

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Evaluación y recuperación de la carpeta asfáltica con polímeros
modificados sintéticos de la Av. Santa Marina-Coischo-2022.**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Espinoza Henriquez, Eduardo Javier

Asesor:

Ms. Ing. Álvarez Asto Luz Esther

ORCID 0000-0001-9050-7611

Nuevo Chimbote – Perú

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

Evaluación y recuperación de la carpeta asfáltica con polímeros modificados sintéticos de la Av. Santa Marina-Coischo-2022.

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

Revisado y aprobada por:



Ms. Ing. Alvarez Asto Luz Esther

ORCID 0000-0001-9050-7611

(Asesor)

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL

**Evaluación y recuperación de la carpeta asfáltica con polímeros
modificados sintéticos de la Av. Santa Marina-Coischo-2022.**

REVISADO Y APROBADA POR:

Dr. Abner Itamar León BobaDilla
Presidente
ORCID 0000-0001-5316-5720

Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz
Secretarío
ORCID 0000-0002-4180-9362

Ms. Ing. Álvarez Asto Luz Esther
Integrante
ORCID 0000-0001-9050-7611



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil
- EPIC -

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

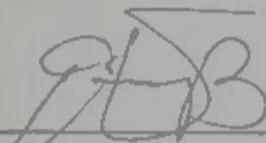
A los 21 días del mes de noviembre del año dos mil veintitrés, siendo las 11:00 horas, en el Aula C-1 de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución Nº 619-2023-UNS-CFI, con fecha 02.10.2023, integrado por los siguientes docentes: Dr. Abner Itamar León Bobadilla (Presidente), Ms. Julio César Rivasplata Díaz (Secretario), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Integrante), Mg. Jenisse Del Rocio Fernández Mantilla (Accesitaria) en base a la Resolución Decanal Nº 806-2023-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA AV. SANTA MARINA - COISHCO 2022", presentado por el Bachiller: ESPINOZA HENRIQUEZ EDUARDO JAVIER con cód. Nº 0201613035, quien fue asesorado por la docente Ms. Luz Esther Álvarez Asto, según lo establece la T. Resolución Decanal Nº 784-2021UNS-FI, de fecha 28.12.2021.

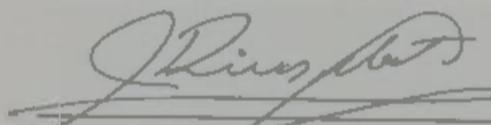
El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

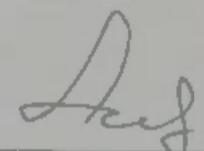
| BACHILLER | PROMEDIO VIGESIMAL | PONDERACIÓN |
|-----------------------------------|--------------------|-------------|
| ESPINOZA HENRIQUEZ EDUARDO JAVIER | QUINCE | REGULAR |

Siendo la 12:00 del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 21 noviembre de 2023.


Dr. Abner Itamar León Bobadilla
Presidente


Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Secretaria


Ms. Luz Esther Álvarez Asto
Integrante



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Eduardo Javier Espinoza Henríquez
Título del ejercicio: TESIS
Título de la entrega: Evaluación y recuperación de la carpeta asfáltica con políme...
Nombre del archivo: PCI_140923_EDUARDO_FINAL_TURNITING_1.docx
Tamaño del archivo: 4.44M
Total páginas: 117
Total de palabras: 21,548
Total de caracteres: 115,358
Fecha de entrega: 14-sept.-2023 02:45p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre... 2166241376

| | |
|---|--|
|  | <small>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA FACULTAD DE INGENIERÍA E. P. de Ingeniería Civil</small> |
| UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | |
|   | |
| Evaluación y recuperación de la carpeta asfáltica con polímeros modificados sintéticos de la calle Santa Marina-Coischo-2022. | |
| Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil | |
| Autor: Bach. Eduardo Javier Espinoza Henríquez | |
| Asesor: Ms. Ing. Álvarez Asto Luz Esther ORCID 0000-0001-9050-7611 | |
| Nuevo Chimbote – Perú 2023 | |
| <small>BACH. EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ</small> | <small>BACH. EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ</small> |

Evaluación y recuperación de la carpeta asfáltica con polímeros modificados sintéticos de la calle Santa Marina-Coischo-2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|---|-----|
| 1 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 9% |
| 2 | repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 3 | Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante | 1% |
| 4 | repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 5 | transparencia.mtc.gob.pe Fuente de Internet | 1% |
| 6 | repositorio.ucsm.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 7 | repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet | <1% |
| 8 | Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante | <1% |

DEDICATORIA

Gracias Dios por la oportunidad de existir y guiarme en este interminable y retador recorrido, por darme la fortaleza para proseguir adelante cuando estaba débil, por reforzar mi corazón y por orientar mi mente. Dejándome alcanzar uno de mis deseos más buscados.

A mis padres, por darme la vida, por el apoyo constante que me brindaron en cada momento de mi vida, por los valores inculcados, sus consejos, la confianza, por hacer de mi un ser de bien, pero más que nada, por su gran amor. Con admiración y respeto.

A mi hermana, por estar conmigo y apoyarme siempre, además de ser la motivación para cada día ser mejor persona.

A mis amigos, por su apoyo incondicional en este arduo trayecto por recorrer, por compartir conmigo momentos de alegrías, fracasos y demostrarme que siempre poder contar con él.

BACH. EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRIQUEZ

AGRADECIMIENTO

Deseo exteriorizar mi agradecimiento a Dios que constantemente es una bendición en mi vida, me acompaña y guía, brindándome sabiduría y serenidad para conquistar con éxito las metas que nos proponemos.

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a mi padre y hermana por su apoyo inquebrantable a lo largo de este viaje de investigación y redacción de tesis. Sus palabras de aliento y su constante respaldo han sido una fuente invaluable de motivación. Gracias a su guía y paciencia, he sido capaz de superar los desafíos y obstáculos que encontré en el camino. Su apoyo ha sido fundamental para alcanzar este logro, y estoy profundamente agradecido por tenerlos a mi lado.

Gracias a mi Asesora Ing. Luz Esther Álvarez Asto por su asesoramiento y apoyo, se pudo completar este trabajo. Gracias a los ingenieros de la Facultad de Ingeniería Civil, quienes me han inspirado a convertirme en talento y profesional de la Universidad Nacional Santa con su conocimiento, sabiduría y apoyo.

El autor

Índice general

| | |
|--|-------|
| AGRADECIMIENTO | v |
| Índice general..... | vi |
| Índice de tablas | xii |
| Índice de figuras..... | xiii |
| Índice de ecuaciones | xvi |
| RESUMEN | xvii |
| ABSTRACT..... | xviii |
| Capítulo I: INTRODUCCIÓN | 21 |
| 1.1. Antecedentes del problema | 21 |
| 1.2. Formulación Del Problema | 23 |
| 1.2.1. Problema General | 23 |
| 1.2.2. Problemas específicos..... | 24 |
| 1.3. Objetivos | 25 |
| 1.3.1. Objetivo Principal..... | 25 |
| 1.3.2. Objetivos Específicos | 25 |
| 1.4. Justificación..... | 26 |
| 1.5. Limitaciones del trabajo | 27 |
| 1.6. Formulación De La Hipótesis | 27 |
| Capítulo II: MARCO TEÓRICO | 29 |

| | |
|--|----|
| 2.1. Antecedentes de la investigación: | 29 |
| 2.1.1. Internacional | 29 |
| 2.1.2. Nacional..... | 31 |
| 2.2. Base Teórica..... | 32 |
| 2.2.1. Índice de condición del pavimento..... | 32 |
| 2.2.2. Nivel de severidad | 34 |
| 2.2.3. Fallas..... | 34 |
| 2.2.3.1. Piel de cocodrilo..... | 34 |
| 2.2.3.2. Exudación..... | 35 |
| 2.2.3.3. Fisuras en bloque..... | 36 |
| 2.2.3.4. Abultamientos y hundimientos..... | 37 |
| 2.2.3.5. Corrugación..... | 38 |
| 2.2.3.6. Depresión | 39 |
| 2.2.3.7. Fisura de borde | 40 |
| 2.2.3.8. Fisura de reflexión de junta (de losas de concreto longitudinales o transversales)..... | 41 |
| 2.2.3.9. Desnivel carril - berma..... | 42 |
| 2.2.3.10. Fisuras longitudinales y transversales | 44 |
| 2.2.3.11. Parches y parches de cortes utilitarios..... | 45 |
| 2.2.3.12. Agregado pulido | 46 |

| | |
|--|----|
| 2.2.3.13. Baches | 46 |
| 2.2.3.14. Ahuellamiento | 47 |
| 2.2.3.15. Desplazamiento | 48 |
| 2.2.3.16. Fisura parabólica o por deslizamiento..... | 49 |
| 2.2.3.17. Hinchamiento | 50 |
| 2.2.3.18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados | 50 |
| 2.2.4. Asfaltos modificados con polímeros | 52 |
| 2.2.4.1. Principales modificadores utilizados en el Asfalto | 53 |
| 2.2.5. Mezcla asfáltica en caliente..... | 54 |
| 2.2.5.1. Porcentaje de cemento asfáltico óptimo..... | 55 |
| 2.2.5.2. Densidad..... | 55 |
| 2.2.5.3. Vacíos de aire | 55 |
| 2.2.5.4. Vacíos en el agregado mineral (VMA) | 55 |
| 2.2.5.5. Estabilidad..... | 55 |
| 2.2.5.6. Flujo | 56 |
| 2.2.5.7. Índice de rigidez | 56 |
| 2.2.5.8. Componentes de la mezcla asfáltica en caliente | 56 |
| 2.2.6. Diseño de Marshall..... | 66 |
| 2.3. Definición de términos | 67 |
| 2.4. Marco Normativo | 69 |

| | |
|--|----|
| Capitulo III: MATERIALES Y MÉTODOS | 73 |
| 3.1. Tipo de investigación | 73 |
| 3.2. Nivel de investigación | 74 |
| 3.3. Diseño de investigación | 74 |
| 3.4. Unidad de análisis | 74 |
| 3.5. Ubicación | 75 |
| 3.6. Población y Muestra..... | 75 |
| 3.7. Variables..... | 76 |
| 3.7.1. Variable independiente | 76 |
| 3.7.2. Variable dependiente | 76 |
| 3.7.3. Matriz de consistencia | 77 |
| 3.7.4. Operacionalización de variables | 78 |
| 3.8. Técnica e Instrumentos de recolección de datos | 80 |
| 3.9. Procedimientos | 81 |
| 3.9.1. Para determinar el nivel de deterioro que presenta la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del distrito de COISCHO mediante el Índice de Condición de Pavimentos (PCI)..... | 81 |
| 3.9.2. Para Identificar las fallas y nivel de severidad de la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del distrito de COISCHO. | 82 |

| | |
|---|----|
| 3.9.3. Para hallar el porcentaje óptimo del polímero modificado sintético entre 5%-5.5%-6%,6.5%,7%, que recuperara la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del distrito de COISCHO..... | 83 |
| 3.9.4. Para analizar las propiedades y desempeño de las mezclas asfálticas convencionales y modificada con polímero sintético. | 84 |
| 3.9.5. Para comparar las condiciones técnicas que brindan las mezclas asfálticas en caliente convencionales y las mezclas asfálticas en caliente modificada con polímero modificado sintético con el Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para construcción..... | 86 |
| 3.10. Análisis de Datos..... | 86 |
| Capitulo IV: RESULTADOS | 88 |
| 4.1 Análisis e interpretación de resultados..... | 88 |
| 4.1.1 Nivel de deterioro que presenta la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del distrito de Coischo mediante el Índice de Condición de Pavimentos (PCI)..... | 88 |
| 4.1.2 Fallas y nivel severidad de la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del distrito de COISCHO. | 91 |
| 4.1.3 Porcentaje óptimo del polímero modificado sintético que recuperara la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del distrito de COISCHO..... | 93 |
| 4.1.4 Análisis de las propiedades y desempeño de las mezclas asfálticas convencionales y modificada con polímero sintético. | 99 |

| | |
|--|-----|
| 4.1.5 Comparación de las condiciones técnicas que brindan las mezclas asfálticas en caliente convencionales y las mezclas asfálticas en caliente modificada con polímero sintético en el Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para construcción. | 112 |
| 4.2 Discusión..... | 114 |
| Capítulo V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 118 |
| 5.1 Conclusiones | 118 |
| 5.2 Recomendaciones..... | 122 |
| Capítulo VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 125 |
| Capítulo VII: ANEXOS..... | 130 |

Índice de tablas

| | |
|---|-----|
| Tabla 1. Niveles de severidad para baches | 46 |
| Tabla 2. Ensayos realizados a los agregados minerales gruesos | 57 |
| Tabla 3. Ensayos realizados a los agregados minerales finos..... | 61 |
| Tabla 4. Tamaño mínimo de la muestra..... | 62 |
| Tabla 5. Gradación para la mezcla asfáltica en caliente | 65 |
| Tabla 6. PCI del tramo 01 de la Av. Santa Marina del distrito de Coischo..... | 88 |
| Tabla 7. PCI del tramo 02 de la Av. Santa Marina del distrito de Coischo..... | 89 |
| Tabla 8. Fallas y nivel de severidad del Tramo 01 -Av. Santa Marina..... | 91 |
| Tabla 9. Fallas y nivel de severidad del Tramo 02 -Av. Santa Marina..... | 92 |
| Tabla 10. Método Marshall-Diseño de mezcla asfáltica modificada con BETUTEC..... | 93 |
| Tabla 11. Diseño de mezcla asfáltica modificada con BETUTEC..... | 97 |
| Tabla 12. Diseño de mezcla asfáltica modificada con BETUTEC – Porcentaje óptimo de Cemento Asfáltico | 98 |
| Tabla 13. Método Marshall-Diseño de mezcla asfáltica..... | 99 |
| Tabla 14. Diseño de mezcla asfáltica convencional | 103 |
| Tabla 15. Diseño de mezcla asfáltica convencional – Porcentaje óptimo de Cemento Asfáltico | 104 |
| Tabla 16. Comparación de mezcla asfáltica convencional con la norma | 112 |
| Tabla 17. Comparación de mezcla asfáltica modificada con la norma..... | 113 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Piel de cocodrilo -Severidad Low | 34 |
| Figura 2. Piel de cocodrilo -Severidad Medium | 35 |
| Figura 3. Piel de cocodrilo -Severidad High..... | 35 |
| Figura 4. Exudación -Severidad Low | 35 |
| Figura 5. Exudación -Severidad Medium | 36 |
| Figura 6. Exudación -Severidad High..... | 36 |
| Figura 7. Fisura en bloque -Severidad Low..... | 36 |
| Figura 8. Fisura en bloque -Severidad Medium..... | 37 |
| Figura 9. Fisura en bloque -Severidad High | 37 |
| Figura 10. Abultamiento -Severidad Low | 37 |
| Figura 11. Abultamiento -Severidad Medium | 38 |
| Figura 12. Abultamiento -Severidad High..... | 38 |
| Figura 13. Corrugación -Severidad Low | 39 |
| Figura 14. Corrugación -Severidad Medium | 39 |
| Figura 15. Corrugación -Severidad High..... | 39 |
| Figura 16. Depresión -Severidad Low | 40 |
| Figura 17. Depresión -Severidad Medium..... | 40 |
| Figura 18. Depresión -Severidad High | 40 |
| Figura 19. Fisura de borde -Severidad Low..... | 40 |
| Figura 20. Fisura de borde -Severidad Medium | 41 |
| Figura 21. Fisura de borde -Severidad High..... | 41 |
| Figura 22. Fisura de reflexión de junta -Severidad Low | 41 |
| Figura 23. Fisura de reflexión de junta -Severidad Medium | 42 |
| Figura 24. Fisura de reflexión de junta -Severidad High..... | 42 |

| | |
|---|----|
| Figura 25. Desnivel carril-berma -Severidad Low | 43 |
| Figura 26. Desnivel carril-berma -Severidad Medium | 43 |
| Figura 27. Desnivel carril-berma -Severidad High..... | 43 |
| Figura 28. Fisuras longitudinales y transversales -Severidad Low..... | 44 |
| Figura 29. Fisuras longitudinales y transversales -Severidad Medium | 44 |
| Figura 30. Fisuras longitudinales y transversales -Severidad High..... | 45 |
| Figura 31. Parches y parches de cortes utilitarios -Severidad Low | 45 |
| Figura 32. Parches y parches de cortes utilitarios -Severidad Medium..... | 45 |
| Figura 33. Parches y parches de cortes utilitarios -Severidad High | 46 |
| Figura 34. Agregado Pulido..... | 46 |
| Figura 35. Baches-Severidad Low | 47 |
| Figura 36. Baches-Severidad Medium..... | 47 |
| Figura 37. Baches-Severidad High | 47 |
| Figura 38. Ahuellamiento-Severidad Low..... | 48 |
| Figura 39. Ahuellamiento-Severidad Medium | 48 |
| Figura 40. Ahuellamiento-Severidad High..... | 48 |
| Figura 41. Desplazamiento-Severidad Low..... | 48 |
| Figura 42. Desplazamiento-Severidad Medium | 49 |
| Figura 43. Desplazamiento-Severidad High..... | 49 |
| Figura 44. Fisura parabólica-Severidad Low..... | 49 |
| Figura 45. Fisura parabólica-Severidad Medium..... | 50 |
| Figura 46. Fisura parabólica--Severidad High..... | 50 |
| Figura 47. Hinchamiento--Severidad High..... | 50 |
| Figura 48. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados-Severidad Low | 51 |
| Figura 49. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados-Severidad Low | 51 |

| | |
|--|-----|
| Figura 50. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados-Severidad High..... | 52 |
| Figura 51 Ubicación de los tramos de la Av. Santa Marina del distrito de Coischo | 75 |
| Figura 52 PCI de las unidades de muestra del tramo 01 de la Av. Santa Marina del distrito de Coischo. | 89 |
| Figura 53 PCI de las unidades de muestra del tramo 02 de la Av. Santa Marina del distrito de Coischo. | 90 |
| Figura 54 Flujo - Método Marshall..... | 94 |
| Figura 55 Estabilidad - Método Marshall | 95 |
| Figura 56 Estabilidad de rigidez- Método Marshall | 96 |
| Figura 57 Flujo - Método Marshall..... | 100 |
| Figura 58 Estabilidad - Método Marshall | 101 |
| Figura 59 Estabilidad de rigidez- Método Marshall | 102 |
| Figura 60 Comparación del peso unitario entre la mezcla convencional y la mezcla modificada. | 105 |
| Figura 61 Comparación del porcentaje de vacíos entre la mezcla convencional y la mezcla modificada..... | 106 |
| Figura 62 Comparación del porcentaje de vacíos de agregado mineral entre la mezcla convencional y la mezcla modificada. | 107 |
| Figura 63 Comparación del flujo entre la mezcla convencional y la mezcla modificada. | 108 |
| Figura 64 Comparación de la estabilidad entre la mezcla convencional y la mezcla modificada. | 109 |
| Figura 65 Comparación del factor de rigidez entre la mezcla convencional y la mezcla modificada..... | 110 |
| Figura 66 Comparación del índice de resistencia retenida entre la mezcla convencional y la mezcla modificada. | 111 |

Índice de ecuaciones

| | |
|---|----|
| Ecuación 1. Número mínimo de unidades de muestreo | 33 |
| Ecuación 2. Número de unidades de muestra a ser inspeccionadas | 33 |
| Ecuación 3. Números máximos admisibles de valores deducidos | 33 |
| Ecuación 4. Índice de condición de pavimento | 34 |
| Ecuación 5. Porcentaje de desgaste | 58 |
| Ecuación 6. Porcentaje de partículas chatas y alargadas | 58 |
| Ecuación 7. Porcentaje de caras fracturadas | 59 |
| Ecuación 8. Porcentaje de sales solubles del agregado grueso | 59 |
| Ecuación 9. Peso Específico de la masa-Agregado grueso | 60 |
| Ecuación 10. Peso Específico de la masa con superficie seca-Agregado grueso | 60 |
| Ecuación 11. Peso Específico Aparente-Agregado grueso | 60 |
| Ecuación 12. Absorción-Agregado grueso | 60 |
| Ecuación 13. Arena equivalente | 62 |
| Ecuación 14. Angularidad | 62 |
| Ecuación 15. Porcentaje de sales solubles del agregado fino | 63 |
| Ecuación 16. Peso Específico de la masa-Agregado fino | 64 |
| Ecuación 17. Peso Específico de la masa con superficie seca-Agregado fino | 64 |
| Ecuación 18. Peso Específico Aparente-Agregado fino | 64 |
| Ecuación 19. Absorción-Agregado fino | 64 |

RESUMEN

El propósito primordial de la investigación fue evaluar y recuperar la carpeta asfáltica con polímeros modificados sintéticos de la Av. Santa Marina del distrito de Coischo. Se ejecuto una investigación Aplicada – Descriptiva Correlacional, que radicó en determinar el nivel de deterioro que presenta la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del distrito de COISCHO mediante el Índice de Condición de Pavimentos (PCI), luego identificar las fallas y nivel severidad de la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del distrito de COISCHO, hallar el porcentaje óptimo del polímero modificado sintético que recuperara la carpeta asfáltica, analizar las características y desempeño de las mezclas asfálticas elaboradas de manera convencional y modificada con polímero sintético y se culminó con la Comparación de las condiciones técnicas de las mezclas elaboradas con y sin polímero sintético con el Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para construcción. De acuerdo a los resultados obtenidos se concluyó que el tramo I presenta una carpeta asfáltica con un PCI de 69 y una condición considerada como “Bueno” y el tramo II presenta una carpeta asfáltica con un PCI de 52 y una condición considerada como “Regular”. Por lo que el tramo II necesita realizar un mejoramiento con polímeros modificados sintéticos para alargar la vida útil de la Av. Santa Marina. La carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del distrito de COISCHO presenta las siguientes fallas con nivel severidad Alta (h): Grietas longitudinales y transversales (35m), Parcheo (79.2m), 7 huecos y desprendimiento de agregados (90 m²). Al relacionar las restricciones técnicas que ofrecen las mezcolanzas asfálticas en calientes convencionales y las mezcolanzas asfálticas en caliente alterada con polímero sintético con el Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para construcción. Por lo tanto, La aplicación de polímeros modificados sintéticos recuperará y alargará la vida útil de la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del distrito de Coischo.

Palabras claves: Polímero modificado sintético, recuperación, carpeta asfáltica, PCI.

ABSTRACT

The primary purpose of the research was to evaluate and recover the asphalt layer with synthetic modified polymers on Santa Marina Street in the Coischo district. An Applied - Descriptive Correlational investigation was carried out, which consisted of determining the level of deterioration presented by the asphalt layer of Santa Marina Street in the COISCHO district using the Pavement Condition Index (PCI), then identifying the failures and level of severity of the asphalt layer of Santa Marina Street in the COISCHO district, find the optimal percentage of the synthetic modified polymer that would recover the asphalt layer, analyze the characteristics and performance of the asphalt mixtures prepared conventionally and modified with synthetic polymer and was completed with the Comparison of the technical conditions of mixtures made with and without synthetic polymer with the Highway Manual: General Technical Specifications for construction. According to the results obtained, it was concluded that section I presents an asphalt layer with a PCI of 69 and a condition considered "Good" and section II presents an asphalt layer with a PCI of 52 and a condition considered "Regular." . Therefore, section II needs to be improved with synthetic modified polymers to extend the useful life of Santa Marina Street. The asphalt layer of Santa Marina Street in the COISCHO district presents the following failures with a High severity level (h): Longitudinal and transverse cracks (35m), Patching (79.2m), 7 holes and detachment of aggregates (90 m²). By relating the technical restrictions offered by conventional hot asphalt mixes and hot asphalt mixes altered with synthetic polymer with the Highway Manual: General Technical Specifications for construction. Therefore, the application of synthetic modified polymers will recover and extend the useful life of the asphalt layer on Santa Marina Street in the Coischo district.

Keywords: Synthetic polymer, asphalt binder, PCI



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Esta tesis, se desarrolló en capítulos, los cuales son detallados posteriormente:

En el CAPITULO I, se exponen los principios fundamentales, asimismo la problemática del estudio, el argumento y formulación de la hipótesis.

En el CAPITULO II, se revelan los antecedentes que son la base de esta investigación, asimismo el marco y aspectos teóricos, siendo este un punto clave, debido a que en el capítulo se despliegan las teorías que establecen la investigación.

En el CAPITULO III, se muestra el tipo de investigación, unidad de análisis, población, muestra, variables, los materiales y procedimientos, herramientas usadas en la investigación.

En el CAPITULO IV, se muestra comparación, explicación de los hallazgos, a y a su vez la discusión de acuerdo con las pruebas y ensayos realizados.

En el CAPITULO V, se muestra las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

En el CAPITULO VI, se muestra la bibliografía y como final los anexos de la investigación.

Capítulo I: INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes del problema

Mundialmente es frecuente percibir los desperfectos de las carpetas asfálticas de los pavimentos presentando fallas en su estructura (grietas, envejecimiento, ahuellamiento, etc.), por lo cual se hace evidente que las carpetas asfálticas no están siguiendo las normas de la vida útil que les fueron asignadas, convirtiéndose en un problema a nivel mundial.

Aguilera (2017) evaluó las patologías que presenta la carpeta asfáltica del pavimento flexible de la Avenida Don Bosco, Cuadras 28,29,30 y 31 del AA. HH Santa Rosa del departamento de Piura, las patologías encontradas fueron pulimientos de sus agregados en un porcentaje de 9.361%, desprendimiento de sus adheridos en 10.328%, huecos en 4.46%, piel de cocodrilo en 1.768%, declive en la Berna en 4.238%, grietas de Long y transversales en 0.601% por lo cual el grado de severidad determinado es Alta, en promedio de 42.33%.

Vergara (2015) al realizar un diagnóstico de la situación estructural y funcional de la carpeta asfáltica del pavimento flexible en el tramo Quichuay-Ingenio del Km 0+000 al km 1+000 2014 a través de la metodología de PCI, hace mención que el pavimento se encuentra en un 36% en mal estado, 32% en estado intermedio, 25% se encuentra en una condición pésima y el 7% en buen estado. Presentando patologías superficiales en un 21% (peladura y corrugación con mayor incidencia) aproximadamente y un 79% de fallas estructurales (baches con mayor incidencia) así mismo es necesario realizar mantenimientos, rehabilitaciones o reconstrucciones con costos muy elevados.

Actualmente, existen tecnologías de mezcolanzas asfálticas con modificación de polímeros sintéticos que se adapten a las necesidades de recuperar la utilidad de las carpetas asfálticas expuestas a altas temperaturas, evitando el envejecimiento de la carpeta asfáltica.

Según Salamanca (2018), el empleo de polímeros sintéticos como SBS (estireno-butadieno-estireno) y SBR (estireno-butadieno) en mezclas asfálticas ha dado resultados positivos.

Como efecto, esto hace que el betún: reduzca la inserción, aumente la adherencia, aumente el punto de hinchazón, reduzca la sensibilidad a los cambios de temperatura, aumenta la restauración maleable del betún, etc.

Según Kaa, Mogoruza y Anguizola (2016), La Universidad Tecnológica de Panamá, mostró que la permeabilidad se redujo en aproximadamente 5 mm al agregar 2% de polímero elastomérico (SBR) en relación con el betún AC-20.

Según Padilla (2004), A medida que disminuye la penetración se obtiene una mezcla asfáltica más dura y, por tanto, una mayor capacidad de la mezcla para soportar la deformación plástica permanente.

De acuerdo con la Universidad de Costa Rica, los polímeros SBR (Estireno-Butadieno) han sido considerablemente utilizados como modificadores y se clasifican como elastómeros con una alta respuesta elástica y por ende la disposición de la mezclanza para tolerar la deformación permanente, lo que permite extender el asfalto, soportar las cargas aplicadas y volver a su forma original. (Unidad de Materiales y Pavimentos, 2013, p.8)

Según López y Veloz(2013), En Ecuador, el estudio elaborado en la Escuela Politécnica del Ejército (ESPE), Entre ellos, la proporción óptima de polímero SBS en la mezclanza asfáltica en caliente fue de 2,5 %, lo que resultó en un aumento de 88,10 % y 13,33 % en la estabilidad y fluidez, respectivamente.

Pero según el Ministerio de Transporte Comunicaciones (2013) “El Formulario 415-01 de EG-2013 no requiere el uso de asfalto modificado a temperaturas elevadas, nos proporciona una alternativa el CAP PEN: 40-50 o de 60-70 de para una temperatura de 24 ° C o más”, por lo que hay pocas carreteras pavimentadas con asfalto alterado con polímeros en áreas de alta temperatura.

1.2. Formulación Del Problema

1.2.1. Problema General

En el distrito de COISCHO, se observa vías urbanas de calidad normal, así como muchas áreas donde las limitaciones de las carpetas asfálticas son malas o deterioradas debido a factores importantes como el aumento del tráfico vial (incluyendo defectos en el proceso de construcción). Por tanto, estos se han ido deteriorando con el tiempo. Así pues, en la vía perteneciente a la avenida Santa Marina, uno de los motivos que dañan la estructura es el tráfico camiones pertenecientes a la empresa HAYDUCK, que circulan hacia la Panamericana Norte, emitiendo cargas constantemente al pavimento. Sin embargo, también se observó que había algunos puestos de comida rápida y otros puestos de servicio rápido en esa Av., donde vierten groseramente agua sucia al sistema de pavimentación. En este caso, pueden dañar el sistema de la vía, dando como resultado baches, grietas, afloramientos de piedras en la capa de asfalto y desgaste en la zona de rodadura. Ante el desgaste de la carpeta asfáltica, es necesario investigar y realizar algunas intervenciones de mantenimiento con el fin de reparar en el momento oportuno para que la estructura del pavimento no se pierda como tal. Debido a estos diversos factores mencionados, cabe mencionar que este es un problema grave para la transitabilidad, garantía y confort de los beneficiarios de los medios de transporte colectivos, así como para el uso privado de la conducción en las importantes vías urbanas de todos los días. Esto es ideal, porque el daño se puede evaluar con anticipación y se pueden realizar reparaciones menores en lugar de reparaciones mayores, y las reparaciones mayores inevitablemente traerán altos costos. Esto ahorra en gran medida y puede asignar recursos a otras necesidades en el área de intervención, como es la seguridad ciudadana. Además, el costo de aplicación del asfalto modificado es más grande que el convencional, sin embargo, a largo plazo, es menor porque cumple con la

vida útil de la carpeta asfáltica. Las carpetas asfálticas con polímeros modificados sintéticos están diseñadas para que no requieran un mantenimiento prematuro. Por tanto, es necesario promover el uso de mezcolanzas asfálticas alteradas con polímeros sintéticos para evitar todos estos problemas generando un ahorro para la zona.

Ante lo expuesto surge la siguiente pregunta:

Problema General:

¿Mediante polímeros modificados sintéticos se recuperará la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina ubicada en el distrito de Coischo?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es nivel de deterioro que presenta la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del distrito de Coischo?
- ¿Qué tipo de fallas y que nivel de severidad presenta la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del distrito de Coischo?
- ¿Cuál de las mezclas asfálticas presentara el mejor desempeño y propiedades para recuperar la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del distrito de Coischo?
- ¿Cuál es el porcentaje óptimo del polímero modificado sintético entre 5%-5.5%-6%,6.5%,7%, que recuperará la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del distrito de Coischo?
- ¿La mezcla asfáltica a usar para la reparación de la superficie de la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina perteneciente a Coischo cumple con los parámetros técnicos estipulados en el Manual de Carreteras: ¿Especificaciones Técnicas Generales para construcción?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar y Recuperar la carpeta asfáltica con polímeros modificados sintéticos de la Av. Santa Marina del distrito de Coischo.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar el nivel de deterioro que presenta la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del distrito de COISCHO mediante el Índice de Condición de Pavimentos (PCI).
- Identificar las fallas y nivel de severidad de la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del distrito de COISCHO.
- Hallar el porcentaje óptimo del polímero modificado sintético entre 5%-5.5%-6%,6.5%,7%, que recuperara la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del distrito de COISCHO.
- Analizar las propiedades y desempeño de las mezclas asfálticas convencionales y modificada con polímero sintético.
- Comparar las condiciones técnicas que brindan las mezclas asfálticas en caliente convencionales y las mezclas asfálticas en caliente modificada con polímero sintético con el Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para construcción.

1.4. Justificación

Se justifica socialmente al favorecer a todos los ciudadanos aledaños a la jurisdicción del estudio, mejorando la utilidad de las vías asfaltadas, la accesibilidad de los vehículos y reduciendo pérdidas humanas y económicas.

Se justifica económicamente al usar nuevas tecnologías como los polímeros modificados sintéticos, que brindan una ayuda económica al reducir la cantidad de mantenimientos programados. Los gastos de operatividad vehicular denominado gastos en ruedas, accesorios, grasa, derivados del petróleo, etc. y la duración la navegación disminuyen cuando existe una autovía asfaltada con una carpeta asfáltica de excelente resistencia a la transitabilidad y al clima, tales situaciones nos brindan una carpeta asfáltica alterada con polímero sintético.

Se justifica técnicamente al usar la metodología PCI que identifica la índole, rigor y exceso de fallas encontradas, esta disciplina es de fácil ejecución y que no precisa de mecanismos especializados pues registra la situación del pavimento de modo indirecta.

Se justifica académicamente al aplicar las competencias y formulas estudiadas en toda la categoría de pavimentos, para demostrar que la aplicación de polímeros modificados sintéticos recuperará y alargará la vida útil de la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del distrito de Coischo.

1.5. Limitaciones del trabajo

-Limitaciones Sociales: La situación de pandemia mundial presentó un desafío significativo en la realización de la investigación. Las restricciones de movilidad y el acceso restringido a la zona de estudio afectaron la capacidad para llevar a cabo los ensayos y recopilar datos de manera fluida. Estas circunstancias excepcionales impusieron la necesidad de adaptarse y encontrar soluciones alternativas para continuar con el trabajo de manera segura y eficiente.

- Limitaciones Económicas: La adquisición del polímero modificado, un componente esencial en esta investigación se convirtió en un obstáculo debido a su disponibilidad limitada en el mercado local. Dado que este material no se comercializa comúnmente al por menor, se presentaron complicaciones para obtenerlo en las cantidades necesarias para los ensayos. La escasez y los costos asociados a la obtención del polímero modificaron la planificación inicial y exigieron la búsqueda de fuentes alternativas y viables para asegurar su disponibilidad.

Estas restricciones, aunque desafiantes, contribuyeron a fortalecer la capacidad de adaptación y resiliencia en el proceso investigativo. Las soluciones creativas y la flexibilidad para ajustar los planes en función de las circunstancias reales fueron fundamentales para superar las limitaciones y garantizar el avance del estudio. Además, estas restricciones también resaltaron la importancia de considerar factores externos y contextuales que pueden influir en la realización de investigaciones científicas y la aplicación de resultados en situaciones del mundo real.

1.6. Formulación De La Hipótesis

La aplicación de polímeros modificados sintéticos recuperará y alargará la vida útil de la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del distrito de Coischo.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Capítulo II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación:

2.1.1. Internacional

Salamanca (2018) en la investigación de la Universidad Técnica Federico Santa María, se ejecutó un estudio cuasiexperimental con un enfoque de método cuantitativo, con mezcolanzas asfálticas modificadas como poblaciones y muestras. La finalidad de la investigación fue realizar una comparación detallada de las propiedades entre tres tipos de mezclas asfálticas: una compuesta por asfalto modificado con caucho nacional, otra modificada con polímero, y una tercera de asfalto multigrado. Este análisis se llevará a cabo mediante la evaluación de sus características obtenidas a través de diversos ensayos, tanto con mezclas extraídas in situ como con mezclas confeccionadas en laboratorio. El objetivo es destacar las diferencias y similitudes en el rendimiento y las propiedades de estas mezclas para proporcionar una visión integral de su comportamiento en condiciones reales y controladas de laboratorio. Se llegó a la conclusión que el asfalto modificado con polvo de caucho demuestra una rigidez aproximadamente el doble de elevada en comparación con los asfaltos multigrado y aquellos modificados con polímeros. A pesar de que el asfalto modificado con polímeros exhibe un rendimiento sobresaliente en términos de fatiga, se observa que el asfalto con caucho presenta un comportamiento ligeramente superior a la fatiga en comparación con el asfalto convencional, aunque no alcanza los resultados obtenidos con los asfaltos modificados con polímeros.

Uguña y Vivanco (2019) en la investigación, elaboró una pesquisa descriptiva con enfoque cualitativo, tomando como población los caminos del Guayas y como muestra los caminos del desvío de 26 km a Milagro y Durán en la provincia del Guayas. Se utiliza la observación como técnica de investigación y las tablas de observación como herramientas. El actual ensayo tiene como objetivo primordial valorar la circunstancia actual del

pavimento flexible en el tramo del Km 26 al desvío a Cantón Milagro y Cantón Durán mediante el método PCI, evaluar los defectos superficiales existentes, precisar las particularidades exigidas del impacto en su operatividad, mientras que se propuso la formula AASHTO 93 para el rediseño del pavimento flexible del tramo evaluado. La gama de organización instaurada de acuerdo con la normativa ASTM D-6433 07 concluyó que la sección de vía se encontraba en condición “normal” con un PCI=47.9% e identificó los siguientes defectos: parcheo, fisuras longitudinales y transversales y ahuellamiento en 15.79%, 12.28% respectivamente y 12,28%.

Romero (2017) en la investigación, de la Universidad Católica de Colombia, estableciendo un levantamiento descriptivo retrospectivo por medio de un método cuantitativo, presento el pavimento flexible de Siberia - Tenjo de la Sabana de Bogotá, de 10 km de longitud, en forma de población. Se utiliza la observación como técnica de investigación y las tablas de observación como herramientas. Tiene como finalidad primordial describir el prototipo y escala de incidencia de la patología presente en estructuras de pavimento de arcilla seca en la autovía que conecta la región de Siberia con la ciudad de Tenjo en Cundinamarca. Se concluyó que, dentro de los defectos provocados por causa de desecación, así como por la vegetación y el cambio climático, las patologías que tienen mayor impacto y representan un mayor peligro para el funcionamiento vial son los asentamientos y baches, ya que alcanzan una profundidad de 15 cm.

2.1.2. Nacional

Balbín y Enríquez (2020) en la investigación de la Universidad Ricardo Palma, realizó una investigación descriptiva con una metodología de enfoque cualitativa, presento como agregados y muestras de mezcolanzas asfálticas convencionales y mezcolanzas asfálticas alteradas con polímeros internacionales. Como técnica de sondeo utilizo como herramientas la observación y las tablas de observación. La intención de este estudio fue definir el efecto del añadir polímeros en la conducta mecánica, función y beneficio de mezclas asfálticas en regiones cálidas con el fin de promover su uso en el Perú. Se concluyó que al añadir el 1% - 5% de polímero afectó la mejora de las peculiaridades mecánicas, el desempeño y la rentabilidad de las mezcolanzas asfálticas en las regiones cálidas del Perú en relación con las mezcolanzas asfálticas convencionales y la falla de las mezcolanzas asfálticas convencionales indicó que la formación de surcos y grietas predomina en las regiones más cálidas de Perú, lo que indica un descenso de la estabilidad y la resistencia a la fatiga, respectivamente.

Villafana y Ramírez (2019) en la investigación de la Universidad Privada del Norte, elaboró una investigación cuasiexperimental con una metodología de enfoque cuantitativa, presento como población mezcolanzas asfálticas alteradas con polímeros SBS Betutec IC y como muestra a 50 briquetas. Como técnica utilizó a la observación y como instrumentos a fichas de observación para los ensayos realizados. Esta investigación tuvo como propósito detallar y definir cuál de las dos mezcolanzas (mezcolanza asfáltica alterada con polímeros SBS Betutec IC o la mezcolanza asfáltica tradicional 60/70) presenta mejor comportamiento mecánico. Se llego a deducir que el polímero EVA en un 4% y el polímero SBS en un 5%, es el porcentaje optimo logrando una mejora en la conducta mecánica de las mezcolanzas asfálticas en caliente. Se concluyó que al utilizar una mezcolanza asfáltica alterada con polímeros nos dará una deseable conducta mecánica relacionando con la

mezcolanza tradicional 60/70, renovando la función del pavimento y por consecuente dilatando su utilidad.

Infante y Vásquez (2016) en la investigación de la Universidad Señor de Sipán, ejecutó una investigación cuasiexperimental con una metodología de enfoque cuantitativa, presento como población a las mezcolanzas asfálticas alteradas con polímeros SBS y EVA y como muestra a 150 briquetas. Como técnica utilizó a la observación y como instrumentos a fichas de observación para los estudios realizados. Esta investigación tuvo como propósito detallar comparativamente las mezcolanzas asfálticas tradicionales y con polímero SBS y EVA, en su conducta mecánica. Se llego al hallazgo que el polímero EVA en un 4% y el polímero SBS en un 5%, es el porcentaje optimo logrando una mejora en la conducta mecánica de las mezcolanzas asfálticas en caliente.

2.2. Base Teórica

2.2.1. Índice de condición del pavimento

De acuerdo con la directriz ASTM D6433-03 (2004), este es una metodología que incluye definir el aspecto del pavimento a través de la supervisión visual, detallando el tipo, severidad y cantidad de patologías descubiertas, siguiendo un método de fácil desarrollo y que no requiere de mecanismo especializado, ya que el estado del pavimento es una medida indirecta del pavimento. Este enfoque no pretende abordar las preocupaciones de seguridad relacionadas con su práctica. PCI fue establecido para elaborar un índice de integridad estructural del pavimento y salud superficial que cuantifique el estado del tratamiento y mantenimiento respectivo del pavimento.

Según Vargas(2020),el Índice de Condición del Pavimento es una herramienta esencial en la gestión de carreteras y pavimentos, ya que proporciona información cuantitativa que guía la toma de decisiones informadas, el uso eficiente de recursos y la mejora continua de las infraestructuras viales.

Para hallar la cuantía mínima de piezas de muestreo a evaluar se utiliza la siguiente expresión (Número mínimo de unidades de muestreo):

$$n = \frac{N e \sigma^2}{\frac{e^2}{4} x(N-1) + \sigma^2} \dots 1$$

Donde:

e = Error admitido en PCI ($e = \pm 5$ PCI)

σ = desviación estándar de PCI de la muestra en la misma sección.

N = número total de unidades de muestra por sección.

n = número mínimo de unidades de muestreo evaluadas

Para definir la cantidad de piezas del espécimen, se realiza mediante la siguiente expresión (Número de unidades de muestra a ser inspeccionadas):

$$i = \frac{N}{n} \dots 2$$

Dónde:

N = número total de unidades de muestra por sección.

n = número de unidades de muestra; La primera unidad de muestra a inspeccionar se selecciona de manera aleatoria de las unidades de muestra 1 a " i ".

La cifra máxima de inferencias admitidas (m) se calcula mediante la siguiente fórmula (Números máximos admisibles de valores deducidos):

$$m = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - H_i) \dots 3$$

Donde:

H_i = Mayor lectura individual por unidad de muestra.

m = número máximo permitido de lecturas, incluida la fracción, para la unidad de muestreo.

El índice de condición del pavimento se calcula mediante la siguiente expresión (Índice de condición de pavimento):

$$PCI = 100 - \text{Max. CDV} \dots .4$$

Dónde: Max. CDV = lectura máxima corregida

PCI = a los índices de las condiciones de los pavimentos

2.2.2. Nivel de severidad

Se detallan tres rangos de seriedad: Baja (L), Media (M) y Alta (H), correspondientes a cada modelo de defectos e indicando su impacto en la calidad del tráfico.

2.2.3. Fallas

2.2.3.1. Piel de cocodrilo

L – Estrechas aberturas longitudinales, del grosor de un pelo, corren paralelas entre ellas, con algunas o ninguna grieta de interconexión. Grieta no desintegrada.

Figura 1. *Piel de cocodrilo -Severidad Low*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

M – Las pequeñas grietas de cocodrilo continúan desarrollándose como grietas o una red de hendiduras que pueden desintegrarse levemente.

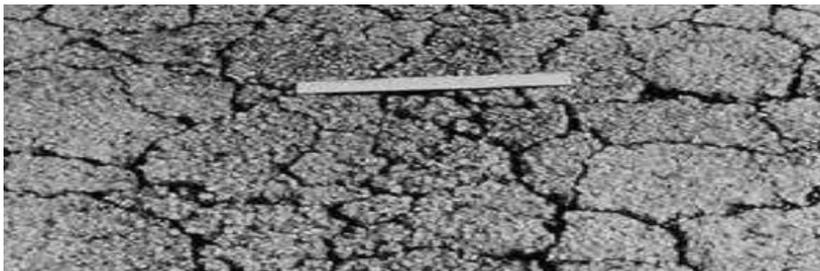
Figura 2. *Piel de cocodrilo -Severidad Medium*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

H – El patrón o red de grietas muestra tal progresión que los fragmentos que componen la piel de caimán están bien definidos y desprendidos en los extremos. Algunas partes pueden temblar o moverse en el tráfico.

Figura 3. *Piel de cocodrilo -Severidad High*

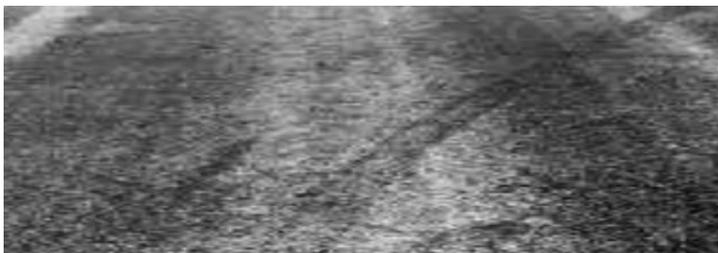


Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

2.2.3.2. Exudación

L – La exudación ocurre solamente en niveles extremadamente leves y es visible unos días al año. El asfalto no se pegará a los calzados ni a las ruedas de los automóviles.

Figura 4. *Exudación -Severidad Low*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

M – Solo hay unas pocas semanas del año en que la filtración ocurre lo suficiente como para que el asfalto se adhiera a los calzados o a las ruedas de los automóviles.

Figura 5. *Exudación -Severidad Medium*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

H – Se han producido grandes filtraciones y durante al menos varias semanas al año, grandes cantidades de asfalto se adhieren a los calzados y llantas de automóviles.

Figura 6. *Exudación -Severidad High*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

2.2.3.3. Fisuras en bloque

L – Estos bloques están delimitados por grietas de mínima seriedad.

Figura 7. *Fisura en bloque -Severidad Low*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

M – Los bloques están delimitados por grietas de seriedad moderada.

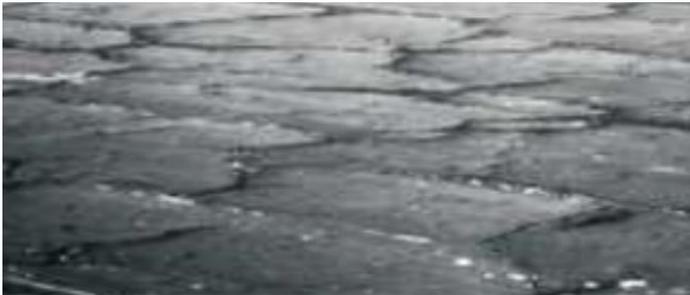
Figura 8. *Fisura en bloque -Severidad Medium*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

H- Los bloques están delimitados por cortes de prominentes severidades.

Figura 9. *Fisura en bloque -Severidad High*

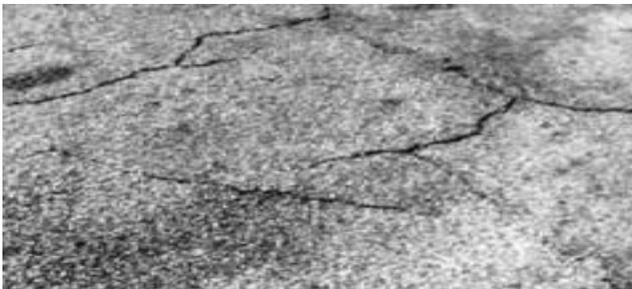


Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

2.2.3.4. Abultamientos y hundimientos

L – Los baches o depresiones crean una calidad de tráfico de mínima seriedad, es decir, se sienten algunos temblores al interior del vehículo al pasar por la zona de defectos, pero no necesita una reducción de la velocidad por estabilidad o confort. Un bulto o pandeo solitarios, o ambos, pueden hacer que el vehículo rebote levemente, pero no causar molestias.

Figura 10. *Abultamiento -Severidad Low*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

M – Las sacudidas o los hundimientos crean una calidad de tráfico de gravedad moderada, es decir, cuando el vehículo pasa por el área afectada, se sienten vibraciones notables dentro del vehículo, por lo que necesita reducir la velocidad por estabilidad y confort. Los baches caídos solos o juntos pueden hacer que el vehículo brinque visiblemente, causando cierta incomodidad.

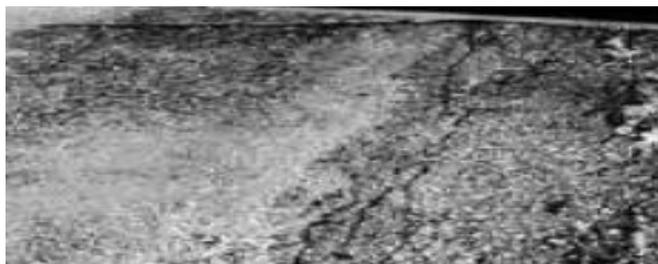
Figura 11. *Abultamiento -Severidad Medium*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

H – El levantamiento o el hundimiento crean masas de transporte muy severas. Los temblores del vehículo son muy fuertes y por lo que necesita reducir la velocidad notablemente por protección y bienestar. Un bulto o pandeo por sí solo, o ambos, pueden hacer que el vehículo brinque excesivamente, causando gran molestia, poniendo en peligro la seguridad o, muy probablemente, causando daños graves al vehículo.

Figura 12. *Abultamiento -Severidad High*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

2.2.3.5. Corrugación

L – Las ondulaciones crean una calidad de tráfico de mínima gravedad, como se ha visto en averías anteriores, se pueden sentir algunas vibraciones en el coche de inspección, por lo que no necesita disminuir la velocidad por protección o bienestar.

Figura 13. *Corrugación -Severidad Low*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

M – Las ondulaciones crean masas de tránsito de severidades moderada, es decir, se sienten temblores notables dentro del vehículo y necesita disminuir la velocidad por protección y bienestar.

Figura 14. *Corrugación -Severidad Medium*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

H – Las ondulaciones crean una calidad de conducción de alta resistencia. Se pueden sentir temblores excesivos dentro del vehículo, por lo que necesita una desaceleración significativa para la protección y el bienestar.

Figura 15. *Corrugación -Severidad High*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

2.2.3.6. Depresión

L – La altura del descenso oscila de 13 a 25 mm.

Figura 16. *Depresión -Severidad Low*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

M – La magnitud del descenso es de 25 a 50 mm.

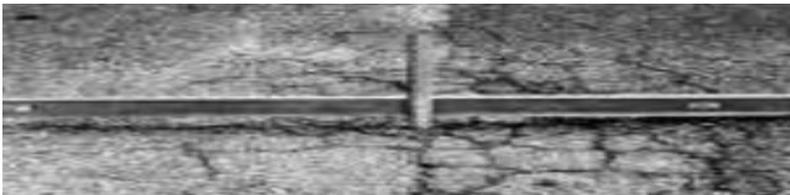
Figura 17. *Depresión -Severidad Medium*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

H – Depresión mayor de 50 mm.

Figura 18. *Depresión -Severidad High*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

2.2.3.7. Fisura de borde

L – Tiene grietas bajas o moderadas, sin astillado ni separación.

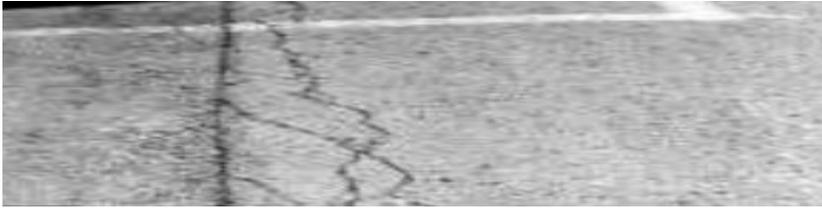
Figura 19. *Fisura de borde -Severidad Low*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

M – Medios agrietados con algún astillado o desprendimiento.

Figura 20. *Fisura de borde -Severidad Medium*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

H – considerable desintegración a lo largo de los bordes.

Figura 21. *Fisura de borde -Severidad High*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

2.2.3.8. Fisura de reflexión de junta (de losas de concreto longitudinales o transversales)

L – Satisface una de las subsiguientes limitaciones: a) Grietas sin rellenar con un ancho de menos de 10 mm; b) Grietas rellenas con anchos variables (el material de relleno está intacto).

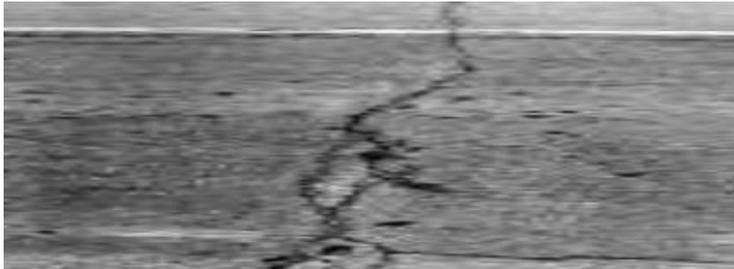
Figura 22. *Fisura de reflexión de junta -Severidad Low*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

M – Satisface una de las subsiguientes limitaciones: a) grietas sin relleno con un anchos mayores o iguales a 10 mm y menores a 75 mm; b) grietas sin relleno con un ancho de menos o igual a 75 mm rodeadas de grietas de mínimas severidades; c) Fracturas rellenas de ancho arbitrario rodeadas de fracturas de mínimas resistencias.

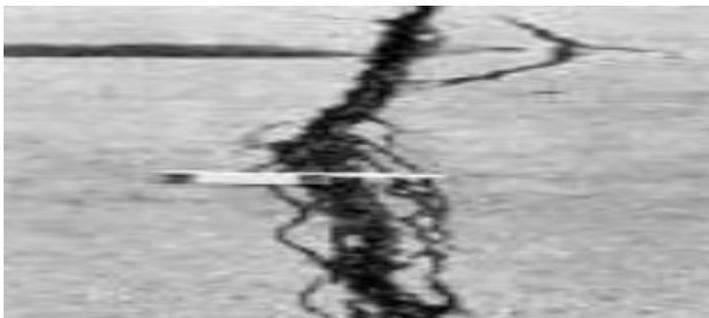
Figura 23. *Fisura de reflexión de junta -Severidad Medium*



Fuente: ASTM D 6433-03 (2003)

H – Satisface una de las subsiguientes limitaciones: a) grietas con o sin relleno rodeadas de hendidura de moderada o altas severidades; b) grietas sin rellenar de más de 75 mm de ancho; c) grietas de ancho variable donde poco más de 100 mm del pavimento circundante se separa o se rompe.

Figura 24. *Fisura de reflexión de junta -Severidad High*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

2.2.3.9. Desnivel carril - berma

L – La resta de elevaciones entre la superficie de la carretera y el arcén es superior a 25 mm e inferior a 50 mm.

Figura 25. *Desnivel carril-berma -Severidad Low*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

M – La resta de elevaciones entre la superficie de la carretera y el arcén es superior a 50 mm e inferior a 100 mm.

Figura 26. *Desnivel carril-berma -Severidad Medium*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

H – La resta de elevaciones entre la superficie de la carretera y el arcén es superior a 100 mm.

Figura 27. *Desnivel carril-berma -Severidad High*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

2.2.3.10. Fisuras longitudinales y transversales

L – Satisface una de las subsiguientes limitaciones: a) Grietas sin relleno de menos de 10 mm de ancho; b) Grietas rellenas de ancho variable (componente de relleno en buen estado).

Figura 28. *Fisuras longitudinales y transversales -Severidad Low*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

M – Satisface una de las subsiguientes limitantes: a) grietas sin rellenos con un anchos mayores o iguales a 10 mm sin superar los 75 mm; b) grietas sin rellenos con anchos menos o igual a 75 mm rodeadas de hendiduras aleatorias de mínima seriedad; c) hendiduras rellenas de cualquier grado de ancho grietas rodeadas en un patrón aleatorio.

Figura 29. *Fisuras longitudinales y transversales -Severidad Medium*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

H – Una de las siguientes: a) grietas rellenas o no rellenadas, distribuidas aleatoriamente alrededor de la grieta, medianas o severas; b) fisuras no rellenadas superiores a 75 mm de ancho; c) hendiduras de ancho variable, de las cuales aproximadamente 100 mm alrededor de pavimento muy fisurado.

Figura 30. *Fisuras longitudinales y transversales -Severidad High*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

2.2.3.11. Parches y parches de cortes utilitarios

L – El estado del parche es bueno, la calidad del tráfico es baja.

Figura 31. *Parches y parches de cortes utilitarios -Severidad Low*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

M – Los parches están moderadamente degradados, la calidad del tráfico se clasifica como moderadamente grave.

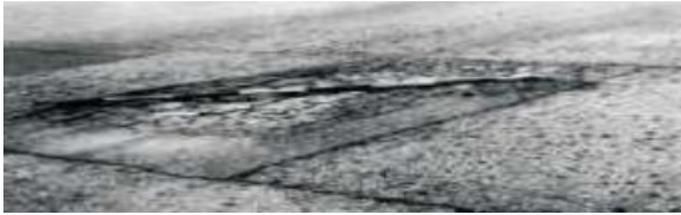
Figura 32. *Parches y parches de cortes utilitarios -Severidad Medium*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

H – Los parches se han deteriorado seriamente, la calidad del tráfico es elevada.

Figura 33. Parches y parches de cortes utilitarios -Severidad High



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

2.2.3.12. Agregado pulido

No hay un grado de gravedad descrito para tales fallas. El añadido de pulimentado debe ser notoriamente visible en la pieza de muestra y el área del añadido debe ser suave el tacto.

Figura 34. Agregado Pulido



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

2.2.3.13. Baches

El grado de seriedad de los baches con un diámetro de menos de 750 mm se determina con la tabla 1.

Tabla 1

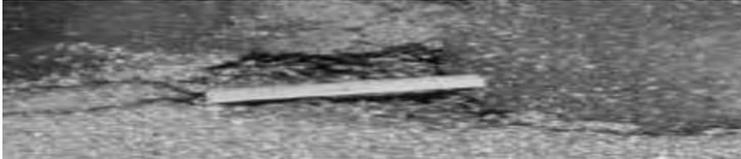
Niveles de severidad para baches

| Máxima profundidad del Bache | Diámetro Promedio(mm) | | |
|------------------------------|-----------------------|-----------|-----------|
| | 100 a 200 | 200 a 450 | 450 a 750 |
| ≥ 13 y ≤ 25 mm | L | L | M |
| > 25 y ≤ 50 mm | L | M | H |
| > 50 | M | M | H |

Nota: Tabla extraída del NORMA ASTM D 5340 (2005)

Si el grosor del bache es supera los 750 mm, la zona debe definirse en metros cuadrados y luego dividirse por 0,5 metros cuadrados para definir el número equiparable de baches.

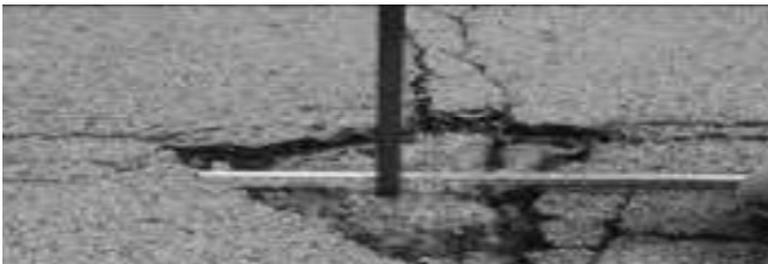
Figura 35. *Baches-Severidad Low*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

Se considera que un bache es de gravedad moderada si la depresión es menores o iguales a 25 mm.

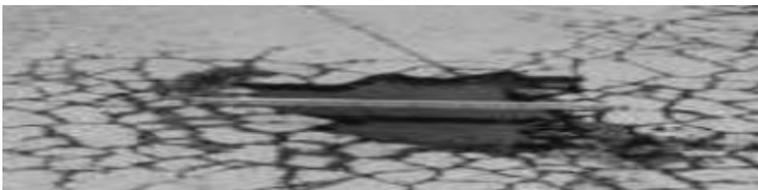
Figura 36. *Baches-Severidad Medium*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

La severidad del bache es alta si los socavones son mayores a 25 mm.

Figura 37. *Baches-Severidad High*

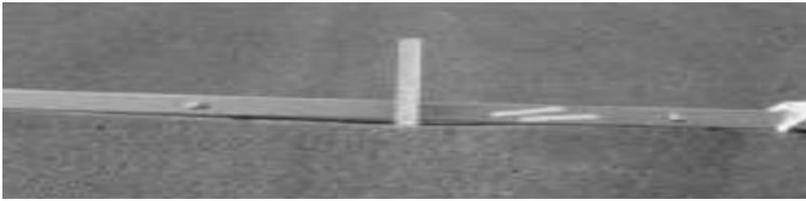


Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

2.2.3.14. Ahuellamiento

L – Las depresiones superficiales provocadas por las llantas de los vehículos varían en 6 y 13 mm.

Figura 38. *Ahuellamiento-Severidad Low*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

M – El desnivel oscila en 13 y 25 mm.

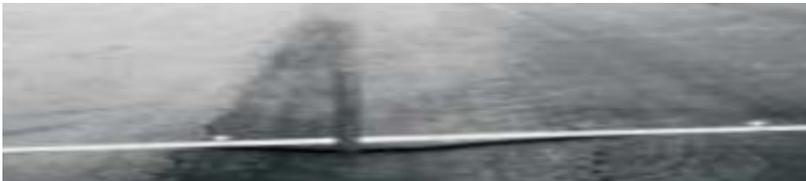
Figura 39. *Ahuellamiento-Severidad Medium*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

Figura 40. *Ahuellamiento-Severidad High*

H- Desnivel mayor a 25 mm.

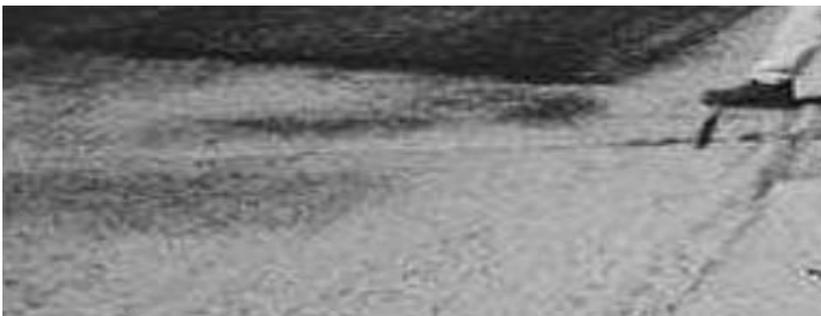


Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

2.2.3.15. Desplazamiento

L – El espacio que produce una condición de tráfico de mínimas severidades.

Figura 41. *Desplazamiento-Severidad Low*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

M – El desplazamiento produce volumen de transporte de seriedad moderada.

Figura 42. *Desplazamiento-Severidad Medium*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

H – El espacio que produce una condición de tráfico de altas severidades.

Figura 43. *Desplazamiento-Severidad High*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

2.2.3.16. Fisura parabólica o por deslizamiento

L – La media del ancho de la grieta es inferior a 10 mm.

Figura 44. *Fisura parabólica-Severidad Low*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

M – Satisfaga una de las subsiguientes limitantes: a) Al promediar la anchura de la grieta es ≥ 10 y < 40 mm; b) agrietado moderado alrededor de la grieta, o rodeada por otras grietas.

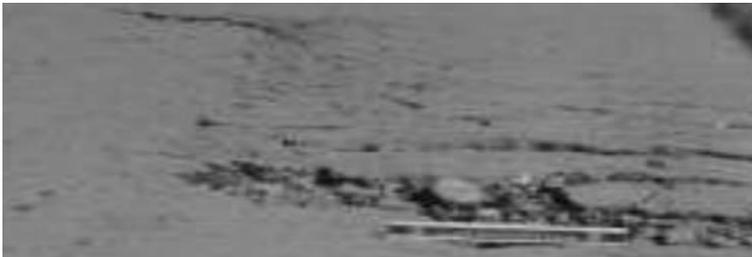
Figura 45. *Fisura parabólica-Severidad Medium*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

H – Satisface una de las subsiguientes limitaciones: a) Al promediar la anchura de la grieta > 40 mm; b) la zona alrededor de la grieta se rompe en pedazos pequeños.

Figura 46. *Fisura parabólica--Severidad High*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

2.2.3.17. Hinchamiento

L – Cuando la hinchazón provoca una mala calidad de marcha.

M – Cuando la hinchazón provoca una conducción de gravedad moderada.

H – Cuando la hinchazón provoca una conducción severa.

Figura 47. *Hinchamiento--Severidad High*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

2.2.3.18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados

L – El componente adhesivo comienza a caerse. Algunas zonas de la carretera tienen agujeros. Las manchas de aceite son observables si se derraman, pero la superficie es lo suficientemente dura como para que no penetren las monedas.

Figura 48. *Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados- Severidad Low*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

M – Se cae el agregado o el aglomerante. La textura de la zona es tolerablemente áspera con pequeños espacios. En caso de un derrame de petróleo, la zona es lo suficientemente lisa como para incrustar con una moneda.

Figura 49. *Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados- Severidad Low*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

H – La separación de sus componentes es notable. La contextura de la zona es muy áspera e imperfecta. Las regiones imperfectas van de 10 mm y 13 mm de diámetro de socavón; las regiones ahuecadas más grandes que estas se consideran fallas tipo bache. En el caso de un desbordamiento de petróleo, el ligante asfáltico pierde su adhesión y el añadido se comienza a perder.

Figura 50. *Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados- Severidad High*



Fuente: ASTM D 6433-03(2003)

2.2.4. Asfaltos modificados con polímeros

Cahuana y Limas (2018), los materiales bituminosos alterados son los productos de la disolución o mezcla de polímeros de neumáticos o caucho molido en betún, son sustancias estables que se agregan a los materiales bituminosos para cambiar sus características físicas y reología y reducir su sensibilidad a la temperatura, la humedad y oxidación.

Según Múnera (2012), los procesos de modificación de betunes que utilizan polímeros se usan ampliamente para permitir el uso de betunes, que en sí mismos no es recomendado para ciertas aplicaciones debido a su alta sensibilidad al calor, su tendencia a la oxidación prematura o su alto contenido de saturados y aromáticos. La modificación del betún se puede hacer simplemente mezclando betún y polímero a temperaturas que oscilan entre 140 y 190 °C, o buscando una reacción química entre los dos, en cualquier caso, el betún utiliza parcialmente las características del polímero al cual se combine.

Según Múnera (2012), los asfaltos modificados con polímeros añadidos son más resistentes al agrietamiento térmico, la fatiga y la deformación permanente, ya que logran reducir la sensibilidad al calor del material, prolongando la utilidad de los artículos procesados con dichos materiales. Los polímeros pueden cambiar la reología del betún debido a su alto peso molecular y a las interacciones físicas o químicas de las cadenas poliméricas con los componentes del betún.

Cahuana y Limas (2018), el modificador produce una función superficial iónica que potencia la adhesión de la interface en las piedras y los materiales asfálticos y la conserva inclusive en de agua. También eleva la resistencia de la mezcla asfáltica a las anomalías de las fuerzas de tracción repetidas, aumentando así su resistencia a la fatiga y reduciendo las grietas, y aumentan la susceptibilidad de la cubierta asfáltica a las variaciones de temperatura.

2.2.4.1. Principales modificadores utilizados en el Asfalto

Según Cahuana y Limas (2018), El caucho se ha utilizado como modificador durante mucho tiempo, ya sea natural o sintético, y la tasa de uso no supera el 5%.

En la actualidad existen polímeros sintéticos especialmente formulados muy competitivos. El asfalto modificado con estos polímeros ha sido probado en pavimentos en varios países. Los modificantes más utilizados en asfaltos son:

- POLÍMERO TIPO I: Según Cahuana y Limas (2018), alterador de asfalto que incrementa el proceder de las mezcolanzas asfálticas en máximas y mínimas temperaturas. Se basa en polímeros elastoméricos radiales de bloques estirénicos, dibloques o tribloques, fabricados mediante una configuración de estireno-butadieno-estireno (SBS) o estireno-butadieno (SB). Puede ser aprovechado en mezcolanzas bituminosas de capa fina y estructural para pavimentos de alto tráfico y vehículos pesados, aptos tanto para climas fríos como cálidos, y también para la preparación de emulsiones para la preparación de superficies.

- POLÍMERO TIPO II: Según Cahuana y Limas (2018), es un alterador de asfalto que intensifica el actuar de las mezcolanzas asfálticas a temperaturas mínimas. Se basa en polímeros elásticos lineales fabricados mediante la distribución de caucho de estireno, látex de butadieno o látex de neopreno. Se aprovecha en diversas mezcolanzas asfálticas

para pavimentos que requieren un mejor rendimiento de servicio en climas fríos y templados, y en la fabricación de emulsiones para la preparación de superficies.

- POLÍMERO TIPO III: Según Cahuana y Limas (2018), es un modificador del asfalto que incrementa la resistencia a la constitución de hendiduras en las mezcolanzas asfálticas, reduce la sensibilidad a la temperatura del cemento asfáltico e incrementa su desempeño a altas temperaturas. Se basa en polímeros elastoméricos fabricados en conformación como etileno-acetato de vinilo (EVA) o polietileno de alta o baja densidad. Se puede utilizar en mezclas asfálticas para climas cálidos, ligantes de pavimentación estructural de alto tráfico y para hacer emulsiones para la preparación de superficies.

2.2.5. Mezcla asfáltica en caliente

Según Pilares (2018), Las mezcolanzas de agregado y ligante se considera asfalto caliente. Además, el propósito del diseño de la mezcolanza es hallar el betún necesario, utilizando betún y agregados disponibles. El contenido de betún diseñado variará según los diferentes tipos de materiales, sus propiedades, niveles de carga y condiciones ambientales. Para producir térmica de buena calidad Cuando Al mezclar asfalto, el contenido de asfalto y la temperatura óptima en la mezcla deben controlarse con precisión. Además, la temperatura de la mezcolanza supera los 100 °C. Sin una excelente cabida de asfalto, el pavimento no alcanzará la durabilidad y estabilidad esperadas.

Según Caso y De la Cruz (2021), El tipo más común de mezcolanza asfáltica, la mezcolanza asfáltica en caliente se precisa como el acoplamiento de ligantes hidrocarbonados, agregados que incluyen polvos minerales y finalmente aditivos para que todas las partículas de agregado se unan uniformemente. La película del agente cubre bien. Su producción conlleva calentar el ligante y el árido (excepción del polvo de carga mineral final), y su instalación se efectúa a temperaturas que exceden al ambiente.

2.2.5.1. Porcentaje de cemento asfáltico óptimo

Según Cruz (2022), está sujeta a propiedades del adherido mineral, como la absorción (disposición de absorber betún) y granulación, lo que significa que cuanto más fina es la mezcla, incrementa el cemento asfáltico necesario para envolver la totalidad de partículas. Por otro lado, la mezcolanza que contienen grandes cantidades de componente grueso requiere menores niveles de cemento asfáltico debido a la menor superficie a envolver.

2.2.5.2. Densidad

Cruz (2022) afirma que la densidad es: “Descrita como peso unitario, esta singularidad es importante para poseer una densidad superior en las capas asfálticas y por lo tanto una rentabilidad duradera”.

2.2.5.3. Vacíos de aire

Caso y De la Cruz (2021), son los vacíos entre los agregados de la capa asfáltica, de los cuales se pueden deducir las características de la mezcolanza asfáltica tales como: textura, exudación, impermeabilidad, resistencia al deslizamiento, durabilidad y flexibilidad.

2.2.5.4. Vacíos en el agregado mineral (VMA)

Caso y De la Cruz (2021), Son los espacios de aire que existen entre el espacio relleno de asfalto y las partes de agregado de la mezcolanza asfáltica comprimida, propiedad que tendrá en cuenta la durabilidad de la mezcolanza asfáltica.

2.2.5.5. Estabilidad

El Manual de ensayos de materiales MTC (2016), es la máxima dureza para deformarse debido a carga constante, y esta capacidad oscila de acuerdo con el prototipo y escala del adherido; y el grado de cemento asfáltico, y el volumen utilizado. Cuanto más

estable es un pavimento, más inflexible y resistente es a las cargas del tráfico vehicular.

2.2.5.6. Flujo

Caso y De la Cruz (2021), Mide la estabilidad y plasticidad de las mezclas asfálticas. No hay beneficio conceptual, pero sí limitantes admisibles. Si la fluidez en el volumen inmejorable de betún excede el nivel superior, la mezclanza es considerado excesivamente plástico o inestable, y si está debajo del nivel inferior, la mezcla se considera demasiado sólida.

2.2.5.7. Índice de rigidez

Según Cruz (2022), es la correlación entre equilibrio y flujo calculado aplicando la fórmula de Marshall. El índice de rigidez es elevado, la capa de asfalto tiene baja ductilidad y es frágil; cuando el índice de rigidez es bajo, la capa de asfalto tiene buena flexibilidad y se desproporciona fácilmente.

2.2.5.8. Componentes de la mezcla asfáltica en caliente

2.2.5.8.1. Agregados minerales grueso

- Las disposiciones de la subsección 415.02(a) se rigen en consecuencia al Manual de Carreteras (Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2013)
- Los componentes gruesos, deben satisfacer con las demandas, decretadas de Tabla 2:

Tabla 2

Ensayos realizados a los agregados minerales gruesos

| Ensayos | Norma | Requerimiento | |
|--------------------------------------|-----------|----------------|-----------|
| | | Altitud (msnm) | |
| | | ≤3.000 | >3.000 |
| Durabilidad (al Sulfato de Magnesio) | MTC E 209 | 18% máx. | 15% máx. |
| Abrasión Los Ángeles | MTC E 207 | 40% máx. | 35% máx. |
| Adherencia | MTC E 517 | +95 | +95 |
| índice de Durabilidad | MTC E 214 | 35% min. | 35% min. |
| Partículas Chatas y alargadas | ASTM 4791 | 10% máx. | 10% máx. |
| Caras Fracturadas | MTC E 210 | 85/50 | 90/70 |
| Sales Solubles Totales | MTC E 219 | 0,5% máx. | 0,5% máx. |
| Absorción* | MTC E 206 | 1,0% máx. | 1,0% máx. |

Nota: Esta tabla fue extraída del Manual de Carreteras (Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG-2013), página 265

2.2.5.8.2. Ensayos realizados a los agregados minerales gruesos

- Peso unitario y vacíos de los agregados:

MTC E 203 (2016) establece: “Siempre se emplea para obtener valores de peso unitario utilizados por algunas metodologías de diseño de mezcolanzas de concreto”.

- Durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio:

MTC E 209 (2016), mide la descomposición del componente grueso al tratar con solución saturada de sulfato de sodio o sulfato de magnesio por alrededor de 16h y sin exceder de 18h para que la solución cubra toda la muestra.

- Abrasión los ángeles (L.A.) Al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37,5 mm (1 ½”):

MTC E 207 (2016), es una dimensión del grado de degeneración de los compuestos minerales de grado estándar por la acción combinada de un tambor de acero giratorio que abarca un número definido de bolas de acero, según el grado de la muestra de prueba. Se calcula mediante la siguiente expresión (Porcentaje de desgaste):

$$\%Des = \frac{m1-m2}{m1} \dots .5$$

Donde:

%Des: Porcentaje de desgaste

m1: Peso inicial

m2: Peso final

- Revestimiento y desprendimiento de mezclas agregado – bitumen:

MTC E 517 (2016) establece: “Este método no debe usarse como una medida del rendimiento de campo, ya que no se han establecido correlaciones similares y su precisión no puede ser inferior al nivel del 95 %”.

- Prueba de ensayo estándar para índice de durabilidad del agregado:

MTC E 214 (2016) establece: "La prueba proporciona valores empíricos para las cantidades relativas, la finura y las propiedades de los elementos arcillosos que se pueden producir como agregados tras la descomposición mecánica".

- Partículas chatas y alargadas en agregados:

MTC E 223 (2016) establece, “Este método permite comprobar si se cumplen los valores límite para las partículas en cuestión o delimitar la forma peculiar del agregado grueso”. Se calcula mediante la siguiente expresión (Porcentaje de partículas chatas y alargadas):

$$\%Particulas\ chatas = \left[\left(\frac{E}{A} \times 100 \right) \times \left(\frac{A}{D} \times 100 \right) \right] / 100 \dots .6$$

Donde:

%Partículas chatas y alargadas: Porcentaje de partículas chatas y alargadas.

A: Peso retenido en cada tamiz

D: Peso de la muestra (Retenido de 3/8”)

E: Partículas chatas

- Método de ensayo estándar para la determinación del porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso:
- MTC E 210 (2016), algunos códigos incluyen requisitos con relación de la proporción de partículas fragmentadas del componente grueso. Una de las intenciones de estos requisitos es maximizar los esfuerzos cortantes debido a la mayor fricción entre partículas en mezcolanzas de componentes sueltos y comprimidos. Se calcula la proporción de masa o porcentaje de conteo los elementos con el número específico de caras rotas con un aproximado al 1% de acuerdo(Porcentaje de caras fracturadas):

$$\%Cara\ fracturada = \frac{P}{(F+N)} \times 100 \dots .7$$

Donde:

P = porcentaje de partículas con el número especificado de caras fracturadas

F = masa o cantidad de partículas fracturadas con al menos el número especificado de caras fracturadas.

N = masa o cantidad de partículas en la categoría de no fracturadas o que no entran en el criterio de partícula fracturada.

- Sales solubles en agregados para pavimentos flexibles:

MTC E 219 (2016) establece: "Debido a la velocidad de generación de imágenes y la cuantificación del contenido de sal, el método es adecuado para el monitoreo de edificios".

- Se calcula mediante la subsiguiente expresión:

$$\%Sales\ solubles = \frac{1}{\frac{Cx_A}{DxB} - 1} \times 100 \dots .8$$

- Peso específico y absorción de agregados gruesos:

MTC E 206 (2016) establece: "El peso base saturado de la superficie y la absorción de agua son basados en agregados después de sumergirse en agua durante 24 horas.

Este modo de operación no se aplica a los agregados livianos".

- El peso específico y la absorción se calcula mediante la siguiente expresión:

$$P. E. M = \frac{A}{(B-C)} \% \dots 9$$

$$P. E. S = \frac{B}{(B-C)} \% \dots 10$$

$$P. E. A = \frac{A}{(A-C)} \% \dots 11$$

$$\% \text{ABSORCION} = \frac{B - A}{(A)} \times 100 \dots 12$$

Donde:

A = Peso de la muestra seca en el aire, gramos

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos

C = Peso en el agua de la muestra saturada.

2.2.5.8.3. Agregados minerales finos

- Los componentes minerales finos, deben satisfacer con las demandas, decretadas en la Tabla 3:

Tabla 3
Ensayos realizados a los agregados minerales finos

| Ensayos | Norma | Requerimiento | |
|--------------------------------------|--------------|----------------|-----------|
| | | Altitud (msnm) | |
| | | ≤3.000 | >3.000 |
| Equivalente de Arena | MTC E 114 | 60 | 70 |
| Angularidad del agregado fino | MTC E 222 | 30 | 40 |
| Azul de metileno | AASHTO TP 57 | 8 máx. | 8 máx. |
| índice de Plasticidad (malla N° 40) | MTC E 111 | NP | NP |
| Durabilidad (al Sulfato de Magnesio) | MTC E 209 | - | 18% máx. |
| índice de Durabilidad | MTC E 214 | 35 min. | 35 min. |
| índice de Plasticidad (malla N° 200) | MTC E 111 | 4 máx. | NP |
| Sales Solubles Totales | MTC E 219 | 0,5% máx. | 0,5% máx. |
| Absorción* | MTC E 205 | 0,5% máx. | 0,5% máx. |

Nota: Esta tabla fue extraída del Manual de Carreteras (Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG-2013), página 265

2.2.5.8.4. Ensayos realizados a los agregados minerales Finos

- Método de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino:

De acuerdo con MTC E 114 (2016), este método de prueba proporciona valores empíricos para la cantidad relativa, la finura y la naturaleza del componente arcilloso en una muestra de prueba, proporcionando un método rápido en el sitio para determinar los cambios generales de calidad durante la producción o colocación.

- El tamaño de la muestra nominal se tomó según la tabla 4.

Tabla 4

Tamaño mínimo de la muestra.

| Tamaño nominal | | Tamaño mínimo de la muestra |
|----------------|-------|-----------------------------|
| mm | pulg | (gr) |
| 9.5 | 3/8 | 1000 |
| 12.5 | 1/2 | 2000 |
| 19 | 3/4 | 5000 |
| 25 | 1 | 10 000 |
| 37.5 | 1 1/2 | 15 000 |

Nota: Esta tabla fue extraída del Manual de ensayo de materiales del Ministerio de transporte y comunicaciones (2016), página 304

- Se calcula el valor equivalente de arena mediante la siguiente expresión:

$$AE = \frac{Lar}{(La)} \times 100 \dots 13$$

Donde:

AE = Arena equivalente

Lar = Lectura de arena

La= Lectura de arcilla

- Angularidad del agregado fino:

MTC E 222 (2016) establece: "Un buen ángulo de agregación se precisa como la proporción de vacíos que contienen aire en granos menores de 2,36 mm (a través de malla No. 8) que están tenuemente comprimidas".

- Se calculó la angularidad del agregado fino mediante la siguiente expresión:

$$A^{\circ} = \frac{V - \frac{W}{Gsb}}{(V)} \times 100 \dots 14$$

Donde:

W: peso del agregado fino

V: volumen conocido que llena el cilindro

Gsb: Gravedad específica bruta del agregado seleccionado

- Determinación del límite plástico (L.P.) de los suelos e índice de plasticidad (I.P.):

La MTC E 111 (2016), el límite líquido, el límite plástico y el índice de plasticidad de los suelos son profundamente aplicados junto con otras propiedades del suelo, ya sea solas o en combinación, para relacionarlas con su actitud ingenieril, como compresibilidad, infiltración, compactación, dilatación por contracción y resistencia al corte.

- Durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio:

MTC E 209 (2016), mide la descomposición del componente fino al tratar con solución repleta de sulfato de sodio o sulfato de magnesio por alrededor de 16 h y no excederse de 18 h para que la solución cubra toda la muestra.

- Prueba de ensayo estándar para índice de durabilidad del agregado:

MTC E 214 (2016) establece: “La prueba proporciona valores empíricos para la cuantía relativa, finura y propiedades de los componentes arcillosos que se pueden producir como agregados después de la desintegración mecánica.”

- Sales solubles en agregados para pavimentos flexibles:

MTC E 219 (2016) establece: "El método es adecuado para el control de edificios debido a la velocidad con la que se adquieren las imágenes y la ponderación del contenido de sal.”

Se calcula la proporción de sales solubles mediante la siguiente expresión:

$$\%Sales\ solubles = \frac{1}{\frac{CxA}{DxB} - 1} \times 100 \dots 15$$

- Gravedad específica y absorción de agregados finos:

MTC E 205 (2016), se utiliza para encontrar el peso específico seco, el peso específico saturado sobre superficie seca, el peso específico aparente y la absorción

de agua de los agregados finos, por lo que estos valores pueden ser empleados tanto para el cálculo y la corrección de la estructura de la mezcolanza, por ejemplo, para verificar la uniformidad de las propiedades físicas de la mezcolanza.

- El peso específico y la absorción se calcula mediante la siguiente expresión:

$$P. E. M = \frac{A}{(B-C)} \% \dots 16$$

$$P. E. S = \frac{B}{(B-C)} \% \dots 17$$

$$P. E. A = \frac{A}{(A-C)} \% \dots 18$$

$$\% \text{ ABSORCION} = \frac{B - A}{(A)} \times 100 \dots 19$$

Donde:

A = Peso de la muestra seca en el aire, gramos

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos

C = Peso en el agua de la muestra saturada.

2.2.5.8.5. Gradación

El tamaño del agregado utilizado para producir asfalto caliente debe ser una de las siguientes categorías y debe ser presentado por el Contratista y aprobado por el Supervisor.

Gradación para mezcla asfáltica en caliente (MAC)

El tamaño de partícula de asfalto caliente (MAC) debe corresponder a ciertas aplicaciones de tamaño de partícula especificadas en la Tabla 5.

Tabla 5
Gradación para la mezcla asfáltica en caliente

| Tamiz | Porcentaje que pasa | | |
|-----------------|---------------------|---------|---------|
| | MAC - 1 | MAC - 2 | MAC - 3 |
| 25,0 mm (1") | 100 | | |
| 19,0 mm (3/4") | 80-100 | 100 | |
| 12,5 mm (1/2") | 67-85 | 80-100 | |
| 9,5 mm (3/8") | 60-77 | 70-88 | 100 |
| 4,75 mm (N° 4) | 43-54 | 51-68 | 65-87 |
| 2,00 mm (N° 10) | 29-45 | 38-52 | 43-61 |
| 425 µm (N° 40) | 14-25 | 17-28 | 16-29 |
| 180 µm (N° 80) | 8-17 | 8-17 | 9-19 |
| 75 µm (N° 200) | 4-8 | 4-8 | 5-10 |

Nota: Esta tabla fue extraída del Manual de Carreteras (Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG-2013), página 266

2.2.5.8.6. Ensayos realizados para la gradación asfáltica en caliente

- Resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall:

Según MTC E 504 (2016), este modo de operación está diseñado para la producción en laboratorio y en fábrica de mezcolanza asfálticas densas con agregados de hasta 25 mm, y para la compactación de muestras de pavimento asfáltico.

- Porcentaje de vacíos de aire en mezclas asfálticas compactadas densas y abiertas:

De acuerdo con la MTC E 505 (2016), la proporción de porosidad de las mezcolanzas asfálticas se utiliza como método de planificación y como uno de los criterios para evaluar la compacidad de los proyectos de pavimentación asfáltica.

- Efecto del agua en la resistencia a la compresión de mezclas bituminosas compactadas:

MTC E 518 (2016), este método de ensayo cubre las pérdidas de resistencia a la compresión por accionar del agua en mezcolanzas asfálticas comprimidas que incluyen cemento asfáltico

2.2.5.8.7. Filler o polvo mineral

De acuerdo con el Manual de Carreteras (2013), el relleno necesario para su uso como relleno de vacíos, espesante asfáltico o como potenciador de la adherencia de pares árido-betún o como relleno de origen mineral es preferentemente la cal apagada, la cual debe cumplir con el Manual AASHTO M. No. -303 Normas e Instrucciones en el artículo 429. Las cantidades utilizadas se determinarán durante el ciclo de diseño de la mezcla según la fórmula Marshall.

2.2.5.8.8. Cemento Asfáltico

Según Manual de carreteras (2013), es la sustancia destilada más pesada del petróleo. Es una sustancia viscosa negra con comportamiento reológico viscoelástico, es decir, elástica y plástica. Su viscosidad cambia con la temperatura.

2.2.6. Diseño de Marshall

Según Ganchozo y Rodríguez (2022), la metodología Marshall fue establecida por el ingeniero Bruce Marshall, quien mejoró los aspectos de diseño de la prueba Marshall a través de una extensa investigación. El método es principalmente responsable de evaluar el cumplimiento de las muestras compactadas con respecto a la densidad, porosidad, pruebas de estabilidad y fluidez.

Según Caso y de la Cruz (2021), La finalidad de esta metodología es establecer el contenido inmejorable de betún para una composición particular de añadidos a utilizar en la mezcla, además de brindar información sobre ciertas propiedades que deben estar presentes en la mezcla asfáltica en caliente y definir la densidad y el contenido inmejorable de betún. Nulo

2.3. Definición de términos

- Agregado reciclado:

Clasificación de los materiales de acuerdo con las especificaciones resultantes de la fabricación de materiales de construcción reciclados y la complementación de otros materiales necesarios.

- Red de pavimento.

Grupo de aceras a gestionar como una sola naturaleza con una competencia detalla. Por ejemplo, un aeropuerto o un bulevar, que es una red de aceras.

- Tramo de pavimento.

Una sección es una porción reconocible de una red de pavimento. Por ejemplo, cada Av. o estacionamiento es una sección separada.

- Sección de pavimento

Área continua de pavimento que unifica la historia y el estado de construcción, mantenimiento y uso. Un enlace debe tener la misma cantidad de tráfico e intensidad de carga.

- Unidad de muestra del pavimento

Partición de tramos de pavimento cuya medida es de 225 +/- 90 m² si el pavimento no es precisamente fraccionable por 2500 o adaptado a las limitaciones concretas del sitio.

- Muestra al azar.

Selección de unidades de muestra de secciones de pavimento para supervisión utilizando técnicas de muestreo aleatorio.

- Muestra adicional.

Es un muestrario que se extrae de la magnitud de evidencia, extraída al azar con el fin de incorporar piezas de muestra que no se representan al definir el estado de la zona de la carretera.

- Índice de condición del pavimento (PCI).

Es una evaluación numérica de la situación del área de la carretera. Va desde cero (0) (para pavimento en falla o en pésimo estado) a cien (100) (para pavimento en buen estado). Cada categoría PCI tiene su detalle cualitativo del aspecto del pavimento.

- Grado de la condición del pavimento

Es un detalle cualitativo del estado del pavimento en función de los valores de PCI que van desde "falla" a "excelente".

- Fallas del pavimento

Señal externa de desgaste del pavimento provocado por cargas de tráfico, circunstancias ambientales, desperfectos en la construcción o una mezcla de estos motivos.

2.4. Marco Normativo

- Método de ensayo para determinar peso unitario y vacíos de los agregados - MTC E 203 – R.D. N° 18-2016-MTC/14. Publicada el 2016-06-26

Esta normativa técnica especifica la fórmula para hallar el peso unitario suelto o comprimido y el porcentaje de vacíos de componente fino, grueso o una mezcla de ambos, expresado como porcentaje de una muestra de suelo.

- Método de ensayo para la durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio - MTC E 209 - R.D. N° 18-2016-MTC/14. Publicada el 2016-06-26

Esta normativa específica la técnica para hallar la resistencia a la disgregación de los añadidos para una solución llena de sulfato de sodio o sulfato de magnesio que constituye una muestra de suelo.

- Método de ensayo para determinar la abrasión los ángeles (L.A.) Al Desgaste de los Agregados De Tamaños Menores De 37,5 Mm (1 ½") - MTC E 207 - R.D. N° 18-2016-MTC/14. Publicada el 2016-06-26

Esta Norma especifica la técnica para probar muestras de suelo de componentes gruesos de menos de 1 ½" de tamaño usando la Máquina Los Ángeles para encontrar la resistencia a la degeneración.

- Método de ensayo para determinar revestimiento y desprendimiento de mezclas agregado – bitumen - MTC E 517 - R.D. N° 18-2016-MTC/14. Publicada el 2016-06-26

Esta norma específica la técnica para hallar la retención de la lámina bituminosa sobre superficies de áridos en presencia de agua.

- Método de ensayo estándar para índice de durabilidad del agregado - MTC E 214 - R.D. N° 18-2016-MTC/14. Publicada el 2016-06-26

Esta normativa específica los ensayos para conectar el índice de durabilidad y el índice de agregación de muestras de suelo.

- Determinación partículas chatas y alargadas en agregados - MTC E 223 - R.D. N° 18-2016-MTC/14. Publicada el 2016-06-26

Esta normativa especifica el método para hallar la proporción de partículas planas o alargadas en el componente grueso para verificar o hallar la forma singular del agregado grueso.

- Método de ensayo estándar para la determinación del porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso - MTC E 210 - R.D. N° 18-2016-MTC/14. Publicada el 2016-06-26

Este ensayo cubre el hallar la proporción en masa o número de una muestra del añadido grueso que encierra partículas rotas en una muestra de suelo.

- Método de ensayo para determinar sales solubles en agregados para pavimentos flexibles- MTC E 219 - R.D. N° 18-2016-MTC/14. Publicada el 2016-06-26

Establecer procedimientos analíticos de cristalización para hallar la capacidad de Cloruros y sulfatos, solubles en agua, componentes pétreos para cimientos de estabilización y Mezcla Asfáltica.

- Ensayo de peso específico y absorción de agregados gruesos - MTC E 206 - R.D. N° 18-2016-MTC/14. Publicada el 2016-06-26

Procedimiento para hallar del Peso Base Seco, Peso Base Saturado Superficie Seca, Peso Base Aparente y Absorción de Agregado Grueso.

- Método de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino - MTC E 114 - R.D. N° 18-2016-MTC/14. Publicada el 2016-06-26

Este método de prueba pretende ser una prueba rápida relevante en el campo para precisar la proporcionalidad relativa de arcilla o finos plásticos y polvo en suelos granulares y componentes finos que pasan de un tamiz No. 4 en condiciones normales.

- Ensayo de angularidad del agregado fino - MTC E 222 - R.D. N° 18-2016-MTC/14.
Publicada el 2016-06-26

Método determinado mediante el cálculo de la porosidad y la angularidad del componente fino, que está relacionado con la resistencia a la constitución de hendiduras.

- Método de ensayo para la determinación del límite plástico (L.P.) de los suelos e índice de plasticidad (I.P.) - MTC E 111- R.D. N° 18-2016-MTC/14. Publicada el 2016-06-26

Para conocer el límite líquido (L.L.) del mismo suelo, se determina el límite plástico del suelo y la determinación del índice de plasticidad (I.P.) en el laboratorio.

- Método de ensayo de gravedad específica y absorción de agregados finos- MTC E 205- R.D. N° 18-2016-MTC/14. Publicada el 2016-06-26

Para determinar el peso base seco, el peso base de saturación de superficie seca, el peso base aparente y la absorción de agua del componente fino.

- Resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall - MTC E 504 - R.D. N° 18-2016-MTC/14. Publicada el 2016-06-26

El criterio de conducta de muestras de mezcolanza asfáltica se determinará y calculará a partir de la preparación y compresión de muestras de mezcolanzas asfáltica por el método manual de Marshall.

- Porcentaje de vacíos de aire en mezclas asfálticas compactadas densas y abiertas - MTC E 505 - R.D. N° 18-2016-MTC/14. Publicada el 2016-06-26

Su Determinación depende del valor de la proporción de vacíos en mezcolanzas asfálticas comprimidas densas y abiertas.

- Efecto del agua en la resistencia a la compresión de mezclas bituminosas compactadas - MTC E 518 - R.D. N° 18-2016-MTC/14. Publicada el 2016-06-26

Para su determinación del efecto del agua sobre la resistencia a la compresión de mezcolanzas asfálticas comprimidas que incluye cemento asfáltico.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y

MÉTODOS

Capítulo III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo de investigación

Esta investigación fue Aplicada, con el propósito de explorar y aplicar el uso de polímeros modificados sintéticos en la recuperación de carpetas asfálticas del pavimento de la Av. Santa Marina, localizada en la zona de Coischo. El objetivo principal fue recopilar información relevante acerca de la utilización de estos polímeros, y a través de una serie de ensayos, determinar la dosificación óptima requerida para lograr una eficiente y efectiva recuperación de las carpetas asfálticas.

En esta investigación, se pretendió tomar un enfoque práctico y concreto, enfocado en la aplicación directa de los conocimientos adquiridos en el campo de los polímeros modificados sintéticos en la ingeniería vial. La Av. Santa Marina en Coischo fue el caso de estudio en el cual se puso a prueba los efectos y beneficios de la utilización de estos polímeros en la mejora y recuperación de la calidad del pavimento.

Mediante ensayos y análisis exhaustivos, se buscó determinar la dosificación óptima de los polímeros para lograr un resultado óptimo en términos de durabilidad, resistencia y rendimiento general de las carpetas asfálticas. La investigación tuvo como objetivo práctico el poder aplicar estos resultados en un contexto real, específicamente en la mejora de la infraestructura vial de la Av. Santa Marina.

Este enfoque aplicado es valioso, ya que buscó no solo investigar teóricamente sobre los polímeros modificados sintéticos, sino también implementar estos conocimientos en una situación concreta. Los resultados de esta investigación han tenido un impacto directo en la calidad y durabilidad del pavimento en la Av. Santa Marina, ofreciendo una solución potencial para problemas relacionados con el deterioro del pavimento en esta área específica de Coischo.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación fue descriptivo – correlacional, ya que con ello se buscó comprender y describir las características, propiedades y circunstancias de un fenómeno en particular; de igual manera al adicionar el polímero modificado sintético a la mezcla asfáltica tuvo como efecto la recuperación y mejoramiento de la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del Distrito de Coischo.

Asimismo, se tuvo en cuenta un enfoque cuantitativo, debido a que la recolección y análisis de datos (Condición actual de la Av. Santa Marina, estado de la superficie, resistencia del pavimento, nivel de deterioro y otros indicadores medibles), para responder las preguntas de la investigación y demostrar la hipótesis fue mediante la medición numérica y también el uso de la estadística.

3.3. Diseño de investigación

El diseño seleccionado para esta investigación fue Experimental, ya que al adicionar porcentajes de polímero modificado sintético entre 5%, 5.5%, 6%, 6.5% y 7%, tuvo como consecuencia el mejoramiento y la recuperación de la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del Distrito de Coischo; de igual manera para analizar y procesar los resultados se aplicó la estadística inferencial.

Además, el diseño de Investigación tiene un corte Cuasiexperimental ya que las muestra no han sido seleccionadas aleatoriamente sino más bien por conveniencia.

3.4. Unidad de análisis

Carpeta asfáltica de Av. Santa Marina.

3.5. Ubicación

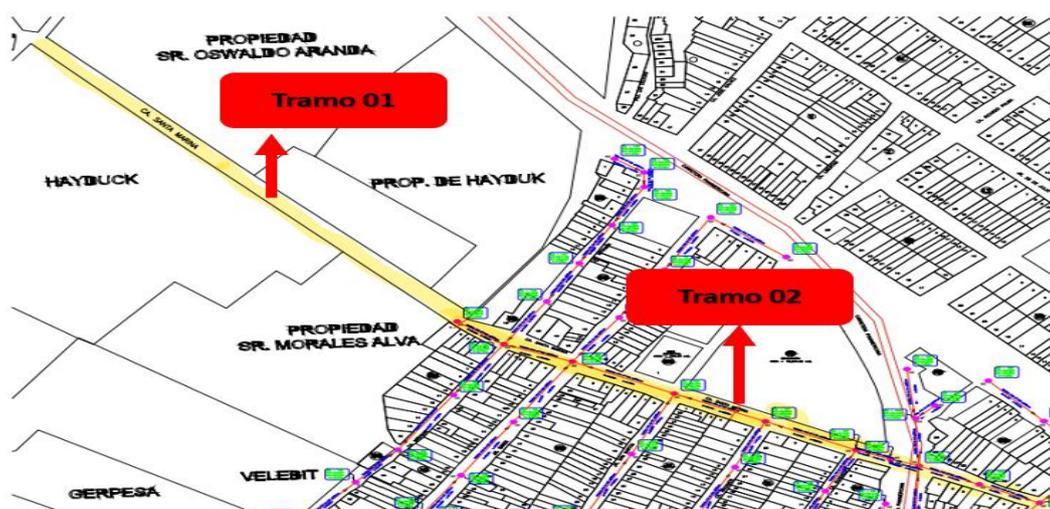
- Departamento: Ancash
- Provincia: Santa
- Distrito: Coischo.
- Zona: Coischo.

3.6. Población y Muestra

Según Robledo (2004), “la población finita es aquella que conoce su tamaño y a veces son tan grandes que se comportan como infinitas”.

La población para la investigación es finita y está compuesta por la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del Distrito de Coischo. La elección de una población finita es fundamental en este contexto, ya que ha permitido realizar un análisis exhaustivo y detallado de las propiedades y características de las diferentes mezclas asfálticas, de igual forma facilitó la recopilación precisa de información representativa de cada una de mezclas con adición de polímero modificado sintético, lo que es esencial para la comparación, el análisis y la obtención de resultados concluyentes.

Figura 51 Ubicación de los tramos de la Av. Santa Marina del distrito de Coischo



Nota: En la figura 51, se puede observar la Av. Santa Marina, dividida en Tramo 01 y Tramo 02

Según Hernández (2014), El muestreo por conveniencia es un método de selección de muestras en el cual se eligen elementos de la población que están fácilmente disponibles o accesibles para el investigador. En este enfoque, no se sigue un proceso de selección aleatorio o sistemático, sino que se seleccionan elementos basados en la conveniencia y disponibilidad.

Para la elección de las muestras se tuvo en cuenta las normativas del MTC. La muestra en la actual investigación fueron 60 briquetas para la mezcla asfáltica tradicional y 60 briquetas para la mezcla asfáltica alterada con polímeros.

| Muestra | Estabilidad y flujo MTC E 504 | % de Vacíos MTC E 505 | Resistencia a la compresión MTC E 518 | | |
|-----------------------|----------------------------------|--------------------------|--|---|----|
| Patrón-5.00 | | 3 | 3 | 6 | 12 |
| Patrón-5.50 | | 3 | 3 | 6 | 12 |
| Patrón-6.00 | | 3 | 3 | 6 | 12 |
| Patrón -6.50 | | 3 | 3 | 6 | 12 |
| Patrón -7.00 | | 3 | 3 | 6 | 12 |
| Cantidad de briquetas | | | | | 60 |

3.7. Variables

3.7.1. Variable independiente

- Polímero Modificado Sintético

3.7.2. Variable dependiente

- Carpeta Asfáltica.

3.7.3. Matriz de consistencia

| TITULO | FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | HIPÓTESIS | OBJETIVOS | VARIABLES |
|---|---|--|--|---------------|
| Evaluación y Recuperación de la carpeta asfáltica con polímeros modificados Sintéticos de la Av. Santa Marina-Coischo-2022. | Problema General: | | Objetivo General: | |
| | ¿Mediante polímeros modificados sintéticos se recuperará la superficie de carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina ubicada en el distrito de Coischo? | | Evaluar y Recuperar la carpeta asfáltica con polímeros modificados sintéticos de la Av. Santa Marina del distrito de Coischo. | INDEPENDIENTE |
| | Problemas Específicos: | | Objetivos Específicos: | |
| | ¿Cuál es nivel de deterioro que presenta la superficie de la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina perteneciente a Coischo? | | Determinar el nivel de deterioro que presenta la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del distrito de COISCHO mediante el Índice de Condición de Pavimentos (PCI). | |
| | ¿Qué tipo de fallas presenta la superficie de la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina perteneciente a Coischo? | La aplicación de polímeros modificados sintéticos recuperará y alargará la vida útil de la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del distrito de Coischo. | Identificar las fallas y nivel severidad carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del distrito de COISCHO. | DEPENDIENTE |
| ¿Cuál de las mezclas asfálticas presentara el mejor desempeño y propiedades para reparar la superficie de la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina perteneciente a Coischo? | | Analizar las propiedades y desempeño de las mezclas asfálticas convencionales y modificada con polímero sintético. | | |
| ¿Cuál es el porcentaje optimo del polímero modificado sintético que recuperara la carpeta asfáltica la Av. Santa Marina perteneciente a Coischo? | | Hallar el porcentaje óptimo del polímero modificado sintético entre 5%-5.5%-6%,6.5%,7%, que mejorara la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del distrito de COISCHO. | | |
| ¿La mezcla asfáltica a usar para la reparación de la superficie de la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina perteneciente a Coischo cumple con los parámetros técnicos estipulados en el Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para construcción.? | | Comparar las condiciones técnicas que brindan las mezclas asfálticas en caliente convencionales y las mezclas asfálticas en caliente modificada con polímero sintético con el Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para construcción. | | |

3.7.4. Operacionalización de variables

| Variable | Definición Conceptual | Definición Operacional | Dimensiones | Indicadores | Herramientas | Métodos | Escala de medición |
|----------------------|-------------------------------|---|---------------------------------|-------------------------|--------------|-------------|--------------------|
| INDEPENDIENTE | Polímero modificado sintético | <p>Polímero que es creado por el hombre a partir de elementos propios de la naturaleza. Estos polímeros sintéticos son creados para funciones específicas y poseen características para cumplir estas mismas de los polímeros – Boletín Científico: UAEH, 2014). (Aplicaciones</p> <p>Se evaluará el porcentaje de polímero modificado sintético (5%,5.5%,6%, 6.5%,7%) en una mezcla asfáltica convencional para poder recuperar y mejorar la vida útil de la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina, ubicada en Coischo.</p> | Porcentaje | 5%-5.5%-6%,6.5%,7%. | Excel | Observación | Razón Numérica |
| | | | | Estabilidad | | | Excel |
| | | | Propiedades Físicas y mecánicas | Fluidez | Excel | Observación | Razón Numérica |
| | | | | Peso Especifico | Excel | Observación | Razón Numérica |
| | | | | Vacíos de agregado fino | Excel | Observación | Razón Numérica |
| | Espacio de vacíos | Excel | Observación | Razón Numérica | | | |

| Variable | Definición Conceptual | Definición Operacional | Dimensiones | Indicadores | Herramientas | Métodos | Escala de medición |
|---|---|--|-------------------------|--------------------------|--------------|-------------|--------------------|
| DEPENDIENTE Carpeta Asfáltica | Estructura de capas granulares mixtas (subbase, base), la capa de rodadura es una carpeta compuesta con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y, de ser el caso, aditivos. (Villafana,2019) | Se evaluará el estado de la carpeta asfáltica, identificando el estado de conservación y tipos de fallas que presenta por el método del PCI. | Estado de conservación | Índice de deterioro | Excel | Observación | Escala de razón |
| | | | Fallas Superficiales | Tipo de fallas | Excel | Observación | Escala nominal |
| | | | Condición del pavimento | Clasificación por rangos | Excel | Observación | Escala ordinal |

3.8. Técnica e Instrumentos de recolección de datos

Se ha utilizado la técnica de la Observación, Pruebas estandarizadas, para lo cual se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Formato para determinar el PCI - ASTM-6433
- Formato para determinar la granulometría del agregado Grueso - MTC E 204
- Formato para determinar la durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio - MTC E 209
- Formato para determinar la abrasión de los Ángeles al desgaste (1 1/2") - MTC E 207
- Formato para determinar las Partículas Chatas y Alargadas - MTC E 223
- Formato para determinar el Porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso - MTC E 210
- Formato para determinar las sales solubles en agregados para pavimentos flexibles - MTC E 219
- Formato para determinar el Peso específico y absorción de agregados gruesos -MTC E 206
- Formato para determinar la granulometría del agregado fino - MTC E 204
- Formato para determinar el valor equivalente de arena suelos y agregado fino - MTC E 114
- Formato para determinar la Angularidad del agregado fino - MTC E 222
- Formato para determinar la Durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio - MTC E 209
- Formato para determinar las Sales solubles en agregados para pavimentos flexibles MTC E 219
- Formato para determinar el Peso específico y absorción de agregados finos -MTC E 206

- Formato para determinar la resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall - MTC E 504
- Formato para determinar el porcentaje de vacíos de aire en mezclas asfálticas compactadas densas y abiertas - MTC E 505
- Formato para determinar el efecto del agua en la resistencia a la compresión de mezclas bituminosas compactadas - MTC E 518

Las fichas fueron validadas mediante RD N°18-2016-MTC/2014(03.06.2016) cuyo código es MC-06-16 del MTC a través del juicio de los expertos y respaldados por los certificados de calibración de los equipos utilizados en los ensayos de laboratorio.

3.9. Procedimientos

3.9.1. Para determinar el nivel de deterioro que presenta la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del distrito de COISCHO mediante el Índice de Condición de Pavimentos (PCI).

- Se recopilaron datos relevantes sobre la Av. Santa Marina, como su historial de mantenimiento, diseño original, tráfico vehicular y cualquier información sobre reparaciones previas.
- Se realizó una inspección visual detallada de la superficie de la carpeta asfáltica. Se observaron y registraron las grietas, baches, deformaciones y cualquier otro daño visible.
- Se dividió la Av. Santa Marina en segmentos más pequeños y homogéneos en términos de características de pavimentación y condiciones. Esto facilitó la evaluación y el análisis de diferentes secciones de manera individual.
- Para cada segmento, se asignó un nivel de deterioro en función de la severidad y extensión de los problemas identificados, como grietas, baches, erosión, etc. Se utilizó una escala predefinida para clasificar los diferentes tipos de daño.

- Se empleó la información recopilada y las calificaciones asignadas para calcular el Índice de Condición de Pavimentos (PCI) correspondiente a cada segmento. El PCI es una puntuación numérica que refleja el estado general del pavimento.
- Se calculó el promedio ponderado de los PCI de todos los segmentos, lo que proporcionó una visión general del estado general de la carpeta asfáltica en la Av. Santa Marina.

3.9.2. Para identificar las fallas y nivel de severidad de la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del distrito de COISCHO.

- Se realizó una inspección visual detallada de la superficie de la carpeta asfáltica en la Av. Santa Marina. Se observaron y registraron cuidadosamente las grietas, baches, deformaciones y cualquier otro daño visible en la vía.
- Se tomaron registros precisos de todas las fallas identificadas en la superficie de la carpeta asfáltica. Esto incluyó diferentes tipos de grietas, baches, deformaciones, desprendimiento de material y erosión.
- Para cada tipo de falla identificada, se asignó un nivel de severidad en función del grado de daño y su impacto en la integridad de la vía. Las fallas se categorizaron en niveles como "leve", "moderado" y "severo", dependiendo de su gravedad.
- Se tomaron fotografías detalladas de las fallas identificadas en diferentes secciones de la Av. Santa Marina. Estas imágenes se utilizaron para documentar visualmente el estado del pavimento y respaldar la evaluación.
- Con base en la evaluación de la severidad de las fallas, se analizaron los datos recopilados y se estableció una priorización de las áreas que requerían atención inmediata y aquellas que podían posponerse para futuras intervenciones.

3.9.3. Para hallar el porcentaje óptimo del polímero modificado sintético entre 5%-5.5%-6%,6.5%,7%, que recuperara la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del distrito de COISCHO.

- Se seleccionaron los agregados (áridos) que se utilizaron en la mezcla asfáltica. Estos agregados cumplieron con ciertas especificaciones de tamaño y calidad.
- Se mezclaron los agregados con el polímero modificado sintético en un mezclador de laboratorio hasta que estuvieran completamente cubiertos y distribuidos.
- Se colocó una porción de la mezcla asfáltica caliente en un molde Marshall, que era un molde cilíndrico de acero.
- Se compactó la muestra utilizando un martillo Marshall o una máquina de compactación Marshall. Este paso simuló la compactación que ocurre durante la construcción real de la carretera.
- Se repitió el proceso con varias capas de agregado hasta que se llenó el molde Marshall.
- Después de compactar la muestra, se determinó la densidad máxima de la mezcla utilizando mediciones de volumen y peso.
- Se determinó la humedad óptima de compactación de la mezcla, que era la humedad en la que la mezcla alcanzaba su máxima densidad.
- Se sometieron las muestras compactadas a un ensayo de estabilidad y flujo utilizando una máquina de ensayo Marshall. Este ensayo midió la resistencia de la mezcla asfáltica a la deformación y la capacidad de soportar cargas.
- Se realizaron una serie de pruebas de Marshall con diferentes contenidos de polímero modificado sintético.
- Se graficaron los resultados de estabilidad y flujo en una curva y se encontró el punto en la curva donde se obtenía la mayor estabilidad y un flujo adecuado.

- El contenido de polímero modificado sintético que correspondía a este punto en la curva fue el contenido óptimo de cemento asfáltico para la mezcla.
- Se verificó que el contenido óptimo de polímero modificado sintético obtenido cumpliera con las especificaciones y requisitos de diseño.

3.9.4. Para analizar las propiedades y desempeño de las mezclas asfálticas convencionales y modificada con polímero sintético.

- Se realizó el mismo procedimiento establecido en el ítem 3.9.3 utilizando cemento asfáltico para elaborar mezclas asfálticas convencionales.
- Luego se realizaron el de Resistencia de mezclas Bituminosas empleando el Aparato Marshall para ambas mezclas, que consistió en lo siguiente:
 - Se aplicó una carga vertical en la muestra para evaluar su resistencia a la deformación bajo carga.
 - Se registró los valores de estabilidad y flujo obtenidos durante el ensayo. La estabilidad representa la resistencia de la mezcla bituminosa a la deformación y la fluencia indica la capacidad de la mezcla para fluir bajo carga.
 - Se utilizaron los valores de estabilidad y flujo para analizar la calidad de la mezcla bituminosa. Valores más altos de estabilidad indican una mayor resistencia a la deformación, mientras que un flujo adecuado es esencial para garantizar que la mezcla sea trabajable durante la construcción.
 - Se comparó los valores obtenidos durante el ensayo con las especificaciones y requisitos de diseño establecidos. Esto ayudó a determinar si la mezcla bituminosa cumplía con los estándares de calidad y resistencia requeridos.

- Luego se realizaron el ensayo para determinar el efecto del agua en la resistencia a la compresión de mezclas bituminosas compactadas para ambas mezclas, que consistió en lo siguiente:
 - Se seleccionaron muestras de mezclas bituminosas que previamente habían sido compactadas y cumplían con las especificaciones requeridas. Estas muestras se obtuvieron de la carretera o se prepararon en el laboratorio.
 - Se aplicó agua a las muestras de mezcla bituminosa. Esto se hizo mediante la inmersión de las muestras en agua o aplicando agua sobre la superficie de las muestras.
 - Las muestras se dejaron en contacto con el agua durante un período de tiempo determinado. Durante este tiempo, el agua podría infiltrarse en la mezcla bituminosa y tener un efecto potencial en sus propiedades de resistencia.
 - Una vez completado el período de saturación, se sometieron las muestras a un ensayo de resistencia a la compresión. Se aplicó una carga vertical sobre las muestras y se midió la fuerza requerida para producir la compresión.
 - Se compararon los valores de resistencia a la compresión obtenidos de las muestras saturadas con los valores obtenidos de las muestras no saturadas. Esto permitió evaluar el efecto del agua en la resistencia de las mezclas bituminosas compactadas.
- Con los datos recopilados se analizaron las propiedades que presentaron ambas mezclas y su desempeño.

3.9.5. Para comparar las condiciones técnicas que brindan las mezclas asfálticas en caliente convencionales y las mezclas asfálticas en caliente modificada con polímero modificado sintético con el Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para construcción.

- Se comparo las propiedades de las mezclas asfálticas convencionales y modificadas con polímero modificado sintético, utilizando los valores obtenidos en las pruebas y análisis.
- Se referencio las especificaciones técnicas del Manual de Carreteras para evaluar cómo las propiedades de las mezclas asfálticas convencionales y modificadas con polímero sintético se alineaban con los requisitos establecidos en el manual en el momento del análisis.
- Esta comparación se realizó mediante tablas y graficas.

3.10. Análisis de Datos

Para el análisis de datos de esta investigación se ha utilizado el software siguiente: Excel, las conclusiones han sido trabajadas a través de la deducción además de ello los resultados son organizados y presentados mediante tablas y figuras.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Capítulo IV: RESULTADOS

4.1 Análisis e interpretación de resultados

4.1.1 Nivel de deterioro que presenta la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del distrito de Coischo mediante el Índice de Condición de Pavimentos (PCI).

En la tabla 6, se presenta el índice de condición del pavimento correspondiente al tramo 01 de la Av.. Este valor se considera dentro de la categoría de "Bueno". En este caso, el valor de 69 en la escala del PCI sugiere que el pavimento del tramo 01 se encuentra en buenas condiciones en términos generales. Esta información es valiosa para la toma de decisiones relacionadas con el mantenimiento y la gestión del pavimento de la Av..

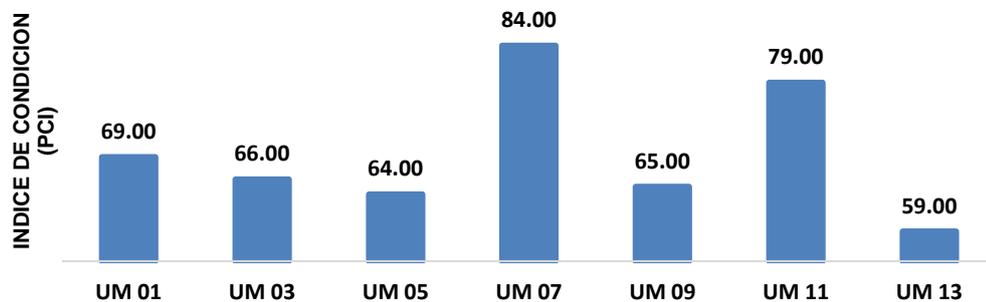
Tabla 6

PCI del tramo 01 de la Av. Santa Marina del distrito de Coischo

| Av. Santa Marina del distrito de Coischo | | |
|--|-----------|--------------|
| UM | PCI | Condición |
| UM 01 | 69.00 | Bueno |
| UM 03 | 66.00 | Bueno |
| UM 05 | 64.00 | Bueno |
| UM 07 | 84.00 | Muy Bueno |
| UM 09 | 65.00 | Bueno |
| UM 11 | 79.00 | Muy Bueno |
| UM 13 | 59.00 | Bueno |
| Promedio total de PCI | 69 | Bueno |

En la figura 52, se exhibe el índice de condición del pavimento correspondiente al tramo 01 de la Av.. A través de esta figura, se visualiza que se ha calculado un Índice de Condición del Pavimento (PCI) que varía desde un valor mínimo de 59 hasta un valor máximo de 84. Estos valores representan la evaluación del estado del pavimento en diferentes secciones o puntos a lo largo del tramo. El valor mínimo de 59 y el valor máximo de 84 indican que el pavimento en el tramo 01 puede presentar variabilidad en sus condiciones.

Figura 52 PCI de las unidades de muestra del tramo 01 de la Av. Santa Marina del distrito de Coischo.



En la tabla 7, se proporciona información sobre el índice de condición del pavimento correspondiente al tramo 02 de la Av.. A partir de los datos presentados en esta tabla, se ha calculado un Índice de Condición del Pavimento (PCI) promedio de 52. Este valor se clasifica dentro de la categoría de "Regular". En este caso, el valor de 52 sugiere que el pavimento en el tramo 02 tiene un estado regular en términos generales. Esta información es relevante para la gestión y el mantenimiento de la Av., ya que ayuda a identificar áreas que pueden requerir atención y a planificar acciones para mejorar la calidad del pavimento en ese tramo.

Tabla 7

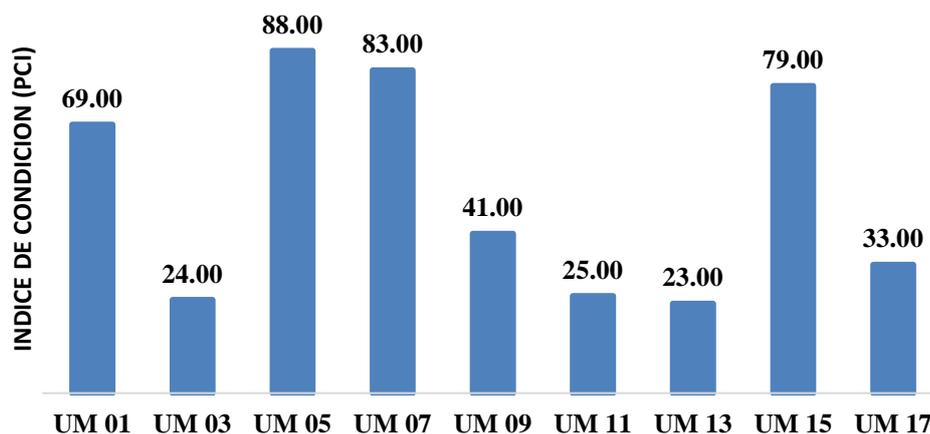
PCI del tramo 02 de la Av. Santa Marina del distrito de Coischo

| Av. Santa Marina del distrito de Coischo | | |
|--|-----------|----------------|
| UM | PCI | Condición |
| UM 01 | 69 | Bueno |
| UM 03 | 24 | Muy Malo |
| UM 05 | 88 | Excelente |
| UM 07 | 83 | Muy Bueno |
| UM 09 | 41 | Regular |
| UM 11 | 25 | Malo |
| UM 13 | 23 | Muy Malo |
| UM 15 | 90 | Excelente |
| UM 17 | 88 | Excelente |
| Promedio total de PCI | 52 | Regular |

En la figura 53, se presenta el índice de condición del pavimento correspondiente al tramo 02 de la Av.. A través de esta figura, se evidencia que se ha calculado un Índice de Condición del Pavimento (PCI) que varía en un rango amplio. El valor mínimo registrado en esta evaluación es de 23, mientras que el valor máximo obtenido es de 88. Estos valores representan la evaluación del estado del pavimento en diferentes puntos a lo largo del tramo.

El índice de 23 indica que hay áreas con un estado de pavimento más deteriorado, mientras que el índice de 88 señala áreas con condiciones más favorables. Este análisis es valioso para la toma de decisiones en cuanto a la gestión y el mantenimiento de la Av.. Los resultados obtenidos pueden ayudar a priorizar las áreas que necesitan intervención ya planificar acciones de rehabilitación o mantenimiento en función de las condiciones específicas en diferentes partes del tramo 01.

Figura 53 PCI de las unidades de muestra del tramo 02 de la Av. Santa Marina del distrito de Coischo.



4.1.2 Fallas y nivel severidad de la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del distrito de COISCHO.

En la tabla 08, se detallan los defectos identificados en las unidades de muestra del tramo 01 de la Av. Santa Marina, así como el nivel de seriedad asociado a cada defecto. A través de esta tabla, se presenta una evaluación detallada de los diferentes tipos de deterioro o problemas presentes en las unidades de muestra a lo largo del tramo. Esta escala de seriedad puede ser cualitativa, como "bajo", "medio" o "alto", o estar expresada en términos numéricos. La asignación de niveles de seriedad ayuda a priorizar los problemas de acuerdo con su impacto en la seguridad y la funcionalidad del pavimento. Esta información es crucial para tomar decisiones informadas sobre el mantenimiento y la rehabilitación de la Av.. Los defectos y su nivel de seriedad pueden influir en la planificación de las intervenciones, ya que es importante abordar primero los problemas más graves para garantizar la seguridad y la eficiencia de la vía.

Tabla 8

Fallas y nivel de severidad del Tramo 01 -Av. Santa Marina

| Unidad de muestra | Falla | | Unidad de medida | Severidad | Medidas |
|-------------------|---------------------------------------|---|------------------|-----------|---------|
| UM 01 | Piel de cocodrilo | | m ² | L | 17.33 |
| UM 03 | Piel de cocodrilo | | m ² | L | 23.1 |
| UM 05 | Piel de cocodrilo | | m ² | M | 8 |
| UM 07 | Agrietamiento en bloque | | m ² | M | 34.92 |
| UM 09 | Abultamientos hundimientos | y | m | M | 14.5 |
| | Grieta de borde | | m | L | 18 |
| UM 11 | Grietas longitudinales transversales. | y | m | L | 119 |
| UM 13 | Grietas longitudinales transversales. | y | m | H | 35 |

En la tabla 9, se detallan los defectos identificados en las unidades de muestra del tramo 02 de la Av. Santa Marina, así como el nivel de seriedad asociado a cada defecto. A través de esta tabla, se presenta una evaluación detallada de los diferentes tipos de deterioro o problemas presentes en las unidades de muestra a lo largo del tramo 02. La asignación de niveles de seriedad ayuda a priorizar los problemas de acuerdo con su impacto en la seguridad y la funcionalidad del pavimento. Esta información es crucial para tomar decisiones informadas sobre el mantenimiento y la rehabilitación de la Av.. Los defectos y su nivel de seriedad pueden influir en la planificación de las intervenciones, ya que es importante abordar primero los problemas más graves para garantizar la seguridad y la eficiencia de la vía.

Tabla 9

Fallas y nivel de severidad del Tramo 02 -Av. Santa Marina

| Unidad de muestra | Falla | Unidad de medida | Severidad | Medidas |
|-------------------|------------------------------|------------------|-----------|---------|
| UM 01 | Parqueo | m2 | M | 23.22 |
| UM 03 | Parqueo | m2 | H | 79.2 |
| UM 05 | Pulimento de agregados | m2 | L | 128 |
| UM 07 | Pulimento de agregados | m2 | L | 177.5 |
| UM 09 | Huecos | Nº | L | 25 |
| UM 11 | Huecos | Nº | M | 15 |
| UM 13 | Huecos | Nº | H | 7 |
| UM 15 | Grieta parabólica (Slippage) | m2 | M | 6.16 |
| UM 17 | Desprendimiento de agregados | m2 | M | 14.95 |
| | Desprendimiento de agregados | m2 | H | 90 |

4.1.3 Porcentaje óptimo del polímero modificado sintético que recuperara la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del distrito de COISCHO.

Mezcla modificada con BETUTEC

En la tabla 10, se observa que la mezcla tiene una composición que consta de un 41.6% de grava, un 52.8% de arena y un 5.5% de material fino. Estos porcentajes indican la proporción de cada tipo de material en la mezcla, lo que es esencial para entender su composición y comportamiento en términos de resistencia y durabilidad. Este tipo de información es valiosa para los ingenieros y técnicos encargados de la formulación y diseño de mezclas asfálticas, ya que les permite ajustar los componentes y proporciones para lograr el resultado deseado en términos de calidad y durabilidad del pavimento.

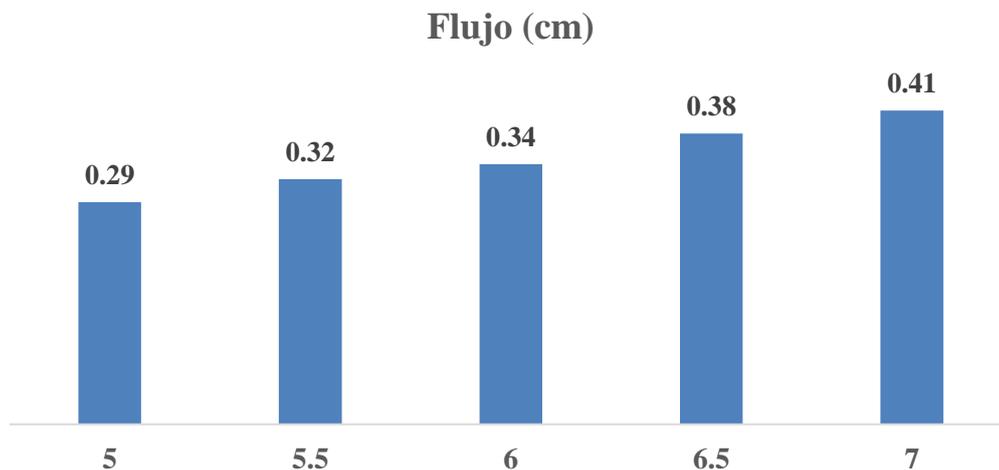
Tabla 10

Método Marshall-Diseño de mezcla asfáltica modificada con BETUTEC

| Diseño de Mezcla Asfáltica modificada | |
|---------------------------------------|------|
| % Agregados | |
| % Grava: | 41.6 |
| % Arena: | 52.8 |
| % Fino: | 5.5 |

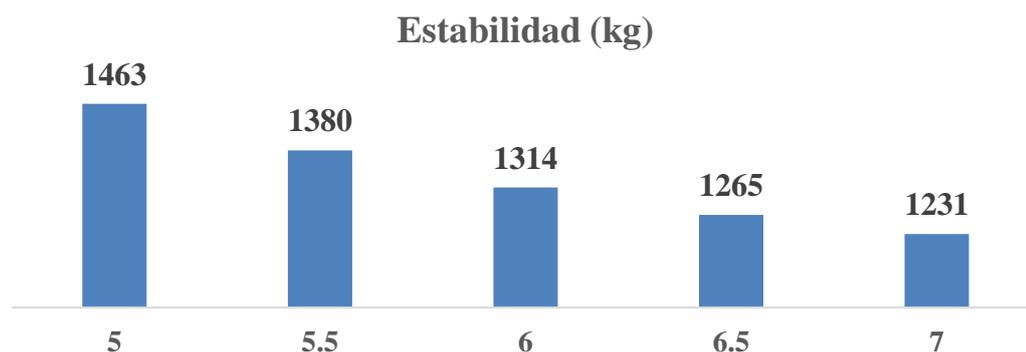
En la Figura 54, según la metodología Marshall, se observa un flujo de 0.35 cm, indicando la medida de deformación experimentada por la mezcla bajo carga y temperatura específicas. Un flujo controlado es esencial para garantizar que la mezcla mantenga su forma y estabilidad durante la construcción y el uso del pavimento. Además, se destaca que el porcentaje óptimo de contenido de asfalto para esta mezcla fue del 5.95%. Este porcentaje desempeña un papel fundamental, ya que influye en la densidad, resistencia y durabilidad de la mezcla asfáltica. Un contenido de asfalto adecuado asegura la cohesión necesaria para soportar cargas y condiciones ambientales. La metodología Marshall, ampliamente utilizada en la industria de pavimentación, permite diseñar mezclas asfálticas que cumplen con los requisitos de resistencia y durabilidad. Los valores de flujo y contenido de asfalto óptimo son resultados clave de este proceso de diseño, contribuyendo a garantizar el rendimiento deseado del pavimento.

Figura 54 *Flujo - Método Marshall*



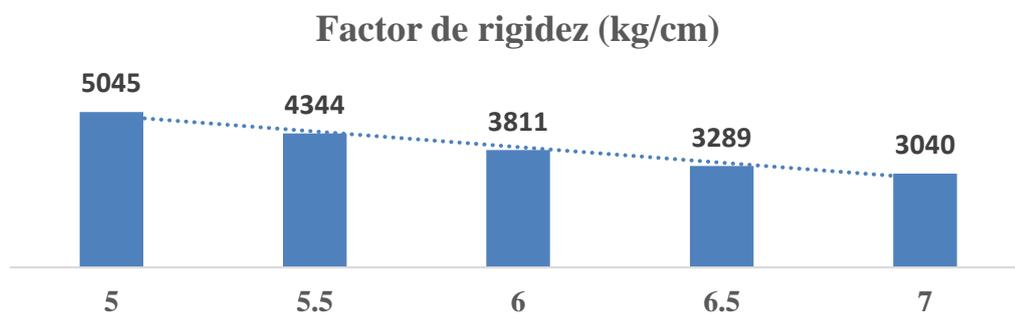
En la Figura 55, según la metodología Marshall, se registra una estabilidad de 1320 kg para esta mezcla, lo que indica su capacidad para resistir deformaciones bajo carga y temperatura. Una elevada estabilidad es fundamental para asegurar que el pavimento pueda soportar las cargas vehiculares y las condiciones ambientales sin sufrir daños prematuros. Asimismo, se destaca que la proporción óptima de contenido de asfalto para esta mezcla fue del 5.95%. Este valor reviste importancia crítica, ya que el contenido de asfalto influye directamente en la cohesión y durabilidad de la mezcla. Un contenido de asfalto adecuado garantiza la flexibilidad necesaria para soportar cargas repetidas y condiciones climáticas cambiantes sin agrietarse ni deformarse. La metodología Marshall, ampliamente reconocida en la industria de la pavimentación y el diseño de mezclas asfálticas, ofrece resultados clave como la estabilidad y el contenido de asfalto óptimo, asegurando que la mezcla cumpla con los estándares de calidad y desempeño necesarios para la construcción de pavimentos duraderos y seguros.

Figura 55 Estabilidad - Método Marshall



En la Figura 56, según el método Marshall, se determina que esta mezcla presenta un factor de rigidez de 3800 kg/cm. El factor de rigidez constituye una medida crucial de la resistencia y la capacidad de deformación de la mezcla asfáltica bajo carga. Un factor de rigidez más elevado indica una mayor capacidad de la mezcla para resistir deformaciones y cargas sin sufrir daños significativos. Además, se destaca que la proporción óptima de contenido de asfalto para esta mezcla fue del 5.95%. El contenido de asfalto emerge como un elemento crítico en el diseño de mezclas asfálticas, ya que ejerce influencia en la cohesión, flexibilidad y durabilidad de la mezcla. Un contenido de asfalto adecuado asegura que la mezcla tenga la capacidad de resistir deformaciones y cargas, así como la resistencia necesaria contra los efectos del envejecimiento y las condiciones climáticas.

Figura 56 Estabilidad de rigidez.- Método Marshall



En la tabla 11, se muestran los resultados logrados por la metodología de Marshall. La metodología de Marshall es un enfoque ampliamente utilizado para el diseño y evaluación de mezclas asfálticas. A través de esta metodología, se realizan ensayos específicos para determinar las propiedades mecánicas y de comportamiento de la mezcla asfáltica, lo que ayuda a asegurar que la mezcla cumpla con los estándares requeridos para un rendimiento óptimo en el pavimento. Estos resultados permiten a los profesionales de la ingeniería civil y la construcción analizar y comparar las características de diferentes mezclas asfálticas, optimizar el diseño de la mezcla para cumplir con los requisitos específicos del proyecto y garantizar la calidad y durabilidad del pavimento.

Tabla 11

Diseño de mezcla asfáltica modificada con BETUTEC

| % Cemento Asfáltico en peso | 5 | 5.5 | 6 | 6.5 | 7 |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Peso específico Probeta | 2.384 | 2.411 | 2.427 | 2.435 | 2.44 |
| Vacíos | 7.2 | 5.3 | 4 | 3.1 | 2.1 |
| Vacíos Agregado Mineral | 12.37 | 11.86 | 11.75 | 11.9 | 12.2 |
| Vacíos llenados con C. A. | 41.48 | 54.97 | 66.22 | 74.4 | 82.72 |
| Flujo | 0.29 | 0.32 | 0.34 | 0.38 | 0.41 |
| Estabilidad | 1463 | 1380 | 1314 | 1265 | 1231 |
| Factor de rigidez | 5045 | 4344 | 3811 | 3289 | 3040 |

En la Tabla 12, al alcanzar un contenido de cemento asfáltico del 5.95%, se anticipa que la mezcla asfáltica diseñada cumplirá con los estándares de rendimiento necesarios y proporcionará una superficie de pavimento duradera y confiable. Es crucial señalar que el proceso de determinar el contenido óptimo de cemento asfáltico implica llevar a cabo una serie de ensayos y pruebas para garantizar que la mezcla cumpla con los requisitos específicos del proyecto y las condiciones del sitio.

Tabla 12

Diseño de mezcla asfáltica modificada con BETUTEC – Porcentaje óptimo de Cemento Asfáltico

| Resultados y características del diseño de mezcla asfáltica | | |
|---|-------|-------------------|
| Numero de golpes en cada cara de la probeta | 50 | |
| % Cemento Asfáltico en peso | 5.95 | % |
| Peso unitario Probeta | 2.425 | g/cm ³ |
| Vacíos | 4.1 | % |
| Vacíos Agregado Mineral | 11.75 | % |
| Vacíos llenados con C. A. | 65 | % |
| Flujo, 0.25 mm | 0.35 | cm |
| Estabilidad | 1320 | kg |
| Factor de rigidez | 3800 | kg/cm |

4.1.4 Análisis de las propiedades y desempeño de las mezclas asfálticas convencionales y modificada con polímero sintético.

Mezcla asfáltica convencional

En la tabla 13, se resalta las proporciones de los diferentes componentes en el diseño de la mezcla asfáltica. Estas proporciones son esenciales para determinar las características y el comportamiento de la mezcla una vez construida. En el caso mencionado, el diseño de la mezcla asfáltica se compone de los siguientes porcentajes de agregados: Grava: 41.6%, Arena: 52.8% y Fino: 5.5%, La grava, la arena y el fino son los componentes principales de la mezcla asfáltica, y sus proporciones influyen en aspectos como la densidad, la resistencia, la durabilidad y la capacidad de drenaje de la mezcla. La grava proporciona resistencia estructural, la arena mejora la trabajabilidad y la compactibilidad, y el fino ayuda a llenar los espacios vacíos y mejorar la cohesión.

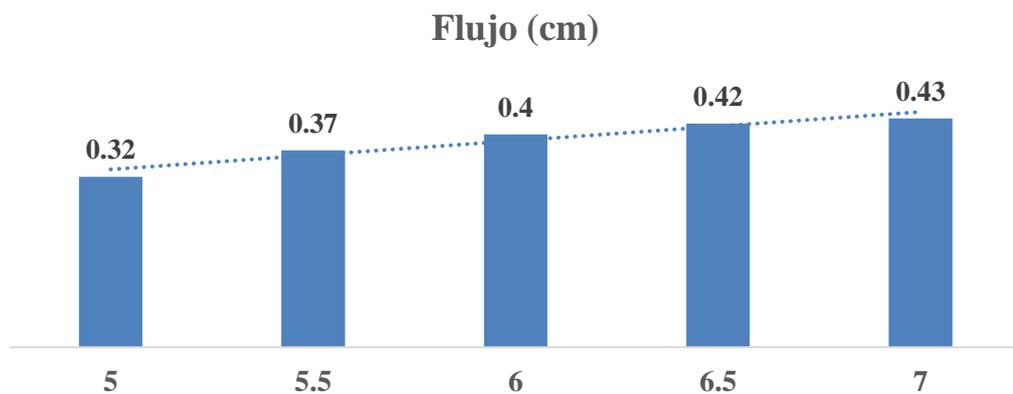
Tabla 13

Método Marshall-Diseño de mezcla asfáltica

| Diseño de Mezcla Asfáltica convencional | |
|---|------|
| % Agregados | |
| % Grava: | 41.6 |
| % Arena: | 52.8 |
| % Fino: | 5.5 |

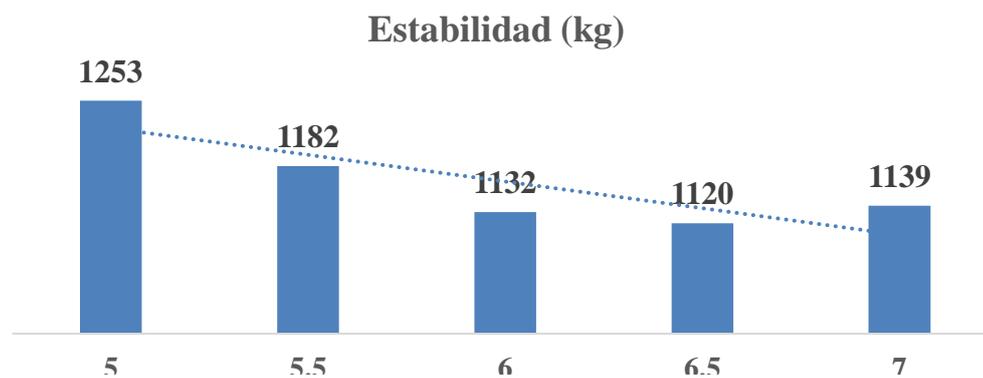
En la figura 57, los parámetros evaluados son el flujo y el contenido de asfalto, los cuales son esenciales para determinar la trabajabilidad y las características de la mezcla. El flujo de la mezcla asfáltica convencional en caliente fue de 0.39 cm. El flujo se refiere a la distancia que se deforma un espécimen cilíndrico de la mezcla bajo una carga axial en condiciones controladas de temperatura. Un flujo adecuado asegura que la mezcla se pueda compactar y colocar de manera efectiva durante la construcción del pavimento. La proporción óptima de contenido de asfalto en la mezcla fue de 5.69%. El contenido de asfalto es crucial para garantizar la cohesión y la capacidad de adherencia de la mezcla. Una cantidad apropiada de asfalto asegura que la mezcla tenga la suficiente flexibilidad y resistencia a las cargas y condiciones climáticas.

Figura 57 Flujo - Método Marshall



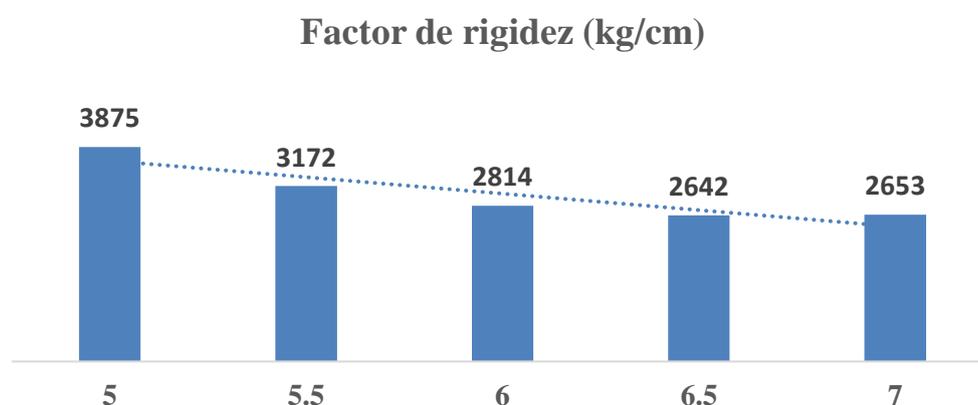
En la figura 58, los valores de estabilidad y contenido de asfalto son aspectos esenciales para garantizar la calidad y el rendimiento de la mezcla. La estabilidad de la mezcla asfáltica convencional en caliente fue de 1159 kg. La estabilidad es una medida de la resistencia de la mezcla a la deformación y fractura bajo carga. Una estabilidad adecuada asegura que la mezcla sea capaz de soportar las cargas del tráfico y las condiciones climáticas sin sufrir daños significativos. La proporción óptima de contenido de asfalto en la mezcla fue de 5.69%. El contenido de asfalto es crucial para lograr la cohesión y la capacidad de adherencia de la mezcla. Una cantidad adecuada de asfalto garantiza que la mezcla mantenga su integridad estructural y propiedades mecánicas. Estos valores son el resultado del proceso de ajuste de las proporciones de los agregados y el contenido de asfalto para lograr una mezcla que cumpla con los requisitos de desempeño específicos del proyecto y las condiciones de la obra

Figura 58 Estabilidad - Método Marshall



En la figura 59, se resalta los resultados obtenidos en el proceso de diseño de una mezcla asfáltica convencional en caliente utilizando la metodología Marshall. En este caso, se presenta el valor del factor de rigidez y la proporción óptima de contenido de asfalto, ambos aspectos fundamentales para la calidad y el rendimiento de la mezcla. El factor de rigidez de la mezcla asfáltica convencional en caliente fue de 3032 kg/cm. El factor de rigidez es una medida de la capacidad de la mezcla para resistir deformaciones y esfuerzos bajo cargas repetitivas. Un factor de rigidez adecuado asegura que la mezcla mantenga su integridad estructural y resistencia a lo largo del tiempo. La proporción óptima de contenido de asfalto en la mezcla fue de 5.69%. El contenido de asfalto juega un papel fundamental en la cohesión y adherencia de la mezcla, influyendo en sus propiedades mecánicas y durabilidad. Estos valores son el resultado de un proceso de diseño que busca equilibrar las proporciones de los agregados y el contenido de asfalto para lograr una mezcla que cumpla con los requisitos de resistencia, durabilidad y desempeño en las condiciones específicas de la obra.

Figura 59 Estabilidad de rigidez- Método Marshall



En la tabla 14, estos hallazgos son esenciales para comprender las propiedades y el comportamiento de la mezcla asfáltica bajo diferentes condiciones de carga y temperatura en condiciones reales de uso. Estos datos son fundamentales para evaluar la idoneidad de la mezcla para su aplicación en carreteras y pavimentos, así como para determinar su capacidad de soportar cargas y resistir deformaciones a lo largo del tiempo.

Tabla 14

Diseño de mezcla asfáltica convencional

| Cuadro resumen | | | | | |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| % Cemento Asfáltico | 5.00 | 5.50 | 6.00 | 6.50 | 7.00 |
| en peso | | | | | |
| Peso específico | 2.325 | 2.332 | 2.331 | 2.322 | 2.308 |
| Probeta | | | | | |
| Vacíos | 5.1 | 4.1 | 3.2 | 2.5 | 1.9 |
| Vacíos Agregado | | | | | |
| Mineral | 14.54 | 14.75 | 15.24 | 15.99 | 16.96 |
| Vacíos llenados con | | | | | |
| C. A. | 64.77 | 72.55 | 78.78 | 84.36 | 88.57 |
| Flujo | 0.32 | 0.37 | 0.40 | 0.42 | 0.43 |
| Estabilidad | 1253 | 1182 | 1132 | 1120 | 1139 |
| Factor de rigidez | 3875 | 3172 | 2814 | 2642 | 2653 |

En la tabla 15, después de realizar el diseño de mezcla asfáltica por el Método Marshall, se determinó que el contenido ideal o mejor de cemento asfáltico para la mezcla en cuestión es del 5.69%. Este es un resultado clave, ya que el contenido de cemento asfáltico puede afectar significativamente las propiedades y el rendimiento de la mezcla asfáltica en aplicaciones de construcción de carreteras u otras superficies pavimentadas.

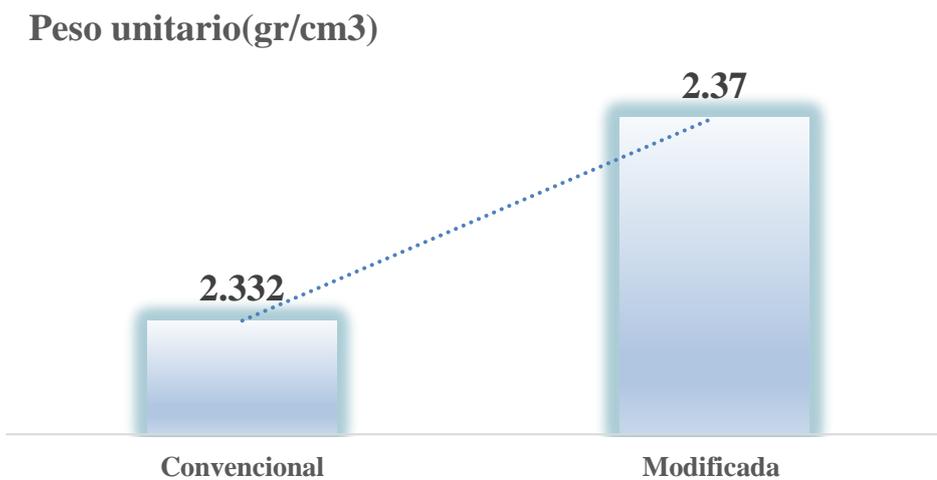
Tabla 15

Diseño de mezcla asfáltica convencional – Porcentaje óptimo de Cemento Asfáltico

| Resultados y características del diseño de mezcla asfáltica | | |
|---|-------|-------------------|
| Numero de golpes en cada cara de la probeta | 50.00 | |
| % Cemento Asfáltico en peso | 5.69 | % |
| Peso unitario Probeta | 2.332 | g/cm ³ |
| Vacíos | 3.73 | % |
| Vacíos Agregado Mineral | 14.90 | % |
| Vacíos llenados con C. A. | 74.90 | % |
| Flujo, 0.25 mm | 0.39 | cm |
| Estabilidad | 1159 | kg |
| Factor de rigidez | 3032 | kg/cm |

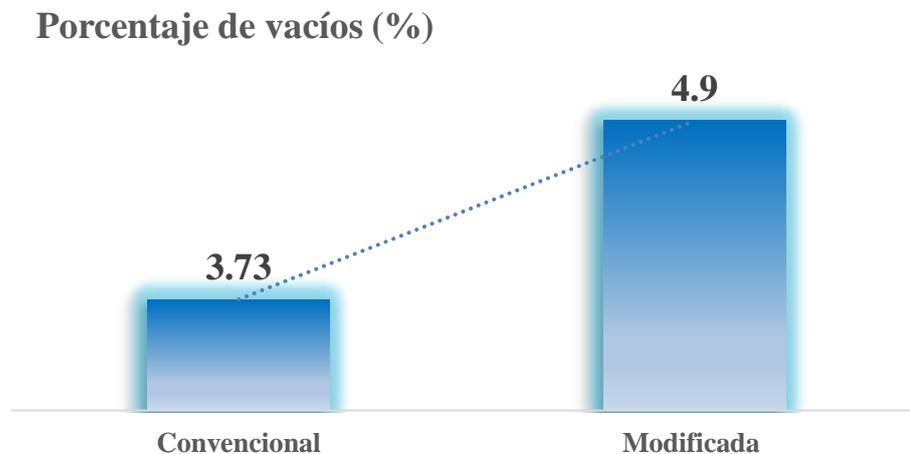
En la figura 60, se exhibe que la muestra modificada tiene un peso unitario superior en un 1.63% en comparación con la muestra convencional. Este aumento en el peso unitario es un resultado significativo que puede tener implicaciones en el comportamiento y la resistencia de la muestra en diferentes condiciones. El peso unitario es una medida de la densidad de un material y está relacionado con su masa por unidad de volumen. En este caso, el incremento del 1.63% en el peso unitario podría indicar una mayor compactación o densidad de la muestra modificada en comparación con la convencional. Esto podría influir en la resistencia y durabilidad de la muestra en situaciones de carga y tráfico.

Figura 60 Comparación del peso unitario entre la mezcla convencional y la mezcla modificada.



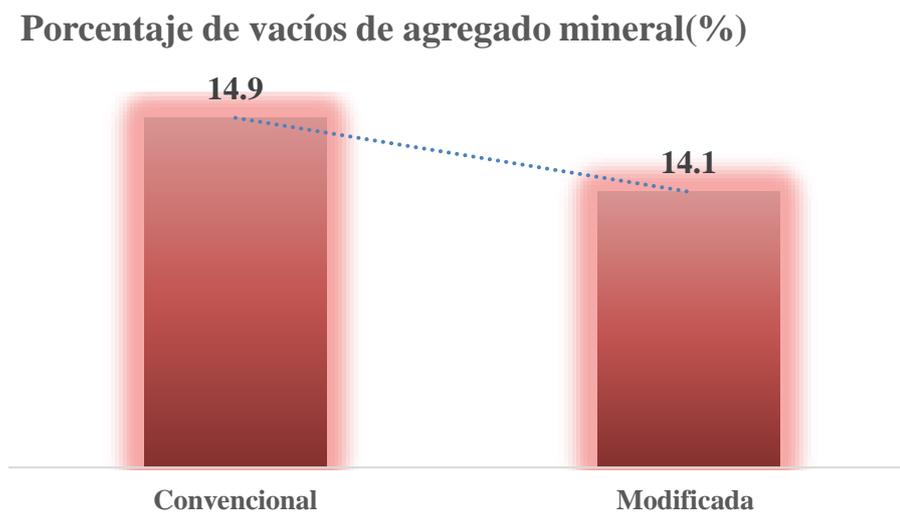
En la figura 61, la muestra modificada exhibe una proporción de vacíos superior en un 31.4% en comparación con la muestra convencional. Este aumento en la proporción de vacíos es un hallazgo importante que puede tener implicaciones en la densidad, la resistencia y el comportamiento general de la mezcla. La proporción de vacíos es una medida crítica en la evaluación de la compactación y la densidad de una mezcla asfáltica. Un incremento del 10% en la proporción de vacíos podría indicar una menor densidad y compactación en la muestra modificada en comparación con la convencional. Esto podría tener efectos en la resistencia a las cargas y en la durabilidad de la mezcla en situaciones reales de tráfico y condiciones ambientales.

Figura 61 Comparación del porcentaje de vacíos entre la mezcla convencional y la mezcla modificada.



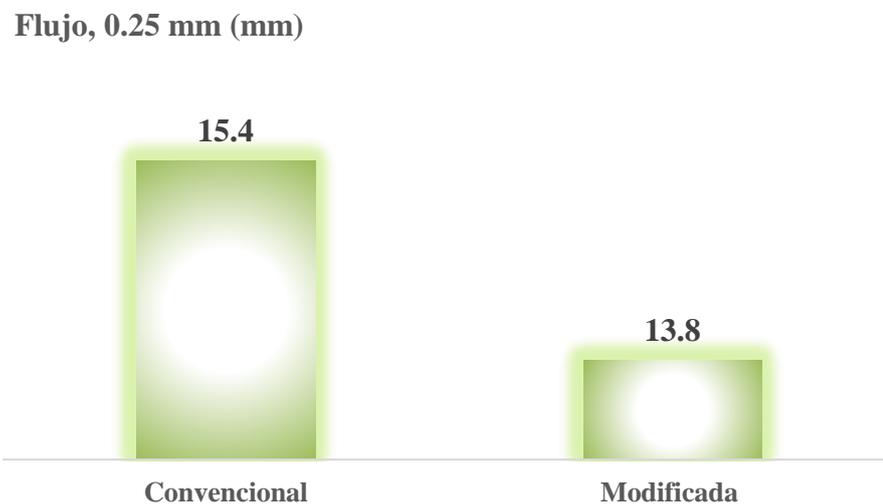
En la Figura 62, la muestra convencional exhibe un porcentaje más elevado de agregado mineral, alcanzando el 27%, en comparación con la muestra modificada. Este aumento en el contenido de agregado mineral es un dato relevante que podría afectar las propiedades y el rendimiento de ambas muestras. El porcentaje de agregado mineral se refiere a la cantidad de partículas minerales presentes en la mezcla asfáltica en relación con el volumen total. El incremento del 27% en el porcentaje de agregado mineral en la muestra convencional en comparación con la muestra modificada sugiere una mayor concentración de agregado en dicha mezcla.

Figura 62 Comparación del porcentaje de vacíos de agregado mineral entre la mezcla convencional y la mezcla modificada.



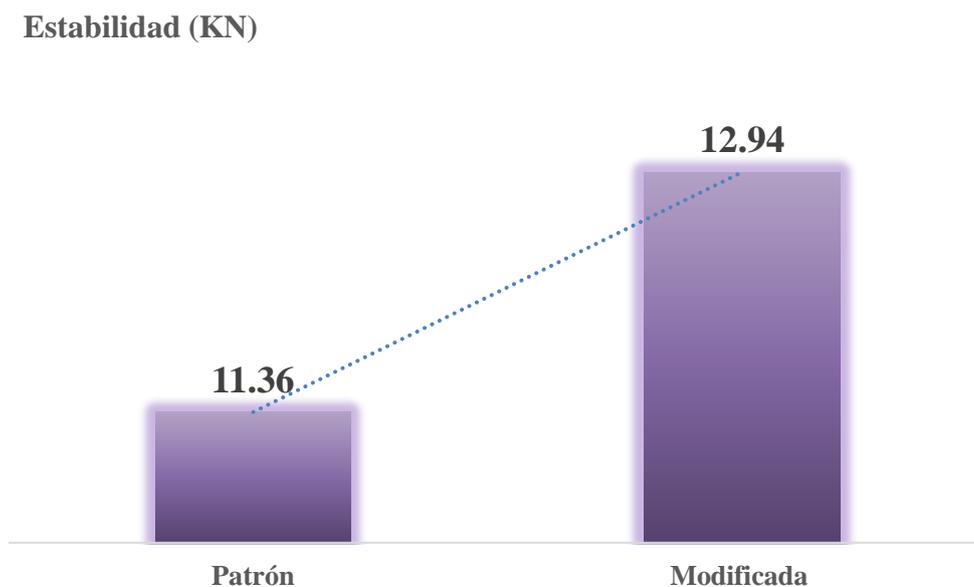
En la Figura 63, la muestra convencional presenta un mayor flujo (mm) que la muestra modificada en un 12%. La muestra convencional exhibe un flujo mayor en un 12% en comparación con la muestra modificada. Este incremento en el flujo es un dato relevante que puede proporcionar información sobre la capacidad de deformación y adaptabilidad de ambas muestras. El flujo en el método Marshall es una medida de la capacidad de deformación plástica de la mezcla asfáltica cuando se somete a cargas y temperaturas específicas. El aumento del 12% en el flujo de la muestra convencional respecto a la modificada podría sugerir que la primera muestra tiene una mayor capacidad para deformarse bajo ciertas condiciones. Es importante analizar cómo este aumento en el flujo podría afectar la resistencia y la durabilidad de ambas muestras en situaciones de tráfico y variaciones de temperatura. Esto permitirá determinar cuál de las dos muestras puede ser más adecuada para cumplir con los requisitos específicos de un proyecto de pavimentación.

Figura 63 Comparación del flujo entre la mezcla convencional y la mezcla modificada.



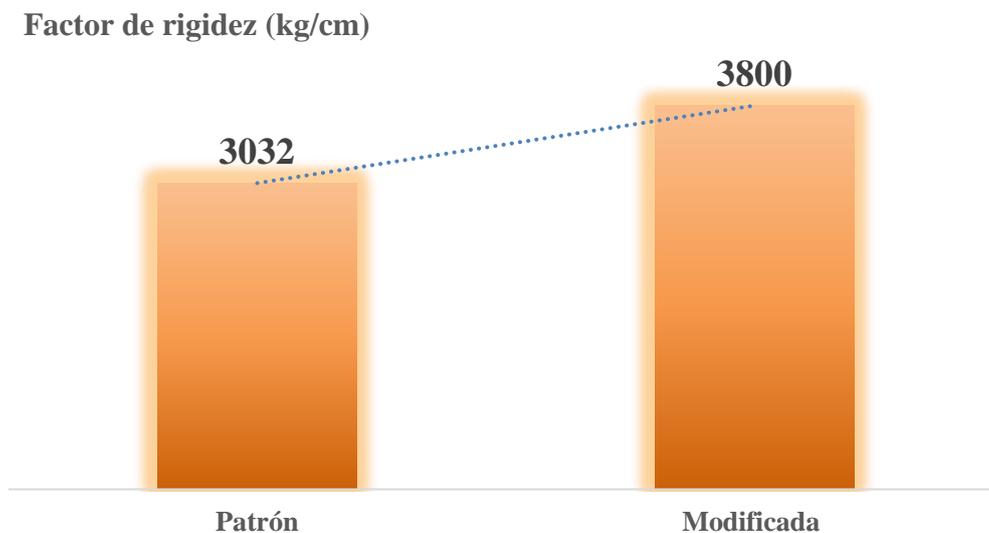
En la Figura 64, la muestra modificada exhibe una estabilidad mayor en un 14% en comparación con la muestra convencional. Este aumento en la estabilidad es un dato crucial que puede influir en la capacidad de la mezcla asfáltica para resistir cargas y deformaciones bajo condiciones de uso. La estabilidad en el método Marshall es una medida de la resistencia de la mezcla asfáltica a la deformación y al daño bajo cargas aplicadas y temperaturas específicas. El aumento del 14% en la estabilidad de la muestra modificada en relación con la convencional sugiere que la primera muestra puede ser más capaz de resistir las cargas y las tensiones a las que se somete.

Figura 64 Comparación de la estabilidad entre la mezcla convencional y la mezcla modificada.



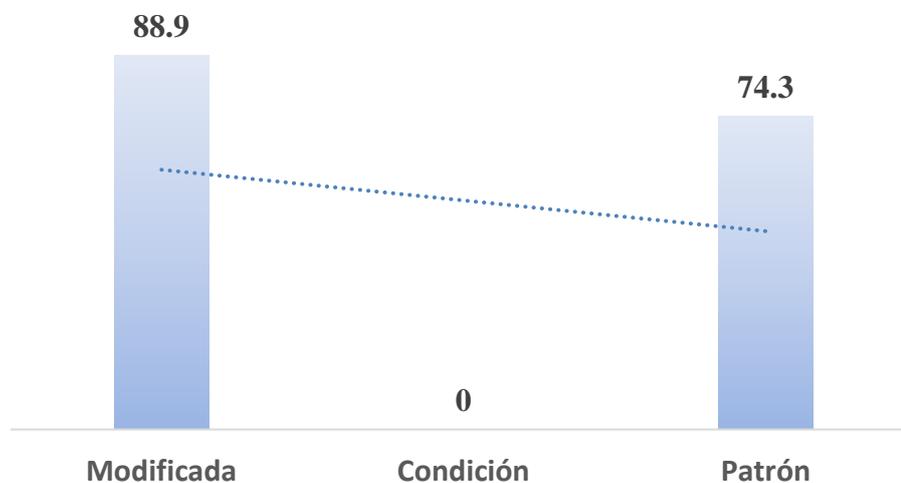
En la figura 65, la muestra modificada muestra un factor de rigidez mayor en un 25% en comparación con la muestra convencional. Este aumento en el factor de rigidez es un dato significativo que puede proporcionar información sobre la resistencia y la capacidad de carga de ambas muestras. El factor de rigidez en el método Marshall es una medida de la capacidad de la mezcla asfáltica para resistir deformaciones y cargas bajo condiciones específicas. Un aumento del 25% en el factor de rigidez de la muestra modificada en comparación con la convencional sugiere que la primera muestra podría tener una mayor capacidad para soportar cargas y tensiones sin deformarse excesivamente.

Figura 65 Comparación del factor de rigidez entre la mezcla convencional y la mezcla modificada.



En la figura 66 , la muestra modificada muestra un índice de resistencia retenida mayor en un 19.7% en comparación con la muestra convencional. El índice de resistencia retenida es una medida importante que evalúa la capacidad de una mezcla asfáltica para mantener su resistencia mecánica a lo largo del tiempo, incluso después de estar expuesta a condiciones ambientales y de carga. En este caso, la nota informa que la muestra modificada exhibe un índice de resistencia retenida un 19.7% mayor en comparación con la muestra convencional. Este aumento en la resistencia retenida indica que la mezcla modificada presenta una mayor capacidad para conservar su resistencia mecánica con el paso del tiempo en comparación con la mezcla convencional. Este hallazgo es relevante ya que una mayor resistencia retenida sugiere una mayor durabilidad y vida útil de la mezcla asfáltica en condiciones reales de uso, lo que puede traducirse en menores costos de mantenimiento y mayor seguridad en las carreteras y pavimentos. La comparación de los índices de resistencia retenida entre diferentes mezclas es un indicador esencial para evaluar la eficacia de las modificaciones y mejoras en las mezclas asfálticas.

Figura 66 Comparación del índice de resistencia retenida entre la mezcla convencional y la mezcla modificada.



4.1.5 Comparación de las condiciones técnicas que brindan las mezclas asfálticas en caliente convencionales y las mezclas asfálticas en caliente modificada con polímero sintético en el Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para construcción.

En la tabla 16, la muestra de mezcla asfáltica tradicional ha cumplido con la mayoría de los requisitos definidos en el Manual de Carreteras, específicamente en la Sección 423 que se refiere a las especificaciones técnicas generales para la construcción de pavimentos de concreto asfáltico en caliente. Sin embargo, se menciona que ha habido una excepción en relación con el índice de resistencia retenida. Esto sugiere que la muestra tradicional no ha alcanzado el nivel de resistencia retención que se establece en el manual. Este hallazgo puede tener implicaciones en cuanto a la durabilidad y el rendimiento a largo plazo de la mezcla asfáltica tradicional en términos de su capacidad para mantener su resistencia con el paso del tiempo y bajo las condiciones de carga y tráfico. Es importante considerar cómo esta excepción en el índice de resistencia retenida podría afectar el desempeño general de la mezcla asfáltica tradicional en el contexto de su uso en pavimentos. Es posible que esta observación conduzca a ajustes en la formulación o en el proceso de producción para mejorar el cumplimiento con los requisitos establecidos y garantizar un pavimento confiable y duradero.

Tabla 16

Comparación de mezcla asfáltica convencional con la norma

| Descripción | Patrón | Norma | Condición |
|--|--------|-----------|-----------|
| Porcentaje de vacíos (%) | 3.73 | 3-May | Cumple |
| Porcentaje de vacíos de agregado mineral (%) | 14.9 | 14 | Cumple |
| Flujo, 0.25 mm (mm) | 15.4 | Ago-16 | Cumple |
| Estabilidad (KN) | 11.36 | 5.44 | Cumple |
| Factor de rigidez (kg/cm) | 3032 | 1700-4000 | Cumple |
| Índice de resistencia retenida (%) | 74.3 | 75% | No Cumple |

En la tabla 17, la muestra de mezcla asfáltica modificada ha cumplido con los requisitos establecidos en el Manual de Carreteras, específicamente en la Sección 423 que aborda las especificaciones técnicas generales para la construcción de pavimentos de concreto asfáltico en caliente. Esta observación es positiva y sugiere que la mezcla asfáltica modificada ha demostrado estar en conformidad con los estándares y criterios definidos en el manual. Esto es importante para asegurar que la mezcla asfáltica modificada sea apta para su uso en pavimentos, garantizando que cumpla con los requisitos necesarios para resistir las cargas del tráfico y las condiciones climáticas. Al cumplir con los estándares, la mezcla asfáltica modificada podría considerarse adecuada para su implementación en proyectos viales, proporcionando una alternativa viable y confiable que pueda contribuir a la durabilidad y al rendimiento a largo plazo de los pavimentos.

Tabla 17

Comparación de mezcla asfáltica modificada con la norma

| Descripción | Modificada | Norma | Condición |
|--|------------|-----------|-----------|
| Porcentaje de vacíos (%) | 4.9 | 3-5 | Cumple |
| Porcentaje de vacíos de agregado mineral (%) | 14.1 | 14 | Cumple |
| Flujo, 0.25 mm (mm) | 13.8 | 8-16 | Cumple |
| Estabilidad (KN) | 12.94 | 5.44 | Cumple |
| Factor de rigidez (kg/cm) | 3800 | 1700-4000 | Cumple |
| Índice de resistencia retenida (%) | 88.9 | 75% | Cumple |

4.2 Discusión

A continuación, se discuten los hallazgos obtenidos en esta investigación con lo que sostiene:

Flores y Monzón (2020) al realizar el ensayo de Marshall, obtuvo una proporción óptima de contenido de asfalto de 5.17% para la mezcla asfáltica tradicional y logró una consistencia de 1075.3 kg y un flujo 0.25mm de 14. Para la mezcla asfáltica alterada con polímero SBS, la proporción óptima de contenido de asfalto fue 4.95% y se consiguió una consistencia de 1817.3 kg y un flujo 0.25 mm de 14.4. En la actual investigación, se consiguió una proporción óptima de contenido de asfalto de 5.69 % para la mezcla asfáltica tradicional y se alcanzó una estabilidad de 1159 kg y un flujo 0.25mm de 15.4. Para la mezcla asfáltica alterada con polímero SBS, la proporción óptima de contenido de asfalto fue 5.95% con polímero SBS y se consiguió una consistencia de 1320 kg y un flujo 0.25 mm de 13.8. Al contrastar los hallazgos con la actual investigación, se observa que adicionar polímeros SBS a la mezcla asfáltica optimizan la consistencia y reduce el flujo.

Pero en la investigación de Flores y Monzón (2020) sucedió lo contrario el flujo aumento un 2% y la estabilidad incremento en un 68%. Para la presente investigación, la estabilidad aumento en 14% y el flujo se redujo en 10.4%. Se subraya esta divergencia en los resultados y se proporcionan porcentajes de cambio para ilustrar cómo las variables de estabilidad y flujo se comportaron en ambas investigaciones. Se enfatiza la discrepancia entre los resultados de la investigación actual y las conclusiones presentadas por Flores y Monzón (2020). Se indica que la investigación actual no está en consonancia con las afirmaciones realizadas en el estudio anterior.

Villafana y Ramírez (2019) ejecutó el escrito de Marshall y obtuvo la proporción óptima de contenido de asfalto de 5.4% para la mezcla asfáltica tradicional y logró una consistencia de 1373 kg y un flujo 0.25mm de 13.88. Para la mezcla asfáltica alterada con polímero SBS, el porcentaje óptimo de contenido de asfalto fue 5.3% y se consiguió una consistencia de 1964 kg y un flujo 0.25 mm de 13.32. En la actual investigación, se consiguió una proporción óptima de contenido de asfalto de 5.69 % para la mezcla asfáltica tradicional y se alcanzó una consistencia de 1159kg y un flujo 0.25mm de 15.4. Para la mezcla asfáltica alterada con polímero SBS, la proporción óptima de contenido de asfalto fue 5.95% con polímero SBS y se consiguió una consistencia de 1320 kg y un flujo 0.25 mm de 13.8. Al contrastar los hallazgos con la presente investigación, se observa que adicionar polímeros SBS a la mezcla asfáltica optimizan la consistencia y reduce el flujo. Para la presente investigación, la estabilidad aumento en 14% y el flujo se redujo en 10.4%. En la investigación de Villafana y Ramírez (2019), la estabilidad incremento en 43% y el flujo se redujo en 4%. Al comparar sus resultados con los obtenidos en la presente investigación, se evidencia una tendencia similar. En la actual investigación, se logró una proporción óptima de contenido de asfalto para la mezcla asfáltica tradicional, con una consistencia y flujo asociados. Asimismo, la mezcla asfáltica alterada con polímero SBS presentó una proporción óptima de contenido de asfalto y características de consistencia y flujo distintas. En línea con los hallazgos de Villafana y Ramírez (2019), la adición de polímeros SBS en la mezcla asfáltica muestra una tendencia hacia la optimización de la consistencia y la reducción del flujo. Además, en ambas investigaciones se observa un incremento en la estabilidad con respecto a la mezcla convencional. Por lo tanto, se respalda la tendencia observada en Villafana y Ramírez (2019), donde la incorporación de polímeros SBS parece influir positivamente en el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica.

Los resultados obtenidos por Infante y Vasques (2016) a través del ensayo de Marshall aportan perspectivas valiosas. En su estudio, se determinó la proporción óptima de contenido de asfalto para la mezcla asfáltica convencional y modificada con polímero SBS. Para la mezcla convencional, alcanzaron una consistencia de 1219.96 kg y un flujo de 0.25mm de 10, mientras que, para la mezcla modificada, lograron una consistencia de 1869 kg y un flujo de 0.25mm de 2.7, con proporciones óptimas de contenido de asfalto de 5.3% y 4.0%, respectivamente. Al contrastar estos resultados con los obtenidos en la presente investigación, se confirma la tendencia de que la adición de polímeros SBS a la mezcla asfáltica mejora la estabilidad y reduce el flujo. En la actual investigación, la proporción óptima de contenido de asfalto para la mezcla convencional fue de 5.69%, logrando una consistencia de 1159 kg y un flujo de 0.25mm de 15.4. Por otro lado, la mezcla modificada con polímero SBS obtuvo una proporción óptima de contenido de asfalto de 5.95%, con una consistencia de 1320 kg y un flujo de 0.25mm de 13.8. Aunque las magnitudes varíen, la tendencia de mejorar la estabilidad y reducir el flujo es constante en ambas investigaciones. En el caso de la presente investigación, la estabilidad se incrementó en un 14% y el flujo se redujo en un 10.4%, mientras que en la investigación de Infante y Vásquez (2016), el aumento en la estabilidad fue del 53% y la reducción en el flujo llegó al 73%. Estos resultados fortalecen la conclusión de que la incorporación de polímeros SBS mejora las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica.

Por lo que se está de acuerdo con lo que sostiene Infante y Vásquez (2016) en su investigación.



CAPÍTULO V

**CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES**

Capítulo V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Los resultados obtenidos a lo largo del estudio han demostrado de manera concluyente que la incorporación de estos polímeros en la mezcla asfáltica ha tenido un impacto positivo en la mejora de las propiedades mecánicas y funcionales del pavimento. Mediante ensayos específicos, se ha logrado determinar la dosificación óptima de los polímeros y sus efectos sobre la resistencia, la consistencia y otros atributos relevantes de la mezcla asfáltica. Los resultados han demostrado una clara tendencia hacia una mayor estabilidad y una reducción del flujo en las mezclas modificadas con polímeros, lo que confirma la capacidad de estos aditivos para mejorar las propiedades y recuperar la carpeta asfáltica.

5.1.1 Conclusión 01:

Al definir el nivel de imperfección que presenta la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del distrito de COISCHO mediante el Índice de Condición de Pavimentos (PCI). Se concluye lo siguiente:

| Av. Santa Marina del distrito de Coischo | | |
|--|-----|-----------|
| Tramo | PCI | Condición |
| I | 69 | Bueno |
| II | 52 | Regular |
| Promedio total de PCI | 61 | Bueno |

En conclusión, la evaluación detallada del estado de la carpeta asfáltica en los dos tramos de la Av. Santa Marina ha proporcionado información valiosa sobre su condición actual. El análisis del Índice de Condición del Pavimento (PCI) ha arrojado resultados significativos que tienen implicaciones directas en la planificación y gestión de mantenimiento vial. En el Tramo I, donde se ha obtenido un PCI de 69 y se ha categorizado como "Bueno", se confirma que la carpeta asfáltica está en un estado satisfactorio y presenta un rendimiento adecuado. Esto sugiere que, por el momento, no se requieren intervenciones de gran envergadura, y es posible que las labores de mantenimiento regular

sean suficientes para mantener este nivel de condición en el corto plazo. Por otro lado, en el Tramo II, con un PCI de 52 y la clasificación "Regular", se identifica claramente la presencia de un deterioro notable en la carpeta asfáltica. La Av. Santa Marina presente un nivel de deterioro categorizado como "bueno" según el índice de condición del pavimento. Esta situación plantea preocupaciones sobre la durabilidad y funcionalidad futura de la vía en este tramo. Es crucial reconocer la necesidad imperante de implementar medidas que aborden los problemas de desgaste y deterioro, con el objetivo de mejorar la calidad de la infraestructura vial y garantizar su servicio eficiente y seguro a lo largo del tiempo.

5.1.2 Conclusión 02:

Al Identificar los defectos y nivel severidad de la carpeta asfáltica de la Av. Santa Marina del distrito de COISCHO. Se concluye lo siguiente:

| Nº | Falla | Unidad de medida | Severidad | Medidas |
|----|---|------------------|-----------|---------|
| 1 | Piel de cocodrilo | m2 | L | 40.43 |
| 2 | Piel de cocodrilo | m2 | M | 8 |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m2 | M | 34.92 |
| 4 | Abultamientos y hundimientos | m | M | 14.5 |
| 5 | Grieta de borde | m | L | 18 |
| 6 | Grietas longitudinales y transversales. | m | L | 119 |
| 7 | Grietas longitudinales y transversales. | m | H | 35 |
| 8 | Parcheo | m2 | M | 23.22 |
| 9 | Parcheo | m2 | H | 79.2 |
| 10 | Pulimento de agregados | m2 | L | 305.5 |
| 11 | Huecos | Nº | L | 25 |
| 12 | Huecos | Nº | M | 15 |
| 13 | Huecos | Nº | H | 7 |
| 14 | Grieta parabólica (Slippage) | m2 | M | 6.16 |
| 15 | Desprendimiento de agregados | m2 | M | 14.95 |
| 16 | Desprendimiento de agregados | m2 | H | 90 |

En resumen, el estado actual de la carpeta asfáltica en la Av. Santa Marina, ubicada en el distrito de Coischo, muestra una serie de fallas significativas que han sido clasificadas con un nivel de severidad alta (h). Estas problemáticas, que incluyen grietas

longitudinales y transversales, áreas de parcheo, presencia de huecos y desprendimiento de agregados, son indicativos de un deterioro considerable en la superficie de la vía. La existencia de grietas longitudinales y transversales a lo largo de 35 metros plantea preocupaciones sobre la posibilidad de filtración de agua y humedad, lo que podría acelerar el deterioro de las capas inferiores de la carpeta asfáltica. Además, los 79.2 metros cuadrados de parcheo evidencian la necesidad de reparaciones puntuales, aunque también señalan la posibilidad de problemas estructurales más profundos. La presencia de 7 huecos y el desprendimiento de agregados en un área de 90 metros cuadrados generan inquietudes en términos de seguridad vial y confort de conducción. Estos aspectos contribuyen a un entorno menos seguro para los conductores y usuarios de la vía.

5.1.3 Conclusión 03:

En conclusión, tras llevar a cabo el proceso de determinar la proporción óptima de polímero modificado sintético entre 5%-5.5%-6%,6.5%,7%, para la recuperación de la carpeta asfáltica en la Av. Santa Marina, ubicada en el distrito de Coischo, se ha obtenido un resultado definitivo. De acuerdo con los ensayos y análisis realizados, se ha establecido que la proporción óptima de polímero modificado sintético necesaria para lograr la recuperación deseada es del 5.95%.

5.1.4 Conclusión 04:

Al comparar las peculiaridades y funciones de las mezcolanzas asfálticas tradicionales y alteradas con polímero sintético. Se concluye:

| Descripción | Mezcla convencional | Mezcla modificada | Tendencia | Porcentaje |
|--|---------------------|-------------------|------------|------------|
| Porcentaje de vacíos (%) | 3.73 | 4.9 | Incrementó | 131.37% |
| Porcentaje de vacíos de agregado mineral (%) | 14.9 | 14 | Disminuyó | 93.96% |
| Flujo, 0.25 mm (mm) | 15.4 | 13.8 | Disminuyó | 89.61% |
| Estabilidad (KN) | 11.36 | 12.94 | Incrementó | 113.91% |
| Factor de rigidez (kg/cm) | 3032 | 3800 | Incrementó | 125.33% |
| Índice de resistencia retenida (%) | 74.3 | 88.9 | Incrementó | 119.65% |

5.1.5 Conclusión 05:

Al relacionar las comparaciones técnicas que ofrecen las mezcolanzas asfálticas en calientes tradiciones y las mezcolanzas asfálticas en caliente alterada con polímero sintético con el Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para construcción. Se concluye lo siguiente:

| Descripción | Norma | Modificada | Condición | Patrón | Condición |
|--|-----------|------------|-----------|--------|-----------|
| Porcentaje de vacíos (%) | 3-5 | 4.9 | Cumple | 3.73 | Cumple |
| Porcentaje de vacíos de agregado mineral (%) | 14 | 14.1 | Cumple | 14.9 | Cumple |
| Flujo, 0.25 mm (mm) | 8-16 | 13.8 | Cumple | 15.4 | Cumple |
| Estabilidad (KN) | 5.44 | 12.94 | Cumple | 11.36 | Cumple |
| Factor de rigidez (kg/cm) | 1700-4000 | 3800 | Cumple | 3032 | Cumple |
| Índice de resistencia retenida (%) | 75% | 88.9 | Cumple | 74.3 | No Cumple |

5.1 Recomendaciones

- Ante la no tan extendida práctica de utilizar mezclas asfálticas alteradas con aditivos poliméricos en Coischo, es de suma importancia dirigir una recomendación a la comunidad de profesionales de ingeniería involucrados en proyectos viales. Al considerar la implementación de esta técnica, es esencial que se evalúen varios factores clave que influirán en la efectividad de la solución. La utilización de mezclas asfálticas alteradas con polímeros puede ser altamente beneficiosa para mejorar la durabilidad y resistencia de las carreteras, es esencial que los profesionales de ingeniería aborden este enfoque de manera cuidadosa y holística. La combinación adecuada de carga, tipo de asfalto, tipo de polímero y condiciones ambientales será clave para lograr resultados exitosos y duraderos en la implementación de esta técnica en Coischo.
- Una recomendación valiosa para futuros investigadores es llevar a cabo ensayos que involucren otros aditivos capaces de potenciar el rendimiento de las mezclas asfálticas convencionales. La exploración de diversas opciones de aditivos permitirá ampliar el conocimiento sobre cómo diferentes compuestos pueden influir en la resistencia, durabilidad y comportamiento general de las mezclas asfálticas. Estos ensayos pueden proporcionar información valiosa para seleccionar los aditivos más adecuados según las características específicas de los proyectos viales y las condiciones ambientales locales.

- Se recomienda encarecidamente considerar la incorporación del polímero modificado sintético en las mezclas asfálticas, ya que su utilización ha demostrado significativas mejoras en el desempeño general del pavimento. Los resultados obtenidos en esta investigación revelan que la adición de este aditivo ha conducido a un aumento del 14% en la estabilidad de la mezcla, mientras que el flujo se ha reducido en un 10.4%. Estos efectos positivos son fundamentales para garantizar la durabilidad y la resistencia a largo plazo de las superficies viales. En última instancia, el uso del polímero modificado sintético representa una oportunidad prometedora para elevar la calidad y la durabilidad de las carreteras. Se insta a los profesionales de la ingeniería civil y a los tomadores de decisiones en la construcción vial a considerar esta innovadora alternativa con el objetivo de asegurar pavimentos más resistentes, confiables y de larga duración.



CAPÍTULO VI

REFERENCIAS

BIBLIOGRÁFICAS

Capítulo VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO. (1993). Guide for Design of Pavement Structures 1993. *American Association of State Highway and Transportation Officials*. <https://habib00ugm.files.wordpress.com/2010/05/aashto1993.pdf>
- Aguiar J. & Munera J. (2019) Estimación del módulo resiliente para materiales granulares de Costa Rica. *Infraestructura Vial*, 21(37), 12-20. <https://dx.doi.org/10.15517/iv.v21i37.42614>
- Aguirre, J. y Chambilla, D. (2021). *Evaluación superficial del pavimento en Av. Tarapacá tramo Ovalo Cuzco hasta avenida Gustavo Pinto, distrito de Tacna - 2021* (Tesis de Pregrado). Universidad Privada de Tacna, Perú.
- Azaña, E. (2018). *Análisis comparativo entre pavimento rígido y flexible en la vía urbanización El Pinar-Centro poblado Mariam, Independencia, Huaraz-2018* (Tesis de Pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Perú.
- Balbín y Enríquez (2020). *Influencia de la mezcla asfáltica modificada con polímeros en zonas cálidas de Perú* (Tesis de Pregrado). Universidad Ricardo Palma, Perú.
- Bedón, A. (2021). *Diseño de pavimentos aplicando la metodología AASHTO 93 mediante la programación de un Software Interactivo* (Tesis de Pregrado). Universidad San Francisco de Quito, Ecuador.
- Chávez, R. (2018). *Diseño del pavimento flexible para la av. Morales Suárez, de la vía expresa línea amarilla en la ciudad de Lima*. (Tesis de Pregrado). Universidad nacional federico Villarreal, Perú.
- Choque, J. (2019). *Estudio comparativo del método PCI y el manual de conservación vial MTC en la evaluación superficial de pavimento flexible, Tramo Emp.Pe-3s - Atuncolla, 2017*(Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Altiplano, Perú.

- Condor, J.(2016). *Tratamiento Superficial Bicapa Con Emulsión Asfáltica De La Carretera Valle Yacus Provincia De Jauja – Región Junín 2015*(Tesis de Pregrado). Universidad Peruana Los Andes, Perú.
- Flores, S. y Monzón Y. (2020). *Evaluación de estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente utilizando aditivo SBS, Trujillo – La Libertad.* (Tesis de Pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Perú.
- Infante, C. y Vásquez, D. (2016). *Estudio comparativo del método convencional y uso de los polímeros EVA y SBS en la aplicación de mezclas asfálticas* (Tesis de Pregrado). Universidad de Señor de Sipán.
- Instituto del Asfalto. (1982). *Principios de construcción de pavimentos de mezcla asfáltica en caliente.* EEUU: Lexington
- López, S. y Veloz, Y. (2013). *Análisis comparativos de mezclas asfálticas modificadas con polímero SBR y SBS, con agregados provenientes de la cantera de Guayllabamba* (Tesis de Pregrado). Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC]. (2014). *Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos.* Lima-Perú.
http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú (MTC). (2008). *Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.* Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles
<http://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2015/08/manualdedisenodecarreterasnopavimentadasdebajovolumendetransito.pdf>

- Ministerio de transporte y comunicaciones. (2006). *Manual técnico de mantenimiento rutinario para la red vial departamental no pavimentada*.
https://www.sutran.gob.pe/wpcontent/uploads/2015/08/manualmatenimiento_rutinario_para_la_red_vial_departamental__no_pavimentada.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial*. Lima.
http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_1556.pdf
- Montejo, A. (2002). *Ingeniería de pavimentos: Fundamentos, estudios básicos y diseño*. (2da ed.). Universidad Católica de Colombia.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2010). *Norma CE.010-Pavimentos Urbanos*. Lima.
http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/norma_010_%20pavimentos_urbanos.pdf
- Rivas, A. (2022, junio 01). Normas APA: La guía definitiva para presentar trabajos escritos. *Guía Normas APA*. <https://normasapa.in/>
- Robledo, J. (noviembre del 2004). Población de estudio y muestreo en la investigación epidemiológica. *Nure Investigación*, nº 10.
- Romero, D. (2017). *Cualificación cuantitativa de las patologías en el pavimento flexible para la vía Siberia – Tenjo de la sabana de Bogotá*. (Tesis de Pregrado). Universidad Católica de Colombia, Colombia.
- Salamanca, D.(2018).Estudio comparativo del comportamiento de mezcla asfáltica con incorporación de polvo de caucho nacional, mediante vía seca, versus mezcla con asfalto modificado con polímeros y asfalto multigrado. tramo de prueba: Catapilco – La Laguna(Tesis de Pregrado). Universidad Técnica Federico Santa María, Chile.

- Sánchez, H. (2021). *Mejoras mecánicas de la mezcla asfáltica con la incorporación de caucho como parte del agregado fino para la ciudad de Piura* (Tesis de Pregrado). Universidad de Piura, Perú.
- Sobero, C. (2016). *Asfalto*. <https://www.slideshare.net/CARLOSALBERTOSOBEROA/asfalto-57030981>
- Ugña, G. y Vivanco, M. (2019). *Evaluación por el método del PCI y rediseño del pavimento flexible por el método AASHTO 93 de la vía comprendida desde el km. 26 hasta el desvío hacia milagro y duran, ubicado en la provincia de Guayas* (Tesis de Pregrado). Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Vargas, S. (2020). *Cálculo del índice de condición del pavimento flexible (PCI) en un tramo de la avenida américa oeste de la ciudad de Trujillo*. (Tesis de Pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego, Perú.
- Vega, D. (2018). *Diseño De Los Pavimentos De La Carretera De Acceso Al Nuevo Puerto De Yurimaguas (Km 1+000 A 2+000)* (Tesis de pregrado). Universidad Católica del Perú, Perú.
- Villafana, G. y Ramírez, R. (2019). *Análisis del comportamiento de una mezcla asfáltica modificada con polímeros SBS Betutec IC y una mezcla asfáltica convencional 60/70* (Tesis de Pregrado). Universidad Privada del Norte, Perú.
- Wulf, F. (2008). *Análisis de pavimento asfáltico modificado con polímero* (Tesis de Pregrado). Universidad Austral de Chile, Perú.



CAPÍTULO VII

ANEXOS

Capítulo VII: ANEXOS

7.1 Anexo 01 – Metodología del PCI

7.1.1 PCI del Tramo 01 de la Av. Santa Marina del distrito de Coischo

| EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA AV. SANTA MARINA-COISCHO-2022. | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|---|----|-----|------|---|------|-----|------|-----|------|
| METODOLOGÍA DEL PCI | ERCAPMS-PCI-01 | | | | | | | | | | | | |
| <p>Unidades de Muestreo: Se divide la vía en secciones o “unidades de muestreo”, cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura:</p> <p>a. Carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango $230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$. En el Cuadro 2 se presentan algunas relaciones longitud – ancho de calzada pavimentada.</p> <p style="text-align: center;">LONGITUDES DE UNIDADES DE MUESTREO ASFÁLTICAS</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Ancho de calzada (m)</th> <th style="text-align: center;">Longitud de la unidad de muestreo (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">46</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5.5</td> <td style="text-align: center;">41.8</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">38.3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6.5</td> <td style="text-align: center;">35.4</td> </tr> <tr style="background-color: yellow;"> <td style="text-align: center;">7.3</td> <td style="text-align: center;">31.5</td> </tr> </tbody> </table> <p>Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación: En la “Evaluación de un Proyecto” se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación 1, la cual produce un estimado del $\text{PCI} \pm 5$ del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.</p> $n = \frac{N\chi\sigma^2}{\frac{e^2}{4}x(N-1) + \sigma^2} \quad \text{Ecuación 1.}$ <p>Donde:</p> <p>n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar. N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento. e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e = 5%) σ: Desviación estándar del PCI entre las unidades.</p> <p>solución:</p> <p style="margin-left: 40px;">N: 13 e: 5 σ: 10</p> <p style="margin-left: 40px;">n= 7</p> | | Ancho de calzada (m) | Longitud de la unidad de muestreo (m) | 5 | 46 | 5.5 | 41.8 | 6 | 38.3 | 6.5 | 35.4 | 7.3 | 31.5 |
| Ancho de calzada (m) | Longitud de la unidad de muestreo (m) | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 46 | | | | | | | | | | | | |
| 5.5 | 41.8 | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 38.3 | | | | | | | | | | | | |
| 6.5 | 35.4 | | | | | | | | | | | | |
| 7.3 | 31.5 | | | | | | | | | | | | |

EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA AV. SANTA MARINA-COISCHO-2022.

METODOLOGÍA DEL PCI

**ERCAPMS
-PCI-02**

Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección:

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar (aleatoriedad sistemática) de la siguiente manera:

- a. El intervalo de muestreo (i) se expresa mediante la Ecuación 2:

$$i = \frac{N}{n} \quad \text{ecuación 2.}$$

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior (por ejemplo, 3.7 se redondea a 3)

solución:

N: 13

n: 7

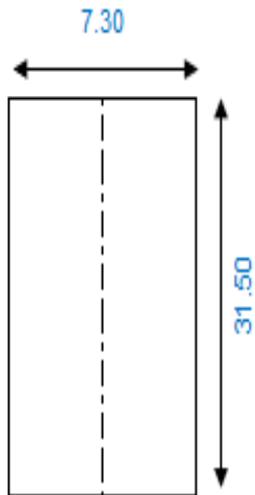
i= 2

- b. El inicio al azar se selecciona entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo i .

Así, si $i = 2$, la unidad inicial de muestreo a inspeccionar puede estar entre 1 y 2. Las unidades de muestreo para evaluación se identifican como (S), (S + 1), (S + 2), etc.

Siguiendo con el ejemplo, si la unidad inicial de muestreo para inspección seleccionada es 1 y el intervalo de muestreo (i) es igual a 2, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serían 3, 5, 7, 9, 11 y 13.

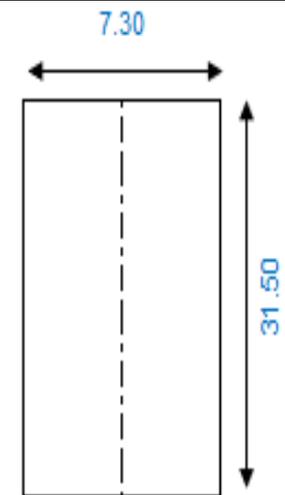
Sin embargo, si se requieren cantidades de daño exactas para pliegos de licitación (rehabilitación), todas y cada una de las unidades de muestreo deberán ser inspeccionadas.

| EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA AV. SANTA MARINA-COISCHO-2022. | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|----------------------|------|------------------------------|----------------|---|----------|-------|--------------------------------|---------------------|
| METODOLOGÍA DEL PCI | | | | | | | | | | ERCAPMS-PCI-03 |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) (UM1) ASTM 6433-99 | | | | | | | | | | |
| Tipos de Fallas | | | | | | | Diagrama | | | |
| Nº | Descripción | Und | Nº | Descripción | Und |  | | | | |
| 1 | Piel de cocodrilo | m ² | 11 | Parqueo | m ² | | | | | |
| 2 | Exudación | m ² | 12 | Pulimento de agregados | m ² | | | | | |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m ² | 13 | Huecos | Nº | | | | | |
| 4 | Abultamientos y hundimientos | m | 14 | Cruce de vía férrea | m ² | | | | | |
| 5 | Corrugación | m ² | 15 | Ahuellamiento | m ² | | | | | |
| 6 | Depresión | m ² | 16 | Desplazamiento | m ² | | | | | |
| 7 | Grieta de borde | m | 17 | Grieta parabólica (Slippage) | m ² | | | | | |
| 8 | Grieta de reflexión de junta | m | 18 | Hinchamiento | m ² | | | | | |
| 9 | Desnivel carril/berma | m | 19 | Desprendimiento de agregados | m ² | | | | | |
| 10 | Grietas longitudinal y transv. | m | | | | | | | | |
| Tipos de falla existentes | | | | | | | | | | |
| Falla | Severidad | Cantidades Parciales | | | | | | Total | Densidad (%) | Valor Deducido (VD) |
| 1 | L | 2.70 | 6.00 | 6.00 | 2.63 | | | 17.33 | 7.53 | 30.50 |
| Número de valores deducidos > 2 (q): | | 1.000 | | | | | | | Total | 30.50 |
| Valor deducido más alto (HV Di): | | 30.50 | | | | | | | | |
| Número máximo de valores deducidos (mi): | | 7.38 | | | | | | | Valor Deducido Corregido (VDC) | |

| N° | Valores Deducidos | | | | | | | | | | VDT | q | VDC | | |
|--|-------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------|---|-------|-------|--------------------|
| 1 | 30.50 | | | | | | | | | | 30.50 | 1 | 30.50 | | |
| | | | | | | | | | | | Max VDC | | 31.00 | | |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI): | | | | | | | | | | | PCI | = | 100 | - | (Max VDC Total VD) |
| CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO | | | | | | | | | | | PCI | = | | 69.00 | |
| | | | | | | | | | | | Bueno | | | | |
| Observación: | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>FOTOGRAFÍAS DE UM-01</p>  <p>Piel de cocodrilo</p> | | | | | | | | | | | | | | | |

EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA AV. SANTA MARINA-COISCHO-2022.
METODOLOGÍA DEL PCI
**ERCAPMS-
PCI-04**
**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) (UM3)
ASTM 6433-99**
Tipos de Fallas
Diagrama

| N° | Descripción | Und | N° | Descripción | Und |
|----|--------------------------------|----------------|----|------------------------------|----------------|
| 1 | Piel de cocodrilo | m ² | 11 | Parqueo | m ² |
| 2 | Exudación | m ² | 12 | Pulimento de agregados | m ² |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m ² | 13 | Huecos | N° |
| 4 | Abultamientos y hundimientos | m | 14 | Cruce de vía férrea | m ² |
| 5 | Corrugación | m ² | 15 | Ahuellamiento | m ² |
| 6 | Depresión | m ² | 16 | Desplazamiento | m ² |
| 7 | Grieta de borde | m | 17 | Grieta parabólica (Slippage) | m ² |
| 8 | Grieta de reflexión de junta | m | 18 | Hinchamiento | m ² |
| 9 | Desnivel carril/berma | m | 19 | Desprendimiento de agregados | m ² |
| 10 | Grietas longitudinal y transv. | m | | | |

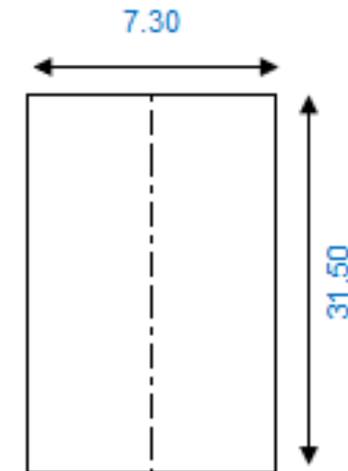

Tipos de falla existentes

| Falla | Severidad | Cantidades Parciales | | | | | | | Total | Densidad (%) | Valor Deducido (VD) | |
|--------------------------------------|-----------|----------------------|------|------|------|--|--|--|-------|--------------|---------------------|-------|
| 1 | L | 5.88 | 8.94 | 3.68 | 4.60 | | | | 23.10 | 10.04 | 34.00 | |
| Numero de valores deducidos > 2 (q): | | 1.000 | | | | | | | | | Total | 34.00 |
| Valor deducido más alto (HV Di): | | 34.00 | | | | | | | | | | |

| Número máximo de valores deducidos (mi): | | 7.06 | | | | | | Valor Deducido Corregido (VDC) | | | | | | | |
|--|-------------------|------|--|--|--|--|--|--------------------------------|--|--|---------|---|-------|---|--------------------|
| N° | Valores Deducidos | | | | | | | | | | VDT | q | VDC | | |
| 1 | 34.00 | | | | | | | | | | 34.00 | 1 | 34.00 | | |
| | | | | | | | | | | | Max VDC | | 34.00 | | |
| INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI): | | | | | | | | | | | PCI | = | 100 | - | (Max VDC Total VD) |
| | | | | | | | | | | | PCI | = | 66.00 | | |
| CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO | | | | | | | | | | | Bueno | | | | |
| Observación: | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>FOTOGRAFÍAS DE UM-03</p>  <p>Piel de cocodrilo</p> | | | | | | | | | | | | | | | |

EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA AV. SANTA MARINA-COISCHO-2022.
METODOLOGÍA DEL PCI
ERCAPMS-PCI-05
**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) (UM5)
 ASTM 6433-99**
Tipos de Fallas
Diagrama

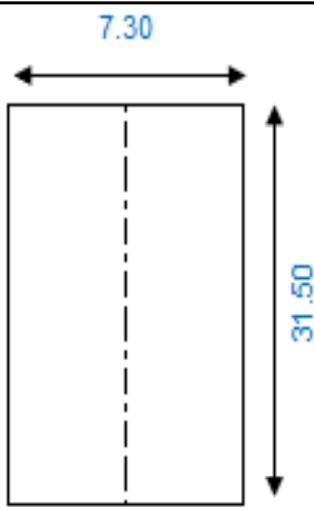
| Nº | Descripción | Und | Nº | Descripción | Und |
|----|--------------------------------|----------------|----|------------------------------|----------------|
| 1 | Piel de cocodrilo | m ² | 11 | Parqueo | m ² |
| 2 | Exudación | m ² | 12 | Pulimento de agregados | m ² |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m ² | 13 | Huecos | Nº |
| 4 | Abultamientos y hundimientos | m | 14 | Cruce de vía férrea | m ² |
| 5 | Corrugación | m ² | 15 | Ahuellamiento | m ² |
| 6 | Depresión | m ² | 16 | Desplazamiento | m ² |
| 7 | Grieta de borde | m | 17 | Grieta parabólica (Slippage) | m ² |
| 8 | Grieta de reflexión de junta | m | 18 | Hinchamiento | m ² |
| 9 | Desnivel carril/berma | m | 19 | Desprendimiento de agregados | m ² |
| 10 | Grietas longitudinal y transv. | m | | | |


Tipos de falla existentes

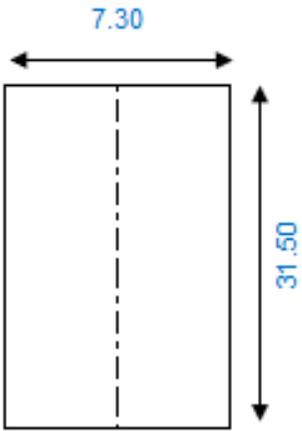
| Falla | Severidad | Cantidades Parciales | | | | | | Total | Densidad (%) | Valor Deducido (VD) | |
|--|-----------|----------------------|------|------|--|--|--|-------|--------------|---------------------|-------|
| 1 | M | 2.25 | 3.00 | 2.75 | | | | 8.00 | 3.48 | 36.00 | |
| Número de valores deducidos > 2 (q): | | 1.000 | | | | | | | | Total | 36.00 |
| Valor deducido más alto (HV Di): | | 36.00 | | | | | | | | | |
| Número máximo de valores deducidos (mi): | | 6.88 | | | | | | | | | |

Valor Deducido Corregido (VDC)

| N° | Valores Deducidos | | | | | | | VDT | q | VDC |
|--|-------------------|--|--|--|--|--|--|-----------|-------|-------------------|
| 1 | 36.00 | | | | | | | 36.00 | 1.000 | 36.00 |
| | | | | | | | | Max VDC | | 36.00 |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI): | | | | | | | | PCI = 100 | - | (Max VDC Total VD |
| | | | | | | | | PCI = | | 64.00 |
| CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO | | | | | | | | BUENO | | |
| Observación: | | | | | | | | | | |
| FOTOGRAFÍAS DE UM-05 | | | | | | | | | | |
|  | | | | |  | | | | | |
| Piel de cocodrilo | | | | | | | | | | |

| EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA AV. SANTA MARINA-COISCHO-2022. | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|----------------------|------|------------------------------|----------------|---|------|--|-------|--------------------------------|---------------------|
| METODOLOGÍA DEL PCI | | | | | | | | | | ERCAPMS-PCI-06 | |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) (UM7) ASTM 6433-99 | | | | | | | | | | | |
| Tipos de Fallas | | | | | | Diagrama | | | | | |
| Nº | Descripción | Und | Nº | Descripción | Und |  | | | | | |
| 1 | Piel de cocodrilo | m ² | 11 | Parqueo | m ² | | | | | | |
| 2 | Exudación | m ² | 12 | Pulimento de agregados | m ² | | | | | | |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m ² | 13 | Huecos | Nº | | | | | | |
| 4 | Abultamientos y hundimientos | m | 14 | Cruce de vía férrea | m ² | | | | | | |
| 5 | Corrugación | m ² | 15 | Ahuellamiento | m ² | | | | | | |
| 6 | Depresión | m ² | 16 | Desplazamiento | m ² | | | | | | |
| 7 | Grieta de borde | m | 17 | Grieta parabólica (Slippage) | m ² | | | | | | |
| 8 | Grieta de reflexión de junta | m | 18 | Hinchamiento | m ² | | | | | | |
| 9 | Desnivel carril/berma | m | 19 | Desprendimiento de agregados | m ² | | | | | | |
| 10 | Grietas longitudinal y transv. | m | | | | | | | | | |
| Tipos de falla existentes | | | | | | | | | | | |
| Falla | Severidad | Cantidades Parciales | | | | | | | Total | Densidad (%) | Valor Deducido (VD) |
| 3 | M | 9.48 | 5.67 | 5.78 | 4.75 | 3.96 | 5.28 | | 34.92 | 15.18 | 16.00 |
| Numero de valores deducidos > 2 (q): | | | | | | | | | 1.000 | Total | 16.00 |
| Valor deducido más alto (HV Di): | | | | | | | | | 16.00 | | |
| Número máximo de valores deducidos (mi): | | | | | | | | | 8.35 | Valor Deducido Corregido (VDC) | |

| N° | Valores Deducidos | | | | | | | | | | VDT | q | VDC |
|--|-------------------|------|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------|-------|-------------------|
| 1 | 20.00 | 3.00 | | | | | | | | | 16.00 | 1.000 | 16.00 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | Max VDC | | 16.00 |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI): | | | | | | | | | | | PCI = 100 | - | (Max VDC Total VD |
| CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO | | | | | | | | | | | PCI = | | 84.00 |
| | | | | | | | | | | | Muy Bueno | | |
| Observación: | | | | | | | | | | | | | |
| FOTOGRAFÍAS DE UM-07 | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | |
| Agrietamiento en bloque | | | | | | | | | | | | | |

| EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA AV. SANTA MARINA-COISCHO-2022. | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------------|----------------------|------|------------------------------|----------------|---|--|--|-------|----------------|--------------------------------|-------|
| METODOLOGÍA DEL PCI | | | | | | | | | | ERCAPMS-PCI-07 | | |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) (UM9) ASTM 6433-99 | | | | | | | | | | | | |
| Tipos de Fallas | | | | | | Diagrama | | | | | | |
| Nº | Descripción | Und | Nº | Descripción | Und |  | | | | | | |
| 1 | Piel de cocodrilo | m ² | 11 | Parqueo | m ² | | | | | | | |
| 2 | Exudación | m ² | 12 | Pulimento de agregados | m ² | | | | | | | |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m ² | 13 | Huecos | Nº | | | | | | | |
| 4 | Abultamientos y hundimientos | m | 14 | Cruce de vía férrea | m ² | | | | | | | |
| 5 | Corrugación | m ² | 15 | Ahuellamiento | m ² | | | | | | | |
| 6 | Depresión | m ² | 16 | Desplazamiento | m ² | | | | | | | |
| 7 | Grieta de borde | m | 17 | Grieta parabólica (Slippage) | m ² | | | | | | | |
| 8 | Grieta de reflexión de junta | m | 18 | Hinchamiento | m ² | | | | | | | |
| 9 | Desnivel carril/berma | m | 19 | Desprendimiento de agregados | m ² | | | | | | | |
| 10 | Grietas longitudinal y transv. | m | | | | | | | | | | |
| Tipos de falla existentes | | | | | | | | | | | | |
| Falla | Severidad | Cantidades Parciales | | | | | | | Total | Densidad (%) | Valor Deducido (VD) | |
| 4 | M | 2.40 | 3.20 | 2.80 | 3.60 | 2.50 | | | 14.50 | 6.31 | 33.00 | |
| 7 | L | 18.00 | | | | | | | 18.00 | 7.83 | 5.00 | |
| Numero de valores deducidos > 2 (q): | | 2.000 | | | | | | | | | Total | 38.00 |
| Valor deducido más alto (HA Di): | | 33.00 | | | | | | | | | | |
| Número máximo de valores deducidos (mi): | | 7.15 | | | | | | | | | Valor Deducido Corregido (VDC) | |

| N° | Valores Deducidos | | | | | | | | | | VDT | q | VDC |
|----|-------------------|------|--|--|--|--|--|--|--|--|---------|-------|-------|
| 1 | 33.00 | 5.00 | | | | | | | | | 38.00 | 2.000 | 28.00 |
| 2 | 33.00 | 2.00 | | | | | | | | | 35.00 | 1.000 | 35.00 |
| | | | | | | | | | | | Max VDC | | 35.00 |

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI):

| | | | | |
|-----|---|-----|---|-------------------|
| PCI | = | 100 | - | (Max VDC Total VD |
| PCI | = | | | 65.00 |

CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO

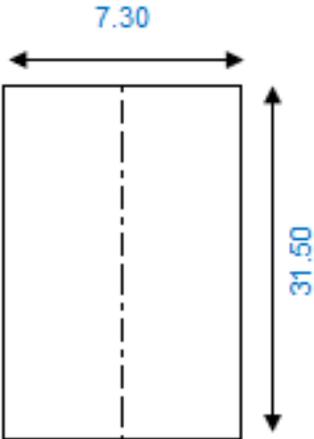
| |
|-------|
| Bueno |
|-------|

Observación:
FOTOGRAFÍAS DE UM-09

Abultamientos y hundimientos

Grieta de borde

EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA AV. SANTA MARINA-COISCHO-2022.
METODOLOGÍA DEL PCI
ERCAPMS-PCI-08
**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) (UM11)
ASTM 6433-99**

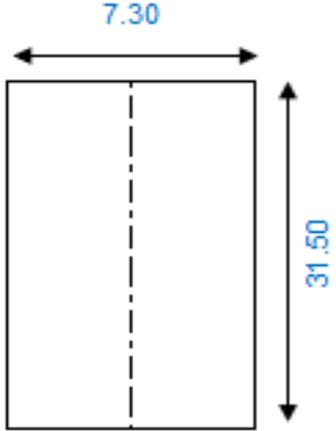
| Tipos de Fallas | | | | | | Diagrama |
|-----------------|---------------------------------------|----------------|----|------------------------------|----------------|---|
| Nº | Descripción | Und | Nº | Descripción | Und | |
| 1 | Piel de cocodrilo | m ² | 11 | Parqueo | m ² |  |
| 2 | Exudación | m ² | 12 | Pulimento de agregados | m ² | |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m ² | 13 | Huecos | Nº | |
| 4 | Abultamientos y hundimientos | m | 14 | Cruce de vía férrea | m ² | |
| 5 | Corrugación | m ² | 15 | Ahuellamiento | m ² | |
| 6 | Depresión | m ² | 16 | Desplazamiento | m ² | |
| 7 | Grieta de borde | m | 17 | Grieta parabólica (Slippage) | m ² | |
| 8 | Grieta de reflexión de junta | m | 18 | Hinchamiento | m ² | |
| 9 | Desnivel carril/berma | m | 19 | Desprendimiento de agregados | m ² | |
| 10 | Grietas longitudinal y transv. | m | | | | |

Tipos de falla existentes

| Falla | Severidad | Cantidades Parciales | | | | | | | | Total | Densidad (%) | Valor Deducido (VD) | |
|--|-----------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|--------|--------------|--------------------------------|-------|
| 10 | L | 20.60 | 19.80 | 19.40 | 18.90 | 23.70 | 16.60 | | | 119.00 | 51.75 | 21.00 | |
| Numero de valores deducidos > 2 (q): | | 1.000 | | | | | | | | | | Total | 21.00 |
| Valor deducido más alto (HV Di): | | 21.00 | | | | | | | | | | | |
| Número máximo de valores deducidos (mi): | | 8.26 | | | | | | | | | | Valor Deducido Corregido (VDC) | |

| N° | Valores Deducidos | | | | | | | | | | VDT | q | VDC |
|---|-------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------------------------------|-------|-------|
| 1 | 21.00 | | | | | | | | | | 21.00 | 1.000 | 21.00 |
| | | | | | | | | | | | Max VDC | | 21.00 |
| INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI): | | | | | | | | | | | PCI = 100 - (Max VDC Total VD | | |
| | | | | | | | | | | | PCI = 79.00 | | |
| CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO | | | | | | | | | | | Muy Bueno | | |
| Observación: | | | | | | | | | | | | | |
| <p>FOTOGRAFÍAS DE UM-11</p>  <p>Grietas longitudinal y transv.</p> | | | | | | | | | | | | | |

EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA AV. SANTA MARINA-COISCHO-2022.
METODOLOGÍA DEL PCI
ERCAPMS-PCI-09
**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) (UM13)
 ASTM 6433-99**

| Tipos de Fallas | | | | | | Diagrama | | | | |
|--|---------------------------------------|----------------------|-------|------------------------------|----------------|---|-------|--------------|---------------------|--------------------------------|
| Nº | Descripción | Und | Nº | Descripción | Und | | | | | |
| 1 | Piel de cocodrilo | m ² | 11 | Parqueo | m ² |  | | | | |
| 2 | Exudación | m ² | 12 | Pulimento de agregados | m ² | | | | | |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m ² | 13 | Huecos | Nº | | | | | |
| 4 | Abultamientos y hundimientos | m | 14 | Cruce de vía férrea | m ² | | | | | |
| 5 | Corrugación | m ² | 15 | Ahuellamiento | m ² | | | | | |
| 6 | Depresión | m ² | 16 | Desplazamiento | m ² | | | | | |
| 7 | Grieta de borde | m | 17 | Grieta parabólica (Slippage) | m ² | | | | | |
| 8 | Grieta de reflexión de junta | m | 18 | Hinchamiento | m ² | | | | | |
| 9 | Desnivel carril/berma | m | 19 | Desprendimiento de agregados | m ² | | | | | |
| 10 | Grietas longitudinal y transv. | m | | | | | | | | |
| Tipos de falla existentes | | | | | | | | | | |
| Falla | Severidad | Cantidades Parciales | | | | | Total | Densidad (%) | Valor Deducido (VD) | |
| 10 | H | 20.00 | 15.00 | | | | 35.00 | 15.22 | 41.00 | |
| Numero de valores deducidos > 2 (q): | | 1.000 | | | | | | | Total | 41.00 |
| Valor deducido más alto (HV Di): | | 41.00 | | | | | | | | |
| Número máximo de valores deducidos (mi): | | 6.42 | | | | | | | | Valor Deducido Corregido (VDC) |

| N° | Valores Deducidos | | | | | | | | | VDT | q | VDC | | |
|--|-------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|---------|-------|-------|---|-------------------|
| 1 | 41.00 | | | | | | | | | 41.00 | 1.000 | 41.00 | | |
| | | | | | | | | | | Max VDC | | 41.00 | | |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI): | | | | | | | | | | PCI | = | 100 | - | (Max VDC Total VD |
| | | | | | | | | | | PCI | = | | | 59.00 |
| CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO | | | | | | | | | | Bueno | | | | |
| Observación: | | | | | | | | | | | | | | |
| FOTOGRAFÍAS DE UM-13  | | | | | | | | | | | | | | |
| Grietas longitudinal y transv. | | | | | | | | | | | | | | |

EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA AV. SANTA MARINA-COISCHO-2022.

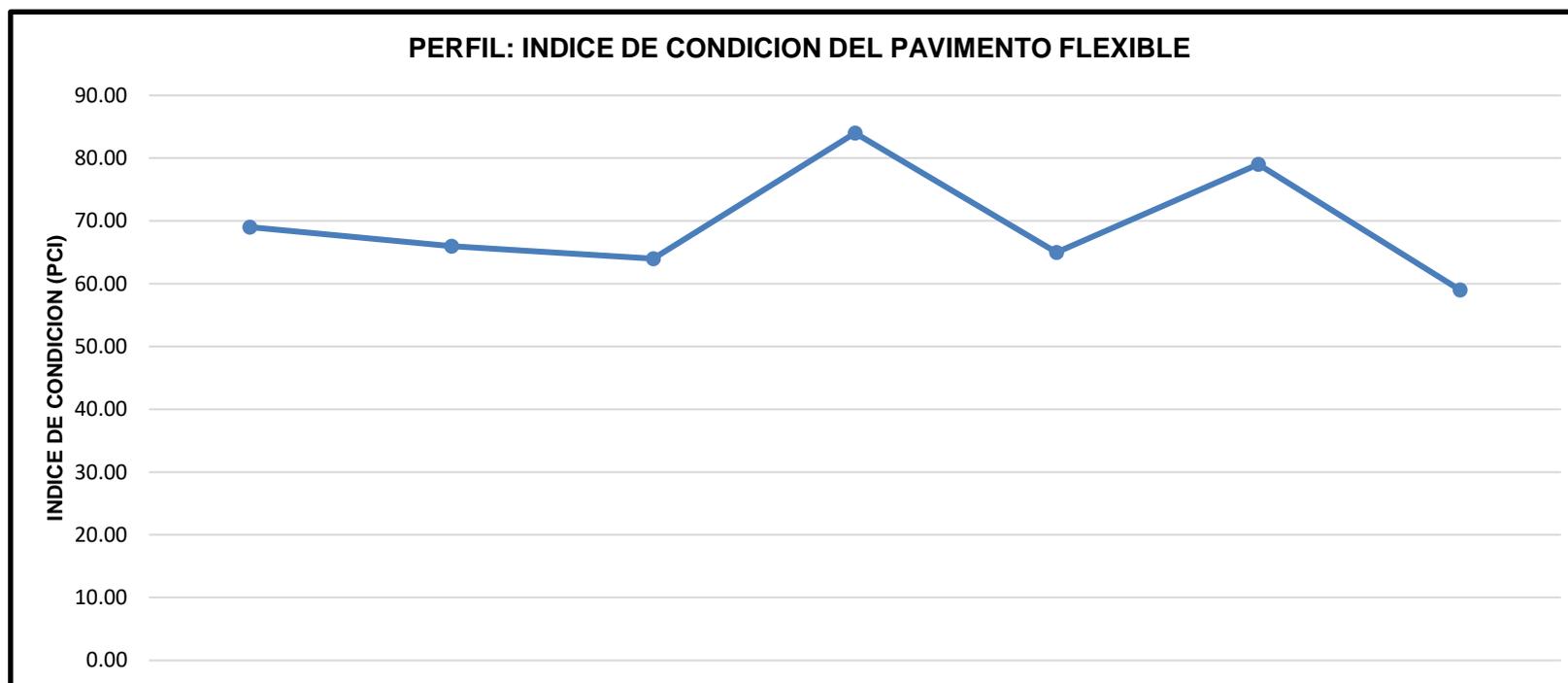
METODOLOGÍA DEL PCI

ERCAPMS-PCI-10

CUADRO DE FALLAS EN EL PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTRA SEGÚN MÉTODO PCI

| UNIDAD DE MUESTRA | FALLA | UNIDAD DE MEDIDA | SEVERIDAD | MEDIDAS |
|--------------------------|---------------------------------------|-------------------------|------------------|----------------|
| UM 01 | Piel de cocodrilo | m2 | L | 17.33 |
| UM 03 | Piel de cocodrilo | m2 | L | 23.1 |
| UM 05 | Piel de cocodrilo | m2 | M | 8 |
| UM 07 | Agrietamiento en bloque | m2 | M | 34.92 |
| UM 09 | Abultamientos y hundimientos | m | M | 14.5 |
| | Grieta de borde | m | L | 18 |
| UM 11 | Grietas longitudinal y transv. | m | L | 119 |
| UM 13 | Grietas longitudinal y transv. | m | H | 35 |

| EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA AV. SANTA MARINA-COISCHO-2022. | | | |
|--|----------------|------------|-----------------------|
| METODOLOGÍA DEL PCI | | | ERCAPMS-PCI-10 |
| UM | Max VDC | PCI | CONDICIÓN |
| UM 01 | 31.00 | 69.00 | BUENO |
| UM 03 | 34.00 | 66.00 | BUENO |
| UM 05 | 36.00 | 64.00 | BUENO |
| UM 07 | 16.00 | 84.00 | MUY BUENO |
| UM 09 | 35.00 | 65.00 | BUENO |
| UM 11 | 21.00 | 79.00 | MUY BUENO |
| UM 13 | 41.00 | 59.00 | BUENO |
| PROMEDIO TOTAL DE PCI | | 69.40 | BUENO |



7.1.2 PCI del Tramo 02 de la Av. Santa Marina del distrito de Coischo

EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA AV. SANTA MARINA-COISCHO-2022.

METODOLOGÍA DEL PCI

**ERCAPMS-
PCI-11**

Unidades de Muestreo:

Se divide la vía en secciones o “unidades de muestreo”, cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura:

- a. Carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango $230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$. En el Cuadro 2 se presentan algunas relaciones longitud – ancho de calzada pavimentada.

LONGITUDES DE UNIDADES DE MUESTREO ASFÁLTICAS

| Ancho de calzada (m) | Longitud de la unidad de muestreo (m) |
|----------------------|---------------------------------------|
| 5.0 | 46.00 |
| 5.5 | 41.80 |
| 6.0 | 38.30 |
| 6.5 | 35.40 |
| 7.3 | 31.50 |

Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación:

En la “Evaluación de un Proyecto” se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación 1, la cual produce un estimado del PCI ± 5 del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

$$n = \frac{Nx\sigma^2}{\frac{e^2}{4}x(N-1) + \sigma^2} \quad \text{Ecuación 1.}$$

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e = 5%)

σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Solución:

N: 18

e: 5

σ : 10

n= 9

EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA AV. SANTA MARINA-COISCHO-2022.

METODOLOGÍA DEL PCI

**ERCAPMS-
PCI-12**

Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección:

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar (aleatoriedad sistemática) de la siguiente manera:

- a. El intervalo de muestreo (i) se expresa mediante la Ecuación 2:

$$i = \frac{N}{n} \quad \text{Ecuación 2.}$$

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior (por ejemplo, 3.7 se redondea a 3)

Solución:

N: 18

n: 9

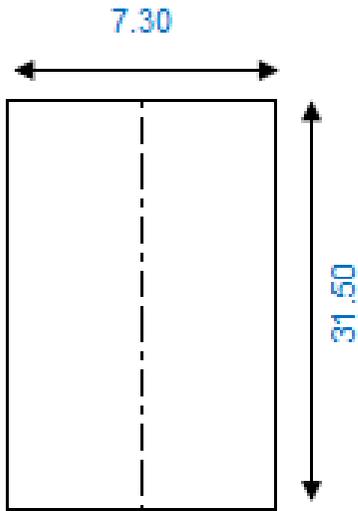
i= 2

- b. El inicio al azar se selecciona entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo i .

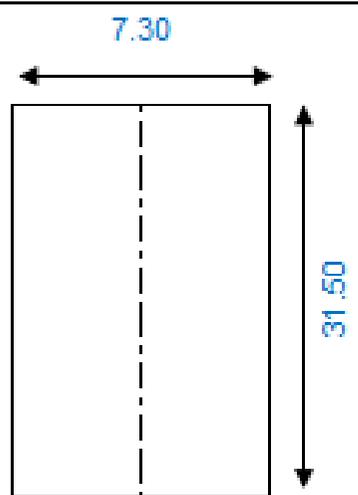
Así, si $i = 2$, la unidad inicial de muestreo a inspeccionar puede estar entre 1 y 2. Las unidades de muestreo para evaluación se identifican como (S), (S + 1), (S + 2), etc.

Siguiendo con el ejemplo, si la unidad inicial de muestreo para inspección seleccionada es 1 y el intervalo de muestreo (i) es igual a 2, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serían 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 y 17.

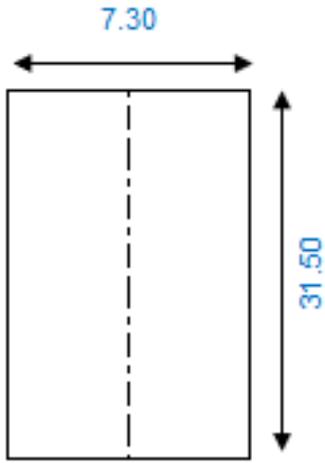
Sin embargo, si se requieren cantidades de daño exactas para pliegos de licitación (rehabilitación), todas y cada una de las unidades de muestreo deberán ser inspeccionadas.

| EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA AV. SANTA MARINA-COISCHO-2022. | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|----------------------|------|------------------------------|----------------|--|--|--------------------------------|--------------|---------------------|--|
| METODOLOGÍA DEL PCI | | | | | | | | | | ERCAPMS-PCI-13 | |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) (UM1) ASTM 6433-99 | | | | | | | | | | | |
| Tipos de Fallas | | | | | | Diagrama | | | | | |
| Nº | Descripción | Und | Nº | Descripción | Und |  | | | | | |
| 1 | Piel de cocodrilo | m ² | 11 | Parcheo | m ² | | | | | | |
| 2 | Exudación | m ² | 12 | Pulimento de agregados | m ² | | | | | | |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m ² | 13 | Huecos | Nº | | | | | | |
| 4 | Abultamientos y hundimientos | m | 14 | Cruce de vía férrea | m ² | | | | | | |
| 5 | Corrugación | m ² | 15 | Ahuellamiento | m ² | | | | | | |
| 6 | Depresión | m ² | 16 | Desplazamiento | m ² | | | | | | |
| 7 | Grieta de borde | m | 17 | Grieta parabólica (Slippage) | m ² | | | | | | |
| 8 | Grieta de reflexión de junta | m | 18 | Hinchamiento | m ² | | | | | | |
| 9 | Desnivel carril/berma | m | 19 | Desprendimiento de agregados | m ² | | | | | | |
| 10 | Grietas longitudinal y transv. | m | | | | | | | | | |
| Tipos de falla existentes | | | | | | | | | | | |
| Falla | Severidad | Cantidades Parciales | | | | | | Total | Densidad (%) | Valor Deducido (VD) | |
| 11 | M | 6.30 | 4.32 | 12.60 | | | | 23.22 | 10.10 | 31.00 | |
| Número de valores deducidos > 2 (q): | | 1.000 | | | | | | | Total | 31.00 | |
| Valor deducido más alto (HV Di): | | 31.00 | | | | | | | | | |
| Número máximo de valores deducidos (mi): | | 7.34 | | | | | | Valor Deducido Corregido (VDC) | | | |

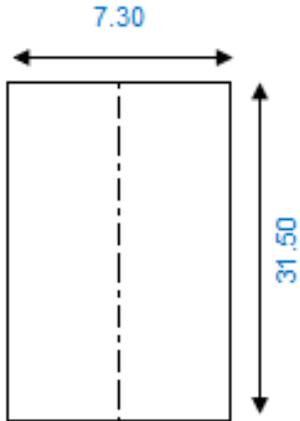
| N° | Valores Deducidos | | | | | | | | | | VDT | q | VDC | | |
|---|-------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------|---|-------|---|-------------------|
| 1 | 31.00 | | | | | | | | | | 31.00 | 1 | 31.00 | | |
| | | | | | | | | | | | Max VDC | | 31.00 | | |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI): | | | | | | | | | | | PCI | = | 100 | - | (Max VDC Total VD |
| | | | | | | | | | | | PCI | = | | | 69.00 |
| CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO | | | | | | | | | | | Bueno | | | | |
| Observación: | | | | | | | | | | | | | | | |
| FOTOGRAFÍAS DE UM-01 | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | |
| Parcheo | | | | | | | | | | | | | | | |

| EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA AV. SANTA MARINA-COISCHO-2022. | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|----------------------|----|------------------------------|----------------|---|--------------------------------|----------------|---------------------|--|
| METODOLOGÍA DEL PCI | | | | | | | | ERCAPMS-PCI-14 | | |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) (UM3) ASTM 6433-99 | | | | | | | | | | |
| Tipos de Fallas | | | | | | Diagrama | | | | |
| Nº | Descripción | Und | Nº | Descripción | Und |  | | | | |
| 1 | Piel de cocodrilo | m ² | 11 | Parqueo | m ² | | | | | |
| 2 | Exudación | m ² | 12 | Pulimento de agregados | m ² | | | | | |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m ² | 13 | Huecos | Nº | | | | | |
| 4 | Abultamientos y hundimientos | m | 14 | Cruce de vía férrea | m ² | | | | | |
| 5 | Corrugación | m ² | 15 | Ahuellamiento | m ² | | | | | |
| 6 | Depresión | m ² | 16 | Desplazamiento | m ² | | | | | |
| 7 | Grieta de borde | m | 17 | Grieta parabólica (Slippage) | m ² | | | | | |
| 8 | Grieta de reflexión de junta | m | 18 | Hinchamiento | m ² | | | | | |
| 9 | Desnivel carril/berma | m | 19 | Desprendimiento de agregados | m ² | | | | | |
| 10 | Grietas longitudinal y transv. | m | | | | | | | | |
| Tipos de falla existentes | | | | | | | | | | |
| Falla | Severidad | Cantidades Parciales | | | | | Total | Densidad (%) | Valor Deducido (VD) | |
| 11 | H | 79.20 | | | | | 79.20 | 34.44 | 76.00 | |
| Numero de valores deducidos > 2 (q): | | 1.000 | | | | | Total | | 76.00 | |
| Valor deducido más alto (HV Di): | | 76.00 | | | | | | | | |
| Número máximo de valores deducidos (mi): | | 3.2 | | | | | Valor Deducido Corregido (VDC) | | | |

| N° | Valores Deducidos | | | | | | VDT | q | VDC | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|-----|---|-------------------|--|--|---|---|-------|-----|---|-----|---|-------------------|-----|---|--|--|-------|
| 1 | 76.00 | | | | | | 76.00 | 1 | 76.00 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | Max VDC | | 76.00 | | | | | | | | | | |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI): | | | | | | | <table border="1"> <tr> <td>PCI</td> <td>=</td> <td>100</td> <td>-</td> <td>(Max VDC Total VD</td> </tr> <tr> <td>PCI</td> <td>=</td> <td></td> <td></td> <td>24.00</td> </tr> </table> | | | PCI | = | 100 | - | (Max VDC Total VD | PCI | = | | | 24.00 |
| PCI | = | 100 | - | (Max VDC Total VD | | | | | | | | | | | | | | | |
| PCI | = | | | 24.00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO | | | | | | | Muy Malo | | | | | | | | | | | | |
| Observación: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FOTOGRAFÍAS DE UM-03  Parcheo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

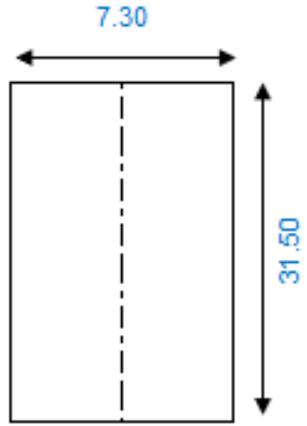
| EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA AV. SANTA MARINA-COISCHO-2022. | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|----------------------|-------|-------------------------------|----------------------|---|--|--------------------------------|--------------|---------------------|--|
| METODOLOGÍA DEL PCI | | | | | | | | | | ERCAPMS-PCI-15 | |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) (UM5) ASTM 6433-99 | | | | | | | | | | | |
| Tipos de Fallas | | | | | | Diagrama | | | | | |
| Nº | Descripción | Und | Nº | Descripción | Und |  | | | | | |
| 1 | Piel de cocodrilo | m ² | 11 | Parqueo | m ² | | | | | | |
| 2 | Exudación | m ² | 12 | Pulimento de agregados | m² | | | | | | |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m ² | 13 | Huecos | Nº | | | | | | |
| 4 | Abultamientos y hundimientos | m | 14 | Cruce de vía férrea | m ² | | | | | | |
| 5 | Corrugación | m ² | 15 | Ahuellamiento | m ² | | | | | | |
| 6 | Depresión | m ² | 16 | Desplazamiento | m ² | | | | | | |
| 7 | Grieta de borde | m | 17 | Grieta parabólica (Slippage) | m ² | | | | | | |
| 8 | Grieta de reflexión de junta | m | 18 | Hinchamiento | m ² | | | | | | |
| 9 | Desnivel carril/berma | m | 19 | Desprendimiento de agregados | m ² | | | | | | |
| 10 | Grietas longitudinal y transv. | m | | | | | | | | | |
| Tipos de falla existentes | | | | | | | | | | | |
| Falla | Severidad | Cantidades Parciales | | | | | | Total | Densidad (%) | Valor Deducido (VD) | |
| 12 | L | 62.00 | 66.00 | | | | | 128.00 | 55.66 | 12.00 | |
| Numero de valores deducidos > 2 (q): | | 1.000 | | | | | | Total | | 12.00 | |
| Valor deducido más alto (HV Di): | | 12.00 | | | | | | | | | |
| Numero máximo de valores deducidos (mi): | | 9.08 | | | | | | Valor Deducido Corregido (VDC) | | | |

| N° | Valores Deducidos | | | | | | | | | | VDT | q | VDC | | |
|---|-------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------|-------|-------|---|-------------------|
| 1 | 12.00 | | | | | | | | | | 12.00 | 1.000 | 12.00 | | |
| | | | | | | | | | | | Max VDC | | 12.00 | | |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI): | | | | | | | | | | | PCI | = | 100 | - | (Max VDC Total VD |
| | | | | | | | | | | | PCI | = | | | 88.00 |
| CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO | | | | | | | | | | | Excelente | | | | |
| Observación: | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>FOTOGRAFÍAS DE UM-05</p>  <p>Pulimento de agregados</p> | | | | | | | | | | | | | | | |

| EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA AV. SANTA MARINA-COISCHO-2022. | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|----------------------|-------|-------------------------------|----------------|---|--|--|--------|----------------|--------------------------------|-------|
| METODOLOGÍA DEL PCI | | | | | | | | | | ERCAPMS-PCI-16 | | |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) (UM7) ASTM 6433-99 | | | | | | | | | | | | |
| Tipos de Fallas | | | | | | Diagrama | | | | | | |
| Nº | Descripción | Und | Nº | Descripción | Und |  | | | | | | |
| 1 | Piel de cocodrilo | m ² | 11 | Parqueo | m ² | | | | | | | |
| 2 | Exudación | m ² | 12 | Pulimento de agregados | m ² | | | | | | | |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m ² | 13 | Huecos | Nº | | | | | | | |
| 4 | Abultamientos y hundimientos | m | 14 | Cruce de vía férrea | m ² | | | | | | | |
| 5 | Corrugación | m ² | 15 | Ahuellamiento | m ² | | | | | | | |
| 6 | Depresión | m ² | 16 | Desplazamiento | m ² | | | | | | | |
| 7 | Grieta de borde | m | 17 | Grieta parabólica (Slippage) | m ² | | | | | | | |
| 8 | Grieta de reflexión de junta | m | 18 | Hinchamiento | m ² | | | | | | | |
| 9 | Desnivel carril/berma | m | 19 | Desprendimiento de agregados | m ² | | | | | | | |
| 10 | Grietas longitudinal y transv. | m | | | | | | | | | | |
| Tipos de falla existentes | | | | | | | | | | | | |
| Falla | Severidad | Cantidades Parciales | | | | | | | Total | Densidad (%) | Valor Deducido (VD) | |
| 11 | L | 90.00 | 87.50 | | | | | | 177.50 | 77.19 | 17.00 | |
| Número de valores deducidos > 2 (q): | | 1.000 | | | | | | | | | Total | 17.00 |
| Valor deducido más alto (HV Di): | | 17.00 | | | | | | | | | | |
| Número máximo de valores deducidos (mi): | | 8.62 | | | | | | | | | Valor Deducido Corregido (VDC) | |

| N° | Valores Deducidos | | | | | | | | | | VDT | q | VDC | | |
|---|-------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------|-------|-------|---|-------------------|
| 1 | 17.00 | | | | | | | | | | 17.00 | 1.000 | 17.00 | | |
| | | | | | | | | | | | Max VDC | | 17.00 | | |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI): | | | | | | | | | | | PCI | = | 100 | - | (Max VDC Total VD |
| | | | | | | | | | | | PCI | = | | | 83.00 |
| CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO | | | | | | | | | | | Muy Bueno | | | | |
| Observación: | | | | | | | | | | | | | | | |
| FOTOGRAFÍAS DE UM-07 | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pulimento de agregados | | | | | | | | | | | | | | | |

EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA AV. SANTA MARINA-COISCHO-2022.
METODOLOGÍA DEL PCI
ERCAPMS-PCI-17
**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) (UM9)
ASTM 6433-99**

| Tipos de Fallas | | | | | | Diagrama |
|-----------------|--------------------------------|----------------|-----------|------------------------------|----------------|---|
| Nº | Descripción | Und | Nº | Descripción | Und |  |
| 1 | Piel de cocodrilo | m ² | 11 | Parcheo | m ² | |
| 2 | Exudación | m ² | 12 | Pulimento de agregados | m ² | |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m ² | 13 | Huecos | Nº | |
| 4 | Abultamientos y hundimientos | m | 14 | Cruce de vía férrea | m ² | |
| 5 | Corrugación | m ² | 15 | Ahuellamiento | m ² | |
| 6 | Depresión | m ² | 16 | Desplazamiento | m ² | |
| 7 | Grieta de borde | m | 17 | Grieta parabólica (Slippage) | m ² | |
| 8 | Grieta de reflexión de junta | m | 18 | Hinchamiento | m ² | |
| 9 | Desnivel carril/berma | m | 19 | Desprendimiento de agregados | m ² | |
| 10 | Grietas longitudinal y transv. | m | | | | |

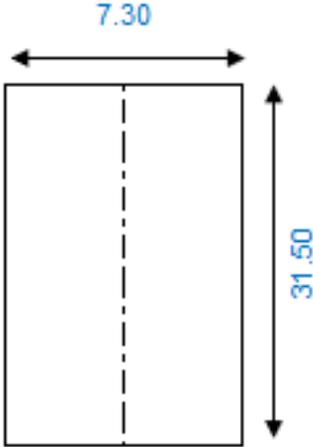
Tipos de falla existentes

| Falla | Severidad | Cantidades Parciales | | | | | | Total | Densidad (%) | Valor Deducido (VD) |
|--|-----------|----------------------|-------|--|--|--|--|-------|--------------------------------|---------------------|
| 13 | L | 15.00 | 10.00 | | | | | 25.00 | 10.87 | 59.00 |
| Número de valores deducidos > 2 (q): | | 1.000 | | | | | | | Total | 59.00 |
| Valor deducido más alto (HV Di): | | 59.00 | | | | | | | | |
| Número máximo de valores deducidos (mi): | | 4.77 | | | | | | | Valor Deducido Corregido (VDC) | |

| N° | Valores Deducidos | | | | | | | | | | VDT | q | VDC | | |
|---|-------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------|---|-------|---|-------------------|
| 1 | 59.00 | | | | | | | | | | 59.00 | 1 | 59.00 | | |
| | | | | | | | | | | | Max VDC | | 59.00 | | |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI): | | | | | | | | | | | PCI | = | 100 | - | (Max VDC Total VD |
| | | | | | | | | | | | PCI | = | | | 41.00 |
| CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO | | | | | | | | | | | Regular | | | | |
| Observación: | | | | | | | | | | | | | | | |
| FOTOGRAFÍAS DE UM-09 | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | |
| Huecos | | | | | | | | | | | | | | | |

EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA AV. SANTA MARINA-COISCHO-2022.
METODOLOGÍA DEL PCI
ERCAPMS-PCI-18
**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) (UM11)
ASTM 6433-99**
Tipos de Fallas
Diagrama

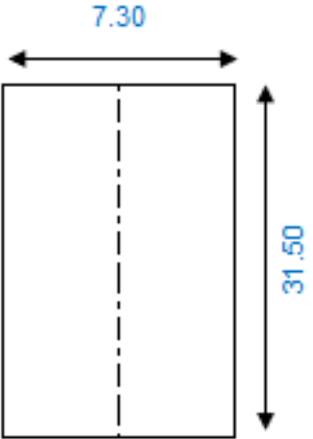
| Nº | Descripción | Und | Nº | Descripción | Und |
|----|--------------------------------|----------------|-----------|------------------------------|----------------|
| 1 | Piel de cocodrilo | m ² | 11 | Parcheo | m ² |
| 2 | Exudación | m ² | 12 | Pulimento de agregados | m ² |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m ² | 13 | Huecos | Nº |
| 4 | Abultamientos y hundimientos | m | 14 | Cruce de vía férrea | m ² |
| 5 | Corrugación | m ² | 15 | Ahuellamiento | m ² |
| 6 | Depresión | m ² | 16 | Desplazamiento | m ² |
| 7 | Grieta de borde | m | 17 | Grieta parabólica (Slippage) | m ² |
| 8 | Grieta de reflexión de junta | m | 18 | Hinchamiento | m ² |
| 9 | Desnivel carril/berma | m | 19 | Desprendimiento de agregados | m ² |
| 10 | Grietas longitudinal y transv. | m | | | |


Tipos de falla existentes

| Falla | Severidad | Cantidades Parciales | | | | | | Total | Densidad (%) | Valor Deducido (VD) | |
|--|-----------|----------------------|------|------|--|--|--|-------|--------------|--------------------------------|-------|
| 13 | M | 5.00 | 4.00 | 6.00 | | | | 15.00 | 6.52 | 75.00 | |
| Número de valores deducidos > 2 (q): | | 1.000 | | | | | | | | Total | 75.00 |
| Valor deducido más alto (HV Di): | | 75.00 | | | | | | | | | |
| Número máximo de valores deducidos (mi): | | 3.3 | | | | | | | | Valor Deducido Corregido (VDC) | |

| N° | Valores Deducidos | | | | | | | | VDT | q | VDC | | |
|---|-------------------|--|--|--|--|--|--|--|---------|-------|-------|---|-------------------|
| 1 | 75.00 | | | | | | | | 75.00 | 1.000 | 75.00 | | |
| | | | | | | | | | Max VDC | | 75.00 | | |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI): | | | | | | | | | PCI | = | 100 | - | (Max VDC Total VD |
| | | | | | | | | | PCI | = | | | 25.00 |
| CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO | | | | | | | | | Malo | | | | |
| Observación: | | | | | | | | | | | | | |
| FOTOGRAFÍAS DE UM-11 | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | |
| Huecos | | | | | | | | | | | | | |

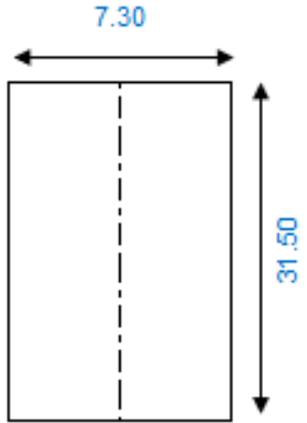
EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA AV. SANTA MARINA-COISCHO-2022.
METODOLOGÍA DEL PCI
ERCAPMS-PCI-19
**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) (UM13)
 ASTM 6433-99**

| Tipos de Fallas | | | | | | Diagrama |
|-----------------|--------------------------------|----------------|-----------|------------------------------|----------------|---|
| Nº | Descripción | Und | Nº | Descripción | Und |  |
| 1 | Piel de cocodrilo | m ² | 11 | Parcheo | m ² | |
| 2 | Exudación | m ² | 12 | Pulimento de agregados | m ² | |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m ² | 13 | Huecos | Nº | |
| 4 | Abultamientos y hundimientos | m | 14 | Cruce de vía férrea | m ² | |
| 5 | Corrugación | m ² | 15 | Ahuellamiento | m ² | |
| 6 | Depresión | m ² | 16 | Desplazamiento | m ² | |
| 7 | Grieta de borde | m | 17 | Grieta parabólica (Slippage) | m ² | |
| 8 | Grieta de reflexión de junta | m | 18 | Hinchamiento | m ² | |
| 9 | Desnivel carril/berma | m | 19 | Desprendimiento de agregados | m ² | |
| 10 | Grietas longitudinal y transv. | m | | | | |

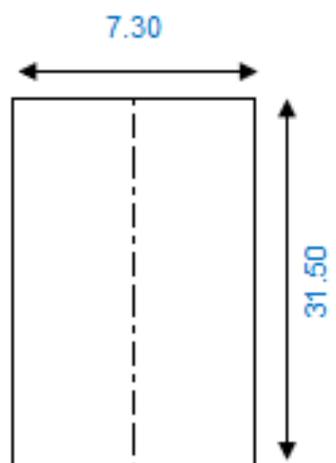
Tipos de falla existentes

| Falla | Severidad | Cantidades Parciales | | | | | | Total | Densidad (%) | Valor Deducido (VD) | |
|--|-----------|----------------------|------|------|--|--|--|-------|--------------|--------------------------------|-------|
| 13 | H | 3.00 | 2.00 | 2.00 | | | | 7.00 | 3.04 | 77.00 | |
| Número de valores deducidos > 2 (q): | | 1.000 | | | | | | | | Total | 77.00 |
| Valor deducido más alto (HV Di): | | 77.00 | | | | | | | | | |
| Número máximo de valores deducidos (mi): | | 3.11 | | | | | | | | Valor Deducido Corregido (VDC) | |

| N° | Valores Deducidos | | | | | | | | VDT | q | VDC | |
|---|-------------------|--|--|--|--|--|--|----------|---------|-----|-------|-------------------|
| 1 | 77.00 | | | | | | | | 77.00 | 1 | 77.00 | |
| | | | | | | | | | Max VDC | | 77.00 | |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI): | | | | | | | | PCI | = | 100 | - | (Max VDC Total VD |
| | | | | | | | | PCI | = | | | 23.00 |
| CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO | | | | | | | | Muy Malo | | | | |
| Observación: | | | | | | | | | | | | |
| FOTOGRAFÍAS DE UM-13 | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | |
| Huecos | | | | | | | | | | | | |

| EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA AV. SANTA MARINA-COISCHO-2022. | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|----------------------|-----------|-------------------------------------|----------------------|---|------|------|------|----------------|--------------|--------------------------------|-------|
| METODOLOGÍA DEL PCI | | | | | | | | | | ERCAPMS-PCI-20 | | | |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) (UM15) ASTM 6433-99 | | | | | | | | | | | | | |
| Tipos de Fallas | | | | | | Diagrama | | | | | | | |
| N° | Descripción | Und | N° | Descripción | Und |  | | | | | | | |
| 1 | Piel de cocodrilo | m ² | 11 | Parqueo | m ² | | | | | | | | |
| 2 | Exudación | m ² | 12 | Pulimento de agregados | m ² | | | | | | | | |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m ² | 13 | Huecos | N° | | | | | | | | |
| 4 | Abultamientos y hundimientos | m | 14 | Cruce de vía férrea | m ² | | | | | | | | |
| 5 | Corrugación | m ² | 15 | Ahuellamiento | m ² | | | | | | | | |
| 6 | Depresión | m ² | 16 | Desplazamiento | m ² | | | | | | | | |
| 7 | Grieta de borde | m | 17 | Grieta parabólica (Slippage) | m² | | | | | | | | |
| 8 | Grieta de reflexión de junta | m | 18 | Hinchamiento | m ² | | | | | | | | |
| 9 | Desnivel carril/berma | m | 19 | Desprendimiento de agregados | m ² | | | | | | | | |
| 10 | Grietas longitudinal y transv. | m | | | | | | | | | | | |
| Tipos de falla existentes | | | | | | | | | | | | | |
| Falla | Severidad | Cantidades Parciales | | | | | | | | Total | Densidad (%) | Valor Deducido (VD) | |
| 17 | M | 0.72 | 0.72 | 0.68 | 0.65 | 0.84 | 0.95 | 0.84 | 0.76 | 6.16 | 2.68 | 21.00 | |
| Número de valores deducidos > 2 (q): | | 1.000 | | | | | | | | | | Total | 21.00 |
| Valor deducido más alto (HV Di): | | 21.00 | | | | | | | | | | | |
| Número máximo de valores deducidos (mi): | | 8.26 | | | | | | | | | | Valor Deducido Corregido (VDC) | |

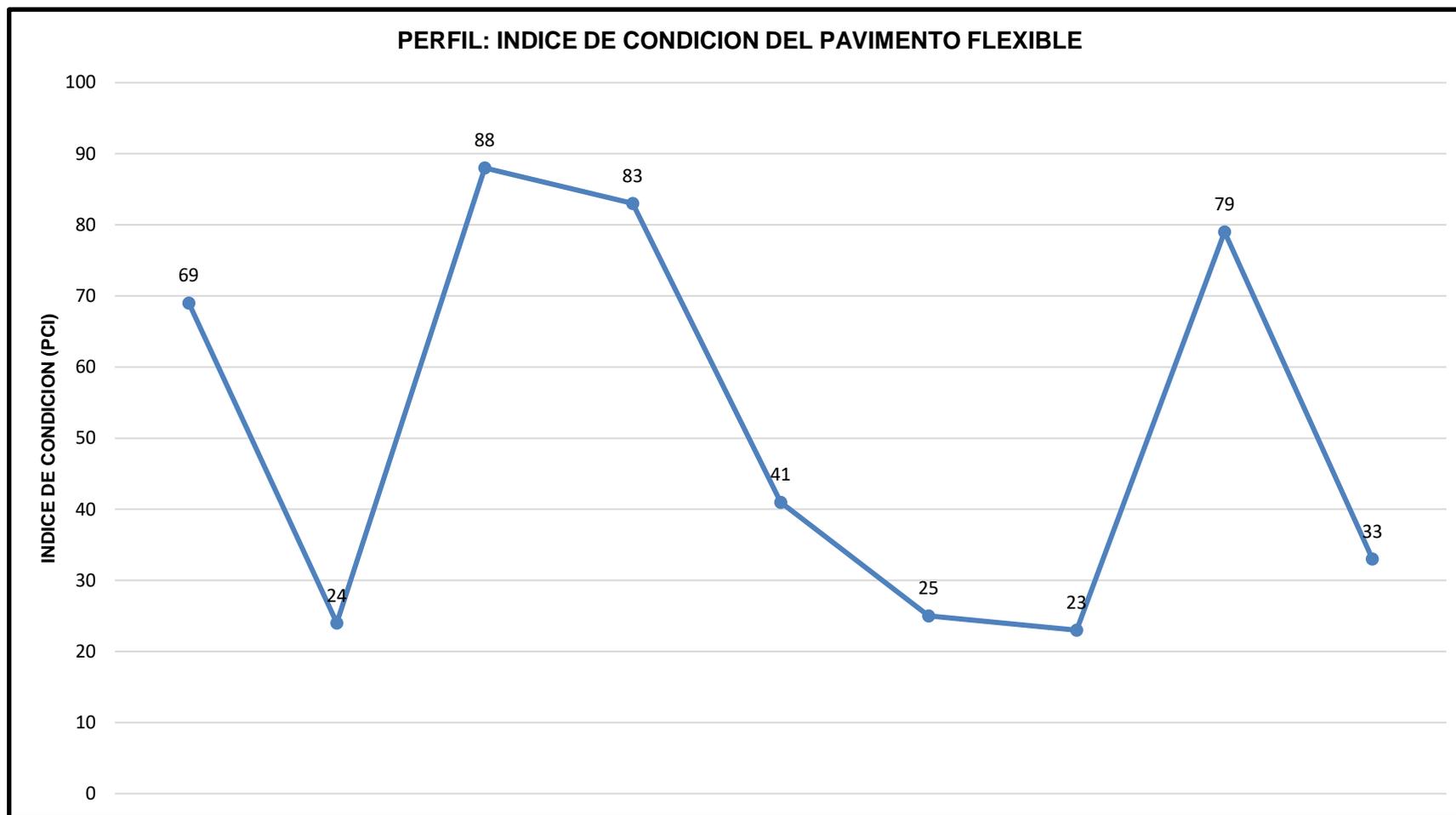
| N° | Valores Deducidos | | | | | | | | | | VDT | q | VDC | | |
|---|-------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------|---|-------|---|-------------------|
| 1 | 21.00 | | | | | | | | | | 21.00 | 1 | 21.00 | | |
| | | | | | | | | | | | Max VDC | | 21.00 | | |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI): | | | | | | | | | | | PCI | = | 100 | - | (Max VDC Total VD |
| | | | | | | | | | | | PCI | = | | | 79.00 |
| CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO | | | | | | | | | | | Muy Bueno | | | | |
| Observación: | | | | | | | | | | | | | | | |
| FOTOGRAFÍAS DE UM-15 | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | |
| Grieta parabólica (Slippage) | | | | | | | | | | | | | | | |

| EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA AV. SANTA MARINA-COISCHO-2022. | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|----------------------|-------|-------------------------------------|----------------------|---|--|--|-------|----------------|--------------------------------|-------|
| METODOLOGÍA DEL PCI | | | | | | | | | | ERCAPMS-PCI-21 | | |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) (UM17) ASTM 6433-99 | | | | | | | | | | | | |
| Tipos de Fallas | | | | | | Diagrama | | | | | | |
| Nº | Descripción | Und | Nº | Descripción | Und |  | | | | | | |
| 1 | Piel de cocodrilo | m ² | 11 | Parqueo | m ² | | | | | | | |
| 2 | Exudación | m ² | 12 | Pulimento de agregados | m ² | | | | | | | |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m ² | 13 | Huecos | Nº | | | | | | | |
| 4 | Abultamientos y hundimientos | m | 14 | Cruce de vía férrea | m ² | | | | | | | |
| 5 | Corrugación | m ² | 15 | Ahuellamiento | m ² | | | | | | | |
| 6 | Depresión | m ² | 16 | Desplazamiento | m ² | | | | | | | |
| 7 | Grieta de borde | m | 17 | Grieta parabólica (Slippage) | m ² | | | | | | | |
| 8 | Grieta de reflexión de junta | m | 18 | Hinchamiento | m ² | | | | | | | |
| 9 | Desnivel carril/berma | m | 19 | Desprendimiento de agregados | m² | | | | | | | |
| 10 | Grietas longitudinal y transv. | m | | | | | | | | | | |
| Tipos de falla existentes | | | | | | | | | | | | |
| Falla | Severidad | Cantidades Parciales | | | | | | | Total | Densidad (%) | Valor Deducido (VD) | |
| 19 | M | 4.55 | 5.60 | 4.80 | | | | | 14.95 | 6.50 | 15.00 | |
| 19 | H | 42.00 | 48.00 | | | | | | 90.00 | 39.14 | 65.00 | |
| Numero de valores deducidos > 2 (q): | | 2.000 | | | | | | | | | Total | 80.00 |
| Valor deducido más alto (HV Di): | | 65.00 | | | | | | | | | | |
| Número máximo de valores deducidos (mi): | | 4.21 | | | | | | | | | Valor Deducido Corregido (VDC) | |

| N° | Valores Deducidos | | | | | | | | | | VDT | q | VDC | | |
|--|-------------------|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|---------|-------|-------|---|-------------------|
| 1 | 65.00 | 15.00 | | | | | | | | | 80.00 | 2.000 | 58.00 | | |
| 2 | 65.00 | 2.00 | | | | | | | | | 67.00 | 1.000 | 67.00 | | |
| | | | | | | | | | | | Max VDC | | 67.00 | | |
| INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI): | | | | | | | | | | | PCI | = | 100 | - | (Max VDC Total VD |
| | | | | | | | | | | | PCI | = | | | 33.00 |
| CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO | | | | | | | | | | | Malo | | | | |
| Observación: | | | | | | | | | | | | | | | |
| FOTOGRAFÍAS DE UM-17 | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | |  | | | | | | | | | | | |
| Desprendimiento de agregados (Media) | | | | Desprendimiento de agregados (Alta) | | | | | | | | | | | |

| EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA AV. SANTA MARINA-COISCHO-2022. | | | | |
|---|------------------------------|------------------|-----------|----------------|
| METODOLOGÍA DEL PCI | | | | ERCAPMS-PCI-22 |
| CUADRO DE FALLAS EN EL PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTRA SEGÚN MÉTODO PCI | | | | |
| UNIDAD DE MUESTRA | FALLA | UNIDAD DE MEDIDA | SEVERIDAD | MEDIDAS |
| UM 01 | Parcheo | m2 | M | 23.22 |
| UM 03 | Parcheo | m2 | H | 79.20 |
| UM 05 | Pulimento de agregados | m2 | L | 128.00 |
| UM 07 | Pulimento de agregados | m2 | L | 177.50 |
| UM 09 | Huecos | Nº | L | 25.00 |
| UM 11 | Huecos | Nº | M | 15.00 |
| UM 13 | Huecos | Nº | H | 7.00 |
| UM 15 | Grieta parabólica (Slippage) | m2 | M | 6.16 |
| UM 17 | Desprendimiento de agregados | m2 | M | 14.95 |
| | Desprendimiento de agregados | m2 | H | 90.00 |

| EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA AV. SANTA MARINA-COISCHO-2022. | | | |
|--|----------------|------------|-----------------------|
| METODOLOGÍA DEL PCI | | | ERCAPMS-PCI-22 |
| UM | Max VDC | PCI | CONDICION |
| UM 01 | 31.00 | 69.00 | BUENO |
| UM 03 | 76.00 | 24.00 | MUY BUENO |
| UM 05 | 12.00 | 88.00 | EXCELENTE |
| UM 07 | 17.00 | 83.00 | MUY BUENO |
| UM 09 | 59.00 | 41.00 | REGULAR |
| UM 11 | 75.00 | 25.00 | MALO |
| UM 13 | 77.00 | 23.00 | MUY MALO |
| UM 15 | 21.00 | 79.00 | MUY BUENO |
| UM 17 | 67.00 | 33.00 | MALO |
| PROMEDIO TOTAL DE PCI | | 51.67 | REGULAR |



7.2 Anexo 02 – Ficha técnica del polímero modificado

FICHA TÉCNICA BETUTEC TIPO IC ASFALTO MODIFICADO CON POLIMERO



DESCRIPCIÓN Es un cemento asfáltico modificado con polímero elastómero del tipo estireno-butadieno-estireno (SBS)

VENTAJAS Las mezclas asfálticas fabricadas con BETUTEC IC ofrecen las siguientes ventajas técnicas:

- Reducción de la susceptibilidad térmica.
- Aumento de la flexibilidad y elasticidad a bajas temperaturas.
- Incremento del módulo de rigidez a altas temperaturas.
- Mayor adhesividad de los agregados.
- Aumento de la resistencia a la tracción y a la elongación.
- Incremento de la vida útil de los pavimentos, por su mayor resistencia al envejecimiento, a la propagación de grietas y a la formación de ahuellamientos.
- Reduce los costos de mantenimiento, produciendo rentabilidad económica con el tiempo.

ESPECIFICACIONES

| ENSAYOS | MÉTODO ASTM | BETUTEC IC | |
|--|---------------|---------------|---------------|
| | | MÍNIMO | MÁXIMO |
| Penetración, 25°C, 5 s, dmm | D 5 | 50 | 75 |
| Viscosidad absoluta, 60°C, Poise | D 2171 | 5000 | --- |
| Viscosidad cinemática, 135°C, cSt | D 2170 | --- | 3000 |
| Punto de inflamación, °C | D 92 | 232 | --- |
| Solubilidad en tricloroetileno, % | D 2042 | 99 | --- |
| Viscosidad Brookfield, 135°C, cP, 20 rpm | D 4402 | --- | --- |
| Viscosidad Brookfield, 145°C, cP, 20 rpm | D 4402 | --- | --- |
| Viscosidad Brookfield, 175°C, cP, 20 rpm | D 4402 | --- | --- |
| Recuperación elástica lineal, 25°C, 10 cm, % | D 6084 | 60 | --- |
| Recuperación elástica lineal, 5°C, 10 cm, % | D 6084 | --- | --- |
| Punto de ablandamiento, °C | D 36 | 60 | --- |
| Estabilidad al almacenamiento, 163°C, 48 horas | D 7173 | MÍNIMO | MÁXIMO |
| Separación, diferencia de Punto de Ablandamiento, °C | D 36 | --- | 2.2 |
| Sobre el residuo después de Película Fina Rotatoria | D 2872 | MÍNIMO | MÁXIMO |
| Penetración, 4°C, 200 g, 60 s, dmm | D 5 | 13 | --- |
| Separación, diferencia de Punto de Ablandamiento, °C | D 36 | --- | 10.0 |
| Recuperación elástica lineal, 25°C, 10 cm, % | D 6084 | 60 | --- |

En concordancia a la especificación MTC-EG-2013.

PRESENTACIÓN A granel.

ALMACENAMIENTO

BETUTEC IC puede ser dañado por calentamiento a altas temperaturas (encima de 190°C), recalentamientos sucesivos ó prolongados. Normalmente se entrega en planta entre rangos de temperatura altos (160 - 175°C) y deberá ser descargado en tanques exentos de residuos de asfalto convencional u otro material que afecte la calidad del producto. Se recomienda durante el almacenamiento por un período superior a 5 días, almacenar el producto a temperatura más baja que la usual (100 - 120°C), siendo la máxima recomendable para períodos cortos de almacenamiento de 165°C. Almacenar a temperatura ambiente, si el producto quedará por largos períodos (20 días ó más). La temperatura a lo largo del tanque deberá ser uniforme y la distribución de calor deberá ocurrir de forma homogénea a través de la utilización de una bomba de recirculación. El calentamiento nunca deberá realizarse de forma directa y si, en tanques que cuenten con un serpentín de fluido térmico.

RV. 31/01/2022

www.grupotdm.com

7.3 Anexo 03 – Ensayo realizados al agregado fino



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|--------------------|--|---------------------|---------------|
| TESIS : | EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N°: | CC-CAPM-RW-01 |
| SOLICITA : | BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N°: | 01 de 01 |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | 18/01/2023 |

**ADHESIVIDAD DE LOS LIGANTES BITUMINOSOS A LOS ÁRIDOS FINOS
(PROCEDIMIENTO RIEDEL - WEBER)
MTC E 220 - 2000**

REFERENCIA DE LAS MUESTRAS

Agregados:

Arena - La Cumbre 100%

Ligante Bituminoso

Tipo de Asfalto

PEN 60 - 70

Aditivo

Sin Aditivo

| DENOMINACIÓN | | DESPRENDIMIENTO ARIDO - ASFALTO | RESULTADOS | ESPECIFICACIONES |
|-------------------------------------|----------------|------------------------------------|-------------------|------------------|
| Concentración de carbonato de sodio | AGUA DESTILADA | 0 | NULO | Min 4 = Cumple |
| | M/256 | 1 | NULO | |
| | M/128 | 2 | NULO | |
| | M/64 | 3 | NULO | |
| | M/32 | 4 | NULO | |
| | M/16 | 5 | NULO | |
| | M/8 | 6 | PARCIAL | |
| | M/4 | 7 | PARCIAL | |
| | M/2 | 8 | PARCIAL | |
| | M/1 | 9 | PARCIAL | |
| | | | PARCIAL: 6 | |
| | | | TOTAL: 10 | |

OBSERVACIONES:

El material de agregado fue proporcionado por el solicitante.

Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 215007



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|-----------|--|--------------|----------------|
| TESIS | : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N°: | CC-CAPM-DUR-02 |
| SOLICITA | : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRIQUEZ | PAGINA N°: | 01 de 01 |
| UBICACIÓN | : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA: | 18/01/2023 |

DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO O SULFATO DE MAGNESIO
(ASTM C-88, MTC E209, NTP 400.016)

Información de Muestra y Ensayo

Material : Agregado Fino Clase de Solución : Sulfato de Sodio Ciclos : 5
Cantera : La Cumbre Inmersión de Muestra : 16 a 18 horas por ciclos

AGREGADO FINO - ANALISIS CUANTITATIVO

| Tamaño | Peso Requerido gr | Peso Inicial gr | Peso Final gr | Perdida de Peso gr | Perdida de Peso % | Gradación Original % | Perdida Corregida % |
|--------------|-------------------|-----------------|---------------|--------------------|-------------------|----------------------|---------------------|
| 3/8 a N°4 | 100 | 100.0 | 96.5 | 3.5 | 3.50 | 4.9 | 0.173 |
| N°4 a N°8 | 100 | 100.0 | 94.1 | 5.9 | 5.90 | 12.1 | 0.712 |
| N°8 a N°16 | 100 | 100.0 | 94.8 | 5.2 | 5.20 | 20.5 | 1.067 |
| N°16 a N°30 | 100 | 100.0 | 95.8 | 4.2 | 4.20 | 22.9 | 0.961 |
| N°30 a N°50 | 100 | 100.0 | 96.1 | 3.9 | 3.90 | 17.2 | 0.672 |
| N°50 a N°100 | | | | | | 12.6 | - |
| Pasan N°100 | | | | | | 9.8 | - |

TOTAL DE DESGASTE **3.58%**

OBSERVACIONES:

El material de agregado fue proporcionado por el solicitante.

Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 115067



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|--------------------|--|----------------------|----------------|
| TESIS : | EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° : | CC-CAPM-ANG-01 |
| SOLICITA : | BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° : | 01 de 01 |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA : | 18/01/2023 |

ANGULARIDAD
(M.T.C. E 205)

Información de Muestra y Ensayo

Cantera : La Cumbre

Material : Arena Zarandeada

| ENSAYO | N° | 1 | 2 | 3 | ANGULARIDAD |
|--------------------------------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|--|
| Peso del Agregado Fino + Molde | gr. | 5636 | 5628 | 5630 | FÓRMULA: $\frac{W}{V} \frac{G_{sb}}{V} \times 100$ |
| Peso del Molde | gr. | 4169 | 4169 | 4169 | |
| Peso del Agregado Fino | (W) | 1467 | 1459 | 1461 | |
| Volumen del Cilindro | (V) | 937 | 937 | 937 | |
| Gravedad Específica de Agregado Fino | G _{sb} | 2.703 | 2.703 | 2.703 | |
| VACÍOS NO COMPACTADOS | % | 42.1 | 42.4 | 42.3 | Min.30 |
| PROMEDIO | % | 42.3 | | | |

OBSERVACIONES: El material de agregado fue proporcionado por el solicitante.

Víctor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 215087



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|------------------|---|---------------------|---------------|
| TESIS | : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N°: | CC-CAPM-PE-02 |
| SOLICITA | : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N°: | 01 de 01 |
| UBICACIÓN | : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA: | 18/01/2023 |

ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO
MTC E205

Información de Muestra y Ensayo

Cantera : La Cumbre

Material : Arena Zarandeada

Peso en el aire de la muestra secada en horno
Peso de la fiola llena de agua a la marca de calibración
Peso de la fiola con la muestra y el agua

| Muestra N°01 | Muestra N°02 | Promedio |
|--------------|--------------|----------|
| 497.60 | 497.80 | 498 |
| 667.90 | 667.80 | 668 |
| 968.30 | 969.30 | 969 |

P. Específico Bulk
P. Específico de Masa
P. Específico Aparente

Pe_{ss}
Pe_m
Pe_a

| | | |
|-------|-------|-------|
| 2.493 | 2.508 | 2.500 |
| 2.505 | 2.519 | 2.512 |
| 2.523 | 2.536 | 2.530 |

gr/cm³
gr/cm³
gr/cm³
%

Absorción

Ab

| | | |
|------|------|------|
| 0.48 | 0.44 | 0.46 |
|------|------|------|

Observación: El material de agregado fue proporcionado por el solicitante.

Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216087



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|------------------|--|--------------------|------------------|
| TESIS | : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° | : CC-CAPM-LAT-01 |
| SOLICITA | : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° | : 01 de 01 |
| UBICACIÓN | : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | : 18/01/2023 |

VALOR EQUIVALENTE DE ARENA

(ASTM D-2419, MTC E114)

Información de Muestra y Ensayo

Material : A. Zarandeada **N° Oscilaciones** : 90 ciclos
Cantera : La Cumbre **Método** : Agitación Manual

| Determinación N° | 1 | 2 | 3 |
|----------------------------------|-------------|-----------|-----------|
| Saturación Inicial | 10:45 AM | 10:47 AM | 10:49 AM |
| Saturación Final | 10:55 AM | 10:57 AM | 10:59 AM |
| Prueba de ensayo inicial | 10:57 AM | 10:59 AM | 11:01 AM |
| Prueba de ensayo final | 11:17 AM | 11:19 AM | 11:21 AM |
| Lectura - Arcilla retenida pulg. | 4.6 | 4.4 | 4.6 |
| Lectura - Arena retenida pulg. | 3.6 | 3.5 | 3.5 |
| Equivalencia de arena % | 78 | 78 | 77 |
| Equivalencia de arena promedio % | 77.7 | | |

EA = 78%

OBSERVACIONES: El material de agregado fue proporcionado por el solicitante.



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. C.O.P. N° 216087



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|--------------------|--|---------------------|----------------|
| TESIS : | EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N°: | CC-CAPM-GRA-02 |
| SOLICITA : | BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N°: | 01 de 01 |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA: | 18/01/2023 |

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS
(ASTM C-33, MTC E204, NTP-400-012)

| | M-01 | M-02 | AGREGADO FINO - CANTERA LA CUMBRE | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|------------|------------|-------------------|--|--|--|
| Peso Inicial Seco (gr) | 2000.00 | 2000.40 | | | | | | | | | | | |
| Peso Lavado y Seco (gr) | 1799.80 | 1812.80 | | | | | | | | | | | |
| ABERTURA (mm) | TAMIZ | CONTENIDO GRUESO M-1 (gr) | CONTENIDO GRUESO M-2 (gr) | RETENIDO PARCIAL M-1 (%) | RETENIDO PARCIAL M-2 (%) | RETENIDO ACUMULADO M-1 (%) | RETENIDO ACUMULADO M-2 (%) | % PASA M-1 | % PASA M-2 | % PASA (Promedio) | | | |
| 75.00 | 3" | | | | | | | | | | | | |
| 63.00 | 2 1/2" | | | | | | | | | | | | |
| 50.00 | 2" | | | | | | | | | | | | |
| 37.50 | 1 1/2" | | | | | | | | | | | | |
| 25.00 | 1" | | | | | | | | | | | | |
| 19.00 | 3/4" | | | | | | | | | | | | |
| 12.50 | 1/2" | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | | |
| 9.50 | 3/8" | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | | |
| 6.30 | 1/4" | | | | | | | | | | | | |
| 4.75 | N°04 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | | |
| 3.35 | N°06 | | | | | | | | | | | | |
| 2.35 | N°08 | 251.4 | 262.9 | 12.57 | 13.14 | 12.57 | 13.14 | 87.43 | 86.86 | 87.14 | | | |
| 2.00 | N°10 | 101.2 | 114.6 | 5.06 | 5.73 | 17.63 | 18.87 | 82.37 | 81.13 | 81.75 | | | |
| 1.20 | N°16 | 405.5 | 415.4 | 20.28 | 20.77 | 37.91 | 39.64 | 62.10 | 60.36 | 61.23 | | | |
| 0.60 | N°30 | 369.4 | 358.6 | 18.47 | 17.93 | 56.38 | 57.56 | 43.63 | 42.44 | 43.03 | | | |
| 0.43 | N°40 | 245.1 | 235.1 | 12.26 | 11.75 | 68.63 | 69.32 | 31.37 | 30.68 | 31.03 | | | |
| 0.30 | N°50 | 105.2 | 95.3 | 5.26 | 4.76 | 73.89 | 74.08 | 26.11 | 25.92 | 26.01 | | | |
| 0.18 | N°80 | 134.7 | 138.6 | 6.74 | 6.93 | 80.63 | 81.01 | 19.38 | 18.99 | 19.18 | | | |
| 0.15 | N°100 | 100.3 | 99.4 | 5.02 | 4.97 | 85.64 | 85.98 | 14.36 | 14.02 | 14.19 | | | |
| 0.075 | N°200 | 87.0 | 92.9 | 4.35 | 4.64 | 89.99 | 90.62 | 10.01 | 9.38 | 9.69 | | | |
| | FONDO | 200.2 | 187.6 | 10.01 | 9.38 | 100.00 | 100.00 | | | | | | |



OBSERVACIONES: El material de agregado fue proporcionado por el solicitante.

KAE Ingeniería
Mtro. Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 16087



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

ANÁLISIS QUÍMICO

TESIS : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON
POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA
MARINA - COISHCO - 2022

SOLICITA : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ

UBICACIÓN : Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash

FECHA : 18/01/2023

CANTERA: La Cumbre

MATERIAL: Arena Zarandeada

| Muestra | Piedra Chancada | Norma |
|------------------------|-----------------|---------------------|
| Sales Solubles Totales | 0.44 % | N.T.P. 339.152.2002 |

Observación:

El material de agregado fue proporcionado por el solicitante.



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. C.O.P. N° 116087



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com

7.4 Anexo 04 – Ensayo realizados al agregado grueso



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|--------------------|--|---------------------|----------------|
| TESIS : | EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N°: | CC-CAPM-ADH-01 |
| SOLICITA : | BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N°: | 01 de 01 |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA: | 18/01/2023 |

ENSAYO DE ADHERENCIA

ASTM D1664 / MTC E 519

MUESTRA:

Mezcla Asfáltica - Diseño

Bitumen - Aditivo:

Mezcla: Agregado Grueso Bitumen (Cemento Asfáltico PEN 60/70)

Agregados Pétreos [proporciones]

° Agregado Grueso [piedra chancada Tmax. 3/4]
Cantera La Sorpresa

100.0%

100.0%

[Estimación Visual]

| Descripción - Ensayo | Resultado |
|-----------------------------|-----------|
| Recubrimiento, % | 100.0 |
| Desprendimiento, % retenido | + 95.0 |

OBSERVACIONES:

Cumple con los requerimientos de las especificaciones técnicas.

El material de agregado fue proporcionado por el solicitante.



Miguel Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERÍA CIVIL
REG. CIP N° 15007





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | |
|---|--|
| TESIS : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N°: CC-CAPM-DUR-01 PÁGINA N°: 01 de 01 |
| SOLICITA : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | |
| UBICACIÓN : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA: 18/01/2023 |

DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO O SULFATO DE MAGNESIO
(ASTM C-88, MTC E209, NTP 400.016)

Información de Muestra y Ensayo

Material : Agregado Grueso Clase de Solución : Sulfato de Sodio Ciclos : 5
Cartera : La Sorpresa Inmersión de Muestra : 16 a 18 horas por ciclos

AGREGADO GRUESO - ANALISIS CUANTITATIVO

| N° | Tamaño | % | Peso Requerido gr | Peso Inicial gr | Peso Final gr | Perdida de Peso gr | Perdida de Peso % | Gradación Original % | Perdida Corregida % |
|----|-----------------|----|-------------------|-----------------|---------------|--------------------|-------------------|----------------------|---------------------|
| 1 | 2 1/2" a 1 1/2" | | 5000 ± 300 | | | | | | |
| | 2 1/2" a 2" | 60 | 3000 ± 300 | | | | | | |
| | 2" a 1 1/2" | 40 | 2000 ± 200 | | | | | | |
| 2 | 1 1/2" a 3/4" | | 1500 ± 50 | | | | | | |
| | 1 1/2" a 1" | 67 | 1000 ± 50 | | | | | | |
| | 1" a 3/4" | 33 | 500 ± 30 | | | | | | |
| 3 | 3/4" a 3/8" | | 1000 ± 10 | | | | | | |
| | 3/4" a 1/2" | 67 | 670 ± 10 | 673.4 | 660.6 | 12.8 | 1.90 | 56.9 | 1.082 |
| | 1/2" a 3/8" | 33 | 330 ± 5 | 332.1 | 321.1 | 11.0 | 3.31 | 34.9 | 1.155 |
| 4 | 3/8" a N°4 | | 300 ± 5 | 302.9 | 283.1 | 19.8 | 6.54 | 3.5 | 0.231 |

TOTAL DE DESGASTE **2.47%**

OBSERVACIONES:

El material de agregado fue proporcionado por el solicitante.

KAE Ingeniería
Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 16007



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | |
|---|-------------------------------------|
| TESIS : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS | REGISTRO N° : CC-CAPM-CHA-01 |
| MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | PÁGINA N° : 01 de 01 |
| SOLICITA : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | |
| UBICACIÓN : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA : 18/01/2023 |

PARTÍCULAS CHATAS, ALARGADAS, ó PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS GRANULARES

(ASTM D-4791, MTC E223)

Relación Dimensional **1 : 5**

Información de Muestra y Ensayo

Cantera : La Sorpresa

Material : Piedra Chancada

| MATERIAL | | AGREGADO GRUESO | | | PARTÍCULAS CHATAS | | PARTÍCULAS ALARGADAS | | PARTÍCULAS CHATAS y ALARGADAS | | PARTÍCULAS NI CHATAS, NI ALARGADAS | |
|--|----------|-----------------|------------------|-----------|-------------------|------|----------------------|------|-------------------------------|------|------------------------------------|-------|
| Tamiz | Abertura | PESO (A) gr | RETIENE (C) % | PASA % | PESO (E) gr | % | PESO (F) gr | % | PESO (G) gr | % | PESO (H) gr | % |
| (pulg) | (mm) | | | | | | | | | | | |
| 3 " | 76.200 | | | | | | | | | | | |
| 2 " | 50.800 | | | | | | | | | | | |
| 1 1/2 " | 38.100 | | | | | | | | | | | |
| 1 " | 25.400 | | | | | | | | | | | |
| 3 / 4 " | 19.050 | | | | | | | | | | | |
| 1 / 2 " | 12.700 | 1977.2 | 45.45 | 54.55 | 176.20 | 5.81 | 96.30 | 3.18 | 122.30 | 4.04 | 1582.40 | 52.21 |
| 3 / 8 " | 8.750 | 1053.7 | 24.22 | 30.34 | 122.90 | 4.05 | 88.70 | 2.93 | 131.60 | 4.34 | 710.50 | 23.44 |
| 1 / 4 " | 6.350 | 565.5 | 13.00 | 17.34 | | | | | | | | |
| N° 04 | 4.760 | 754.3 | 17.34 | | | | | | | | | |
| Peso Total de la Muestra (B) | | 4 350.7 | | | | | | | | | | |
| Peso de la Muestra de Ensayo (D) (Retenido 3/8") | | 3 030.9 | | | | | | | | | | |

RESULTADOS
(Promedio Ponderado)

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS **8.0 %**

Fórmulas:

$$\text{Partículas Chatas / Alargadas ó Partículas Chatas y Alargadas (\%)} = \left[\left(\frac{E}{A} \times 100 \right) \times \left(\frac{A}{D} \times 100 \right) \right] / 100$$

Donde:

- | | |
|---|--|
| A Peso retenido en cada tamiz | F Partículas Alargadas |
| B Peso Total de la Muestra Agregado Granular | G Partículas Chatas y Alargadas |
| C % Retenido en la muestra total | H Partículas ni Chatas ni Alargadas |
| D Peso de la Muestra de Ensayo (Retenido 3/8") | |
| E Partículas Chatas | |

OBSERVACION:

El material de agregado fue proporcionado por el solicitante.

Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 15067



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
 Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|-------------------|--|---------------------|---------------|
| TESIS | : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N°: | CC-CAPM-AF-01 |
| CLIENTE | : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N°: | 01 de 01 |
| UBICACIÓN: | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA: | 18/01/2023 |

PORCENTAJE DE PARTÍCULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUESO
 (MTC E210)

Información de Muestra y Ensayo

Cantera : La Sorpresa Material : Piedra Chancada

| Con Una Cara de Fractura | | | | | | |
|--|----------|--------|--------|---------------|-------|--------------|
| Tamaño del Agregado | | A | B | C | D | E |
| Pasa | Retenido | (g) | (g) | {(B / A)*100} | (%) | (C x D) |
| 2" | 1 / 1/2" | | | | | |
| 1 / 1/2" | 1" | | | | | |
| 1" | 3 / 4" | | | | | |
| 3 / 4" | 1/2" | 1202.6 | 925.7 | 77.0 | 79.9 | 61.5 |
| 1/2" | 3 / 8" | 301.8 | 401.9 | 133.2 | 20.1 | 26.7 |
| Total | | 1504.4 | 1327.6 | 210.1 | 100.0 | 88.2 |
| Porcentaje de Partículas con una Cara Fracturada | | | | | | 88.2% |

| Con Dos Caras de Fractura | | | | | | |
|--|----------|--------|--------|---------------|-------|--------------|
| Tamaño del Agregado | | A | B | C | D | E |
| Pasa | Retenido | (g) | (g) | {(B / A)*100} | (%) | (C x D) |
| 2" | 1 / 1/2" | | | | | |
| 1 / 1/2" | 1" | | | | | |
| 1" | 3 / 4" | | | | | |
| 3 / 4" | 1/2" | 1202.6 | 952.3 | 79.2 | 79.9 | 63.3 |
| 1/2" | 3 / 8" | 301.8 | 145.9 | 48.3 | 20.1 | 9.7 |
| Total | | 1504.4 | 1098.2 | 127.5 | 100.0 | 73.0 |
| Porcentaje de Partículas con dos o mas Caras de Fractura | | | | | | 73.0% |

Resultados

| | | |
|----------------------------|---|--|
| CARAS DE FRACTURA = | 88% | Partículas con una cara fracturada |
| | 73% | Partículas con dos o mas caras fracturadas |
| A | Peso de la Muestra | |
| B | Peso del material con caras de Fractura | |
| C | Porcentaje de Caras Fracturadas | |
| D | Gradación Original | |
| E | Promedio de Caras de Fractura | |

OBSERVACIONES:

El material de agregado fue proporcionado por el solicitante.

Víctor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CH. N° 15087



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|--------------------|--|----------------------|----------------|
| TESIS : | EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° : | CC-CAPM-ABR-01 |
| SOLICITA : | BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° : | 01 de 01 |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA : | 18/01/2023 |

ABRASIÓN LOS ÁNGELES
(ASTM C-535 , MTC E207)

Información de Muestra y Ensayo

Material : Piedra Chancada Gradación : "B" N° Revoluciones : 500
Cantera : La Sorpresa N° Esferas : 11

| | | |
|--------------------------------------|----|---------|
| Peso inicial | gr | 5001.50 |
| Peso final retenido en el tamiz N°12 | gr | 4426.3 |
| Coefficiente de desgaste | % | 11.50% |

Porcentaje de Desgaste 12%

OBSERVACIONES:

El material de agregado fue proporcionado por el solicitante.

KAE Ingeniería
Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 16007



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | |
|---|------------------------------------|
| TESIS : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° : CC-CAPM-PE-01 |
| SOLICITA : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° : 01 de 01 |
| UBICACIÓN : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA : 18/01/2023 |

ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

MTC E206

Información de Muestra y Ensayo

Cantera : La Sorpresa

Material : Piedra Chancada

| | Muestra N°01 | Muestra N°02 | Promedio | |
|---|--------------|--------------|----------|--------------------|
| Peso en el aire de la muestra secada en horno | 2163 | 2252 | 2208 | gr. |
| Peso de muestra saturada superficialmente seca en el aire | 2182 | 2273 | 2228 | gr. |
| Peso de la muestra en agua | 1373 | 1436 | 1405 | gr. |
| P. Específico Bulk | 2.697 | 2.716 | 2.706 | gr/cm ³ |
| P. Específico de Masa | 2.674 | 2.691 | 2.682 | gr/cm ³ |
| P. Específico Aparente | 2.738 | 2.760 | 2.749 | gr/cm ³ |
| Absorción | 0.88 | 0.93 | 0.91 | % |

Observación: El material de agregado fue proporcionado por el solicitante.



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 16067



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
 Prestación de Servicios Generales

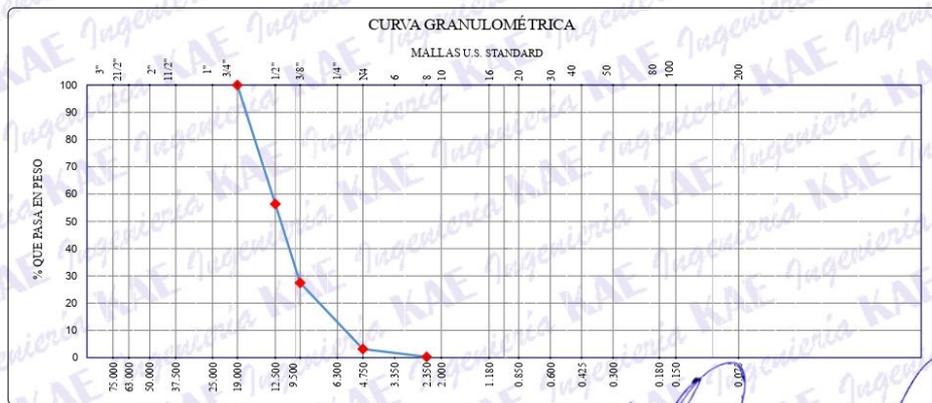
KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|--------------------|--|---------------------|----------------|
| TESIS : | EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N°: | CC-CAPM-GRA-01 |
| SOLICITA : | BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N°: | 01 de 01 |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA: | 18/01/2023 |

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS
 (ASTM C-33, MTC E204, NTP-400-012)

| | M-01 | M-02 | AGREGADO GRUESO - CANTERA LA SORPRESA | | | | | | | |
|-------------------------|---------|---------------------------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|------------|------------|-------------------|
| Peso Inicial Seco (gr) | 3600.50 | 3334.30 | | | | | | | | |
| Peso Lavado y Seco (gr) | 3590.30 | 3324.40 | | | | | | | | |
| ABERTURA (mm) | TAMIZ | CONTENIDO GRUESO M-1 (gr) | CONTENIDO GRUESO M-2 (gr) | RETENIDO PARCIAL M-1 (%) | RETENIDO PARCIAL M-2 (%) | RETENIDO ACUMULADO M-1 (%) | RETENIDO ACUMULADO M-2 (%) | % PASA M-1 | % PASA M-2 | % PASA (Promedio) |
| 75.00 | 3" | | | | | | | | | |
| 63.00 | 2 1/2" | | | | | | | | | |
| 50.00 | 2" | | | | | | | | | |
| 37.50 | 1 1/2" | | | | | | | | | |
| 25.00 | 1" | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 19.00 | 3/4" | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 12.50 | 1/2" | 1558.1 | 1466.2 | 43.27 | 43.97 | 43.27 | 43.97 | 56.73 | 56.03 | 56.38 |
| 9.50 | 3/8" | 1052.4 | 954.4 | 29.23 | 28.62 | 72.50 | 72.60 | 27.50 | 27.40 | 27.45 |
| 6.30 | 1/4" | | | | | | | | | |
| 4.75 | N°04 | 876.1 | 806.6 | 24.33 | 24.19 | 96.84 | 96.79 | 3.16 | 3.21 | 3.19 |
| 3.35 | N°06 | | | | | | | | | |
| 2.35 | N°08 | 103.7 | 97.2 | 2.88 | 2.92 | 99.72 | 99.70 | 0.28 | 0.30 | 0.29 |
| 2.00 | N°10 | | | | | | | | | |
| 1.18 | N°16 | | | | | | | | | |
| 0.85 | N°20 | | | | | | | | | |
| 0.60 | N°30 | | | | | | | | | |
| 0.43 | N°40 | | | | | | | | | |
| 0.30 | N°50 | | | | | | | | | |
| 0.18 | N°80 | | | | | | | | | |
| 0.15 | N°100 | | | | | | | | | |
| 0.08 | N°200 | | | | | | | | | |
| | FONDO | | | | | | | | | |



OBSERVACIONES : El material de agregado fue proporcionado por el solicitante.

KAE Ingeniería
 Víctor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 218067



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

ANÁLISIS QUÍMICO

TESIS : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON
POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA
MARINA - COISHCO - 2022

SOLICITA : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ

UBICACIÓN : Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash

FECHA : 18/01/2023

CANTERA: La Sorpresa

MATERIAL: Piedra Chancada

| Muestra | Piedra Chancada | Norma |
|------------------------|-----------------|---------------------|
| Sales Solubles Totales | 0.41 % | N.T.P. 339.152.2002 |

Observación:

El material de agregado fue proporcionado por el solicitante.


Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. C.O.P. N° 918087



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com

7.5 Anexo 05 – Diseño de mezcla asfáltica convencional-Método Marshall



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|------------------|--|--------------------|----------------|
| TESIS | EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° | CC-CAFM-DMA-01 |
| SOLICITA | : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° | 11 de 13 |
| UBICACIÓN | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | 21/01/2023 |

FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS

AASHTO T 245 / ASTM D 1559

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 7.00

| Identificación muestra | | Und | 01 |
|---|--|---------------------|--------|
| 1.- | Peso del material | gr. | 1245.0 |
| 2.- | Peso agua + frasco | gr. | 8512.0 |
| 3.- | Peso agua + frasco + material (1+2) | gr. | 9757.0 |
| 4.- | Peso agua + frasco + material (ensayo) | gr. | 9228.0 |
| 5.- | Volumen (3-4) | gr. | 529.0 |
| Peso Especifico Maximo MAC, g/cm ³ | | gr./cm ³ | 2.353 |

Miguel Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
R.E.C. 11711716007



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|------------------|---|--------------------|----------------|
| TESIS | : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° | CC-CAPM-DMA-01 |
| SOLICITA | : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° | 10 de 13 |
| UBICACIÓN | : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | 21/01/2023 |

FORMATO DE ENSAYO MARSHALL

MTC E-504 ASTM D-1559

| PORCENTAJES DE DISEÑO | |
|-----------------------|--------|
| Piedra Chancada | 43.0% |
| Arena Chancada | 0.0% |
| Arena Zarandeada | 57.0% |
| Filler | 0.0% |
| Σ Suma | 100.0% |
| C.A. (PEN) | 60-70 |

| Lectura dial | Lectura calibración | Flujo (0,01 mm) |
|--------------|---------------------|-----------------|
| 1215.2 | 1215.21 | 434 |
| 1213.9 | 1213.91 | 438 |
| 1130.8 | 1130.81 | 417 |

| Número de Probetas | N° | 1 | 2 | 3 | 4 | Promedio |
|---|--------|--------|--------|--------|---|----------|
| 1 % C.A. en peso de la Mezcla | % | 7.00 | 7.00 | 7.00 | | |
| 2 % de Piedra chancada en Peso de la Mezcla | % | 39.99 | 39.99 | 39.99 | | |
| 3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla | % | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| 4 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla | % | 53.01 | 53.01 | 53.01 | | |
| 5 % de Arena Fina en peso de la Mezcla | % | | | | | |
| 6 % de Filler en Peso de la Mezcla | % | | | | | |
| 7 Peso Especifico Aparente de C.A. | gr/cc. | 1.026 | 1.026 | 1.026 | | |
| 8 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk | gr/cc. | 2.706 | 2.706 | 2.706 | | |
| 9 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk | gr/cc. | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| 10 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk | gr/cc. | 2.500 | 2.500 | 2.500 | | |
| 11 Peso Especifico Arena Fina -Bulk | gr/cc. | | | | | |
| 12 Peso Especifico del filler-Aparente | gr/cc. | | | | | |
| 13 Altura Promedio de la Probeta | cm. | | | | | |
| 14 Peso de la briquea en el Aire | gr. | 1220.3 | 1227.0 | 1226.4 | | |
| 15 Peso de la briquea Saturada | gr. | 1222.8 | 1229.9 | 1229.2 | | |
| 16 Peso de la briquea en el Agua | gr. | 695.0 | 696.0 | 699.0 | | |
| 17 Volumen de la briquea por desplazamiento (15-16) | c.c. | 527.8 | 533.9 | 530.2 | | 530.6 |
| 18 Peso Especifico de la Probeta (14/17) | gr/cc. | 2.312 | 2.298 | 2.313 | | 2.308 |
| 19 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041 | gr/cc. | 2.353 | 2.353 | 2.353 | | |
| 20 Peso Especifico Máximo (Teórico) | gr/cc. | 2.336 | 2.336 | 2.336 | | |
| 21 % de Vacios | % | 1.8 | 2.4 | 1.7 | | 1.9 |
| 22 Peso Especifico Bulk del Agregado Total | gr/cc. | 2.585 | 2.585 | 2.585 | | |
| 23 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral | % | 16.8 | 17.3 | 16.8 | | 17.0 |
| 24 % vacios llenados con C.A. | % | 89.5 | 86.4 | 89.8 | | 88.6 |
| 25 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total | gr/cc. | 2.607 | 2.607 | 2.607 | | |
| 26 C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total | % | 0.35 | 0.35 | 0.35 | | |
| 27 % de Asfalto Efectivo (1-26) | % | 6.65 | 6.65 | 6.65 | | |
| 28 Flujo | cm. | 0.43 | 0.44 | 0.42 | | 0.43 |
| 29 Estabilidad sin corregir | | 1215 | 1214 | 1131 | | |
| 30 Factor de Estabilidad | | 0.96 | 0.96 | 0.96 | | |
| 31 Estabilidad corregida (27*28) | kg. | 1167 | 1165 | 1086 | | 1139 |
| 32 Factor de Rigidez (29/26) | kg/cm. | 2689 | 2665 | 2606 | | 2653 |
| Número de Golpes por Capa | | 50 | 50 | 50 | | |

OBSERVACIONES:

Ingeniero Alfonso Herrera Lázaro
REG. CH. N° 116007



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|-----------|---|-------------|----------------|
| TESIS | : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° | CC-CAPM-DMA-01 |
| SOLICITA | : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° | 09 de 13 |
| UBICACIÓN | : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | 21/01/2023 |

FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS
AASHTO T 245 / ASTM D 1559
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 6.50

| | Identificación muestra | Und | 01 |
|-----|--|----------------|--------------|
| 1.- | Peso del material | gr. | 1247.0 |
| 2.- | Peso agua + frasco | gr. | 8512.0 |
| 3.- | Peso agua + frasco + material (1+2) | gr. | 9759.0 |
| 4.- | Peso agua + frasco + material (ensayo) | gr. | 9236.0 |
| 5.- | Volumen (3-4) | gr. | 523.0 |
| | Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³ | gr./cm3 | 2.384 |

Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 16067



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|------------------|---|--------------------|----------------|
| TESIS | : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° | CC-CAPM-DMA-01 |
| SOLICITA | : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° | 08 de 13 |
| UBICACIÓN | : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | 21/01/2023 |

FORMATO DE ENSAYO MARSHALL

MTC E-504 ASTM D-1559

| PORCENTAJES DE DISEÑO | |
|-----------------------|--------|
| Piedra Chancada | 43.0% |
| Arena Chancada | 0.0% |
| Arena Zarandeada | 57.0% |
| Filler | 0.0% |
| Σ Suma | 100.0% |
| C.A. (PEN) | 60-70 |

| Lectura dial | Lectura calibración | Flujo (0,01 mm) |
|--------------|---------------------|-----------------|
| 1212.9 | 1212.91 | 413 |
| 1157.6 | 1157.61 | 417 |
| 1129.8 | 1129.81 | 443 |

| Número de Probetas | N° | 1 | 2 | 3 | 4 | Promedio |
|---|--------|--------|--------|--------|---|----------|
| 1 % C.A. en peso de la Mezcla | % | 6.50 | 6.50 | 6.50 | | |
| 2 % de Piedra chancada en Peso de la Mezcla | % | 40.21 | 40.21 | 40.21 | | |
| 3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla | % | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| 4 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla | % | 53.30 | 53.30 | 53.30 | | |
| 5 % de Arena Fina en peso de la Mezcla | % | | | | | |
| 6 % de Filler en Peso de la Mezcla | % | | | | | |
| 7 Peso Especifico Aparente de C.A. | gr/cc. | 1.026 | 1.026 | 1.026 | | |
| 8 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk | gr/cc. | 2.706 | 2.706 | 2.706 | | |
| 9 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk | gr/cc. | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| 10 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk | gr/cc. | 2.500 | 2.500 | 2.500 | | |
| 11 Peso Especifico Arena Fina -Bulk | gr/cc. | | | | | |
| 12 Peso Especifico del filler-Aparente | gr/cc. | | | | | |
| 13 Altura Promedio de la Probeta | cm. | | | | | |
| 14 Peso de la briquea en el Aire | gr. | 1222.4 | 1229.6 | 1224.6 | | |
| 15 Peso de la briquea Saturada | gr. | 1224.8 | 1231.1 | 1227.2 | | |
| 16 Peso de la briquea en el Agua | gr. | 698.0 | 703.0 | 699.0 | | |
| 17 Volumen de la briquea por desplazamiento (15-16) | c.c. | 526.8 | 528.1 | 528.2 | | 527.7 |
| 18 Peso Especifico de la Probeta (14/17) | gr/cc. | 2.320 | 2.328 | 2.318 | | 2.322 |
| 19 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041 | gr/cc. | 2.382 | 2.382 | 2.382 | | |
| 20 Peso Especifico Máximo (Teórico) | gr/cc. | 2.352 | 2.352 | 2.352 | | |
| 21 % de Vacios | % | 2.6 | 2.3 | 2.7 | | 2.5 |
| 22 Peso Especifico Bulk del Agregado Total | gr/cc. | 2.585 | 2.585 | 2.585 | | |
| 23 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral | % | 16.1 | 15.8 | 16.1 | | 16.0 |
| 24 % vacios llenados con C.A. | % | 83.9 | 85.7 | 83.5 | | 84.4 |
| 25 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total | gr/cc. | 2.623 | 2.623 | 2.623 | | |
| 26 C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total | % | 0.58 | 0.58 | 0.58 | | |
| 27 % de Asfalto Efectivo (1-26) | % | 5.92 | 5.92 | 5.92 | | |
| 28 Flujo | cm. | 0.41 | 0.42 | 0.44 | | 0.42 |
| 29 Estabilidad sin corregir | | 1213 | 1158 | 1130 | | |
| 30 Factor de Estabilidad | | 0.96 | 0.96 | 0.96 | | |
| 31 Estabilidad corregida (27*28) | kg. | 1164 | 1111 | 1085 | | 1120 |
| 32 Factor de Rigidez (29/26) | kg/cm. | 2822 | 2666 | 2451 | | 2642 |
| Número de Golpes por Capa | | 50 | 50 | 50 | | |

OBSERVACIONES:


Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 16087



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|-----------|--|-------------|----------------|
| TESIS | : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° | CC-CAPM-DMA-01 |
| SOLICITA | : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° | 07 de 13 |
| UBICACIÓN | : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | 21/01/2023 |

FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS
AASHTO T 245 / ASTM D 1559
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 6.00

| | Identificación muestra | Und | 01 |
|-----|--|----------------|--------------|
| 1.- | Peso del material | gr. | 1250.0 |
| 2.- | Peso agua + frasco | gr. | 8512.0 |
| 3.- | Peso agua + frasco + material (1+2) | gr. | 9762.0 |
| 4.- | Peso agua + frasco + material (ensayo) | gr. | 9243.0 |
| 5.- | Volumen (3-4) | gr. | 519.0 |
| | Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³ | gr./cm3 | 2.408 |

Ylber Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 116087



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|------------------|---|--------------------|----------------|
| TESIS | : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° | CC-CAPM-DMA-01 |
| SOLICITA | : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° | 06 de 13 |
| UBICACIÓN | : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | 21/01/2023 |

FORMATO DE ENSAYO MARSHALL

MTC E-504 ASTM D-1559

| PORCENTAJES DE DISEÑO | |
|-----------------------|--------|
| Piedra Chancada | 43.0% |
| Arena Chancada | 0.0% |
| Arena Zarandeada | 57.0% |
| Filler | 0.0% |
| Σ Suma | 100.0% |
| C.A. (PEN) | 60-70 |

| Lectura dial | Lectura calibración | Flujo (0,01 mm) |
|--------------|---------------------|-----------------|
| 1112.1 | 1112.11 | 408 |
| 1178.1 | 1178.11 | 403 |
| 1247.6 | 1247.61 | 396 |

| Número de Probetas | N° | 1 | 2 | 3 | 4 | Promedio |
|---|--------|---------------------------------------|--------|--------|-------|----------|
| 1 % C.A. en peso de la Mezcla | % | 6.00 | 6.00 | 6.00 | | |
| 2 % de Piedra chancada en Peso de la Mezcla | % | 40.42 | 40.42 | 40.42 | | |
| 3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla | % | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| 4 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla | % | 53.58 | 53.58 | 53.58 | | |
| 5 % de Arena Fina en peso de la Mezcla | % | | | | | |
| 6 % de Filler en Peso de la Mezcla | % | | | | | |
| 7 Peso Especifico Aparente de C.A. | gr/cc. | 1.026 | 1.026 | 1.026 | | |
| 8 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk | gr/cc. | 2.706 | 2.706 | 2.706 | | |
| 9 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk | gr/cc. | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| 10 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk | gr/cc. | 2.500 | 2.500 | 2.500 | | |
| 11 Peso Especifico Arena Fina -Bulk | gr/cc. | | | | | |
| 12 Peso Especifico del filler-Aparente | gr/cc. | | | | | |
| 13 Altura Promedio de la Probeta | cm. | | | | | |
| 14 Peso de la briquea en el Aire | gr. | 1223.8 | 1226.2 | 1223.1 | | |
| 15 Peso de la briquea Saturada | gr. | 1227.4 | 1229.8 | 1227.9 | | |
| 16 Peso de la briquea en el Agua | gr. | 703.0 | 705.0 | 701.0 | | |
| 17 Volumen de la briquea por desplazamiento (15-16) | c.c. | 524.4 | 524.8 | 526.9 | | 525.4 |
| 18 Peso Especifico de la Probeta (14/17) | gr/cc. | 2.334 | 2.337 | 2.321 | | 2.331 |
| 19 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041 | gr/cc. | 2.408 | 2.408 | 2.408 | | |
| 20 Peso Especifico Máximo (Teórico) | | 100/((17+2/8+3/9+4/10+5/11+6/12) | 2.369 | 2.369 | 2.369 | |
| 21 % de Vacios | % | 100*((19-18)/19) | 3.1 | 3.0 | 3.6 | 3.2 |
| 22 Peso Especifico Bulk del Agregado Total | gr/cc. | (2+3+4+5+6)/((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12) | 2.585 | 2.585 | 2.585 | |
| 23 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral | % | 100-(2+3+4+5+6)*18/22 | 15.1 | 15.0 | 15.6 | 15.2 |
| 24 % vacios llenados con C.A. | % | 100*((23-21)/23) | 79.5 | 80.1 | 76.8 | 78.8 |
| 25 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total | gr/cc. | (2+3+4+5+6)/((100/19 - 1/7)) | 2.635 | 2.635 | 2.635 | |
| 26 C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total | % | (100*7)*((25-22)/(25*22) | 0.76 | 0.76 | 0.76 | |
| 27 % de Asfalto Efectivo (1-26) | % | 5.24 | 5.24 | 5.24 | | |
| 28 Flujo | cm. | 0.41 | 0.40 | 0.40 | | 0.40 |
| 29 Estabilidad sin corregir | | 1112 | 1178 | 1248 | | |
| 30 Factor de Estabilidad | | 0.96 | 0.96 | 0.96 | | |
| 31 Estabilidad corregida (27*28) | kg. | 1068 | 1131 | 1198 | | 1132 |
| 32 Factor de Rigidez (29/26) | kg/cm. | 2617 | 2806 | 3025 | | 2814 |
| Número de Golpes por Capa | | 50 | 50 | 50 | | |

OBSERVACIONES:

Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 16067



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|-----------|--|-------------|----------------|
| TESIS | : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° | CC-CAPM-DMA-01 |
| SOLICITA | : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° | 05 de 13 |
| UBICACIÓN | : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | 21/01/2023 |

FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS
AASHTO T 245 / ASTM D 1559
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 5.50

| Identificación muestra | | Und | 01 |
|--|--|----------------|--------------|
| 1.- | Peso del material | gr. | 1262.0 |
| 2.- | Peso agua + frasco | gr. | 8512.0 |
| 3.- | Peso agua + frasco + material (1+2) | gr. | 9774.0 |
| 4.- | Peso agua + frasco + material (ensayo) | gr. | 9256.0 |
| 5.- | Volumen (3-4) | gr. | 518.0 |
| Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³ | | gr./cm3 | 2.436 |

Miguel Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 16007



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|------------------|---|--------------------|----------------|
| TESIS | : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° | CC-CAPM-DMA-01 |
| SOLICITA | : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° | 04 de 13 |
| UBICACIÓN | : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | 21/01/2023 |

FORMATO DE ENSAYO MARSHALL

MTC E-504 ASTM D-1559

| PORCENTAJES DE DISEÑO | |
|-----------------------|--------|
| Piedra Chancada | 43.0% |
| Arena Chancada | 0.0% |
| Arena Zarandeada | 57.0% |
| Filler | 0.0% |
| Σ Suma | 100.0% |
| C.A. (PEN) | 60-70 |

| Lectura dial | Lectura calibración | Flujo (0,01 mm) |
|--------------|---------------------|-----------------|
| 1128.4 | 1128.41 | 414 |
| 1215.7 | 1215.71 | 360 |
| 1299.5 | 1299.51 | 344 |

| Número de Probetas | N° | 1 | 2 | 3 | 4 | Promedio |
|---|--------|--------|--------|--------|---|----------|
| 1 % C.A. en peso de la Mezcla | % | 5.50 | 5.50 | 5.50 | | |
| 2 % de Piedra chancada en Peso de la Mezcla | % | 40.64 | 40.64 | 40.64 | | |
| 3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla | % | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| 4 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla | % | 53.87 | 53.87 | 53.87 | | |
| 5 % de Arena Fina en peso de la Mezcla | % | | | | | |
| 6 % de Filler en Peso de la Mezcla | % | | | | | |
| 7 Peso Especifico Aparente de C.A. | gr/cc. | 1.026 | 1.026 | 1.026 | | |
| 8 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk | gr/cc. | 2.706 | 2.706 | 2.706 | | |
| 9 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk | gr/cc. | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| 10 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk | gr/cc. | 2.500 | 2.500 | 2.500 | | |
| 11 Peso Especifico Arena Fina -Bulk | gr/cc. | | | | | |
| 12 Peso Especifico del filler-Aparente | gr/cc. | | | | | |
| 13 Altura Promedio de la Probeta | cm. | | | | | |
| 14 Peso de la briqueeta en el Aire | gr. | 1219.8 | 1222.7 | 1220.1 | | |
| 15 Peso de la briqueeta Saturada | gr. | 1226.0 | 1227.7 | 1226.2 | | |
| 16 Peso de la briqueeta en el Agua | gr. | 702.0 | 705.0 | 702.0 | | |
| 17 Volumen de la briqueeta por desplazamiento (15-16) | c.c. | 524.0 | 522.7 | 524.2 | | 523.6 |
| 18 Peso Especifico de la Probeta (14/17) | gr/cc. | 2.328 | 2.339 | 2.328 | | 2.332 |
| 19 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041 | gr/cc. | 2.430 | 2.430 | 2.430 | | |
| 20 Peso Especifico Máximo (Teórico) | | 2.385 | 2.385 | 2.385 | | |
| 21 % de Vacios | % | 4.2 | 3.7 | 4.2 | | 4.1 |
| 22 Peso Especifico Bulk del Agregado Total | gr/cc. | 2.585 | 2.585 | 2.585 | | |
| 23 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral | % | 14.9 | 14.5 | 14.9 | | 14.8 |
| 24 % vacios llenados con C.A. | % | 71.8 | 74.2 | 71.7 | | 72.5 |
| 25 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total | gr/cc. | 2.640 | 2.640 | 2.640 | | |
| 26 C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total | % | 0.84 | 0.84 | 0.84 | | |
| 27 % de Asfalto Efectivo (1-26) | % | 4.66 | 4.66 | 4.66 | | |
| 28 Flujo | cm. | 0.41 | 0.36 | 0.34 | | 0.37 |
| 29 Estabilidad sin corregir | | 1128 | 1216 | 1300 | | |
| 30 Factor de Estabilidad | | 0.96 | 1.00 | 0.96 | | |
| 31 Estabilidad corregida (27*28) | kg. | 1083 | 1216 | 1248 | | 1182 |
| 32 Factor de Rigidez (29/26) | kg/cm. | 2617 | 3377 | 3627 | | 3172 |
| Número de Golpes por Capa | | 50 | 50 | 50 | | |

OBSERVACIONES:


Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 11067



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|------------------|--|--------------------|----------------|
| TESIS | : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° | CC-CAPM-DMA-01 |
| SOLICITA | : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° | 03 de 13 |
| UBICACIÓN | : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | 21/01/2023 |

FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS
AASHTO T 245 / ASTM D 1559
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 5.00

| Identificación muestra | | Und | 01 |
|--|--|----------------|--------------|
| 1.- | Peso del material | gr. | 1240.0 |
| 2.- | Peso agua + frasco | gr. | 8512.0 |
| 3.- | Peso agua + frasco + material (1+2) | gr. | 9752.0 |
| 4.- | Peso agua + frasco + material (ensayo) | gr. | 9246.0 |
| 5.- | Volumen (3-4) | gr. | 506.0 |
| Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³ | | gr./cm3 | 2.451 |

Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 215067



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com


Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales
KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|------------------|---|--------------------|----------------|
| TESIS | : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° | CC-CAPM-DMA-01 |
| SOLICITA | : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° | 02 de 13 |
| UBICACIÓN | : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | 21/01/2023 |

FORMATO DE ENSAYO MARSHALL
MTC E-504 ASTM D-1559

| PORCENTAJES DE DISEÑO | |
|-----------------------|--------|
| Piedra Chancada | 43.0% |
| Arena Chancada | 0.0% |
| Arena Zarandeada | 57.0% |
| Filler | 0.0% |
| Σ Suma | 100.0% |
| C.A. (PEN) | 60-70 |

| Lectura dial | Lectura calibración | Flujo (0.01 mm) |
|--------------|---------------------|-----------------|
| 1322.2 | 1322.21 | 317 |
| 1243.4 | 1243.41 | 332 |
| 1296.8 | 1296.81 | 321 |

| Número de Probetas | N° | 1 | 2 | 3 | 4 | Promedio |
|---|--------|--------|--------|--------|---|----------|
| 1 % C.A. en peso de la Mezcla | % | 5.00 | 5.00 | 5.00 | | |
| 2 % de Piedra chancada en Peso de la Mezcla | % | 40.85 | 40.85 | 40.85 | | |
| 3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla | % | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| 4 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla | % | 54.15 | 54.15 | 54.15 | | |
| 5 % de Arena Fina en peso de la Mezcla | % | | | | | |
| 6 % de Filler en Peso de la Mezcla | % | | | | | |
| 7 Peso Especifico Aparente de C.A. | gr/cc. | 1.026 | 1.026 | 1.026 | | |
| 8 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk | gr/cc. | 2.706 | 2.706 | 2.706 | | |
| 9 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk | gr/cc. | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| 10 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk | gr/cc. | 2.500 | 2.500 | 2.500 | | |
| 11 Peso Especifico Arena Fina -Bulk | gr/cc. | | | | | |
| 12 Peso Especifico del filler-Aparente | gr/cc. | | | | | |
| 13 Altura Promedio de la Probeta | cm. | | | | | |
| 14 Peso de la briquea en el Aire | gr. | 1217.7 | 1216.9 | 1218.7 | | |
| 15 Peso de la briquea Saturada | gr. | 1221.2 | 1220.2 | 1221.9 | | |
| 16 Peso de la briquea en el Agua | gr. | 696.0 | 697.0 | 699.0 | | |
| 17 Volumen de la briquea por desplazamiento (15-16) | c.c. | 525.2 | 523.2 | 522.9 | | 523.8 |
| 18 Peso Especifico de la Probeta (14/17) | gr/cc. | 2.319 | 2.326 | 2.331 | | 2.325 |
| 19 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041 | gr/cc. | 2.451 | 2.451 | 2.451 | | |
| 20 Peso Especifico Máximo (Teórico) | gr/cc. | 2.402 | 2.402 | 2.402 | | |
| 21 % de Vacios | % | 5.4 | 5.1 | 4.9 | | 5.1 |
| 22 Peso Especifico Bulk del Agregado Total | gr/cc. | 2.585 | 2.585 | 2.585 | | |
| 23 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral | % | 14.8 | 14.5 | 14.3 | | 14.5 |
| 24 % vacios llenados con C.A. | % | 63.5 | 64.9 | 65.9 | | 64.8 |
| 25 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total | gr/cc. | 2.644 | 2.644 | 2.644 | | |
| 26 C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total | % | 0.89 | 0.89 | 0.89 | | |
| 27 % de Asfalto Efectivo (1-26) | % | 4.11 | 4.11 | 4.11 | | |
| 28 Flujo | cm. | 0.32 | 0.33 | 0.32 | | 0.32 |
| 29 Estabilidad sin corregir | | 1322 | 1243 | 1297 | | |
| 30 Factor de Estabilidad | | 0.96 | 0.96 | 1.00 | | |
| 31 Estabilidad corregida (27*28) | kg. | 1269 | 1194 | 1297 | | 1253 |
| 32 Factor de Rigidez (29/26) | kg/cm. | 4005 | 3592 | 4039 | | 3875 |
| Número de Golpes por Capa | | 50 | 50 | 50 | | |

OBSERVACIONES:


 Víctor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 18067

 Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|--------------------|--|--------------------|----------------|
| TESIS : | EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° | CC-CAPM-DMA-01 |
| SOLICITA : | BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° | 01 de 13 |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | 21/01/2023 |

FORMATO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E - 204)
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MÉTODO MARSHALL

| Tamiz | Abertura (mm) | Piedra Chancada La Sorpresa | Arena Chancada | Arena Zarandeada La Cumbre | Filler (%) | Especificaciones | | Observaciones |
|------------------------|---------------|-----------------------------|----------------|----------------------------|------------|------------------|----------|---------------|
| | | | | | | MAC 2 | | |
| % Combinaciones | | 43 | 0 | 57 | | 100 | | |
| 3" | 75.000 | | | | | | | |
| 2 1/2" | 63.000 | | | | | | | |
| 2" | 50.000 | | | | | | | |
| 1 1/2" | 37.500 | | | | | 100 | | |
| 1" | 25.000 | 100.00 | | 100.00 | | 100.0 | | |
| 3/4" | 19.000 | 100.00 | | 100.00 | | 100.0 | 100 | |
| 1/2" | 12.500 | 56.38 | | 100.00 | | 81.2 | 80 - 100 | |
| 3/8" | 9.500 | 27.45 | | 100.00 | | 68.8 | 70 - 88 | |
| 1/4" | 6.300 | | | | | | | |
| No4 | 4.750 | 3.19 | | 100.00 | | 58.4 | 51 - 68 | |
| No8 | 2.360 | 0.29 | | 87.14 | | 49.8 | | |
| No10 | 2.000 | 0.00 | | 81.75 | | 46.6 | 38 - 52 | % Agregados |
| No16 | 1.180 | 0.00 | | 61.23 | | 34.9 | | |
| No20 | 0.850 | | | | | | | % Grava: 41.6 |
| No30 | 0.600 | | | 43.03 | | 24.5 | | % Arena: 52.8 |
| No40 | 0.425 | | | 31.03 | | 17.7 | 17 - 28 | % Fino: 5.5 |
| No50 | 0.300 | | | 26.01 | | 14.8 | | |
| No60 | 0.250 | | | | | | | Observaciones |
| No80 | 0.180 | | | 19.18 | | 10.9 | 8 - 17 | |
| No100 | 0.150 | | | 14.19 | | 8.1 | | |
| No200 | 0.075 | | | 9.69 | | 5.5 | 4 - 8 | |
| PASA | | | | | | | | |



Observaciones:

KAE Ingeniería
Vicente Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 16087



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

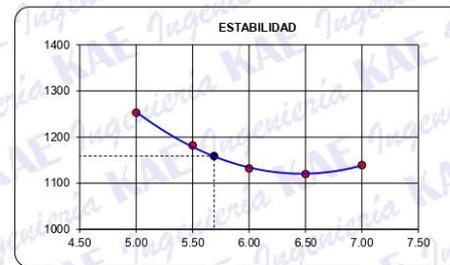
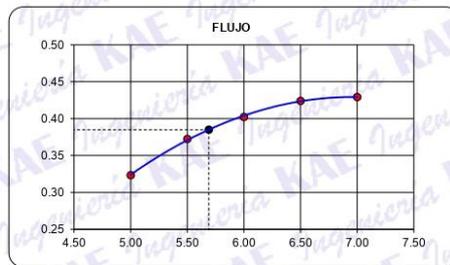
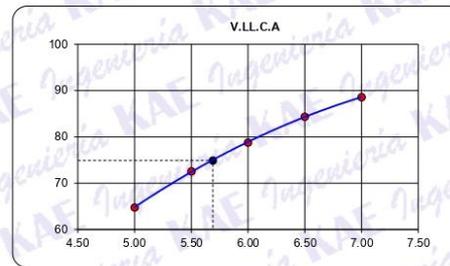
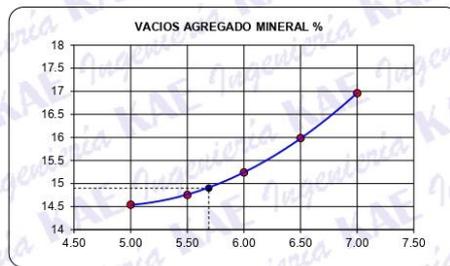
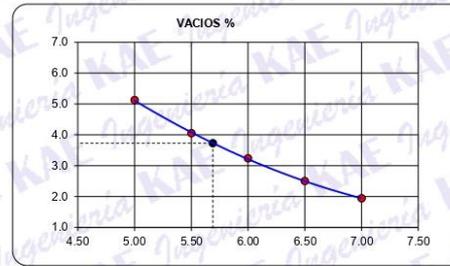
Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|------------------|---|--------------------|----------------|
| TESIS | EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° | CC-CAPM-DMA-01 |
| SOLICITA | BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° | 12 de 13 |
| UBICACIÓN | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | 21/01/2023 |

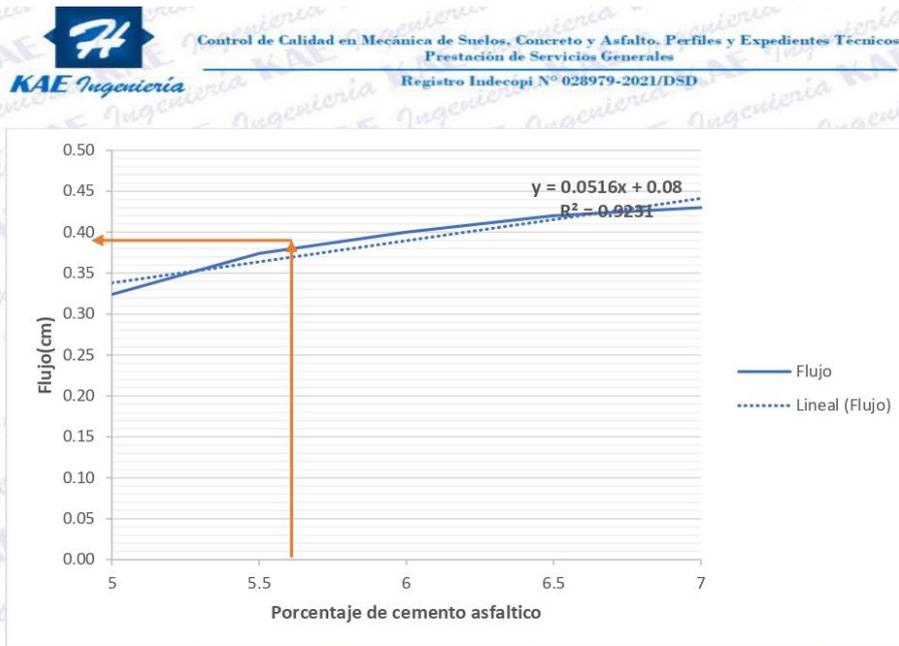
REPRESENTACION GRÁFICA DEL DISEÑO ASFÁLTICO MÉTODO MARSHALL

AASHTO T 245 / ASTM D 1559

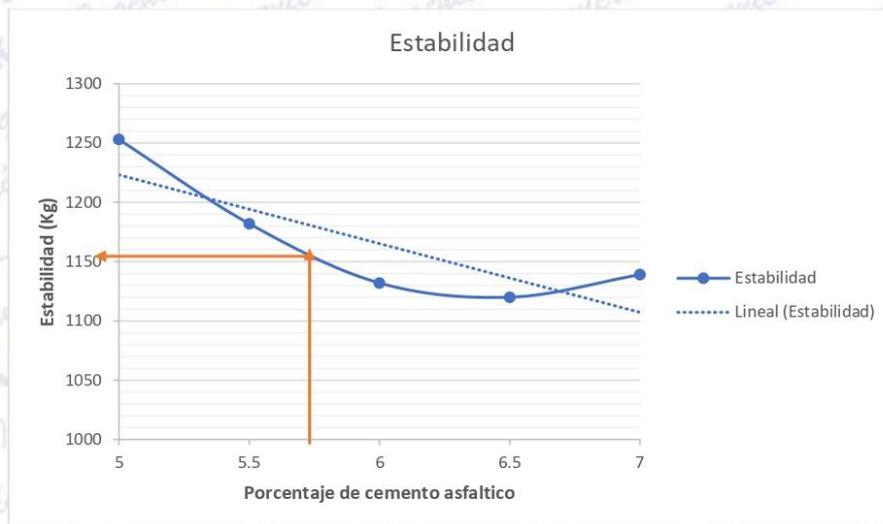


KAE Ingeniería
Vº Bº
GERENCIA
Hector Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIV. N° 16087

Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



Al emplear el valor de 5.69 obtenido de la gráfica anterior en la ecuación de la recta y evaluar la gráfica correspondiente, se concluye que el flujo es de 0.39 cm, equivalente al 15.4 mm. Según la norma de las "Especificaciones Técnicas Generales de Construcción" del Manual de Carreteras en la página 570, se establece que el flujo debe situarse en un rango de 8-16 mm. Por lo que está cumpliendo con esta condición.



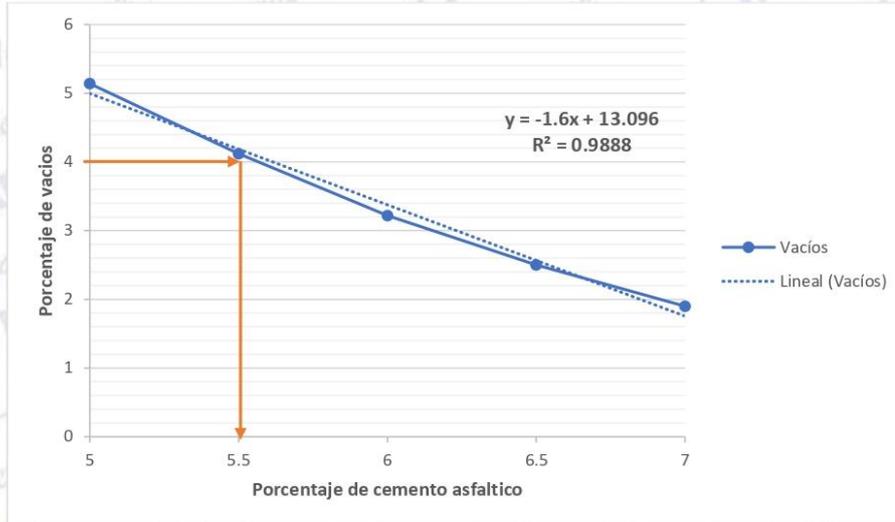
Al emplear el valor de 5.69 anterior en la gráfica correspondiente, se concluye que la estabilidad es de 1159 Kg, equivalente al 11.36 KN. Según la norma de las "Especificaciones Técnicas Generales de Construcción" del Manual de Carreteras en la página 570, se establece que la estabilidad debe ser mínima 5.44 KN. Por lo que está cumpliendo con esta condición.



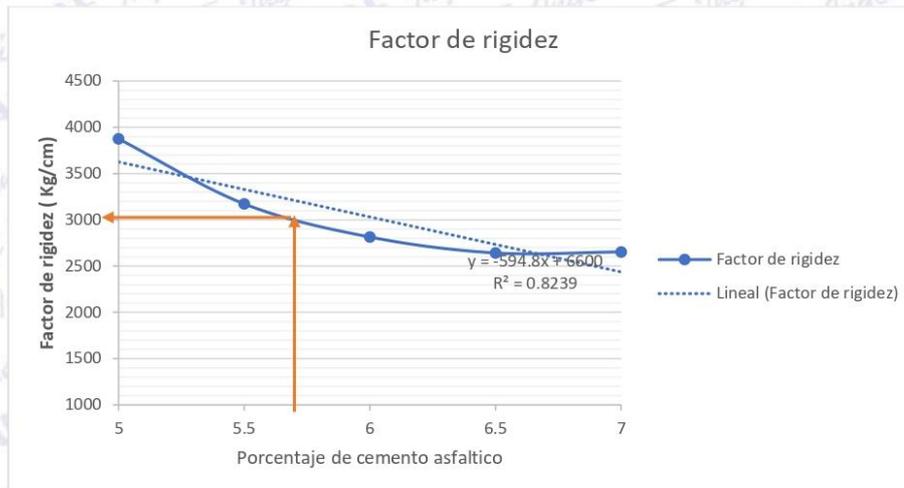
Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

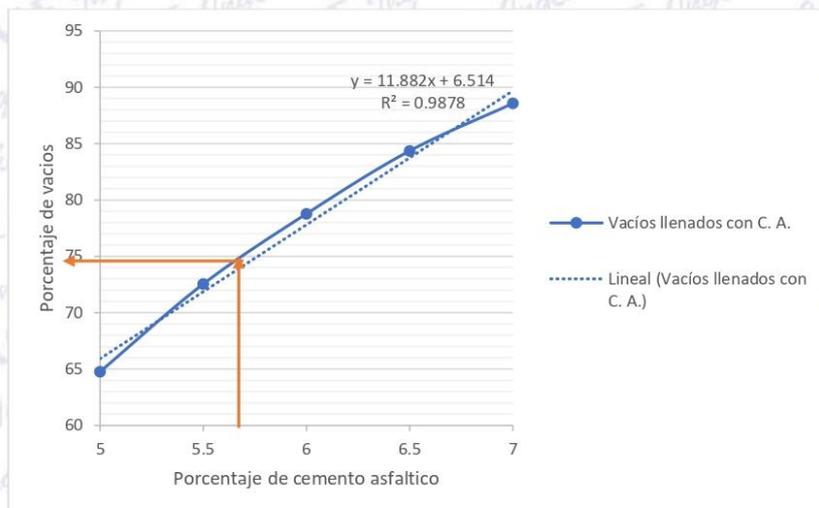
| | | | |
|-------------|--|-------------|----------------|
| TESIS : | EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° | CC-CAPM-DMA-01 |
| | | PÁGINA N° | 01 de 13 |
| SOLICITA : | BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | | |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | 21/01/2023 |



Según la norma de las "Especificaciones Técnicas Generales de Construcción" del Manual de Carreteras en la página 570, se establece que el porcentaje de vacíos debe encontrarse en un rango de 3-5%. En este contexto, se asume un valor promedio de porcentaje de vacíos de "4". Al aplicar esta cifra a la ecuación de la recta y considerar la gráfica correspondiente, se determina que el porcentaje de cemento asfáltico adecuado es de 5.69.



Al emplear el valor de 5.69 anterior en la gráfica correspondiente, se concluye que el factor de rigidez es de 3032 Kg/cm. Según la norma de las "Especificaciones Técnicas Generales de Construcción" del Manual de Carreteras en la página 570, se establece que la estabilidad debe encontrarse en un rango de 1700-4000 kg/cm. Por lo que está cumpliendo con esta condición.



Al emplear el valor de 5.69 anterior en la gráfica correspondiente, se concluye que el porcentaje de vacíos es de 74.9%. Según la norma de las "Especificaciones Técnicas Generales de Construcción" del Manual de Carreteras en la página 570, se establece que la estabilidad debe encontrarse en un rango de 60-130 %. Por lo que está cumpliendo con esta condición.



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|------------------|---|--------------------|----------------|
| TESIS | : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° | CC-CAPM-DMA-01 |
| SOLICITA | : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° | 13 de 13 |
| UBICACIÓN | : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | 21/01/2023 |

**RESUMEN DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MÉTODO MARSHALL
AASHTO T 245 / ASTM D 1559**

| CUADRO RESUMEN CON PORCENTAJE DE C. A. | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| % Cemento Asfáltico en peso | 5.00 | 5.50 | 6.00 | 6.50 | 7.00 |
| Peso específico Probeta | 2.325 | 2.332 | 2.331 | 2.322 | 2.308 |
| Vacios | 5.1 | 4.1 | 3.2 | 2.5 | 1.9 |
| Vacios Agregado Mineral | 14.54 | 14.75 | 15.24 | 15.99 | 16.96 |
| Vacios llenados con C. A. | 64.77 | 72.55 | 78.78 | 84.36 | 88.57 |
| Flujo | 0.32 | 0.37 | 0.40 | 0.42 | 0.43 |
| Estabilidad | 1253 | 1182 | 1132 | 1120 | 1139 |
| Factor de rigidez | 3875 | 3172 | 2814 | 2642 | 2653 |
| Estab./Fluencia | 3875 | 3172 | 2814 | 2642 | 2653 |

| RESULTADOS Y CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA | | | | | |
|---|-------|-------------------|-------|-------------------|--|
| Numero de golpes en cada cara de la probeta | 50.00 | | 50.00 | | |
| % Cemento Asfáltico en peso | 5.69 | % | 5.69 | % | |
| Peso unitario Probeta | 2.332 | g/cm ³ | 2.332 | g/cm ³ | |
| Vacios | 3.73 | % | 3.73 | % | |
| Vacios Agregado Mineral | 14.90 | % | 14.90 | % | |
| Vacios llenados con C. A. | 74.90 | % | 74.90 | % | |
| Flujo, 0.25 mm | 0.39 | cm | 15.40 | mm | |
| Estabilidad | 1159 | kg | 11.36 | kN | |
| Factor de rigidez | 3032 | kg/cm | 3032 | kg/cm | |


Victor Alfonso
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 116087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | |
|---|--------------------------------|
| TESIS : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° : CC-CAPM-DMA-P-01 |
| SOLICITA : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° : 04 de 04 |
| UBICACIÓN : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA : 11/02/2023 |

EFFECTO DE HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFÁLTICAS
MTC E-518 / ASTM D-4867 / AASHTO T-283 LOTTMAN MODIFICADO

| N° Probetas | | 04 | 05 | 06 | 01 | 02 | 03 | |
|---|--------|----------------|---------|--------|----------------------|--------|--------|------|
| % cemento asfáltico: | 5.69% | Grupo Saturado | | | Grupo Seco | | | |
| N° golpes por cara: | 17.0 | | | | | | | |
| A Diametro | cm | 10.08 | 1012.00 | 10.13 | 10.15 | 10.14 | 10.18 | |
| B Espesor | cm | 6.15 | 6.08 | 6.25 | 6.06 | 6.13 | 6.12 | |
| C Peso Probeta al Aire | gr | 1232.3 | 1230.2 | 1226.3 | 1232.6 | 1238.7 | 1231.2 | |
| D Peso de la Probeta Saturada | gr | 1233.2 | 1231.3 | 1227.3 | 1233.8 | 1238.9 | 1233.2 | |
| E Peso de la Probeta en el Agua | gr | 696.2 | 692.3 | 681.3 | 705.2 | 706.3 | 709.3 | |
| F Volumen de la Probeta (D-E) | cc | 537.0 | 539.0 | 546.0 | 528.6 | 532.6 | 523.9 | |
| G Peso Especifico Bulk de la Probeta (C-F) | gr/cc | 2.295 | 2.282 | 2.246 | 2.332 | 2.326 | 2.350 | |
| H Peso Especifico Maximo (RICE) | gr/cc | 2.527 | 2.527 | 2.527 | 2.527 | 2.527 | 2.527 | |
| I % Vacios 100*((H-G)/H) | % | 9.19 | 9.68 | 11.12 | 10.0 | 7.72 | 7.96 | 7.00 |
| J Volumen de Vacios (F-I)/100 | cc | 49.35 | 52.18 | 60.72 | 40.83 | 42.41 | 36.68 | |
| MUESTRA SATURADA EN VACIO 19 A 28" Hg. de 5 a 15min. Agua destilada 25°C | | | | | | | | |
| K Peso de la Probeta Saturada | gr | 1236.8 | 1236.5 | 1238.6 | NO SE EJECUTA | | | |
| L Peso de la Probeta en el Agua | gr | 695.0 | 696.3 | 656.3 | | | | |
| M Volumen de la Probeta (K-L) | cc | 541.8 | 540.2 | 582.3 | | | | |
| N Volumen de agua de Absorción (K-C) | cc | 4.5 | 6.3 | 12.3 | | | | |
| O Saturación (100*N)/J | % | 9.1 | 12.1 | 20.3 | | | | 13.8 |
| P Hinchamiento 100*((M-F)/F) | % | 0.89 | 0.22 | 6.65 | | | | |
| CONDICION DE SATURACION A 24Hrs. Baño Maria 60°C | | | | | | | | |
| Q Espesor | cm | 6.52 | 6.58 | 6.41 | | | | |
| R Peso de la Probeta Saturada | gr | 1233.3 | 1233.8 | 1232.6 | | | | |
| S Peso de la Probeta en el Agua | gr | 695.0 | 690.0 | 682.0 | | | | |
| T Volumen de la Probeta (R-S) | cc | 538.3 | 543.8 | 550.6 | | | | |
| U Volumen de agua de Absorción (R-C) | cc | 1.0 | 3.6 | 6.3 | | | | |
| V Saturación (100*U)/J | % | 2.0 | 6.9 | 10.4 | | | | |
| W Hinchamiento 100*((T-F)/F) | % | 0.24 | 0.89 | 0.84 | | | | |
| X Carga de Tracción Indirecta | kg | 335 | 342 | 352 | 302 | 285 | 295 | |
| Y Resistencia Seca (2*X)/(A*B*π) | kg/cm² | 3.44 | 0.04 | 3.54 | 3.13 | 2.919 | 3.01 | |
| Z Resistencia Humedad (2*X)/(A*Q*π) | kg/cm² | 3.25 | 0.03 | 3.45 | 2.2 | | | |
| Resistencia Retenida | | | | | | | | |
| Daños en la Mezcla | | | | | | | | |
| TSR | % | 74.3 | | | | | | |

Observaciones Muestra saturada en vacío realizado por 15 min. a 25° Hg.
Saturación mayor a 55 y menor a 80.
TSR = 70% mínimo

Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CH. N° 15007



Pje. Fátima - Mz. Y°, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

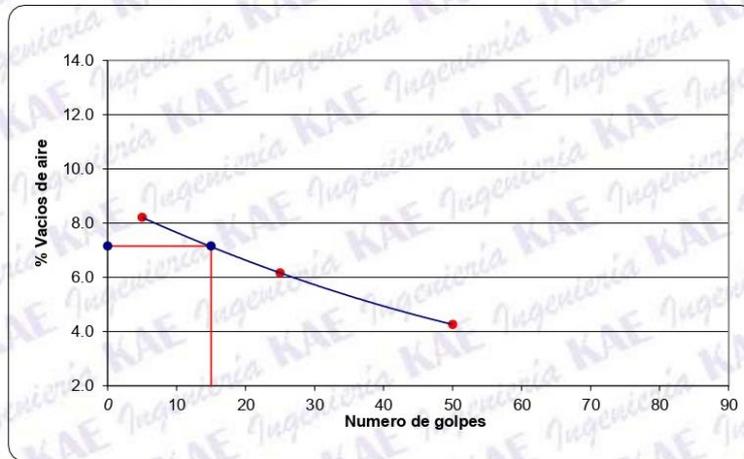
Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|--------------------|--|----------------------|------------------|
| TESIS : | EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° : | CC-CAPM-DMA-P-01 |
| SOLICITA : | BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° : | 03 de 04 |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA : | 11/02/2023 |

GRAFICO DE COMPACTACION VARIABLE

| N° golpes | % vacios |
|-----------|----------|
| 50 | 4.26 |
| 25 | 6.16 |
| 5 | 8.21 |

| N° golpes | % vacios |
|-----------|----------|
| 17 | 7.15 |



Observaciones

Víctor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CH. N° 15087



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | |
|---|---------------------------------------|
| TESIS : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° : CC-CAPM-DMA-P-01 |
| SOLICITA : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRIQUEZ | PÁGINA N° : 02 de 04 |
| UBICACIÓN : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA : 11/02/2023 |

COMPACTACION VARIABLE

| N° Probetas | | | 01 | 02 | 03 | Promedio |
|----------------------|--|-------|--------|--------|--------|----------|
| % cemento asfáltico: | | | 5.69% | | | |
| N° golpes por cara: | | | 50 | | | |
| A | Espesor | cm | | | | |
| B | Peso Probeta al Aire | gr | 1232.3 | 1235.6 | 1230.5 | |
| C | Peso de la Probeta Saturada | gr | 1233.5 | 1236.4 | 1232.2 | |
| D | Peso de la Probeta en el Agua | gr | 724.5 | 723.9 | 725.6 | |
| E | Volumen de la Probeta (B-C) | cc | 509.0 | 512.5 | 506.6 | |
| F | Peso Especifico Bulk de la Probeta (B/D) | gr/cc | 2.421 | 2.411 | 2.429 | 2.420 |
| G | Peso Especifico Maximo (RICE) | gr/cc | 2.528 | 2.528 | 2.528 | |
| H | % Vacios $100*((F-E)/F)$ | % | 4.23 | 4.63 | 3.92 | 4.26 |

| N° Probetas | | | 01 | 02 | 03 | Promedio |
|----------------------|--|-------|-------|----|----|----------|
| % cemento asfáltico: | | | 5.69% | | | |
| N° golpes por cara: | | | 75 | | | |
| A | Espesor | cm | | | | |
| B | Peso Probeta al Aire | gr | | | | |
| C | Peso de la Probeta Saturada | gr | | | | |
| D | Peso de la Probeta en el Agua | gr | | | | |
| E | Volumen de la Probeta (B-C) | cc | | | | |
| F | Peso Especifico Bulk de la Probeta (B/D) | gr/cc | | | | |
| G | Peso Especifico Maximo (RICE) | gr/cc | | | | |
| H | % Vacios $100*((F-E)/F)$ | % | | | | |

NO SE EJECUTA

Observaciones

KAE Ingeniería
Víctor Alfonso Herrera Lozano
INGENIERO CIVIL
REG. COPI N° 15087



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com


KAE Ingeniería

 Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
 Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

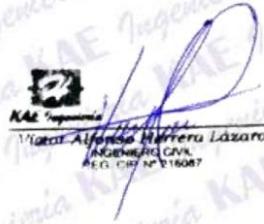
| | | | |
|------------------|--|--------------------|--------------------|
| TESIS | : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° | : CG-CAPM-DMA-P-01 |
| SOLICITA | : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° | : 01 de 04 |
| UBICACIÓN | : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | : 11/02/2023 |

COMPACTACION VARIABLE

| N° Probetas | | 01 | 02 | 03 | Promedio |
|-------------|--|-------|--------|--------|-------------|
| | % cemento asfáltico: 5.69% | | | | |
| | N° golpes por cara: 5 | | | | |
| A | Espesor | cm | | | |
| B | Peso Probeta al Aire | gr | 1238.3 | 1236.5 | 1234.6 |
| C | Peso de la Probeta Saturada | gr | 1239.8 | 1237.4 | 1236.2 |
| D | Peso de la Probeta en el Agua | gr | 705.0 | 705.6 | 704.3 |
| E | Volumen de la Probeta (B-C) | cc | 534.8 | 531.8 | 531.9 |
| F | Peso Específico Bulk de la Probeta (B/D) | gr/cc | 2.315 | 2.325 | 2.321 |
| G | Peso Específico Máximo (RICE) | gr/cc | 2.528 | 2.528 | 2.528 |
| H | % Vacíos $100*((F-E)/F)$ | % | 8.41 | 8.03 | 8.18 |
| | | | | | 8.21 |

| N° Probetas | | 01 | 02 | 03 | Promedio |
|-------------|--|-------|--------|--------|-------------|
| | % cemento asfáltico: 5.69% | | | | |
| | N° golpes por cara: 25 | | | | |
| A | Espesor | cm | | | |
| B | Peso Probeta al Aire | gr | 1234.6 | 1235.8 | 1237.6 |
| C | Peso de la Probeta Saturada | gr | 1234.9 | 1236.5 | 1237.5 |
| D | Peso de la Probeta en el Agua | gr | 715.0 | 716.5 | 714.3 |
| E | Volumen de la Probeta (B-C) | cc | 519.9 | 520.0 | 523.2 |
| F | Peso Específico Bulk de la Probeta (B/D) | gr/cc | 2.375 | 2.377 | 2.365 |
| G | Peso Específico Máximo (RICE) | gr/cc | 2.528 | 2.528 | 2.528 |
| H | % Vacíos $100*((F-E)/F)$ | % | 6.06 | 5.99 | 6.43 |
| | | | | | 6.16 |

Observaciones



Miguel Alfonso Herrera Lázaro
 ASESORADO CIVIL
 R.E.C. CHS N° 116087


 Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com

7.6 Anexo 06 – Diseño de mezcla asfáltica modificada-Método Marshall



KAE Ingeniería

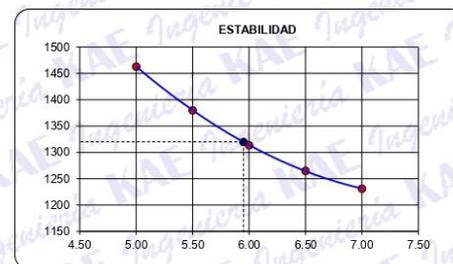
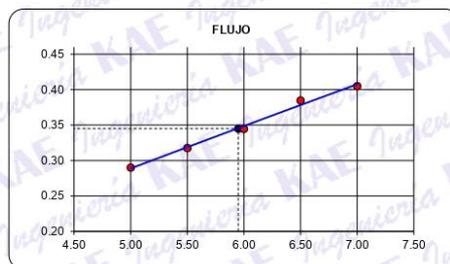
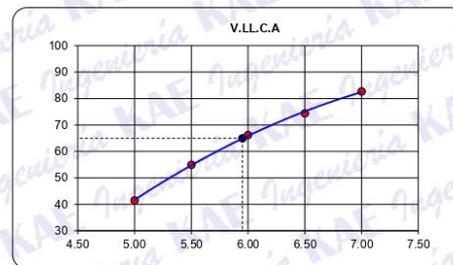
Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|------------------|--|--------------------|----------------|
| TESIS | EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° | CC-CAPM-DMA-02 |
| SOLICITA | BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° | 12 de 13 |
| UBICACIÓN | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | 11/02/2023 |

REPRESENTACION GRÁFICA DEL DISEÑO ASFÁLTICO MÉTODO MARSHALL

AASHTO T 245 / ASTM D 1559



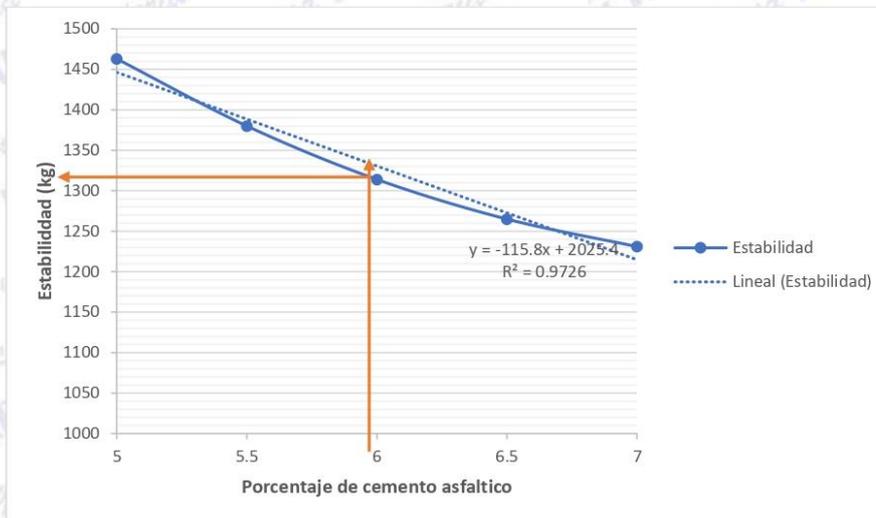
KAE INGENIERÍA
V.B.
GERENCIA

Vicent Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 18067

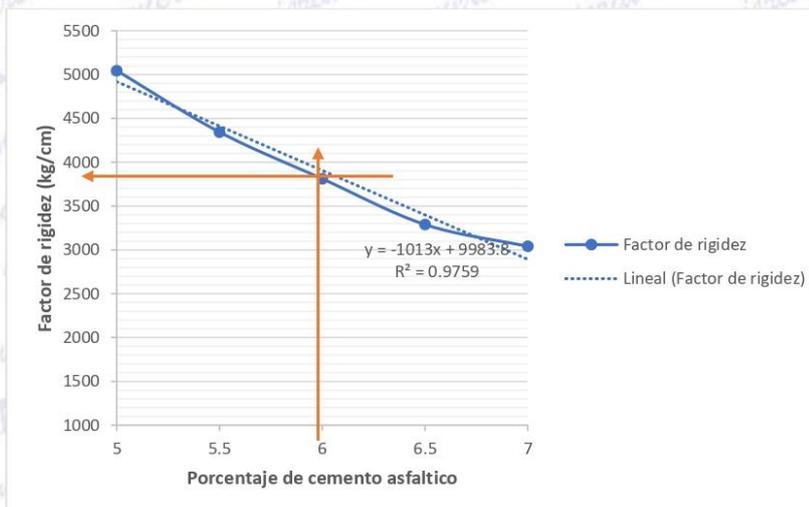
Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



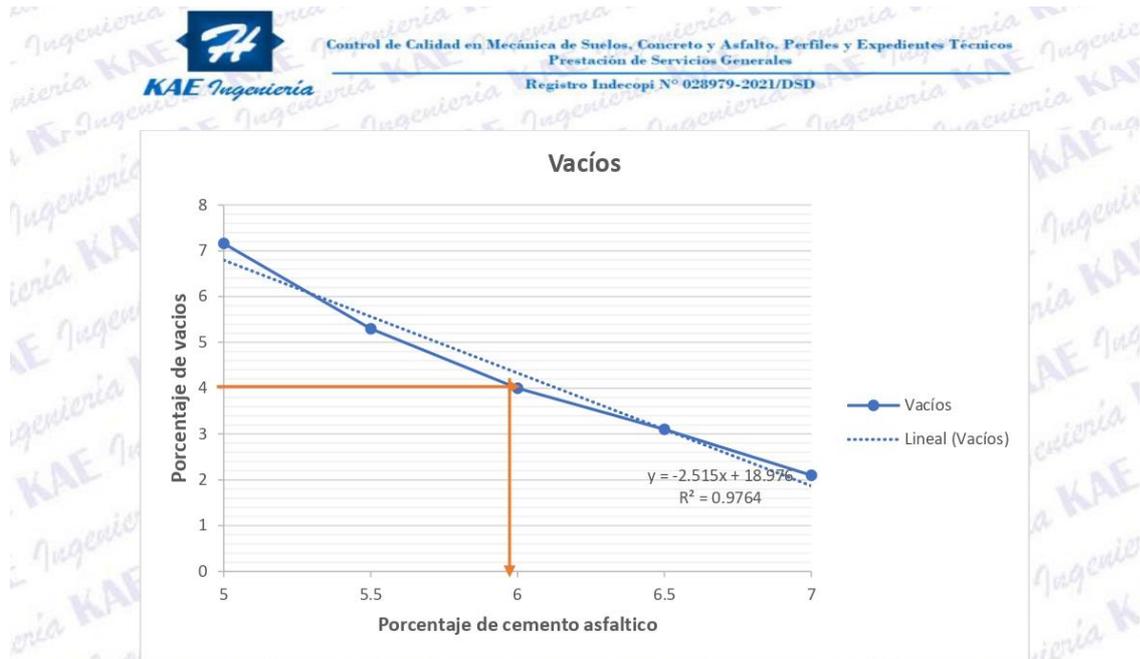
Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales
Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD



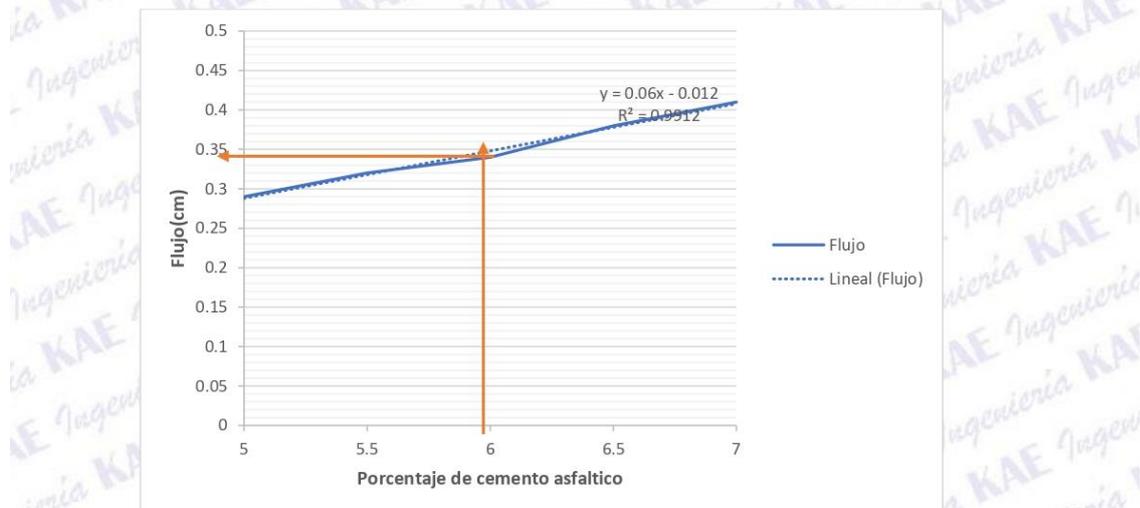
Al emplear el valor de 5.95 en la gráfica correspondiente, se concluye que la estabilidad es de 1320Kg, equivalente al 12.94 KN. Según la norma de las "Especificaciones Técnicas Generales de Construcción" del Manual de Carreteras en la página 570, se establece que la estabilidad debe ser mínima 5.44 KN. Por lo que está cumpliendo con esta condición.



Al emplear el valor de 5.95 anterior en la gráfica correspondiente, se concluye que el factor de rigidez es de 3800 Kg/cm. Según la norma de las "Especificaciones Técnicas Generales de Construcción" del Manual de Carreteras en la página 570, se establece que la estabilidad



Según la norma de las "Especificaciones Técnicas Generales de Construcción" del Manual de Carreteras en la página 570, se establece que el porcentaje de vacíos debe encontrarse en un rango de 3-5%. En este contexto, se asume un valor promedio de porcentaje de vacíos de "4". Al aplicar esta cifra a la ecuación de la recta y considerar la gráfica correspondiente, se determina que el porcentaje de cemento asfáltico adecuado es de 5.95.

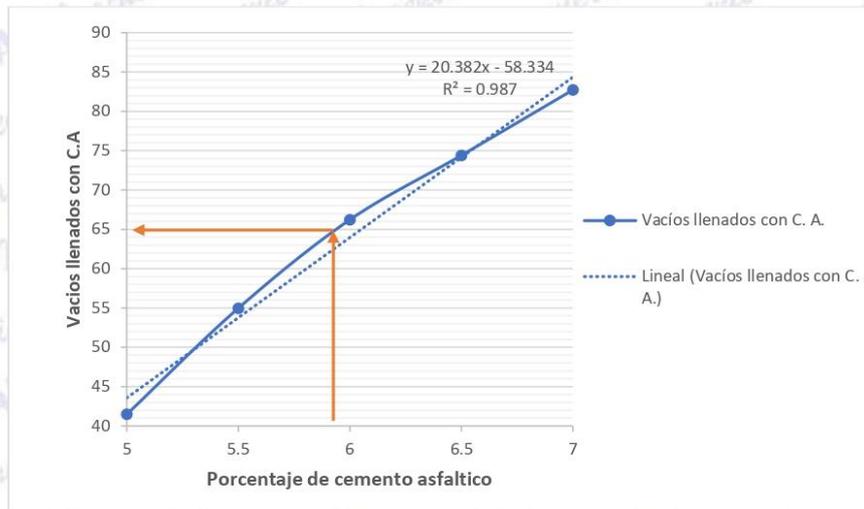


Al emplear el valor de 5.95 obtenido de la gráfica anterior en la ecuación de la recta y evaluar la gráfica correspondiente, se concluye que el flujo es de 0.345 cm, equivalente a 13.80 mm. Según la norma de las "Especificaciones Técnicas Generales de Construcción" del Manual de Carreteras en la página 570, se establece que el flujo debe situarse en un rango de 8-16. Por lo que está cumpliendo con esta condición.



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales
Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

debe encontrarse en un rango de 1700-4000 kg/cm. Por lo que está cumpliendo con esta condición.



Al emplear el valor de 5.95 anterior en la gráfica correspondiente, se concluye que el porcentaje de vacíos es de 65%. Según la norma de las "Especificaciones Técnicas Generales de Construcción" del Manual de Carreteras en la página 570, se establece que la estabilidad debe encontrarse en un rango de 60-130 %. Por lo que está cumpliendo con esta condición.



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|------------------|---|--------------------|----------------|
| TESIS | EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° | CC-CAPM-DMA-02 |
| SOLICITA | : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° | 11 de 13 |
| UBICACIÓN | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | 11/02/2023 |

**FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS
AASHTO T 245 / ASTM D 1559
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico Modificado (BETUTEIC) (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 7.00

| Identificación muestra | | Und | 01 |
|--|--|----------------|--------------|
| 1.- | Peso del material | gr. | 1249.0 |
| 2.- | Peso agua + frasco | gr. | 8450.0 |
| 3.- | Peso agua + frasco + material (1+2) | gr. | 9699.0 |
| 4.- | Peso agua + frasco + material (ensayo) | gr. | 9198.0 |
| 5.- | Volumen (3-4) | gr. | 501.0 |
| Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³ | | gr./cm3 | 2.493 |


KAE Ingeniería
Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 116007



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|------------------|---|--------------------|----------------|
| TESIS | : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° | CC-CAPM-DMA-02 |
| SOLICITA | : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° | 10 de 13 |
| UBICACIÓN | : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | 11/02/2023 |

FORMATO DE ENSAYO MARSHALL

MTC E-504 ASTM D-1559

| PORCENTAJES DE DISEÑO | |
|-----------------------|--------|
| Piedra Chancada | 43.0% |
| Arena Chancada | 0.0% |
| Arena Zarandeada | 57.0% |
| Filler | 0.0% |
| Σ Suma | 100.0% |
| BETUTEC IC | -- |

| Lectura dial | Lectura calibración | Flujo (0,01 mm) |
|--------------|---------------------|-----------------|
| 1185.3 | 1185.31 | 405 |
| 1210.2 | 1210.21 | 410 |
| 1145.5 | 1145.51 | 400 |

| Número de Probetas | N° | 1 | 2 | 3 | Promedio |
|---|--------|--------|--------|--------|----------|
| 1 % C.A. en peso de la Mezcla | % | 7.00 | 7.00 | 7.00 | |
| 2 %de Piedra chancada en Peso de la Mezcla | % | 39.99 | 39.99 | 39.99 | |
| 3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla | % | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 4 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla | % | 53.01 | 53.01 | 53.01 | |
| 5 % de Arena Fina en peso de la Mezcla | % | | | | |
| 6 % de Filler en Peso de la Mezcla | % | | | | |
| 7 Peso Especifico Aparente de C.A. | gr/cc. | 1.026 | 1.026 | 1.026 | |
| 8 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk | gr/cc. | 2.706 | 2.706 | 2.706 | |
| 9 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk | gr/cc. | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| 10 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk | gr/cc. | 2.500 | 2.500 | 2.500 | |
| 11 Peso Especifico Arena Fina -Bulk | gr/cc. | | | | |
| 12 Peso Especifico del filler-Aparente | gr/cc. | | | | |
| 13 Altura Promedio de la Probeta | cm. | | | | |
| 14 Peso de la briquea en el Aire | gr. | 1205.9 | 1235.2 | 1210.8 | |
| 15 Peso de la briquea Saturada | gr. | 1207.6 | 1236.4 | 1212.8 | |
| 16 Peso de la briquea en el Agua | gr. | 716.3 | 727.3 | 716.5 | |
| 17 Volumen de la briquea por desplazamiento (15-16) | c.c. | 491.3 | 509.1 | 496.3 | 498.9 |
| 18 Peso Especifico de la Probeta (14/17) | gr/cc. | 2.455 | 2.426 | 2.440 | 2.440 |
| 19 Peso Especifico Máximo (Rie) ASTM D-2041 | gr/cc. | 2.493 | 2.493 | 2.493 | |
| 20 Peso Especifico Máximo (Teórico) | gr/cc. | 2.336 | 2.336 | 2.336 | |
| 21 % de Vacios | % | 1.5 | 2.7 | 2.1 | 2.1 |
| 22 Peso Especifico Bulk del Agregado Total | gr/cc. | 2.585 | 2.585 | 2.585 | |
| 23 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral | % | 11.7 | 12.7 | 12.2 | 12.2 |
| 24 % vacios llenados con C.A. | % | 86.8 | 78.9 | 82.5 | 82.7 |
| 25 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total | gr/cc. | 2.794 | 2.794 | 2.794 | |
| 26 C.A. Absorvido por el Peso del Agregado Total | % | 2.97 | 2.97 | 2.97 | |
| 27 % de Asfalto Efectivo (1-26) | % | 4.03 | 4.03 | 4.03 | |
| 28 Flujo | cm. | 0.41 | 0.41 | 0.40 | 0.41 |
| 29 Estabilidad sin corregir | | 1185 | 1210 | 1146 | |
| 30 Factor de Estabilidad | | 1.09 | 1.00 | 1.04 | |
| 31 Estabilidad corregida (27*28) | kg. | 1292 | 1210 | 1191 | 1231 |
| 32 Factor de Rigidez (29/26) | kg/cm. | 3190 | 2952 | 2978 | 3040 |
| Número de Golpes por Capa | | 50 | 50 | 50 | |

OBSERVACIONES:

Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 116087



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|-----------|--|-------------|----------------|
| TESIS | : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° | CC-CAPM-DMA-02 |
| SOLICITA | : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° | 09 de 13 |
| UBICACIÓN | : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | 11/02/2023 |

FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS
AASHTO T 245 / ASTM D 1559
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico Modificado (BETUTEC IC) (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 6.50

| Identificación muestra | | Und | 01 |
|-----------------------------------|--|---------|--------|
| 1.- | Peso del material | gr. | 1251.0 |
| 2.- | Peso agua + frasco | gr. | 8450.0 |
| 3.- | Peso agua + frasco + material (1+2) | gr. | 9701.0 |
| 4.- | Peso agua + frasco + material (ensayo) | gr. | 9203.0 |
| 5.- | Volumen (3-4) | gr. | 498.0 |
| Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³ | | gr./cm3 | 2.512 |

Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 215067



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|------------------|---|--------------------|----------------|
| TESIS | : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° | CC-CAPM-DMA-02 |
| SOLICITA | : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° | 08 de 13 |
| UBICACIÓN | : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | 11/02/2023 |

FORMATO DE ENSAYO MARSHALL

MTC E-504 ASTM D-1559

| PORCENTAJES DE DISEÑO | |
|-----------------------|--------|
| Piedra Chancada | 43.0% |
| Arena Chancada | 0.0% |
| Arena Zarandeada | 57.0% |
| Filler | 0.0% |
| Σ Suma | 100.0% |
| BETUTEC IC | -- |

| Lectura dial | Lectura calibración | Flujo (0,01 mm) |
|--------------|---------------------|-----------------|
| 1202.3 | 1202.31 | 385 |
| 1225.7 | 1225.71 | 390 |
| 1221.3 | 1221.31 | 379 |

| Número de Probetas | N° | 1 | 2 | 3 | Promedio |
|---|--------|--------|--------|--------|----------|
| 1 % C. A. en peso de la Mezcla | % | 6.50 | 6.50 | 6.50 | |
| 2 % de Piedra chancada en Peso de la Mezcla | % | 40.21 | 40.21 | 40.21 | |
| 3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla | % | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 4 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla | % | 53.30 | 53.30 | 53.30 | |
| 5 % de Arena Fina en peso de la Mezcla | % | | | | |
| 6 % de Filler en Peso de la Mezcla | % | | | | |
| 7 Peso Especifico Aparente de C.A. | gr/cc. | 1.026 | 1.026 | 1.026 | |
| 8 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk | gr/cc. | 2.706 | 2.706 | 2.706 | |
| 9 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk | gr/cc. | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| 10 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk | gr/cc. | 2.500 | 2.500 | 2.500 | |
| 11 Peso Especifico Arena Fina -Bulk | gr/cc. | | | | |
| 12 Peso Especifico del filler-Aparente | gr/cc. | | | | |
| 13 Altura Promedio de la Probeta | cm. | | | | |
| 14 Peso de la briquea en el Aire | gr. | 1235.1 | 1219.6 | 1232.0 | |
| 15 Peso de la briquea Saturada | gr. | 1238.5 | 1222.7 | 1234.8 | |
| 16 Peso de la briquea en el Agua | gr. | 730.2 | 724.6 | 727.3 | |
| 17 Volumen de la briquea por desplazamiento (15-16) | c.c. | 508.3 | 498.1 | 507.5 | 504.6 |
| 18 Peso Especifico de la Probeta (14/17) | gr/cc. | 2.430 | 2.449 | 2.428 | 2.435 |
| 19 Peso Especifico Máximo (Roe) ASTM D-2041 | gr/cc. | 2.512 | 2.512 | 2.512 | |
| 20 Peso Especifico Máximo (Teórico) | gr/cc. | 2.352 | 2.352 | 2.352 | |
| 21 % de Vacios | % | 3.3 | 2.5 | 3.4 | 3.1 |
| 22 Peso Especifico Bulk del Agregado Total | gr/cc. | 2.585 | 2.585 | 2.585 | |
| 23 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral | % | 12.1 | 11.4 | 12.2 | 11.9 |
| 24 % vacios llenados con C.A. | % | 73.0 | 77.9 | 72.4 | 74.4 |
| 25 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total | gr/cc. | 2.793 | 2.793 | 2.793 | |
| 26 C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total | % | 2.97 | 2.97 | 2.97 | |
| 27 % de Asfalto Efectivo (1-26) | % | 3.53 | 3.53 | 3.53 | |
| 28 Flujo | cm. | 0.39 | 0.39 | 0.38 | 0.38 |
| 29 Estabilidad sin corregir | | 1202 | 1226 | 1221 | |
| 30 Factor de Estabilidad | | 1.04 | 1.04 | 1.04 | |
| 31 Estabilidad corregida (27*28) | kg. | 1250 | 1275 | 1270 | 1265 |
| 32 Factor de Rigidez (29/26) | kg/cm. | 3248 | 3269 | 3351 | 3289 |
| Número de Golpes por Capa | | 50 | 50 | 50 | |

OBSERVACIONES:

Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 118007



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|-----------|--|-------------|----------------|
| TESIS | : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° | CC-CAPM-DMA-02 |
| SOLICITA | : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° | 07 de 13 |
| UBICACIÓN | : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | 11/02/2023 |

FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS
AASHTO T 245 / ASTM D 1559
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico Modificado (BETUTEC IC) (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 6.00

| Identificación muestra | | Und | 01 |
|-----------------------------------|--|---------|--------|
| 1.- | Peso del material | gr. | 1256.0 |
| 2.- | Peso agua + frasco | gr. | 8450.0 |
| 3.- | Peso agua + frasco + material (1+2) | gr. | 9706.0 |
| 4.- | Peso agua + frasco + material (ensayo) | gr. | 9209.0 |
| 5.- | Volumen (3-4) | gr. | 497.0 |
| Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³ | | gr./cm3 | 2.527 |

Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.F. N° 216007



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|------------------|---|--------------------|----------------|
| TESIS | : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° | CC-CAPM-DMA-02 |
| SOLICITA | : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° | 06 de 13 |
| UBICACIÓN | : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | 11/02/2023 |

FORMATO DE ENSAYO MARSHALL

MTC E-504 ASTM D-1559

| PORCENTAJES DE DISEÑO | |
|-----------------------|--------|
| Piedra Chancada | 43.0% |
| Arena Chancada | 0.0% |
| Arena Zarandeada | 57.0% |
| Filler | 0.0% |
| Σ Suma | 100.0% |
| BETUTEC IC | -- |

| Lectura dial | Lectura calibración | Flujo (0,01 mm) |
|--------------|---------------------|-----------------|
| 1232.6 | 1232.61 | 338 |
| 1293.7 | 1293.71 | 346 |
| 1262.8 | 1262.81 | 350 |

| Número de Probetas | N° | 1 | 2 | 3 | Promedio |
|---|--------|--------|--------|--------|----------|
| 1 % C. A. en peso de la Mezcla | % | 6.00 | 6.00 | 6.00 | |
| 2 %de Piedra chancada en Peso de la Mezcla | % | 40.42 | 40.42 | 40.42 | |
| 3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla | % | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 4 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla | % | 53.58 | 53.58 | 53.58 | |
| 5 % de Arena Fina en peso de la Mezcla | % | | | | |
| 6 % de Filler en Peso de la Mezcla | % | | | | |
| 7 Peso Especifico Aparente de C.A. | gr/cc. | 1.026 | 1.026 | 1.026 | |
| 8 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk | gr/cc. | 2.706 | 2.706 | 2.706 | |
| 9 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk | gr/cc. | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| 10 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk | gr/cc. | 2.500 | 2.500 | 2.500 | |
| 11 Peso Especifico Arena Fina -Bulk | gr/cc. | | | | |
| 12 Peso Especifico del filler-Aparente | gr/cc. | | | | |
| 13 Altura Promedio de la Probeta | cm. | | | | |
| 14 Peso de la briqueeta en el Aire | gr. | 1225.9 | 1224.2 | 1227.2 | |
| 15 Peso de la briqueeta Saturada | gr. | 1230.3 | 1228.1 | 1229.2 | |
| 16 Peso de la briqueeta en el Agua | gr. | 728.3 | 720.3 | 723.5 | |
| 17 Volumen de la briqueeta por desplazamiento (15-16) | c.c. | 502.0 | 507.8 | 505.7 | 505.2 |
| 18 Peso Especifico de la Probeta (14/17) | gr/cc. | 2.442 | 2.411 | 2.427 | 2.427 |
| 19 Peso Especifico Máximo (Rie) ASTM D-2041 | gr/cc. | 2.527 | 2.527 | 2.527 | |
| 20 Peso Especifico Máximo (Teórico) | gr/cc. | 2.369 | 2.369 | 2.369 | |
| 21 % de Vacios | % | 3.4 | 4.6 | 4.0 | 4.0 |
| 22 Peso Especifico Bulk del Agregado Total | gr/cc. | 2.585 | 2.585 | 2.585 | |
| 23 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral | % | 11.2 | 12.3 | 11.7 | 11.7 |
| 24 % vacios llenados con C.A. | % | 69.9 | 62.6 | 66.2 | 66.2 |
| 25 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total | gr/cc. | 2.787 | 2.787 | 2.787 | |
| 26 C.A. Absorvido por el Peso del Agregado Total | % | 2.89 | 2.89 | 2.89 | |
| 27 % de Asfalto Efectivo (1-26) | % | 3.11 | 3.11 | 3.11 | |
| 28 Flujo | cm. | 0.34 | 0.35 | 0.35 | 0.34 |
| 29 Estabilidad sin corregir | | 1233 | 1294 | 1263 | |
| 30 Factor de Estabilidad | | 1.04 | 1.04 | 1.04 | |
| 31 Estabilidad corregida (27*28) | kg. | 1282 | 1345 | 1313 | 1314 |
| 32 Factor de Rigidez (29/26) | kg/cm. | 3753 | 3889 | 3752 | 3811 |
| Número de Golpes por Capa | | 50 | 50 | 50 | |

OBSERVACIONES:

Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 156087



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|-----------|--|-------------|----------------|
| TESIS | : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° | CC-CAPM-DMA-02 |
| SOLICITA | : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° | 05 de 13 |
| UBICACIÓN | : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | 11/02/2023 |

FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS
AASHTO T 245 / ASTM D 1559
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico Modificado (BETUTECHIC) (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 5.50

| Identificación muestra | | Und | 01 |
|-----------------------------------|--|---------|--------|
| 1.- | Peso del material | gr. | 1253.0 |
| 2.- | Peso agua + frasco | gr. | 8450.0 |
| 3.- | Peso agua + frasco + material (1+2) | gr. | 9703.0 |
| 4.- | Peso agua + frasco + material (ensayo) | gr. | 9211.0 |
| 5.- | Volumen (3-4) | gr. | 492.0 |
| Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³ | | gr./cm3 | 2.547 |

Miguel Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIV. N° 15007



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|------------------|---|--------------------|----------------|
| TESIS | : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° | CC-CAPM-DMA-02 |
| SOLICITA | : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° | 04 de 13 |
| UBICACIÓN | : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | 11/02/2023 |

FORMATO DE ENSAYO MARSHALL

MTC E-504 ASTM D-1559

| PORCENTAJES DE DISEÑO | |
|-----------------------|--------|
| Piedra Chancada | 43.0% |
| Arena Chancada | 0.0% |
| Arena Zarandeada | 57.0% |
| Filler | 0.0% |
| Σ Suma | 100.0% |
| BETUTEC IC | -- |

| Lectura dial | Lectura calibración | Flujo (0,01 mm) |
|--------------|---------------------|-----------------|
| 1309.5 | 1309.51 | 315 |
| 1376.2 | 1376.21 | 318 |
| 1347.8 | 1347.81 | 320 |

| Número de Probetas | N° | 1 | 2 | 3 | Promedio |
|---|--------|--------|--------|--------|----------|
| 1 % C. A. en peso de la Mezcla | % | 5.50 | 5.50 | 5.50 | |
| 2 % de Piedra chancada en Peso de la Mezcla | % | 40.64 | 40.64 | 40.64 | |
| 3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla | % | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 4 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla | % | 53.87 | 53.87 | 53.87 | |
| 5 % de Arena Fina en peso de la Mezcla | % | | | | |
| 6 % de Filler en Peso de la Mezcla | % | | | | |
| 7 Peso Especifico Aparente de C.A. | gr/cc. | 1.026 | 1.026 | 1.026 | |
| 8 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk | gr/cc. | 2.706 | 2.706 | 2.706 | |
| 9 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk | gr/cc. | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| 10 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk | gr/cc. | 2.500 | 2.500 | 2.500 | |
| 11 Peso Especifico Arena Fina -Bulk | gr/cc. | | | | |
| 12 Peso Especifico del filler-Aparente | gr/cc. | | | | |
| 13 Altura Promedio de la Probeta | cm. | | | | |
| 14 Peso de la briquea en el Aire | gr. | 1226.0 | 1235.0 | 1224.2 | |
| 15 Peso de la briquea Saturada | gr. | 1229.5 | 1238.4 | 1228.7 | |
| 16 Peso de la briquea en el Agua | gr. | 721.3 | 724.5 | 722.1 | |
| 17 Volumen de la briquea por desplazamiento (15-16) | c.c. | 508.2 | 513.9 | 506.6 | 509.6 |
| 18 Peso Especifico de la Probeta (14/17) | gr/cc. | 2.412 | 2.403 | 2.417 | 2.411 |
| 19 Peso Especifico Máximo (Roe) ASTM D-2041 | gr/cc. | 2.547 | 2.547 | 2.547 | |
| 20 Peso Especifico Máximo (Teórico) | gr/cc. | 2.385 | 2.385 | 2.385 | |
| 21 % de Vacios | % | 5.3 | 5.6 | 5.1 | 5.3 |
| 22 Peso Especifico Bulk del Agregado Total | gr/cc. | 2.585 | 2.585 | 2.585 | |
| 23 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral | % | 11.8 | 12.1 | 11.6 | 11.9 |
| 24 % vacios llenados con C.A. | % | 55.3 | 53.5 | 56.1 | 55.0 |
| 25 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total | gr/cc. | 2.787 | 2.787 | 2.787 | |
| 26 C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total | % | 2.89 | 2.89 | 2.89 | |
| 27 % de Asfalto Efectivo (1-26) | % | 2.61 | 2.61 | 2.61 | |
| 28 Flujo | cm. | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 |
| 29 Estabilidad sin corregir | | 1310 | 1376 | 1348 | |
| 30 Factor de Estabilidad | | 1.04 | 1.00 | 1.04 | |
| 31 Estabilidad corregida (27*28) | kg. | 1362 | 1376 | 1402 | 1380 |
| 32 Factor de Rigidez (29/26) | kg/cm. | 4323 | 4328 | 4380 | 4344 |
| Número de Golpes por Capa | | 50 | 50 | 50 | |

OBSERVACIONES:

KAE Ingeniería
Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 16007



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|-----------|--|-------------|----------------|
| TESIS | : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° | CC-CAPM-DMA-02 |
| SOLICITA | : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° | 03 de 13 |
| UBICACIÓN | : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | 11/02/2023 |

FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS
AASHTO T 245 / ASTM D 1559
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico Modificado (BETUTEC IC) (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 5.00

| Identificación muestra | | Und | 01 |
|--|--|----------------|--------------|
| 1.- | Peso del material | gr. | 1244.0 |
| 2.- | Peso agua + frasco | gr. | 8450.0 |
| 3.- | Peso agua + frasco + material (1+2) | gr. | 9694.0 |
| 4.- | Peso agua + frasco + material (ensayo) | gr. | 9210.0 |
| 5.- | Volumen (3-4) | gr. | 484.0 |
| Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³ | | gr./cm3 | 2.570 |

KAE Ingeniería
Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 16087



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|------------------|---|--------------------|----------------|
| TESIS | : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° | CC-CAPM-DMA-02 |
| SOLICITA | : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° | 02 de 13 |
| UBICACIÓN | : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | 11/02/2023 |

FORMATO DE ENSAYO MARSHALL

MTC E-504 ASTM D-1559

| PORCENTAJES DE DISEÑO | |
|-----------------------|--------|
| Piedra Chancada | 43.0% |
| Arena Chancada | 0.0% |
| Arena Zarandeada | 57.0% |
| Filler | 0.0% |
| Σ Suma | 100.0% |
| BETUTEC IC | -- |

| Lectura dial | Lectura calibración | Flujo (0,01 mm) |
|--------------|---------------------|-----------------|
| 1451.8 | 1451.81 | 300 |
| 1483.7 | 1483.71 | 290 |
| 1394.3 | 1394.31 | 280 |

| Número de Probetas | N° | 1 | 2 | 3 | Promedio |
|---|--------|--------|--------|--------|----------|
| 1 % C. A. en peso de la Mezcla | % | 5.00 | 5.00 | 5.00 | |
| 2 % de Piedra chancada en Peso de la Mezcla | % | 40.85 | 40.85 | 40.85 | |
| 3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla | % | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 4 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla | % | 54.15 | 54.15 | 54.15 | |
| 5 % de Arena Fina en peso de la Mezcla | % | | | | |
| 6 % de Filler en Peso de la Mezcla | % | | | | |
| 7 Peso Especifico Aparente de C.A. | gr/cc. | 1.026 | 1.026 | 1.026 | |
| 8 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk | gr/cc. | 2.706 | 2.706 | 2.706 | |
| 9 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk | gr/cc. | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| 10 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk | gr/cc. | 2.500 | 2.500 | 2.500 | |
| 11 Peso Especifico Arena Fina -Bulk | gr/cc. | | | | |
| 12 Peso Especifico del filler-Aparente | gr/cc. | | | | |
| 13 Altura Promedio de la Probeta | cm. | | | | |
| 14 Peso de la briquea en el Aire | gr. | 1229.7 | 1215.4 | 1225.1 | |
| 15 Peso de la briquea Saturada | gr. | 1233.4 | 1218.5 | 1228.8 | |
| 16 Peso de la briquea en el Agua | gr. | 714.5 | 711.3 | 715.3 | |
| 17 Volumen de la briquea por desplazamiento (15-16) | c.c. | 518.9 | 507.2 | 513.5 | 513.2 |
| 18 Peso Especifico de la Probeta (14/17) | gr/cc. | 2.370 | 2.396 | 2.386 | 2.384 |
| 19 Peso Especifico Máximo (Roe) ASTM D-2041 | gr/cc. | 2.570 | 2.570 | 2.570 | |
| 20 Peso Especifico Máximo (Teórico) | gr/cc. | 2.402 | 2.402 | 2.402 | |
| 21 % de Vacios | % | 7.8 | 6.8 | 7.2 | 7.2 |
| 22 Peso Especifico Bulk del Agregado Total | gr/cc. | 2.585 | 2.585 | 2.585 | |
| 23 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral | % | 12.9 | 11.9 | 12.3 | 12.4 |
| 24 % vacios llenados con C.A. | % | 39.5 | 43.2 | 41.7 | 41.5 |
| 25 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total | gr/cc. | 2.791 | 2.791 | 2.791 | |
| 26 C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total | % | 2.94 | 2.94 | 2.94 | |
| 27 % de Asfalto Efectivo (1-26) | % | 2.06 | 2.06 | 2.06 | |
| 28 Flujo | cm. | 0.30 | 0.29 | 0.28 | 0.29 |
| 29 Estabilidad sin corregir | | 1452 | 1484 | 1394 | |
| 30 Factor de Estabilidad | | 1.00 | 1.04 | 1.00 | |
| 31 Estabilidad corregida (27*28) | kg. | 1452 | 1543 | 1394 | 1463 |
| 32 Factor de Rigidez (29/26) | kg/cm. | 4839 | 5321 | 4980 | 5045 |
| Número de Golpes por Capa | | 50 | 50 | 50 | |

OBSERVACIONES:

Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 16087



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|--------------------|--|--------------------|----------------|
| TESIS : | EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° | CC-CAPM-DMA-02 |
| SOLICITA : | BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° | 01 de 13 |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | 11/02/2023 |

FORMATO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E - 204)
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MÉTODO MARSHALL

| Tamiz | Abertura (mm) | Piedra Chancada La Sorpresa | Arena Chancada | Arena Zarandeada La Cumbre | Filler (%) | Especificaciones | | Observaciones |
|------------------------|---------------|-----------------------------|----------------|----------------------------|------------|------------------|----------|---------------|
| | | | | | | MAC 2 | | |
| % Combinaciones | | 43 | 0 | 57 | | 100 | | |
| 3" | 75.000 | | | | | | | |
| 2 1/2" | 63.000 | | | | | | | |
| 2" | 50.000 | | | | | | | |
| 1 1/2" | 37.500 | | | | | 100 | | |
| 1" | 25.000 | 100.00 | | 100.00 | | 100.0 | | |
| 3/4" | 19.000 | 100.00 | | 100.00 | | 100.0 | 100 | |
| 1/2" | 12.500 | 56.38 | | 100.00 | | 81.2 | 80 - 100 | |
| 3/8" | 9.500 | 27.45 | | 100.00 | | 68.8 | 70 - 88 | |
| 1/4" | 6.300 | | | | | | | |
| No4 | 4.750 | 3.19 | | 100.00 | | 58.4 | 51 - 68 | |
| No8 | 2.360 | 0.29 | | 87.14 | | 49.8 | | |
| No10 | 2.000 | 0.00 | | 81.75 | | 46.6 | 38 - 52 | % Agregados |
| No16 | 1.180 | 0.00 | | 61.23 | | 34.9 | | |
| No20 | 0.850 | | | | | | | % Grava: 41.6 |
| No30 | 0.600 | | | 43.03 | | 24.5 | | % Arena: 52.8 |
| No40 | 0.425 | | | 31.03 | | 17.7 | 17 - 28 | % Fino: 5.5 |
| No50 | 0.300 | | | 26.01 | | 14.8 | | |
| No60 | 0.250 | | | | | | | Observaciones |
| No80 | 0.180 | | | 19.18 | | 10.9 | 8 - 17 | |
| No100 | 0.150 | | | 14.19 | | 8.1 | | |
| No200 | 0.075 | | | 9.69 | | 5.5 | 4 - 8 | |
| PASA | | | | | | | | |



Observaciones:

KAE Ingeniería
Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CH. N° 16087



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|------------------|---|--------------------|----------------|
| TESIS | : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° | CC-CAPM-DMA-02 |
| SOLICITA | : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° | 13 de 13 |
| UBICACIÓN | : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | 11/02/2023 |

**RESUMEN DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MÉTODO MARSHALL
AASHTO T 245 / ASTM D 1559**

| CUADRO RESUMEN CON PORCENTAJE DE C. A. | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| % Cemento Asfáltico en peso | 5.00 | 5.50 | 6.00 | 6.50 | 7.00 |
| Peso específico Probeta | 2.384 | 2.411 | 2.427 | 2.435 | 2.440 |
| Vacios | 7.2 | 5.3 | 4.0 | 3.1 | 2.1 |
| Vacios Agregado Mineral | 12.37 | 11.86 | 11.75 | 11.90 | 12.20 |
| Vacios llenados con C. A. | 41.48 | 54.97 | 66.22 | 74.40 | 82.72 |
| Flujo | 0.29 | 0.32 | 0.34 | 0.38 | 0.41 |
| Estabilidad | 1463 | 1380 | 1314 | 1265 | 1231 |
| Factor de rigidez | 5045 | 4344 | 3811 | 3289 | 3040 |
| Estab./Fluencia | 5045 | 4344 | 3811 | 3289 | 3040 |

| RESULTADOS Y CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA | | | | | |
|---|-------|-------------------|-------|-------------------|--|
| Numero de golpes en cada cara de la probeta | 50.00 | | 50.00 | | |
| % Cemento Asfáltico en peso | 5.95 | % | 5.95 | % | |
| Peso unitario Probeta | 2.425 | g/cm ³ | 2.425 | g/cm ³ | |
| Vacios | 4.10 | % | 4.10 | % | |
| Vacios Agregado Mineral | 11.75 | % | 11.75 | % | |
| Vacios llenados con C. A. | 65.00 | % | 65.00 | % | |
| Flujo, 0.25 mm | 0.35 | cm | 13.80 | mm | |
| Estabilidad | 1320 | kg | 12.94 | kN | |
| Factor de rigidez | 3800 | kg/cm | 3800 | kg/cm | |

KAE Ingeniería
Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 16087



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com


Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales
Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD
KAE Ingeniería

| | | | |
|--------------------|---|--------------------|-------------------------|
| TESIS : | <u>EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS</u> | REGISTRO N° | <u>CC-CMMA-DMA-B-01</u> |
| | <u>MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISCHO - 2022</u> | PÁGINA N° | <u>01 de 02</u> |
| CLIENTE : | <u>BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ</u> | | |
| UBICACIÓN : | <u>Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash</u> | FECHA | <u>15/02/2023</u> |

FORMATO DE ENSAYO MARSHALL
MTC E-504 ASTM D-1559

| PORCENTAJES DE DISEÑO | |
|-----------------------|--------|
| Piedra Chancada | 43.0% |
| Arena Chancada | 0.0% |
| Arena Zarandeada | 57.0% |
| Filler | 0.0% |
| ∑ Suma | 100.0% |
| C.A. (PEN) | 60-70 |

| Lectura dial | Lectura calibración | Flujo (0,01 mm) |
|--------------|---------------------|-----------------|
| 1496.3 | 1496.31 | 387.2 |
| 1431.1 | 1431.11 | 400.1 |
| 1482.9 | 1482.91 | 370.8 |

| Número de Probetas | N° | | | | Promedio |
|--------------------|---|--------------|--------|--------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | % C.A. en peso de la Mezcla | 5.95 | 5.95 | 5.95 | |
| 2 | % de Piedra chancada en Peso de la Mezcla | 40.44 | 40.44 | 40.44 | |
| 3 | % de Arena Chancada en peso de la Mezcla | | | | |
| 4 | % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla | 53.61 | 53.61 | 53.61 | |
| 5 | % de Arena Fina en peso de la Mezcla | | | | |
| 6 | % de Filler en Peso de la Mezcla | | | | |
| 7 | Peso Especifico Aparente de C.A. | gr/cc. 1.026 | 1.026 | 1.026 | |
| 8 | Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk | gr/cc. 2.705 | 2.705 | 2.705 | |
| 9 | Peso Especifico Arena Chancada-Bulk | gr/cc. 1.000 | 0.000 | 0.000 | |
| 10 | Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk | gr/cc. 2.520 | 2.520 | 2.520 | |
| 11 | Peso Especifico Arena Fina -Bulk | gr/cc. | | | |
| 12 | Peso Especifico del filler-Aparente | gr/cc. | | | |
| 13 | Altura Promedio de la Probeta | cm. | | | |
| 14 | Peso de la briquea en el Aire | gr. 1245.0 | 1246.0 | 1243.9 | |
| 15 | Peso de la briquea Saturada | gr. 1234.1 | 1234.1 | 1233.9 | |
| 16 | Peso de la briquea en el Agua | gr. 708.9 | 707.9 | 709.6 | |
| 17 | Volumen de la briquea por desplazamiento (15-16) | c.c. 525.2 | 524.3 | 524.3 | 525.2 |
| 18 | Peso Especifico de la Probeta (14/17) | gr/cc. 2.371 | 2.372 | 2.346 | 2.37 |
| 19 | Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041 | gr/cc. 2.493 | 2.493 | 2.493 | |
| 20 | Peso Especifico Máximo (Teórico) $100 / (1/7 + 2/8 + 3/9 + 4/10 + 5/11 + 6/12)$ | gr/cc. 2.380 | 2.380 | 2.380 | |
| 21 | % de Vacios $100 * ((19-18)/19)$ | % 4.8 | 5.0 | 4.8 | 4.9 |
| 22 | Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5+6) / ((2/8 + 3/9 + 4/10 + 5/11 + 6/12)$ | gr/cc. 2.596 | 2.596 | 2.596 | |
| 23 | % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100 - (2+3+4+5+6) * 18/22$ | % 14.1 | 14.2 | 14.1 | 14.1 |
| 24 | % vacios llenados con C.A. $100 * ((23-21)/23)$ | % 65.2 | 64.7 | 65.6 | 65.2 |
| 25 | Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5+6) / ((100/19 - 1/7))$ | gr/cc. 2.741 | 2.741 | 2.741 | |
| 26 | C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total $(100 * 7) / ((25-22) * (25/22))$ | % 2.08 | 2.08 | 2.08 | |
| 27 | % de Asfalto Efectivo (1-26) | % 3.87 | 3.87 | 3.87 | |
| 28 | Flijo | cm. 0.35 | 0.36 | 0.34 | 0.35 |
| 29 | Estabilidad sin corregir | 1389 | 1369 | 1366 | |
| 30 | Factor de Estabilidad | 0.96 | 0.96 | 0.96 | |
| 31 | Estabilidad corregida (27*28) | kg 1333 | 1314 | 1311 | 1320 |
| 32 | Factor de Rigidez (29/26) | Kg/cm 3865 | 3692 | 3846 | 3800 |
| | Número de Golpes por Capa | 50 | 50 | 50 | |

OBSERVACIONES:



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|--------------------|--|--------------------|------------------|
| TESIS : | EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA COISCHO – 2022 | REGISTRO N° | CC-CMMA-DMA-P-01 |
| | | PÁGINA N° | 02 de 02 |
| CLIENTE : | BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | | |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | 21/01/2023 |

**FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS
AASHTO T 245 / ASTM D 1559
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 5.95

| Identificación muestra | | Und | 01 |
|---|--|---------------------------|--------------|
| 1.- | Peso del material | gr. | 1249.0 |
| 2.- | Peso agua + frasco | gr. | 8513.0 |
| 3.- | Peso agua + frasco + material (1+2) | gr. | 9762.0 |
| 4.- | Peso agua + frasco + material (ensayo) | gr. | 9251.0 |
| 5.- | Volumen (3-4) | gr. | 511.0 |
| Peso Específico Máximo MAC, g/cm³ | | gr./cm³ | 2.444 |

Ingeniero Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 215007



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

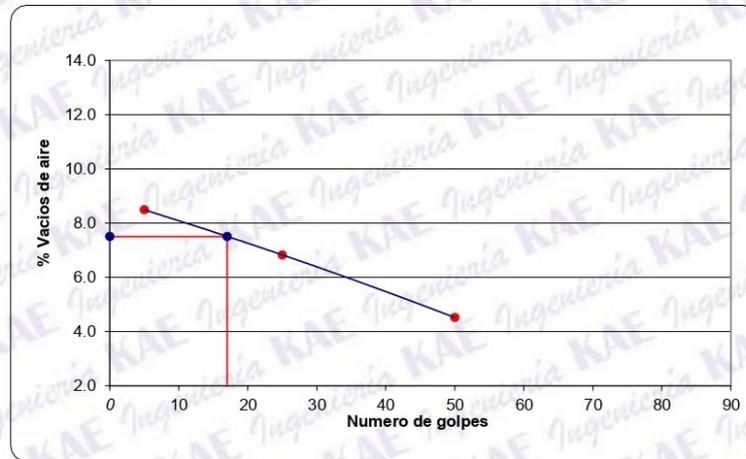
Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|------------------|--|--------------------|--------------------|
| TESIS | : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° | : CC-CAPM-DMA-B-01 |
| SOLICITA | : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRIQUEZ | PÁGINA N° | : 03 de 04 |
| UBICACIÓN | : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | : 21/01/2023 |

GRAFICO DE COMPACTACION VARIABLE

| N° golpes | % vacios |
|-----------|----------|
| 50 | 4.51 |
| 25 | 6.83 |
| 5 | 8.48 |

| N° golpes | % vacios |
|-----------|----------|
| 17 | 7.50 |



Observaciones

Víctor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 116087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|------------------|--|--------------------|--------------------|
| TESIS | : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° | : CC-CAPM-DMA-B-01 |
| SOLICITA | : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° | : 02 de 04 |
| UBICACIÓN | : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | : 21/01/2023 |

COMPACTACION VARIABLE

| N° Probetas | | 01 | 02 | 03 | Promedio |
|-------------|--|-------|--------|--------|----------|
| | % cemento asfáltico: 5.95% | | | | |
| | N° golpes por cara: 50 | | | | |
| A | Espesor | cm | | | |
| B | Peso Probeta al Aire | gr | 1235.6 | 1233.5 | 1233.4 |
| C | Peso de la Probeta Saturada | gr | 1236.1 | 1234.2 | 1234.1 |
| D | Peso de la Probeta en el Agua | gr | 700.5 | 695.3 | 698.3 |
| E | Volumen de la Probeta (B-C) | cc | 535.6 | 538.9 | 535.8 |
| F | Peso Específico Bulk de la Probeta (B/D) | gr/cc | 2.307 | 2.289 | 2.302 |
| G | Peso Específico Máximo (RICE) | gr/cc | 2.408 | 2.408 | 2.408 |
| H | % Vacíos $100*((F-E)/F)$ | % | 4.20 | 4.95 | 4.40 |
| | | | | | 4.51 |

| N° Probetas | | 01 | 02 | 03 | Promedio |
|-------------|--|-------|----|----|----------|
| | % cemento asfáltico: 5.95% | | | | |
| | N° golpes por cara: 75 | | | | |
| A | Espesor | cm | | | |
| B | Peso Probeta al Aire | gr | | | |
| C | Peso de la Probeta Saturada | gr | | | |
| D | Peso de la Probeta en el Agua | gr | | | |
| E | Volumen de la Probeta (B-C) | cc | | | |
| F | Peso Específico Bulk de la Probeta (B/D) | gr/cc | | | |
| G | Peso Específico Máximo (RICE) | gr/cc | | | |
| H | % Vacíos $100*((F-E)/F)$ | % | | | |

NO SE EJECUTA

Observaciones


Víctor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CH. N° 016007



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com


KAE Ingeniería
Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales
Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|------------------|--|--------------------|--------------------|
| TESIS | : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° | : CC-CAPM-DMA-B-01 |
| SOLICITA | : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° | : 01 de 04 |
| UBICACIÓN | : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA | : 21/01/2023 |

COMPACTACION VARIABLE

| N° Probetas | | 01 | 02 | 03 | Promedio |
|---|-----------------|--------|--------|--------|----------|
| % cemento asfáltico: | 5.95% | | | | |
| N° golpes por cara: | 5 | | | | |
| A Espesor | cm | | | | |
| B Peso Probeta al Aire | gr | 1225.3 | 1226.8 | 1222.3 | |
| C Peso de la Probeta Saturada | gr | 1228.5 | 1227.9 | 1224.3 | |
| D Peso de la Probeta en el Agua | gr | 672.1 | 670.0 | 671.2 | |
| E Volumen de la Probeta (B-C) | cc | 556.4 | 557.9 | 553.1 | |
| F Peso Específico Bulk de la Probeta (B/D) | gr/cc | 2.202 | 2.199 | 2.210 | 2.204 |
| G Peso Específico Máximo (RICE) | gr/cc | 2.408 | 2.408 | 2.408 | |
| H % Vacíos | $100*((F-E)/F)$ | 8.55 | 8.68 | 8.23 | 8.48 |

| N° Probetas | | 01 | 02 | 03 | Promedio |
|---|-----------------|--------|--------|--------|----------|
| % cemento asfáltico: | 5.95% | | | | |
| N° golpes por cara: | 25 | | | | |
| A Espesor | cm | | | | |
| B Peso Probeta al Aire | gr | 1230.6 | 1231.5 | 1231.8 | |
| C Peso de la Probeta Saturada | gr | 1231.2 | 1232.5 | 1233.2 | |
| D Peso de la Probeta en el Agua | gr | 685.3 | 681.6 | 683.6 | |
| E Volumen de la Probeta (B-C) | cc | 545.9 | 550.9 | 549.6 | |
| F Peso Específico Bulk de la Probeta (B/D) | gr/cc | 2.254 | 2.235 | 2.241 | 2.244 |
| G Peso Específico Máximo (RICE) | gr/cc | 2.408 | 2.408 | 2.408 | |
| H % Vacíos | $100*((F-E)/F)$ | 6.38 | 7.17 | 6.92 | 6.83 |

Observaciones


KAE Ingeniería
Víctor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CH. N° 15087



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | |
|--|--------------------------------|
| TESIS : EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA CON POLÍMEROS MODIFICADOS SINTÉTICOS DE LA CALLE SANTA MARINA - COISHCO - 2022 | REGISTRO N° : CC-CAPM-DMA-B-01 |
| SOLICITA : BACHILLER EDUARDO JAVIER ESPINOZA HENRÍQUEZ | PÁGINA N° : 04 de 04 |
| UBICACIÓN : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA : 21/01/2023 |

EFFECTO DE HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFALTICAS
MTC E-518 / ASTM D-4867 / AASHTO T-283 LOTTMAN MODIFICADO

| N° Probetas | | 04 | 05 | 06 | 01 | 02 | 03 | | | |
|---|---------------|----------------|--------|--------|----------------------|--------|--------|------|------|-----|
| % cemento asfáltico: | 5.95% | Grupo Saturado | | | Grupo Seco | | | | | |
| N° golpes por cara: | 17.0 | | | | | | | | | |
| A Diametro | cm | 10.15 | 10.18 | 10.14 | 10.12 | 10.16 | 10.18 | | | |
| B Espesor | cm | 6.12 | 6.52 | 6.48 | 6.05 | 6.12 | 6.17 | | | |
| C Peso Probeta al Aire | gr | 1215.6 | 1216.3 | 1214.6 | 1219.6 | 1221.3 | 1220.3 | | | |
| D Peso de la Probeta Saturada | gr | 1223.5 | 1224.3 | 1222.5 | 1231.6 | 1232.5 | 1230.5 | | | |
| E Peso de la Probeta en el Agua | gr | 679.3 | 680.5 | 681.3 | 700.2 | 703.9 | 707.9 | | | |
| F Volumen de la Probeta (D-E) | cc | 544.2 | 543.8 | 541.2 | 531.4 | 528.6 | 522.6 | | | |
| G Peso Específico Bulk de la Probeta (C-F) | gr/cc | 2.234 | 2.237 | 2.244 | 2.295 | 2.310 | 2.335 | | | |
| H Peso Específico Máximo (RICE) | gr/cc | 2.408 | 2.408 | 2.408 | 2.408 | 2.408 | 2.408 | | | |
| I % Vacíos | 100*((H-G)/H) | % | 7.24 | 7.12 | 6.80 | 7.1 | 4.69 | 4.05 | 3.03 | 3.9 |
| J Volumen de Vacíos (F*I)/100 | cc | 39.38 | 38.69 | 36.80 | 24.92 | 21.42 | 15.83 | | | |
| MUESTRA SATURADA EN VACIO 19 A 28" Hg. de 5 a 15min. Agua destilada 25°C | | | | | | | | | | |
| K Peso de la Probeta Saturada | gr | 1235.2 | 1236.5 | 1238.6 | NO SE EJECUTA | | | | | |
| L Peso de la Probeta en el Agua | gr | 690.0 | 691.0 | 696.0 | | | | | | |
| M Volumen de la Probeta (K-L) | cc | 545.2 | 545.5 | 542.6 | | | | | | |
| N Volumen de agua de Absorción (K-C) | cc | 19.6 | 20.2 | 24.0 | | | | | | |
| O Saturación (100*N)/J | % | 49.8 | 52.2 | 65.2 | | | | 55.7 | | |
| P Hinchamiento 100*((M-F)/F) | % | 0.18 | 0.31 | 0.26 | | | | | | |
| CONDICION DE SATURACION A 24Hrs. Baño María 60°C | | | | | | | | | | |
| Q Espesor | cm | 6.62 | 6.68 | 6.80 | | | | | | |
| R Peso de la Probeta Saturada | gr | 1238.2 | 1237.3 | 1235.6 | | | | | | |
| S Peso de la Probeta en el Agua | gr | 692.0 | 690.0 | 692.0 | | | | | | |
| T Volumen de la Probeta (R-S) | cc | 546.2 | 547.3 | 543.6 | | | | | | |
| U Volumen de agua de Absorción (R-C) | cc | 22.6 | 21.0 | 21.0 | | | | | | |
| V Saturación (100*U)/J | % | 57.4 | 54.3 | 57.1 | | | | | | |
| W Hinchamiento 100*((T-F)/F) | % | 0.37 | 0.64 | 0.44 | | | | | | |
| X Carga de Tracción Indirecta | kg | 315 | 312 | 316 | 322 | 325 | 320 | | | |
| Y Resistencia Seca (2*X)/(A*B*π) | kg/cm² | 3.23 | 2.99 | 3.06 | 3.35 | 3.327 | 3.24 | 3.3 | | |
| Z Resistencia Humedad (2*X)/(A*Q*π) | kg/cm² | 2.98 | 2.92 | 2.92 | 2.9 | | | | | |
| Resistencia Retenida | | | | | | | | | | |
| Daños en la Mezcla | | | | | | | | | | |
| TSR | % | 88.9 | | | | | | | | |

Observaciones: Muestra saturada en vacío realizado por 15 min. a 25" Hg. Saturación mayor a 55 y menor a 80. TSR = 70% mínimo

Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 116087



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com

7.7 Anexo 07 – Panel Fotográfico

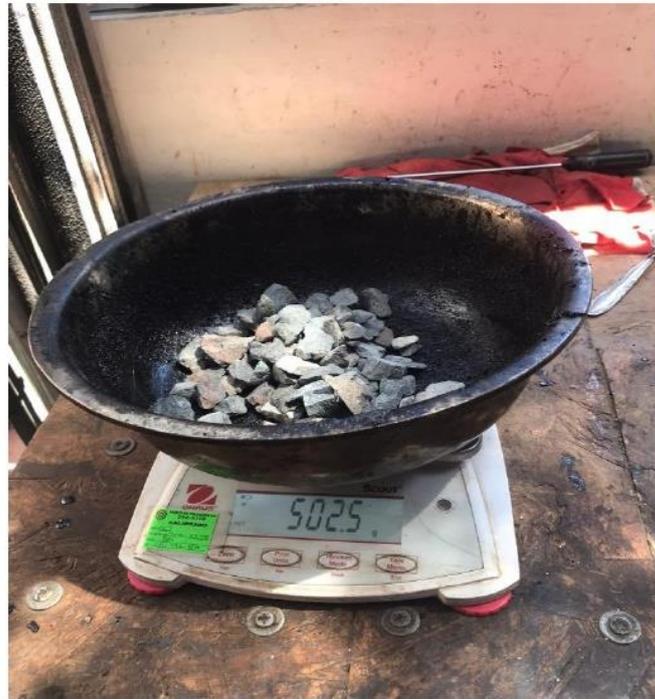


Foto 01:

Muestra de agregado grueso para elaborar mezcla asfáltica de manera convencional.



Foto 02:

Muestra de agregado fino para elaborar mezcla asfáltica de manera convencional.



Foto 03:

Elaboración de mezcla asfáltica de manera convencional.



Foto 04:

Elaboración de briquetas con mezcla asfáltica convencional.

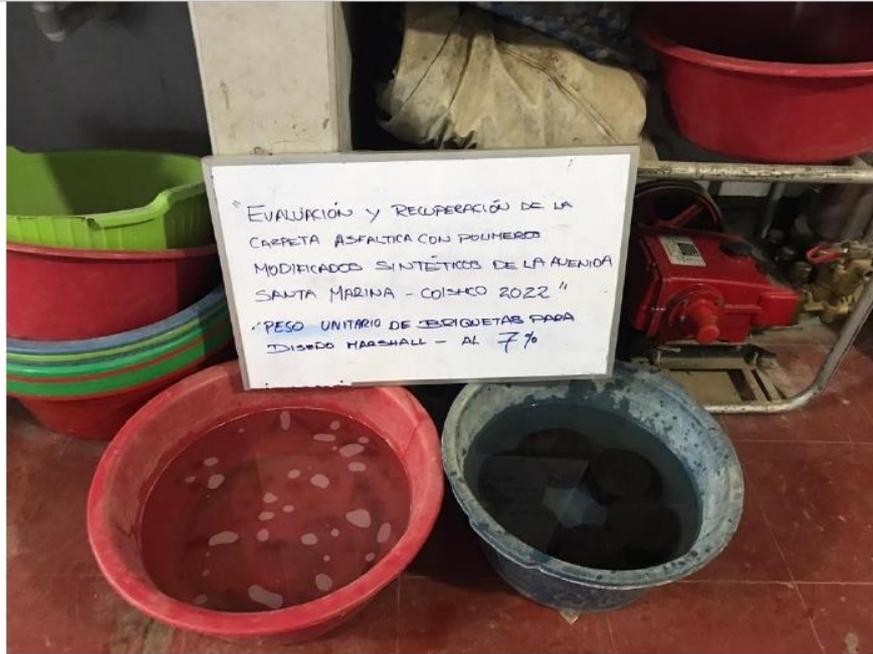


Foto 05:

Ensayo de Peso Unitario de briquetas con mezcla asfáltica modificada.



Foto 06:

Elaboración de briquetas-Diseño de Marshall 5% de contenido asfáltico.



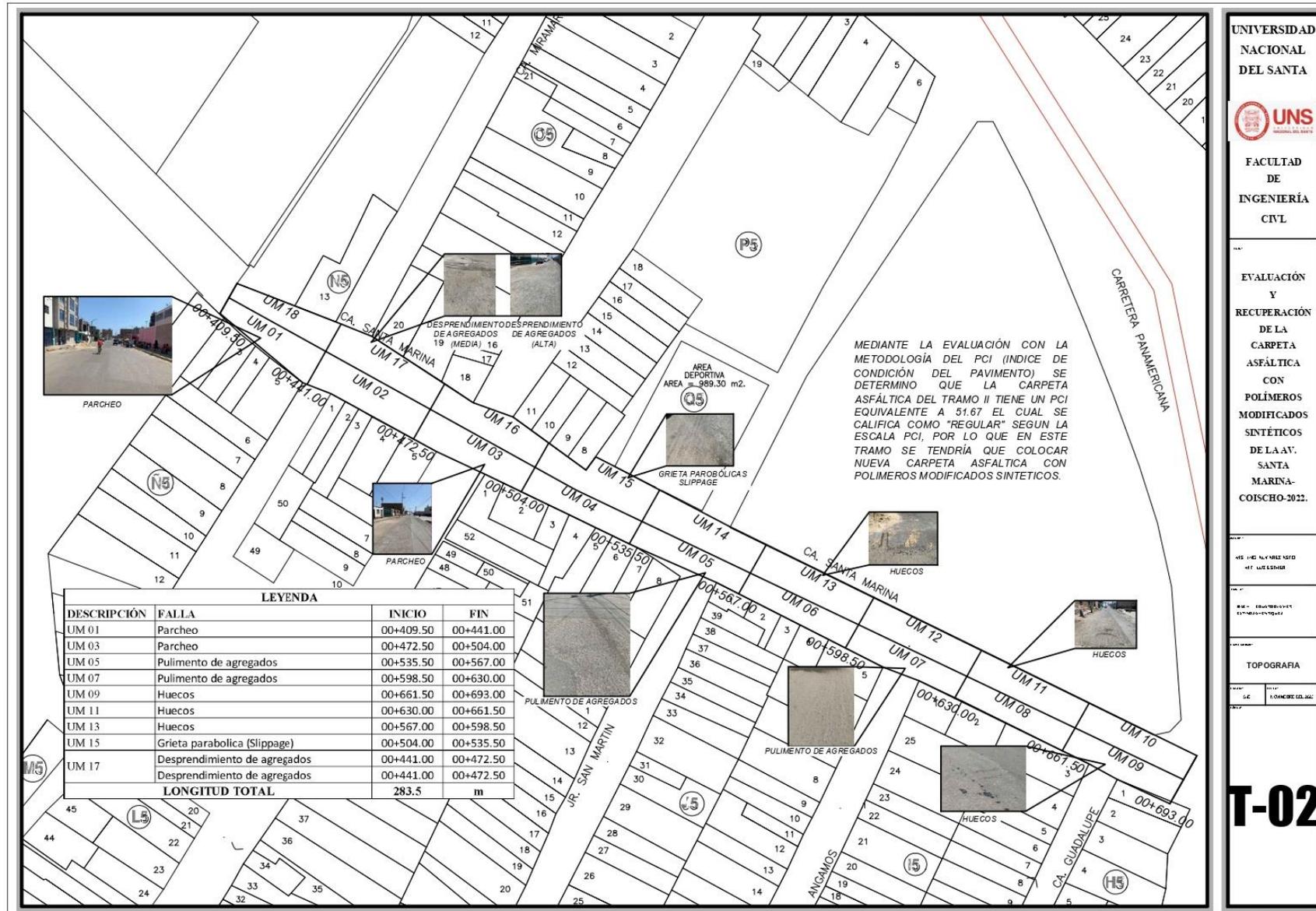
Foto 07:

Muestra de briquetas con mezcla asfáltica modificada.



Foto 08:

Ensayo de Estabilidad de briquetas con mezcla asfáltica modificada.





DECLARACION JURADA DE AUTORIA

Yo, Bach. Eduardo Javier Espinoza Henriquez

Estudiantes de la

| | | | | | | |
|--|---|---------------------|-----------|--|------------|---|
| Facultad: | Ciencias | | Educación | | Ingeniería | x |
| Departamento Académico | Ingeniería Civil y Sistemas e Informática | | | | | |
| Escuela Profesional | Ingeniería Civil | x | Doctorado | | | |
| Programa: | | | | | | |
| De la Universidad Nacional del Santa; Declaro que el trabajo de investigación intitulado: | | | | | | |
| "Evaluación y recuperación de la carpeta asfáltica con polímeros modificados sintéticos de la calle Santa Marina-Coischo-2022" | | | | | | |
| Presentado en 229 folios, para la obtención de grado académico | | | | | | |
| Título profesional | (x) | Investigación anual | () | | | |
| <ul style="list-style-type: none">➤ He citado todas las fuentes empleadas, no he utilizado otra fuente distinta a las declaradas en el presente trabajo.➤ Este trabajo de investigación no ha sido presentado con anterioridad ni completa ni parcialmente para la obtención de grado académico o título profesional.➤ Comprendo que el trabajo de investigación será público y por lo tanto sujeto a ser revisado electrónicamente para la detección de plagio por VRIN.➤ De encontrarse uso de material intelectual sin reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el proceso disciplinario. | | | | | | |
| Nuevo Chimbote, 06 de Diciembre del 2023 | | | | | | |
| Firma: | | | | | | |
| Nombres y Apellidos: Eduardo Javier Espinoza Henriquez | | | | | | |
| DNI: 71322628 | | | | | | |

NOTA: Esta Declaración Jurada simple indicando que su investigación es un trabajo inédito, no exime a tesis e investigadores, que no bien se retome el servicio con el software anti plagio, ésta tendrá que ser aplicado antes que el informe final sea publicado en el Repositorio Institucional Digital UNS.



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Luz Esther Álvarez Asto

Asesor(a) de Investigación de la

| | | | | | | |
|-------------------------|------------------|--|-----------|-----------|------------|---|
| Facultad: | Ciencias | | Educación | | Ingeniería | x |
| Departamento Académico: | Civil y Sistemas | | | | | |
| Escuela profesional | Ingeniería civil | | x | Doctorado | | |

Programa:

De la Universidad Nacional del Santa. Asesor del trabajo de Investigación intitulado:

“Evaluación y recuperación de la carpeta asfáltica con polímeros modificados sintéticos de la calle Santa Marina-Coischo-2022”

Del estudiante: Espinoza Henriquez, Eduardo Javier

De la escuela / departamento académico: Ing. Civil-Sistemas e Informática

Constato que el docente investigador ha presentado su declaración jurada, tal como se ha pedido presentarlo a falta del software anti plagio Turnitin.

Quién suscribe la presente, declaro el haber analizado dicho informe y concluyo que las coincidencias detectadas no se conforman como plagio. A mi claro saber y entender, la investigación cumple con las normas de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional del Santa.

Nuevo Chimbote, 06 de Diciembre del 2023

Firma:

Nombres y Apellidos del Asesor: Luz Esther Álvarez Asto

DNI: 32968961

Evaluación y recuperación de la carpeta asfáltica con polímeros modificados sintéticos de la calle Santa Marina-Coischo- 2022

por Eduardo Javier Espinoza Henríquez

Fecha de entrega: 14-sep-2023 02:45p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2166241376

Nombre del archivo: PCI_140923_EDUARDO_FINAL_TURNITING_1.docx (4.44M)

Total de palabras: 21548

Total de caracteres: 115358

| | | |
|----|---|------|
| 9 | docplayer.es Fuente de Internet | <1 % |
| 10 | Submitted to Universidad de Huanuco Trabajo del estudiante | <1 % |
| 11 | repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 12 | repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 13 | tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 14 | www.scribd.com Fuente de Internet | <1 % |
| 15 | pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 16 | repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 17 | fr.slideshare.net Fuente de Internet | <1 % |
| 18 | Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante | <1 % |
| 19 | Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante | <1 % |
| 20 | qdoc.tips Fuente de Internet | |

<1 %

21

repositorio.upao.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

22

repositorio.continental.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

23

www.repositorio.upla.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

24

repositorio.uss.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

25

Submitted to Universidad Católica de Santa
María

Trabajo del estudiante

<1 %

26

repositorio.uap.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

27

doku.pub

Fuente de Internet

<1 %

28

repositorio.utea.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

29

Submitted to Universidad Privada Antenor
Orrego

Trabajo del estudiante

<1 %

30

patentscope.wipo.int

Fuente de Internet

<1 %

| | | |
|----|--|------|
| 31 | www.coursehero.com Fuente de Internet | <1 % |
| 32 | www.clubensayos.com Fuente de Internet | <1 % |
| 33 | Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante | <1 % |
| 34 | idoc.pub Fuente de Internet | <1 % |
| 35 | moam.info Fuente de Internet | <1 % |
| 36 | repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 37 | Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante | <1 % |
| 38 | repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 39 | repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 40 | repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 41 | de.slideshare.net Fuente de Internet | <1 % |
| 42 | fr.scribd.com | |

Fuente de Internet

<1 %

43

Submitted to Submitted on 1689776064328

Trabajo del estudiante

<1 %

44

Submitted to Universidad Jose Carlos Mariategui

Trabajo del estudiante

<1 %

45

Submitted to Universidad Privada del Norte

Trabajo del estudiante

<1 %

46

repositorio.usmp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

47

www.repositorio.usac.edu.gt

Fuente de Internet

<1 %

48

Submitted to Universidad Senor de Sipan

Trabajo del estudiante

<1 %

49

apirepositorio.unh.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

50

dspace.ucuenca.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

51

orientacion.universia.net.co

Fuente de Internet

<1 %

52

pt.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

53

transeuntemx.com

Fuente de Internet

<1 %

54

distancia.udh.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

55

www.researchgate.net

Fuente de Internet

<1 %

56

Norma Cristina Solarte Vanegas. "Efecto en el módulo dinámico de la mezcla asfáltica modificada con añadido de residuos triturados de la industria cerámica",
Universitat Politecnica de Valencia, 2022

Publicación

<1 %

57

Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana

Trabajo del estudiante

<1 %

58

repositorio.utn.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

59

repositorio.unh.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

60

repository.eafit.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

61

vsip.info

Fuente de Internet

<1 %

62

www.academia.edu

Fuente de Internet

<1 %

| | | |
|----|--|------|
| 63 | documents.mx Fuente de Internet | <1 % |
| 64 | repositorio.ucsp.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 65 | Submitted to Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote Trabajo del estudiante | <1 % |
| 66 | Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD Trabajo del estudiante | <1 % |
| 67 | Submitted to University of the Andes Trabajo del estudiante | <1 % |
| 68 | www.hidroven.gov.ve Fuente de Internet | <1 % |
| 69 | www.hohenstein.vn Fuente de Internet | <1 % |
| 70 | Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante | <1 % |
| 71 | repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 72 | web.fonade.gov.co Fuente de Internet | <1 % |
| 73 | www.undp.org.co Fuente de Internet | <1 % |

74 roderic.uv.es Fuente de Internet <1 %

75 www.bcv.org.ve Fuente de Internet <1 %

76 1library.co Fuente de Internet <1 %

77 Pablo Alberto Pérez Gosende. "Enfoque multiobjetivo bottom-up para la planificación dinámica de la distribución espacial en plantas industriales", Universitat Politecnica de Valencia, 2022
Publicación <1 %

78 aulavirtual.agro.unlp.edu.ar Fuente de Internet <1 %

79 ayci3.blogspot.com Fuente de Internet <1 %

80 helvia.uco.es Fuente de Internet <1 %

81 knowledgecenter.cimmyt.org Fuente de Internet <1 %

82 pesquisa.bvsalud.org Fuente de Internet <1 %

83 repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet <1 %

www.educaplay.com

84

Fuente de Internet

<1 %

85

Rodrigo Fernando Herrera Valencia. "Impact of BIM/LEAN on the interaction of construction project design teams",
Universitat Politecnica de Valencia, 2020

Publicación

<1 %

86

creativecommons.org

Fuente de Internet

<1 %

87

doaj.org

Fuente de Internet

<1 %

88

e-catalog.nlb.by

Fuente de Internet

<1 %

89

grafeno.co

Fuente de Internet

<1 %

90

issuu.com

Fuente de Internet

<1 %

91

ponce.inter.edu

Fuente de Internet

<1 %

92

prezi.com

Fuente de Internet

<1 %

93

repositorio.unsa.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

94

shadowsover.blogspot.com

Fuente de Internet

<1 %

| | | |
|--------------------|--|------|
| 95 | upcommons.upc.edu | <1 % |
| Fuente de Internet | | |
| 96 | www.alfa-editores.com | <1 % |
| Fuente de Internet | | |
| 97 | www.audiotronics.es | <1 % |
| Fuente de Internet | | |
| 98 | www.axd-group.com | <1 % |
| Fuente de Internet | | |
| 99 | www.cd hdf.org.mx | <1 % |
| Fuente de Internet | | |
| 100 | www.cepal.org | <1 % |
| Fuente de Internet | | |
| 101 | www.hojadelatarde.com | <1 % |
| Fuente de Internet | | |
| 102 | www.pesca.sp.gov.br | <1 % |
| Fuente de Internet | | |
| 103 | documentop.com | <1 % |
| Fuente de Internet | | |

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 5 words

Excluir bibliografía

Apagado