por ser mi guía y por enseñarme con tu ejemplo que la constancia y la dedicación son el camino hacia el éxito. Tu apoyo incondicional ha sido mi mayor fortaleza en cada paso de este proceso, a mi hermana, mi compañera de vida, por estar siempre a mi lado, brindándome tu cariño, tu ánimo y por hacer los momentos difíciles más llevaderos. Gracias por ser ese pilar de apoyo que nunca ha fallado.

A mi asesora de tesis Ing. Dina Marlene Cotrado Flores, por su invaluable orientación, paciencia y dedicación. Gracias por guiarme con tu sabiduría, por impulsarme a mejorar y por compartir tus conocimientos conmigo. Este trabajo no habría sido posible sin tu acompañamiento constante.

Elmer Amonez Chura

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	vi
INDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.1. Descripción del problema	3
1.2. Formulación del problema	5
1.2.1. Problema general.....	5
1.2.2. Problemas específicos	5
1.3. Justificación e Importancia	5
1.4. Objetivos	6
1.4.1. Objetivo General	6
1.4.2. Objetivos Específicos.....	6
1.5. Hipótesis	6
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes de la investigación	8
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	8
2.1.2. Antecedentes nacionales	10
2.1.3. Antecedentes locales	10
2.2. Bases Teóricas.....	11
2.2.1. Carpeta Asfáltica	11
2.2.2. Asfalto	11
2.2.3. Mezcla asfáltica	14
2.2.4. Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas para pavimentos	17
2.2.5. Pavimentos.....	19
2.2.5.1. Tipos de Pavimentos	20
2.3. Definición de términos	27
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	30
3.1. Diseño de la investigación	30

3.2.	Acciones y actividades	30
3.3.	Materiales y/o instrumentos.....	30
3.4.	Población y/o muestra de estudio.....	31
3.4.1.	Población	31
3.4.2.	Muestra	31
3.5.	Operacionalización de variables	32
3.6.	Técnicas de procesamiento y análisis estadístico	32
3.6.1.	Métodos estándar para la extracción cuantitativa de ligante asfáltico	32
CAPÍTULO IV: RESULTADOS		38
4.1.	Contenido de ligante asfáltico.....	38
4.2.	Características de la muestra ensayo granulométrico	39
4.3.	Relación entre dosificación y calidad del pavimento.....	46
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....		61
CONCLUSIONES		63
RECOMENDACIONES.....		65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		67
ANEXOS.....		69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables de investigación	32
Tabla 2. Porcentaje de agregado y porcentaje de asfalto para la Muestra N°01.....	38
Tabla 3. Porcentaje de agregado y porcentaje de asfalto para la Muestra N°02.....	38
Tabla 4. Porcentaje de agregado y porcentaje de asfalto para la Muestra N°03.....	39
Tabla 5. Porcentaje de agregado y porcentaje de asfalto para la Muestra N°04.....	39
Tabla 6. Porcentaje de agregado y porcentaje de asfalto para la Muestra N°05.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de investigación inicia en av. Sol y culmina en la av. Jorge Basadre Grohmann	3
Figura 2. Zona de investigación para extracción de muestras	4
Figura 3. Identificación de problemas en la carpeta asfáltica.....	4
Figura 4. Procesamiento del petróleo para la obtención del asfalto	12
Figura 5. Vista en microscopio de un asfalto	13
Figura 6. Modelo micelar de la composición química del asfalto	14
Figura 7. Recipiente extractor (método de ensayo A)	18
Figura 8. Equipo extractor (método de ensayo B).....	18
Figura 9. Estructura Básica de los Pavimentos Asfálticos.....	22
Figura 10. Estructura Básica de los Pavimentos Rígido	25
Figura 11. Estructura Básica de los Pavimentos Articulado	27
Figura 12. Av. Coronel Juan Valer Sandoval KM 0+000 (Av. Sol).	31
Figura 13. Peso de la muestra asfáltica inicial.	33
Figura 14. Agregando la muestra del agregado asfáltico en el equipo de extracción centrífuga.	33
Figura 15. Distribución de la muestra del agregado asfáltico en el equipo de extracción centrífuga.	34
Figura 16. Peso del papel filtro para el lavado centrífugado.....	34
Figura 17. Colocación del papel filtro para el lavado centrífugado.	35
Figura 18. Colocación de la tapa de equipo extractor centrífuga y ajustando los tornillos.....	35
Figura 19. Colocación del solvente Tricloroetileno para el lavado asfáltico.	36
Figura 20. Colocación de la muestra al horno luego del lavado asfáltico.	36
Figura 21. Peso de la muestra asfáltica sin el cemento asfáltico (betumen).	37
Figura 22. Ejecución del ensayo granulométrico para determinar las características de los materiales.	37
Figura 23. Análisis granulométrico por tamizado para la muestra M-01 ubicado en la progresiva KM 0+020.	40
Figura 24. Análisis granulométrico por tamizado para la muestra M-02 ubicado en la progresiva KM 0+120.	41
Figura 25. Análisis granulométrico por tamizado para la muestra M-03 ubicado en la progresiva KM 0+220.	42

Figura 26. Análisis granulométrico por tamizado para la muestra M-04 ubicado en la progresiva KM 0+320.	43
Figura 27. Análisis granulométrico por tamizado para la muestra M-05 ubicado en la progresiva KM 0+420.	44
Figura 28. Resumen de los porcentajes en la granulometría y porcentaje de asfalto .	45
Figura 29. Grafica de porcentaje de asfalto de todas las muestras extraídas.	45
Figura 30. Resultado por la formula empírica del instituto de asfalto KM 0+020.....	46
Figura 31 Resultado por la formula Método Moderno del instituto de asfalto KM 0+020	47
Figura 32. Comparación por las formula del instituto de asfalto y laboratorio KM 0+020	48
Figura 33. Resultado por la formula empírica del instituto de asfalto KM 0+120.....	49
Figura 34. Resultado por la formula Método Moderno del instituto de asfalto KM 0+120	50
Figura 35. Comparación por las formula del instituto de asfalto y laboratorio KM 0+120	51
Figura 36. Resultado por la formula empírica del instituto de asfalto KM 0+220.....	52
Figura 37. Resultado por la formula Método Moderno del instituto de asfalto KM 0+220	53
Figura 38. Comparación por las formula del instituto de asfalto y laboratorio KM 0+220	54
Figura 39. Resultado por la formula empírica del instituto de asfalto KM 0+320.....	55
Figura 40. Resultado por la formula Método Moderno del instituto de asfalto KM 0+320	56
Figura 41. Comparación por las formula del instituto de asfalto y laboratorio KM 0+320	57
Figura 42. Resultado por la formula empírica del instituto de asfalto KM 0+420.....	58
Figura 43. Resultado por la formula Método Moderno del instituto de asfalto KM 0+420	59
Figura 44. Comparación por las formula del instituto de asfalto y laboratorio KM 0+420	60

RESUMEN

La tesis titulada “Evaluación de la Dosificación de Mezcla Asfáltica y su Impacto en la Calidad del Pavimento en la Av. Coronel Juan Valer Sandoval, Distrito de Ciudad Nueva – Tacna, 2024” tuvo como objetivo evaluar la correcta dosificación de las mezclas asfálticas y su influencia en la calidad del pavimento flexible, determinando el contenido óptimo de asfalto ligante, las características de los agregados y el grado de cumplimiento con las normas ASTM y AASHTO, con el fin de garantizar la durabilidad y el buen desempeño estructural. La investigación fue de tipo no experimental y transversal, basada en la observación directa y en ensayos de laboratorio. Se extrajeron cinco muestras de la carpeta asfáltica en diferentes progresivas del tramo estudiado, las cuales fueron analizadas mediante el método estándar de extracción cuantitativa de ligante asfáltico con equipo centrífugo, utilizando solvente tricloroetileno. Se determinaron el porcentaje de contenido óptimo de asfalto y la granulometría de los agregados, comparando los resultados con los rangos establecidos por el Instituto del Asfalto y las normas ASTM D136. Los resultados mostraron que el contenido de asfalto varió entre 4,83 % y 5,32 %, dentro del rango permitido (3,5 %–7,0 %) pero con falta de homogeneidad. Solo una muestra alcanzó el valor óptimo recomendado (4.99%), evidenciándose deficiencias en la dosificación y control de calidad. Asimismo, los agregados no presentaron una adecuada gradación granulométrica, lo que afecta la durabilidad y resistencia del pavimento. Se concluye que las fallas y deterioros observados en la vía se deben a errores constructivos y a una dosificación inadecuada, recomendándose mejorar el control de calidad en el diseño y ejecución de mezclas asfálticas.

Palabras clave: Mezcla asfáltica; dosificación; pavimento flexible; contenido óptimo de asfalto; granulometría; control de calidad.

ABSTRACT

The thesis titled “Evaluation of Asphalt Mix Dosage and Its Impact on Pavement Quality on Av. Coronel Juan Valer Sandoval, Ciudad Nueva District – Tacna, 2024” aimed to assess the proper dosage of asphalt mixtures and its influence on the quality of flexible pavement, determining the optimal binder asphalt content, the characteristics of the aggregates, and the degree of compliance with ASTM and AASHTO standards, in order to ensure durability and adequate structural performance. The research was non-experimental and cross-sectional, based on direct observation and laboratory testing. Five samples of the asphalt layer were extracted from different stations along the studied section and analyzed using the standard quantitative extraction method for asphalt binder with a centrifugal extractor, employing trichloroethylene as the solvent. The optimal asphalt content and aggregate gradation were determined, comparing the results with the ranges established by the Asphalt Institute and ASTM D136 standards. The results showed that the asphalt content ranged from 4.83% to 5.32%, which falls within the permissible range (3.5%–7.0%) but lacked uniformity. Only one sample reached the recommended optimal value (4.99%), indicating deficiencies in dosage and quality control. Additionally, the aggregates did not exhibit proper gradation, affecting the durability and strength of the pavement. It was concluded that the failures and deterioration observed along the roadway were due to construction errors and inadequate mix dosage, and it is recommended to strengthen quality control during both the design and execution of asphalt mixtures.

Keywords: asphalt mix; dosage; flexible pavement; optimal asphalt content; gradation; quality control.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se centra en el análisis de la dosificación de la mezcla asfáltica y su influencia en la calidad del pavimento. En la actualidad, el diseño de mezclas asfálticas tiene como objetivo fundamental alcanzar propiedades volumétricas óptimas en la capa asfáltica, ya que estas determinan en gran medida el desempeño, durabilidad y resistencia de la superficie de rodadura a lo largo de su vida útil. Por ello, resulta esencial reproducir en el laboratorio las condiciones reales del campo bajo la acción del tránsito vehicular, con el fin de desarrollar mezclas que presenten un mejor comportamiento frente a las condiciones específicas de tráfico, carga y clima.

El diseño de una mezcla asfáltica requiere la selección adecuada de los agregados, considerando su calidad y granulometría, así como el tipo y la proporción del ligante asfáltico, en función de las condiciones ambientales y de servicio. Para lograr un pavimento de alto desempeño, es indispensable tener en cuenta las propiedades de los materiales, los procedimientos de diseño, la producción y la colocación de la mezcla, garantizando así una estructura uniforme, estable y duradera. Las mezclas asfálticas presentan la ventaja de adaptarse a diversos espesores estructurales y niveles de rigidez, lo que las hace idóneas para distintos tipos de vías.

La verificación de la composición de la mezcla se realizó mediante ensayos de extracción cuantitativa, con el propósito de determinar el porcentaje de asfalto y la granulometría de los áridos, comparando los resultados con los métodos de diseño establecidos por las normas ASTM y AASHTO.

La globalización y el constante avance tecnológico en la industria del asfalto han motivado la ejecución de este estudio, cuyo propósito es analizar la dosificación y calidad de la carpeta asfáltica de la carretera Av. Coronel Juan Valer Sandoval, en el tramo comprendido entre las progresivas 0+000 y 0+579, debido a la relevancia de esta vía para la conectividad de los distritos de Ciudad Nueva y Cercado Tacna. Esta investigación surge ante la detección de problemas técnicos y de diseño en la ejecución de la carpeta asfáltica, evidenciados mediante una inspección visual de daños.

La tesis se estructura en cinco capítulos: el Capítulo I aborda el problema de investigación, su formulación, justificación y objetivos; el Capítulo II desarrolla el marco teórico y los antecedentes relacionados con el tema; el Capítulo III detalla la metodología empleada, las técnicas e instrumentos utilizados; el Capítulo IV presenta los resultados obtenidos y su respectivo análisis; y el Capítulo V expone la discusión de

resultados. Finalmente, el trabajo concluye con las conclusiones y recomendaciones, que resumen los principales hallazgos y propuestas orientadas a mejorar la calidad de las mezclas asfálticas utilizadas en la infraestructura vial.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

El objetivo de este trabajo es realizar un análisis exhaustivo de la estructura de la carpeta asfáltica de la Av. Coronel Juan Valer Sandoval, específicamente en el tramo que abarca entre las Av. El Sol y Av. Jorge Basadre Grohmann como muestra en la Figura 1. Para ello, utilizaremos el Equipo Extractor Centrifuga para evaluar cómo se emplean los materiales en la construcción del pavimento asfáltico y verificar su dosificación adecuada.

En relación a la calidad de las mezclas asfálticas, es común observar que las características iniciales de un pavimento tienden a degradarse con el tiempo, ya sea por el uso continuo o por defectos en el proceso constructivo. Los pavimentos pueden sufrir daños tanto mecánicos como térmicos, lo que resulta en deformaciones y micro fisuras que eventualmente comprometen su estructura y permiten la infiltración de agua, provocando debilitamiento y deformaciones permanentes como manifiesta en la Figura 2.

Para abordar este problema, se han propuesto diversas soluciones de diseño, como aumentar el contenido de asfalto en las mezclas para mejorar la resistencia y reducir los vacíos. Sin embargo, un exceso de asfalto puede generar problemas como exudación y encarecimiento del producto final.

Figura 1

Localización del área de investigación inicia en av. Sol y culmina en la av. Jorge Basadre Grohmann



Figura 2*Zona de investigación para extracción de muestras*

Nota. Se puede apreciar que presenta baja resistencia a la fatiga, se forman grietas en forma de “piel de cocodrilo”.

El deterioro de los pavimentos se relaciona con la limitada capacidad de los materiales para soportar las tensiones y deformaciones generadas por el tránsito vehicular, las variaciones de temperatura y los movimientos de la subrasante. El tipo de falla que se manifiesta depende de la interacción entre estos factores.

Ante esta realidad, como muestra en la figura 3 se ha realizado la evaluación de la carpeta asfáltica para comprender sus propiedades y contenido de asfalto, con el objetivo de concienciar a las autoridades y a la población sobre la importancia de mantener la seguridad y el confort en las infraestructuras viales, reduciendo así el riesgo de grietas, deformaciones, desintegración y otros problemas en los pavimentos flexibles.

Figura 3*Identificación de problemas en la carpeta asfáltica*

Nota. Se puede apreciar que presenta desgaste y pérdida de agregados

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la correcta dosificación de las mezclas asfálticas y su impacto en la calidad del pavimento en la Av. Coronel Juan Valer Sandoval, Distrito de Ciudad Nueva – Tacna, en el año 2024?

1.2.2. Problemas específicos

Además, nos permitimos plantear los problemas específicos siguientes:

- a. ¿Qué resultados se obtienen al aplicar el equipo “Extractor Centrifugo” para comprobar el contenido óptimo de asfalto ligante?
- b. ¿Cuáles son las características del agregado utilizado en la carpeta asfáltica y cómo se puede asegurar que cumplan con los parámetros exigidos por las normas ASTM y AASHTO?
- c. ¿Qué alternativas se puede proponer para la obtención y uso del porcentaje de asfalto en las mezclas asfálticas que garanticen el buen comportamiento de las estructuras de carpeta asfáltica, considerando los costos de producción?

1.3. Justificación e Importancia

Este trabajo tiene como objetivo principal evaluar la calidad de la carpeta asfáltica en la Av. Coronel Juan Valer Sandoval, específicamente en el tramo que abarca entre las Av. El Sol y Av. Jorge Basadre Grohmann. El principal propósito es fortalecer la aplicación de conocimientos en el diseño de pavimentos flexibles con mezclas asfálticas, con el fin de ofrecer un documento de consulta que sirva como referencia para el desarrollo de futuros proyectos viales en la región.

Se reconocen varios factores que pueden provocar daños en la superficie de rodadura del pavimento, comprometiendo la seguridad, el confort y la continuidad del tránsito vehicular en dicha vía.

El proyecto está estructurado de manera que se abarquen los recursos humanos, materiales y equipos necesarios, así como los conceptos teóricos relevantes. Se detalla la metodología y los procedimientos utilizados en el desarrollo del proyecto. Posteriormente, se analizan los resultados obtenidos en el campo, incluyendo la granulometría de los agregados y la cantidad de asfalto presente en la carpeta asfáltica.

El propósito de esta investigación es observar las características mecánicas de la capa asfáltica y determinar el contenido óptimo de asfalto en relación al peso seco del

agregado. Esto permite evaluar cómo se encuentra el contenido de asfalto en comparación con el óptimo, considerando las posibles variaciones en las propiedades físicas de los materiales de cantera.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Evaluar la correcta dosificación de las mezclas asfálticas y su impacto en la calidad del pavimento en la Av. Coronel Juan Valer Sandoval, Distrito de Ciudad Nueva – Tacna, en el año 2024.

1.4.2. Objetivos Específicos

- a. Aplicar el equipo “Extractor Centrífugo” para comprobar el contenido óptimo de asfalto ligante.
- b. Determinar las características del agregado utilizado en la capa asfáltica y asegurar que cumplan con los parámetros exigidos por las normas ASTM y AASHTO.
- c. Proponer alternativas de obtención y uso del porcentaje de asfalto en las mezclas asfálticas que garanticen el buen comportamiento de las estructuras de carpeta asfáltica, considerando los costos de producción.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

La correcta dosificación de las mezclas asfálticas, siguiendo las especificaciones técnicas y normativas vigentes, mejorará significativamente la calidad del pavimento en la Av. Coronel Juan Valer Sandoval, resultando en una mayor durabilidad, resistencia y desempeño general del pavimento bajo diversas condiciones de exposición y servicio.

1.5.2. Hipótesis Específicas

- a. La utilización del equipo "Extractor Centrífugo" permitirá determinar con precisión el contenido óptimo de asfalto ligante y verificar la calidad del pavimento, cumpla con los estándares establecidos, lo que resultará de un pavimento de mayor durabilidad y resistencia.

- b. Los agregados utilizados en la capa asfáltica poseen características que cumplen con los parámetros establecidos por las normas ASTM y AASHTO, garantizando así un pavimento que cumple con los requisitos de calidad y rendimiento necesarios.
- c. La implementación de alternativas optimizadas para la obtención y uso del porcentaje de asfalto en las mezclas asfálticas permitirá mejorar el comportamiento estructural del pavimento, reduciendo costos de producción y mantenimiento sin comprometer la calidad y durabilidad del mismo.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

En el segundo capítulo se tocará temas de similitud en el ámbito Internacional y nacional, diversos estudios han demostrado que el contenido de bitumen desempeña un papel clave en la durabilidad de un pavimento. La correcta determinación de la cantidad de betún en las mezclas asfálticas en caliente, junto con una granulometría adecuada, influye directamente en la resistencia, durabilidad y propiedades físico-mecánicas del concreto asfáltico.

2.1.1. Antecedentes internacionales

Loayza et al. (2017) desarrollaron un artículo de investigación titulada “Comparación de métodos para la determinación del contenido de asfalto en mezclas asfálticas en caliente”, realizada en la Universidad de Costa Rica. El objetivo del estudio fue comparar la precisión y confiabilidad de diferentes métodos empleados para determinar el contenido de ligante asfáltico en mezclas asfálticas en caliente, entre ellos los métodos de extracción con solventes (centrífuga y reflujo) y los métodos de incineración mediante horno de resistencias e infrarrojo. La metodología consistió en la evaluación de muestras de mezclas asfálticas producidas en planta, a las cuales se les determinó el contenido de asfalto mediante los distintos métodos, para posteriormente comparar los resultados obtenidos con los valores de diseño. Los resultados evidenciaron que los métodos de incineración presentan mayor variabilidad, mientras que los métodos de extracción con solventes mostraron resultados más consistentes, aunque con ciertas limitaciones asociadas al tipo de agregado y al solvente utilizado. Finalmente, los autores concluyeron que la selección del método de determinación del contenido de asfalto influye directamente en la precisión del control de calidad de las mezclas asfálticas, recomendando una adecuada elección del procedimiento según las características del material y los recursos disponibles.

Zebua et al. (2025) desarrollaron una investigación titulada “Comparación del ensayo del contenido de asfalto: método centrífugo vs método de reflujo”, publicada en la Revista Kridatama Ciencia y Tecnología de la Universidad Ma’arif Nahdlatul Ulama Kebumen (Indonesia). El objetivo del estudio fue comparar la precisión y consistencia de los métodos de extracción por centrífuga y por reflujo para la determinación del contenido de asfalto en mezclas asfálticas en caliente tipo Asphalt Concrete–Binder Course (AC-BC). La metodología empleada fue de tipo experimental y cuantitativa,

utilizando muestras obtenidas de una Planta de Mezcla Asfáltica (AMP), las cuales fueron sometidas a ambos métodos de extracción conforme a las normas técnicas vigentes. Para cada método se evaluaron varias muestras, determinándose el contenido de asfalto y comparándose los resultados con el valor establecido en la Job Mix Formula (JMF). Los resultados evidenciaron que el método de reflujo presentó un contenido promedio de asfalto de 6,059 %, valor más cercano al contenido de diseño, mientras que el método centrífugo obtuvo un promedio de 5,986 %. Asimismo, se determinó que el método de reflujo ofrece mayor precisión y menor variabilidad, aunque requiere mayor tiempo de ensayo y presenta mayores riesgos operativos, mientras que el método centrífugo es más rápido, pero con menor exactitud. Finalmente, los autores concluyeron que la selección del método de extracción influye directamente en la confiabilidad del control de calidad de las mezclas asfálticas, recomendando el uso del método de reflujo en ensayos donde se requiera alta precisión.

Barreto et al. (2017) desarrollaron el trabajo titulado “Terminación del ensayo Marshall y determinación del contenido de bitumen en mezclas de pavimentación mediante el empleo de centrífuga (INV E-732-13)” en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC). El objetivo principal del estudio fue complementar el diseño Marshall de mezclas asfálticas con la determinación del contenido real de ligante bituminoso mediante el método de extracción por centrífuga, conforme a la normativa colombiana vigente. La metodología aplicada consistió en la ejecución del ensayo Marshall para la obtención de parámetros fundamentales como estabilidad, flujo y características volumétricas, seguido de la determinación del contenido de bitumen mediante el método de centrífuga, el cual permite separar el ligante del agregado para evaluar su porcentaje real en la mezcla. El procedimiento se desarrolló de acuerdo con la norma INV E-732-13, asegurando la repetibilidad y confiabilidad de los resultados obtenidos. Los resultados del estudio demostraron que la extracción por centrífuga constituye una herramienta eficaz para el control de calidad de mezclas asfálticas, ya que permite verificar la concordancia entre el contenido de ligante de diseño y el contenido real obtenido en laboratorio. Asimismo, los autores resaltaron la importancia de integrar ambos ensayos — Marshall y extracción por centrífuga — como parte del control integral de calidad en pavimentos flexibles. Finalmente, el estudio concluye que la aplicación adecuada del método de centrífuga contribuye significativamente a mejorar la confiabilidad del diseño de mezclas asfálticas y a prevenir fallas prematuras del pavimento, constituyéndose en un antecedente relevante para investigaciones orientadas a la determinación del contenido asfáltico y evaluación de mezclas en caliente.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Romero y Aracely (2023) desarrolló la investigación titulada “Las propiedades de bases estabilizadas y su relación con el uso de carpeta asfáltica reciclada en el Jr. Amistad del Puente Comuneros en Huancayo”, cuyo objetivo fue evaluar la influencia del uso de carpeta asfáltica reciclada (RAP) en las propiedades físicas y mecánicas de bases estabilizadas, poniendo especial atención al control del contenido de ligante asfáltico presente en el material reciclado. La metodología empleada incluyó un programa experimental de laboratorio, en el cual se realizaron ensayos de lavado asfáltico (extracción del ligante) con la finalidad de determinar el contenido real de asfalto adherido al material reciclado, previo a su incorporación en la base estabilizada. Dicho procedimiento permitió cuantificar el porcentaje de ligante residual y evaluar su influencia en la compactación, granulometría y comportamiento mecánico del material estabilizado. Complementariamente, se ejecutaron ensayos de granulometría post-lavado, compactación Proctor y CBR, comparando los resultados con materiales sin contenido asfáltico. Los resultados demostraron que el ensayo de lavado asfáltico es fundamental para el control de calidad del material reciclado, ya que permite conocer con precisión el contenido de ligante residual y evitar sobredosificaciones o deficiencias en el diseño de la estructura del pavimento. Asimismo, se evidenció que un adecuado control del contenido asfáltico contribuye a mejorar la capacidad portante y la estabilidad de la base estabilizada, reduciendo la susceptibilidad a la humedad y el riesgo de fallas prematuras. Finalmente, la autora concluyó que la aplicación sistemática del ensayo de lavado asfáltico constituye una herramienta clave para la correcta caracterización del RAP, permitiendo optimizar su uso en bases estabilizadas y garantizar un desempeño adecuado del pavimento flexible.

2.1.3. Antecedentes locales

Juarez *et al.* (2015) desarrolló la investigación de tesis titulada “Evaluación del diseño de la carpeta asfáltica en la carretera Tacna (Av. Los Ángeles) – Pocollay – Calana”, realizada en la Universidad Privada de Tacna, cuyo objetivo fue evaluar la calidad de la mezcla asfáltica colocada en obra mediante ensayos de laboratorio.

En dicha investigación se efectuó la extracción de núcleos del pavimento flexible existente, los cuales fueron analizados en laboratorio para determinar el contenido real de ligante asfáltico. Para ello, se empleó el método de extracción centrífuga, conforme a las normas técnicas vigentes, permitiendo separar el asfalto de los agregados y cuantificar su porcentaje en peso.

Asimismo, se realizó el análisis granulométrico del material recuperado, con la finalidad de comparar los resultados obtenidos con los parámetros establecidos en el diseño de mezcla y las especificaciones técnicas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). Los resultados evidenciaron variaciones entre el contenido óptimo de asfalto y el contenido real obtenido en campo, lo cual influyó en el desempeño estructural y funcional del pavimento evaluado.

2.2. Bases Teóricas

A lo largo de este sub capítulo 2.2, se presentarán los fundamentos teóricos necesarios para la comprensión en la ejecución y procedimiento para la obtención del porcentaje de betumen, el óptimo contenido de asfalto ligante y conocer las características de la capa asfáltica, así como también tener conceptos precisos y claros.

2.2.1. Carpeta Asfáltica

La carpeta asfáltica constituye la capa superior de un pavimento flexible. Está formada por materiales pétreos que se unen mediante asfalto y se coloca sobre la base. Los materiales pétreos, que son suelos inertes provenientes de ríos, arroyos o depósitos naturales, deben cumplir con ciertas especificaciones como la granulometría, dureza, forma de las partículas y su capacidad de adherirse al asfalto para poder ser utilizados en la carpeta asfáltica.

La cantidad ideal de asfalto para una carpeta es aquella que recubre cada partícula con una membrana lo suficientemente gruesa como para resistir las condiciones ambientales y evitar la oxidación del asfalto. Sin embargo, un exceso de espesor puede reducir la resistencia y estabilidad de la mezcla.

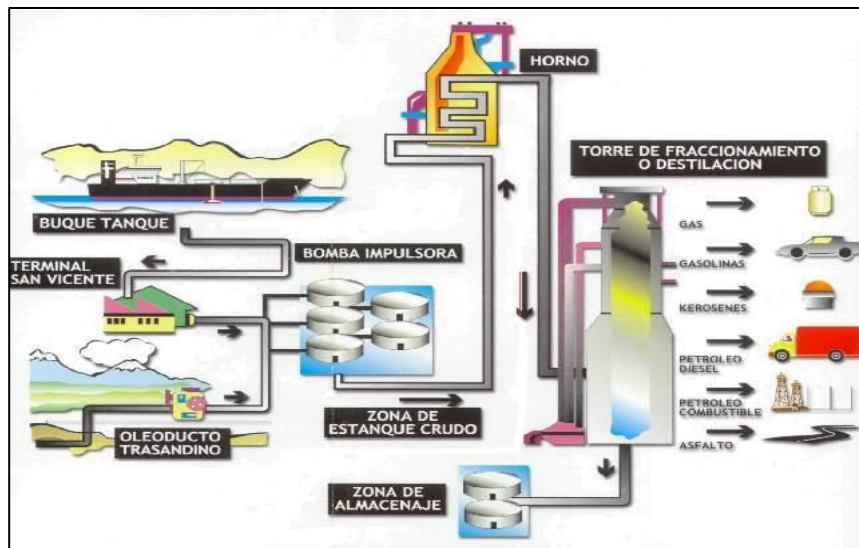
Además, se recomienda que las partículas tengan una forma esférica, ya que las partículas alargadas o en forma de aguja tienden a fracturarse con facilidad, afectando así la granulometría.

2.2.2. Asfalto

El asfalto o también conocido bitumen es una sustancia líquida de color negro derivado de la destilación del petróleo crudo es un elemento clave en los materiales de impermeabilización y aislamiento, se utiliza para pavimentar carreteras.

Figura 4

Procesamiento del petróleo para la obtención del asfalto



Nota. Obtenido de (Alex Leonel Dagua Mosquera, 2007)

El asfalto está formado por diferentes compuestos y según la teoría S.A.R.A el asfalto se divide en 4 partes, aunque son diferentes, pero contienen propiedades químicas similares. Estas fracciones son: saturados (S), aromáticos (A), resinas (R) y asfaltenos (A), también se clasifican además como maltenos o asfaltenos.

a. Maltenos

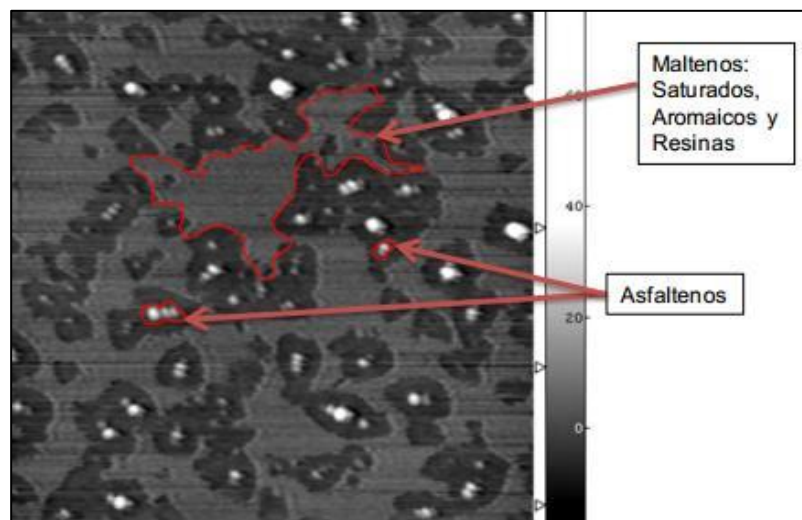
Es un grupo de composición de baja polaridad, los maltenos son compuesto que aporta propiedades de ligante y trabajabilidad del asfalto. Este grupo de maltenos está formado por saturados, aromáticos y resinas.

- *Saturados:* Estos son los aceites que dan consistencia al asfalto y, al mismo tiempo, son los compuestos asfálticos más ligeros y los más sensibles a los cambios de temperatura. El asfalto saturado es un líquido incoloro que constituye del 5% al 15% del asfalto total.
- *Aromáticos:* Son aceites que junto con los compuestos saturados dan consistencia al asfalto y lo hacen trabajable, la parte aromática mejora las propiedades físicas del asfalto. Junto con las resinas, son los compuestos más comunes, ya que su contenido constituye del 30 al 45% del total del asfalto.
- *Resinas:* Estos son los compuestos encargados de darle al asfalto sus propiedades aglutinantes, ya que son capaces de unir y estabilizar los

asfaltenos, las resinas son las que mejoran la ductilidad del asfalto. Las resinas constituyen del 30 al 45% del asfalto total y son sólidos negros a ciertas temperaturas con propiedades similares a los asfaltenos.

Figura 5

Vista en microscopio de un asfalto

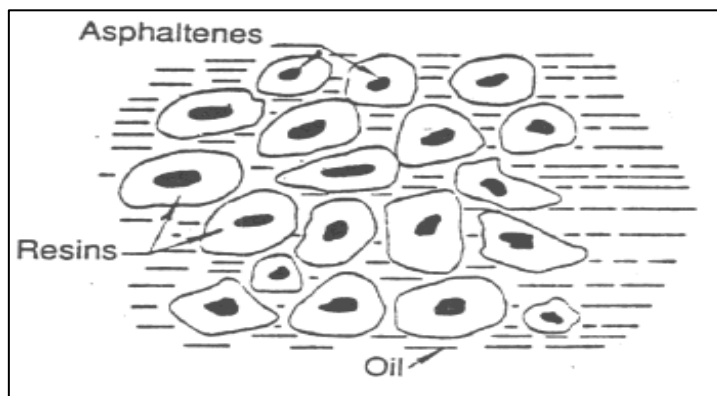


Nota. Adaptado de (Alberto reyes et al., 2012)

b. Asfaltenos

Son por sí solos los compuestos bituminosos más pesados y son muy polares. Estos son los compuestos que le dan al asfalto su dureza y viscosidad. Es la parte del compuesto con mayor peso molecular (800 a 3500 g/mol) y la menos sensible a los cambios de temperatura.

Los asfaltenos representan del 5% al 20% de la masa total del betún y son los materiales más estudiados debido a su importancia en la viscosidad del betún y el comportamiento reológico. Cuando los asfaltenos se separan de los demás componentes del betún, son quebradizos y tienen una apariencia física dura y negra. Los asfaltenos tienden a unirse y formar moléculas más grandes (micelas) que son difíciles de separar, pero debido a que son solubles en aceites aromáticos, se pueden separar de los maltenos.

Figura 6*Modelo micelar de la composición química del asfalto**Nota. Adaptado de (Alex Leonel Dagua Mosquera, 2007)*

2.2.3. Mezcla asfáltica

Es una capa superficial de piedra mezclada con material asfáltico, se mezcla planta procesadora de mezcla asfáltica, ya sea en mezcla asfáltica en frío o caliente, o en el camino. Dependiendo de las características granulométricas de la piedra, la mezcla puede tener estructuras abiertas o cerradas. La mezcla asfáltica en caliente se compone de dos materiales: piedra y cemento asfáltico. Los agregados pétreos se clasifican por el tamaño de sus partículas y generalmente se dividen en tres categorías: agregados gruesos, agregados finos y agregados minerales.

Cada ingrediente de la mezcla tiene una función específica dependiendo de su diseño y dosis, asegurando que ninguna de estas funciones se pase por alto. La función del agregado pétreo es soportar las cargas aplicadas a la estructura del pavimento, brindando resistencia a la fricción, desgaste y adherencia entre fragmentos individuales del agregado. Los agregados con formas angulares y superficies rugosas hacen que las mezclas asfálticas sean más estables.

Es una mezcla uniforme de agregados pétreos y un ligante asfáltico, utilizada para formar la capa de rodadura en pavimentos flexibles, tras ser transportada, extendida y compactada. Las mezclas asfálticas están compuestas aproximadamente por un 90% de agregados de piedra y arena gruesa, un 5% de polvo mineral (filler que pasa por la malla #200) y otro 5% de ligante asfáltico. El ligante asfáltico y el polvo mineral son los componentes que más impactan tanto en la calidad de la mezcla como en su costo total. (Padilla Rodríguez, n.d.).

2.2.3.1. Mezcla asfáltica en frío

Estas mezclas asfálticas se utilizan tanto como capa de rodadura como en capas inferiores capas de estructuras viales. Su instalación se realiza a alta temperatura.

Estas mezclas se caracterizan por su trabajabilidad y se utilizan principalmente en vías secundarias con poco nivel de tráfico.

Se trata de mezclas elaboradas a partir de emulsión bituminosa, procesadas e instaladas a temperatura ambiente. Estas bajas temperaturas se deben a que el conglomerante mantiene una baja viscosidad durante mucho tiempo debido al uso de una emulsión bituminosa líquida, y no se requieren altas temperaturas para que la mezcla se procese y cubra completamente las partículas de agregado (Buitrago y González, 2016).

Las mezclas asfálticas en frío se producen en una planta mezcladora móvil, empleando emulsiones asfálticas o asfaltos rebajados combinados con materiales pétreos. En este procedimiento se utilizan asfaltos líquidos sin requerir el calentamiento de los agregados, y el asfalto únicamente se calienta lo necesario para alcanzar la viscosidad adecuada para su correcta mezcla.

El concreto asfáltico en frío se utiliza como capa de rodadura en pavimentación y se obtiene mediante la dosificación de agregados gruesos, finos, filler, emulsión asfáltica y agua. Estas mezclas tienen capacidad portante, por lo que se considera su contribución en el paquete estructural.

Los agregados gruesos provienen exclusivamente de la trituración, mientras que los agregados finos deben provenir de una mezcla de arenas trituradas, que ofrecen buena trabazón, y arenas silíceas naturales, que mejoran la trabajabilidad de la mezcla. Se recomienda su aplicación a temperaturas entre 20 °C y 40 °C.

Estas mezclas se componen de una proporción adecuada de agregados pétreos, polvo mineral, aditivos y cemento asfáltico rebajado (RC, MC, SC o emulsiones), cuyas siglas indican el tiempo requerido para su curado.

2.2.3.2. Mezcla asfáltica en caliente

La mezcla asfáltica en caliente se define como una combinación de asfalto y agregados.

Finalmente se añaden aditivos que se calientan a temperaturas muy altas con el objetivo de cubrir completamente el árido con una fina película adhesiva. Esta combinación se realiza en proporciones precisas para preservar las propiedades físicas

de la mezcla y en definitiva garantizar su desempeño como pavimento terminado (carpeta asfáltica).

Existen varios métodos para determinar las proporciones exactas de agregados y asfalto en una mezcla, incluido el método Marshall y el método Hwem para el diseño de mezclas asfálticas en caliente (Huari, 2020)

El diseño de mezclas asfálticas en caliente tiene como objetivo producir una mezcla que funcione de manera eficiente tanto en términos estructurales como funcionales. Desde el punto de vista funcional, la mezcla debe ser duradera y capaz de resistir fallas en el pavimento, como deformaciones permanentes, fatiga por carga, fatiga térmica, fracturas a baja temperatura, daños por humedad y otros factores. En términos constructivos, la mezcla debe poder colocarse y compactarse con la energía adecuada. Además, la superficie de rodadura debe proporcionar suficiente resistencia al deslizamiento por motivos de seguridad.

Este tipo de mezcla implica combinar agregados pétreos con cemento asfáltico a altas temperaturas, entre 135 y 165 °C, y ofrece la mayor estabilidad entre todas las mezclas asfálticas. Para su construcción, se emplean cementos asfálticos de penetración 60-70 (AC-20) y 85-100 (AC-10).

2.2.3.3. Agregados para la mezcla

Los agregados son materiales duros e inertes que se emplean en forma de partículas graduadas o fragmentos. Según su origen, los agregados se clasifican en:

Agregados naturales: Son aquellos que se utilizan en su estado natural, con poco o ningún procesamiento. Están formados por partículas generadas a través de procesos naturales como la erosión y la degradación. Los principales agregados naturales usados en pavimentos son la grava y la arena. La grava se define comúnmente como el conjunto de partículas con un tamaño igual o superior a 6.35 mm (1/4"). En cambio, la arena está constituida por partículas menores a 6.35 mm (1/4") y mayores a 0.075 mm (malla N.º 200). Finalmente, las partículas con dimensiones inferiores a 0.075 mm (malla N.º 200) se denominan relleno mineral, y están compuestas principalmente por limo y arcilla.

Agregados procesados: Son materiales que se someten a procesos de trituración y tamizado antes de su utilización. Esto se hace por tres razones principales: transformar la textura superficial de lisa a rugosa, cambiar la forma de las partículas de redondeadas a angulares y optimizar la distribución de sus tamaños (graduación).

Además de cumplir con los criterios de costo y disponibilidad, un agregado debe poseer propiedades específicas que garanticen su idoneidad para la construcción de pavimentos asfálticos de alta calidad.

Estas propiedades incluyen:

- Graduación y tamaño máximo
- Limpieza
- Dureza
- Forma de la partícula
- Textura superficial
- Capacidad de absorción
- Afinidad con el asfalto
- Peso específico

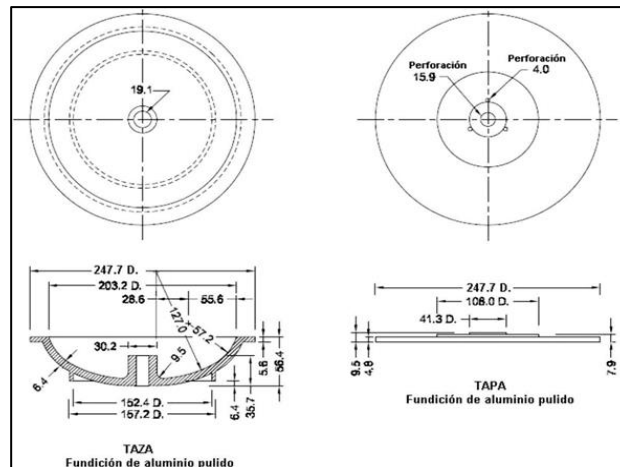
2.2.4. Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas para pavimentos

Según el manual de ensayos de materiales del ministerio de transportes y comunicaciones el ensayo de Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas para el pavimento tiene como objetivo cuantificar el contenido de asfalto y propiedades de los agregados pétreos para pavimentos de mezcla asfálticas. El agregado pétreo obtenida mediante estos métodos se puede utilizar previo análisis de tamizado utilizando los métodos de prueba ASTM C 117 y C 136.

2.2.4.1. Método A (extracción centrífuga)

Equipo de extracción: Consiste en un tazón giratorio, que se muestra aproximadamente en la Figura 4, y una máquina donde el tambor se puede girar y controlar a velocidades variables de hasta 3600 rpm. La velocidad se puede controlar manualmente o mediante un control de velocidad preseleccionado. El dispositivo debe tener un recipiente en el que se pueda colocar el disolvente, se vierte desde el recipiente y un desagüe para eliminar el disolvente.

Este método implica la extracción de betún de la mezcla y el núcleo del pavimento utilizando un disolvente de tricloroetileno o cloruro de metileno. El contenido de betún está determinado por la diferencia de masas del agregado extraído quitando su contenido de humedad del mineral obtenido (Loria y Leiva 2013)

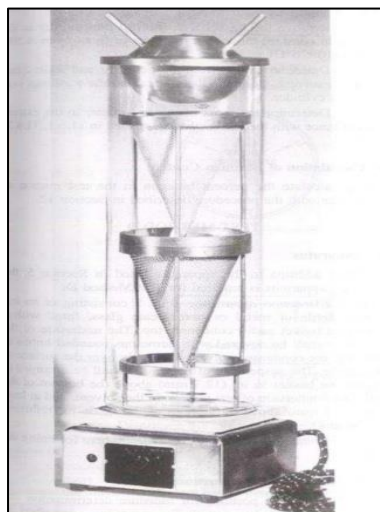
Figura 7*Recipiente extractor (método de ensayo A)*

Nota. Manual de ensayos de materiales (2016)

2.2.4.2. Método B (Extracción por Reflujo)

Este método se utiliza para la determinación cuantitativa del contenido de betún en mezclas de pavimentos.

El método de reflujo se utiliza en química para extraer materiales de las mezclas, para las mezclas asfálticas consiste en colocar una muestra -una vez pesada y determinada el contenido de humedad- se coloca un solvente, en este caso el tricloroetileno es el estándar. Por supuesto, se debe dejar que el metano reaccione para que se produzca betún (Loria y Leiva 2013)

Figura 8*Equipo extractor (método de ensayo B)*

Nota. Manual de ensayos de materiales (2016)

2.2.4.3. Método C (Extracción por Reflujo)

Este método se utiliza para la determinación cuantitativa del contenido de betún en mezclas de pavimentos.

El método de reflujo se utiliza en química para extraer materiales de las mezclas, para las mezclas asfálticas consiste en colocar una muestra -una vez pesada y determinada el contenido de humedad- se coloca un solvente, en este caso el tricloroetileno es el estándar. Por supuesto, se debe dejar que el metano reaccione para que se produzca betún (Loria y Leiva 2013)

Pavimentos

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, en su mayoría horizontales, que son diseñadas y construidas técnicamente con materiales apropiados y debidamente compactados. Estas capas se disponen sobre la subrasante de la vía, conformada durante el proceso de excavación, la cual debe tener la capacidad de soportar de manera eficiente las cargas repetitivas producidas por el tránsito durante el tiempo de servicio previsto para la estructura del pavimento. (Montejo Fonseca, 1998)

Estas capas, relativamente horizontales, se apoyan sobre la capa subyacente y tienen diversas funciones:

- Proporcionar una superficie de rodadura cómoda, segura, uniforme y duradera para el tráfico vehicular, de acuerdo con la vida útil proyectada y con el mantenimiento adecuado.
- Resistir los esfuerzos generados por el paso de vehículos, distribuyéndolos de manera que la carga transmitida a las capas inferiores sea menor que la resistencia de estos materiales.
- Soportar la acción del medio ambiente, especialmente la exposición al agua y a las temperaturas extremas.

En cuanto a sus características funcionales:

- La regularidad superficial. - Se refiere a las deformaciones con respecto a una superficie ideal, que pueden provocar movimientos verticales en los vehículos, afectando la comodidad de los usuarios y los costos de operación vehicular. También influye en la seguridad vial, ya que las deformaciones pueden causar descontrol al conductor y dificultar el drenaje del agua, aumentando el riesgo de acuaplano.

- La resistencia al derrapamiento - Se relaciona con la textura de la superficie de rodadura, que debe proporcionar suficiente coeficiente de fricción para una operación eficiente de los vehículos, incluso en condiciones de lluvia.
- El drenaje superficial - Se refiere a la capacidad del pavimento para evitar la acumulación de agua en su superficie, lo que podría causar acuaplaning y reducir la visibilidad debido al rocío generado por los vehículos en movimiento.
- La reducción de ruido - Un buen diseño y construcción de pavimentos pueden significativamente disminuir el ruido percibido tanto dentro de los vehículos como en su entorno.

Al planificar un proyecto de pavimentación, se debe priorizar la eficacia del servicio ofrecido, manteniendo los costos óptimos para garantizar la viabilidad económica. Esto implica considerar no solo los costos de construcción, sino también los de conservación, operación vehicular y eventual reconstrucción al final de la vida útil del pavimento. Al comparar diferentes opciones de pavimentación, es esencial ir más allá del período de vida útil del proyecto, incluyendo al menos una reconstrucción en el análisis para una evaluación completa de las alternativas disponibles. (Montejo Fonseca, 1998)

2.2.4.4. Tipos de Pavimentos

En nuestra área, los pavimentos se dividen en dos categorías principales: pavimentos flexibles y pavimentos rígidos.

La distinción entre pavimentos flexibles y rígidos se basa en cómo transmiten los esfuerzos y las deformaciones a las capas inferiores, lo cual está determinado por la relación de rigideces relativas entre las capas. Un pavimento flexible transmite los esfuerzos concentrados en áreas pequeñas, mientras que un pavimento rígido distribuye los esfuerzos en un área más amplia. (Montejo Fonseca, 1998).

a. Pavimentos Flexibles

Estos pavimentos típicamente consisten en una capa bituminosa que se coloca sobre dos capas no rígidas, conocidas como base y subbase. Sin embargo, según los requisitos específicos de cada proyecto, es posible omitir una de las capas.

Es una estructura diseñada para soportar y distribuir uniformemente las cargas generadas por el tráfico a la sub-rasante. Su estabilidad está determinada por las propiedades de los materiales y los espesores de las distintas capas que lo componen.

El pavimento flexible, que incluye sub-base, base y capa asfáltica, tiene como objetivo ofrecer una superficie de rodadura uniforme y resistente al tráfico, al clima y a otros agentes adversos. Además, debe ser capaz de transmitir las cargas del tráfico a las capas inferiores del terreno de manera eficiente.(Montejo Fonseca, 1998)

Entre las características principales que debe cumplir un pavimento flexible se encuentran las siguientes:

i. Resistencia estructural

Implica la capacidad de soportar las cargas generadas por el tráfico, que generan tanto esfuerzos normales como cortantes dentro de la estructura. En el caso de los pavimentos flexibles, los esfuerzos cortantes son considerados como la principal causa de falla desde una perspectiva estructural. Además de los esfuerzos cortantes, también se deben tener en cuenta los generados por la aceleración, frenado de los vehículos y los esfuerzos de tensión en las capas superiores de la estructura. Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

ii. Durabilidad

La durabilidad de una carretera está influenciada por consideraciones económicas y sociales. La decisión sobre cuánto tiempo queremos que dure un camino depende de su importancia. A menudo, es más conveniente optar por reconstrucciones periódicas en lugar de invertir mucho en el pavimento inicialmente.

iii. Requisitos de mantenimiento

Los elementos climáticos ejercen una influencia significativa en la durabilidad de un pavimento. Además, la intensidad del tráfico debe anticiparse considerando su crecimiento futuro. Se deben evaluar las condiciones futuras del terreno, incluyendo posibles deformaciones y colapsos. La degradación estructural de los materiales debido a la carga repetida es otro factor crítico a tener en cuenta. La falta de un mantenimiento sistemático reduce considerablemente la vida útil del pavimento.

iv. Comodidad

En el caso de autopistas y carreteras principales, los métodos de diseño están influenciados por el nivel de confort que los usuarios requieren al circular a la velocidad prevista. La seguridad es prioritaria, así como la consideración estética.

Estructura Básica del Pavimento Flexible

El pavimento flexible está compuesto estructuralmente por los siguientes elementos:

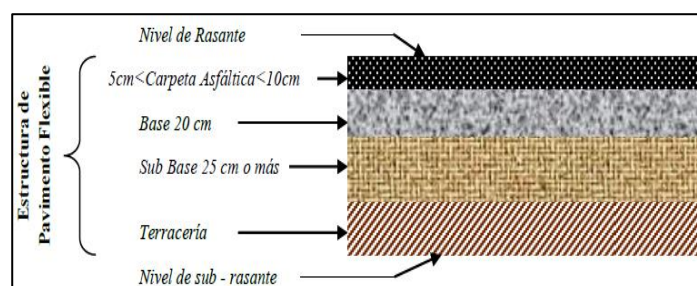
La capa de rodadura. - Es un estrato o grupo de estratos que se colocan sobre la base y están compuestos de material pétreo combinado con algún tipo de material asfáltico, como el cemento asfáltico, asfalto líquido o emulsión asfáltica. Su principal propósito es ofrecer al tráfico una superficie estable, uniforme, impermeable y con la textura adecuada.

La base. - Es un estrato compuesto por material granular, que puede consistir en piedra triturada y una mezcla natural de agregados y suelo, o bien puede ser una base estabilizada construida con cemento Portland, cal o materiales bituminosos. Estas bases deben ser lo suficientemente resistentes para soportar la carga de la superficie que se coloca sobre ellas y transmitir un nivel de esfuerzo adecuado a la capa siguiente, ya sea una sub-base o la sub-rasante.

La sub-base - Es una capa de material cuya finalidad es transferir adecuadamente los esfuerzos a la capa subyacente de la rasante, al mismo tiempo que sirve como intermediario entre los materiales de la base y la sub-rasante. Su objetivo es prevenir la contaminación y la mezcla de estos materiales, así como mitigar los efectos negativos en el pavimento causados por cambios en el volumen y el rebote elástico del suelo. Además, contribuye a reducir los costos del pavimento al estar ubicada debajo de la base y estar sujeta a menores esfuerzos, lo que permite especificaciones menos exigentes que pueden ser cumplidas con materiales más económicos comúnmente disponibles en la región.

Figura 9

Estructura Básica de los Pavimentos Asfálticos



La capa asfáltica es la parte superior del pavimento flexible que forma la superficie de rodadura. Está compuesta por material pétreo seleccionado y un producto asfáltico específico según el tipo de camino que se va a construir. Para cumplir con sus funciones, el material pétreo debe cumplir con ciertas características:

- i. Debe tener un diámetro menor a una pulgada y contar con espesores adecuados en grados sucesivos.
- ii. Se requiere cierta dureza, la cual se evalúa mediante ensayos de Desgaste de Los Ángeles, intemperismo acelerado, densidad y durabilidad.
- iii. La forma de las partículas debe ser lo más cúbica posible para evitar la presencia de material en forma de laja o aguja, que tiende a romperse fácilmente y puede provocar fallas en la capa. Se realizan pruebas de equivalente de arena para evaluar la idoneidad de los materiales finos en determinados porcentajes.
- iv. La capa de rodadura debe tener la capacidad de resistir el desgaste y la abrasión provocados por el tránsito vehicular, además de contar con la estabilidad necesaria para evitar deterioros ocasionados por las cargas del tráfico.

b. Pavimentos Rígido

El pavimento rígido es una estructura vial conformada por una losa de concreto hidráulico que distribuye las cargas aplicadas sobre una amplia superficie del suelo gracias a su elevada rigidez y capacidad resistente. Su comportamiento estructural depende principalmente de la resistencia y continuidad del concreto, lo que le permite soportar cargas pesadas, minimizar deformaciones y mantener un buen desempeño incluso ante variaciones térmicas y de humedad. Debido a estas características, los pavimentos rígidos presentan una vida útil prolongada y requieren menor frecuencia de mantenimiento en comparación con otros tipos de pavimento.

Entre las características principales que debe cumplir un pavimento Rígido se encuentran las siguientes:

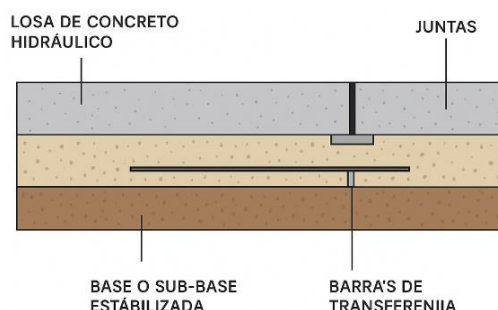
- i. Alta capacidad portante: La losa de concreto debe poseer resistencia suficiente para soportar las cargas repetitivas del tránsito sin generar fallas estructurales.
- ii. Elevada rigidez estructural: Su comportamiento monolítico permite una eficiente distribución de las cargas sobre un área amplia, reduciendo las tensiones transmitidas al suelo de fundación.
- iii. Durabilidad frente a acciones ambientales: Debe resistir los efectos del clima, variaciones térmicas, humedad, erosión y agentes químicos, manteniendo su integridad durante largos periodos.

- iv. **Baja deformabilidad:** A diferencia de los pavimentos flexibles, el pavimento rígido debe presentar mínima deformación ante cargas y condiciones ambientales, evitando ahuellamientos.
- v. **Superficie estable y resistente al desgaste:** Debe garantizar una textura superficial adecuada para ofrecer adherencia, seguridad y confort a los usuarios.
- vi. **Control de fisuración:** Es fundamental incorporar juntas y, cuando corresponda, acero de refuerzo para evitar fisuras descontroladas provocadas por retracción o variaciones de temperatura.
- vii. **Facilidad de mantenimiento y larga vida útil:** Debe estar diseñado para requerir intervenciones mínimas durante su periodo de servicio, pudiendo superar con facilidad los 20 a 30 años de vida útil.

Estructura Básica del Pavimento Rígido

El pavimento rígido está compuesto estructuralmente por los siguientes elementos:

- *Losa de Concreto Hidráulico:* Es el elemento estructural más importante. Está formada por concreto de alta resistencia y se encarga de recibir y distribuir directamente las cargas vehiculares hacia las capas inferiores. Puede ser simple, reforzada o con barras de transferencia.
- *Base o Sub-base Estabilizada (cuando se requiere):* Constituida por materiales granulares o mezclas estabilizadas con cemento. Su función es proporcionar apoyo uniforme a la losa, mejorar la capacidad portante del terreno y evitar asentamientos diferenciales.
- *Subrasante:* Es el suelo natural preparado y compactado sobre el cual se construye la estructura del pavimento. Debe presentar capacidad adecuada, buena compactación y estabilidad para soportar las cargas transmitidas por las capas superiores.
- *Juntas (transversales y longitudinales):* Permiten controlar la formación de fisuras por retracción, temperatura y otros efectos. Facilitan la transferencia de cargas entre losas contiguas y aseguran un comportamiento monolítico del pavimento.
- *Barras de Transferencia y/o de Amarre:* Se emplean en juntas para permitir la continuidad estructural entre losas, mejorar la transferencia de cargas y evitar desplazamientos verticales o separaciones.
- *Sellos de Juntas:* Materiales flexibles colocados en las juntas para evitar la filtración de agua y la intrusión de partículas, protegiendo así la durabilidad del pavimento.

Figura 10*Estructura Básica de los Pavimentos Rígido***PAVIMENTO RÍGIDO****c. Pavimentos Articulado**

Los pavimentos articulados, también llamados pavimentos adoquinados, son superficies conformadas por unidades prefabricadas de concreto o piedra — denominadas adoquines— que se colocan sobre una cama de arena y se mantienen en su sitio gracias a la trabazón entre las piezas y el confinamiento lateral. Este tipo de pavimento funciona como un sistema flexible–articulado que distribuye las cargas mediante el contacto y fricción entre los adoquines, ofreciendo una estructura resistente, durable y fácilmente mantenible. Su uso es común en áreas urbanas, zonas peatonales, accesos vehiculares y espacios donde se requiere estética, funcionalidad y rapidez constructiva.

Entre las características principales que debe cumplir un pavimento articulado se encuentran las siguientes:

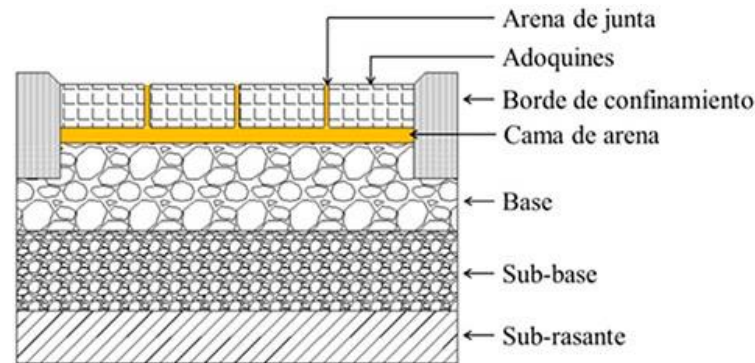
- i. Adecuada trabazón entre los adoquines: La geometría y disposición de las piezas deben permitir que el pavimento actúe como un sistema integrado, distribuyendo las cargas mediante fricción y contacto lateral.
- ii. Capa de arena uniforme y bien compactada: La cama de asiento debe proporcionar un soporte regular para los adoquines, asegurando estabilidad y evitando asentamientos diferenciales.
- iii. Confinamiento lateral eficiente: Los bordillos o elementos de contención deben impedir el desplazamiento horizontal de los adoquines bajo cargas de tránsito y evitar la apertura de juntas.
- iv. Alta resistencia al desgaste superficial: Los adoquines deben presentar durabilidad frente al tránsito, abrasión y agentes ambientales, manteniendo su textura y

- apariencia a lo largo del tiempo.
- v. Buena capacidad de drenaje: El sistema debe permitir la evacuación adecuada del agua de lluvia, evitando saturación de la base y pérdida de soporte.
 - vi. Flexibilidad estructural controlada: El pavimento adoquinado debe permitir pequeños movimientos y deformaciones sin perder su integridad, adaptándose mejor a asentamientos del terreno que un pavimento rígido.
 - vii. Facilidad de mantenimiento y reposición: Los adoquines deben poder retirarse y reemplazarse individualmente en caso de reparaciones, sin afectar la estructura completa del pavimento.
 - viii. Estabilidad volumétrica del material de juntas: La arena o material de sello entre adoquines debe mantenerse firme, evitando vacíos que afecten la trabazón y la capacidad portante.

Estructura básica del pavimento articulado

El pavimento articulado está compuesto estructuralmente por los siguientes elementos (Figura 11):

- Adoquines: Son unidades prefabricadas de concreto o piedra que conforman la superficie de rodadura. Transmiten y distribuyen las cargas mediante la trabazón y fricción lateral entre piezas.
- Material de juntas (arena fina): Se coloca entre los adoquines para asegurar la interconexión entre las piezas, mejorando la distribución de cargas, la estabilidad y el comportamiento estructural del sistema.
- Cama de arena (capa de asiento): Es una capa delgada de arena nivelada y compactada donde se asientan los adoquines. Permite corregir pequeñas irregularidades y asegurar un apoyo uniforme.
- Base granular: Constituye el soporte estructural principal del sistema. Está formada por material granular seleccionado y compactado, proporcionando capacidad portante y estabilidad frente a cargas vehiculares.
- Subrasante: Es el suelo natural previamente compactado y acondicionado para recibir la base granular. Su resistencia y uniformidad son fundamentales para evitar asentamientos diferenciales.
- Elementos de confinamiento (bordillos o soleras): Mantienen los adoquines en su posición, evitando desplazamientos laterales y preservando la integridad del sistema, especialmente bajo cargas repetitivas.

Figura 11*Estructura Básica de los Pavimentos Articulado*

2.3. Definición de términos

2.3.1. Reclaimed Asphalt Pavement (RAP)

El Pavimento Asfáltico Reciclado (RAP) corresponde al material recuperado de la carpeta asfáltica de un pavimento removido producto de una reconstrucción o rehabilitación. (Juan Felipe Buitrago Zarabanda, 2016)

2.3.2. Cemento asfáltico

El cemento asfáltico es un subproducto derivado del petróleo crudo, obtenido a través de procesos de destilación y refinación. Generalmente, se utiliza en la construcción de carreteras, autopistas, aeropuertos y otras obras de infraestructura vial.

2.3.3. Asfalto rebajado de fraguado lento (RC)

Es una mezcla de cemento asfáltico con disolventes de evaporación lenta, como el kerosene o el diésel. Este tipo de asfalto se caracteriza por su tiempo prolongado de endurecimiento, lo que facilita su aplicación en trabajos donde se requiere una mejor penetración y adherencia, especialmente en tratamientos superficiales o riegos de liga.

2.3.4. Asfalto rebajado de fraguado medio (MC)

Es una mezcla de cemento asfáltico con disolventes de evaporación intermedia, generalmente compuestos de kerosene o destilados similares. Su velocidad de

fraguado moderada permite que sea utilizado en mezclas en frío, tratamientos superficiales y riegos de imprimación, ofreciendo un equilibrio entre tiempo de aplicación y resistencia inicial.

2.3.5. Asfalto rebajado de fraguado rápido (SC)

es una combinación de cemento asfáltico con disolventes de rápida evaporación, como las gasolinas ligeras o naftas. Su principal característica es el endurecimiento casi inmediato después de la aplicación, lo que lo hace ideal para trabajos que requieren una rápida apertura al tránsito, como sellos superficiales o reparaciones rápidas en pavimentos.

2.3.6. Carpeta asfáltica

Es la capa superior del pavimento flexible, compuesta por una mezcla de agregados minerales y cemento asfáltico. Su función principal es proporcionar una superficie de rodadura uniforme, resistente y duradera, capaz de soportar las cargas del tránsito y proteger las capas inferiores del pavimento frente a la acción del agua y las variaciones de temperatura.

2.3.7. Cemento asfáltico

Es un material aglutinante de origen pétreo derivado del petróleo crudo, obtenido mediante procesos de destilación y refinación. Se caracteriza por su color negro y su consistencia viscosa, y se utiliza principalmente como ligante en las mezclas asfálticas para unir los agregados minerales, otorgando cohesión, impermeabilidad y resistencia a las deformaciones en los pavimentos flexibles.

2.3.8. Compactación

Es el aumento del peso volumétrico seco de un suelo que ocurre al extraer, por medios artificiales, parte del agua y del aire presentes en su masa.

2.3.9. Emulsión asfáltica

es una mezcla homogénea de cemento asfáltico, agua y un agente emulsionante que permite mantener el asfalto en suspensión dentro del agua. Se utiliza

principalmente en trabajos en frío, como riegos de imprimación, sellado y mezclas asfálticas, facilitando su aplicación y mejorando la adherencia entre capas del pavimento.

2.3.10. Estabilización de suelos

Es el proceso mediante el cual se mejoran las propiedades físicas y mecánicas de un suelo —como su resistencia, durabilidad y capacidad de soporte— mediante la adición de materiales estabilizantes (como cal, cemento, asfalto u otros agentes químicos) o mediante métodos mecánicos. Su objetivo es obtener una base o subrasante más firme y estable para la construcción de pavimentos y otras obras de infraestructura.

2.3.11. Material pétreo

es el conjunto de fragmentos de roca natural, triturada o seleccionada, utilizado en la construcción y conformación de las diferentes capas de un pavimento. Estos materiales, como grava, piedra chancada y arena, proporcionan resistencia, estabilidad y durabilidad a las estructuras viales, siendo esenciales en la conformación de bases, subbases y mezclas asfálticas.

2.3.12. Riego de impregnación

Es la aplicación de una capa ligera de material asfáltico, generalmente una emulsión o asfalto rebajado, sobre la superficie de la base granular antes de colocar la carpeta asfáltica. Su finalidad es sellar los poros de la base, mejorar la adherencia entre capas y evitar la absorción del ligante asfáltico de la mezcla superior, garantizando así una mejor unión y durabilidad del pavimento.

2.3.13. Riego de sello

Es la aplicación de una capa delgada de material asfáltico, seguida de una capa de agregado pétreo, sobre la superficie del pavimento existente. Su propósito es impermeabilizar, sellar fisuras menores y mejorar la adherencia y textura superficial de la vía, prolongando así la vida útil del pavimento y mejorando las condiciones de rodadura.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de la investigación

No experimental, transversal. No se manipulo las variables, solo se ha observado y se midió la relación entre la dosificación y la calidad en un momento dado.

3.2. Acciones y actividades

Se recolectaron muestras de la mezcla asfáltica utilizada en los diferentes tramos seleccionados de la Av. Coronel Juan Valer. Posteriormente, dichas muestras fueron trasladadas a los laboratorios de la Universidad Privada de Tacna, donde se aplicó el *método estándar para la extracción cuantitativa del ligante asfáltico* empleando un extractor de asfalto centrífugo.

Asimismo, se realizaron las pruebas de calidad correspondientes, tales como la determinación del contenido de asfalto y el análisis granulométrico, cuyos resultados fueron presentados posteriormente.

Del mismo modo, se aplicó el *método de observación directa* para evaluar el estado del pavimento en los tramos seleccionados, analizando aspectos como fisuras, deformaciones, desgaste superficial y otras fallas patológicas identificadas en el pavimento.

3.3. Materiales e instrumentos

Los recursos, materiales fueron varios, los podemos agrupar en dos ítems.

3.3.1. Materiales para trabajo de campo

- 2 Bidones con agua (para realizar el resane del pavimento extraído)
- 2 Wincha de 50m y 3m.
- Tricoloro Etileno
- Bolsas etiquetadas
- Pico
- Martillo
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica

3.3.2. Materiales para trabajo de laboratorio

- Extractor centrifuga
- Taras
- Balanza electrónica
- Tricloroetileno industrial
- Papel filtro
- Gasolina regular

3.4. Población y muestra de estudio

3.4.1. Población

La población de estudio esta conformada por la totalidad de la mezcla asfáltica colocada en el pavimento flexible de la Av. Coronel Juan Valer Sandoval, ubicada en el distrito de Ciudad Nueva, provincia de Tacna, durante el año 2024.

3.4.2. Muestra

Las muestras esta constituida por los especímenes (núcleos) de mezcla asfáltica extraídos en puntos específicos del tramo de estudios, seleccionados de manera representativa para la realización de ensayos de laboratorio, tales como determinación del contenido de ligante asfaltico y análisis granulométrico.

Figura 12

Av. Coronel Juan Valer Sandoval KM 0+000 (Av. Sol).



3.5. Operacionalización de variables

En la tabla 1 se presenta la Operacionalización de variables de investigación, mientras que en el anexo 1 se presenta la matriz de consistencia

Tabla 1

Operacionalización de variables de investigación

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador
Variable Independiente Dosificación de mezcla asfáltica	Se comprende por mezcla asfáltica, al material compuesto por un conjunto de agregados pétreos y asfalto ligante. (Jorge Paramo, 2013)	Uno de los métodos para la dosificación de mezcla asfáltica es el procedimiento Marshall. (Jorge paramo, 2013)	Contenido de asfalto.	Porcentaje de asfalto (%)
			Granulometría de los agregados	Cumplimiento de la curva granulométrica MTC
			Relación de asfalto-agregado	Estabilidad y flujo Marshall
			Vacíos de la mezcla	Porcentaje de vacíos (%)
Variable dependiente Calidad del Pavimento	Es la determinación del estado del pavimento a través de inspecciones visuales, identificando la clase, severidad y cantidad de fallas encontradas (ASTM D6433-3)	Se evalúa la calidad actual del pavimento con la finalidad de conocer su estado de conservación.	Condición superficial	Presencia de fisuras, desprendimientos y exudación
			Regularidad superficial	Uniformidad de la superficie
			Adherencia entre capas	Evidencia de desprendimiento o deslizamiento
			Durabilidad	Aparición temprana de fallas
			Comportamiento estructural	Ahuellamiento / deformaciones

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis estadístico

Uno de los procesamientos consistió en el lavado de la carpeta asfáltica utilizando el equipo denominado extractor centrífugo. Asimismo, se realizaron otros ensayos de laboratorio en el área de Mecánica de Suelos de la Universidad Privada de Tacna.

Los análisis estadísticos se realizaron a partir de los datos obtenidos de los cálculos efectuados mediante los métodos empíricos y numéricos (lavado–instalación del asfalto).

3.6.1. Métodos estándar para la extracción cuantitativa de ligante asfáltico

Primero se ha realizado la extracción de muestras representativas de la Av. Coronel Juan Valer Sandoval para su evaluación en el laboratorio, las cuales se ha extraído 5 muestras asfálticas levantas en las siguientes progresivas.

- Muestra M-01 ubicado en la progresiva KM 0+020
- Muestra M-02 ubicado en la progresiva KM 0+120

- Muestra M-03 ubicado en la progresiva KM 0+220
- Muestra M-04 ubicado en la progresiva KM 0+320
- Muestra M-05 ubicado en la progresiva KM 0+420

En el segundo paso, se procedió al cuarteo de las muestras extraídas en cada progresiva; posteriormente, la muestra cuarteada fue pesada en la balanza (figura 13). La muestra asfáltica extraída fue colocada en un recipiente plano y limpio, distribuyéndose el material de manera uniforme en toda su superficie.

En el tercer paso (figura 14 y 15), se pesó la tara del equipo extractor centrífugo y, posteriormente, se agregó la muestra asfáltica al equipo extractor centrífugo para realizar el proceso de lavado.

Figura 13

Peso de la muestra asfáltica inicial.



Figura 14

Agregando la muestra del agregado asfáltico en el equipo de extracción centrífuga



Figura 15

Distribución de la muestra del agregado asfáltico en el equipo de extracción centrífuga



En el cuarto paso (figura 16), se pesó el papel filtro y posteriormente se realizó el proceso de lavado utilizando el equipo extractor centrífugo. Una vez pesado, el papel filtro fue colocado en el equipo extractor centrífugo (figura 17); luego se colocaron los respectivos tornillos de seguridad (figura 18) y la tapa del equipo, verificando que quedara correctamente ajustada, a fin de obtener la muestra asfáltica libre de betumen.

Se inició la centrifugación girando lentamente el equipo y aumentando gradualmente la velocidad hasta alcanzar los 3600 rpm, continuando el proceso hasta que el solvente dejó de fluir por el desagüe.

Figura 16

Peso del papel filtro para el lavado centrifugado



Figura 17

Colocación del papel filtro para el lavado centrifugado.

**Figura 18**

Colocación de la tapa de equipo extractor centrifuga y ajustando los tornillos



En el quinto paso, se inició el proceso de lavado asfáltico (figura 19) mientras la centrífuga se encontraba en funcionamiento continuo, utilizando como solvente tricloroetileno, el cual permitió la limpieza de la muestra asfáltica. Durante el lavado, se agregó gasolina de manera moderada por la parte superior del equipo, conforme al procedimiento establecido. Mediante el uso del tricloroetileno se extrajo el betumen asfáltico de la muestra, quedando únicamente el agregado, mientras que el solvente junto con el betumen fue evacuado por la parte posterior del equipo. Una vez concluido

el ensayo de extracción centrífuga, se retiraron los seguros del equipo y se procedió a trasladar la muestra asfáltica libre de cemento asfáltico (betumen) a un recipiente o bandeja, para posteriormente realizar el secado del material en el horno (figura 20).

Figura 19

Colocación del solvente Tricloroetileno para el lavado asfáltico



Figura 20

Colocación de la muestra al horno luego del lavado asfáltico.



En el sexto paso, se pesó la muestra asfáltica (figura 21) luego de haber sido secada en el horno; de igual manera, el papel filtro fue secado en el horno y posteriormente pesado. Cuando en la muestra se observaron únicamente los agregados, esta se consideró lista para ser llevada al horno y proceder con la toma de

peso. Cabe precisar que la muestra aún pudo haber conservado una pequeña cantidad de asfalto, debido a que el solvente utilizado no fue el recomendado por la norma, siendo el tricloroetileno el solvente adecuado para este tipo de ensayo.

Figura 21

Peso de la muestra asfáltica sin el cemento asfáltico (betumen)



Figura 22

Ejecución del ensayo granulométrico para determinar las características de los materiales



CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Contenido de ligante asfáltico

Los resultados obtenidos mediante el ensayo de extracción cuantitativa con equipo Extractor Centrífugo muestran que el contenido de asfalto de las muestras analizadas varía entre 4,83 % y 5,32 %, encontrándose dentro del rango general permitido por el Instituto del Asfalto y las normas ASTM. No obstante, solo una de las muestras alcanza el valor óptimo recomendado de 4,99 %, lo que evidencia una falta de uniformidad en la dosificación de la mezcla asfáltica a lo largo del tramo evaluado (Tabla 3).

Esta variabilidad indica deficiencias en el control del proceso de producción de la mezcla, lo cual puede generar diferencias en la cohesión interna, flexibilidad y resistencia del pavimento frente a cargas repetitivas del tránsito vehicular.

La tabla 2 presenta los resultados del análisis granulométrico por tamizado y el contenido de asfalto de la muestra N.º 01 correspondiente al KM 0+020, Se observa que el porcentaje de asfalto es de 4,30%, mientras que la composición de agregados está conformada por 43,58% de grava y 56,42% de arena, lo que permite evaluar la distribución de tamaños y su influencia en la calidad de la carpeta asfáltica.

Tabla 2

Porcentaje de agregado y porcentaje de asfalto para la Muestra N°01

Componte	Porcentaje
% de asfalto	4,30 %
% de grava	43,58 %
% de arena	56,42 %

La tabla 3 presenta los resultados del análisis granulométrico por tamizado y el contenido de asfalto de la muestra N.º 02 correspondiente al KM 0+120. Se observa que el porcentaje de asfalto es de 4.99%, mientras que la composición de agregados está conformada por 35.59% de grava y 64.41% de arena, lo que permite evaluar la distribución de tamaños y su influencia en la calidad de la carpeta asfáltica.

Tabla 3

Porcentaje de agregado y porcentaje de asfalto para la Muestra N°02

Componte	Porcentaje
% de asfalto	4,99%
% de grava	35,59%
% de arena	64,41%

La tabla 4 presenta los resultados del análisis granulométrico por tamizado y el contenido de asfalto de la muestra N.º 03 correspondiente al KM 0+220. Se observa que el porcentaje de asfalto es de 4.55%, mientras que la composición de agregados está conformada por 35.32% de grava y 64.68% de arena, lo que permite evaluar la distribución de tamaños y su influencia en la calidad de la carpeta asfáltica.

Tabla 4

Porcentaje de agregado y porcentaje de asfalto para la Muestra N°03

Componente	porcentaje
% de asfalto	4,55%
% de grava	35,32%
% de arena	64,68%

La tabla 5 presenta los resultados del análisis granulométrico por tamizado y el contenido de asfalto de la muestra N.º 04 correspondiente al KM 0+320. Se observa que el porcentaje de asfalto es de 4,55%, mientras que la composición de agregados está conformada por 41,18% de grava y 58,82% de arena, lo que permite evaluar la distribución de tamaños y su influencia en la calidad de la carpeta asfáltica.

Tabla 5

Porcentaje de agregado y porcentaje de asfalto para la Muestra N°04

Componente	porcentaje
% de asfalto	45,5%
% de grava	41,18%
% de arena	58,82%

La tabla 6 presenta los resultados del análisis granulométrico por tamizado y el contenido de asfalto de la muestra N,º 05 correspondiente al KM 0+420, Se observa que el porcentaje de asfalto es de 4,10%, mientras que la composición de agregados está conformada por 36,73% de grava y 63,27% de arena, lo que permite evaluar la distribución de tamaños y su influencia en la calidad de la carpeta asfáltica,

Tabla 6

Porcentaje de agregado y porcentaje de asfalto para la Muestra N°05

Componente	porcentaje
% de asfalto	4,10%
% de arena	63,27%

4.2. Características de la muestra ensayo granulométrico

Los ensayos granulométricos realizados conforme a las normas ASTM C136 y AASHTO T27 evidencian que la mayoría de las muestras cumplen con los límites establecidos en las especificaciones técnicas; sin embargo, se identificaron desviaciones puntuales en

determinadas progresivas, lo que revela inconsistencias en la selección y control de los agregados utilizados,

Estas variaciones granulométricas pueden afectar negativamente la estabilidad de la mezcla asfáltica, incrementando la susceptibilidad a fallas como ahuellamientos, fisuración prematura y pérdida de material superficial,

La figura 23 muestra la curva granulométrica de los agregados utilizados, obtenida mediante análisis por tamizado. Se observa el peso de la muestra antes del lavado con 1312,50 gr, y el peso después del lavado con un peso de 1256,00 gr, obteniendo el porcentaje de asfalto es de 4,30%, mientras que la composición de agregados está conformada por 43,58% de grava y 56,42% de arena, lo que permite evaluar la distribución de tamaños en los rangos inferior y superior,

Figura 23

Análisis granulométrico por tamizado para la muestra M-01 ubicado en la progresiva KM 0+020,

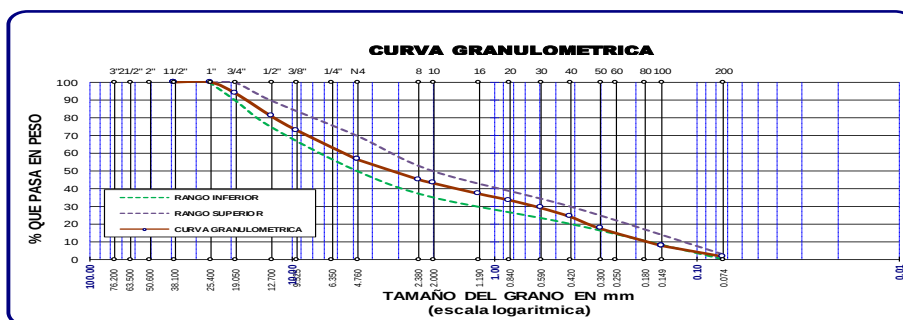


UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ING. CIVIL
"LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS"

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 ASTM C - 136

PROYECTO : : EVALUACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PAVIMENTO EN LA AV. CORONEL JUAN VALER SANDOVAL, DISTRITO DE CIUDAD NUEVA – TACNA, 2024
PROCEDENCIA : : CARPETA ASFALTICA
MUESTRA : : PROGRESIVA 0+020
FECHA : : AGOSTO DEL 2024
SOLICITANTE : : BACH. ELMER AMONEZ CHURA - BACH JHONATAN MERMA ZAPANA

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso de la Muestra Antes del Lavado 1312.50 Peso de la Muestra Despues del Lavado 1256.00 %del Asfalto 4.30 Porcentaje de Grava 43.58 Porcentaje de Arena 56.42
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
3/4"	19.050	78.20	6.23	6.23	93.77	90 100	
1/2"	12.700	161.00	12.82	19.04	80.96	75 90	
3/8"	9.525	99.70	7.94	26.98	73.02		
1/4"	6.350						
Nº4	4.760	208.50	16.60	43.58	56.42	50 70	
Nº8	2.380	140.70	11.20	54.79	45.21		
Nº10	2.000	27.40	2.18	56.97	43.03	35 50	
Nº16	1.190	75.10	5.98	62.95	37.05		
Nº20	0.840	45.20	3.60	66.54	33.46		
Nº30	0.590	54.60	4.35	70.89	29.11		
Nº40	0.420	63.50	5.06	75.95	24.05	20 30	
Nº 50	0.300	82.20	6.54	82.49	17.51		
Nº60	0.250						
Nº80	0.180						
Nº100	0.149	122.20	9.73	92.22	7.78		
Nº200	0.074	77.10	6.14	98.36	1.64	0 3	
TOTAL		1256.00	1.64	100.00	0.00		



La figura 24 muestra la curva granulométrica de los agregados utilizados, obtenida mediante análisis por tamizado. Se observa el peso de la muestra antes del lavado con 1329,00 gr, y el peso después del lavado con un peso de 1262,70 gr, obteniendo el porcentaje de asfalto es de 4,99%, mientras que la composición de agregados está conformada por 35,59% de grava y 64,41% de arena, lo que permite evaluar la distribución de tamaños en los rangos inferior y superior,

Figura 24

Análisis granulométrico por tamizado para la muestra M-02 ubicado en la progresiva KM 0+120,



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ING. CIVIL
"LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS"

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM C - 136

PROYECTO : : EVALUACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PAVIMENTO EN LA AV. CORONEL JUAN VALER SANDOVAL, DISTRITO DE CIUDAD NUEVA – TACNA, 2024

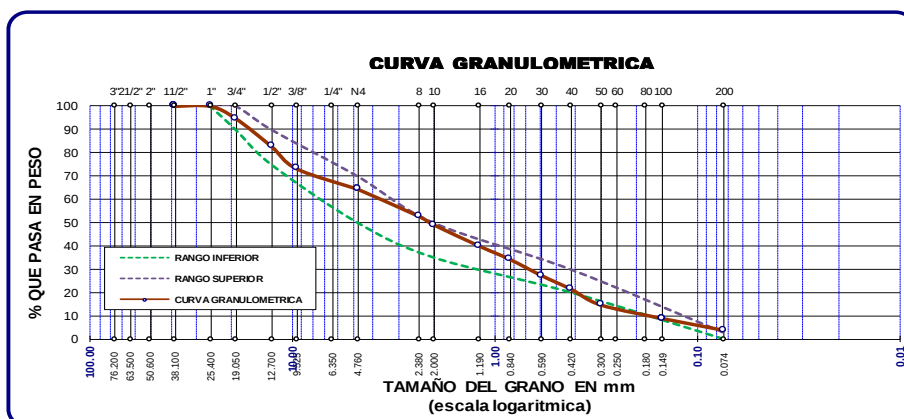
PROCEDENCIA : : CARPETA ASFALTICA

MUESTRA : : PROGRESIVA 0+120

FECHA : : AGOSTO DEL 2024

SOLICITANTE : : BACH. ELMER AMONEZ CHURA - BACH JHONATAN MERMA ZAPANA

TAMICES ASTM	BERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso de la Muestra Antes del Lavado 1329.00 Peso de la Muestra Despues del Lavado 1262.70 %del Asfalto 4.99 Porcentaje de Grava 35.59 Porcentaje de Arena 64.41
2 1/2"	63.500						
2"	50.600						
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	90 100	
3/4"	19.050	65.60	5.20	5.20	94.80	75 90	
1/2"	12.700	151.20	11.97	17.17	82.83		
3/8"	9.525	122.00	9.66	26.83	73.17		
1/4"	6.350						
No4	4.760	110.60	8.76	35.59	64.41	50 70	
No8	2.380	146.90	11.63	47.22	52.78		
No10	2.000	47.10	3.73	50.95	49.05	35 50	
No16	1.190	115.70	9.16	60.12	39.88		
No20	0.840	72.40	5.73	65.85	34.15		
No30	0.590	86.50	6.85	72.70	27.30		
No40	0.420	75.10	5.95	78.65	21.35	20 30	
No 50	0.300	85.20	6.75	85.40	14.60		
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	73.60	5.83	91.23	8.77		
No200	0.074	64.30	5.09	96.32	3.68	0 3	
TOTAL		46.50	3.68	100.00	0.00		
		1262.70					



La figura 25 muestra la curva granulométrica de los agregados utilizados, obtenida mediante análisis por tamizado. Se observa el peso de la muestra antes del lavado con 1340,40 gr, y el peso después del lavado con un peso de 1279,36 gr, obteniendo el porcentaje de asfalto es de 4,55%, mientras que la composición de agregados está conformada por 35,32% de grava y 64,68% de arena, lo que permite evaluar la distribución de tamaños en los rangos inferior y superior,

Figura 25

Análisis granulométrico por tamizado para la muestra M-03 ubicado en la progresiva KM 0+220,



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ING. CIVIL
"LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS"

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM C - 136

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PAVIMENTO EN LA AV. CORONEL JUAN VALER SANDOVAL, DISTRITO DE CIUDAD NUEVA – TACNA, 2024

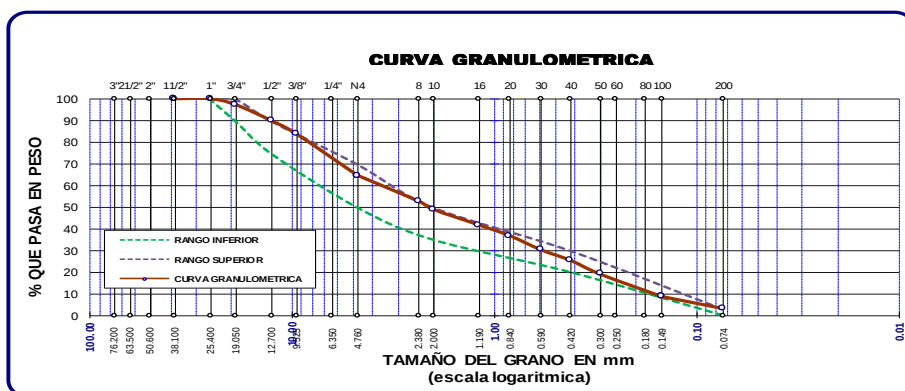
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA

MUESTRA : PROGRESIVA 0+220

FECHA : AGOSTO DEL 2024

SOLICITANTE : BACH. ELMER AMONEZ CHURA - BACH JHONATAN MERMA ZAPANA

TAMICES ASTM	BERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso de la Muestra Antes del Lavado 1340.40 Peso de la Muestra Despues del Lavado 1279.36 %del Asfalto 4.55 Porcentaje de Grava 35.32 Porcentaje de Arena 64.68
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
3/4"	19.050	34.16	2.67	2.67	97.33	90 100	
1/2"	12.700	93.50	7.31	9.98	90.02	75 90	
3/8"	9.525	79.10	6.18	16.16	83.84		
1/4"	6.350						
No4	4.760	245.10	19.16	35.32	64.68	50 70	
No8	2.380	151.70	11.86	47.18	52.82		
No10	2.000	50.30	3.93	51.11	48.89	35 50	
No16	1.190	91.50	7.15	58.26	41.74		
No20	0.840	63.30	4.95	63.21	36.79		
No30	0.590	82.90	6.48	69.69	30.31		
No40	0.420	63.30	4.95	74.64	25.36	20 30	
No 50	0.300	81.00	6.33	80.97	19.03		
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	132.00	10.32	91.28	8.72		
No200	0.074	71.40	5.58	96.87	3.13	0 3	
		40.10	3.13	100.00	0.00		
TOTAL		1279.36					



La figura 26 muestra la curva granulométrica de los agregados utilizados, obtenida mediante análisis por tamizado. Se observa el peso de la muestra antes del lavado con 1190,20 gr, y el peso después del lavado con un peso de 1136,10 gr, obteniendo el porcentaje de asfalto es de 4,55%, mientras que la composición de agregados está conformada por 41,18% de grava y 58,82% de arena, lo que permite evaluar la distribución de tamaños en los rangos inferior y superior,

Figura 26

Análisis granulométrico por tamizado para la muestra M-04 ubicado en la progresiva KM 0+320



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ING. CIVIL
"LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS"

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 ASTM C - 136

PROYECTO : : EVALUACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PAVIMENTO EN LA AV. CORONEL JUAN VALER SANDOVAL, DISTRITO DE CIUDAD NUEVA – TACNA, 2024

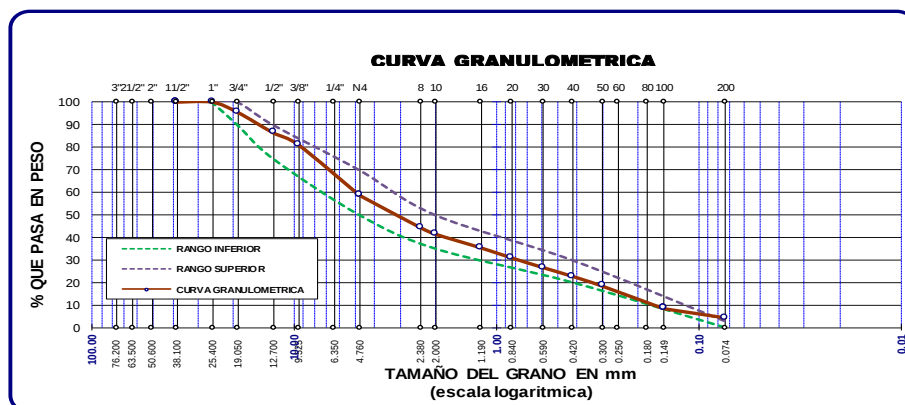
PROCEDENCIA : : CARPETA ASFALTICA

MUESTRA : : PROGRESIVA 0+320

FECHA : : AGOSTO DEL 2024

SOLICITANTE : : BACH. ELMER AMONEZ CHURA - BACH JHONATAN MERMA ZAPANA

TAMICES ASTM	BERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso de la Muestra Antes del Lavado 1190.20 Peso de la Muestra Despues del Lavado 1136.10 %del Asfalto 4.55 Porcentaje de Grava 41.18 Porcentaje de Arena 58.82
2 1/2"	63.500						
2"	50.600						
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
3/4"	19.050	50.30	4.43	4.43	95.57	90 100	
1/2"	12.700	103.20	9.08	13.51	86.49	75 90	
3/8"	9.525	60.30	5.31	18.82	81.18		
1/4"	6.350						
No4	4.760	254.00	22.36	41.18	58.82	50 70	
No8	2.380	162.50	14.30	55.48	44.52		
No10	2.000	33.60	2.96	58.44	41.56	35 50	
No16	1.190	69.20	6.09	64.53	35.47		
No20	0.840	50.30	4.43	68.96	31.04		
No30	0.590	48.10	4.23	73.19	26.81		
No40	0.420	44.90	3.95	77.14	22.86	20 30	
No 50	0.300	48.70	4.29	81.43	18.57		
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	113.60	10.00	91.43	8.57		
No200	0.074	46.20	4.07	95.49	4.51	0 3	
		51.20	4.51	100.00	0.00		
TOTAL		1136.10					



La figura 27 muestra la curva granulométrica de los agregados utilizados, obtenida mediante análisis por tamizado. Se observa el peso de la muestra antes del lavado con 1102,40 g, y el peso después del lavado con un peso de 1057,25 g, obteniendo el porcentaje de asfalto es de 4,10%, mientras que la composición de agregados está conformada por 36,73% de grava y 63,27% de arena, lo que permite evaluar la distribución de tamaños en los rangos inferior y superior,

Figura 27

Análisis granulométrico por tamizado para la muestra M-05 ubicado en la progresiva KM 0+420,



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ING. CIVIL
"LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS"

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM C - 136

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PAVIMENTO EN LA AV. CORONEL JUAN VALER SANDOVAL, DISTRITO DE CIUDAD NUEVA – TACNA, 2024

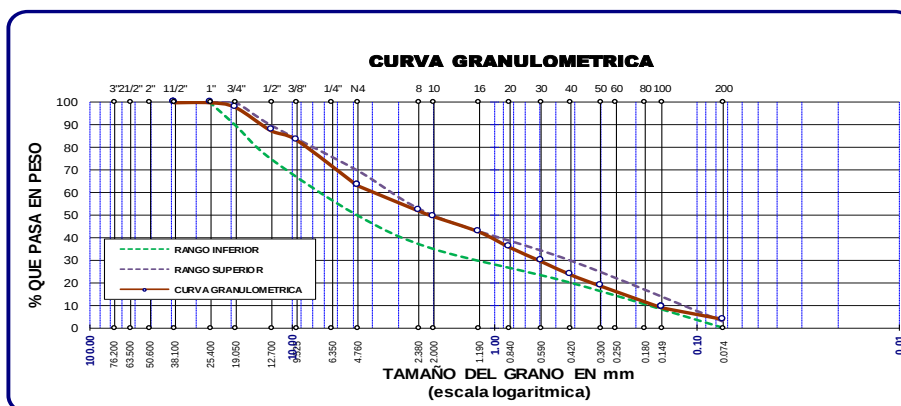
PROCEDENCIA : CARPETA ASFALTICA

MUESTRA : PROGRESIVA 0+420

FECHA : AGOSTO DEL 2024

SOLICITANTE : BACH. ELMER AMONEZ CHURA - BACH JHONATAN MERMA ZAPANA

TAMICES ASTM	BERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso de la Muestra Antes del Lavado 1102.40 Peso de la Muestra Despues del Lavado 1057.25 %del Asfalto 4.10 Porcentaje de Grava 36.73 Porcentaje de Arena 63.27
2 1/2"	63.500						
2"	50.600						
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
3/4"	19.050	21.51	2.03	2.03	97.97	90 100	
1/2"	12.700	109.27	10.34	12.37	87.63	75 90	
3/8"	9.525	43.10	4.08	16.45	83.55		
1/4"	6.350						
No4	4.760	214.45	20.28	36.73	63.27	50 70	
No8	2.380	118.20	11.18	47.91	52.09		
No10	2.000	27.20	2.57	50.48	49.52	35 50	
No16	1.190	72.28	6.84	57.32	42.68		
No20	0.840	72.24	6.83	64.15	35.85		
No30	0.590	65.30	6.18	70.33	29.67		
No40	0.420	63.20	5.98	76.31	23.69	20 30	
No 50	0.300	52.20	4.94	81.24	18.76		
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	102.80	9.72	90.97	9.03		
No200	0.074	54.30	5.14	96.10	3.90	0 3	
TOTAL		1057.25	3.90	100.00	0.00		



La Figura 28 presenta los resultados del análisis granulométrico de la muestra evaluada, en la cual se detalla la distribución de los pesos retenidos y los porcentajes correspondientes en cada uno de los tamices utilizados, A partir de estos datos se determinan los porcentajes acumulados que pasan, permitiendo caracterizar la gradación del material, Los resultados evidencian una adecuada distribución de tamaños de partículas, con una proporción equilibrada entre agregados gruesos, finos y material pasante, lo que contribuye a una mejor compactación y comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica,

Figura 28

Resumen de los porcentajes en la granulometría y porcentaje de asfalto

RESUMEN DE LOS PORCENTAJES EN LA GRANULOMETRIA Y PORCENTAJE DE ASFALTO

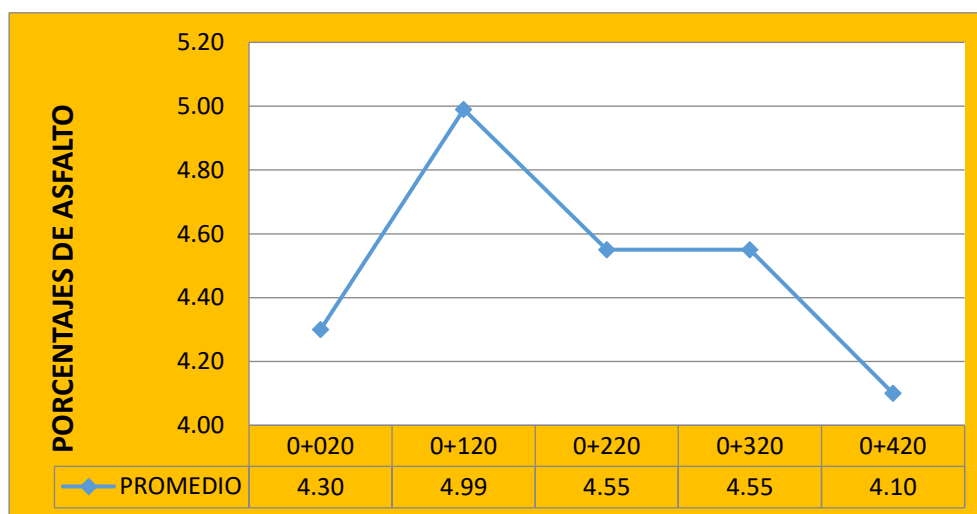
PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PAVIMENTO EN LA AV. CORONEL JUAN VALER SANDOVAL, DISTRITO DE CIUDAD NUEVA – TACNA, 2024
SOLICITANTE : BACH. ELMER AMONEZ CHURA - BACH JHONATAN MERMA ZAPANA

MUESTRA	DESCRIPCION			TAMICES SEGÚN EL ASTM												
	% DE ASFALTO	PESO I. gr.	PESO F. gr.	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 10	N° 16	N° 20	N° 30	N° 40	N° 50	N° 100	N° 200
0+020	4.30	1312.5	1256	93.77	80.96	73.02	56.42	45.21	43.03	37.05	33.46	29.11	24.05	17.51	7.78	1.64
0+120	4.99	1329	1262.7	94.80	82.83	73.17	64.41	52.78	49.05	39.88	34.15	27.30	21.35	14.60	8.77	3.68
0+220	4.55	1340.4	1279.36	97.33	90.02	83.84	64.68	52.82	48.89	41.74	36.79	30.31	25.36	19.03	8.72	3.13
0+320	4.55	1190.2	1136.1	95.57	86.49	81.18	58.82	44.52	41.56	35.47	31.04	26.81	22.86	18.57	8.57	4.51
0+420	4.10	1102.4	1057.25	97.97	87.63	83.55	63.27	52.09	49.52	42.68	35.85	29.67	23.69	18.76	9.03	3.90

Nota, Los porcentajes fueron calculados en función del peso total de la muestra ensayada, El análisis se realizó conforme a los procedimientos estándar de granulometría por tamizado, verificando que los resultados se encuentren dentro de los rangos establecidos por las especificaciones técnicas vigentes,

Figura 29

Grafica de porcentaje de asfalto de todas las muestras extraídas,



4.3. Relación entre dosificación y calidad del pavimento

A partir de la aplicación de la fórmula empírica basada en criterios del Instituto del Asfalto, se determinó un contenido de asfalto de 5,19 % en peso respecto al total de la mezcla, Este valor fue obtenido considerando la distribución granulométrica de los agregados, donde el porcentaje de material retenido y pasante en las mallas evaluadas ($R = 48,56 \%$, $S = 43,57 \%$ y $F = 1,64 \%$) influyó directamente en la estimación del ligante requerido,

Figura 30

Resultado por la formula empírica del instituto de asfalto KM 0+020



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ING. CIVIL

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PAVIMENTO EN LA AV. CORONEL JUAN VALER SANDOVAL, DISTRITO DE CIUDAD NUEVA – TACNA, 2024

PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA

MUESTRA : KM 0+020

FECHA : OCTUBRE DEL 2024

SOLICITANTE : BACH. ELMER AMONEZ CHURA, BACH. JHONATAN MERMA ZAPANA

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

Para determinación del ligante se calcula por formulas empíricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relacion al peso total del agregado. Se conocen los siguientes métodos:

FORMULA EMPIRICA DEL INSTITUTO DEL ASFALTO

$$P = 4R + 7S + 12F$$

Donde:

- P = Porcentaje de asfalto en peso sobre el peso total de la mezcla.
 R = % del agregado que pasa la #3/4 y retenida en la #8.
 S = % del agregado que pasa la #8 y retenida en la malla 200.
 F = % del agregado que pasa la malla 200.

$$\begin{aligned} R &= 48.56 \\ S &= 43.57 \\ F &= 1.64 \end{aligned}$$

$$P = 5.19 \%$$

Cantidad de asfalto necesario: 5.19% de peso sobre el peso total de la mezcla.

Peso de la mezcla asfáltica aprox.	=	2000	Kg/m3.
Densidad del asfalto.	=	1.10	
Equivalencia 1 galón.	=	3.785	litros
Cant. De asfalto en Kg	=	103.78	Kg/m3.
Cant. De asfalto en litros	=	94.35	litros
Cant. De asfalto	=	24.93	Galones/m3.

Nota, Es importante señalar que el valor obtenido mediante esta fórmula constituye una estimación preliminar del contenido de asfalto, basada en relaciones empíricas, Por lo tanto, debe ser validado mediante ensayos de laboratorio,

Mediante la aplicación del método moderno del Instituto del Asfalto, se estimó el contenido de ligante asfáltico en función de la composición granulométrica de los agregados (figura 31), Para ello, se consideraron los valores obtenidos en laboratorio: $a = 48,56\%$, $b = 43,57\%$ y $c = 1,64\%$, correspondientes a las fracciones granulométricas de la mezcla, así como los factores de corrección $X = 0,20$ y $F = 1,00$,

Figura 31

Resultado por la formula Método Moderno del instituto de asfalto KM

0+020



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ING. CIVIL

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PAVIMENTO EN LA AV. CORONEL JUAN VALER SANDOVAL, DISTRITO DE CIUDAD NUEVA – TACNA, 2024

PROCEDENCIA : CARPETA ASFALTICA

MUESTRA : KM 0+020

FECHA : OCTUBRE DEL 2024

SOLICITANTE : BACH. ELMER AMONEZ CHURA, BACH. JHONATAN MERMA ZAPANA

MÉTODO MODERNO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO

$$P = 0.035a + 0.045b + Xc + F$$

Donde:

P = Porcentaje de asfalto en peso sobre el peso total de la mezcla.
 a = % del agregado que pasa la #3/4 y retenida en la #8.
 b = % del agregado que pasa la #8 y retenida en la malla 200.
 c = % del agregado que pasa la malla 200.
 X_c = $0.20c$, cuando $< 5\%$ pasa Tamiz N° 200
 X_c = $0.18c$, cuando $6 - 10\%$ pasa Tamiz N° 200
 X_c = $0.15c$, cuando $11 - 15\%$ pasa Tamiz N° 200

F = Factor de corrección por absorcion, el valor de F varía: Muy poroso= 2.0%
Muy liso=0.7%, Mediano=1%

$a = 48.56$ $X = 0.20$
 $b = 43.57$ $F = 1.00$
 $c = 1.64$

$P = 4.99$ %

Cantidad de asfalto necesario: 4.99% de peso sobre el peso total de la mezcla.

Peso de la mezcla asfáltica aprox.	=	2000	Kg/m3.
Densidad del asfalto.	=	1.10	
Equivalencia 1 galón.	=	3.785	litros
Cant. De asfalto en Kg	=	99.77	Kg/m3.
Cant. De asfalto en litros	=	90.70	litros
Cant. De asfalto	=	23.96	Galones/m3.

Nota, Es importante señalar que el valor obtenido mediante esta fórmula constituye una estimación preliminar del contenido de asfalto, basada en relaciones empíricas, Por lo tanto, debe ser validado mediante ensayos de laboratorio,

En la Figura 32 se presenta la comparación de los porcentajes de contenido de asfalto obtenidos mediante diferentes métodos de evaluación, El resultado experimental, determinado a partir del ensayo con extractor centrífugo, fue de 4,30 %, mientras que la estimación mediante el método empírico del Instituto del Asfalto arrojó un valor de 5,19 % y el método moderno un valor de 4,99 %,

Se observa que los valores teóricos son superiores al resultado experimental, siendo el método moderno el que presenta mayor aproximación, Esta diferencia evidencia que la dosificación del ligante asfáltico en campo no alcanzó los valores estimados por los métodos de diseño, lo que podría indicar deficiencias en el control del proceso constructivo,

Figura 32

Comparación por las formula del instituto de asfalto y laboratorio KM 0+020



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ING. CIVIL

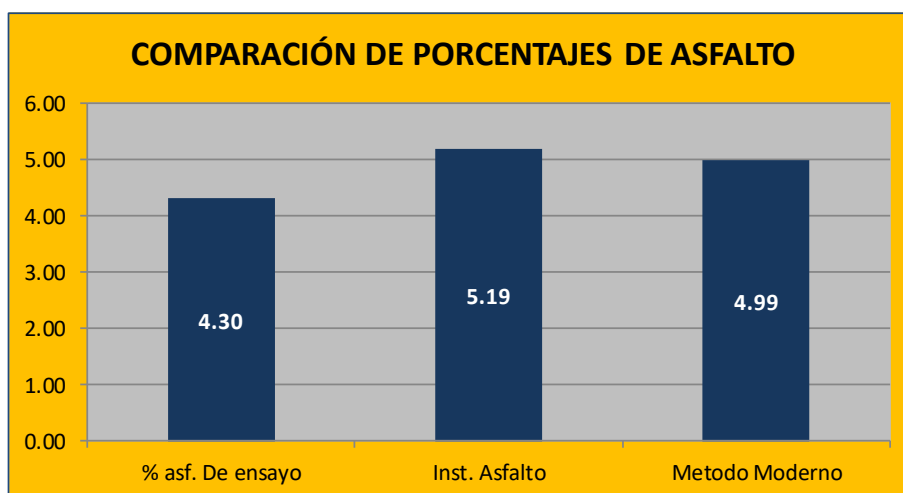
PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PAVIMENTO EN LA AV. CORONEL JUAN VALER SANDOVAL, DISTRITO DE CIUDAD NUEVA – TACNA, 2024

PROCEDENCIA : CARPETA ASFALTICA

MUESTRA : KM 0+020

FECHA : OCTUBRE DEL 2024

SOLICITANTE : BACH. ELMER AMONEZ CHURA, BACH. JHONATAN MERMA ZAPANA



Nota. La comparación de resultados de la muestra KM+020 permite identificar variaciones entre el contenido de asfalto real y los valores estimados, lo cual es fundamental para evaluar la calidad de la mezcla asfáltica, Estas diferencias pueden influir directamente en el desempeño del pavimento, afectando su durabilidad, resistencia y comportamiento frente a cargas de tránsito, por lo que se recomienda optimizar los controles de dosificación durante la producción y colocación de la mezcla,

A partir de la aplicación de la fórmula empírica basada en criterios del Instituto del Asfalto, se determinó un contenido de asfalto de 5,56 % en peso respecto al total de la mezcla, Este valor fue obtenido considerando la distribución granulométrica de los agregados, donde el porcentaje de material retenido y pasante en las mallas evaluadas ($R = 42,02 \%$, $S = 49,09 \%$ y $F = 3,68 \%$) influyó directamente en la estimación del ligante requerido,

Figura 33

Resultado por la formula empírica del instituto de asfalto KM 0+120



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ING. CIVIL

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PAVIMENTO EN LA AV. CORONEL JUAN VALER SANDOVAL, DISTRITO DE CIUDAD NUEVA – TACNA, 2024
PROCEDENCIA : CARPETA ASFALTICA
MUESTRA : KM 0+120
FECHA : OCTUBRE DEL 2024
SOLICITANTE : BACH. ELMER AMONEZ CHURA, BACH. JHONATAN MERMA ZAPANA

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

Para determinación del ligante se calcula por formulas empiricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relacion al peso total del agregado. Se conocen los siguientes métodos:

FORMULAS EMPIRICAS DEL INSTITUTO DEL ASFALTO

$$P=4R+7S+12F$$

Donde:

P = Porcentaje de asfalto en peso sobre el peso total de la mezcla.
 R = % del agregado que pasa la #3/4 y retenida en la #8.
 S = % del agregado que pasa la #8 y retenida en la malla 200.
 F = % del agregado que pasa la malla 200.

R = 42.02
 S = 49.09
 F = 3.68

P= 5.56 %

Cantidad de asfalto necesario: 5.56% de peso sobre el peso total de la mezcla.

Peso de la mezcla asfáltica aprox.	=	2000	Kg/m3.
Densidad del asfalto.	=	1.10	
Equivalencia 1 galón.	=	3.785	litros
Cant. De asfalto en Kg	=	111.17	Kg/m3.
Cant. De asfalto en litros	=	101.07	litros
Cant. De asfalto	=	26.70	Galones/m3.

Nota, Es importante señalar que el valor obtenido mediante esta fórmula constituye una estimación preliminar del contenido de asfalto, basada en relaciones empíricas, Por lo tanto, debe ser validado mediante ensayos de laboratorio,

Mediante la aplicación del método moderno del Instituto del Asfalto, se estimó el contenido de ligante asfáltico en función de la composición granulométrica de los agregados, Para ello, se consideraron los valores obtenidos en laboratorio: $a = 42,02\%$, $b = 49,09\%$ y $c = 3,68\%$, correspondientes a las fracciones granulométricas de la mezcla, así como los factores de corrección $X = 0,20$ y $F = 1,00$,

Figura 34

Resultado por la formula Método Moderno del instituto de asfalto KM 0+120



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERIA

MÉTODO MODERNO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PAVIMENTO EN LA AV. CORONEL JUAN VALER SANDOVAL, DISTRITO DE CIUDAD NUEVA – TACNA, 2024

PROCEDENCIA : CARPETA ASFALTICA

MUESTRA : KM 0+120

FECHA : OCTUBRE DEL 2024

SOLICITANTE : BACH. ELMER AMONEZ CHURA, BACH. JHONATAN MERMA ZAPANA

$$P=0.035a+0.045b+Xc+F$$

Donde:

P = Porcentaje de asfalto en peso sobre el peso total de la mezcla.

a = % del agregado que pasa la #3/4 y retenida en la #8.

b = % del agregado que pasa la #8 y retenida en la malla 200.

c = % del agregado que pasa la malla 200.

Xc = $0.20c$, cuando $< 5\%$ pasa Tamiz N° 200

Xc = $0.18c$, cuando $6 - 10\%$ pasa Tamiz N° 200

Xc = $0.15c$, cuando $11 - 15\%$ pasa Tamiz N° 200

F = Factor de corrección por absorcion, el valor de F varía: Muy poroso= 2.0%

Muy liso= 0.7% , Mediano= 1%

$a = 42.02$

$X = 0.20$

$b = 49.09$

$F = 1.00$

$c = 3.68$

P= 5.42 %

Cantidad de asfalto necesario: **5.42%** de peso sobre el peso total de la mezcla.

Peso de la mezcla asfáltica aprox.	=	2000	Kg/m3.
Densidad del asfalto.	=	1.10	
Equivalencia 1 galón.	=	3.785	litros
Cant. De asfalto en Kg	=	108.32	Kg/m3.
Cant. De asfalto en litros	=	98.47	litros
Cant. De asfalto	=	26.02	Galones/m3.

Nota, Es importante señalar que el valor obtenido mediante esta fórmula constituye una estimación preliminar del contenido de asfalto, basada en relaciones empíricas, Por lo tanto, debe ser validado mediante ensayos de laboratorio,

En la Figura 35 se presenta la comparación de los porcentajes de contenido de asfalto obtenidos mediante diferentes métodos de evaluación, El resultado experimental, determinado a partir del ensayo con extractor centrífugo, fue de 4,99 %, mientras que la estimación mediante el método empírico del Instituto del Asfalto arrojó un valor de 5,56 % y el método moderno un valor de 5,42 %,

Se observa que los valores teóricos son superiores al resultado experimental, siendo el método moderno el que presenta mayor aproximación, Esta diferencia evidencia que la dosificación del ligante asfáltico en campo no alcanzó los valores estimados por los métodos de diseño, lo que podría indicar deficiencias en el control del proceso constructivo,

Figura 35

Comparación por las formula del instituto de asfalto y laboratorio KM 0+120



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ING. CIVIL

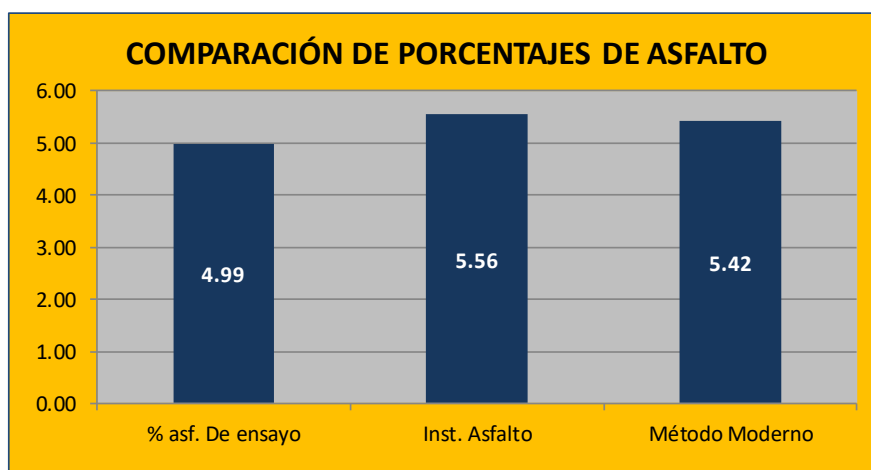
PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PAVIMENTO EN LA AV. CORONEL JUAN VALER SANDOVAL, DISTRITO DE CIUDAD NUEVA – TACNA, 2024

PROCEDENCIA : CARPETA ASFALTICA

MUESTRA : KM 0+120

FECHA : OCTUBRE DEL 2024

SOLICITANTE : BACH. ELMER AMONEZ CHURA, BACH. JHONATAN MERMA ZAPANA



Nota, La comparación de resultados de la muestra KM+120 permite identificar variaciones entre el contenido de asfalto real y los valores estimados, lo cual es fundamental para evaluar la calidad de la mezcla asfáltica, Estas diferencias pueden influir directamente en el desempeño del pavimento, afectando su durabilidad, resistencia y comportamiento frente a cargas de tránsito, por lo que se recomienda optimizar los controles de dosificación durante la producción y colocación de la mezcla,

A partir de la aplicación de la fórmula empírica basada en criterios del Instituto del Asfalto, se determinó un contenido de asfalto de 5,63 % en peso respecto al total de la mezcla, Este valor fue obtenido considerando la distribución granulométrica de los agregados, donde el porcentaje de material retenido y pasante en las mallas evaluadas (R = 44,51 %, S = 49,69 % y F = 3,13 %) influyó directamente en la estimación del ligante requerido,

Figura 36

Resultado por la formula empírica del instituto de asfalto KM 0+220



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ING. CIVIL

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PAVIMENTO EN LA AV. CORONEL JUAN VALER SANDOVAL, DISTRITO DE CIUDAD NUEVA – TACNA, 2024
PROCEDENCIA : CARPETA ASFALTICA
MUESTRA : KM 0+220
FECHA : OCTUBRE DEL 2024
SOLICITANTE : BACH. ELMER AMONEZ CHURA, BACH. JHONATAN MERMA ZAPANA

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

Para determinación del ligante se calcula por formulas empiricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relacion al peso total del agregado. Se conocen los siguientes métodos:

FORMULAS EMPIRICAS DEL INSTITUTO DEL ASFALTO

$$P = 4R + 7S + 12F$$

Donde:

P = Porcentaje de asfalto en peso sobre el peso total de la mezcla.
R = % del agregado que pasa la #3/4 y retenida en la #8.
S = % del agregado que pasa la #8 y retenida en la malla 200.
F = % del agregado que pasa la malla 200.

R = 44.51

S = 49.69

F = 3.13

P = 5.63 %

Cantidad de asfalto necesario: 5.63% de peso sobre el peso total de la mezcla.

Peso de la mezcla asfáltica aprox.	=	2000	Kg/m3.
Densidad del asfalto.	=	1.10	
Equivalencia 1 galón.	=	3.785	litros
Cant. De asfalto en Kg	=	112.69	Kg/m3.
Cant. De asfalto en litros	=	102.44	litros
Cant. De asfalto	=	27.07	Galones/m3.

Nota, Es importante señalar que el valor obtenido mediante esta fórmula constituye una estimación preliminar del contenido de asfalto, basada en relaciones empíricas, Por lo tanto, debe ser validado mediante ensayos de laboratorio,

Mediante la aplicación del método moderno del Instituto del Asfalto, se estimó el contenido de ligante asfáltico en función de la composición granulométrica de los agregados, Para ello, se consideraron los valores obtenidos en laboratorio: $a = 42,02\%$, $b = 49,09\%$ y $c = 3,68\%$, correspondientes a las fracciones granulométricas de la mezcla, así como los factores de corrección $X = 0,20$ y $F = 1,00$,

Figura 37

Resultado por la formula Método Moderno del instituto de asfalto KM 0+220



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ING. CIVIL

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PAVIMENTO EN LA AV. CORONEL JUAN VALER SANDOVAL, DISTRITO DE CIUDAD NUEVA – TACNA, 2024

PROCEDENCIA : CARPETA ASFALTICA

MUESTRA : KM 0+220

FECHA : OCTUBRE DEL 2024

SOLICITANTE : BACH. ELMER AMONEZ CHURA, BACH. JHONATAN MERMA ZAPANA

MÉTODO MODERNO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO

$$P=0.035a+0.045b+Xc+F$$

Donde:

P = Porcentaje de asfalto en peso sobre el peso total de la mezcla.
 a = % del agregado que pasa la #3/4 y retenida en la #8.
 b = % del agregado que pasa la #8 y retenida en la malla 200.
 c = % del agregado que pasa la malla 200.
 Xc = $0.20c$, cuando $< 5\%$ pasa Tamiz N° 200
 Xc = $0.18c$, cuando $6 - 10\%$ pasa Tamiz N° 200
 Xc = $0.15c$, cuando $11 - 15\%$ pasa Tamiz N° 200

F = Factor de corrección por absorción, el valor de F varía: Muy poroso= 2.0%
 Muy liso= 0.7% , Mediano= 1%

$a = 44.51$ $X = 0.20$
 $b = 49.69$ $F = 1.00$
 $c = 3.13$

P= 5.42 %

Cantidad de asfalto necesario: **5.42%** de peso sobre el peso total de la mezcla.

Peso de la mezcla asfáltica aprox.	=	2000	Kg/m3.
Densidad del asfalto.	=	1.10	
Equivalencia 1 galón.	=	3.785	litros
Cant. De asfalto en Kg	=	108.40	Kg/m3.
Cant. De asfalto en litros	=	98.54	litros
Cant. De asfalto	=	26.04	Galones/m3.

Nota, Es importante señalar que el valor obtenido mediante esta fórmula constituye una estimación preliminar del contenido de asfalto, basada en relaciones empíricas, Por lo tanto, debe ser validado mediante ensayos de laboratorio,

En la Figura 38 se presenta la comparación de los porcentajes de contenido de asfalto obtenidos mediante diferentes métodos de evaluación, El resultado experimental, determinado a partir del ensayo con extractor centrífugo, fue de 4,55 %, mientras que la estimación mediante el método empírico del Instituto del Asfalto arrojó un valor de 5,63 % y el método moderno un valor de 5,42 %,

Se observa que los valores teóricos son superiores al resultado experimental, siendo el método moderno el que presenta mayor aproximación, Esta diferencia evidencia que la dosificación del ligante asfáltico en campo no alcanzó los valores estimados por los métodos de diseño, lo que podría indicar deficiencias en el control del proceso constructivo,

Figura 38

Comparación por las formula del instituto de asfalto y laboratorio KM 0+220



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ING. CIVIL

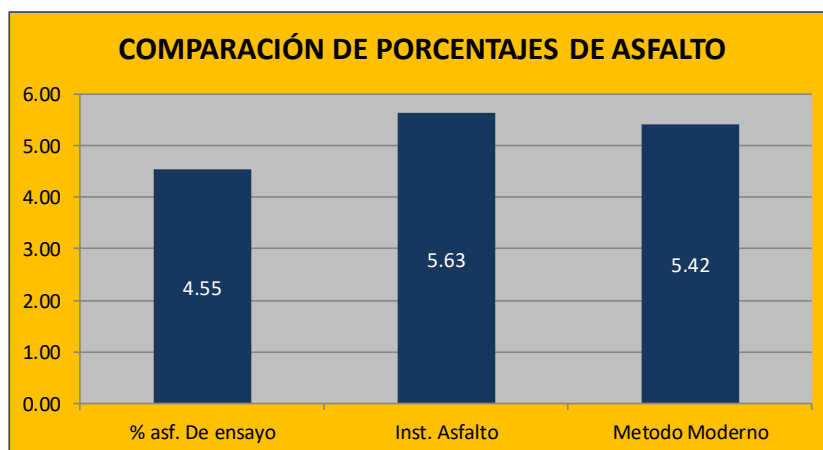
PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PAVIMENTO EN LA AV. CORONEL JUAN VALER SANDOVAL, DISTRITO DE CIUDAD NUEVA – TACNA, 2024

PROCEDENCIA : CARPETA ASFALTICA

MUESTRA : KM 0+220

FECHA : OCTUBRE DEL 2024

SOLICITANTE : BACH. ELMER AMONEZ CHURA, BACH. JHONATAN MERMA ZAPANA



Nota, La comparación de resultados de la muestra KM+220 permite identificar variaciones entre el contenido de asfalto real y los valores estimados, lo cual es fundamental para evaluar la calidad de la mezcla asfáltica, Estas diferencias pueden influir directamente en el desempeño del pavimento, afectando su durabilidad, resistencia y comportamiento frente a cargas de tránsito, por lo que se recomienda optimizar los controles de dosificación durante la producción y colocación de la mezcla,

A partir de la aplicación de la fórmula empírica basada en criterios del Instituto del Asfalto, se determinó un contenido de asfalto de 5,38 % en peso respecto al total de la mezcla, Este valor fue obtenido considerando la distribución granulométrica de los agregados, donde el porcentaje de material retenido y pasante en las mallas evaluadas (R = 51,05 %, S = 40,01 % y F = 4,51 %) influyó directamente en la estimación del ligante requerido,

Figura 39

Resultado por la formula empírica del instituto de asfalto KM 0+320



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ING. CIVIL

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PAVIMENTO EN LA AV. CORONEL JUAN VALER SANDOVAL, DISTRITO DE CIUDAD NUEVA – TACNA, 2024

PROCEDENCIA : CARPETA ASFALTICA

MUESTRA : KM 0+320

FECHA : OCTUBRE DEL 2024

SOLICITANTE : BACH. ELMER AMONEZ CHURA, BACH. JHONATAN MERMA ZAPANA

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

Para determinación del ligante se calcula por formulas empiricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relacion al peso total del agregado. Se conocen los siguientes métodos:

FORMULAS EMPIRICAS DEL INSTITUTO DEL ASFALTO

$$P=4R+7S+12F$$

Donde:

P = Porcentaje de asfalto en peso sobre el peso total de la mezcla.

R = % del agregado que pasa la #3/4 y retenida en la #8.

S = % del agregado que pasa la #8 y retenida en la malla 200.

F = % del agregado que pasa la malla 200.

R = 51.05

S = 40.01

F = 4.51

P = 5.38 %

Cantidad de asfalto necesario: 5.38% de peso sobre el peso total de la mezcla.

Peso de la mezcla asfáltica aprox.	=	2000	Kg/m3.
Densidad del asfalto.	=	1.10	
Equivalencia 1 galón.	=	3.785	litros
Cant. De asfalto en Kg	=	107.68	Kg/m3.
Cant. De asfalto en litros	=	97.89	litros
Cantidad De asfalto RC-250	=	25.86	Galones/m3.

Nota, Es importante señalar que el valor obtenido mediante esta fórmula constituye una estimación preliminar del contenido de asfalto, basada en relaciones empíricas, Por lo tanto, debe ser validado mediante ensayos de laboratorio,

Mediante la aplicación del método moderno del Instituto del Asfalto, se estimó el contenido de ligante asfáltico en función de la composición granulométrica de los agregados, Para ello, se consideraron los valores obtenidos en laboratorio: $a = 51,05\%$, $b = 40,01\%$ y $c = 4,51\%$, correspondientes a las fracciones granulométricas de la mezcla, así como los factores de corrección $X = 0,20$ y $F = 1,00$,

Figura 40

Resultado por la formula Método Moderno del instituto de asfalto KM 0+320



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ING. CIVIL

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PAVIMENTO EN LA AV. CORONEL JUAN VALER SANDOVAL, DISTRITO DE CIUDAD NUEVA – TACNA, 2024

PROCEDENCIA : CARPETA ASFALTICA

MUESTRA : KM 0+320

FECHA : OCTUBRE DEL 2024

SOLICITANTE : BACH. ELMER AMONEZ CHURA, BACH. JHONATAN MERMA ZAPANA

MÉTODO MODERNO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO

$$P = 0.035a + 0.045b + Xc + F$$

Donde:

P = Porcentaje de asfalto en peso sobre el peso total de la mezcla.
 a = % del agregado que pasa la #3/4 y retenida en la #8.
 b = % del agregado que pasa la #8 y retenida en la malla 200.
 c = % del agregado que pasa la malla 200.
 Xc = $0.20c$, cuando $< 5\%$ pasa Tamiz N° 200
 Xc = $0.18c$, cuando $6 - 10\%$ pasa Tamiz N° 200
 Xc = $0.15c$, cuando $11 - 15\%$ pasa Tamiz N° 200

F = Factor de corrección por absorción, el valor de F varía: Muy poroso= 2.0%
 Muy liso= 0.7% , Mediano= 1%

$a = 51.05$ $X = 0.20$
 $b = 40.01$ $F = 1.00$
 $c = 4.51$

$P = 5.49\%$

Cantidad de asfalto necesario: 5.49% de peso sobre el peso total de la mezcla.

Peso de la mezcla asfáltica aprox.	=	2000	Kg/m3.
Densidad del asfalto.	=	1.10	
Equivalencia 1 galón.	=	3.785	litros
Cant. De asfalto en Kg	=	109.78	Kg/m3.
Cant. De asfalto en litros	=	99.80	litros
Cantidad De asfalto RC-250	=	26.37	Galones/m3.

Nota, Es importante señalar que el valor obtenido mediante esta fórmula constituye una estimación preliminar del contenido de asfalto, basada en relaciones empíricas, Por lo tanto, debe ser validado mediante ensayos de laboratorio,

)

En la Figura 41 se presenta la comparación de los porcentajes de contenido de asfalto obtenidos mediante diferentes métodos de evaluación, El resultado experimental, determinado a partir del ensayo con extractor centrífugo, fue de 4,55 %, mientras que la estimación mediante el método empírico del Instituto del Asfalto arrojó un valor de 5,38 % y el método moderno un valor de 5,49 %,

Se observa que los valores teóricos son superiores al resultado experimental, siendo el método moderno el que presenta mayor aproximación, Esta diferencia evidencia que la dosificación del ligante asfáltico en campo no alcanzó los valores estimados por los métodos de diseño, lo que podría indicar deficiencias en el control del proceso constructivo,

Figura 41

Comparación por las formula del instituto de asfalto y laboratorio KM 0+320



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ING. CIVIL

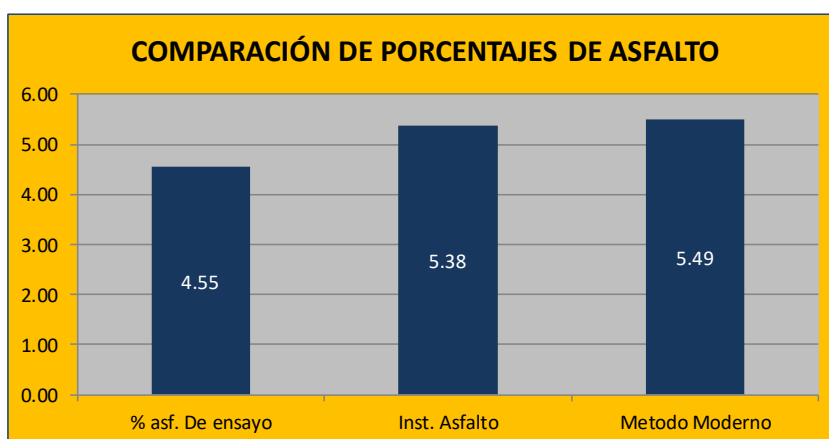
PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PAVIMENTO EN LA AV. CORONEL JUAN VALER SANDOVAL, DISTRITO DE CIUDAD NUEVA – TACNA, 2024

PROCEDENCIA : CARPETA ASFALTICA

MUESTRA : KM 0+320

FECHA : OCTUBRE DEL 2024

SOLICITANTE : BACH. ELMER AMONEZ CHURA, BACH. JHONATAN MERMA ZAPANA



Nota, La comparación de resultados de la muestra KM+320 permite identificar variaciones entre el contenido de asfalto real y los valores estimados, lo cual es fundamental para evaluar la calidad de la mezcla asfáltica, Estas diferencias pueden influir directamente en el desempeño del pavimento, afectando su durabilidad, resistencia y comportamiento frente a cargas de tránsito, por lo que se recomienda optimizar los controles de dosificación durante la producción y colocación de la mezcla,

A partir de la aplicación de la fórmula empírica basada en criterios del Instituto del Asfalto, se determinó un contenido de asfalto de 5,68 % en peso respecto al total de la mezcla, Este valor fue obtenido considerando la distribución granulométrica de los agregados, donde el porcentaje de material retenido y pasante en las mallas evaluadas (R = 45,88 %, S = 48,19 % y F = 3,90 %) influyó directamente en la estimación del ligante requerido,

Figura 42

Resultado por la formula empírica del instituto de asfalto KM 0+420



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ING. CIVIL

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PAVIMENTO EN LA AV. CORONEL JUAN VALER SANDOVAL, DISTRITO DE CIUDAD NUEVA – TACNA, 2024

PROCEDENCIA : CARPETA ASFALTICA

MUESTRA : KM 0+420

FECHA : OCTUBRE DEL 2024

SOLICITANTE : BACH. ELMER AMONEZ CHURA, BACH. JHONATAN MERMA ZAPANA

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

Para determinación del ligante se calcula por formulas empiricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relacion al peso total del agregado. Se conocen los siguientes métodos:

FORMULAS EMPIRICAS DEL INSTITUTO DEL ASFALTO

$$P=4R+7S+12F$$

Donde:

P = Porcentaje de asfalto en peso sobre el peso total de la mezcla.

R = % del agregado que pasa la #3/4 y retenida en la #8.

S = % del agregado que pasa la #8 y retenida en la malla 200.

F = % del agregado que pasa la malla 200.

R = 45.88

S = 48.19

F = 3.90

P = 5.68 %

Cantidad de asfalto necesario: 5.68% de peso sobre el peso total de la mezcla.

Peso de la mezcla asfáltica aprox.	=	2000	Kg/m3.
Densidad del asfalto.	=	1.10	
Equivalencia 1 galón.	=	3.785	litros
Cant. De asfalto en Kg	=	113.53	Kg/m3.
Cant. De asfalto en litros	=	103.21	litros
Cantidad De asfalto RC-250	=	27.27	Galones/m3.

Nota, Es importante señalar que el valor obtenido mediante esta fórmula constituye una estimación preliminar del contenido de asfalto, basada en relaciones empíricas, Por lo tanto, debe ser validado mediante ensayos de laboratorio,

Mediante la aplicación del método moderno del Instituto del Asfalto, se estimó el contenido de ligante asfáltico en función de la composición granulométrica de los agregados, Para ello, se consideraron los valores obtenidos en laboratorio: $a = 45,88\%$, $b = 48,19\%$ y $c = 3,90\%$, correspondientes a las fracciones granulométricas de la mezcla, así como los factores de corrección $X = 0,20$ y $F = 1,00$,

Figura 43

Resultado por la formula Método Moderno del instituto de asfalto KM 0+420



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ING. CIVIL

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PAVIMENTO EN LA AV. CORONEL JUAN VALER SANDOVAL, DISTRITO DE CIUDAD NUEVA – TACNA, 2024

PROCEDENCIA : CARPETA ASFALTICA

MUESTRA : KM 0+420

FECHA : OCTUBRE DEL 2024

SOLICITANTE : BACH. ELMER AMONEZ CHURA, BACH. JHONATAN MERMA ZAPANA

MÉTODO MODERNO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO

$$P=0.035a+0.045b+Xc+F$$

Donde:

$P =$ Porcentaje de asfalto en peso sobre el peso total de la mezcla.

$a =$ % del agregado que pasa la #3/4 y retenida en la #8.

$b =$ % del agregado que pasa la #8 y retenida en la malla 200.

$c =$ % del agregado que pasa la malla 200.

$X_c =$ $0.20c$, cuando $< 5\%$ pasa Tamiz N° 200

$X_c =$ $0.18c$, cuando $6 - 10\%$ pasa Tamiz N° 200

$X_c =$ $0.15c$, cuando $11 - 15\%$ pasa Tamiz N° 200

$F =$ Factor de corrección por absorcion, el valor de F varía: Muy poroso= 2.0%

Muy liso= 0.7% , Mediano= 1%

$a =$	45.88	$X =$	0.20
$b =$	48.19	$F =$	1.00
$c =$	3.90		

$P =$ 5.55 %

Cantidad de asfalto necesario: 5.55% de peso sobre el peso total de la mezcla.

Peso de la mezcla asfáltica aprox.	=	2000	Kg/m3.
Densidad del asfalto.	=	1.10	
Equivalencia 1 galón.	=	3.785	litros
Cant. De asfalto en Kg	=	111.09	Kg/m3.
Cant. De asfalto en litros	=	100.99	litros
Cantidad De asfalto RC-250	=	26.68	Galones/m3.

Nota, Es importante señalar que el valor obtenido mediante esta fórmula constituye una estimación preliminar del contenido de asfalto, basada en relaciones empíricas, Por lo tanto, debe ser validado mediante ensayos de laboratorio,

)

En la Figura 44 se presenta la comparación de los porcentajes de contenido de asfalto obtenidos mediante diferentes métodos de evaluación, El resultado experimental, determinado a partir del ensayo con extractor centrífugo, fue de 4,10 %, mientras que la estimación mediante el método empírico del Instituto del Asfalto arrojó un valor de 5,68 % y el método moderno un valor de 5,55 %,

Se observa que los valores teóricos son superiores al resultado experimental, siendo el método moderno el que presenta mayor aproximación, Esta diferencia evidencia que la dosificación del ligante asfáltico en campo no alcanzó los valores estimados por los métodos de diseño, lo que podría indicar deficiencias en el control del proceso constructivo,

Figura 44

Comparación por las formula del instituto de asfalto y laboratorio KM 0+420



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ING. CIVIL

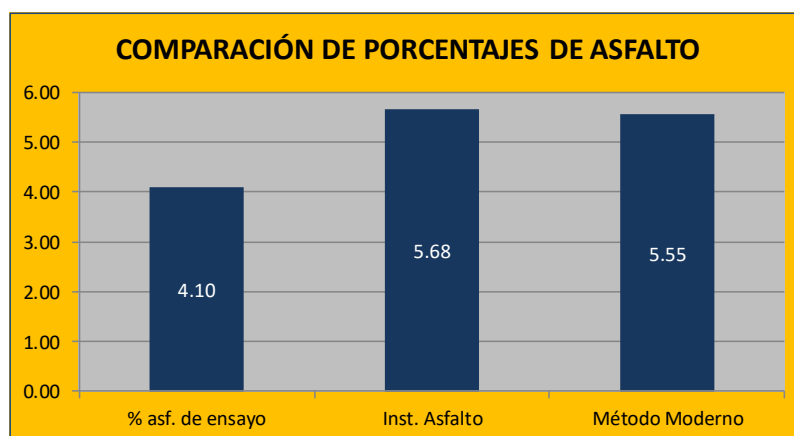
PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PAVIMENTO EN LA AV. CORONEL JUAN VALER SANDOVAL, DISTRITO DE CIUDAD NUEVA – TACNA, 2024

PROCEDENCIA : CARPETA ASFALTICA

MUESTRA : KM 07+000

FECHA : OCTUBRE DEL 2024

SOLICITANTE : BACH. ELMER AMONEZ CHURA, BACH. JHONATAN MERMA ZAPANA



Nota, La comparación de resultados de la muestra KM+420 permite identificar variaciones entre el contenido de asfalto real y los valores estimados, lo cual es fundamental para evaluar la calidad de la mezcla asfáltica, Estas diferencias pueden influir directamente en el desempeño del pavimento, afectando su durabilidad, resistencia y comportamiento frente a cargas de tránsito, por lo que se recomienda optimizar los controles de dosificación durante la producción y colocación de la mezcla,

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo como finalidad evaluar la dosificación de la mezcla asfáltica y determinar su impacto en la calidad del pavimento en la Av, Coronel Juan Valer Sandoval, distrito de Ciudad Nueva – Tacna, 2024, Los resultados obtenidos fueron contrastados con los antecedentes nacionales e internacionales considerados en el marco teórico, los cuales abordan la influencia del contenido de ligante y la gradación granulométrica en el desempeño de los pavimentos flexibles,

En relación con el contenido de ligante asfáltico, los ensayos realizados evidenciaron variaciones respecto al valor óptimo de diseño, aunque dentro de los rangos permisibles establecidos por las especificaciones técnicas, Este comportamiento guarda concordancia con los estudios citados en los antecedentes, los cuales señalan que pequeñas desviaciones en el porcentaje de asfalto pueden alterar la cohesión interna de la mezcla y afectar su estabilidad, Los antecedentes revisados concluyen que una dosificación inadecuada puede generar fisuración prematura, pérdida de material y reducción de la vida útil del pavimento, lo que reafirma la importancia del control riguroso del contenido de ligante,

Respecto a la granulometría de los agregados, los resultados muestran cumplimiento general de los límites especificados; sin embargo, se identificaron ligeras variaciones en algunos tamices, Este hallazgo coincide con investigaciones previas señaladas en los antecedentes, donde se indica que la correcta gradación de los agregados es determinante para garantizar la estabilidad estructural y la resistencia a cargas repetitivas, Las investigaciones revisadas sostienen que desviaciones granulométricas pueden afectar la distribución de vacíos y la interconexión entre partículas, comprometiendo el desempeño del pavimento a mediano plazo,

Asimismo, los antecedentes analizados enfatizan que el control de calidad durante la producción y colocación de la mezcla asfáltica es un factor decisivo para asegurar la durabilidad del pavimento flexible, En el tramo evaluado, los resultados obtenidos permiten evidenciar que las variaciones en la dosificación tienen relación directa con el comportamiento estructural observado, confirmando los planteamientos teóricos y empíricos desarrollados en estudios previos,

En consecuencia, los resultados de la investigación corroboran lo señalado en los antecedentes: la dosificación de la mezcla asfáltica constituye un factor determinante en la calidad del pavimento, ya que influye en su estabilidad, resistencia y durabilidad,

Por tanto, la hipótesis general planteada se valida, evidenciándose que existe una relación directa entre la dosificación de la mezcla asfáltica y la calidad del pavimento evaluado,

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio y el análisis técnico realizado, se presentan las siguientes conclusiones, organizadas conforme a los objetivos específicos y al objetivo general del estudio:

Se determinó que la dosificación de la mezcla asfáltica influye en la calidad del pavimento en la Av, Coronel Juan Valer Sandoval, confirmándose la relación entre las variables estudiadas

Respecto a la determinación del contenido de asfalto ligante mediante el uso del equipo Extractor Centrífugo, se obtuvo un rango de valores comprendido entre 4,83% y 5,32%, con un promedio de 5,10%, el cual se encontró dentro del intervalo recomendado por el Instituto del Asfalto (3,5% – 7,0%), No obstante, dicho valor no alcanzó el contenido óptimo de 5,3% establecido para mezclas con un desempeño adecuado, Esta diferencia evidenció una falta de uniformidad y control en la dosificación del ligante asfáltico, lo que pudo comprometer la durabilidad y cohesión de la mezcla, De este modo, se confirmó que el uso del equipo permitió obtener mediciones precisas; sin embargo, los resultados revelaron deficiencias en el proceso constructivo que debieron ser corregidas en futuros trabajos de pavimentación,

En relación con las propiedades físicas y la gradación de los agregados, los ensayos granulométricos realizados conforme a la norma ASTM D136 demostraron que los materiales no presentaron una gradación adecuada, En particular, las curvas granulométricas de varias muestras sobrepasaron los límites de control establecidos, lo que indicó una mala graduación y un deficiente control de calidad en la selección de los áridos, Este incumplimiento afectó la compactación, la estabilidad y la resistencia estructural de la mezcla asfáltica, generando fenómenos de segregación y pérdida de ligante, Por ello, se concluyó que los agregados utilizados no cumplieron plenamente con las especificaciones técnicas ASTM y AASHTO, situación que incidió directamente en el deterioro prematuro de la carpeta asfáltica,

La investigación confirma lo señalado en los antecedentes revisados, reafirmando que una adecuada dosificación y control de calidad permiten reducir el riesgo de fallas

prematuras, prolongar la vida útil del pavimento y afectando directamente el costo de producción,

Se determinó que el análisis de los resultados de contenido de ligante, tanto por el método del Instituto del Asfalto como por el ensayo de extracción centrífuga, mostró que solo una de las muestras alcanzó el valor óptimo (4,99%), mientras que las demás se ubicaron por debajo del rango ideal (5%–6%), Esta condición evidencia que el proceso de diseño y control de la mezcla asfáltica no fue homogéneo, posiblemente debido a pérdidas de cemento asfáltico durante el mezclado o envejecimiento del material por exposición ambiental, Se confirma que la implementación de métodos optimizados de dosificación y un control riguroso de producción son necesarios para lograr mezclas de mayor estabilidad, reducir costos de mantenimiento y garantizar un mejor comportamiento estructural del pavimento,

De manera integral, se concluye que la calidad del pavimento flexible de la Av, Coronel Juan Valer Sandoval se encuentra comprometida por deficiencias en la dosificación del asfalto y en la gradación de los agregados, originadas en un inadecuado control de calidad durante la ejecución de la obra, Las fallas identificadas a lo largo del tramo evaluado: fisuras, desprendimientos y zonas parchadas, confirman la necesidad de aplicar procesos de rehabilitación y rediseño de mezcla conforme a las metodologías del Instituto del Asfalto, Marshall y Superpave, con el fin de mejorar la durabilidad, resistencia y comportamiento estructural del pavimento, Asimismo, se recomienda fortalecer los procedimientos de control técnico y supervisión en planta, asegurando la correcta dosificación de los componentes y la homogeneidad de la mezcla asfáltica,

RECOMENDACIONES

El presente estudio permitió evaluar la dosificación de la mezcla asfáltica y la calidad del pavimento flexible de la Av, Coronel Juan Valer Sandoval, identificando deficiencias técnicas asociadas al control de calidad, la selección de agregados y la dosificación del ligante asfáltico, En función de los resultados obtenidos y las conclusiones formuladas, se proponen las siguientes recomendaciones, orientadas a fortalecer los procesos constructivos, académicos y de gestión institucional en el ámbito de la ingeniería civil:

Se recomienda a las entidades ejecutoras y supervisoras de obras viales implementar un control más riguroso en la dosificación del asfalto ligante, verificando permanentemente el contenido mediante ensayos con Extractor Centrífugo antes y durante la producción de la mezcla, Asimismo, se sugiere que los laboratorios de control de calidad municipales y regionales cuenten con equipos calibrados y personal capacitado, con el fin de asegurar que el contenido de asfalto se mantenga dentro del rango óptimo ($5,3\% \pm 0,2\%$), garantizando mayor durabilidad y resistencia del pavimento,

Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Tacna y a las empresas contratistas establecer protocolos de verificación granulométrica obligatoria para los agregados que se emplean en la elaboración de mezclas asfálticas, Estos ensayos deben realizarse conforme a las normas ASTM C136 y AASHTO T27, antes del mezclado y cada vez que se cambie la fuente de agregados, De igual modo, se aconseja implementar un programa de capacitación continua al personal técnico y de campo, a fin de garantizar una adecuada selección, almacenamiento y manipulación de los materiales pétreos, evitando la segregación y mejorando la estabilidad estructural de la carpeta asfáltica,

Se recomienda a futuros tesisistas e investigadores de la Universidad Privada de Tacna (UPT) profundizar en el estudio del diseño óptimo de mezclas asfálticas bajo condiciones climáticas locales, considerando métodos de diseño más modernos como Superpave o Marshall modificado, que permitan optimizar el contenido de asfalto y mejorar el desempeño estructural del pavimento, Además, se sugiere incluir en futuras investigaciones el análisis del efecto del tránsito repetitivo y del envejecimiento del ligante, para establecer parámetros de diseño más realistas y adaptados a las condiciones de la región sur del Perú,

Finalmente, se recomienda a la Universidad Privada de Tacna (UPT) ya los gobiernos locales y regionales, promover la aplicación de programas de control de calidad integral en obras de infraestructura vial, desde la etapa de diseño hasta la ejecución y mantenimiento, Estos programas deben incluir auditorías técnicas, verificación del contenido de asfalto y granulometría, así como la revisión de especificaciones de compactación y temperatura de mezclado, Además, se sugiere que la UPT fortalezca sus convenios con entidades públicas y privadas para el desarrollo de proyectos de investigación aplicada en ingeniería vial, orientados a mejorar la durabilidad, eficiencia y sostenibilidad de las mezclas asfálticas empleadas en la región,

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfonso Rico, y Del Castillo, H, (s,f), La ingeniería de suelos en las vías terrestres (Vol, 1),
- Barreto Soler, M,, Cubides Mesa, C, H,, Vargas Guasco, Y, P,, y Vargas Tenjo, J, F, (2017), Terminación del ensayo Marshall y determinación del contenido de bitumen en mezclas de pavimentación mediante el empleo de centrífuga (INV E-732-13), Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia,
- Buitrago Zarabanda, J, F,, y González Martínez, A, N, (2016), Caracterización del RAP e identificación de su influencia en el comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente,
- Conza Ccopa, D, G, (2016), Evaluación de las fallas de la carpeta asfáltica mediante el método PCI en la avenida Circunvalación Oeste de Juliaca,
- Crespo Villalaz, C, (1980), Mecánica de suelos y cimentaciones, Limusa,
- Dagua Mosquera, A, L, (2007), Asfalto modificado con polietileno de baja densidad (reciclado a partir de bolsas plásticas de uso doméstico),
- Gutiérrez Rodríguez, W, Á, (2023), Ensayo granulométrico de los suelos mediante el método del tamizado, Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7(2), https://doi.org/10.37811/cl_rcm,v7i2,5834
- Huari, J, (2020), Diseño de mezclas asfálticas en caliente mediante el método Marshall,
- Juárez Chaiña, J, J,, y Llanos Mamani, R, M, (2015), Evaluación del diseño de la carpeta asfáltica en la carretera Tacna (Av, Los Ángeles) – Pocollay – Calana [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna],
- Limones Gabino, P, E, (2021), Evaluación de los pavimentos flexibles por los métodos PCI y VIZIR, <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6505>
- Loayza León, J,, Rodríguez Castro, A,, y Salazar Delgado, R, (2017), Comparación de métodos para la determinación del contenido de asfalto en mezclas asfálticas en caliente, Universidad de Costa Rica,
- Loría, L,, y Leiva, F, (2013), Manual de laboratorio para extracción cuantitativa de asfalto en mezclas para pavimentos,
- Mendoza Castro, J, D, (2021), Metodología de evaluación superficial de pavimentos,
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, (2016), Manual de ensayos de materiales para carreteras, Ministerio de Transportes y Comunicaciones,
- Montejo Fonseca, A, (1998), Ingeniería de pavimentos para carreteras, Universidad Católica de Colombia,
- Núñez, A, J, (2014), Fallas presentadas en la construcción de carreteras asfaltadas, Universidad de Piura,
- Ortiz-Carrillo, Á, A,, Mora-Ortiz, R, S,, Magaña-Hernández, F,, y Díaz-Alvarado, S, A, (2018), Revisión de las tendencias innovadoras en la estructuración de

- pavimentos como parte del desarrollo sustentable, *Journal of Energy, Engineering Optimization and Sustainability*, 2(1),
- Padilla Rodríguez, A, (s,f,), Capítulo 3: Mezclas asfálticas,
- Páramo, J, (2013), Mezclas asfálticas convencionales: Procedimiento de dosificación con método de ensayo Marshall (Versión II), Universidad Nacional de Rosario,
- Reyes Ortiz, O, J,, Troncoso Rivera, J, R,, y Reyes Lizcano, F, A, (2005), Comportamiento mecánico y dinámico de una mezcla asfáltica con adición de fibras, *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 15, 12–29, <https://doi.org/10.18359/RCIN.1251>
- Reyes, F,, Daza, C, E,, y Rondón, H, A, (2012), Determinación de las fracciones SARA de asfaltos colombianos envejecidos al medio ambiente empleando cromatografía líquida en columna, *Revista EIA*, 17,
- Romero Quispe, M, A, (2023), Las propiedades de bases estabilizadas y su relación con el uso de carpeta asfáltica reciclada en el Jr, Amistad del Puente Comuneros en Huancayo,
- Sotil, A, (2015), Sistematización de información sobre diseño, gestión, construcción y reparación de pavimentos urbanos, SENCICO,
- Valle Rodas, R, (1963), Carreteras, calles y aeropistas,
- Vásquez Varela, L, R, (2002), Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras,
- Zebua, Fitri, y Febiola, (2025), Comparación del ensayo del contenido de asfalto: método centrífugo vs, método de reflujo, *Revista Kridatama Ciencia y Tecnología*,

ANEXOS

Anexo 1, MATRIZ DE CONSISTENCIA

EVALUACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PAVIMENTO EN LA AV. CORONEL JUAN VALER SANDOVAL, DISTRITO DE CIUDAD NUEVA – TACNA, 2024

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	V. INDEPENDIENTE			
¿Cuál será la correcta dosificación de las mezclas asfálticas y su impacto en la calidad del pavimento en la Av. Coronel Juan Valer Sandoval, Distrito de Ciudad Nueva – Tacna, en el año 2024?	Evaluar la correcta dosificación de las mezclas asfálticas y su impacto en la calidad del pavimento en la Av. Coronel Juan Valer Sandoval, Distrito de Ciudad Nueva – Tacna, en el año 2024.	La correcta dosificación de las mezclas asfálticas, siguiendo las especificaciones técnicas y normativas vigentes, mejorará significativamente la calidad del pavimento en la Av. Coronel Juan Valer Sandoval, resultando en una mayor durabilidad, resistencia y desempeño general del pavimento bajo diversas condiciones de exposición y servicio.	Dosificación de Mezcla asfáltica	Extractor centrífugo	Contenido asfáltico ligante	Tipo: Investigacion Aplicada Nivel: Descriptivo
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	V. DEPENDIENTE			
PE.1 ¿Qué resultados se obtendrán al aplicar el equipo “Extractor Centrífugo” para comprobar el contenido óptimo de asfalto ligante y la calidad de los agregados utilizados en la ejecución de la obra?	OE.1 Aplicar el equipo “Extractor Centrífugo” para comprobar el contenido óptimo de asfalto ligante.	HE.1 a. La utilización del equipo "Extractor Centrífugo" permitirá determinar con precisión el contenido óptimo de asfalto ligante y verificar la calidad del pavimento, cumpla con los estándares establecidos, lo que resultara de un pavimento de mayor durabilidad y resistencia.	Calidad del Pavimento	Extractor Centrífugo	Porcentaje 5%-6% de asfalto	Experimental
PE.2 ¿Cuáles son las características del agregado utilizado en la carpeta asfáltica y cómo se puede asegurar que cumplan con los parámetros exigidos por las normas ASTM y AASHTO?	OE.2 Determinar las características del agregado utilizado en la capa asfáltica y asegurar que cumplan con los parámetros exigidos por las normas ASTM y AASHTO.	HE.2 Los agregados utilizados en la capa asfáltica poseen características que cumplen con los parámetros establecidos por las normas ASTM y AASHTO, garantizando así un pavimento que cumple con los requisitos de calidad y rendimiento necesarios.		Parámetros Establecidos por las normas ASTM y AASHTO	Granulometría	Experimental
					Estabilidad	Experimental
					Peso específico	Experimental
					Contenido de Humedad	Experimental
PE.3 ¿Qué alternativas se puede proponer para la obtención y uso del porcentaje de asfalto en las mezclas asfálticas que garanticen el buen comportamiento de las estructuras de carpeta asfáltica, considerando los costos de producción?	OE.3 Proponer alternativas de obtención y uso del porcentaje de asfalto en las mezclas asfálticas que garanticen el buen comportamiento de las estructuras de carpeta asfáltica, considerando los costos de producción..	HE.3 La implementación de alternativas optimizadas para la obtención y uso del porcentaje de asfalto en las mezclas asfálticas permitirá mejorar el comportamiento estructural del pavimento, reduciendo costos de producción y mantenimiento sin comprometer la calidad y durabilidad del mismo.		Metodos Empiricos	% de asfalto	Experimental
				Metodos de Areas superficiales	% de asfalto	

Anexo 2, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS DE DISEÑO

DATOS PARA LA TESIS

PORCENTAJE ASFALT(5.10%

SEGÚN DISEÑO

PESO UNITARIO 2.32

GR/CC

P.E. AGREGADO GRUES 2.715

GR/CC

P.E. AGREGADO FINO 2.683

GR/CC

Partida:	1.1.6.3.3	CARPETA ASFALTICA EN FRIO DE ESPESOR 2"	Rendimien: 400		m²/Día	
			Costo unitario por m²			90.47
Código	Descripción	unidad	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
	MANO DE OBRA					6.23
010020664	CAPATAZ	HH	1.0000	0.0200	35.70	0.71
010020001	OPERARIO	HH	2.0000	0.0400	27.46	1.10
010020096	OFICIAL	HH	3.0000	0.0600	21.59	1.30
010020045	PEON	HH	8.0000	0.1600	19.53	3.12
	MATERIALES					54.71
050020224	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3	-	0.0403	60.00	2.42
070020183	ARENA GRUESA	M3	-	0.0643	60.00	3.86
130020005	ASFALTO MC-30	GLN	-	1.6142	30.00	48.43
	EQUIPO					29.53
010020094	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	-	5.00%	6.23	0.31
490020789	CARGADOR FRONTAL 3.0 M3	HM	1.0000	0.0200	280.00	5.60
010020726	COCINA DE ASFALTO 320 gal; 2,100 kg	HM	1.0000	0.0200	160.00	3.20
480020790	CAMION VOLQUETE 15 m3	HM	1.0000	0.0200	200.00	4.00
491060059	PAVIMENTADORA 10-14P. ANCHO 69HP	HM	1.0000	0.0200	450.00	9.00
010020711	RODILLO VIBRATORIO LISO AUTOPROPULSADO	HM	0.7000	0.0140	280.00	3.92
	101-135 hp; 10.0-12.0 t					
491060056	RODILLO 3 RUEDAS-CIL 10-15 TON	HM	0.5000	0.0100	350.00	3.50

DATOS DE DISEÑO

DATOS EXTERNOS CON DIFERENTE PORCENTAJE

PORCENTAJE ASFALT(6.20%

SEGÚN DISEÑO

PESO UNITARIO 2.32

GR/CC

P.E. AGREGADO GRUES 2.715

GR/CC

P.E. AGREGADO FINO 2.683

GR/CC

Partida:	1.1.6.3.3	CARPETA ASFALTICA EN FRIO DE ESPESOR 2"	Rendimien: 400		m²/Día	
			Costo unitario por m²			100.9
Código	Descripción	unidad	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
	MANO DE OBRA					6.23
010020664	CAPATAZ	HH	1.0000	0.0200	35.70	0.71
010020001	OPERARIO	HH	2.0000	0.0400	27.46	1.10
010020096	OFICIAL	HH	3.0000	0.0600	21.59	1.30
010020045	PEON	HH	8.0000	0.1600	19.53	3.12
	MATERIALES					65.14
050020224	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3	-	0.0403	60.00	2.42
070020183	ARENA GRUESA	M3	-	0.0643	60.00	3.86
130020005	ASFALTO MC-30	GLN	-	1.9620	30.00	58.86
	EQUIPO					29.53
010020094	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	-	5.00%	6.23	0.31
490020789	CARGADOR FRONTAL 3.0 M3	HM	1.0000	0.0200	280.00	5.60
010020726	COCINA DE ASFALTO 320 gal; 2,100 kg	HM	1.0000	0.0200	160.00	3.20
480020790	CAMION VOLQUETE 15 m3	HM	1.0000	0.0200	200.00	4.00
491060059	PAVIMENTADORA 10-14P. ANCHO 69HP	HM	1.0000	0.0200	450.00	9.00
010020711	RODILLO VIBRATORIO LISO AUTOPROPULSADO	HM	0.7000	0.0140	280.00	3.92
	101-135 hp; 10.0-12.0 t					
491060056	RODILLO 3 RUEDAS-CIL 10-15 TON	HM	0.5000	0.0100	350.00	3.50