

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

Deterioro de la carpeta asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la avenida Panamericana, Kennedy del distrito de Ilo en la región de Moquegua, 2022

Yoleysi Ketrhin Bernedo Muñoz
Yerson Enrique Diaz Cruz

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Arequipa, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS

A : Felipe Néstor Gutarra Meza
Decano de la Facultad de Ingeniería

DE : Juan José Bullón Rosas
Asesor de tesis

ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis

FECHA : 3 de Enero de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "**Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el Uso de Granos de Caucho Reutilizable para el Mejoramiento del Pavimento Flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Region Moquegua 2022**", perteneciente al/la/los/las estudiante(s) **Yerson Enrique Diaz Cruz y Yoleysi Kathrin Bernedo Muñoz**, de la E.A.P. **de Ingeniería Civil**; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado **19 %** de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores (Nº de palabras excluidas: 15) SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

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

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

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

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, **Yerson Enrique Díaz Cruz**, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. **75672901**, de la E.A.P. de **Ingeniería Civil** de la Facultad de **Ingeniería** la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "**Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el Uso de Granos de Caucho Reutilizable para el Mejoramiento del Pavimento Flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022**", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

03 de Enero de 2024.

La firma del autor y del asesor obra en el archivo original

(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, **Yoleysi Kathrin Bernedo Muñoz**, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. **71452638**, de la E.A.P. de **Ingeniería Civil** de la Facultad de **Ingeniería** la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

5. La tesis titulada: "**Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el Uso de Granos de Caucho Reutilizable para el Mejoramiento del Pavimento Flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Region Moquegua 2022**", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.
6. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
7. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
8. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

03 de Enero de 2024.

La firma del autor y del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

Informe de turnitin v.2 - Bernedo y Díaz

ORIGINALITY REPORT

19% SIMILARITY INDEX	18% INTERNET SOURCES	1% PUBLICATIONS	10% STUDENT PAPERS
--------------------------------	--------------------------------	---------------------------	------------------------------

PRIMARY SOURCES

1	repositorio.ucv.edu.pe Internet Source	3%
2	hdl.handle.net Internet Source	2%
3	repositorio.upt.edu.pe Internet Source	2%
4	repositorio.urp.edu.pe Internet Source	1%
5	docplayer.es Internet Source	1%
6	Submitted to Universidad Continental Student Paper	1%
7	repositorio.usmp.edu.pe Internet Source	1%
8	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Student Paper	<1%
9	repositorio.continental.edu.pe Internet Source	<1%
10	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Student Paper	<1%
11	tesis.ucsm.edu.pe Internet Source	<1%
12	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Student Paper	<1%

13	Submitted to Universidad Técnica de Machala Student Paper	<1 %
14	Submitted to Universidad Andina del Cusco Student Paper	<1 %
15	repositorio.upn.edu.pe Internet Source	<1 %
16	vsip.info Internet Source	<1 %
17	Submitted to Universidad Católica Los Angeles de Chimbote Student Paper	<1 %
18	repositorio.unprg.edu.pe Internet Source	<1 %
19	repository.unimilitar.edu.co Internet Source	<1 %
20	Submitted to Universidad Alas Peruanas Student Paper	<1 %
21	repositorio.unap.edu.pe Internet Source	<1 %
22	documents.mx Internet Source	<1 %
23	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Student Paper	<1 %
24	Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Student Paper	<1 %
25	repositorio.unu.edu.pe Internet Source	<1 %
26	Submitted to Universidad Militar Nueva Granada Student Paper	<1 %

27	intranet.cip.org.pe Internet Source	<1 %
28	repositorio.unc.edu.pe Internet Source	<1 %
29	repositorio.unsa.edu.pe Internet Source	<1 %
30	repositorio.uss.edu.pe Internet Source	<1 %
31	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Student Paper	<1 %
32	Submitted to Universidad Privada del Norte Student Paper	<1 %
33	repositorio.uptc.edu.co Internet Source	<1 %
34	www.scribd.com Internet Source	<1 %
35	Submitted to Universidad Católica San Pablo Student Paper	<1 %
36	1library.co Internet Source	<1 %
37	Submitted to Universidad Ricardo Palma Student Paper	<1 %
38	repositorio.ucp.edu.pe Internet Source	<1 %
39	repositorio.uta.edu.ec Internet Source	<1 %
40	tesis.usat.edu.pe Internet Source	<1 %
41	repositorio.uladech.edu.pe Internet Source	<1 %

42	repositorio.unsaac.edu.pe Internet Source	<1 %
43	Submitted to University of Oklahoma Student Paper	<1 %
44	Submitted to uni Student Paper	<1 %
45	www.dspace.uce.edu.ec Internet Source	<1 %
46	repositorio.ucsm.edu.pe Internet Source	<1 %
47	mx.123dok.com Internet Source	<1 %
48	repositorio.upao.edu.pe Internet Source	<1 %
49	Gregory H. Adler, María Teresa Becerra, Bruno L. Travi. "Éxito de la alimentación de <i>Lutzomyia evansi</i> (Diptera: Psychodidae) expuestos experimentalmente a reservorios mamíferos pequeños en un foco endémico de <i>Leishmania chagasi</i> en el norte de Colombia", <i>Biomédica</i> , 2003 Publication	<1 %
50	repositorio.ug.edu.ec Internet Source	<1 %
51	repositorio.unsch.edu.pe Internet Source	<1 %
52	biblioteca.uajms.edu.bo Internet Source	<1 %
53	repositorio.untrm.edu.pe Internet Source	<1 %
54	repositorio.upla.edu.pe Internet Source	<1 %

55	repository.usta.edu.co Internet Source	<1 %
56	Submitted to Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo Student Paper	<1 %
57	repositorio.uandina.edu.pe Internet Source	<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches < 15 words

Exclude bibliography On

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, expresar nuestro agradecimiento a todos los involucrados en el desarrollo y preparación de este estudio.

Agradecer a nuestro asesor, Dr. Juan Bullón, por brindarnos su confianza, su apoyo y formación impartida en el desarrollo de esta investigación.

A los docentes de la Universidad José Carlos Mariátegui por brindar comprensión e información en los 5 años de estudio académico, y encaminarnos profesionalmente a nuestros objetivos.

Nuestra más profunda gratitud al laboratorio de Servitran Contratistas Generales y Staff Técnico por brindarnos el apoyo suficiente para el continuo desarrollo de la Tesis.

DEDICATORIA

A Dios por el tiempo y el vigor para salir adelante día a día. A mis padres por la confianza y apoyo total, siendo de mi motivación diaria para conseguir mis objetivos y cumplir con mis metas. A el Dr. Juan Bullón por guiarnos y orientarnos profesional y académicamente.

YERSON ENRIQUE

. A mis amados padres Hugo y Yicela, a mi querido hermano Kevin y Donna por acompañarme en todo momento y ser parte importante para poder alcanzar mis metas, guiándome y motivándome para poder lograr cada objetivo propuesto. Al mismo tiempo esta investigación va dedicada a Dios, por darme salud y fuerza para seguir adelante. Dedico también este título a mis amados abuelos, que hoy se encuentran en el cielo, quienes en vida me llenaron de sabios consejos, que hasta el día de hoy los pongo en practica

YOLEYSI KATHRIN

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA	iii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	xviii
CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	19
1.1 Planeamiento del problema y formulación del problema.....	19
1.1.1 Planeamiento del problema.....	19
1.1.2 Formulación del problema	22
1.2 Objetivos	23
1.2.1 Objetivos Generales	23
1.3 Justificación.....	24
1.3.1 Teórica	24
1.3.2 Práctica.....	24
1.3.3 Metodológico	24
1.3.4 Económico	25
1.3.5 Ambiental.....	25
1.3.6 Importancia	25
1.4 Hipótesis.....	26
1.4.1 Hipótesis General.....	26
1.4.2 Hipótesis Específicas	26
1.5 Variables.....	26
1.5.1 Variable independiente	26
1.5.2 Variable dependiente	27
1.5.3 Operacionalidad de Variables	27
CAPITULO II MARCO TEÓRICO	29
2.1 Antecedentes del Problema	29
2.1.1 A nivel Internacional.....	29
2.1.2 A nivel Nacional	32
2.2 Bases Teóricas.....	38
2.2.1 Carretera.....	38

2.2.2	Asfalto.....	38
2.2.3	Composición Química del Asfalto.....	39
2.2.4	Propiedad Física del asfalto	40
2.2.5	Grano de Caucho Reciclado (GCR).....	41
2.2.6	Composición de las llantas.....	41
2.2.7	Método Marshall	43
2.2.8	Proceso de obtención del Grano de Caucho Reciclado	44
2.2.9	Proceso de obtención del Grano de Caucho Reciclado	44
2.2.10	Proceso Criogénico	45
2.2.11	Proceso de obtención del Grano de Caucho Reciclado	46
2.2.12	Neumático (llanta)	49
2.2.13	Módulo dinámico	50
2.2.14	Implementación del Caucho en las Mezclas Asfálticas para Pavimentos. 51	
2.2.15	Serviciabilidad	52
2.2.16	Ahuellamiento.....	52
2.2.17	Piel de cocodrilo	53
2.2.18	Exudación	53
2.2.19	Agrietamiento en bloque.....	53
2.2.20	Abultamiento y hundimiento	53
2.2.21	Corrugación.....	54
2.2.22	Depresión	54
2.2.23	Grieta de Borde	54
2.2.24	Parqueo y Parche de Cortes Utilitarios	55
2.2.25	Grieta de reflexión de junta.....	55
2.2.26	Desnivel carril/ berma.....	55
2.2.27	Grietas Longitudinales y transversales	55
2.2.28	Parqueo y acometidas.....	56
2.2.29	Pulimiento de agregados	56
2.2.30	Baches o Huecos	56
2.2.31	Cruce de la vía férrea	57
2.2.32	Desplazamiento	57
2.2.33	Grietas Parabólicas.....	57
2.2.34	Hinchamiento.....	57

2.2.35	Método PCI.....	57
2.2.36	Procedimiento de evaluación del PCI.....	58
2.2.37	Unidades de Muestreo.....	58
2.2.38	Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación.....	59
2.2.39	Evaluación de la condición	59
2.2.40	Estabilidad del Asfalto	60
2.2.41	Flujo del Asfalto	61
2.2.42	Densidad del Asfalto.....	62
2.2.43	Porcentaje de vacíos del Asfalto	63
CAPITULO III METODOLOGÍA		64
3.1	Métodos y Alcance de la investigación.....	64
3.1.1	Método General	64
3.1.2	Enfoque de la Investigación.....	64
3.1.3	Tipo de Investigación.....	65
3.1.4	Nivel de Investigación	65
3.2	Diseño de la Investigación	65
3.3	Población y muestra	65
3.3.1	Población.....	65
3.3.2	Muestra	66
3.3.3	Muestreo	67
3.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	67
3.4.1	Técnicas de recolección de datos.....	67
3.4.2	Instrumentos de recolección de datos	68
3.5	Procedimiento de Datos	72
3.5.1	Procedimiento de cálculos PCI.....	72
3.5.2	Procedimiento de GCR	94
CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		109
4.1	Presentación de resultados	109
4.1.1	Deterioro de la carpeta asfáltica en el pavimento flexible en la avenida panamericana	109
4.1.2	El uso de Granos de Caucho Reutilizable en la estabilidad del pavimento flexible en la Avenida Panamericana.....	113
4.1.3	El uso de Granos de Caucho Reutilizable en la fluencia del pavimento flexible en la Avenida Panamericana.....	114

4.1.4	El uso de Granos de Caucho Reutilizable en la densidad del pavimento flexible en la avenida panamericana	114
4.1.5	El uso de Granos de Caucho Reutilizable en el porcentaje de vacíos del pavimento flexible en la Avenida Panamericana.....	116
4.1.6	El uso de Granos de Caucho Reutilizable en el Diseño de mezcla Método Marshall-ASTM D- 1559 del pavimento flexible en la Avenida Panamericana	117
4.2	Prueba de Hipótesis	120
4.2.1	Prueba de hipótesis para la estabilidad del pavimento flexible	120
4.2.2	Prueba de hipótesis para la fluencia del pavimento flexible.....	123
4.2.3	Prueba de hipótesis para la densidad del pavimento flexible	125
4.2.4	Prueba de hipótesis para el porcentaje de vacío del pavimento flexible 128	
4.2.5	Prueba de hipótesis para el diseño de mezcla Método Marshall-ASTM D-1559 del pavimento flexible	130
4.3	Discusión de Resultados.....	132
4.3.1	Discusión 1.....	132
4.3.2	Discusión 2.....	133
4.3.3	Discusión 3.....	134
4.3.4	Discusión 4.....	135
4.3.5	Discusión 5.....	136
4.3.6	Discusión 6.....	136
CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		138
5.1	El análisis del deterioro de la carpeta asfáltica y el uso de Granos de Caucho Reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana	138
5.1.1	El deterioro de la carpeta asfáltica afecta el pavimento flexible en la Avenida Panamericana.....	139
5.1.2	El uso de Granos de Caucho Reutilizable en la estabilidad del pavimento flexible en la Avenida Panamericana.....	139
5.1.3	El uso de Granos de Caucho Reutilizable en la fluencia del pavimento flexible en la Avenida Panamericana.....	140
5.1.4	El uso de Granos de Caucho Reutilizable en la densidad del pavimento flexible en la Avenida Panamericana.....	140
5.1.5	El uso de Granos de Caucho Reutilizable en el porcentaje de vacíos del pavimento flexible	141

5.1.6	El uso de Granos de Caucho Reutilizable en el Diseño de mezcla Método Marshall-ASTM D- 1559 del pavimento flexible	141
5.2	Recomendaciones.....	142
5.3	Limitaciones	143
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....		144
	AASHTO, GUIA. 1993. <i>Guía para el diseño de estructuras de pavimentos.</i> Mexico : Continental S.A., 1993.	144
	ANEXO	146

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Zona de Investigación Av. Panamericana, L=1.5Km. 2 carriles	22
Figura 2: Capas de un Pavimento flexible.....	38
Figura 3: Asfalto.....	39
Figura 4: Composición de Asfalto.....	40
Figura 5: Máquina usada para el Método Marshall.....	43
Figura 6: Proceso Ambiental	45
Figura 7: Proceso Criogénico	46
Figura 8: Proceso de Modificación por la vía húmeda.....	48
Figura 9: Proceso de Modificación por vía seca.....	49
Figura 10: Componentes del Neumático	50
Figura 11: MTS para módulos dinámicos.	51
Figura 12: Probeta sometida a ensayo en la maquina Marshall	62
Figura 13: Recopilación de Datos	71
Figura 14: Medición de fallas con el Flexómetro.....	71
Figura 15: Inicio de Tramo 0+000, a nivel de I.E. Jorge Basadre Grohmann.....	72
Figura 16: Fin de Tramo 1+500, a nivel de las vías del tren.	73
Figura 17: Muestras por tramos de calzada	76
Figura 18: Hoja de Recolección de Datos	79
Figura 19: Hoja de Cálculo del CDV	81
Figura 20: Valores deducidos para la falla de piel de cocodrilo.	81
Figura 21: Valores deducidos para la falla de exudación.....	82
Figura 22: Valores deducidos para la falla de Agrietamiento en bloque.....	82
Figura 23: Valores deducidos para la falla de Abultamiento y hundimiento.	83
Figura 24: Valores deducidos para la falla de Corrugación.	83
Figura 25: Valores deducidos para la falla depresión.....	84
Figura 26: Valores deducidos para la falla grieta de borde.	84
Figura 27: Valores deducidos para la falla grieta de reflexión de junta.	85
Figura 28: Valores deducidos para la falla grieta de desnivel y berma.....	85
Figura 29: Valores deducidos para la falla grieta longitudinal y transversal.	86
Figura 30: Valores deducidos para la falla de parcheo.....	86
Figura 31: Valores deducidos para la falla de baches o huecos.	87
Figura 32: Valores deducidos para la falla de cruce de vía férrea.....	87

Figura 33: Valores deducidos para la falla de ahuellamiento.....	88
Figura 34: Valores deducidos para la falla de desplazamiento.	88
Figura 35: Valores deducidos para la falla de grietas parabólicas.	89
Figura 36: Valores deducidos para la falla de hinchamiento.....	89
Figura 37: Valores deducidos para la falla de desprendimiento de agregados.....	90
Figura 38: Corrección del valor deducido para el pavimento flexible.	90
Figura 39: Hoja de Cálculo.....	92
Figura 40: Medición de tramo 35m.	
Figura 41: Medición de exudación.	93
Figura 42: Medición de grieta longitudinal y transversal.	93
Figura 43: Marcar progresiva.	94
Figura 44: Falla por hundimiento.	94
Figura 45: Análisis Granulométrico por Tamizado	
Figura 46: Análisis Granulométrico por Tamizado.....	96
Figura 47: Ensayo equivalente de arena.	
Figura 48: Ensayo de partículas chatas y alargadas.....	96
Figura 49: Ensayo de Índice de plasticidad-	
Figura 50: Ensayo de índice de plasticidad-.....	97
Figura 51: Adherencia agregado grueso	
Figura 52: Adherencia agregado grueso	97
Figura 53: Tamizado agregado fino.	
Figura 54: Tamizado agregado grueso.....	98
Figura 55: Gráfico de porcentajes de agregado (porcentaje que pasa) MAC-2.....	106
Figura 56: Proporción de cemento asfáltico.	
Figura 57: Dosificación del agregado	106
Figura 58: Procedimiento de calentado de agregado	
Figura 59: Mezcla de agregados + C.	107
Figura 60: Colocación de Mezcla en probeta	
Figura 61: Molde de probeta en balanza	107
Figura 62: Moldeo de briqueta Marshall,	
Figura 63: Sumergido de briqueta Baño Térmico	107
Figura 64: Determinación de peso unitario.	
Figura 65: Ensayo Marshall, estabilidad y flujo.....	108

Figura 66: Comportamiento PCI por progresivas, calzada derecha. Av. Panamericana.	110
Figura 67: Comportamiento PCI por progresivas, calzada derecha. Av. Panamericana-muestras adicionales.....	110
Figura 68: Comportamiento PCI por progresivas, calzada derecha. Av. Panamericana.	111
Figura 69: Comportamiento PCI por progresivas, calzada derecha. Av. Panamericana-muestras adicionales.....	112
Figura 70: Comparación de estabilidad de diseño de Mezcla tradicional y Diseño modificado.	113
Figura 71: Comparación de Flujo en 0.25 mm de diseño de Mezcla tradicional y Diseño modificado.	114
Figura 72: Comparación de densidad de diseño de Mezcla tradicional y Diseño modificado	115
Figura 73: Comparación de % de Vacíos de diseño de Mezcla tradicional y Diseño modificado.	116
Figura 74: Valores Obtenido por % de Adición de Caucho N°01.	119
Figura 75: Valores Obtenido por % de Adición de Caucho N°02.	120

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de Variables	27
Tabla 2: Análisis Químico de llantas.....	42
Tabla 3: Composición y características de los diferentes tipos de llantas.....	42
Tabla 4: Composición y características de los diferentes tipos de llantas.....	43
Tabla 5: Escala de Índice Serviciabilidad.....	52
Tabla 6: Rangos de Calificación del PCI.....	58
Tabla 7: Longitud de Unidades de Muestreo Asfálticas.....	59
Tabla 8: Progresivas de Carril Izquierdo	66
Tabla 9: Progresivas de Carril Derecho.....	67
Tabla 10: Longitud de Unidades de Muestreo.....	74
Tabla 11: Rangos de Calificación del PCI.....	77
Tabla 12: Unidades de medida en las Fallas.....	77
Tabla 13: Unidades de medida de las Fallas.....	78
Tabla 14: Intervención según resultado del PCI.....	91
Tabla 15: Selección tipo de Cemento Asfáltico.....	95
Tabla 16: Propiedades Físicas y Mecánicas del agregado fino.	95
Tabla 17: Propiedades Físicas y Mecánicas del agregado grueso.	96
Tabla 18: Tamices empleados para el ensayo de granulometría.	98
Tabla 19: Especificaciones Técnicas.	99
Tabla 20: Requisitos para Mezcla de Material Bituminoso.....	99
Tabla 21: Vacíos Mínimos en el Agregado Mineral (VMA).....	100
Tabla 22: Muestra patrón de mezcla asfáltica.	102
Tabla 23: Resumen de resultado de mezcla asfáltica patrón	102
Tabla 24: Resultado de ensayos realizados al Agregado fino.....	103
Tabla 25: Resultado de ensayos realizados al Agregado Grueso.	103
Tabla 26: Porcentajes de agregados a utilizar en mezcla.....	104
Tabla 27: Verificación de cumplimiento de gradación para mezcla asfáltica en caliente (MAC)	105
Tabla 28: Resumen de los resultados del Índice de Condición Av. Panamericana, calzada izquierda.....	109
Tabla 29: Resumen de los resultados del Índice de Condición Av. Panamericana, calzada izquierda-muestras adicionales.	110

Tabla 30: Resumen de los resultados del Índice de Condición Av. Panamericana, calzada derecha	111
Tabla 31: Resumen de los resultados del Índice de Condición Av. Panamericana, calzada derecha-muestras adicionales.....	111
Tabla 32: Resumen de resultados estabilidad (kg)	113
Tabla 33: Resumen de Resultados de Flujo (mm).....	114
Tabla 34: Resumen de resultados de Densidad	115
Tabla 35: Resumen de resultados de % de Vacíos	116
Tabla 36: Diseño de Mezcla Tradicional	117
Tabla 37: Diseño de Mezcla Mejorado con adición de 0.5% de caucho	117
Tabla 38: Diseño de Mezcla Mejorado con adición de 1.0% de caucho	118
Tabla 39: Diseño de Mezcla Mejorado con adición de 1.5% de caucho	118
Tabla 40: Resumen de Valores obtenidos por Diseño de Mezcla	119
Tabla 41: Tabla de varianza de estabilidad mínima Kg (Varianza)	120
Tabla 42: Tabla de resultados de estabilidad mínima Kg	121
Tabla 43: Tabla de análisis de varianza de GCR y Estabilidad	121
Tabla 44: Tabla de Análisis de varianza y de la prueba de Tukey	122
Tabla 45: Prueba Tukey para estabilidad.....	122
Tabla 46: Tabla de varianza de flujo	123
Tabla 47: Resumen de Flujo	124
Tabla 48: Tabla de análisis de varianza de GCR y Flujo.....	124
Tabla 49: Tabla de varianza de Densidad	125
Tabla 50: Tabla Resumen de Densidad.....	126
Tabla 51: Tabla de Análisis de Varianza de GCR y densidad.....	126
Tabla 52: Tabla de de Análisis de varianza y de la prueba de Tukey.....	127
Tabla 53: Prueba Tukey para Densidad	127
Tabla 54: Tabla de varianza de porcentaje de vacíos	128
Tabla 55: Tabla resumen Porcentaje de vacíos.....	129
Tabla 56: Tabla de Análisis de varianza de porcentaje de vacíos.	129
Tabla 57: Tabla de varianza de Diseño de Marshall.....	130
Tabla 58: Tabla Resumen de Diseño de Marshall.	131
Tabla 59: Tabla Resumen del Diseño de Marshall.	131

RESUMEN

El proyecto de investigación, tiene como finalidad analizar, examinar, aplicar nuevos recursos de aplicación y/o mejoramiento del Pavimento Flexible de la Avenida Panamericana Kennedy evaluando el deterioro de la carpeta asfáltica a lo largo de un tramo de 1,50 km de doble calzada con un ancho de 6,6 metros cada una. Teniendo como objetivo evaluar el análisis funcional y estructural del pavimento flexible, utilizando métodos como el PCI, para las distintas fallas del pavimento. Por otro lado, se tiene como objetivo determinar la influencia al implementar el uso de granos de caucho reutilizable en el diseño de Mezcla Asfáltica del Pavimento Flexible. Cabe resaltar que el uso de los granos de Caucho Reciclado está actuando en un esquema para beneficiarse de recursos o residuos sólidos de los neumáticos usados para una mejor dosificación.

Para definir adecuadamente las opciones de intervención se realizaron diversas pruebas, de control y evaluación en las propiedades del pavimento flexible por medio de la metodología PCI, levantando datos relevantes en campo donde se registraron cantidades, tipos y severidad de cada falla visualizada. En segundo lugar, se desarrolló el cálculo por el método del PCI por un total de 24 unidades de muestro, siendo 12 unidades por carril, se obtuvo un promedio, en todo el tramo del carril izquierdo igual a 39.71, con una clasificación de condición mala; para todo el tramo del carril derecho se determinó 54.59, concluyendo una clasificación de condición regular. Siendo una solución la incorporación del Grano de Caucho Reciclado considerando un recurso que aumenta significativamente la calidad de la Mezcla Asfáltica.

Para la obtención de los resultados se realizaron diversas pruebas, de control y evaluación en las propiedades de un pavimento flexible usando el método PCI, las cuales fueron determinantes para la toma de decisiones para poder realizar un mantenimiento o una nueva construcción del pavimento.

Como segunda variable está el uso de los Granos de Caucho Reciclado utilizado como mejora en las propiedades del pavimento en un mejorado diseño de mezcla, siendo un complemento para nuevas oportunidades en la Gestión Vial. Para poder realizar el análisis se obtuvo en primer lugar una muestra patrón con Concreto Asfáltico (PEN 60/70) :5.9% , Grava Trit ½” : 40% y Arena Chancada :60% Así mismo los ensayos

de laboratorio que se realizaron con la implementación de éstos, se utilizó los porcentajes de 0.5% ,1.0% y 1.5% de GCR, estos mismo se toman con respecto al peso de la probeta de asfalto (el GCR reemplazará en la misma proporción al agregado fino), sometido mediante el ensayo del Método Marshall para así obtener un nuevo diseño, se consiguió como resultado final que la adición de los granos de caucho mejora en los parámetros del diseño de mezcla, ubicándolo en un punto medio en el % de vacíos , el flujo y la relación estabilidad/flujo en este caso se utilizó un 5.2% de pen 60/70, con un óptimo de 0.5 % de GCR, Grava Trit ½” : 40% y Arena Chancada :60% , cumpliendo con los estándares detallados en la normativa vigente y mejorando la calidad de la Mezcla Asfáltica.

Palabras Claves: Deterioro de la carpeta asfáltica, fallas del pavimento, implementación del uso de granos de caucho, granulometría, dosificación, pavimento flexible, propiedades del pavimento flexible, diseño de mezcla asfáltica.

ABSTRACT

The purpose of the research project is to analyze, examine, apply new resources for the application and/or improvement of the Flexible Pavement of Panamericana Kennedy Avenue, evaluating the deterioration of the asphalt layer along a 1.50 km stretch of dual carriageway, with a width of 6.6 meters each. Aiming to evaluate the functional and structural analysis of flexible pavement, using methods such as PCI, for different pavement failures. On the other hand, the objective is to determine the influence of implementing the use of reusable rubber grains in the design of the Asphalt Mixture of the Flexible Pavement. It should be noted that the use of Recycled Rubber grains is acting in a scheme to benefit from resources or solid waste from used tires for better dosage.

To adequately define the intervention options, various tests, control and evaluation were carried out on the properties of the flexible pavement through the PCI methodology, collecting relevant data in the field where quantities, types and severity of each visualized failure were recorded. Secondly, the calculation was carried out using the PCI method for a total of 24 sample units, with 12 units per lane, an average was obtained in the entire section of the left lane equal to 39.71, with a classification of poor condition. ; For the entire stretch of the right lane, 54.59 was determined, concluding a fair condition classification. A solution being the incorporation of Recycled Rubber Grain, considering a resource that significantly increases the quality of the Asphalt Mixture.

To obtain the results, various tests, control and evaluation were carried out on the properties of a flexible pavement using the PCI method, which were decisive for making decisions to carry out maintenance or new construction of the pavement.

As a second variable is the use of Recycled Rubber Grains used as an improvement in the properties of the pavement in an improved mix design, being a complement for new opportunities in Road Management. In order to carry out the analysis, a standard sample was first obtained with Asphalt Concrete (PEN 60/70): 5.9%, Trit Gravel ½": 40% and Crushed Sand: 60%. Likewise, the laboratory tests that were carried out with the implementation of these, the percentages of 0.5%, 1.0% and 1.5% of GCR were used, these are taken with respect to the weight of the asphalt specimen (the GCR will replace

the fine aggregate in the same proportion), subjected through the test of the Marshall Method in order to obtain a new design, the final result was that the addition of rubber grains improved the parameters of the mixture design, placing it at a midpoint in the % of voids, the flow and the stability/stability relationship. flow in this case, 5.9% of 60/70 pen was used, with an optimum of 1% of GCR, ½” Trit Gravel: 40% and Crushed Sand: 59%, complying with the standards detailed in the current regulations and improving the quality of the Asphalt Mixture.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el país y nuestras ciudades están en constante desarrollo, por lo que también hemos encontrado mayor capacidad de tránsito vial, del diseño y construcción de nuestras carreteras depende el desarrollo y progreso de nuestro país, por lo tanto, en la construcción de carreteras, asfalto modificado se utiliza, lo que nos permite introducir innovaciones en diversos procesos constructivos en el campo de la Ingeniería, por ende, utilizando caucho reciclado procedente de neumáticos usados, seremos capaces de solucionar problemas en el campo de la construcción y el medioambiente.

Las carreteras son de suma importancia porque proporcionan un intercambio comercial de un lugar a otro que puede desarrollarse cultural, social y económicamente. En nuestro país hay muchas pistas que aún no han sido asfaltadas, éstas se están deteriorando y por lo tanto requieren de aditivos que aumenten su duración y comportamiento frente a la intemperie.

En nuestro país, el caucho reciclado no se toma en cuenta en el proceso de construcción de la Gestión Vial, pero en otros países y ciudades, estas mezclas asfálticas se crean utilizando caucho reciclado regulado por la ASTM (American Society for Testing and Materials) siendo un compuesto transformador, porque la goma incluida en el diseño aumenta la flexibilidad del recubrimiento. Por ello, el uso del caucho en el diseño híbrido sería innovador, ya que nos permitiría ayudar a solucionar problemas medioambientales.

La adición del caucho reciclado, para el diseño de la mezcla asfáltica utilizada para la superficie de las carreteras de la ciudad de Ilo ayudará al ambiente, por ende, la contaminación causada por los desechos es enorme, y el gas producido destruirá los hábitats. Debido al crecimiento de las ciudades se ha incrementado el parque vehicular, por lo que se ha incrementado el número de llantas desechadas, lo que se ha convertido en un problema nacional, por lo que se asocia el reciclaje de materiales reciclados a las labores de construcción, buscando así una vida sustentable, especialmente para las futuras generaciones.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planeamiento del problema y formulación del problema

1.1.1 Planeamiento del problema

Perú es uno de los países con menos calles o caminos pavimentados, y aquellas que lo están, se pueden notar que se encuentra en muy mal estado, ya sea por una mala construcción, problemas ambientales o sencillamente cumplieron con su periodo de utilidad, generalmente esto concurren en las regiones. Se puede divisar que hoy en día ha aumentado la demanda de flujo vehicular, y por tanto la resistencia a la compresión requerida será mucho mayor por lo cual provoca que las vías se deterioren más rápido, se tiene en cuenta que al tener una demanda mayor de vehículos en circulación se van a generar una gran cantidad de neumáticos desechados. Cabe señalar que las llantas desechadas generan problemas ambientales en el Perú y el mundo. El problema inicial es que, los neumáticos eran desechados en distintos lugares, como en vertederos, ocupando gran espacio.

Ante el problema mencionado líneas arriba, se plantea como objetivo el combatir la dificultad actual de conservar y preservar el ambiente, por ello, se propone una idea, de encontrar un uso final idóneo para los residuos sólidos producidos por parte del área automovilístico. Ante tal cuestionable asunto se producen gran cantidad de estudios uso secundario para estos residuos contemplando un procedimiento eficiente, muchas de estas se encuentran en el sector de la construcción. Cabe mencionar que la

acumulación de neumáticos aumenta la probabilidad de provocar incendios y la potencial derivación de gases tóxicos, cooperar con la propagación de roedores e insectos, entre otros. Es por ello que se toma como solución de la problemática la de producir Caucho Granulado Reciclado a partir de neumáticos que una vez fueron usados y que en la actualidad ya no lo son, es decir, triturando estos materiales y separando los componentes que los conforman, fundamentalmente el acero y las fibras textiles, se obtendrá los granos que serán reutilizados. Los neumáticos se Trituran mediante diferentes procesos. Cooperan en el ámbito de la protección del medio ambiente. Varios países, incluidos Estados Unidos, Canadá, Brasil y España, han agregado dichos compuestos al mantenimiento y la construcción de pavimentos.

En la carretera de Avenida Panamericana Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua se han presentado atoros y aniegos que han debilitado la carpeta asfáltica, lo que va a producir una reducción de calidad de rodadura y vida útil incrementando la aparición de patologías en la vía por lo que es necesario que se estudie la calidad de los sistemas viales existentes. Cabe resaltar que en la actualidad esta avenida es muy concurrida y de alto tránsito, y transcurren por ahí vehículos pesados, por lo que en esta investigación se pretende identificar las fallas del pavimento y darle solución agregando granos de caucho reutilizable a la composición de la mezcla asfáltica, tiene grandes ventajas para la infraestructura vial y también para el medio ambiente. La construcción de pavimentos duraderos es muy importante, pues se sabe que muchos accidentes automovilísticos son causados por el deterioro de la capa asfáltica. Para solucionar este problema se realizan posibles cambios e investigaciones en el diseño de pavimentos de manera que, dado que el daño ocurre en la superficie del pavimento y no en la estructura, el propósito de utilizar estos cambios e investigaciones es promover la seguridad y economía vial. Actualmente, los países desarrollados que luchan por el desarrollo tienen un mayor grado de comercio e industrialización, por lo que el número de vehículos pesados aumenta cada año, lo que afectará en gran medida al desgaste de la superficie de las carreteras. Por tanto, el objetivo actual, es buscar el desarrollo óptimo en la estructura, para evitar que el mantenimiento y la reconstrucción sean cada vez más reiterativos, y evitando embotellamientos y, por tanto, contaminación ambiental y acústica.

Al observar el pavimento de la avenida en estudio, ésta presenta daños importantes en algunos tramos, por lo que reconocerlos será el objetivo de la presente

investigación, para conocer finalmente la transitabilidad y la calidad de rodadura, para ello se utilizará como instrumento el Formato de Exploración de Condición para Carreteras con Superficie asfáltica del (PCI).

Díaz Claro & Castro Celies (2017), concluyó que el grano de caucho reciclable disminuye el contenido de vacíos producidos por el aire y por tanto mejora los problemas causados por el ahuellamiento. Por otra parte Génesis Nicole (2019) en su tesis, destinado a analizar el rendimiento de la mezcla asfáltica incorporando GCR de neumáticos ante el efecto de la fatiga, según los resultados del cemento asfáltico y agregados se realizó el ensayo Marshall para obtener una óptima cantidad de asfalto para la mezcla, al llevar a cabo su trabajo en laboratorio e incorporar los granos de caucho en la mezcla se notó una mejora en las propiedades físico-químicas y reológicas obteniendo un mayor desempeño en cuanto a la resistencia abrasiva, aumentando la resistencia ante el desgaste, aumentando su rigidez, teniendo una mayor resistencia a la fatiga mitigando la deformación permanente del pavimento en efecto a altas temperaturas. Asimismo Rodríguez Velásquez (2009) en su trabajo de investigación, tiene como finalidad definir el índice de condición en el pavimento flexible de la avenida Luis Montero, desarrollando la metodología del PCI tomando un tramo de 1.20 km , considera que los resultados obtenidos, tienen un valor de condición de 49, determinando una condición regular; se menciona que los trabajos de mantenimiento mejoraron el estado de pavimento, evitando la formación de fallas estructurales en la capa de rodadura. Estas fallas son de tipo funcional o superficial, recomendando un mantenimiento rutinario de las fallas visibles. Por su parte, Salazar Puellas (2019) en su trabajo, buscó demostrar si al agregar el CR afecta en la resistencia de la mezcla asfáltica en el pavimento por medio de los ensayos de análisis granulométrico del agregado fino y grueso estableciendo porcentajes de acuerdo a su tamaño y forma, y el ensayo Marshall ASSHTO y concluyó que: la incorporación del caucho afecta positivamente en el diseño de la mezcla asfáltica, siendo importante para mejorar y modificar las propiedades de ésta, ya sea la resistencia, el flujo y la

estabilidad. Con mayor resistencia a las deformaciones generadas por el tránsito vehicular, asimismo prologando el tiempo de vida.



Figura 1: Zona de Investigación Av. Panamericana, L=1.5Km. 2 carriles
Fuente: Google Earth

1.1.2 Formulación del problema

1.1.2.1 Problema General

¿Cómo el análisis del deterioro de la carpeta asfáltica y el uso de Granos de Caucho Reutilizable influyen en el pavimento flexible en la Avenida Panamericana Kennedy del distrito de Ilo en la región Moquegua 2022?

1.1.2.2 Problemas Específicos

- a) ¿De qué manera el deterioro de la carpeta asfáltica afecta el pavimento flexible en la Avenida Panamericana Kennedy del distrito de Ilo en la región Moquegua 2022?
- b) ¿En qué medida el uso de Granos de Caucho Reutilizable influye en la estabilidad del pavimento flexible en la Avenida Panamericana Kennedy del distrito de Ilo en la región Moquegua 2022?

- c) ¿En qué medida el uso de Granos de Caucho Reutilizable influye en la fluencia del pavimento flexible en la Avenida Panamericana Kennedy del distrito de Ilo en la región Moquegua 2022?
- d) ¿En qué medida el uso de Granos de Caucho Reutilizable influye en la densidad del pavimento flexible en la Avenida Panamericana Kennedy del distrito de Ilo en la región Moquegua 2022?
- e) ¿En qué medida el uso de Granos de Caucho Reutilizable influye en el porcentaje de vacíos del pavimento flexible en la Avenida Panamericana Kennedy del distrito de Ilo en la región Moquegua 2022?
- f) ¿En qué medida el uso de Granos de Caucho Reutilizable influye en el Diseño de mezcla Método Marshall-ASTM D-1559 del pavimento flexible Avenida Panamericana Kennedy del distrito de Ilo en la región Moquegua 2022?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos Generales

Determinar el análisis del deterioro de la carpeta asfáltica y el uso de Granos de Caucho Reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en Avenida Panamericana Kennedy del distrito de Ilo en la región Moquegua 2022

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Evaluar el deterioro de la carpeta asfáltica en el pavimento flexible de la Avenida Panamericana Kennedy del distrito de Ilo en la región Moquegua 2022.
- b) Demostrar la influencia del uso de Granos de Caucho Reutilizable en la estabilidad del pavimento flexible en la Avenida Panamericana Kennedy del distrito de Ilo en la región Moquegua 2022.
- c) Demostrar la influencia del uso de Granos de Caucho Reutilizable en la fluencia del pavimento flexible en la Avenida Panamericana Kennedy del distrito de Ilo en la región Moquegua 2022.
- d) Demostrar la influencia del uso de Granos de Caucho Reutilizable en la densidad del pavimento flexible en la Avenida Panamericana Kennedy del distrito de Ilo en la región Moquegua 2022.
- e) Demostrar la influencia del uso de Granos de Caucho Reutilizable en el porcentaje de vacíos del pavimento flexible en la Avenida Panamericana Kennedy del distrito de Ilo en la región Moquegua 2022.

- f) Demostrar la influencia del uso de Granos de Caucho Reutilizable en el Diseño de mezcla Método Marshall-ASTM D- 1559 del pavimento flexible en la Avenida Panamericana Kennedy del distrito de Ilo en la región Moquegua 2022.

1.3 Justificación

1.3.1 Teórica

Según Murillo (2008) la investigación aplicada se caracteriza por buscar la utilización o aplicación de conocimientos obtenidos, y el uso de resultados de investigación que se da de forma rigurosa, ordenada y sistemática para conocer la realidad.

El tema de investigación propuesto, desde una perspectiva teórica, se justifica la implementación de Granos de Caucho Reciclado en el pavimento flexible, ya que, al evaluar los resultados de los ensayos y metodologías, se proporcionará conocimientos sobre el estado del pavimento y los cambios que se producen en la mezcla asfáltica. De igual manera se justifica porque contribuye a analizar los resultados que tiene la adición de los GCR en la mezcla asfáltica, para el cumplimiento de la normativa vigente. Así mismo, la presente investigación está orientada a conservar la calidad del pavimento, para tiempos prolongados y poder resistir mayores cargas que produce el tránsito proponiendo un porcentaje óptimo al adicionar granos de caucho reciclado, el uso de este material proporciona una mejor calidad del pavimento disminuyendo las fallas y aumentando la calidad de la carpeta asfáltica, además de optimizar los materiales, los cuales ayudan a la sostenibilidad del pavimento.

1.3.2 Práctica

La investigación propuesta, se considera de mayor relevancia, debido a que apoya en el mejoramiento de la calidad del pavimento, con este elemento añadido en la mezcla asfáltica provocará que se obtenga una mayor vida útil de la misma y así también ser un apoyo económicamente ya que al tener una mayor vida útil, el mantenimiento de la vía no será tan frecuente.

1.3.3 Metodológico

Para poder llevar a cabo la siguiente investigación se tuvo como referencias normativas vigentes que formaron parte del desarrollo en la selección de materiales, caracterización de estos recursos, los diseños en mezcla asfáltica y para el procedimiento de ensayos con las respectivas dosificaciones correspondientes, así

como para el recojo de información que se utilizó los formatos adecuados tomando en cuenta las normativas y manuales.

1.3.4 Económico

El uso del material a utilizar significa una gran contribución para la tecnología en el pavimento, es así que, gracias a éstos se posibilita el reducir la cantidad de fallas y preservar las propiedades mecánicas del pavimento, en esta investigación se tomará en cuenta el diseño de mezcla del pavimento el cual nos ayuda a mejorarla evitando un impacto negativo en sus características. Al considerar una mezcla asfáltica óptima, se debe tener en cuenta algunos aspectos como sus propiedades. La adición de este material provocará una mayor productividad y eficiencia del pavimento.

1.3.5 Ambiental

Los materiales a utilizar forman un papel significativo para la dosificación y el diseño de mezclas, por ello, en la investigación se decidió utilizar los Granos de Caucho Reciclables de la llanta para evitar más daño al medio ambiente con la utilización de este material se pretende minimizar la contaminación ambiental. El impacto ambiental negativo es amplio actualmente, el sector de la construcción no es indiferente, por ello, en el ámbito de la construcción, los materiales deben proporcionar la mayor sostenibilidad posible.

1.3.6 Importancia

En el presente trabajo se demostrará, que la adición de Granos de Caucho Reciclado en el pavimento flexible al cuantificar los resultados de los ensayos y metodologías, se minimizará la aparición de fallas en la carpeta asfáltica respetando las normas vigentes que se usarán para el adecuado desarrollo de la investigación.

Se mejorará las características del pavimento adicionando el aditivo mejorando la resistencia a las fisuras en la capa de rodadura.

Esto generará un servicio de calidad para toda la población principalmente por la condición de la vía, con menor gasto económico y menor contaminación ambiental, dichos resultados se aportará a futuros trabajos para el diseño asfáltico a nivel local y regional, considerando el uso del aditivo para mejorar la condición de vida.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis General

- a) El uso de Granos de Caucho Reutilizable influye significativamente para el mejoramiento del pavimento flexible de la Avenida Panamericana Kennedy del distrito de Ilo en la región Moquegua 2022.

1.4.2 Hipótesis Específicas

- a) El deterioro de la carpeta asfáltica afecta significativamente al pavimento flexible en la Avenida Panamericana Kennedy del distrito de Ilo en la región Moquegua 2022
- b) El uso de Granos de Caucho Reutilizable influye significativamente en la estabilidad del pavimento flexible en la Avenida Panamericana Kennedy del distrito de Ilo en la región Moquegua 2022
- c) El uso de Granos de Caucho Reutilizable influye significativamente en la fluencia del pavimento flexible en la Avenida Panamericana Kennedy del distrito de Ilo en la región Moquegua 2022.
- d) El uso de Granos de Caucho Reutilizable influye significativamente en la densidad del pavimento flexible en la Avenida Panamericana Kennedy del distrito de Ilo en la región Moquegua 2022.
- e) El uso de Granos de Caucho Reutilizable influye significativamente en el porcentaje de vacíos del pavimento flexible en la Avenida Panamericana Kennedy del distrito de Ilo en la región Moquegua 2022.
- f) El uso de Granos de Caucho Reutilizable influye significativamente en el diseño de mezcla Método Marshall-ASTM D- 1559 del pavimento flexible en la Avenida Panamericana Kennedy del distrito de Ilo en la región Moquegua 2022.

1.5 Variables

1.5.1 Variable independiente

V1: Deterioro de carpeta asfáltica

Descripción: Será el análisis del pavimento flexible para poder determinar el estado actual en el cual se encuentra.

V2: Implementación del uso de Granos de Caucho Reutilizable

Descripción: Es la cantidad de Granos de Caucho Reutilizable GCR que, añadido a la mezcla asfáltica en caliente, buscará mejorar las propiedades del pavimento flexible.

1.5.2 Variable dependiente

V3: Pavimento flexible

Descripción: Capas constitutivas, la cual se verá su estado de deterioro que tiene hasta la actualidad y se le añadirá una dosificación optima por GCR para mejora de sus propiedades.

1.5.3 Operacionalidad de Variables

Tabla 1: Operacionalización de Variables

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	ESCALA	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Deterioro de carpeta asfáltica	Variable independiente	Razón	El deterioro es consecuencia del fenómeno de fatiga de las capas asfálticas sometidas a una repetición de cargas de tráfico superiores a la permisible. Suarez Tong, (2019)	Fallas del pavimento	-Piel de Cocodrilo -Exudación -Agrietamiento en bloque -Abultamiento y Hundimiento -Depresión -Grietas de borde -Grietas Longitudinales y Transversales -Parcheo -Baches o Huecos -Ahuellamiento -Grieta Parabólica -Hinchamiento
Implementación del uso de Granos de Caucho Reutilizable	Variable independiente	Razón	Contribuyendo en la solución del problema ambiental que estos generan al finalizar su vida útil; este caucho recibe el nombre de Grano de Caucho Reciclado o GCR. Puede ser adicionado a las mezclas asfálticas cuenta con grandes beneficios para la infraestructura vial, además de beneficios medioambientales debido al aprovechamiento de las llantas usadas Diaz Claro (2017)	Granulometría Dosificación	Tamiz malla N° 10-2 mm NTP 400.022 /ASTM C 128 0.5% de Grano de Caucho (en reemplazo del agregado fino) 1% de Grano de Caucho (en reemplazo del agregado fino) 1.5% de Grano deCaucho (en reemplazo del agregado fino)

Pavimento flexible	Variable dependiente	Razón	<p>Capas constitutivas tienen bajos valores de resistencia a la flexo-tracción, absorbiéndolas solicitaciones mediante su resistencia al esfuerzo de corte, dependiendo del espesor y calidad de éstas. La evaluación del pavimento existente ayudará a obtener en qué estado se encuentra el pavimento y acto seguido solucionarlo con una nueva mezcla asfáltica mejorada, la cual mejorará sus propiedades del pavimento.</p>	<p>Propiedades del pavimento flexible</p> <p>Diseño de Mezcla Asfáltica</p>	<p>-Estabilidad -Flujo -Densidad -Porcentaje de Vacíos</p> <p>-Diseño de mezcla Método Marshall-ASTM D- 1559</p>
---------------------------	----------------------	-------	--	---	--

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del Problema

2.1.1 A nivel Internacional

(Lubo Gómez, y otros, 2019) en su tesis titulada: “Asfaltos modificados con cauchos en vías primarias en las ciudades Santa Marta, Barranquilla y Bogotá como alternativa de mejoramiento de la capa de rodadura de los pavimentos flexibles entre los años 2012-2019” para optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad Cooperativa de Colombia, 2019, tiene como propósito evaluar los procesos de modificación, desventaja y ventaja de mezclas asfálticas con caucho en el pavimento flexible, mediante la búsqueda de información a través de diversas fichas bibliográficas como método de recolección se usó el fichaje, facilitando la organización de los temas en cuestión: mezcla asfáltica, obtención del grano de caucho reciclado mediante proceso frío y caliente, la influencia del caucho en mezclas asfálticas concluyendo que debido a las investigaciones en los últimos años, demostrando mayor durabilidad en este tipo de modificaciones en comparación a las convencionales, económicas a mayor plazo disminuyendo los mantenimientos y maximizando su durabilidad, contribuyendo a la disminución en los efectos adversos del medio ambiente.

(Maldonado Osorio, 2018) en su trabajo de investigación: “Estado del Conocimiento de las Mezclas Asfálticas Modificadas con Grano Caucho Reciclado (GCR) en Colombia” para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Militar Nueva Granada en 2019, analiza el estado de los conocimientos en desarrollo tecnológico,

investigación y el uso de mezclas asfálticas agregadas con Granos de Caucho Reciclado (GCR), basándose en la información recolectada de diferentes fuentes de consulta explicando el proceso y métodos para la obtención de los GCR, especificaciones técnicas y normativas de entidades públicas y/o privadas, fabricación de la mezcla asfáltica, aportes de investigación científica en diferentes universidades y empresas relacionadas al tema, conforme a la proyección establecida la adición de GCR beneficia ampliamente en la construcción de las carreteras. Se concluye en gran parte que la información obtenida sobre esta tecnología manifiesta avances de gran importancia, esto permite su aplicación en varios países que buscan optimizar la producción de mezclas asfálticas. Considerando una inversión este tipo de tecnología y la creación de políticas logrando mejoras en los nuevos proyectos de infraestructura vial e impacto ambiental.

(Génesis Nicole, 2019) en su tesis: “Estudio del pavimento flexible con polvo de caucho frente al efecto de fatiga” para optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad Central del Ecuador en 2019, teniendo de objetivo evaluar el rendimiento de la mezcla asfáltica incorporando GCR de neumáticos ante la influencia de la fatiga, según los resultados del cemento asfáltico y agregados se realizó el ensayo Marshall para obtener el óptimo contenido de asfalto para la mezcla, se realizó una mezcla asfáltica en caliente incorporando el polvo de caucho reciclado, siguiendo los parámetros de diseño según las especificaciones del MOP-001-F-2002 semejantes a las especificaciones NEVI 2012, en relación al Manual del Instituto del Asfalto MS-II. Se obtuvo que los resultados según los ensayos en agregado grueso, agregado medio y agregado fino, cumplen con los estándares en el control de las especificaciones: ASTM, NTE INEN y el MOP-001-F-2002, según el análisis de sus propiedades físico-químicas, con 27% de agregado medio, 28% de agregado grueso y 45% de agregado fino, además de un 4.9% de C.A., al incorporar los granos de caucho con proporciones de 1%, 1.5%, 2%, 2.5%, 3%, 4% y 5%, siendo un 2% de GCR en la mezcla modificada; se notó una mejora en las propiedades físico-químicas y reológicas obteniendo un mayor desempeño en cuanto a la resistencia abrasiva, aumentando la resistencia ante el desgaste, aumentando su rigidez, teniendo una mayor resistencia a la fatiga mitigando la alteración permanente del pavimento en efecto a grandes temperaturas.

(Diaz Claro, y otros, 2017) en su trabajo de investigación titulado: *“Implementación del Polvo de Caucho Reciclado proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimentos sostenibles”* para optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad Santo Tomas de Bogotá. Teniendo como objetivo el revisar el estado del arte sobre la implementación del GCR en mezclas asfáltica, por medio de diversos procesos de obtención y adición de éste, en efecto de su tamaño, forma y porcentaje en la mezcla asfáltica por vía seca y vía húmeda, y en su proceso constructivo se concluye que el Grano de Caucho Reciclable disminuye el contenido de vacío producidos por el aire y mejora los problemas causados por el ahuellamiento, con un proceso de mayor intensificación de la compactación en la mezcla asfáltica. Por diversos estudios, se demuestra que gracias a la adición del Grano de Caucho reciclado en las mezclas asfálticas mejoran considerablemente el comportamiento mecánico del pavimento.

Según (Montaña Sanabria, 2021) en su tesis, titulada: *“Uso de Residuos de Caucho en Pavimento de Asfalto para el Mejoramiento de Carreteras Terciarias en el Municipio de Pesca Departamento de Boyacá”* para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Militar Nueva Granada, 2021, se realiza la evaluación técnica y económica que se tiene al añadir los granos de caucho para el mejoramiento de pavimentos asfálticos de las vías terciarias se implementó el método de Marshall con el fin de obtener una adecuada dosificación de asfalto y agregado pétreo con el GCR de acuerdo a las normas y especificaciones técnicas, se usaron probetas con la mezcla asfáltica y el CGR en sus dosificaciones estimadas concluyéndose que gracias al uso del CGR mejoran las propiedades mecánicas, aumentando la resistencia a la oxidación del ligante y envejecimiento, teniendo en cuenta que al aumentar el CGR a la mezcla asfáltica, ésta se caracteriza por tener mayor flexibilidad a bajas temperaturas y de mayor plasticidad a altas temperaturas, siendo más susceptible al cambio de temperatura, teniendo beneficios monetarios notorios, dando un aumento en la vida útil de los pavimentos, reemplazar por materiales reciclables (GCR), reflejando ahorros a largo plazo.

Según (Ramírez Villamizar, y otros, 2014) en su tesis, titulado: *“Diseño de Mezcla Asfáltica con asfalto caucho tecnología GAP GRADED para la ciudad de Bogotá”* para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Católica de Colombia, 2014, se realizó diseños de mezcla asfáltica añadiendo materiales combinados, 50%

de arena triturada, 30% de gravilla triturada $\frac{3}{4}$ y 20% de gravilla 11/16, con granos de caucho en los porcentajes de 7.0%, 7.5%, 8.0% se aplicó el método de Marshall con el fin de conseguir una adecuada dosificación de asfalto y agregado pétreo de pen 60/70 con el GCR de acuerdo a las normas y especificaciones técnicas, como conclusión se mejoran las propiedades mecánicas, y se propone una capa de rodadura MDC-25 de 8cm y una capa base MDC-25 de 8cm, una capa intermedia de MDC-25 de 8 cm, como estrategia de mantenimiento periódico consistentes, acorde al deterioro observado.

Según (Pérez Acosta, 2021) en su tesis, titulada: “Diagnóstico de pavimentos mediante el método del PCI y Análisis de la influencia del mal estado de la vía con relación al número de accidentes presentados en la Av. La Victoria (carretera 4 este) entre calle 37 sur y calle 27^a sur” para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Católica de Colombia, 2021. En la tesis se busca determinar el estado en el cual se encuentra la vía para así poder darle una solución a largo plazo, por lo que se realizó el análisis de la carpeta asfáltica por medio del PCI para obtener el estado en el cual se encuentra y así reconocer si la vía necesita una reconstrucción o un mantenimiento, una vez tomado 28 muestras con tramo de 63 metros de longitud y habiéndola plasmado en una hoja de cálculo, se llevó a la conclusión que el 10.5 % necesita reconstrucción, el 3.6% necesita mantenimiento periódico y el 57.9% rehabilitación, por lo que se recomienda un rehabilitación en la vía, pudiendo solucionar el problema a largo plazo.

2.1.2 A nivel Nacional

(Montes Caurino, 2021) en su tesis: “Incorporación de Granos de Caucho por Vía Húmeda para la mejora del Comportamiento Mecánico en las Mezclas Asfálticas en Caliente en Huaraz-Ancash, año 2020” para optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, busca evaluar por vía húmeda como la incorporación de los granos de caucho mejora el comportamiento mecánico en las mezclas asfálticas. Realizo una investigación explicativa, por medio de un análisis cuantitativo, al incorporar los GCR por Vía Húmeda, con un diseño de mezcla asfáltica usando el método Marshall, adicionando 15% y 20% de caucho, analizando que en la estabilidad aumento en comparación a la mezcla convencional, concluyendo que el asfalto modificado da mayor rigidez, contribuyendo a una mejor resistencia frente a las deformaciones, así mismo se obtuvo una menor cantidad en el flujo

respecto a la mezcla convencional, por ello mejora la flexibilidad y elasticidad, frente a la variación de la temperatura. Por lo tanto, mezclas asfálticas proporcionadas con un 15% y 20% de GC cumplen con los estándares establecidos en el manual EG-2013.

(Flores Perez, 2018) en sus tesis: “Comportamiento mecánico de mezcla asfáltica incorporando caucho por vía húmeda, avenida Perú, Callao, 2018”, para optar por el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Cesar Vallejo. Tiene como objetivo principal analizar como los GC influyen en el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica, se aplicó en el tramo de la Av. Perú, por motivo de presentar deterioro en su carpeta de rodadura, por influencia del tráfico y los empozamientos de agua. Se realizó una investigación con un enfoque cuantitativo, del tipo aplicada, de nivel explicativo y de diseño experimental; se tomó como muestra briquetas estratificadas. Se obtuvo que la deformación en la mezcla modificada de 5% de GC presento una disminución de 2.6% en estabilidad en comparación de la mezcla convencional, y en el flujo un aumento con 13%, manteniéndose en los estándares admitidos, así mismo mejora la resistencia a la compresión e inmersión, lo cual significa que incrementa su capacidad de carga. Se tuvo que con 5%, 10% y 20% con temperaturas de 170° C, 185° C y 200° C, en consecuencia, se tiene un mejor comportamiento mecánico con el 5%, con mayor resistencia a la compresión. Con los porcentajes de 20% y 10% no se obtuvieron mejores resultados ya que en la permeabilidad del agua, vacíos y propiedades mecánicas no están cerca a los parámetros mínimos establecidos por el EG-2013.

(Tueros Davila, 2017) en su Tesis: “Incorporación de Polvo de Caucho en mezcla Asfáltica Convencional para mejorar el Comportamiento de la Superficie de Rodadura frente al Ahuellamiento en la Ciudad de Huancayo 2016” para optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad Peruana de los Andes, en su investigación busca determinar cómo, al incorporar el polvo de caucho influye en el comportamiento de la carpeta de rodadura frente al ahuellamiento. Siendo una investigación de tipo aplicada, con un nivel experimental-correlacional, se basa a los resultados ya obtenidos, conforme a los indicadores de: proporción física del P.C. (Polvo de Caucho), gradación de los agregados, contenido de asfaltos, en la variable P.C., ahuellamiento y durabilidad, por medio del comportamiento MAC. Se utilizaron briquetas de mezcla asfáltica como muestra, con porcentajes del 1%, 2% y 3% de P.C., por lo cual se realizaron ensayos de: Método Marshall, Contenido de Bitumen,

Ensayo cántabro y paños de prueba. Se concluyó que al incorporar el P.C. en la mezcla asfáltica, se mejora la superficie de rodadura, frente a la influencia del ahuellamiento, se evidencio que al incorporar P.C. este influye en los resultados de Flujo, Estabilidad e Índice de Rigidez de la mezcla convencional, en un 87%, 85% y 97%, y un 66.67% y 57% en la deformación plástica y durabilidad

(Sánchez Bueno, y otros, 2021) en tu tesis: “Análisis del Comportamiento Estructural y Funcional en el Pavimento Flexible para mejorar la Transitabilidad Vehicular en la Av. Litoral, Tramo Av. Cristo Rey – Av. Tarapacá – Distrito de Tacna, 2020” para optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad Privada de Tacna, 2021, busca determinar mediante el análisis del comportamiento estructural y funcional del pavimento flexible poder mejorar la transitabilidad de la Av. Litoral, por medio de la metodología del PCI cuyo procedimiento ayuda a determinar el índice de la condición en la que se encuentra la capa de rodadura por medio de evaluaciones visuales y toma de datos, estableciendo la clase, severidad y la cantidad de fallas encontradas; y la metodología VIZIR para determinar la calificación de estado del pavimento mediante sus catálogos de fallas, según el tipo que represente, tomándose como muestra un tramo de 3,00 km para su respectiva evaluación, concluyendo que los resultados obtenidos mediante la metodología PCI ofrece mayor contraste al analizar las fallas superficiales a la metodología VIZIR, ésta ofreciendo una adecuada solución con más variables y detalles para alternativas existentes relacionadas al mantenimiento de las pistas, siendo efectivos en estos, resultando que ambas metodologías indican una clasificación para una condición buena.

(Rodríguez Velásquez, 2009) en su trabajo de investigación: “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Casilla” para optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad de Piura del 2009, tiene como objetivo determinar el índice de condición en el pavimento flexible de la Av. Luis Montero, desarrollando la metodología del PCI tomando un tramo de 1.20 km en el pavimento flexible como muestra, tomando en cuenta el estado del pavimento, recorriendo cada tramo de 600 m por cada vía de dos sentidos, dando un total de 32 muestras a inspeccionar, observando la condición de la vía y poder identificar los cambios que haya tenido, se concluye que mediante la metodología PCI, se considera que los resultados de la evaluación obtienen un valor de condición promedio de 49,

determinando una condición regular; se menciona que los trabajos de mantenimiento mejoraron el estado de pavimento, evitando la generación de fallas estructurales en la capa de rodadura. Estas fallas fueron de tipo funcional o superficial, recomendando un mantenimiento rutinario de las fallas visibles.

(Tacza Herrera, y otros, 2018) en su tesis: “Evaluación de fallas mediante PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado” para optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2018, busca obtener opciones para la intervención que posibilite optimizar la condición operacional o situacional del pavimento que en esos momentos muestra el carril segregado del corredor Javier Prado, teniendo en cuenta que esta fundamental vía es de uso principal para los autobuses del sistema de transporte urbano llevado a cabo por la Municipalidad de Lima, se realizó anticipadamente la evaluación del pavimento al aplicar el método Pavement Condition Index (PCI) basado en la Norma ASTM D6433-07 para poder establecer en qué estado se encuentra el pavimento mediante sus catálogos de fallas, según el tipo que se encuentre, teniendo como muestra una longitud de 828 m para su respectivo cálculo, obteniendo como resultado que habiendo hecho el análisis se determinó un mantenimiento menor, ya que las fallas resultan menores de 300 m².

(Ubidia Pinedo, 2019) en su tesis: “Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto San Martín” para optar por el título de Ingeniero Civil, 2019. Su finalidad es diseñar un pavimento usando el polvo de caucho reciclado para poder disminuir la generación de fisuras, mediante ensayos realizados para obtener una precisa comparación entre el polvo de caucho reciclado y la mezcla asfáltica de acuerdo a la metodología usada, especificando las propiedades y características de los materiales utilizados, para estimar los parámetros correspondientes a casa prueba verificando si se encuentran dentro de los parámetros según el ASTM y el MTC, concluyendo que la adición del caucho en un 0.5% da mayores valores en cuando a resistencia axial en comparación a las proporciones de 0.25%, 0.75% y 1.00%, resulto un diseño de mezcla asfáltica usando el polvo de caucho como un material principal, influyendo en el comportamiento mecánico de la

mezcla asfáltica, demostrando que al adicionarlo, éste mejora las propiedades mecánicas. En resultado los altos valores de la estabilidad Marshall proporcionan un mejor comportamiento al ahuellamiento y a la fatiga, es decir; es factible el uso de polvo de caucho en la mezcla asfáltica.

(Salazar Pucllas, 2019) en su trabajo: “*Incorporación de Caucho Reciclado en las Mezclas Asfálticas para Mejorar Pavimentos Flexibles en la Ciudad de Lima, Perú 2019*” para optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad César Vallejo, 2019. Busca demostrar si al incorporar el CR influye en la resistencia de la mezcla asfáltica en el pavimento por medio de los ensayos de análisis granulométrico del agregado fino y grueso estableciendo porcentajes de 42% grava triturada, 42% de arena triturada y 16% de arena natural, y el ensayo Marshall ASSHTO con la incorporación de 2.5%, 3.5% y 4.5% de GCR para demostrar y determinar las proporciones adecuadas para el diseño de la mezcla asfáltica propuesto para la mezcla patrón y las muestras modificadas por el GCR, se concluye que: la adición del caucho afecta positivamente en el diseño de la mezcla asfáltica, tanto en flujo, estabilidad, siendo importante para mejorar y modificar las propiedades de ésta, ya sea la resistencia, el flujo y la estabilidad, con mayor resistencia a las deformaciones generadas por el tránsito vehicular, asimismo prologando el tiempo de vida.

(Macedo Seminario, y otros, 2020) en su investigación titulada: “*Influencia del Caucho Reciclado como Agente Modificante en los Parámetros de Diseño de una Mezcla Asfáltica*” para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad de Ricardo Palma, 2020, busca determinar de qué manera el caucho influye como agente modificante en los parámetros de diseño de la mezcla asfáltica utilizando el proceso de vía seca, se realizó por método de incorporación (vía seca) incrustando el polvo de caucho directamente al mezclador de la mezcla asfáltica, llegando a modificar las propiedades, se adicionaron 3 diferentes contenidos de caucho, estas fueron 10%, 15% y 20% analizando las diferentes reacciones en las dimensiones del caucho y el Método de Marshall mediante el desarrollo y compactado de la misma mezcla asfáltica como resultado de que las variables más significativas y críticas al momento de diseñar la mezcla asfáltica modificada con caucho son la temperatura y el tiempo, por ende se debe de cumplir con un rango mínimo para que pueda existir una adecuada interacción del asfalto con el caucho para su positiva modificación.

Es confiable y seguro la adición de caucho en partículas superiores a 0.5 mm, actuando como un agregado y las partículas menores se relacionan con el cemento asfáltico realizando una interacción en el proceso de vía húmeda.

(Chávez Quiñones, y otros, 2014) en su investigación titulada: “*Elaboración de mezclas asfálticas con partículas de caucho reciclado en el departamento de Lambayeque*” para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad de Señor de Sipán, 2014, en la ciudad de Pimentel, ésta busca usar las partículas de caucho reciclados para poder fabricar un diseño de mezcla de pavimento sin necesidad de alterar el cemento asfáltico, en la cual se varió por 3 porcentajes de adición de granos de caucho analizando las diferentes reacciones en las dimensiones del caucho y el Método de Marshall, la finalidad de esta investigación fue la de incentivar la cultura del reciclado y así poder contribuir en la solución de los problemas de nuestra ciudad como es la contaminación.

(Alvarez Briceño, y otros, 2017) en su trabajo: “Influencia de la Incorporación de partículas de Caucho Reciclado como Agregados en el Diseño de Mezcla Asfáltica” para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad Privada Antenor Orrego, 2017, en la ciudad de Trujillo, busca determinar la influencia al incorporar residuos triturados de llantas en la mezcla asfáltica, mediante el uso de la Metodología Marshall, con el fin de establecer un nuevo diseño. Se estableció un diseño de 5% de asfalto, 20% de agregado (pasando malla 3/4”), 35% de triturado (pasando malla 1/2”), arena lavada zarandeada un 20%, arena triturada 20% y GCR un 1.5%, 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, siendo un 1.5% y 2.0% en cumplimiento de los estándares de estabilidad, resistencia a la compresión en las muestras (briquetas), flujos de muestra, porcentaje de vacíos en cumplimiento de las normas establecidas por el aumento del porcentaje de granos de caucho reciclado.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Carretera

Es un camino para el desplazamiento de vehículos automotor el cual tiene como mínimo dos ejes, cuyas características geométricas, tales como: pendiente longitudinal, pendiente transversal, sección transversal, superficie de rodadura y demás elementos de la misma, deben de cumplir con los estándares de las normas vigentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (DG, 2018)

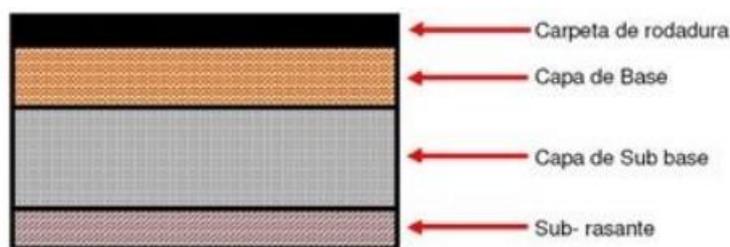


Figura 2: Capas de un Pavimento Flexible

Fuente: Proceso Constructivo de un Pavimento Flexible

2.2.2 Asfalto

Material con efecto cementante, presenta un color marrón oscuro a negro, que consiste normalmente en asfalto de origen natural u obtenido por la purificación del petróleo. Este material se halla en cantidades diversas en gran parte del crudo de petróleo. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, pág. 4).

Sus propiedades son impermeables, adhesivas y cohesivas o elásticas para un determinado esfuerzo, lo que lo hace práctico a la hora de cambiar el contacto entre la carretera y el neumático. Su adherencia provoca que las llantas de los automóviles se cojan con firmeza, aumentando la seguridad en la conducción, especialmente en automóviles y motocicletas.



Figura 3: Asfalto
Fuente: Involucra S.L.

2.2.3 Composición Química del Asfalto

Para que el pavimento funcione correctamente, es importante conocer la composición química del asfalto para poder probar sus propiedades físicas.

Al igual que el petróleo crudo, siendo una mezcla con gran cantidad de hidrocarburos, compuestos aromáticos, parónimos y heterocíclicos, el asfalto presenta una composición química muy compleja.

Los hidrocarburos que son parte del asfalto, producen una solución líquida donde las moléculas de hidrocarburos pesados (asfáltenos) los cuales están esparcidos en un medio aceitoso mayormente ligero (máltenos) formado por hidrocarburos saturados, resinas y aromáticos, sin la existencia de una separación de estas dos fases sino una transición. (Angulo, 2005).

Cuando el asfalto es disuelto en n-heptano, los materiales duros son precipitados, dichos materiales son nombrados como asfáltenos, nombre determinado por Boussingault en el año de 1837. Existen otras fracciones asfálticas precipitadas por otros solventes, siendo ésta una mejor manera para distinguir a estos materiales como insolubles en pentano. (Repsol, 2000-2017).

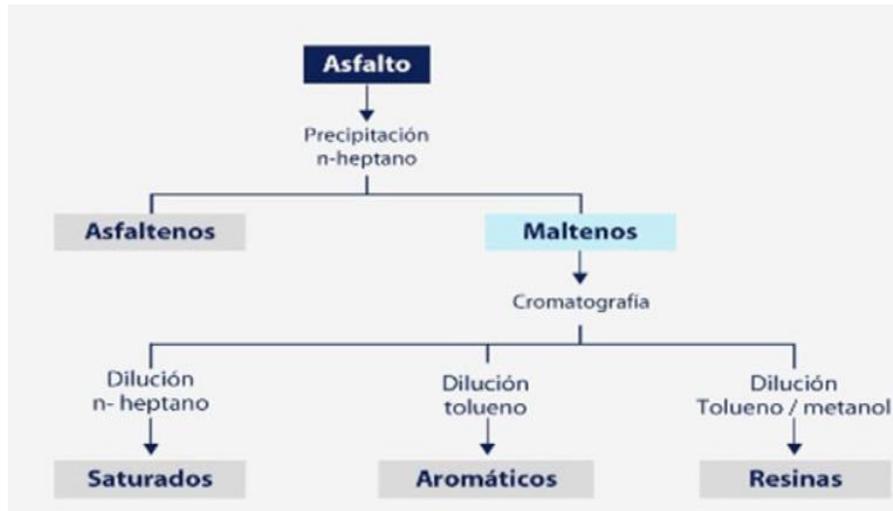


Figura 4: Composición de Asfalto.

Fuente: (Repsol, 2000-2017)

- Asfáltenos: Son sustancias formadas a partir de compuestos aromáticos, teniendo un color negro o pardo y que contienen diversos elementos químicos como: el nitrógeno, azufre, carbono y oxígeno. Estos son compuestos polares con mayor peso molecular.
- Máltenos: Son sustancias que se forman principalmente a partir de resinas, resinas saturadas y resinas aromáticas. Muy polares, como el asfalto, son una mezcla de carbono, hidrógeno y pequeñas cantidades de hidrógeno, oxígeno y azufre. La resina es muy viscosa y se puede utilizar como dispersante de asfalto.
- Aromáticos: Representan del 40% al 65% de la formación total de betún y son compuestos dominados por moléculas insaturadas con una habilidad especial para actuar como solventes para cadenas de hidrocarburos de alto peso molecular.
- Saturados: Son líquidos incoloros formados por naftenos lineales, ramificados y pequeños. Los hidrocarburos saturados se portan como antioxidantes e impermeabilizantes, causan deformidades al asfalto en el pavimento y poseen muy baja reactividad.

2.2.4 Propiedad Física del asfalto

Las propiedades físicas del asfalto son las siguientes:

- Consistente
- Durable
- Adherente
- Cohesionante

- Excelente elasticidad

2.2.5 Grano de Caucho Reciclado (GCR)

El GCR es un material derivado de llantas que nunca son utilizadas por vehículos automotores, que muchas veces no tienen destinos ambientalmente controlados, vertederos, centrales térmicas, vertederos a cielo abierto, etc., lo que perjudica severamente el ambiente.

Los Granos de Caucho Reciclado se adquieren mediante el proceso de trituración de llantas, reducidos, dicho material es utilizado en diversos proyectos para ingeniería, tales como: mezcla de relleno, material barrero, piso de parque, como modificador de mezcla asfáltica, etc.

En varias revisiones bibliográficas desarrolladas para este estudio, se demostró que el GCR se ablanda al igual que se hincha al reaccionar con el betún. Agregarlo a la mezcla da como resultado un betún o asfalto más denso, lo que se asocia con una mejor resistencia al envejecimiento y la oxidación.

2.2.6 Composición de las llantas

Básicamente es una mezcla de tres productos: caucho natural y sintético, acero y fibras textiles. El caucho utilizado en la elaboración de neumáticos se combina con un conjunto de polímeros (compuestos de alto peso molecular) como son: el polisopreno sintético, polibutadieno y, más comúnmente, estireno-butadieno, siendo todos hidrocarburos.

Los polímeros se usan para cambiar las mezclas asfálticas a fin de obtener un mejor rendimiento, con la finalidad de cumplir con los estándares de proyectos premium, con el objetivo principal de optimizar la flexibilidad, así como la elasticidad, la consistencia y la resistencia para evitar que las mezclas asfálticas se agrieten, se deformen o se deslicen. La introducción del asfalto modificado con polímeros es una tecnología que tiene ventajas bien conocidas en las mezclas asfálticas que brindan un mejor desempeño del pavimento cuando se exponen al tráfico y al clima. (Carreño y Reyes. 2015).

El caucho natural es un polímero flexible hecho de una emulsión de una sustancia lechosa, comúnmente llamada látex, es la savia de ciertas plantas, principalmente la savia de las plantas del género Hevea.

El caucho es mayormente utilizado, motivo de su bajo costo y propiedades. El elastómero siendo un material con propiedades mecánicas como una mayor deformación elástica bajo tensión en comparación con otros materiales, aunque vuelve a sus dimensiones originales sin deformación permanente. Se utiliza como sustituto del caucho natural, especialmente cuando se requieren propiedades mejoradas del material. El caucho SBR (estireno-butadieno) tiene una mayor resistencia al desgaste y produce mayor calor.

En la tabla N°02, N°03 y N°04 se explica la elaboración y las características de distintos tipos de neumáticos y los elementos químicos respectivamente, esta puede modificarse según el modelo de neumáticos y el país que lo va a fabricar.

Tabla 2: Análisis Químico de Llantas.

Elementos	Porcentaje
Carbono (C)	70
Hidrógeno (H)	7
Azufre (S)	1,3
Cloro (Cl)	0,2...0,6
Fierro (Fe)	15
Óxido de Zinc (ZnO)	2
Dióxido de Silicio (SiO₂)	5
Cromo (Cr)	97-ppm
Níquel (Ni)	77-ppm
Plomo (Pb)	60-760ppm
Cadmio (Cd)	5-10ppm
Talio (Tl)	0,12-0,3ppm

Fuente: Holderbank 1997

Tabla 3: Composición y características de los diferentes tipos de llantas.

Automóviles y Camionetas	
Caucho natural	14%
Caucho sintético	27%
Negro de humo	28%
Acero	14-15%
Fibra textil, suavizantes, óxidos, antioxidantes, etc.	16-17%
Peso promedio	8,6kg
Volumen	0.06 m ³

Fuente: Rubber Manufacturers Association.

Tabla 4: Composición y características de los diferentes tipos de llantas.

Camionetas y Microbuses	
Caucho natural	27%
Caucho sintético	14%
Carbón Negro	28%
Acero	14-15%
Fibra textil, suavizantes, óxidos, antioxidantes, etc.	16-17%
Peso promedio	45,4kg
Volumen	0.36 m3

Fuente: Rubber Manufacturers Association.

2.2.7 Método Marshall

El método Marshall fue propuesto por Bruce Marshall, un ex-Ingeniero de Bitúmenes en el Departamento de Carreteras ubicado en el Estado de Mississippi. Tiene como objetivo el de precisar el contenido apropiado del porcentaje de asfalto para obtener una composición adecuada para los agregados. Este método también brinda información acerca de las características que tiene la mezcla asfáltica en caliente y mantiene la densidad y los vacíos adecuados, siendo criterios establecidos en el proceso de pavimentación.



Figura 5: Máquina usada para el Método Marshall
Fuente: UTEST

2.2.8 Proceso de obtención del Grano de Caucho Reciclado

La fase de molienda tiene como finalidad alcanzar el tamaño máximo de partícula de $\frac{1}{4}$ “. Asimismo, estos varían en cuanto a la forma y la textura del GCR. Cada modificación debe evaluarse en términos de costo y garantizar que los gránulos GCR estén libres de acero, fibras y otros efectos que afecten negativamente la calidad del producto. En los siguientes párrafos se van a identificar tres distintos procesos de molienda de las llantas.

2.2.9 Proceso de obtención del Grano de Caucho Reciclado

En el proceso ambiental como se puede ver en la Figura 6, se encuentra presente el empleo de una serie de granuladores que van a reducir el tamaño del caucho por medio del corte por el movimiento de las cuchillas. Estos son molinos construidos principalmente para separar los elementos metálicos y así evitar estropearlos, para excluir la parte textil se utilizan cintas o bandejas vibratorias que provocan la compresión de las fibras, las cuales son divididas por tamices.

El tamaño de las partículas será controlado por pantallas dentro de la máquina; sin embargo, estas mallas se pueden sustituir para obtener el tamaño esperado.

La temperatura de los neumáticos originalmente es equivalente a la temperatura ambiente, sin embargo, esta se incrementa considerablemente en el procedimiento de molienda en la fricción de los neumáticos con las cuchillas.

En el proceso, se hallan presentes diferentes pares de molinos para dar el tamaño adecuado (2 o 3 molinos). Los rodillos se encuentran uno en frente del otro, con un espacio específico que es la que brinda el tamaño al grano de caucho. El caucho atraviesa por esta diversidad de molinos con el fin de facilitar la separación de los demás materiales que se encuentran en las llantas en desuso. Las máquinas que utilizan este proceso requieren un alto nivel de mantenimiento continuo de la máquina, ya que las cuchillas de corte se desgastan mucho y sus costos tienden a aumentar aún más.

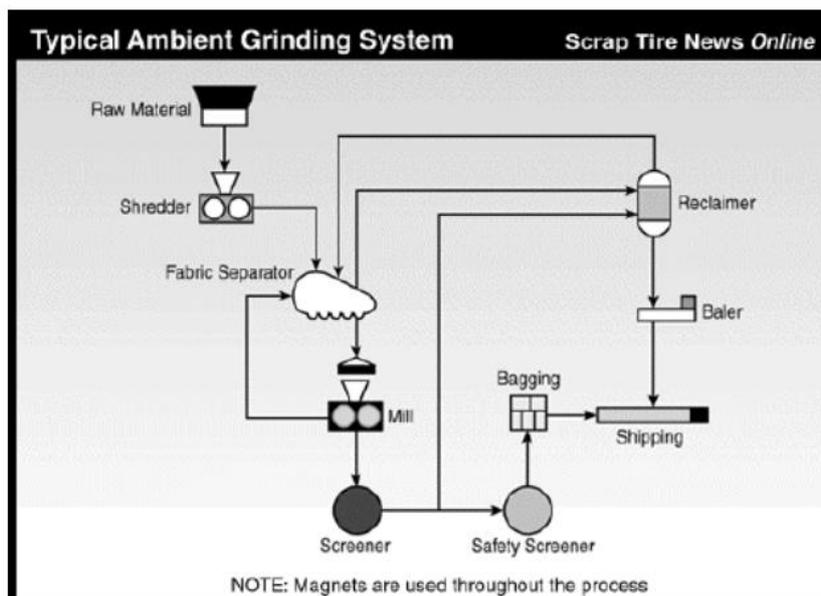


Figura 6: Proceso Ambiental
Fuente: Scrap Tire News Online

El proceso ambiental, asimismo es conocido como el proceso de molienda a temperatura ambiente, el cual comúnmente abarca las siguientes actividades como: separación del metal, separaciones de la fibra, reducción a polvo de GCR, empaquetado, pesado y transporte.

Naturalmente el tamaño al que se reduce al ser triturado es de más o menos de 2 pulgadas. Demasiado calor puede degradar el caucho y, si este no logra enfriarse apropiadamente la combustión se puede ejercer durante el almacenamiento.

2.2.10 Proceso Criogénico

Este proceso como se puede ver en la Figura 7 pretende alcanzar las partículas en los tamaños reducidos previstos, utilizando un método para aminorar la temperatura del neumático a una muy baja. Se emplea nitrógeno u otros materiales que permitan reducir de manera considerable la temperatura del neumático. Se reduce el caucho a partículas entre tamaños de ¼” a mínimo tamiz número 30.

En la molienda criogénica, los materiales son refrigerados mediante nitrógeno o dióxido de carbono a muy bajas temperaturas (-80 °F, -62°C aproximadamente).

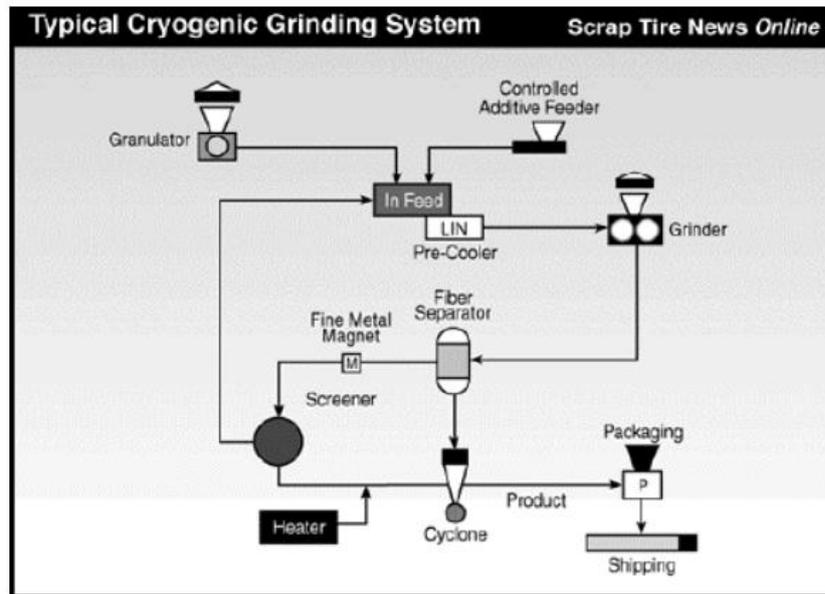


Figura 7: Proceso Criogénico
Fuente: Scrap Tire News Online

La molienda criogénica utiliza la criogenia (un grupo de técnicas utilizadas para enfriar el material hasta el punto de ebullición del nitrógeno o menos), se puede utilizar en cualquier etapa de la reducción del neumático. El material se puede enfriar en una cámara tipo túnel por inmersión en un baño de nitrógeno líquido para reducir la temperatura de las partículas de caucho. El caucho enfriado se muele en una unidad de reducción de tipo impacto, en un molino de martillo. La molienda criogénica evita la degradación térmica del caucho y produce un alto rendimiento del producto que queda libre de casi toda la fibra o de acero, que son liberados mientras dura el proceso. Para el caucho proveniente de las llantas usadas, el acero se separa del producto mediante imanes y la fibra mediante cribado (compuesto de una tela metálica fina. Las partículas de polvo molidas criogénicamente tienen superficies relativamente lisas, una amplia gama de tamaños de partículas y una oxidación superficial mínima. Estas diferencias en propiedades y reactividad pueden conducir a diferentes propiedades en el producto final.

2.2.11 Proceso de obtención del Grano de Caucho Reciclado

La implementación (GCR) en los pavimentos, conlleva grandes beneficios físico-mecánicos; pero existen dos vías por los que se incorporan. Dichas características que

obtiene un pavimento, son distintas conforme a como se vayan a incorporar en el pavimento.

2.2.11.1 Vía húmeda

El producto producido por esta tecnología a menudo se denomina "asfalto modificado con caucho" o "asfalto caucho". Este proceso de modificación aumenta la viscosidad del cemento asfáltico, otorgándole propiedades especiales. La plasticidad de esta mezcla a altas temperaturas resulta ser menor, por lo que es ventajoso evitar fenómenos como la formación de surcos. Cabe señalar que, a bajas temperaturas, la elasticidad de esta mezcla aumenta, lo que significa que se comportará mejor en cuanto a posibles problemas de fisuración.

En este proceso, se debe tener en cuenta varios factores que son determinantes para el correcto resultado de esta mezcla "asfalto-caucho". Estos factores incluyen: tamaño, textura y proporción de GCR, tipo de cemento asfáltico, tiempo y temperatura de mezcla, grado de mezcla mecánica durante la reacción de mezcla (GCR con cemento asfáltico), uso de componentes aromáticos de cemento asfáltico y otros aditivos.

En la Figura 08 que se mostrará este proceso conocido como proceso McDonald y precisamente consta de un tanque donde se mezcla el betún (cemento asfáltico) con el GCR con una serie de tornillos sin fin para reforzar la circulación de la mezcla para que tenga una reacción óptima entre estos dos materiales durante un periodo idóneo (por lo general este periodo está entre los 45 y 60 minutos), a la par a esto se calientan los agregados pétreos (4 y 5) para una mezcla siguiente con el cemento asfáltico modificado (6) para ser transportado al lugar de construcción (7). En este transporte se debe mantener una temperatura adecuada que va desde los 160°C a los 190°C, para evitar los

inconvenientes en cuanto a manejabilidad del material en campo y la carencia de propiedades mecánicas.



Figura 8: Proceso de Modificación por la vía húmeda

Fuente: CIMAD

2.2.11.2 Vía seca

El proceso por vía seca consiste en mezclar granulos de caucho reciclado con agregados, antes de adicionar el cemento asfáltico en la mezcla. A diferencia del proceso por vía húmeda, esta mezcla presenta una gran cantidad de desventajas técnicas. La falta de un modelo de calidad y rendimiento ha llevado inadvertidamente a una falta de confianza entre los inspectores y profesionales para realizar este tipo de cambios, prefiriendo trabajar con métodos húmedos a pesar del potencial para recuperar más polvo GCR. La aplicación de este proceso se mostrará mediante la Figura 09, se identifica el GCR sustituyendo una parte muy reducida de agregados (entre el uno (1) y el tres (3) por ciento del peso total de los agregados). La aplicación se da al instante, antes de incorporar el cemento asfáltico a la mezcla, al momento de que los agregados consiguen una temperatura adecuada. En este proceso de aplicación no se necesita ningún equipo especial para poder realizar la mezcla ya que el GCR entra a mezclarse con los agregados de manera directa. En algunos casos las partes más diminutas del GCR entran a modificar el cemento asfáltico.



Figura 9: Proceso de Modificación por vía seca

Fuente: CIMAD

2.2.12 Neumático (llanta)

El neumático es un material compuesto de caucho procesado por distintos elementos químicos, materiales textiles, armadura de acero y diversos componentes, su interior está llenado con fluido comprimible que tiene la función de resistir mayores cargas al ser trasladada y llevados grandes esfuerzos. (Capcha, 2018)

Se componen de tres elementos básicos: caucho natural y sintético, acero y fibras textiles. El caucho se ha utilizado en la fabricación de neumáticos y consiste en un grupo de polímeros, el más común de los cuales es el estireno-butadieno, todos los cuales se utilizan en hidrocarburos.

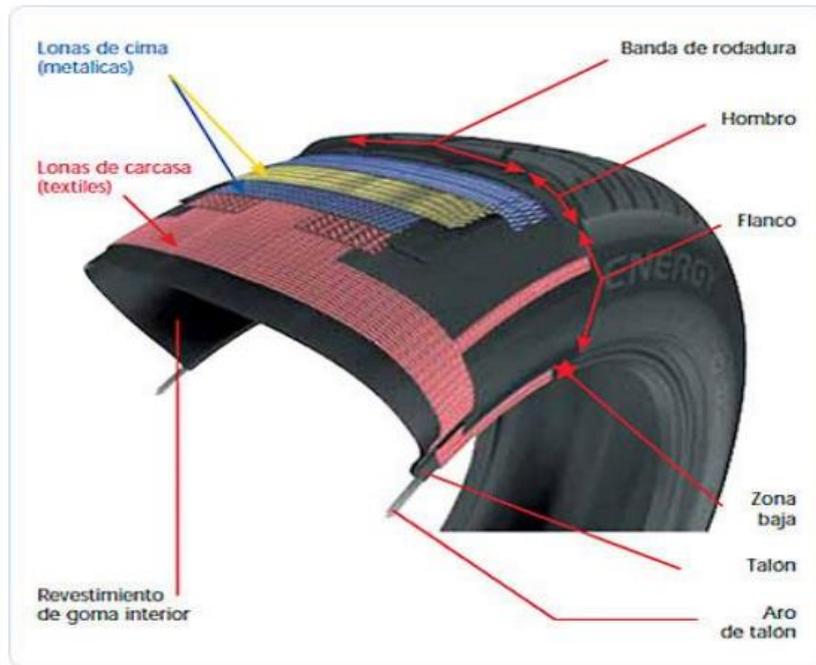


Figura 10: Componentes del Neumático
Fuente: Oponeo

2.2.13 Módulo dinámico

Siendo en valor absoluto del módulo complejo, determina la elasticidad de un material con viscosidad lineal bajo carga. Indica la relación entre el esfuerzo y la deformación. En esta prueba la probeta de cemento asfáltico con un diámetro de 15 cm y con una altura promedio entre 15 cm y 20 cm, se somete a una compresión axial inconfínada. A la probeta se le van a agregar sucesivamente cargas en distintas frecuencias (1, 4, 10 y 16 Hz), cambiando la temperatura (5 °C, 25 °C y 40°C). La aplicación de cargas a diversas frecuencias y distintas temperaturas, resulta una deformación unitaria recuperable y se genera un esfuerzo axial, siendo como efecto el Módulo Dinámico.

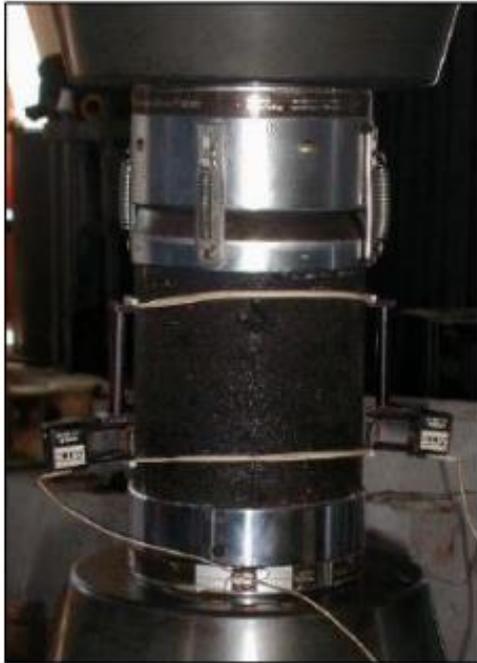


Figura 11: MTS para módulos dinámicos.
Fuente: Oponeo

2.2.14 Implementación del Caucho en las Mezclas Asfálticas para Pavimentos.

El polvo de neumáticos, material de suma utilidad para la Ingeniería Civil, se aprovecha en la elaboración de las mezclas asfálticas; se considera un material constructivo el asfalto modificado con el polvo de neumáticos, el cual es obtenido mediante la mezcla de agregados tradicionales y el polvo de neumáticos, esta mezcla nueva resulta ser más económica y ecológica, ya que permite preservar el medio ambiente (Fajardo Cachay, 2014).

Actualmente, el uso de asfaltos modificados en la construcción de pavimentos flexibles tiene como finalidad permitir lograr un desarrollo sustentable y satisfacer las necesidades humanas sin destruir o dañar nuestros recursos naturales. Debido a esto, el caucho reciclado reemplazará un cierto porcentaje de material y lo utilizará como conjunto de tipos artificiales.

Ventajas:

Al agregar y mezclar el caucho con el asfalto, causan componentes más livianos y más resistentes al efecto de las fisuras; los granos de caucho al ser vulcanizados suprimen todos los problemas presentes en el polímero virgen. Al mezclar y agregar

el caucho junto con el asfalto, se vuelve más flexible, lo que aumentará la vida útil de la carretera (alrededor de 5 años más que las mezclas ordinarias); por lo tanto, es más resistente a la deformación. Produce menor ruido en comparación a los pavimentos realizados con asfaltos tradicionales: siendo insoluble y la composición no cambia al estar en el interior del asfalto a diferencia del caucho natural.

2.2.15 Serviciabilidad

Para tener una idea de la idoneidad del recubrimiento se utiliza el índice de serviciabilidad (Present Serviceability Index), con el que se calificará el recubrimiento en una escala de 0 a 5, donde la mejor condición se encuentra en el valor más alto.

Para el diseño de un pavimento se tendrá que seleccionar la serviciabilidad tanto inicial como final. El índice de servicio inicial (p_o), es en función al diseño del pavimento y de la condición en la construcción. Para los pavimentos flexibles (nuevo) debe alcanzar un valor de 4.2 según los pavimentos evaluados por la AASHTO.

El índice de servicio final (p_t), está en relación de la clasificación del camino y es optada en base a ésta y al juicio del proyectista. Éste va a representar el menor índice capaz de ser soportado por un pavimento, anticipando es si necesario su restablecimiento mediante un mantenimiento o quizá realizar su reconstrucción. Según los valores indicados son aquellos que se obtuvieron en el AASTHO, para lo cual se tomó un $p_t = 2.5$ para caminos importantes es decir de mayor tránsito y para caminos de menor tránsito se le consideró un valor de $p_t = 2.0$.

Tabla 5: Escala de Índice Serviciabilidad

Índice de Serviciabilidad	Calidad
5	Muy Buena
4	Buena
3	Regular
2	Mala
1	Pésima
0	

Fuente: (AASHTO, 1993)

2.2.16 Ahuellamiento

El ahuellamiento ocurre como resultado de la distorsión constante de cualquier pavimento o subrasante, esto se da por motivo de fortalecimiento del material o al

movimiento lateral generado por la carga vehicular. El ahuellamiento puede ser causado por cualquiera de los siguientes factores: mezcla asfáltica mal diseñada, demasiado betún, aglutinante mayormente blando, compactación inapropiada en el transcurso de la construcción o llantas desgastadas. Un ahuellamiento relevante puede causar grandes daños estructurales.

El ensayo para la deformación plástica, se lleva a cabo con un equipo de procedencia británica, según las indicaciones establecidas en la norma INV. E-756 “Resistencia A La Deformación Plástica De Las Mezclas Asfálticas Mediante La Pista De Ensayo De Laboratorio”. Este equipo comprende de una cabina inspeccionada que puede conservar una temperatura continua de 60 ± 1 °C; en las muestras se ejerce de una presión de 900kN/m² parecido al cruce de un neumático con un total de 5040 veces.

2.2.17 Piel de cocodrilo

(Ministerio de Transportes y Carreteras, 2013), explica que la piel de cocodrilo, es una serie de grietas enlazadas resultantes de la falla por fatiga en la superficie del pavimento circundante como consecuencias de las cargas repetidas del tránsito. Las grietas comienzan en la parte baja de la carpeta asfáltica (o base estable), donde las tensiones bajo la carga de las ruedas son más altas.

2.2.18 Exudación

(Ministerio de Transportes y Carreteras, 2013), explica que la exudación siendo una capa de material bituminoso sobre la superficie del pavimento, forma una superficie brillante, cristalina y reflectante que comúnmente se vuelve viscosa. La exudación se origina por agregar gran cantidad de asfalto en la mezcla, demasiado sellado de asfalto o un espacio de aire bajo.

2.2.19 Agrietamiento en bloque

(García, 2012), aclara que las grietas en bloques, son grietas interconectadas dividiendo los pavimentos en diferentes secciones prácticamente regulares. El tamaño de los bloques puede cambiar de 0,30 m x 0,3 m x 3,0 m x 3,0 m.

2.2.20 Abultamiento y hundimiento

(Vásquez, 2002), los abultamientos son pequeñas diapositivas reclinadas hacia arriba, asentadas en el exterior del pavimento. En comparación a los deslizamientos de tierra, ya que son causados por superficies de carreteras inestables. Los bultos, por otro lado, pueden ser ocasionados por diversos factores, los cuales tenemos:

- Elevación o deformación de losas con una capa de concreto de asfalto.
- Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo).
- Infiltración y elevación del material en una grieta en combinación con cargas de tráfico (a veces llamadas "tiendas de campaña").

2.2.21 Corrugación

(Valera, 2002), Indica que se trata de una serie de depresiones muy cercanas, espaciadas con bastante regularidad, generalmente menor a 3,00 m. Las cimas están perpendicularmente a la dirección del tránsito. Esto suele ser provocadas por tráfico mezclado con una capa de asfalto muy genérica. Si los abultamientos son visibles a una distancia de menos de 3,0 m entre ellas, por cualquier motivo, este defecto se denomina corrugación.

Niveles de severidad:

- L: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de baja severidad.
- M: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de mediana severidad.
- H: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de alta severidad.

2.2.22 Depresión

Estas son áreas localizadas en el pavimento que están ligeramente más bajas que el pavimento circundante. Muchas veces, las depresiones suaves solo se pueden visualizar después de la lluvia, creando una "baño de pájaros" (bird bath) cuando el agua se acumula. En pavimento seco, las depresiones pueden encontrarse por las manchas originadas por el agua acumulada.

Estas originan a veces rugosidad, y al ser profundas o se encuentran saturadas de agua pueden causar hidropneumático.

Máxima profundidad de la depresión:

- L: 13.0 mm a 25.0 mm.
- M: 25.0 mm a 51.0 mm.
- H: Más de 51.0 mm

2.2.23 Grieta de Borde

Según (Valera, 2002), Son paralelas y, normalmente están a una distancia entre 0.30 m y 0.60 m del límite del pavimento exterior. Esta falla, se agiliza por las cargas que producen los vehículos y se produce por debilitamiento, gracias a las condiciones

climatológicas que generan en la base o de la subrasante cercanas al borde del pavimento.

La clasificación del área existente de la grieta y el borde, se de acuerdo a la forma como se forma la agrieta (a veces tanto que los pedazos pueden removerse).

2.2.24 Parcheo y Parche de Cortes Utilitarios

Según (Rodríguez, 2009), son áreas del pavimento que han sido sustituidas por un nuevo material para reparar el pavimento existente. Un parche se considera un defecto distinto a su rendimiento (normalmente, el área parcheada o las áreas cercanas no son tan buenas como el parche original). Se suele encontrar cierta aspereza relacionada a esta falla.

2.2.25 Grieta de reflexión de junta

(Valera, 2002), Esta falla sucede únicamente en pavimentos con superficie asfáltica construida sobre una superficie de losa de concreto con cemento Portland. No abarca otros tipos de base en la grieta de reflexión (por ejemplo, estabilizadas con cemento o cal). Son ocasionadas básicamente por el desplazamiento de la losa de concreto, persuadido por la temperatura, humedad, existente bajo la superficie de concreto asfáltico. Estos daños no se encuentran enlazadas con las cargas, pudiendo causar una rotura del concreto cercano a la grieta, por las cargas de tráfico. Si el revestimiento se separa a lo largo de las grietas, se denomina agrietamiento.

2.2.26 Desnivel carril/ berma

(Valera, 2002), El desnivel carril / berma se presenta como una desigualdad de niveles en medio del borde del pavimento y la berma. Esta falla es ocasionada por la erosión de la berma, el asentamiento berma o la colocación situada sobre carpetas en la calzada sin nivelar la berma.

2.2.27 Grietas Longitudinales y transversales

Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento o a la dirección de la vía, pueden ser originadas por:

- Una junta de carril del pavimento construida deficientemente.
- Contracción de la superficie de concreto asfáltico gracias a menores temperaturas o al endurecimiento del asfalto o al periodo de temperatura.
- Una grieta de reflexión es ocasionada por el agrietamiento que se encuentra en la parte inferior de la capa de base.

Las grietas transversales se expanden en el pavimento, en ángulos casi rectos al eje del pavimento o la dirección de la estructura. Este daño es causado por la erosión del arcén, el asentamiento o la imposibilidad de alcanzar el arcén durante la pavimentación.

2.2.28 Parcheo y acometidas

Un parche es una sección de pavimento que ha sido sustituida por un nuevo material para restaurar un pavimento existente. Un parche es considerado como un defecto independiente a su rendimiento (normalmente, en el área parcheada o adyacentes, éstas no funcionan adecuadamente en comparación al parche original).

Ningún daño como, por ejemplo, desprendimiento y agrietamiento) se reconoce dentro de un parche; ni, aunque un parche se está desprendiendo o agrietando, el área se reconoce únicamente como parche.

2.2.29 Pulimiento de agregados

(Valera, 2002), esta falla es ocasionada por las constantes de cargas de tránsito. Cuando el agregado existente en la superficie se vuelve suave al tacto, la adhesión con los neumáticos del vehículo va disminuyendo considerablemente.

Cuando la parte de agregado que se encuentra sobre la superficie, es pequeña, la textura del pavimento no facilita la reducción de la velocidad del vehículo significativamente.

2.2.30 Baches o Huecos

(García, 2012) Los huecos, orificios o baches, son pequeñas depresiones formadas en la superficie del pavimento, normalmente con diámetros menores a 0,90 m y con apariencia de cuenco.

Éstos se ocasionan cuando por el tránsito de vehículos se van desgarrando pedazos de la carpeta asfáltica. En general, contemplan bordes afilados y lados verticales cercanas a la zona superior.

La descomposición del pavimento va aumentando debido a las inadecuadas mezclas en la superficie, los puntos más frágiles situadas en la base o el subsuelo, o porque se llegado a una condición de piel de cocodrilo de mayor impacto adverso. A menudo, los orificios son daños relacionados con la condición de la estructura y no pueden equivocarse con el desprendimiento o la intemperie. Cabe resaltar que estas fallas han sido ocasionadas por la piel de cocodrilo de mayor severidad, deben reconocerse

como huecos.

2.2.31 Cruce de la vía férrea

(Valera, 2002) Las deficiencias relacionadas al cruce de vía férrea son depresiones o abultamientos formados entre los rieles o alrededor de ellos.

El cruce de la vía férrea se mide por pies cuadrados (ó metros cuadrados) del área influenciada.

Es importante tomar en cuenta que, si el cruce no altera la calidad de tránsito, entonces no se va a tener que registrar.

2.2.32 Desplazamiento

(Valera, 2002), el desplazamiento es un corrimiento longitudinal y permanente en un área determinada, situada en la superficie del pavimento la cual es ocasionado por las cargas de los automóviles.

Al existir un empuje del tránsito contra el pavimento, se genera una onda corta y abrupta en la superficie. Básicamente, este daño sólo se ocasiona en las mezclas de asfalto líquido que son inestables en el pavimento.

2.2.33 Grietas Parabólicas

(Valera, 2002) Las grietas parabólicas por deslizamiento (slippage) son grietas que tiene aspecto de media luna crecientes y estas son formadas por las llantas, que al frenar o girar provocan el deslizamiento o la deformación en la superficie del pavimento.

Generalmente, esta falla solo se aparece en una mezcla asfáltica con menor resistencia, o de una liga pobre existente en medio de la superficie y la capa siguiente de la estructura de pavimento.

2.2.34 Hinchamiento

(Valera, 2002) El hinchamiento se diferencia por un pandeo que se genera sobre la superficie de un pavimento – una onda larga y gradual, teniendo una longitud superior a 3.00 m. En esta falla puede distinguirse un agrietamiento superficial. Usualmente, este deterioro es ocasionado por las bajas temperaturas en la subrasante o por suelos potencialmente expansivos.

2.2.35 Método PCI

Según (Vásquez, 2002), el deterioro de la estructura del pavimento es una función del tipo de daño, su gravedad y su cantidad o densidad.

La formulación de un índice que toma en cuenta los tres factores mencionados, ha

sido problemática por la mayor cantidad de condiciones posibles. Para evitar estas dificultades, se añadieron los "valores deducidos", como un 37 arquetipo de un factor ponderado, con la finalidad de mostrar el grado de afectación que cada combinación de clase en cuanto a daño, nivel de severidad y densidad que tenga respecto a la condición del pavimento. A continuación, en la Tabla 06 se observan los parámetros establecidos para el PCI con su correspondiente descripción, atribuyendo a la condición del pavimento.

Tabla 6: Rangos de Calificación del PCI

Rango	Clasificación
100-85	Excelente
85-70	Muy Bueno
70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Malo
25-10	Muy Malo
10-0	Fallado

Fuente: Paviment condition index (PCI)

2.2.36 Procedimiento de evaluación del PCI

Según (Riasco, 2012), Como primera fase corresponde al trabajo realizado en campo, en donde se define los efectos negativos en función de su grado, severidad y volumen. Esta información se registra en un formato en relación con los datos obtenidos.

2.2.37 Unidades de Muestreo

Según (Riasco, 2012), La unidad de muestreo se divide en secciones o "unidades de muestreo" que varían en tamaño dependiendo del tipo de pista y el tipo de banda de rodadura.

Tabla 7: Longitud de Unidades de Muestreo Asfálticas

Ancho Calzada (m)	Longitud de la Unidad de Muestreo (m)
5	46
5.5	41.8
6	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: Pavement Condition Index (Pci) para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras

2.2.38 Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación

(Vásquez, 2002), indica que en la "Evaluación de una red de carreteras" puede haber una cifra grande de unidades de muestreo, cuya revisión exige un tiempo y recursos notables.

Por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo. Se debe verificar y controlar la cantidad de unidades; no obstante, si esto no es posible, el número mínimo de unidades de muestreo consideradas para la evaluación, se pueden obtener mediante la Ecuación 01, que ocasiona una estimación de $PCI \pm 5$ del promedio real con una confiabilidad del 95%.

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

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

2.2.39 Evaluación de la condición

La evaluación de la condición contiene los siguientes aspectos:

1) Equipo:

- Odómetro manual para calcular distancias y áreas de daño.
- Regla y una cinta métrica para fijar las profundidades de los surcos o

depresiones.

- Manual de daños del PCI con los formatos que correspondan y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.

2) Procedimiento

Se examina la unidad de muestreo, se mide el tipo, extensión y severidad del daño conforme al manual de daños y se registra los datos en el formato apropiado. Las definiciones y los procedimientos deben seguirse cuidadosamente y comprenderse para calcular los daños. Para cada unidad de muestreo se utilizará un formulario o "hoja de información de exploración de condición", cada línea debe estar en el modelo en el que se registran los daños, la extensión y la severidad.

3) Equipo de inspección

Contempla las medidas necesarias de protección para poder deslizarse en vía que se va a analizar, como equipar los vehículos que lo siguen y las personas en el camino con dispositivos de alarma y advertencia.

2.2.40 Estabilidad del Asfalto

La estabilidad en la mezcla asfáltica es la virtud de poder soportar desplazamientos y deformación influenciada por las cargas de los automóviles. Un pavimento flexible estable está apto para mantener su forma bajo la influencia de cargas repetidas, un asfalto inestable produce que existan ahuellamientos (canales), ondulaciones (corrugación) y otros indicios que señalan alteración en la mezcla.

Determinar la estabilidad requerida es un proceso que debe tener en cuenta un análisis completo del tráfico esperado. Las especificaciones de estabilidad deben ser lo suficientemente altas como para soportar adecuadamente la carga de tráfico prevista, pero no más altas de lo necesario según las condiciones específicas. Valores de estabilidad muy altos pueden generar un pavimento excesivamente rígido, lo que reduce su durabilidad.

La estabilidad de una mezcla está sujeta de factores como la fricción y la cohesión interna. La fricción interna entre las partículas del agregado está vinculada con la

forma y textura superficial, mientras que la cohesión interna es la capacidad que tiene el asfalto para unir los componentes de la mezcla. La fricción y cohesión interna en la mezcla asfáltica son fundamentales para prevenir el desplazamiento de las partículas de agregado. La fricción entre las partículas ayuda a mantenerlas en su lugar, evitando que se muevan unas respecto a otras cuando se ejercen fuerzas por el tráfico de vehículos. Por otro lado, la cohesión interna proporcionada por el asfalto actúa como un agente ligante, manteniendo unidos los componentes de la mezcla. Esta combinación de fricción y cohesión contribuye a la estabilidad de la mezcla y evita deformaciones no deseadas como hundimientos y ondulaciones. Es importante que la mezcla tenga el grado adecuado de fricción y cohesión para garantizar su resistencia a los esfuerzos del tráfico.

Una adecuada fricción y cohesión interna en la mezcla evita que la cantidad del agregado se muevan entre sí debido al tráfico. En resumen, cuanto más angulares sean las partículas de agregado y más rugosa sea su superficie, mayor será la estabilidad de la mezcla (Instituto de Asfalto, 1986).

2.2.41 Flujo del Asfalto

El flujo se refiere a la condición que tiene la mezcla asfáltica para soportar el asentamiento gradual y deformación, sin agrietarse (Veropalumbo, Viscione, y Formisano, 2018).

El valor de flujo representa la cantidad de movimiento o deformación total que experimenta el espécimen durante la prueba de estabilidad, medido en unidades de 0.25 mm (1/100 de pulgada). Se refiere a la diferencia entre la posición inicial del espécimen sin carga y el punto máximo de carga aplicada durante la prueba.

Para poder obtener el flujo del asfalto se realiza la siguiente prueba descrita es específica para las probetas elaboradas con el martillo Marshall. La probeta se sumerge, en un Baño María a 60°C durante un tiempo de 30 a 40 minutos. Posteriormente, la probeta se somete a ensayo en la máquina Marshall (Figura 12). Los resultados obtenidos en este ensayo se emplean para obtener la cantidad adecuada de asfalto.



Figura 12: Probeta sometida a ensayo en la maquina Marshall
Fuente: Elaboración Propia

2.2.42 Densidad del Asfalto

En el contexto del diseño de mezcla asfáltica, la densidad se refiere a la cantidad de masa de material asfáltico que se encuentra en una unidad de volumen determinada. Se representa típicamente en kilogramos por metro cúbico (kg/m^3). La densidad es un parámetro crítico en el diseño de mezclas asfálticas, ésta influye en varias propiedades y características del pavimento.

La densidad de la mezcla asfáltica afecta directamente su resistencia al desgaste, capacidad de soporte de carga y durabilidad general. Una mayor densidad de la mezcla asfáltica generalmente se correlaciona con una mayor rigidez del pavimento y una mayor resistencia a la deformación y al agrietamiento.

Durante el diseño de la mezcla asfáltica, se establecen rangos o valores objetivo de densidad para garantizar un pavimento de alta calidad y rendimiento. Estos valores pueden variar según las especificaciones del proyecto y las condiciones ambientales locales.

Además, la densidad adecuada también es esencial durante la construcción para lograr una compactación óptima de la mezcla asfáltica. Una buena compactación mejora la resistencia y la vida útil del pavimento, evitando huecos o vacíos que puedan conducir a problemas futuros.

En resumen, la densidad en el diseño de mezcla asfáltica es un concepto técnico que se refiere a la cantidad de masa de asfalto en una unidad de volumen. Es un factor importante que influye en la calidad y el rendimiento del pavimento, tanto durante el diseño como durante la construcción.

2.2.43 Porcentaje de vacíos del Asfalto

El porcentaje de vacíos en el diseño de mezclas asfálticas es una característica importante que se utiliza para determinar la calidad y el desempeño del pavimento. Algunas de las funciones principales del porcentaje de vacíos en el diseño de mezcla asfáltica son:

1. Durabilidad: Un porcentaje adecuado de vacíos en la mezcla asfáltica permite una buena resistencia al envejecimiento, la oxidación y los efectos del clima, lo que contribuye a que el pavimento tenga una vida útil más larga.
2. Resistencia al desgaste: Un contenido de vacíos controlado ayuda a reducir el desgaste de la superficie del pavimento, lo que mejora su capacidad para resistir el tráfico y prolonga su vida útil.
3. Estabilidad estructural: El porcentaje de vacíos también influye en la condición del pavimento para resistir cargas de tráfico sin deformarse o deteriorarse. Un contenido adecuado de vacíos proporciona estabilidad estructural y evita hundimientos o deformaciones prematuras.
4. Drenaje adecuado: Los vacíos permiten el flujo y drenaje adecuados de agua a través del pavimento, lo que ayuda a prevenir problemas como el agrietamiento por congelación-deshielo y la acumulación de agua en la superficie.

En resumen, el porcentaje de vacíos en el diseño de mezclas asfálticas es crucial para garantizar la durabilidad, resistencia al desgaste, estabilidad estructural y un drenaje adecuado del pavimento. Un equilibrio adecuado de vacíos es fundamental para lograr un pavimento de alta calidad y con un rendimiento óptimo a lo largo de su vida útil.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 Métodos y Alcance de la investigación

3.1.1 Método General

Según (Sierra Bravo, 1988) el método científico se basa en formular problemas o cuestiones sobre el entorno del mundo y el de los hombres, con fundamento en la observación del entorno y las teorías ya existentes, preparando y anticipando soluciones a dichos problemas y verificar y/o comprobar con la misma realidad, por medio de la observación de los sucesos o hechos, su clasificación y su respectivo análisis.

El objetivo de esta investigación es adquirir conocimientos sobre el uso de Granos de Caucho para el mejoramiento del pavimento flexible, se realizarán ensayos en laboratorio los cuales serán observados y verificados.

3.1.2 Enfoque de la Investigación

El enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio, y se utiliza para poder comprender frecuencias, patrones, poder entender causa y efecto, a la vez de poder confirmar hipótesis o suposiciones por medio del análisis estadístico con los resultados obtenidos. Los resultados se expresan en números o gráficos.

3.1.3 Tipo de Investigación

Según (Murillo Hernandez, 2008) la investigación aplicada se caracteriza por buscar la utilización o aplicación de diversos conocimientos que uno adquiere.

La finalidad de la presente investigación será la de resolver una necesidad social en la cual para poder resolverla se aplicará diversos conocimientos adquiridos durante el transcurso de la etapa de estudios e investigación.

3.1.4 Nivel de Investigación

Según Hernández Samperi, y otros (2006) “la investigación descriptiva busca evaluar y recolectar información sobre diversos, aspectos, conceptos, cuestiones o dimensiones del hecho a investigar”.

Al mismo tiempo, como expresa Chávez (1991) es de tipo correlacional, teniendo como propósito determinar el grado de relación que existe entre las variables, verificando hasta qué punto las alteraciones de una, depende de la otra.

El fin de esta investigación es la de buscar y describir las fallas que se encuentran en la avenida que será estudiada mediante el método del PCI la cuál consta de encontrar las fallas del pavimento de manera visual y medir el grado de relación existente entre dos o más conceptos o variables utilizadas en la presente investigación.

3.2 Diseño de la Investigación

(Llopis Castelló, 2016) el diseño cuasi experimental define como se desarrolla la investigación, trata de definir las variables que se observaran, se realiza con un enfoque científico, permite evaluar las causas y efectos que tiene una variable sobre otra para poder refutar o validar una hipótesis.

El fin de la presente investigación será evaluar los efectos que causa el Grano de Caucho Reciclado en el pavimento flexible, para validar las hipótesis que han sido establecidas, las cuales serán resueltas mediante ensayos de laboratorio.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población

En la investigación se tomará como primera población la Av. Panamericana, Kennedy del Distrito de ILO y como segunda población está conformada por 60 probetas, que serán sometidas a diversos ensayos conforme a las normativas MTC.

3.3.2 Muestra

Se tomará como primera muestra un tramo de 1.5 km de la Av. Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo para su respectiva evaluación y calificación objetiva.

-Ancho de Calzada Carril Izq.

Longitud de muestro según cálculo del PCI para Ancho de calzada de 6.6 m

Long. Muestreo Carril Izq: 35m

Número total de unidades de muestra: $N = \frac{1500m}{35m} = 43$

Tabla 8: Progresivas de Carril Izquierdo

Tramo	PI (km)	PF (km)	L (m)
T-1	0+000	0+035	35
T-1	0+035	0+070	35
.	.	.	.
.	.	.	.
T-1	1+470	1+505	35

Fuente: Elaboración propia

-Ancho de Calzada Carril Dcho.

Longitud de muestro según cálculo del PCI para Ancho de calzada de 6.6 m.

Long. Muestreo Carril Izq: 35m

Número total de unidades de muestra: $N = \frac{1500m}{35m} = 43$

Tabla 9: Progresivas de Carril Derecho

Tramo	PI (km)	PF (km)	L (m)
T-2	0+000	0+035	35
T-2	0+035	0+070	35
.	.	.	.
.	.	.	.
T-2	1+470	1+505	35

Fuente: Elaboración propia

Como segunda muestra se está considerando 60 probetas, donde las 15 primeras briquetas serán usadas para calcular la cantidad adecuada de cemento asfáltico y de las 45 briquetas restantes, 15 se usarán como patrón y a las 30 últimas briquetas se les incorporará las diferentes dosificaciones de caucho: 0.5%, 1% y 1.5%. Es decir, se utilizará cuatro tratamientos contando con el tratamiento control.

3.3.3 Muestreo

El muestreo será de tipo no probabilístico ya que la muestra está fijada por el averiguador, es decir, no se escogió al azar. Se escogió la zona más afectada para la obtención de las muestras (Carrasco, 2006).

Es decir, la investigación será de tipo intencional. ya que se va poseer el control sobre que se va a emplear como muestra. Para poder seleccionarlas las muestras se considerará como mención las normas: MTC E-504, ASTM D-6927, AASTHO T-245, usando de esta manera el método Marshall para poder establecer la resistencia de la mezcla bituminosa.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas de recolección de datos

3.4.1.1 PCI

Para la recolección de datos para esta investigación se usó la Técnica de Observación, que permitió poder identificar y seleccionar el tramo de estudio,

puesto que, se observó que presenta deficiencias en la carpeta asfáltica. El método PCI se basa en los resultados de un inventario visual de las fallas que contiene el pavimento y es por eso que las fallas se van a clasificar por su tipo, severidad y cantidad, y según éstas se obtiene como resultado un índice estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie, lo cual, es muy importante para plantear las alternativas de intervención en la vía y poder mejorar su condición actual.

3.4.1.2 Granos de Caucho Reciclado

Teniendo en cuenta que las técnicas y métodos de investigación permite desarrollar y conseguir conocimientos nuevos sobre ellos, la técnica variará según el tema a investigar y los avances tecnológicos.

Gómez (2016), atestigua “Son utilidades las que posee un investigador con el fin de obtener datos de la rama de estudio, además que forma parte de las bases de información que se solicita”. Por lo cual este proyecto de investigación cuenta como técnica de recolección de información cuantitativa”.

Técnicas

Según Bernal, C. (2010), atestigua que “Para la una adecuada recolección de datos se encontrarán diversas técnicas para desarrollarlas en el campo según al tipo de investigación” (p. 192). En esta investigación se usarán técnicas, como la de observación directa y ensayos de laboratorios (mediciones), los cuales se realizarán en las instalaciones de SERVITRAN, basadas en los ensayos que indica el Manual de Carreteras EG 2013.

Cabe resaltar que también como una de las técnicas serán las bibliográficas ya que se utilizó referencias textuales como artículos, libros que poseen información sobre el tema de investigación para así lograr una serie de ideas y conocimientos que son de gran ayuda para concluir la hipótesis de esta investigación.

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Según Hernández (2014), afirma que “Instrumento es aquel que el estudioso utiliza con la finalidad de obtener alguna base de datos a través de las pruebas o ensayos teniendo como apoyo las variables que el investigador va a usar” (p.199).

3.4.2.1 PCI

Para poder procesar la información, se aplicará como instrumento el método PCI, para el cual se utiliza un formato de recolección de datos el cual se realizará en un computador a través de un programa Microsoft Excel, usando hojas de cálculo elaboradas bajo procedimientos de la metodología PCI y el respectivo análisis, el cual consolidará la información principal de la vía y permite el relevamiento correcto de las fallas en la zona de estudio.

3.4.2.2 Mezcla asfáltica con Granos de Caucho Reciclado

En esta variable se utilizaron equipos de laboratorio que facilitó realizar los ensayos para hallar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados, así como también los parámetros para la mezcla de concreto bituminoso. Dichos ensayos se plasmaron en distintos formatos y registro de ensayos, los cuales se realizaron en el laboratorio SERVITRAN, Los procedimientos para estos ensayos se realizaron de acuerdo como indica el Manual de Carreteras EG 2013. A continuación, se mostrarán los ensayos realizados:

- Propiedades físicas y mecánicas de los agregados

Agregado Fino

1. Equivalente de arena (MTC E 114)
2. Angularidad del agregado fino (MTC E 222)
3. Azul de metileno (AASTHO TP 57)
4. Índice de Plasticidad – Malla N° 40 (MTC E 111)
5. Durabilidad (al Sulfato de Magnesio) (MTC E 209)
6. Índice de durabilidad (MTC E 214)
7. Índice de Plasticidad – Malla N° 200(MTC E 111)
8. Sales Solubles Totales (MTC E 219)
9. Absorción (MTC E 205)

Agregado Grueso

10. Durabilidad (al Sulfato de Magnesio) (MTC E 209)
11. Abrasión en La Máquina de Los Ángeles (MTC E 207)
12. Adherencia (MTC E 517)
13. Índice de Durabilidad (MTC E 214)
14. Partículas chatas y alargadas (ASTM 4791)
15. Caras fracturadas (1 Cara y 2 Caras) (MTC E 210)

16. Sales Solubles Totales (MTC E 219)

17. Absorción (MTC E 206)

- Ensayo Marshall AASHTO T-245 ASTM D-1559

3.4.2.3 Deterioro de la carpeta asfáltica

Para poder procesar la información, se aplicará como instrumento el método PCI, para el cual se utiliza un formato de recolección de datos el cual se realizará en un computador a través de un programa Microsoft Excel, usando hojas de cálculo elaboradas bajo procedimientos de la metodología PCI y el respectivo análisis, el cual consolidará la información principal de la vía y permite el relevamiento correcto de las fallas en la zona de estudio.

Se utilizó los siguientes materiales e instrumentos:

- Flexómetro de 5 metros, para medir las dimensiones de las fallas menores a 5 metros.
- Cinta métrica de 50 metros, para medir la longitud de las Unidades de Muestra y medir las dimensiones de las fallas extensas.
- Regla de aluminio de 1 metro, para medir los desniveles del pavimento flexible.
- Libreta de campo, para realizar anotaciones de lo observado durante la inspección.
- Cámara fotográfica, para lograr un registro visual de las fallas del tramo en estudio

- Formato de Registro de datos, consolida información principal de la vía y permite el relevamiento correcto de las fallas en la zona de estudio. Ver Figura N°12

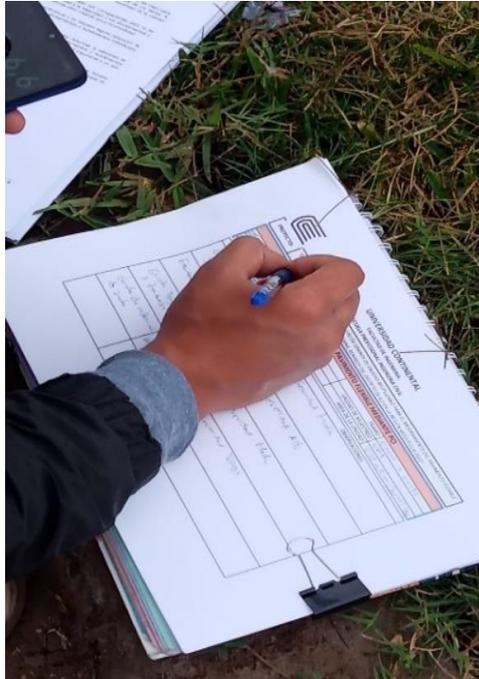


Figura 13: Recopilación de Datos
Fuente: Elaboración Propia



Figura 14: Medición de fallas con el Flexómetro
Fuente: Elaboración Propia

3.4.2.4 Validez y confiabilidad

Según Hernández (2014), afirma que “La contrastación de información obtenida nos indica el grado de validez de la información a medir” (p.201)

La validez siempre fue una inquietud para una investigación; las interrogantes en cuanto a la validez han brotado a lo largo del tiempo en torno a la investigación experimental y es por ello que desde ahí surgieron alguna contestación. Se contará con el asesoramiento de un profesional especializado en la materia, teniendo siempre presente las normas de ensayo.

3.5 Procedimiento de Datos

3.5.1 Procedimiento de cálculos PCI

Para la presente investigación se tomó como muestra un pavimento flexible de 2 carriles, ubicado en la Av. Panamericana entre Alto Ilo y Kennedy, teniendo unos 6.6 m de ancho de vía por cada carril. Tramo 1: empezando a nivel de la I.E. Jorge Basadre Grohmann y finalizando a nivel de las vías del tren propuesto en la investigación, debido que, a partir de la vía a nivel de la I.E. ocurren cambios en ambas secciones de vía, con la existencia de una berma central que separa ambos carriles.



Figura 15: Inicio de Tramo 0+000, a nivel de I.E. Jorge Basadre Grohmann

Fuente: Google Maps



Figura 16: Fin de Tramo 1+500, a nivel de las vías del tren.

Fuente: Google Maps

Ambos tramos serán evaluados de forma continua, por ser de mayor carga vehicular debido a que gran cantidad de vehículos circulan por ser intercepción de Alto Ilo, Kennedy, Miramar, El puerto y la Pampa Inalámbrica.

Se han realizado una inspección en campo donde se identificó, señalo y analizo las fallas existentes en las unidades de muestra localizadas en la superficie del pavimento a lo largo de 1.5 km por cada carril (izquierdo y derecho), tramo que fue seleccionado para realizar esta investigación.

Para determinar el número de unidades de muestra en su totalidad para un grado confiabilidad del 95% se utilizó lo siguiente:

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

Donde:

e = error permitido en el cálculo del PCI de la sección ($e = 5\%$)

N : Son el total de todas las muestras a inspeccionar.

n : Son las unidades de muestreo mínimas que se van a inspeccionar.

σ : Sera la desviación estándar del PCI de las diferentes unidades de muestreo.

Basándonos en el manual de PCI (Pavement Condition Index) se realizaron los respectivos cálculos:

Longitud de Muestreo:

Conforme a la Tabla 10.

Tabla 10: Longitud de Unidades de Muestreo

LONGITUDES DE UNIDADES DE MUESTREO ASFÁLTICAS	
Ancho Calzada (m)	Longitud de la Unidad de Muestreo (m)
5	46
5.5	41.8
6	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: Paviment Condition Index (PCI)

$$\begin{aligned}
 \text{Longitud de Muestreo} &= 35.40 - \frac{(6.50 \text{ m} - 6.60 \text{ m}) \times (35.40 \text{ m} - 31.50 \text{ m})}{6.50 \text{ m} - 6.60 \text{ m}} \\
 &= 34.91
 \end{aligned}$$

Se obtiene una longitud de muestreo de 35 m para un ancho de calzada de 6.6 m.

Número Total de Unidades de Muestreo (N)

$$N = \frac{\text{Longitud Total de la Vía (m)}}{\text{Longitud de la Unidad de Muestra (m)}} = \frac{1500 \text{ m}}{35 \text{ m}} = 42.86 = 43$$

Teniendo como resultado 43 tramos (unidades de muestreo) de 35 m cada uno, los cuales se tomarán a lo largo de la avenida Panamericana-Kennedy para su respectiva evaluación.

Determinación de unidades de muestreo para evaluación

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^2}{4} * (N - 1) + \sigma^2} \\
 n &= \frac{43 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} (43 - 1) + 10^2} = 11.86 = 12
 \end{aligned}$$

Se opta para tener una mayor certeza en los resultados los cuales serán denominados muestreo adicional, se usa para determinar las unidades mínimas para el muestreo con un alcance de +- 5 teniendo una confiabilidad del 95%.

Selección de unidades de muestreo para inspección

Para hallar este, se usó la siguiente formula sacada del manual Paviment Condition Index (PCI).

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

Donde:

N: Está determinado por el total de todas las muestras a inspeccionar.

n: Está determinado por el número mínimo de muestras a inspeccionar.

i: Sera el intervalo de muestreo, si sale decimales se tomará el entero inferior.

$$i = \frac{43}{12} = 3.58$$

Se calculó el intervalo de muestreo, para seleccionar cuales muestras serán usadas para su evaluación:

Se obtuvo un intervalo de 3.58 para toda la calzada, se toman las muestras: 1, 5, 8, 12, 15, 19, 23, 26, 30, 33, 37, 40 (color rojo según Figura 16) llegando al mínimo de unidades de muestreo tanto para el tramo 1 (color carril izquierdo) y el tramo 2 (carril derecho). Es necesario que se realicen muestras adicionales (amarillo según Figura 16) para obtener mayor certeza en la evaluación, para la calzada de bajada se evaluó las unidades 32, 36 y 38, y para la calzada de subida se evaluó las unidades 32, 35 y 36. Dichas unidades han sido tomadas para analizar las diversas fallas del pavimento flexible a evaluar.

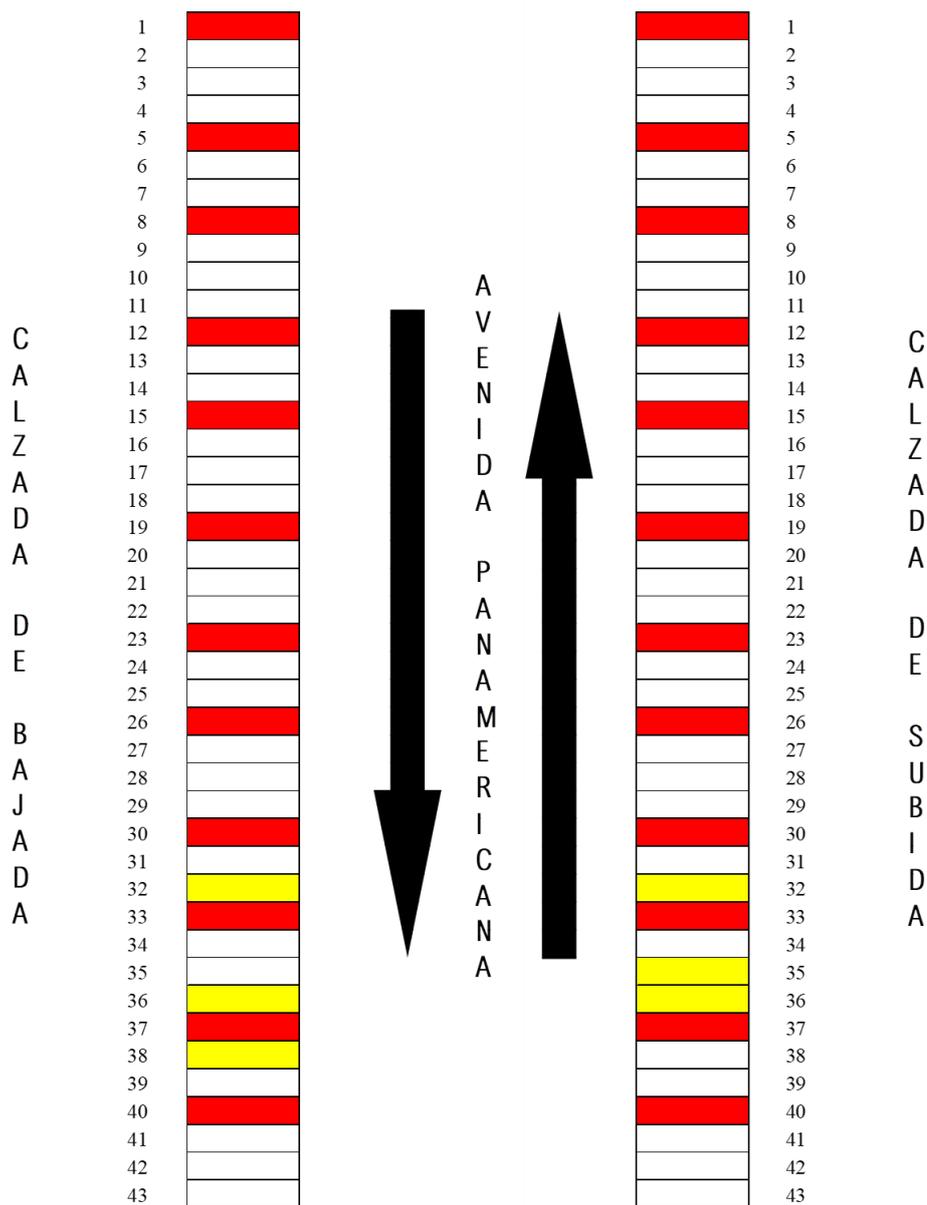


Figura 17: Muestras por tramos de calzada

Fuente: Elaboración Propia

En la figura N°16 se representa la distribución de 43 unidades de muestreo para ambas calzadas, las cuales, de color rojo son los del intervalo ya calculados $i=3.58$, y los de color amarillo son las muestras adicionales, dichas unidades son las que se tomaron para realizar el análisis del pavimento flexible de la Av. Panamericana y la obtención de los resultados del PCI.

Tabla 11: Rangos de Calificación del PCI

RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI		
RANGO	CLASIFICACION	COLOR
86-100	EXCELENTE	
71-85	MUY BUENO	
56-70	BUENO	
41-55	REGULAR	
26-40	MALO	
11-25	MUY MALO	
0-10	FALLADO	

Fuente: Paviment Condition Index (PCI)

En la tabla N°11 se muestra los rangos que se toma en cuenta para poder hacer la clasificación del pavimento de la Avenida Panamericana -Kennedy. Para clasificación del pavimento se tiene que evaluar por medio de la observación y medición de las fallas encontradas en la carpeta asfáltica conforme a las unidades que corresponda, según se indica en la siguiente tabla:

Tabla 12: Unidades de medida en las Fallas

N°	Tipos de Fallas	Und
1	Piel de Cocodrilo	m2
2	Exudación	m2
3	Agrietamiento en bloque	m2
4	Abultamientos y hundimientos	m2
5	Corrugación	m2
6	Depresión	m2
7	Grieta de Borde	m
8	Grieta Reflexión de Junta	m
9	Desnivel Carril Berma	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	m
11	Parcheo	m2
12	Pulimiento de Agregados	m2
13	Huecos	und
14	Cruce de Vía Férrea	m2
15	Ahuellamiento	m2
16	Desplazamiento	m2
17	Grieta Parabólica	m2
18	Hinchamiento	m2
19	Desprendimiento de Agregados	m2

Fuente: Paviment Condition Index (PCI)

Tabla 13: Unidades de medida de las Fallas

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

Fuente: Paviment Condition Index (PCI)

Una vez recopilada la información se realizó una inspección a campo, para iniciar con la medición de las fallas encontradas a lo largo de la Avenida Panamericana-Kennedy.

Para lo cual se hizo lo siguiente:

1. Se tomaron las medidas de seguridad necesarias para desarrollar la evaluación y obtención de datos en la Avenida Panamericana, se usaron conos de seguridad para permitir la inspección del pavimento flexible con mayor eficiencia.
2. Se usó un cuadro de datos para anotar las fallas que se iban encontrando por cada tramo, dicho cuadro se mostrará en la Figura N°17.
3. Se llevó cal para poder marcar los 35 m por cada progresiva que se iba realizando, también se utilizó una pequeña pizarra en el segundo día.
4. Para la medición se usó un flexómetro de 8m y una cinta métrica de 50 m facilitando las medidas de cada falla en los 35 m por tramo.
5. Se llevó a campo el Manual Paviment Condition Index (PCI) como apoyo para poder identificar las diferentes fallas.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I. CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA						
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA:	
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
INSPECCIONADO POR:		FECHA:				
<input type="text"/>		<input type="text"/>				
No	Daño	No	Daño			
1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parcheo			
2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados			
3.	Agrietamiento en bloque	13.	Huecos			
4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea			
5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento			
6.	Depresión	16.	Desplazamiento			
7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabólica			
8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hincharamiento			
9.	Desnivel Carril Berma	19.	Desprendimiento de Agregados			
10.	Grietas Long. y Transversales					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad	Valor de ducido

Figura 18: Hoja de Recolección de Datos

Fuente: Elaboración Propia

Cabe resaltar que este análisis de los 1.5 km por calzada se llevó a cabo en 3 días por motivo, que en dicha avenida es muy recurrente el tránsito vehicular. Una vez habiendo recolectado los datos, se hizo el uso de una hoja de cálculo que nos proporcionó los resultados por cada tramo, cabe decir que para los datos se utilizó ábacos para la obtención de resultados. En la Figura N°17 se muestra la hoja de cálculo que se utilizó.

3.5.1.1 Determinación de PCI por muestra

Paso 1. Cálculo de los Valores Deducidos:

- a. Se establece los distintos tipos de fallas y severidad anotándolos en la ficha de evaluación describiendo el tipo y la medida de cada una de ellas
- b. Se determinó la densidad de daño dividiendo la totalidad de cada falla entre el área total de la muestra y manifestarlo en porcentaje

- c. De acuerdo al nivel de severidad de cada una de las fallas se define el valor deducido utilizando las curvas de “Valor Deducido del Daño” las cuales se añadieron en los anexos de la investigación.

Paso 2. Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m)

1. Si se obtiene que los “valores deducidos” son inferiores que 2 u del total solo uno es superior que 2 entonces se utilizará el “Valor Deducido Total” en cambio sí solo se obtiene un valor deducido de 2 y la mayoría son superiores se procede a usar el “máximo valor deducido Corregido” CDV y se seguirá los paso b y c
2. Se calcula el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m) empleando la siguiente ecuación.

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$

Donde:

m_i : Sera el número máximo admisible de “valores deducidos”, teniendo en cuenta la fracción, para la unidad de muestreo i.

HDV_i : Es el número máximo de todos los valores deducidos.

Paso 3: Cálculo Del Cdi "Máximo Valor Deducido Corregido"

1. Ingresar los m Valores de Dedución VD máximos en la tabla, influyendo la fracción obtenida de multiplicar el ultimo VD por la fracción m. Si no se dispone de un numero de VD mayor a m, ingresar todos los VD.
2. Sumar los VD y anotar los resultados en las casillas de VDT (total). Contar el número de VD mayores a 2 e ingresar el resultado en q.
3. Ingresar a los gráficos correspondiente (corrección de valores deducidos para pavimentos flexibles) con los valores de VDT y q para determinar el VDC.
4. Copiar los valores de VD de la línea actual a la siguiente, cambiando el menor VD mayor a 2 por el valor 2. Repetir los pasos (1) y (2) hasta que el valor de q sea uno.

NRO	VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	VDC

Figura 19: Hoja de Cálculo del CDV
Fuente: Pavement condition index de Vásquez (2002)

Cabe resaltar que, para poder determinar el valor deducido, se encuentran distintos ábacos para cada tipo de falla y su nivel de severidad mediante las curvas del “Valor Deducido del Daño” las cuales se mostraran en las siguientes figuras:

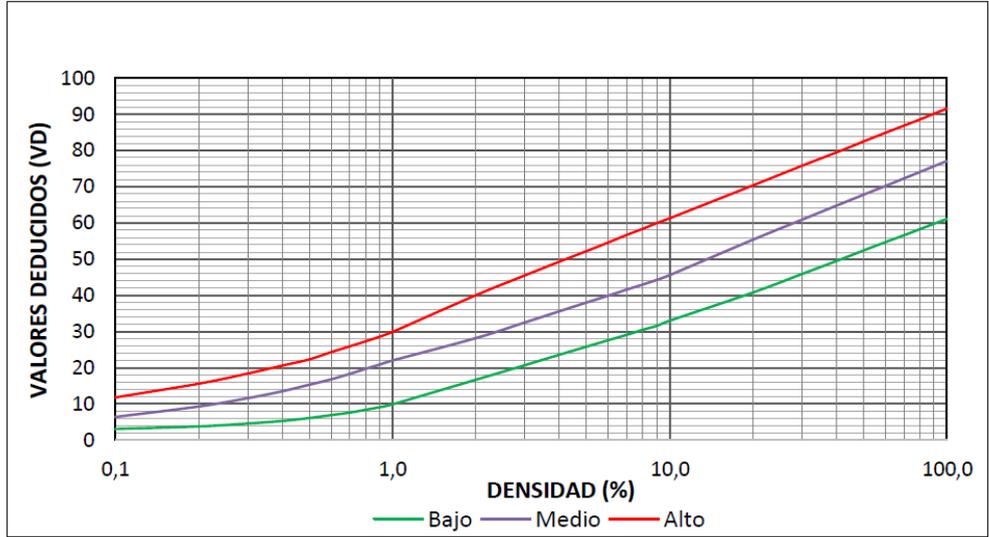


Figura 20: Valores deducidos para la falla de piel de cocodrilo.
Fuente: ASTM D6433 (2003) Manual de Evaluación de Pavimentos PCI.

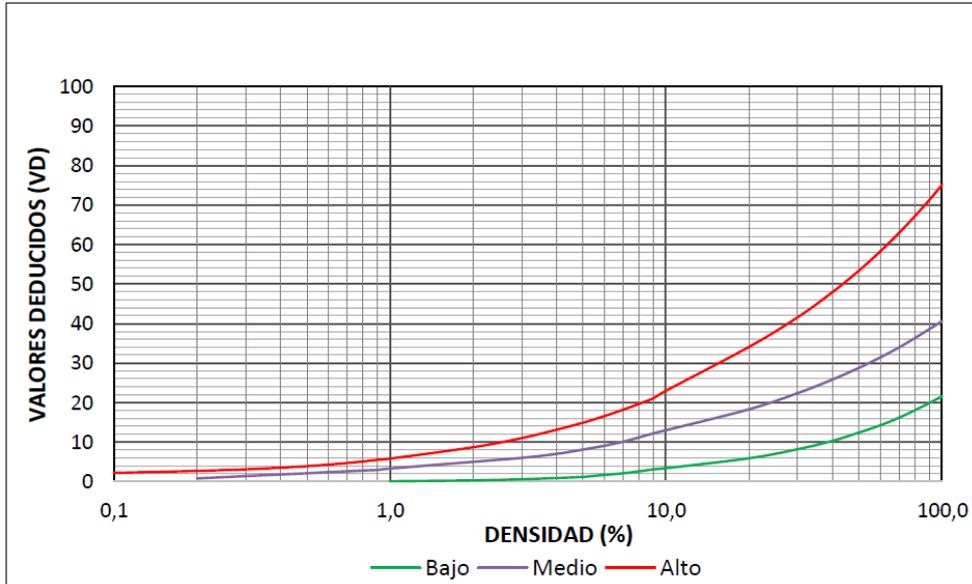


Figura 21: Valores deducidos para la falla de exudación.

Fuente: ASTM D6433 (2003) Manual de Evaluación de Pavimentos PCI.

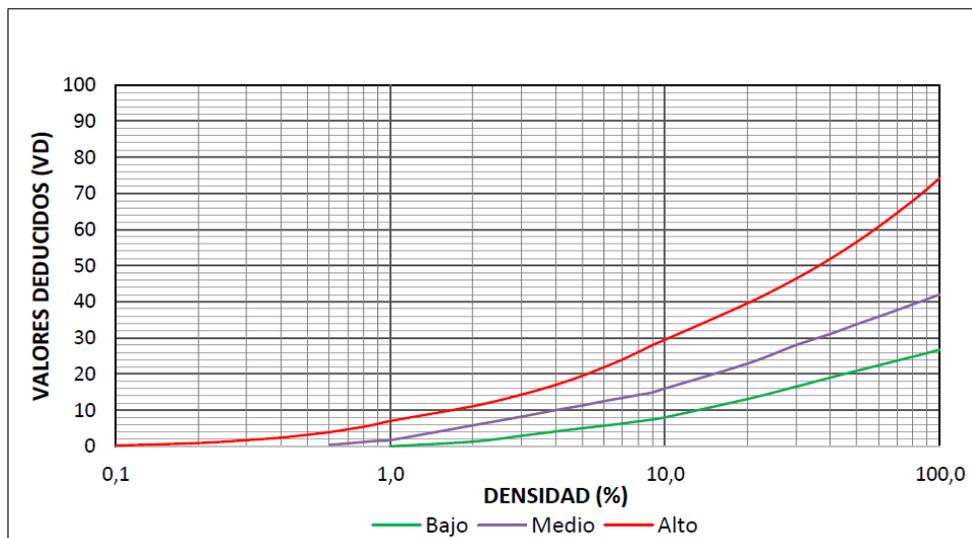


Figura 22: Valores deducidos para la falla de Agrietamiento en bloque.

Fuente: ASTM D6433 (2003) Manual de Evaluación de Pavimentos PCI.

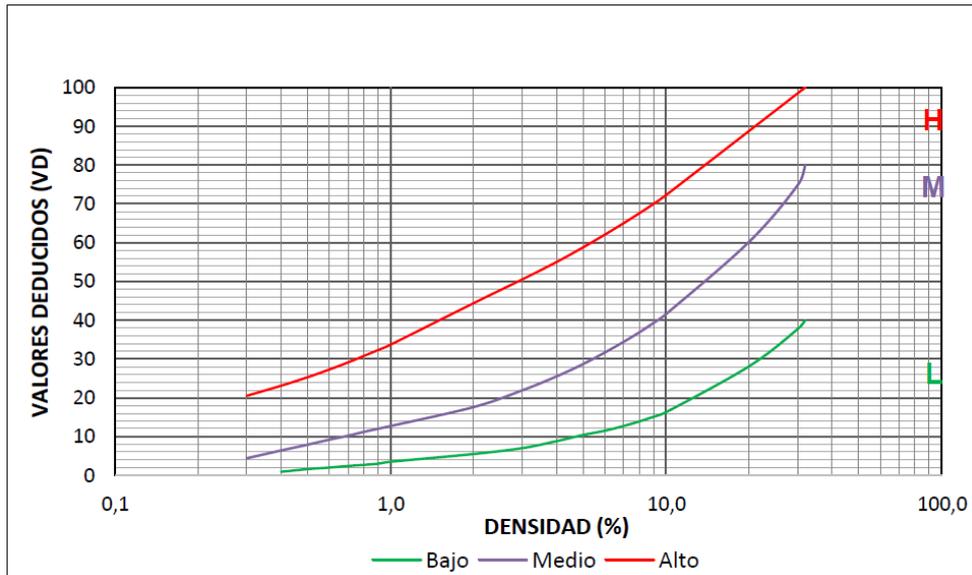


Figura 23: Valores deducidos para la falla de Abultamiento y hundimiento.

Fuente: ASTM D6433 (2003) Manual de Evaluación de Pavimentos PCI.

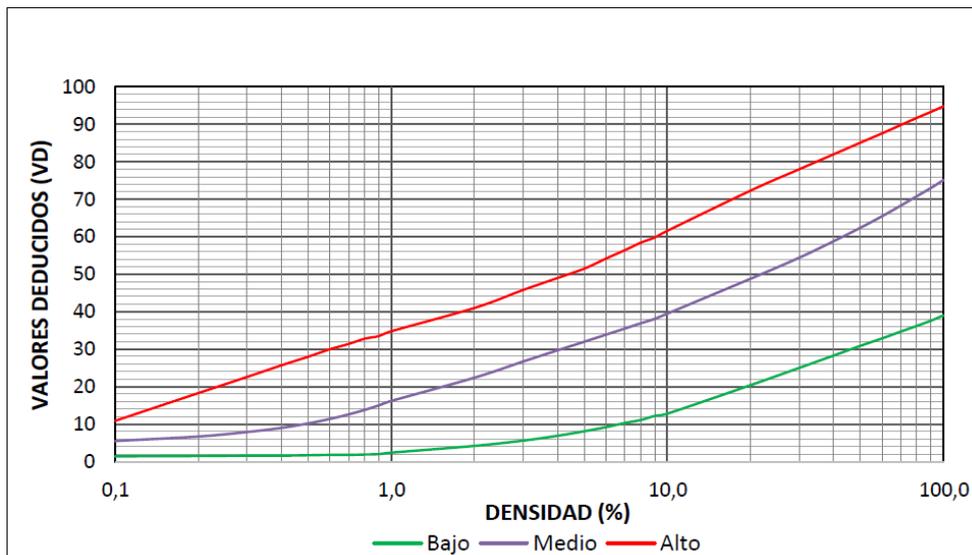


Figura 24: Valores deducidos para la falla de Corrugación.

Fuente: ASTM D6433 (2003) Manual de Evaluación de Pavimentos PCI.

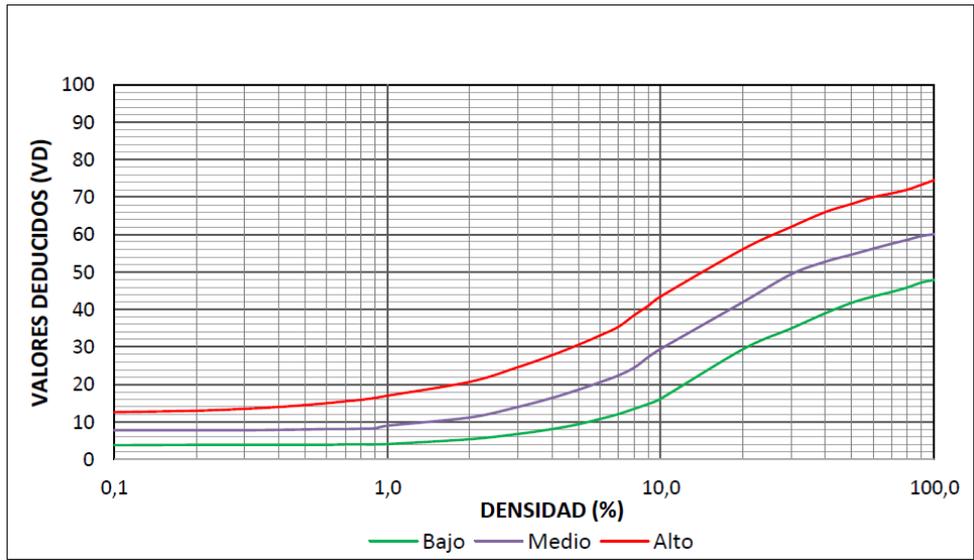


Figura 25: Valores deducidos para la falla depresión.

Fuente: ASTM D6433 (2003) Manual de Evaluación de Pavimentos PCI.

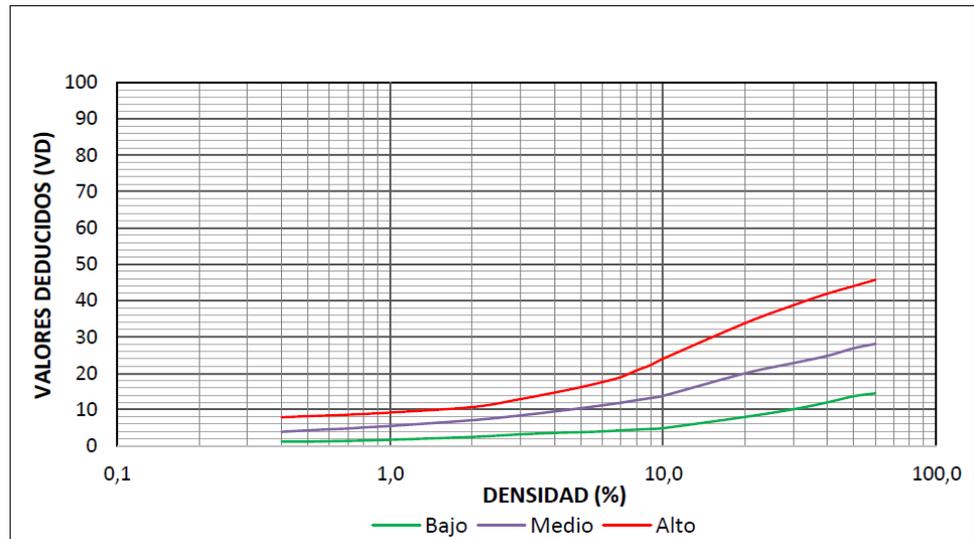


Figura 26: Valores deducidos para la falla grieta de borde.

Fuente: ASTM D6433 (2003) Manual de Evaluación de Pavimentos PCI.

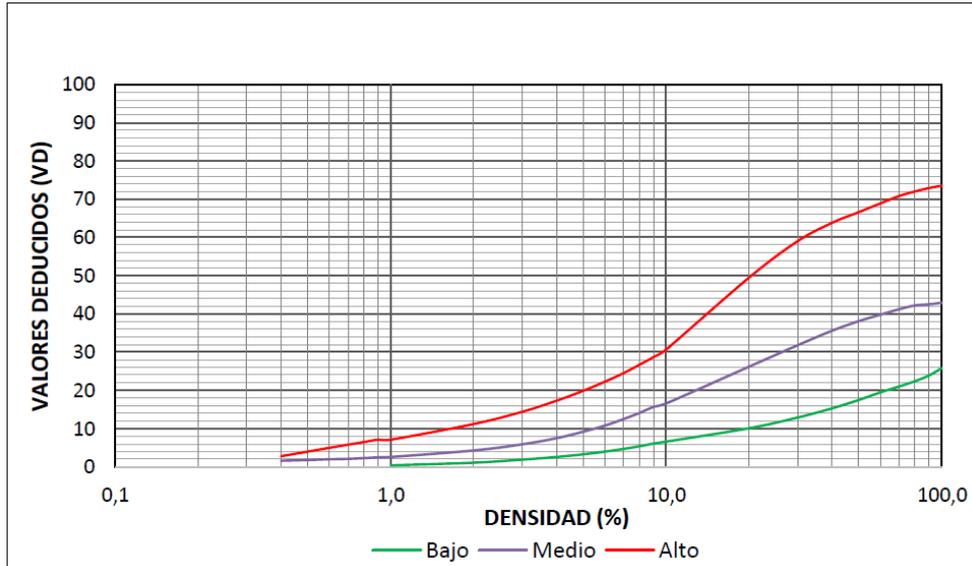


Figura 27: Valores deducidos para la falla grieta de reflexión de junta.

Fuente: ASTM D6433 (2003) Manual de Evaluación de Pavimentos PCI.

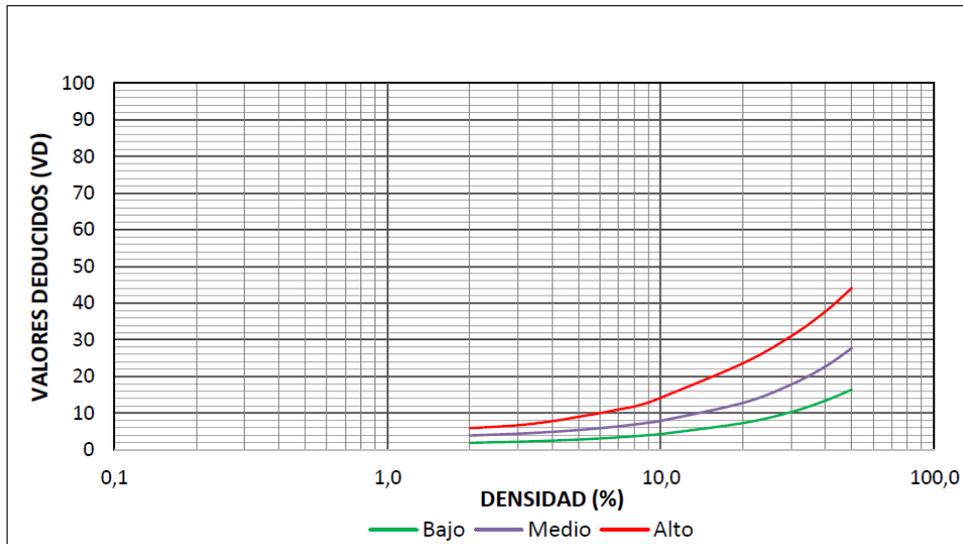


Figura 28: Valores deducidos para la falla grieta de desnivel y berma.

Fuente: ASTM D6433 (2003) Manual de Evaluación de Pavimentos PCI.

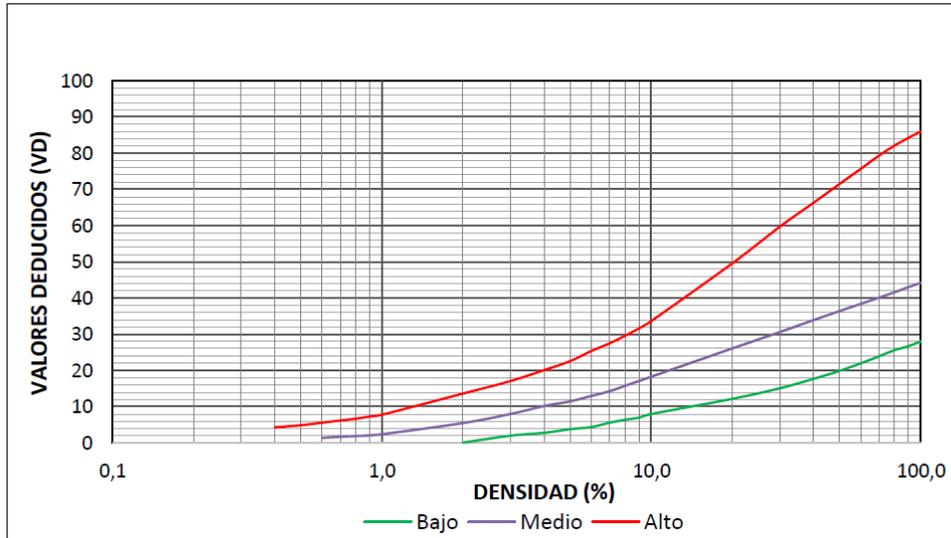


Figura 29: Valores deducidos para la falla grieta longitudinal y transversal.

Fuente: ASTM D6433 (2003) Manual de Evaluación de Pavimentos PCI.

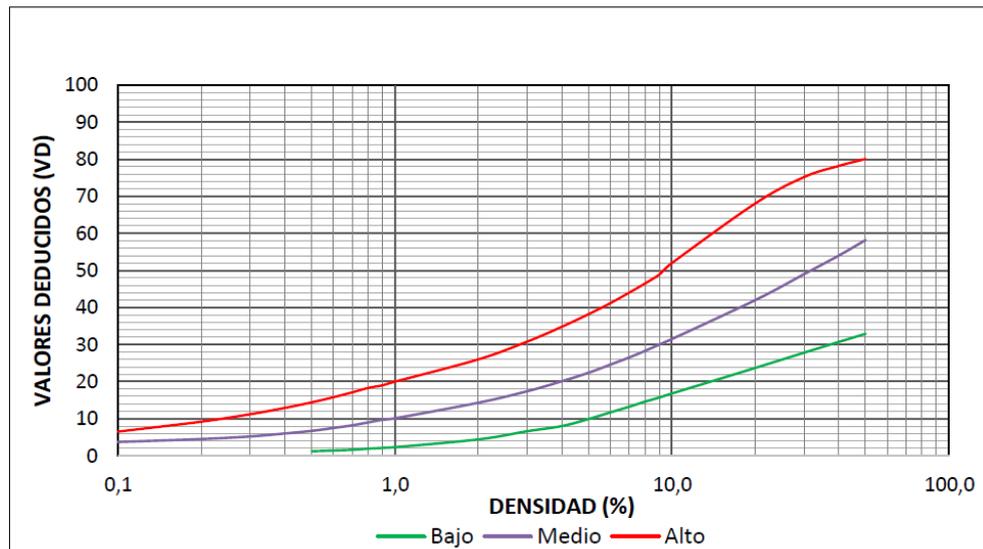


Figura 30: Valores deducidos para la falla de parcheo.

Fuente: ASTM D6433 (2003) Manual de Evaluación de Pavimentos PCI.

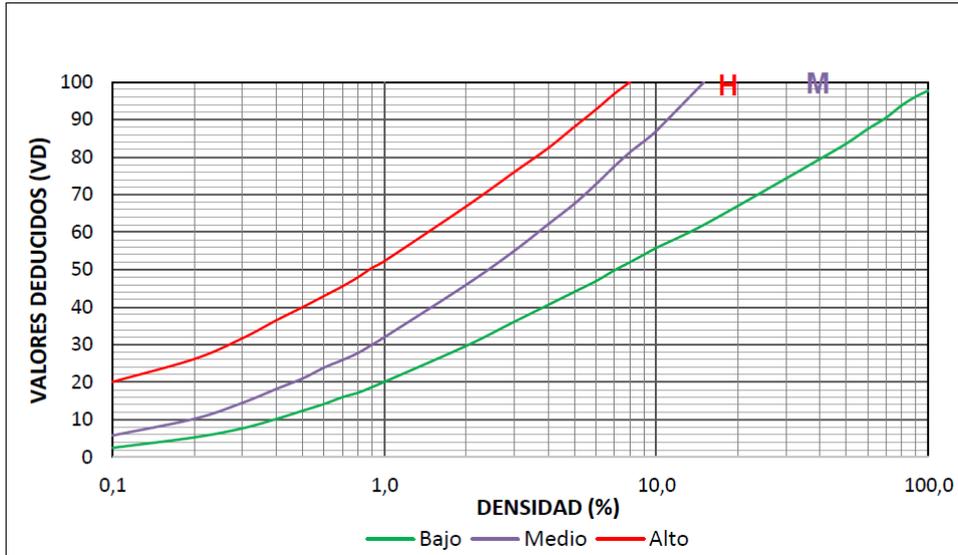


Figura 31: Valores deducidos para la falla de baches o huecos.

Fuente: ASTM D6433 (2003) Manual de Evaluación de Pavimentos PCI.

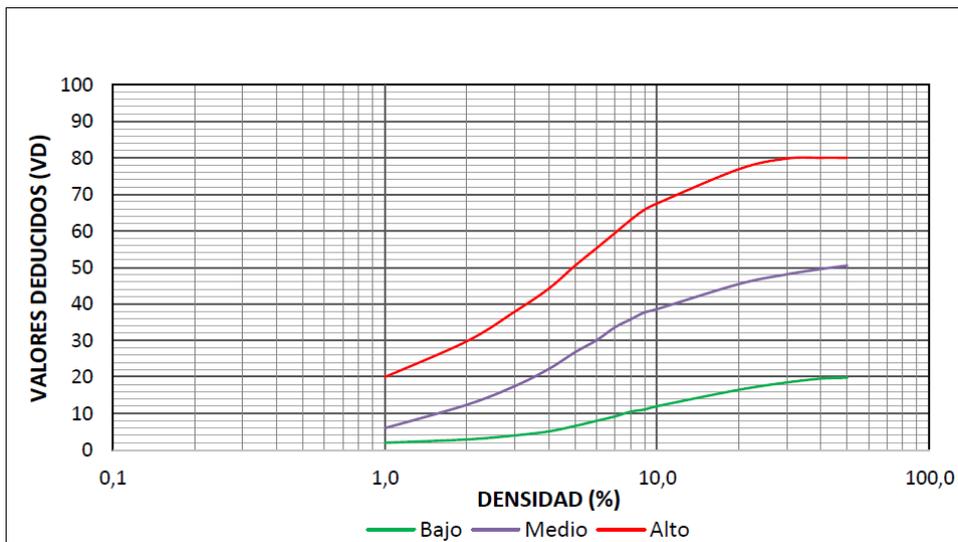


Figura 32: Valores deducidos para la falla de cruce de vía férrea.

Fuente: ASTM D6433 (2003) Manual de Evaluación de Pavimentos PCI.

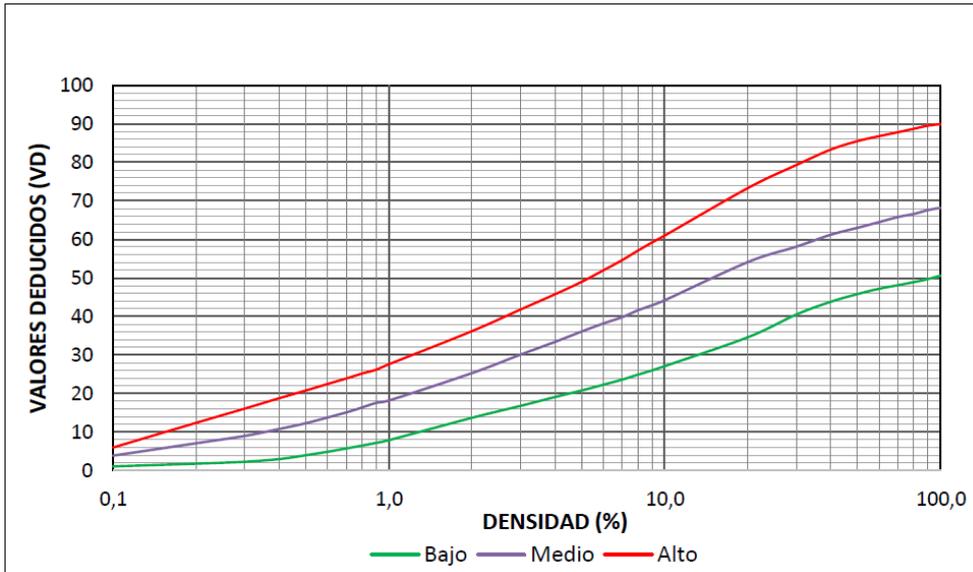


Figura 33: Valores deducidos para la falla de ahuellamiento.

Fuente: ASTM D6433 (2003) Manual de Evaluación de Pavimentos PCI.

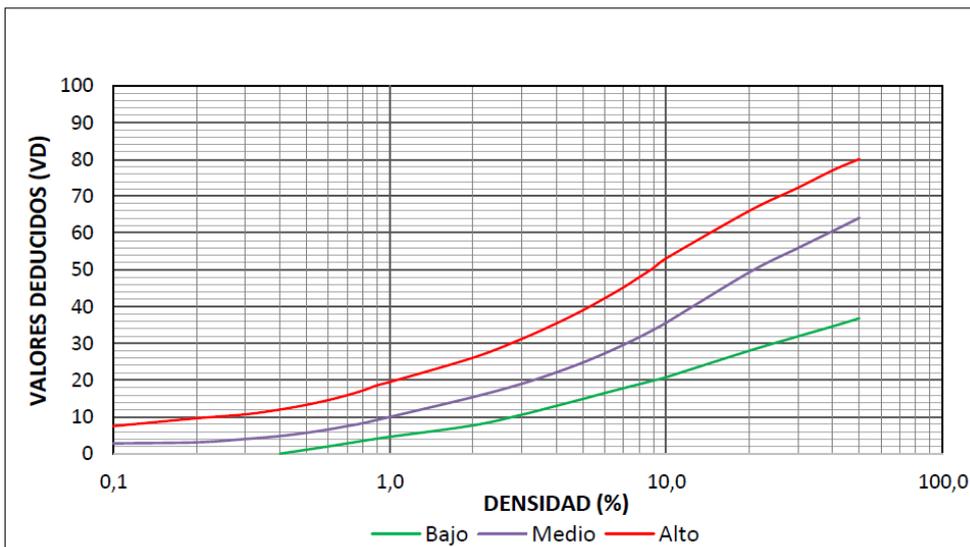


Figura 34: Valores deducidos para la falla de desplazamiento.

Fuente: ASTM D6433 (2003) Manual de Evaluación de Pavimentos PCI.

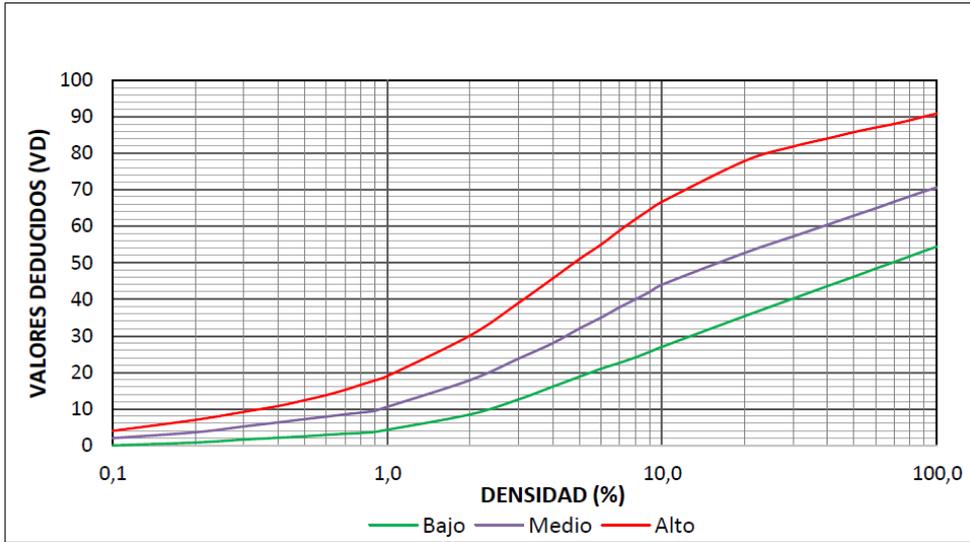


Figura 35: Valores deducidos para la falla de grietas parabólicas.

Fuente: ASTM D6433 (2003) Manual de Evaluación de Pavimentos PCI.

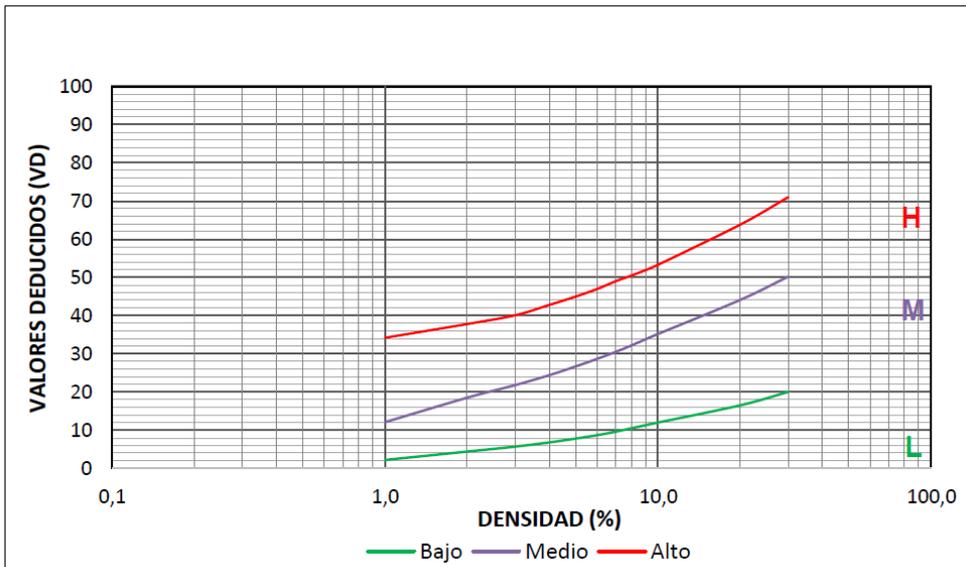


Figura 36: Valores deducidos para la falla de hinchamiento.

Fuente: ASTM D6433 (2003) Manual de Evaluación de Pavimentos PCI.

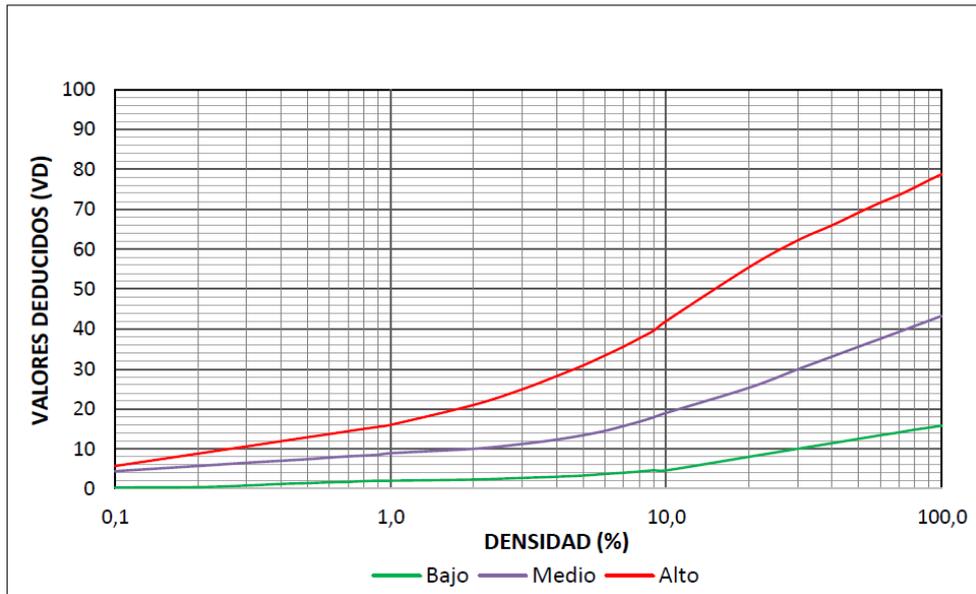


Figura 37: Valores deducidos para la falla de desprendimiento de agregados.

Fuente: ASTM D6433 (2003) Manual de Evaluación de Pavimentos PCI.

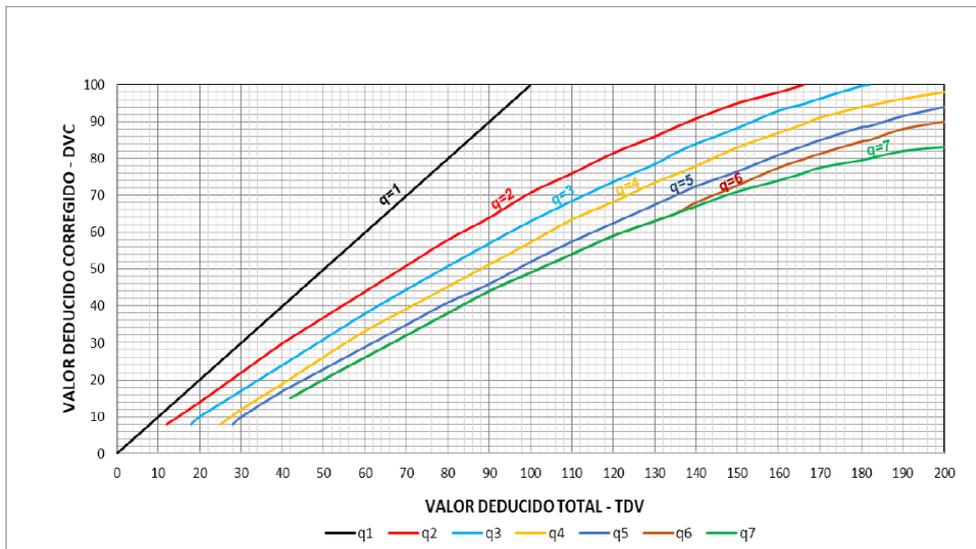


Figura 38: Corrección del valor deducido para el pavimento flexible.

Fuente: ASTM D6433 (2003) Manual de Evaluación de Pavimentos PCI.

Para calcular el valor del PCI sustrayendo el máximo VDC de 100, es decir:

$$PCI = 100 - \text{máxVDC}$$

Donde:

Max. VDC = Máx. CDV = Máximo valor deducido corregido

PCI = Índice de condición de pavimento

Paso 4: Clasificación del pavimento según el PCI

Ya calculado el valor del PCI de las unidades de muestreo de la vía investigada, se puede calificar en qué estado se encuentra del pavimento y el tipo de intervención que va a necesitar la zona investigada, para ello se utiliza la siguiente tabla:

Tabla 14: Intervención según resultado del PCI.

PCI	Estado	Intervención
0-30	Malo	Reconstrucción
31-70	Regular	Rehabilitación
71-100	Bueno	Mantenimiento

Fuente: Adaptado de Sashin (2005), Gestión de pavimentos para carreteras de aeropuertos y aparcamientos.

En la siguiente figura se mostrará la hoja de cálculo que se utilizó para poder obtener el valor de PCI de cada una de las unidades de muestreo de la vía investigada.

Teniendo en cuenta que ya se tienen todos los datos necesarios para recoger información en la Avenida, se procedió a ir, por lo que se toman las siguientes figuras en campo.



Figura 40: Medición de tramo 35m.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 41: Medición de exudación.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 42: Medición de grieta longitudinal y transversal.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 43: Marcar progresiva.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 44: Falla por hundimiento.
Fuente: Elaboración propia.

3.5.2 Procedimiento de GCR

Para poder tener una Mezcla asfáltica óptima, se ha utilizado agregados que han sido adquiridos en la Cantera Víctor 1, el cual se encuentra ubicada en la Carretera Ilo - Tacna Km. 119 lado Derecho. Los agregados obtenidos son agregado fino (arena triturada de ¼”) y agregado grueso (Grava de ½”).

Estos agregados obtenidos tendrán que pasar por ensayos físico, químicos y mecánicos poder obtener sus propiedades, las cuales serán importantes para realizar nuestro diseño de mezcla asfáltica, los granos de caucho que se utilizó 5 kilos, es importante resaltar que el cemento asfáltico usado fue PEN 60/70 (Tabla N°15). Ya

que las temperaturas en la ciudad de Ilo no son menores a 15 °C y asciende en verano a más de 24 °C, por lo que se tomó de ese tipo de Cemento Asfáltico.

Tabla 15: Selección tipo de Cemento Asfáltico

TEMPERATURA MEDIA ANUAL			
24 °C o mas	24 °C – 15°C	15 °C – 5°C	Menos de 5°C
40 - 50			
60 - 70	60-70	85 – 100	Asfalto Modificado
Modificado		120 – 150	

Fuente: Manual de carreteras EG-2013

3.5.2.1 Propiedades Físicas y Mecánicas del agregado

Una vez obtenido los agregados de la cantera se procede a obtener las propiedades del agregado, se realizó ensayos que físicos, químicos y mecánicos para poder asegurar la calidad de nuestro material, dichos resultados fueron comparados con las especificaciones técnicas según normas, así como se muestra en las Tabla N°16 y Tabla N°17.

Tabla 16: Propiedades Físicas y Mecánicas del agregado fino.

Ensayo	Norma Aplicada	Limite Especificación
Equivalente de arena	MTC E 114	60 % Mín.
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30 % Mín.
Azul de metileno	AASTHO TP 57	8 máx.
Índice de Plasticidad – Malla N° 40	MTC E 111	NP
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18 % Máx.
Índice de durabilidad	MTC E 214	35 % Mín.
Índice de Plasticidad – Malla N° 200	MTC E 111	4 máx.
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5 % Máx.
Absorción	MTC E 205	0.5 % Máx.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 17: Propiedades Físicas y Mecánicas del agregado grueso.

<i>Ensayo</i>	<i>Norma Aplicada</i>	<i>Limite Especificación</i>
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18 % Máx.
Abrasión en La Máquina de Los Ángeles	MTC E 207	40 % Máx.
Adherencia	MTC E 517	95
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35 % Mín.
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10 % Máx.
Caras fracturadas (1Cara y 2 Caras)	MTC E 210	85/50 Mín.
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5 % Máx.
Absorción	MTC E 206	1.0 % Máx.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 45: Análisis Granulométrico por Tamizado
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 46: Análisis Granulométrico por Tamizado
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 47: Ensayo equivalente de arena.
Nota: Elaboración Propia.



Figura 48: Ensayo de partículas chatas y alargadas.
Nota: Elaboración Propia.



Figura 49: Ensayo de Índice de plasticidad-
límite líquido.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 50: Ensayo de índice de plasticidad-
límite líquido.

Fuente: Elaboración Propia



Figura 51: Adherencia agregado grueso
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 52: Adherencia agregado grueso
Fuente: Elaboración Propia.

3.5.2.2 Proporciones de los agregados, para el diseño de mezcla

En el siguiente proceso se muestran los porcentajes participantes y dosificados por peso para cada material pétreo que compone la fórmula de trabajo del diseño. También se aprecian las gradaciones individuales de cada uno de ellos, tal como son fabricados en plantas industriales de trituración y clasificación. Los tamices utilizados que se utilizará se muestran en la Tabla N°18.

Tabla 18: Tamices empleados para el ensayo de Granulometría.

Tamiz	
Agr. Grueso	Agr. Fino
1 1/2" (50,0 mm)	N.º4 (4,75 mm)
1" (25,0 mm)	N.º10 (2,0 mm)
3/4" (19,0 mm)	Nº40 (426 µm)
1/2" (12,7 mm)	Nº80 (117 µm)
3/8" (9,5 mm)	Nº200 (74 µm)
1/4" (6,35 mm)	

Fuente: Norma ASTM D-422



Figura 53: Tamizado agregado fino.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 54: Tamizado agregado grueso.
Fuente: Elaboración Propia.

3.5.2.3 Gradación para Mezcla Asfáltica

Se puede establecer de manera cuantitativa la separación de los agregados gruesos y agregados finos según la norma ASTM D-422, la gradación debe de ser propuesta por el proyecto, por lo que en este proceso se escogió el MAC- 2, esta gradación tiene el objetivo de ajustar la curva granulométrica al uso establecido en las especificaciones, se trabajó con la normativa ASTM D 3515 e Instituto del Asfalto. Para poder realizar este proceso se utilizará tamices para poder obtener la clasificación y distribución de los agregados para la realización del estudio de gradación, para llevar a cabo la realización de asfaltos, se tiene que tomar en cuenta la cuantía de la Mezcla Asfáltica Normal (MAC).

Para este estudio se tuvo un tamaño nominal de ½ plg, durante el análisis granulométrico, por tal razón se utilizó el MAC 2.

Tabla 19: Especificaciones Técnicas.

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC-1	MAC-2	MAC-3
25,0 mm (1")	100	100	
19,0 mm (3/4")	80-100	100	
12,5 mm (1/2")	67-85	80-100	
9,50 mm (3/8")	60-77	70-88	100
4,75 mm (N.º4)	43-54	51-68	65-87
2,00 mm (N.º4)	29-45	38-52	43-61
425 µm (Nº40)	14-25	17-28	16-29
180 µm (N.º80)	8-17	8-17	9-19
75 µm (N.º200)	4-8	4-8	5-10

Fuente: Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales de Construcción.

3.5.2.4 Mezcla Asfáltica por el ensayo de Marshall

Con este ensayo de Marshall se buscará obtener las proporciones indicadas para poder tener un diseño óptimo de la mezcla asfáltica, con este ensayo se obtendrá el porcentaje de vacíos, estabilidad y flujo de esta, en MTC E 504, indica el procedimiento que se llevó a cabo para obtener la mezcla asfáltica óptima

Tabla 20: Requisitos para Mezcla de Material Bituminoso

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de golpes por lado	75	50	35
2. Estabilidad (Mínimo)	8,15 KN	5,44 KN	4,53 KN
3. Flujo 0.01" (0.25mm)	8-14	8-16	8-20
4. Porcentaje de vacíos con aire (MTC E 505)	3-5	3-5	3-5
5. Vacíos en el agregado mineral	Ver Tabla Mezcla asfáltica tipo superpave vacíos llenos con asfalto (VMA)		
Inmersión - Compresión (MTC E 518)			
1. Resistencia a la compresión Mpa. Mín.	2,1	2,1	1.4
2. Resistencia retenida % (min.)	75	75	75
Relación Polvo - Asfalto	1700-4000		
Relación Estabilidad/ flujo (kg/cm)	80 mín.		
Resistencia conservada en loa prueba de tracción indirecta AASHTO T 283			

Fuente: Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales de Construcción

Tabla 21: Vacíos Mínimos en el Agregado Mineral (VMA)

Tamiz	Vacíos mínimos en agregado mineral %	
	Marshall	Superpave
2,36 mm (N.º8)	21	-
4,75 mm (N.º4)	18	-
9,50 mm (3/8")	16	15
12,5 mm (1/2")	15	14
19,0 mm (3/4")	14	13
25,0 mm (1")	13	12
37,5 mm (1 1/2")	12	11
50,0 mm (2")	11,5	10,5

Fuente: Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales de Construcción

Procedimiento:

1. Una vez ya habiendo comprobado la calidad de nuestra grava de 1/2'' y Arena chancada de 1/4''), los cuales se plasman en la Tabla N°17 y Tabla N°18, estos serán utilizados en la producción de la mezcla asfáltica
2. Se hace el tamizaje de los agregados para verificar que se cumpla la gradación de MAC-2
3. Una vez comprobado que se cumpla la gradación MAC-2, se buscará los porcentajes de agregados correctos para el diseño de mezcla asfáltica, verificando que los porcentajes utilizados cumplan con la gradación, estos porcentajes se encuentra en la Tabla N°19 y Tabla N°20.
4. De esta manera se trabajó para la dosificación de cada una de nuestras briquetas, con los siguientes porcentajes de cemento asfáltico: 4.5%,5.0%,5.5%,6.0% y 6.5% para así poder obtener una mezcla asfáltica óptima. De todos los diseños de mezcla se realizaron 3 muestras de cada una para hallar resultados promedio.

5. Estos diseños de mezclas con cada porcentaje de cemento asfáltico fueron calentados entre 140 °C y 150 °C para mezclarlas y así moldear las probetas de 1200 gr.
6. Una vez mezclado los agregados con el pen 60/70, se vertieron estos en una probeta, para acto seguido darle 75 golpes en ambas caras como manda el Manual de Carreteras EG 2013
7. Para poder hallar la densidad se pesa la probeta seca y peso de probeta sumergió la probeta en baño maría a 25 °C por 10 minutos y así se halla la compactación de la probeta.
8. Acto seguido se espera 2 horas de elaboración, se desmontó las probetas, se pesa las probetas secas y se anotó los pesos, después se las introdujo en un baño de agua a uno 60°C por 30 minutos, para poder medir la estabilidad y flujo, a esa temperatura para que se dilate y pueda pasar por el Marshall
9. Ya pasado el tiempo se procede a sacar las probetas para así colocarlas en el ensayo de Marshall, hasta que alcance su estado límite de su estabilidad, y se anotó los valores obtenidos en este ensayo.
10. RICE: Una vez calentada la mezcla asfáltica a la temperatura adecuada, esta se vierte en un recipiente y se deja enfriar a una temperatura ambiente, se comprueba que el material se encuentre disgregado, se pesa el pignómetro vacío y cuando se coloca la mezcla, se agrega la cantidad de agua suficiente al pignómetro con la muestra, de tal manera que quede totalmente sumergida. Se tapa el pignómetro con la cubierta transparente y se coloca en el dispositivo agitador y encendiendo la bomba, se mantiene el equipo funcionando por 15 minutos. Se libera lentamente la presión del pignómetro, se llena completamente de agua previamente desairada, se tapa el pignómetro hasta que salga la cantidad excedente de agua. Finalmente, se coloca en la báscula para obtener el pignómetro con mezcla aforado y de esta manera se obtiene el porcentaje de vacíos de la mezcla.
11. Una vez realizado todos los pasos anteriores y habiendo realizado el ensayo de Marshall y el RICE, se concluye que la muestra patrón con las cuales cumple con todos los requisitos que necesita la mezcla es:

Tabla 22: Muestra patrón de mezcla asfáltica.

RESUMEN DE RESULTADOS Y REQUISITOS PARA LA MEZCLA			
PARAMETROS DE DISEÑO	NORMA DEL ENSAYO	ESPECIFICACIÓN	VALOR OBTENIDO
Porcentaje de asfalto %		optimo	5.9
Compactación golpes/cara	MTC E-504	75	75
Estabilidad mínima en Kg	MTC E-504	Mínima 815	1349.52
Flujo en 0.25 mm	MTC E-504	2-3.5	3.35
%de vacíos con aire (Va)	MTC E-505	3-5	3.89
% Vacíos agreg. Mineras (VMA)	-	≥ 14	15.15
% Vacíos lleno con C.A. (VFA)	-	-	74.54
Relación Polvo-Asfalto	-	0.6-1.3	0.86
Relación Estabilidad/Flujo (Kg/cm)	MTC E-504	1700-4000	3985.99

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Resumen de resultado de mezcla asfáltica patrón

DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS	
Cemento Asfáltico (%)	5.9
Grava Trit. 1/2" (%)	40
Arena Chancada 1/4" (%)	60

Fuente: Elaboración propia

12. Ya habiendo obtenido el porcentaje óptimo de asfalto se procede a aumentar los Granos de Caucho Reciclado en el diseño en los siguientes porcentajes: 0.5%, 1.0% y 1.5%, para poder hallar con cuál de los 3 porcentajes mejora nuestro diseño de mezcla.
13. Cabe resaltar que el porcentaje de caucho primero se diluye junto con el PEN 60/70, para luego agregarle los porcentajes de agregado fino y grueso. Cabe resaltar que el porcentaje de caucho sustituye al porcentaje de arena.

Tabla 24: Resultado de ensayos realizados al Agregado fino.

<i>Ensayo</i>	<i>Norma Aplicada</i>	<i>Valor ensayo</i>	<i>Limite Especificación</i>
<i>Equivalente de arena</i>	MTC E 114	68	60 % Mín.
<i>Angularidad del agregado fino</i>	MTC E 222	41.7	30 % Mín.
Azul de metileno	AASTHO TP 57	5.5	8 máx.
Índice de Plasticidad – Malla N° 40	MTC E 111	NP	NP
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	10.2	18 % Máx.
Índice de durabilidad	MTC E 214	44.2	35 % Mín.
Índice de Plasticidad – Malla N° 200	MTC E 111	3.71	4 máx.
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.47	0.5 % Máx.
Absorción	MTC E 205	1.11	0.5 % Máx.

Fuente: Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales de Construcción.

Tabla 25: Resultado de ensayos realizados al Agregado Grueso.

<i>Ensayo</i>	<i>Norma Aplicada</i>	<i>Valor ensayo</i>	<i>Limite Especificación</i>
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	9.2	18 % Máx.
Abrasión en La Máquina de Los Ángeles	MTC E 207	21.5	40 % Máx.
Adherencia	MTC E 517	+95	95
Índice de Durabilidad	MTC E 214	45	35 % Mín.
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	8.9	10 % Máx.
Caras fracturadas (1Cara y 2 Caras)	MTC E 210	92.4 / 84.3	85/50 Mín.
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.41	0.5 % Máx.
Absorción	MTC E 206	0.56	1.0 % Máx.

Fuente: Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales de Construcción.

Tabla 26: Porcentajes de agregados a utilizar en mezcla

Abertura Malla	AASHTO	Granulometría de los Agregados			MAC - 2	
	T-27(mm)	Agregado	Agregado	% Combinado	MIN	MAX
		ARENA CHANCADA	GRAVA 1/2	que pasa		
1"	25.000					
3/4"	19.050		100.0	100.0	100	100
1/2"	12.500		61.5	84.6	80	100
3/8"	9.500	100.0	37.7	75.1	70	88
N° 4	4.750	94.5	1.7	57.4	51	68
N° 10	2.000	75.0		45.0	38	52
N° 40	0.425	35.3		21.2	17	28
N° 80	0.180	22.4		13.4	8	17
N° 200	0.075	10.3		5.9	4	8

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27: Verificación de cumplimiento de gradación para mezcla asfáltica en caliente (MAC)

MALLAS		GRAVA TRITURADA 1/2"	ARENA TRITURADA 1/4"	GRADACIÓN FINAL COMBINADA
Tamaño	Estándar	40%	60%	% PASA
1 1/2"	38,1 mm			
1"	25,0 mm			
3/4"	19,0 mm			100.0
1/2"	12.7 mm	15.4		84.6
3/8"	9.525 mm	9.5		75.1
1/4"	6.35 mm			
Nº4	4.76 mm	14.4	3.3	57.4
Nº8	2.38 mm			
Nº10	2,00 mm	0.7	11.7	45.0
Nº16	1,19 mm			
Nº40	426 µm		23.8	21.2
Nº50	297 µm			
Nº80	177 µm		7.8	13.4
Nº100	149 µm			
Nº200	74 µm		7.3	5.9
< 200	-			

Fuente: Elaboración Propia

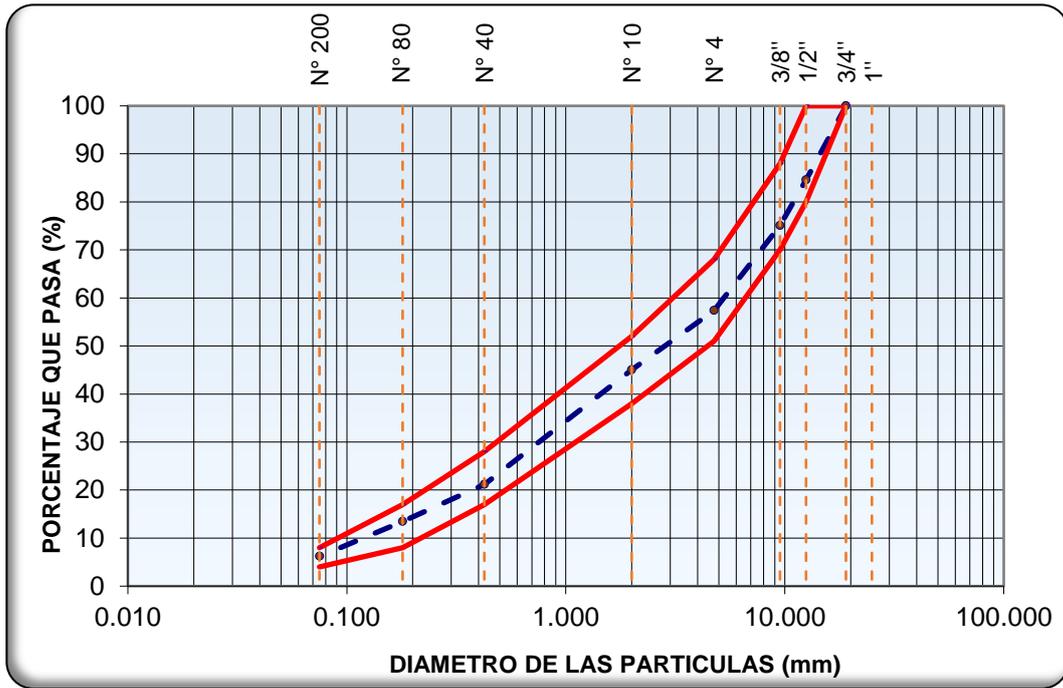


Figura 55: Gráfico de porcentajes de agregado (porcentaje que pasa) MAC-2

Fuente: Elaboración propia



Figura 56: Proporción de cemento asfáltico.
Nota: Elaboración Propia.



Figura 57: Dosificación del agregado para diseño de Mezcla.
Nota: Elaboración Propia.



Figura 58: Procedimiento de calentado de agregado y PEN 60/70.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 59: Mezcla de agregados + C. Asfáltico.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 60: Colocación de Mezcla en probeta
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 61: Molde de probeta en balanza
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 62: Moldeo de briqueta Marshall,
75 golpes por lado
Fuente: Elaboración propia



Figura 63: Sumergido de briqueta Baño Térmico
con el agua a 60 °C por 30 minutos.
Fuente: Elaboración propia



Figura 64: Determinación de peso unitario.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 65: Ensayo Marshall, estabilidad y flujo.

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Presentación de resultados

4.1.1 Deterioro de la carpeta asfáltica en el pavimento flexible en la avenida panamericana

Tabla 28: Resumen de los resultados del Índice de Condición Av. Panamericana, calzada izquierda.

Fuente: Elaboración propia

AV. PANAMERICANA - KENNEDY CALZADA IZQUIERDA						
SECCION	UNIDAD	PROGRESIVA INICIAL (KM)	PROGRESIVA FINAL (KM)	LONGITUD (M)	PCI	CONDICION
Tramo 01	UM01	0+000.00	0+035.00	35.00	70.14	MUY BUENO
Tramo 01	UM05	0+140.00	0+175.00	35.00	60.33	BUENO
Tramo 01	UM08	0+245.00	0+280.00	35.00	52.64	REGULAR
Tramo 01	UM12	0+385.00	0+420.00	35.00	48.05	REGULAR
Tramo 01	UM15	0+490.00	0+525.00	35.00	46.01	REGULAR
Tramo 01	UM19	0+630.00	0+665.00	35.00	40.18	MALO
Tramo 01	UM23	0+770.00	0+805.00	35.00	17.76	MUY MALO
Tramo 01	UM26	0+875.00	0+910.00	35.00	37.02	MALO
Tramo 01	UM30	1+015.00	1+050.00	35.00	22.94	MUY MALO
Tramo 01	UM33	1+120.00	1+155.00	35.00	12.92	MUY MALO
Tramo 01	UM37	1+260.00	1+295.00	35.00	33.34	MALO
Tramo 01	UM40	1+365.00	1+400.00	35.00	35.24	MALO
RESULTADO PCI					39.71	MALO

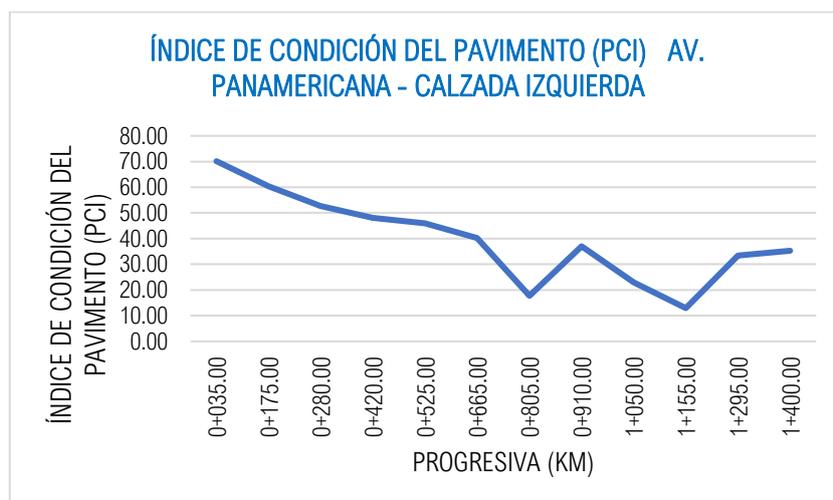


Figura 66: Comportamiento PCI por progresivas, calzada derecha. Av. Panamericana.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29: Resumen de los resultados del Índice de Condición Av. Panamericana, calzada izquierda-muestras adicionales.

AV. PANAMERICANA - KENNEDY CALZADA IZQUIERDA (ADICIONAL)						
SECCION	UNIDAD	PROGRESIVA INICIAL (KM)	PROGRESIVA FINAL (KM)	LONGITUD (M)	PCI	CONDICION
Tramo 01	UM32	1+120.00	1+155.00	35.00	61.62	BUENO
Tramo 01	UM36	1+225.00	1+260.00	35.00	62.56	BUENO
Tramo 01	UM38	1+295.00	1+330.00	35.00	60.29	BUENO
RESULTADO PCI					61.49	BUENO

Fuente: Elaboración propia

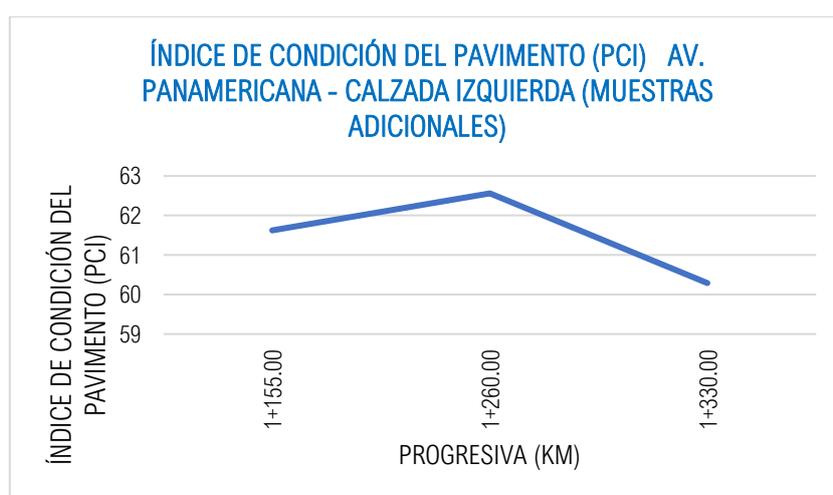


Figura 67: Comportamiento PCI por progresivas, calzada derecha. Av. Panamericana-muestras adicionales.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30: Resumen de los resultados del Índice de Condición Av. Panamericana, calzada Derecha

AV. PANAMERICANA - KENNEDY CALZADA DERECHA						
SECCION	UNIDAD	PROGRESIVA INICIAL (KM)	PROGRESIVA FINAL (KM)	LONGITUD (M)	PCI	CONDICION
Tramo 02	UM01	0+000.00	0+035.00	35.00	94.49	EXCELENTE
Tramo 02	UM05	0+140.00	0+175.00	35.00	85.65	MUY BUENO
Tramo 02	UM08	0+245.00	0+280.00	35.00	75.96	MUY BUENO
Tramo 02	UM12	0+385.00	0+420.00	35.00	69.36	BUENO
Tramo 02	UM15	0+490.00	0+525.00	35.00	55.86	BUENO
Tramo 02	UM19	0+630.00	0+665.00	35.00	31.62	MALO
Tramo 02	UM23	0+770.00	0+805.00	35.00	44.26	REGULAR
Tramo 02	UM26	0+875.00	0+910.00	35.00	45.78	REGULAR
Tramo 02	UM30	1+015.00	1+050.00	35.00	13.80	MUY MALO
Tramo 02	UM33	1+120.00	1+155.00	35.00	37.44	MALO
Tramo 02	UM37	1+260.00	1+295.00	35.00	50.42	REGULAR
Tramo 02	UM40	1+365.00	1+400.00	35.00	50.19	REGULAR
RESULTADO PCI					54.59	REGULAR

Fuente: Elaboración propia

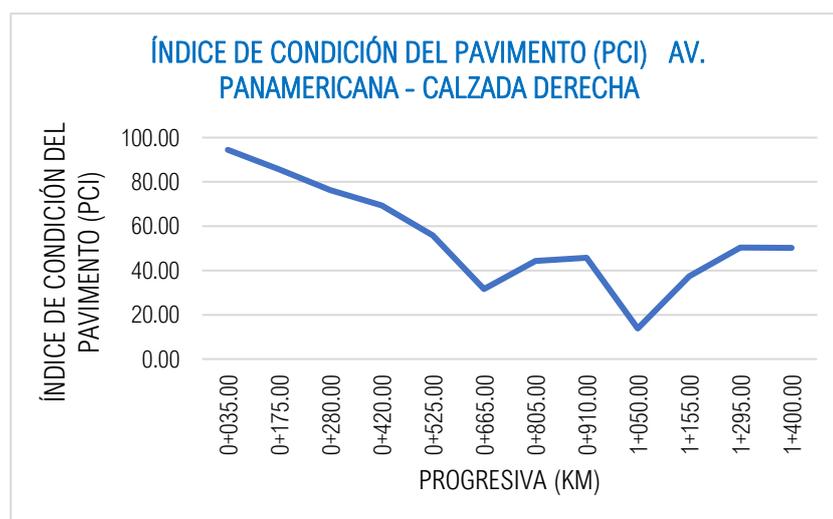


Figura 68: Comportamiento PCI por progresivas, calzada derecha. Av. Panamericana.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31: Resumen de los resultados del Índice de Condición Av. Panamericana, calzada derecha-muestras adicionales

AV. PANAMERICANA - KENNEDY CALZADA DERECHA (ADICIONAL)						
SECCION	UNIDAD	PROGRESIVA INICIAL (KM)	PROGRESIVA FINAL (KM)	LONGITUD (M)	PCI	CONDICION
Tramo 01	UM32	1+120.00	1+155.00	35.00	38.15	MALO
Tramo 01	UM35	1+190.00	1+225.00	35.00	34.28	MALO
Tramo 01	UM36	1+225.00	1+260.00	35.00	44.21	REGULAR
RESULTADO PCI					38.88	MALO

Fuente: Elaboración propia

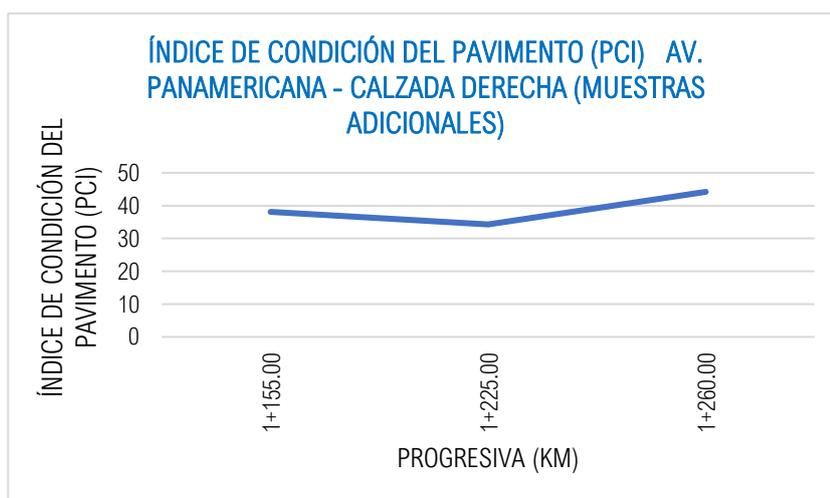


Figura 69: Comportamiento PCI por progresivas, calzada derecha. Av. Panamericana-muestras adicionales.

Fuente: Elaboración propia

Según el estudio ya realizado en la avenida Panamericana – Kennedy, en los tramos a nivel de la I.E. Jorge Basadre Grohmann (0+000) y la vías del tren (1+500) con un total de 1.5 Km, se analizó un total de 12 muestras de acuerdo a la metodología usada en el manual PCI y 3 muestras adicionales, para la calzada izquierda de bajada y para la calzada derecha de subida, se analizaron 12 unidades de muestreo y 3 unidades de muestras adicionales, se logró identificar varias fallas superficiales en la carpeta asfáltica, se encontraron las siguientes: Piel de Cocodrilo, Exudación, Abultamiento y hundimientos, Grietas Long y Transversales, Parcheo, Huecos y desprendimiento de agregados. Dichas hojas de muestreo están en el Anexo de la presente investigación al igual que los cálculos y resultados según se indicó en la metodología del PCI.

En las tablas 26, se puede verificar el valor promediado del Índice de Condición del Pavimento en la calzada izquierda, con un PCI de 39.71, siendo de condición MALA, y el valor promediado de la muestra adicional que se muestra en la tabla N°27 con un PCI de 61.49, de condición BUENA. Además, en la calzada derecha se obtuvo un PCI de 54.59 el cual se muestra en la tabla N°28, siendo de condición REGULAR, y en la tabla N°29 se detalla un valor promedio de las muestras adicionales de 38.88, condición MALA. Mediante la ayuda de las FIGURAS 66, 67, 68 y 69 se podrá analizar el comportamiento del PCI por cada progresiva según las unidades de muestras seleccionadas y adicionales con la finalidad de determinar que trabajo es el que necesita: rehabilitación, reconstrucción o mantenimiento.

4.1.2 El uso de Granos de Caucho Reutilizable en la estabilidad del pavimento flexible en la Avenida Panamericana

Tabla 32: Resumen de resultados estabilidad (kg)

RESUMEN DE RESULTADOS DE ESTABILIDAD DE MEZCLA DE CONCRETO BITUMINOSO		
PORCENTAJES		ESTABILIDAD
% C. A	% CAUCHO	(Kg)
5.9	0	1349.52
5.9	0.5	1179.43
5.9	1.0	1165.89
5.9	1.5	1156.55

Fuente: Elaboración propia

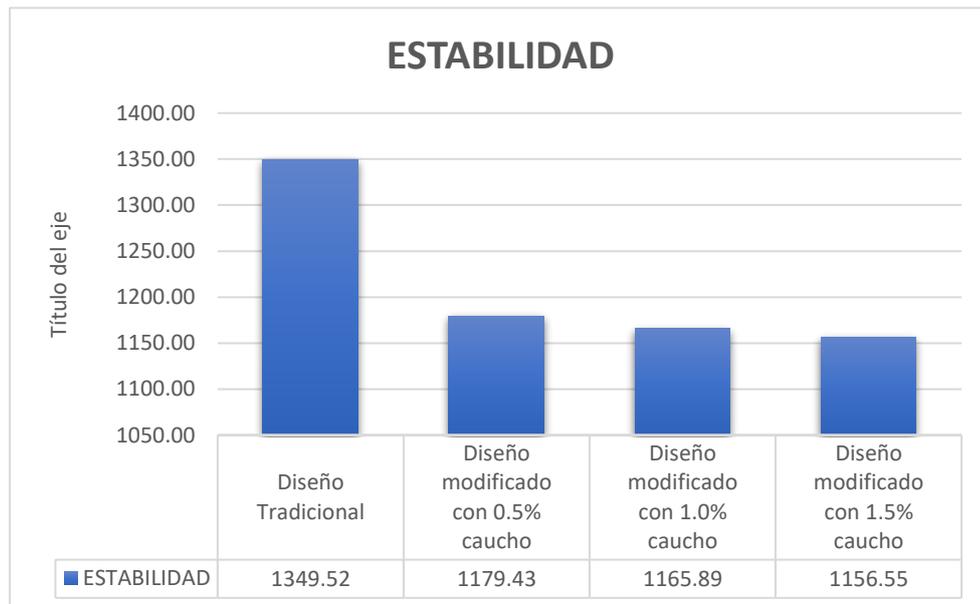


Figura 70: Comparación de estabilidad de diseño de Mezcla tradicional y Diseño modificado.

Fuente: Elaboración propia

Según los datos de la Tabla N°30 y la figura N°70 teniendo en la muestra patrón una estabilidad de 1349.52 kg, se puede observar que con la mezcla modificada incrementando Grano de Caucho con 0.5% , 1.0% , 1.5 % se ha reducido a comparación de la mezcla tradicional, se puede observar también, que según el MTC E-504 , todos los diseños cumplen con ser mayor a 815 kg como indica la norma, por lo cual todos están dentro de los parámetros. Cabe indicar que a más adición de caucho la mezcla asfáltica se vuelve más fluida, por tanto, cambia sus propiedades reológicas y provoca que la estabilidad baje con respecto a la mezcla patrón

4.1.3 El uso de Granos de Caucho Reutilizable en la fluencia del pavimento flexible en la Avenida Panamericana

Tabla 33: Resumen de Resultados de Flujo (mm)

RESUMEN DE RESULTADOS DE FLUJO DE MEZCLA DE CONCRETO BITUMINOSO		
PORCENTAJES		FLUJO EN 0.25 mm
% C. A	% CAUCHO	(mm)
5.9	0	3.18
5.9	0.5	3.33
5.9	1.0	3.40
5.9	1.5	3.50

Fuente: Elaboración propia

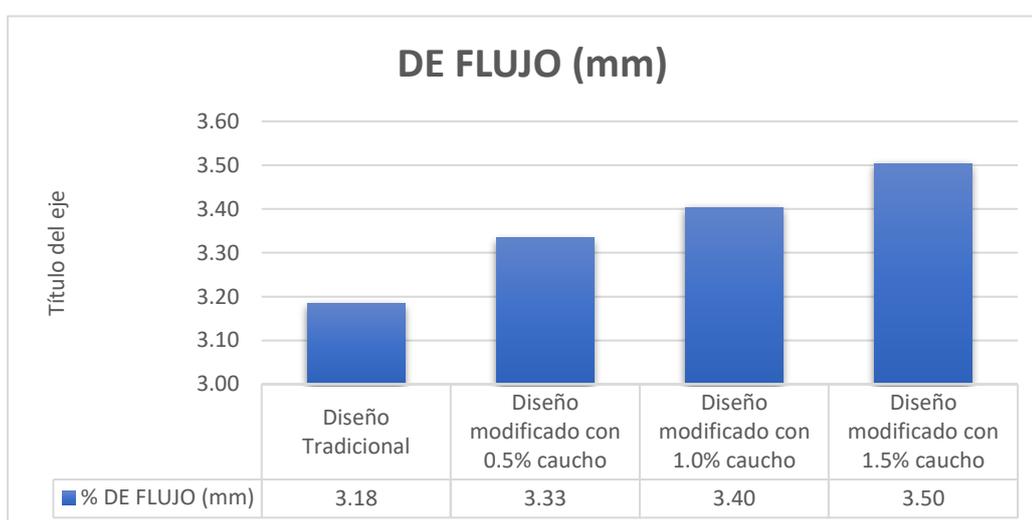


Figura 71: Comparación de Flujo en 0.25 mm de diseño de Mezcla tradicional y Diseño modificado.

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla N°31 y la Figura N°71, se evidencia que con el diseño patrón se tiene un valor de 3.18 mm, mientras que los valores de flujo en 0.5%, 1.0% y 1.5% han aumentado a 3.33, 3.40 y 3.50 mm por lo que se puede divisar que al momento de aumentar el porcentaje de granos de caucho progresivamente va subiendo el flujo del diseño. Cabe resaltar que los granos de caucho bajan la viscosidad de la mezcla, por ende la vuelve más fluida.

4.1.4. El uso de Granos de Caucho Reutilizable en la densidad del pavimento flexible en la Avenida Panamericana

Tabla 34: Resumen de resultados de Densidad

RESUMEN DE RESULTADOS DE DENSIDAD DE MEZCLA DE CONCRETO BITUMINOSO		
PORCENTAJES		DENSIDAD
% C. A	% CAUCHO	(Gr/cc)
6.0	0	2.438
6.0	0.5	2.441
6.0	1.0	2.410
6.0	1.5	2.386

Fuente: Elaboración propia

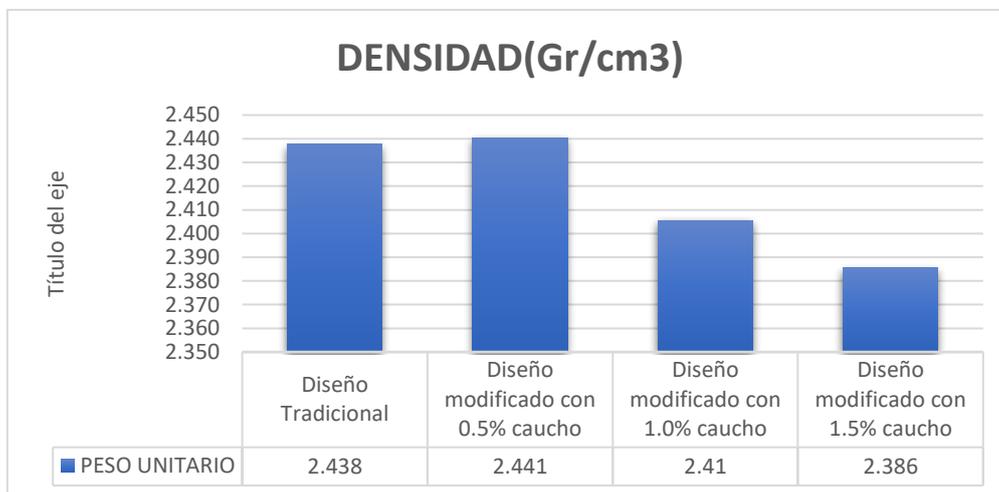


Figura 72: Comparación de densidad de diseño de Mezcla tradicional y Diseño modificado

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla N°34 y la figura N°72, en estos resultados de densidad se puede observar que sus valores han reducido, ya que en el diseño tradicional tiene un 2.438 gr/cm³ de densidad y mientras se iba adicionando los porcentajes de caucho, fueron disminuyendo su densidad. Esto quiere decir que al aumentar los granos de caucho lo vuelves más elástica y flexible la mezcla asfáltica. Por lo que esto da a razón que el caucho al mezclarse con el pen afecta el peso de la briqueta disminuyéndolo. Cabe resaltar que el porcentaje de densidad baja y nuestro porcentaje de vacíos sube también puesto que todo depende de nuestros agregados, en este caso piedra chancada, la cual según los ensayos ya realizados nos indica que tiene un porcentaje de absorción del 0.56% y un peso específico de los agregados es de 2.70 lo cual no es muy alto, por lo que genera que nuestra densidad no suba. Cabe resaltar

que los agregados más densos tienden a aumentar la densidad de la mezcla de pavimento, mientras que los agregados menos densos pueden disminuir la densidad.

4.1.5. El uso de Granos de Caucho Reutilizable en el porcentaje de vacíos del pavimento flexible en la Avenida Panamericana

Tabla 35: Resumen de resultados de % de Vacíos

RESUMEN DE RESULTADOS DE PORCENTAJE DE VACIOS MEZCLA DE CONCRETO BITUMINOSO		
% C. A	% CAUCHO	Vacíos %
5.9	0	3.89
5.9	0.5	4.07
5.9	1.0	3.97
5.9	1.5	3.66

Fuente: Elaboración propia

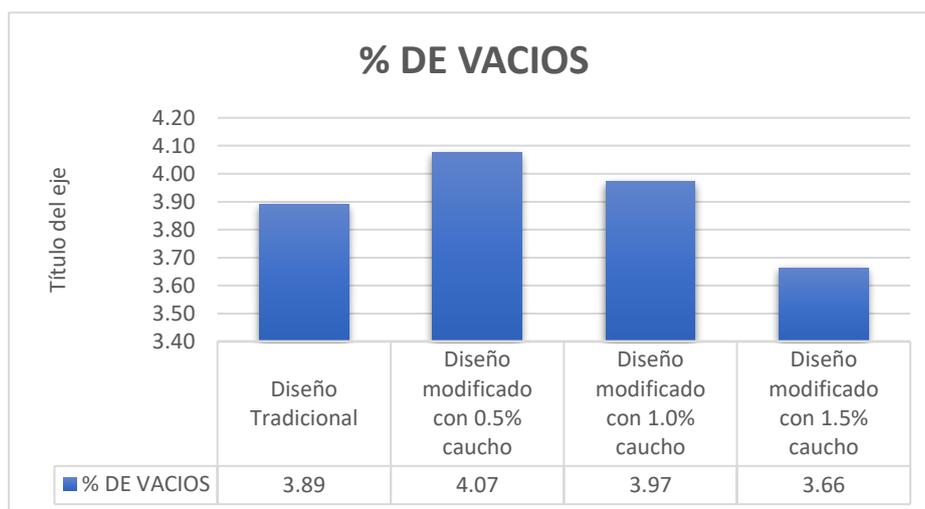


Figura 73: Comparación de % de Vacíos de diseño de Mezcla tradicional y Diseño modificado.

Fuente: Elaboración propia

Por lo visto en la Tabla N°35 y Figura N°73, en estos resultados podemos divisar que en el Diseño Tradicional contiene un 3.89 % de vacíos mientras que en los diseños modificados ha ido subiendo, por lo que se entiende que con el Diseño Modificado con 0.5% que contiene un porcentaje de vacíos de 4.07% lo que hace que respire en mayor proporción el asfalto, permitiendo que al dilatarse y contraerse el asfalto no se desplace, además teniendo como consideración que al momento de abrir tráfico , se encontrará en una compactación

constante lo que provocara que se siga compactando y se cierre más por los porcentajes de vacíos , lo cual provocara que en un corto plazo , nuestra mezcla se exude, y se ahuelle.

4.1.6. El uso de Granos de Caucho Reutilizable en el Diseño de mezcla Método Marshall-ASTM D- 1559 del pavimento flexible en la Avenida Panamericana

Tabla 36: Diseño de Mezcla Tradicional

RESUMEN DE RESULTADOS Y REQUISITOS PARA LA MEZCLA			
PARAMETROS DE DISEÑO	NORMA DEL ENSAYO	ESPECIFICACION	VALOR OBTENIDO
Porcentaje de asfalto %	-	Optimo	5.9
Compactación golpes/cara	MTC E-504	75	75
Estabilidad mínima en kg.	MTC E-504	Mínima 815	1349.52
Flujo en 0.25 mm	MTC E-504	2 – 3.5	3.18
% de Vacíos con aire (Va)	MTC E-505	3 - 5	3.89
% Vacíos agreg. mineral (VMA)	-	≥ 14	15.15
% Vacíos llenos con C.A. (VFA)	-	-	74.54
Relación Polvo – Asfalto	-	0.6 – 1.3	0.86
Relación Estabilidad/Flujo (Kg/cm)	MTC E-504	1700 - 4000	3985.99

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37: Diseño de Mezcla Mejorado con adición de 0.5% de caucho

RESUMEN DE RESULTADOS Y REQUISITOS PARA LA MEZCLA			
PARAMETROS DE DISEÑO	NORMA DEL ENSAYO	ESPECIFICACION	VALOR OBTENIDO
Porcentaje de asfalto %	-	Optimo	5.9
Compactación golpes/cara	MTC E-504	75	75
Estabilidad mínima en kg.	MTC E-504	Mínima 815	1179.43
Flujo en 0.25 mm	MTC E-504	2 – 3.5	3.33
% de Vacíos con aire (Va)	MTC E-505	3 - 5	4.07
% Vacíos agreg. mineral (VMA)	-	≥ 14	15.97
% Vacíos llenos con C.A. (VFA)	-	-	74.04
Relación Polvo – Asfalto	-	0.6 – 1.3	0.86
Relación Estabilidad/Flujo (Kg/cm)	MTC E-504	1700 - 4000	3727.78

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38: Diseño de Mezcla Mejorado con adición de 1.0% de caucho

RESUMEN DE RESULTADOS Y REQUISITOS PARA LA MEZCLA			
PARAMETROS DE DISEÑO	NORMA DEL ENSAYO	ESPECIFICACION	VALOR OBTENIDO
Porcentaje de asfalto %	-	Optimo	5.9
Compactación golpes/cara	MTC E-504	75	75
Estabilidad mínima en kg.	MTC E-504	Mínima 815	1165.89
Flujo en 0.25 mm	MTC E-504	2 – 3.5	3.40
% de Vacíos con aire (Va)	MTC E-505	3 - 5	3.97
% Vacíos agreg. mineral (VMA)	-	≥ 14	16.23
% Vacíos llenos con C.A. (VFA)	-	-	75.79
Relación Polvo – Asfalto	-	0.6 – 1.3	0.86
Relación Estabilidad/Flujo (Kg/cm)	MTC E-504	1700 - 4000	3269.19

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39: Diseño de Mezcla Mejorado con adición de 1.5% de caucho

RESUMEN DE RESULTADOS Y REQUISITOS PARA LA MEZCLA			
PARAMETROS DE DISEÑO	NORMA DEL ENSAYO	ESPECIFICACION	VALOR OBTENIDO
Porcentaje de asfalto %	-	Optimo	5.9
Compactación golpes/cara	MTC E-504	75	75
Estabilidad mínima en kg.	MTC E-504	Mínima 815	1156.55
Flujo en 0.25 mm	MTC E-504	2 – 3.5	3.50
% de Vacíos con aire (Va)	MTC E-505	3 - 5	3.66
% Vacíos agreg. mineral (VMA)	-	≥ 14	16.45
% Vacíos llenos con C.A. (VFA)	-	-	77.57
Relación Polvo – Asfalto	-	0.6 – 1.3	0.86
Relación Estabilidad/Flujo (Kg/cm)	MTC E-504	1700 - 4000	3289.29

Fuente: Elaboración propia

En las Tablas N°36, 37, 38 y 39, en donde la Tabla N°36 es el diseño convencional sin la adición de caucho, añadiéndole los Granos de Caucho, provocó que cambiara sus propiedades de diseño tanto en flujo, % de vacíos con aire y la estabilidad.

Tabla 40: Resumen de Valores obtenidos por Diseño de Mezcla

RESUMEN DE VALORES OBTENIDO POR % DE ADICION DE CAUCHO					
PARAMETROS DE DISEÑO	ESPECIFICACION	MEZCLA TRADIC.	0.5%	1.0%	1.5%
Porcentaje de asfalto %	Optimo	5.9	5.9	5.9	5.9
Compactación golpes/cara	75	75	75	75	75
Estabilidad mínima en kg.	Mínima 815	1349.52	1179.43	1165.89	1156.55
Flujo en 0.25 mm	2 – 3.5	3.18	3.33	3.40	3.50
% de Vacíos con aire (Va)	3 - 5	3.89	4.07	3.97	3.66
% Vacíos agreg. mineral (VMA)	≥ 14	15.15	15.97	16.23	16.45
% Vacíos llenos con C.A. (VFA)	-	74.54	74.04	75.79	77.57
Relación Polvo – Asfalto	0.6 – 1.3	0.86	0.86	0.86	0.86
Relación Estabilidad/Flujo (Kg/cm)	1700 - 4000	3985.99	3727.78	3269.19	3289.29

Fuente: Elaboración propia

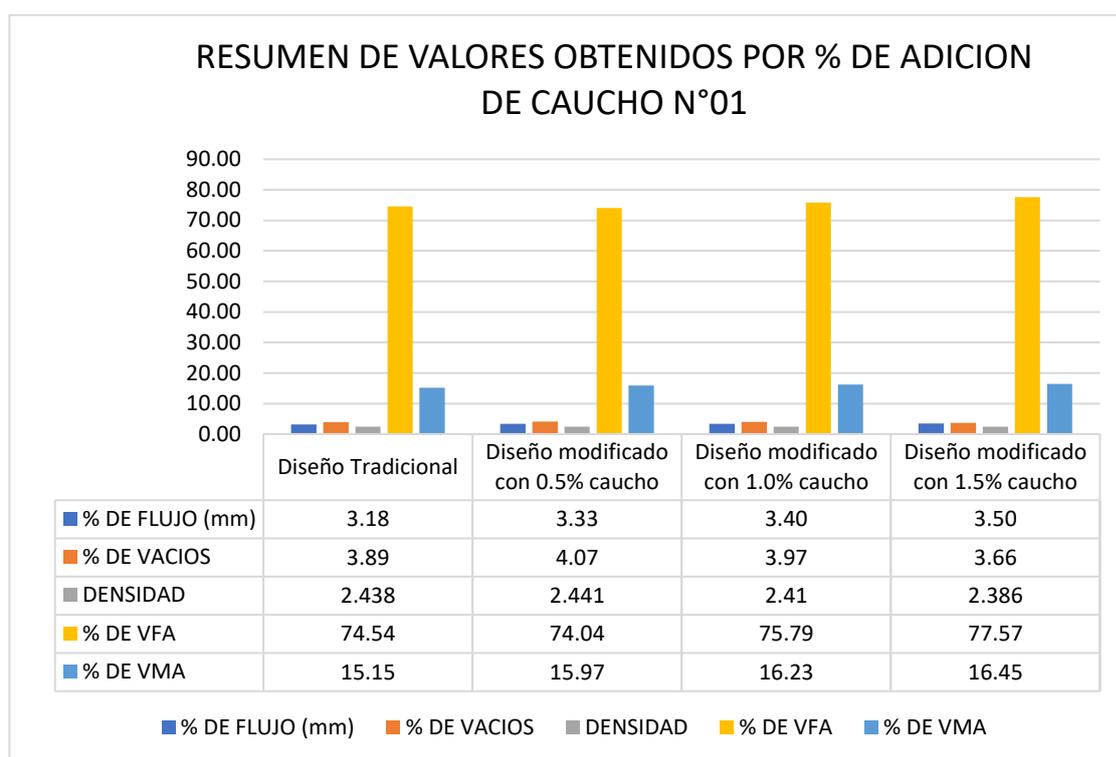


Figura 74: Valores Obtenido por % de Adición de Caucho N°01.

Fuente: Elaboración propia

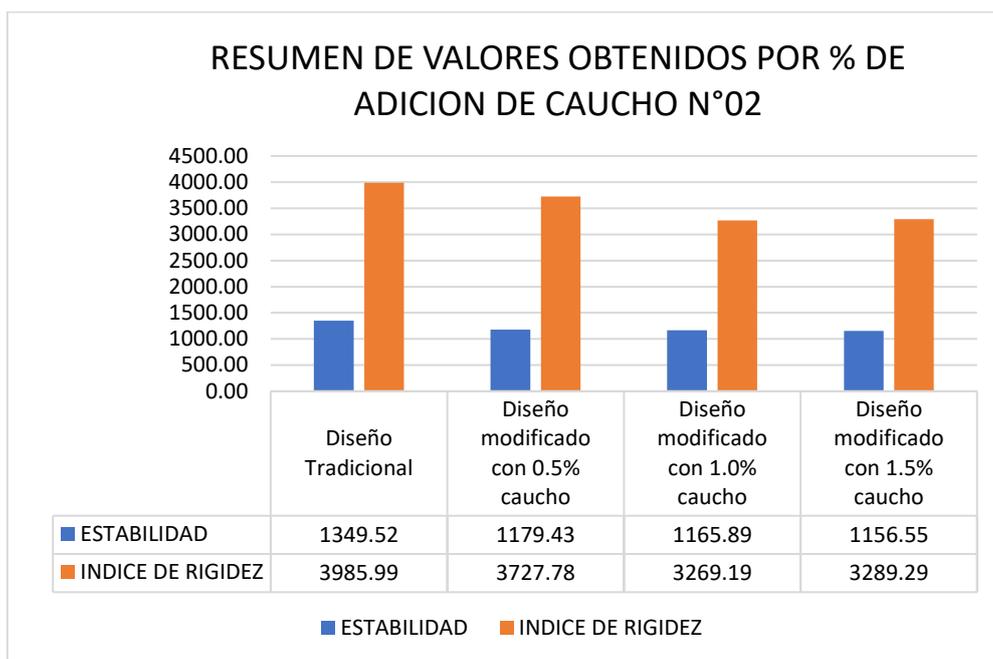


Figura 75: Valores Obtenido por % de Adición de Caucho N°02.

Fuente: Elaboración propia

4.2. Prueba de Hipótesis

4.2.4. Prueba de hipótesis para la estabilidad del pavimento flexible

H_0 : El uso de Granos de Caucho Reutilizable no influyen significativamente en la estabilidad del pavimento flexible.

H_1 : El Uso de Granos de Caucho Reutilizable influyen significativamente en la estabilidad del pavimento flexible.

i. Elección de Prueba Estadística

Se realiza el análisis de varianza en el software Excel 2016 y el programa SPSS Statistics Visor, la cual se está utilizando el diseño estadístico paramétrica anova, ya que son diseños experimentales.

Tabla 41: Tabla de varianza de estabilidad mínima Kg (Varianza)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
CAUCHO 0.0%	15	19116	1274.40	14053.54
CAUCHO 0.5%	15	17405	1160.33	3550.24
CAUCHO 1.0%	15	16800	1120.00	4675.86
CAUCHO 1.5%	15	16782	1118.80	1459.46

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42: Tabla de resultados de estabilidad mínima Kg

N° MUESTRA	CAUCHO 0%	CAUCHO 0.5%	CAUCHO 1.0%	CAUCHO 1.5%
1	1308	1135	1082	1104
2	1288	1120	1083	1092
3	1188	1145	1077	1087
4	1304	1179	1074	1133
5	1332	1191	1182	1130
6	1369	1186	1063	1129
7	1428	1248	1130	1158
8	1380	1245	1120	1173
9	1352	1234	1297	1158
10	1352	1161	1130	1137
11	1279	1178	1120	1147
12	1326	1173	1232	1150
13	1070	1070	1070	1066
14	1067	1067	1067	1060
15	1073	1073	1073	1058
Total Σxi	19116	17405	16800	16782
Media xi	1274.40	1160.33	1120.00	1118.80

Fuente: Elaboración propia

Es importante resaltar que nuestro número de muestras es 60 probetas.

Tabla 43: Tabla de análisis de varianza de GCR y Estabilidad

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	241556.850	3	80518.950	13.567	9.13936E-07	2.76943
Dentro de los grupos	332347.333	56	5934.774			
Total	573904.183	59				

Fuente: Elaboración propia

ii. Interpretación

Se rechaza la H_0 (hipótesis nula)

Teniendo como base ($p \leq 0.05$ ó $F > F_c$) entonces se (rechaza la hipótesis nula), vamos analizando los datos obtenidos en la Tabla N° 43 de varianza de la estabilidad,

F=13.567 y el valor de Fcrítico=2.769 ; con 3 grados de libertad en tratamiento y 56 grados de libertad dentro de los grupos, también hay evidencia que $p= 9.14 \text{ E-}07$ la cual es menor que el nivel de significancia que en este caso es $\alpha = 5\%$ (0.05), por lo que se encuentran suficientes pruebas para rechazar la hipótesis nula y deducir que los granos de caucho sí influyen significativamente en la estabilidad del pavimento flexible.

Tabla 44: Tabla de Análisis de varianza y de la prueba de Tukey

ANOVA

Estabilidad Kg

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	273071.383	3	91023.794	17.988	0.001
Dentro de grupos	283372.267	56	5060.219		
Total	556443.650	59			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45: Prueba Tukey para estabilidad.

Estabilidad Kg

HSD Tukey^a

tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
1.00%	15	1101.0667	
1.50%	15	1118.8000	
0.50%	15	1160.3333	
0.00%	15		1274.4000
Sig.		.115	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 15.000.

Fuente: Elaboración propia

iii. Interpretación de prueba de hipótesis Tukey

Según los resultados obtenidos en la Tabla N°45, en la cual se empleó los distintos tratamientos los cuales fueron con la adición 0.0%, 0.5%, 1.0% y 1.5%; se puede deducir que, con los tratamientos del 1, 1.5 y 0.5 son estadísticamente similares, mientras que todos son diferentes a la muestra sin adición de caucho.

4.2.5. Prueba de hipótesis para la fluencia del pavimento flexible

H_0 : El uso de Granos de Caucho Reutilizable no influyen significativamente en la fluencia del pavimento flexible.

H_1 : El uso de Granos de Caucho Reutilizable influyen significativamente en la fluencia del pavimento flexible.

4.2.5.1.1.1.1.1. Elección de Prueba Estadística

Se realiza el análisis de varianza en el software Excel 2016 y el programa SPSS Statistics Visor, la cual se está utilizando el diseño estadístico paramétrica Anova, ya que son diseños experimentales.

Tabla 46: Tabla de varianza de flujo

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
CAUCHO 0%	15	48.8	3.25	0.8955
CAUCHO 0.5%	15	44.9	2.99	0.2921
CAUCHO 1.0%	15	47.2	3.15	0.1827
CAUCHO 1.5%	15	47.6	3.17	0.4207

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47: Resumen de Flujo

N° MUESTRA	CAUCHO 0%	CAUCHO 0.5%	CAUCHO 1.0%	CAUCHO 1.5%
1	2.2	2.4	2.6	2.3
2	2.1	2.2	2.4	2.4
3	2.3	2.3	2.5	2.3
4	2.7	2.6	2.9	2.7
5	2.8	2.6	2.8	2.6
6	2.6	2.5	3	2.8
7	3	3	3.2	3.2
8	3	3.1	3.3	3.2
9	3	3.2	3.3	3.1
10	3.6	3.5	3.3	3.5
11	3.6	3.4	3.5	3.6
12	3.3	3.3	3.4	3.6
13	4.9	3.8	3.7	4.1
14	4.8	3.8	3.6	4.2
15	4.9	3.7	3.7	4
Total Σxi	48.8	45.42	47.2	47.6
Media xi	3.25	3.03	3.15	3.17

Fuente: Elaboración propia

Es importante resaltar que nuestro número de muestras es 60 probetas.

Tabla 48: Tabla de análisis de Varianza de GCR y Flujo

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.3918	3	0.130584	0.288259	0.833681	2.769431
Dentro de los grupos	25.3686	56	0.453011			
Total	25.7604	59				

Fuente: Elaboración propia

4.2.5.1.1.1.1.2. Interpretación

Se acepta la H_0 (hipótesis nula)

Teniendo como base ($p \leq 0.05$ ó $F > F_c$) entonces se (rechaza la hipótesis nula) vamos analizando los datos obtenidos en la Tabla N°43 de varianza del flujo, $F=0.3999$ y el valor de $F_{crítico}=2.769$; con 3 grados de libertad en tratamiento y 56 grados de libertad dentro de los grupos, también hay evidencia que $p= 0.7536$ la cual es mayor que el nivel de significancia que en este caso es $\alpha = 5\%$ (0.05) , por lo que se encuentra suficientes pruebas para aceptar la hipótesis nula y deducir que los Granos de Caucho no influyen significativamente en la fluencia del pavimento flexible.

4.2.6. Prueba de hipótesis para la densidad del pavimento flexible

H_0 : El uso de Granos de Caucho Reutilizable no influyen significativamente en la densidad del pavimento flexible.

H_1 : El uso de Granos de Caucho Reutilizable influyen significativamente en la densidad del pavimento flexible.

4.2.6.1.1.1.1.1.1. Elección de Prueba Estadística

Se realiza el análisis de Varianza en el software Excel 2016 y el programa SPSS Statistics Visor, la cual se está utilizando el diseño estadístico paramétrica Anova, ya que son diseños experimentales.

Tabla 49: Tabla de varianza de Densidad

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
CAUCHO 0%	15	36.279	2.419	0.000215971
CAUCHO 0.5%	15	35.846	2.390	0.000307352
CAUCHO 1.0%	15	35.711	2.381	0.000362781
CAUCHO 1.5%	15	35.693	2.380	0.000264267

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50: Tabla Resumen de Densidad

N° MUESTRA	CAUCHO 0%	CAUCHO 0.5%	CAUCHO 1.0%	CAUCHO 1.5%
1	2.387	2.369	2.357	2.355
2	2.395	2.368	2.346	2.357
3	2.4	2.361	2.356	2.358
4	2.421	2.374	2.366	2.371
5	2.415	2.375	2.371	2.37
6	2.407	2.378	2.367	2.371
7	2.427	2.407	2.399	2.391
8	2.424	2.386	2.38	2.375
9	2.424	2.397	2.385	2.384
10	2.429	2.414	2.403	2.386
11	2.432	2.403	2.397	2.386
12	2.434	2.41	2.402	2.41
13	2.428	2.404	2.396	2.402
14	2.433	2.403	2.4	2.393
15	2.423	2.397	2.386	2.384
Total Σxi	36.279	35.846	35.711	35.693
Media xi	2.419	2.390	2.381	2.380

Fuente: Elaboración propia

Es importante resaltar que nuestro número de muestras es 60 probetas.

Tabla 51: Tabla de Análisis de Varianza de GCR y densidad

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.0149	3	0.00497	17.2981	4.5291E-08	2.7694
Dentro de los grupos	0.0161	56	0.00029			
Total	0.0310	59				

Fuente: Elaboración propia

4.2.6.1.1.1.1.2. Interpretación

Se Rechaza la H_0 (hipótesis nula)

Teniendo como base ($p \leq 0.05$ ó $F > F_c$) entonces se (rechaza la hipótesis nula) vamos analizando los datos obtenidos en la Tabla N°51 de varianza del flujo, $F=17.298$

y el valor de $F_{crítico}=2.769$; con 3 grados de libertad en tratamiento y 56 grados de libertad dentro de los grupos, también hay evidencia que $p= 4.529E-08$ la cual es menor que el nivel de significancia que en este caso es $\alpha = 5\%$ (0.05) , por lo que se encuentra suficientes pruebas para rechazar la hipótesis nula y deducir que los granos de caucho si influyen significativamente en la densidad del pavimento flexible.

Tabla 52: Tabla de de Análisis de Varianza y de la prueba de Tukey

ANOVA

Densidad gr/cc

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	.015	3	.005	17.298	0.001
Dentro de grupos	.016	56	.000		
Total	.031	59			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53: Prueba Tukey para Densidad

Densidad gr/cc

HSD Tukey^a

tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
1.50	15	2.3795	
1.00	15	2.3807	
.50	15	2.3897	
.00	15		2.4186
Sig.		.361	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 15.000.

Fuente: Elaboración propia

4.2.6.1.1.1.1.3. Interpretación de prueba de hipótesis Tukey

Según los resultados obtenidos en la Tabla N°53, en la cual se empleó los distintos tratamientos los cuales fueron con la adición 0.0%, 0.5%, 1.0% y 1.5%; se puede deducir que, con los tratamientos del 1, 1.5 y 0.5 son estadísticamente similares, mientras que todos son diferentes a la muestra sin adición de caucho, cabe resaltar que los porcentajes de GCR si bien se coloca más porcentajes, puede bajar la densidad en el diseño de mezcla es por tanto, que favorece al diseño; ya que al aumentar la densidad disminuye el peso y por tanto entrará menos cantidad de pen.

4.2.7. Prueba de hipótesis para el porcentaje de vacío del pavimento flexible

H_0 : El uso de Granos de Caucho Reutilizable no influyen significativamente en el porcentaje del pavimento flexible

H_1 : El uso de Granos de Caucho Reutilizable influyen significativamente en el porcentaje del pavimento flexible

4.2.7.1.1.1.1.1.1. Elección de Prueba Estadística

Se realiza el análisis de Varianza en el Software Excel 2016 y el programa SPSS Statistics Visor, la cual se está utilizando el diseño estadístico paramétrica Anova, ya que son diseños experimentales.

Tabla 54: Tabla de varianza de porcentaje de vacíos

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
CAUCHO 0%	15	59.4	3.96	0.334
CAUCHO 0.5%	15	68.7	4.58	1.202
CAUCHO 1.0%	15	65.7	4.38	1.042
CAUCHO 1.5%	15	64.7	4.31	1.088

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55: Tabla resumen Porcentaje de vacíos

N° MUESTRA	CAUCHO 0%	CAUCHO 0.5%	CAUCHO 1.0%	CAUCHO 1.5%
1	5	5.7	5.4	5.7
2	4.7	5.7	5.8	5.6
3	4.5	6	5.5	5.6
4	4.5	5.6	5.3	5
5	4.2	5.6	5.1	5
6	3.9	5.5	5.2	5
7	3.9	4.2	4	4.1
8	4	5	4.8	4.8
9	4	4.6	4.6	4.4
10	3.9	3.8	3.7	3.9
11	3.8	4.2	3.9	3.9
12	3.7	3.9	3.7	2.9
13	3.1	2.9	2.8	2.6
14	2.9	2.9	2.7	2.9
15	3.3	3.1	3.2	3.3
Total Σxi	59.4	68.7	65.7	64.7
Media xi	3.96	4.58	4.38	4.31

Fuente: Elaboración propia

Es importante resaltar que nuestro número de muestras es 60 probetas.

Tabla 56: Tabla de Análisis de Varianza de porcentaje de vacíos.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	3.005	3	1.002	1.093	0.3598	2.7694
Dentro de los grupos	51.321	56	0.916			
Total	54.326	59				

Fuente: Elaboración propia

4.2.7.1.1.1.1.2. Interpretación

Se Acepta la H_0 (hipótesis nula)

Teniendo como base ($p \leq 0.05$ ó $F > F_c$) entonces se (rechaza la hipótesis nula) vamos analizando los datos obtenidos en la Tabla N°56 de varianza del flujo, $F=1.093$ y el valor de $F_{crítico}=2.769$; con 3 grados de libertad en tratamiento

y 56 grados de libertad dentro de los grupos, también hay evidencia que $p=0.3598$ la cual es mayor que el nivel de significancia que en este caso es $\alpha = 5\%$ (0.05), por lo que se encuentra suficientes pruebas para aceptar la hipótesis nula y deducir que los granos de caucho no influyen significativamente en el porcentaje de vacíos del pavimento flexible.

4.2.8. Prueba de hipótesis para el diseño de mezcla Método Marshall-ASTM D-1559 del pavimento flexible

Planteamiento del problema

H_0 : El uso de Granos de Caucho Reutilizable no influye significativamente en el diseño de mezcla Método Marshall-ASTM D- 1559 del pavimento flexible

H_1 : El uso de Granos de Caucho Reutilizable influye significativamente en el diseño de mezcla Método Marshall-ASTM D- 1559 del pavimento flexible.

4.2.8.1.1.1.1.1. Elección de Prueba Estadística

Se realiza el análisis de Varianza en el software Excel 2016 y el programa SPSS Statistics Visor, la cual se está utilizando el diseño estadístico paramétrica Anova, ya que son diseños experimentales.

Tabla 57: Tabla de varianza de Diseño de Marshall.

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
CAUCHO 0%	15	63887	4259.133	1624790.84
CAUCHO 0.5%	15	60097	4006.467	604206.981
CAUCHO 1.0%	15	53165	3544.333	280712.381
CAUCHO 1.5%	15	55073	3671.533	584759.41

Fuente: Elaboración propia

Tabla 58: Tabla Resumen de Diseño de Marshall.

N° MUESTRA	CAUCHO 0%	CAUCHO 0.5%	CAUCHO 1.0%	CAUCHO 1.5%
1	5944	4728	4160	4800
2	6136	5090	4511	4551
3	5164	4980	4310	4726
4	4831	4536	3704	4195
5	4756	4580	4223	4348
6	5267	4743	3542	4034
7	4761	3901	3368	3619
8	4601	4149	3318	3664
9	4505	4112	3553	3736
10	3754	3520	3214	3249
11	3554	3570	3201	3186
12	4018	3664	3305	3195
13	2184	2817	2893	2600
14	2223	2808	2964	2525
15	2189	2899	2899	2645
Total Σxi	63887	60097	53165	55073
Media xi	4259.13	4006.47	3544.33	3671.53

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59: Tabla Resumen del Diseño de Marshall.

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	4732427.400	3	1577475.800	2.039	0.119	2.769
Dentro de los grupos	43322574.533	56	773617.402			
Total	48055001.933	59				

Fuente: Elaboración propia

4.2.8.1.1.1.1.2. Interpretación

Se Acepta la H_0 (hipótesis nula)

Teniendo como base ($p \leq 0.05$ ó $F > F_c$) entonces se (rechaza la hipótesis nula) vamos analizando los datos obtenidos en la Tabla N°59 de varianza del flujo, $F=2.039$ y el valor de $F_{crítico}=2.769$; con 3 grados de libertad en tratamiento y 56 grados

de libertad dentro de los grupos, también hay evidencia que $p= 0.119$ la cual es mayor que el nivel de significancia que en este caso es $\alpha = 5\%$ (0.05), por lo que se encuentra suficientes pruebas para aceptar la hipótesis nula y deducir que los granos de caucho no influyen significativamente en el Diseño de Marshall.

4.3. Discusión de Resultados

4.3.4. Discusión 1

Se propuso como objetivo Evaluar el deterioro de la carpeta asfáltica en el pavimento flexible de la Avenida Panamericana. Según Sánchez Bueno (2020), menciona que las fallas superficiales de origen estructural afectan la transitabilidad vehicular de la avenida. Determinándose que al no existir fallas estructurales, tan solo fallas superficiales, por medio de la metodología PCI se obtuvo un valor de 62.25 para ambos carriles siendo una clasificación de condición buena, se pudo contrastar a diferencia de la metodología VIZIR usada en consideración para fallas estructurales se obtuvo un valor de 1, siendo una clasificación de condición buena, el análisis del comportamiento estructural y funcional, en ambos casos coincidiendo con la clasificación de una condición buena, en términos de solución para el Pavimento flexible, aplicado con la metodología PCI, presenta opciones más variables como alternativas para los mantenimientos en pistas, siendo éstas efectivas. Conforme a ello en la presente investigación mediante la metodología PCI se realizó la evolución de la Avenida Panamericana, en presencia de fallas superficiales en el pavimento flexible siendo adecuado para determinar la clasificación de condición de éste, teniendo en el carril izquierdo un PCI de 39.71, con una condición mala y el carril derecho, con un PCI de 54.29, presentando una condición regular, siendo de interés el mantenimiento de la avenida en existencia de fallas superficiales. En el estudio realizado por Tacza Herrera & Rodríguez Paez (2018) se menciona que mediante el método PCI se evaluaron 18 unidades de muestra y determinar 8 fallas existentes en el corredor Javier Prado, a partir de ello se plantearon alternativas de intervención para mejorar la condición de vía. Por ello mediante una evaluación de la vía, se pudo visualizar fallas en el pavimento flexible, y que no se han realizado trabajos de mantenimiento, factor importante que ocasiona el aumento de la severidad. Como tal se puede verificar, contrastando con tesis anteriores indicando que al evaluar un pavimento

flexible con la metodología PCI, podemos determinar un índice de integridad estructural del pavimento y la condición de Operacionalidad de la superficie, siendo una falla de tipo superficial (funcional) o de tipo estructural, obteniendo una percepción clara del efecto de los daños y la relación que existe con las cargas o el clima. La tesis antes mencionada concluye en que deben hacerse rehabilitación de las calles de estudio, indicando que se debe realizar mantenimientos periódicamente para evitar los posibles grandes costos de la reconstrucción de las mismas, reafirmando así la hipótesis planteada. Cabe indicar que para obtener resultados se tuvo limitaciones, como por ejemplo el tráfico de los automóviles, lo cual genera que la toma de medidas de las fallas superficiales, puedan ser más difíciles de medir, puesto que al no poder paralizar el tráfico por completo, resulta riesgosa la toma de medidas e identificación de fallas del pavimento.

4.3.5. Discusión 2

Según el objetivo, demostrar la influencia del uso de Granos de Caucho reutilizable en la estabilidad del pavimento flexible en la Avenida Panamericana según Bautista Meneses y Guerrero Navarrete (2022) en su tesis: “Incorporación de fibra de caucho para el mejoramiento de la mezcla asfáltica en centro poblado San Matías, Chíncha, 2022”, menciona que por medio del ensayo Marshall, se determinó que mediante las proporciones de mezcla modificada con 0.5%, 0.75% y 1.0% de caucho, llegaron a alcanzar una carga de 14.4 KN, 12.5 KN y 11.7, se pudo determinar, que el valor de soporte de carga disminuye al incrementar la cantidad por porcentaje de caucho, lo cual difiere en una dosificación con la dosificación de 0.5% de caucho siendo este de mayor valor a la muestra patrón, siendo en cumplimiento a la norma TIPO B, por lo cual presenta mayor rigidez, obteniendo una mayor resistencia frente a desplazamientos, deformaciones, abrasiones, por ello la estabilidad influye satisfactoriamente en la mezcla asfáltica condicionada a las cargas de pavimento flexible. Conforme a los resultados obtenidos en la presente investigación del Ensayo Marshall con la incorporación del GCR, en 0.5%, 1.0% y 1.5% con valores de 1179.43 kg, 1165.89 kg y 1156.55 kg, la estabilidad disminuyó con 0.5%, 1.0% y 1.5% en comparación a la mezcla de diseño tradicional con un valor de 1349.52 kg, conforme a ello se mantienen dentro de los parámetros de aceptación según la norma MTC E-504. Macedo Seminario & Ureta Tolentino (2020), en su investigación “Influencia del Caucho Reciclado utilizado como Agente Modificante en los Parámetros de

Diseño de una Mezcla Asfáltica”, las dosificaciones usadas disminuyen, siendo inversamente proporcional con un 0.5% de caucho para temperaturas de 150°C , 160°C , 165°C y 170° C, teniendo a ésta última mayores resultados para la estabilidad, agregando proporciones de 1.0%, 1.5% y 2.0% los valores de estabilidad para estas dosificaciones incrementa al aumentar la dosificación de asfalto, por ello la incorporación de caucho en la mezcla asfáltica genera una mayor estabilidad en un 50%, produciendo mayor resistencia a las deformaciones. Conforme a lo realizado en la presente investigación, con una temperatura de entre 140°C y 150°C con proporciones de 0.5%, 1.0% y 1.5% de granos de caucho, los valores de estabilidad cumplen con los parámetros de la norma MTC E-504, cabe indicar que todos los casos de las diferentes tesis , concluyen que al aumentar granos de caucho a la mezcla asfáltica provoca que mejoren y estén dentro de los parámetros MTC E-504 , por lo que eso con lleva a la afirmación que el incorporar los granos de caucho reciclado, influyen satisfactoriamente en la estabilidad, mejorando la resistencia a las cargas. Cabe indicar que depende del lugar donde realicen los ensayos serán las limitaciones puesto que, en esta investigación realizada en la ciudad de Ilo, no se encontraban los instrumentos necesarios para realizar dichos ensayos, por lo que se vio por conveniente realizarlos en otra ciudad, trasladando los materiales de un lugar a otro.

4.3.6. Discusión 3

Como objetivo se tiene, demostrar la influencia del uso de Granos de Caucho Reutilizable en la fluencia del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, por ello, en la tesis de Bautista Meneses y Guerrero Navarrete (2022) en su tesis: “Incorporación de fibra de caucho para el mejoramiento de la mezcla asfáltica en centro poblado San Matías, Chincha, 2022”, conforme a los resultados del ensayo Marshall, se realizaron evaluaciones de la mezcla patrón, con el que se obtuvo un valor de 12.80, con una mezcla con adición del 0.5% de caucho se obtuvo 12.43, con 0.75% de caucho, un valor de 16.0 y con 1.0% de caucho se logró obtener un flujo de 17.3, por lo tanto se evidencia que de acuerdo a los resultados obtenidos, a mayor adición de caucho, las deformaciones permanente o flujo aumentan considerablemente . En la presente investigación, los valores obtenidos con 0.5% y 1.0% se mantienen a menor porcentaje, en comparación a la mezcla tradicional con un valor de 3.18, estando dentro de los parámetros establecidos por lo cual la

incorporación de granos de caucho influye positivamente, evitando fallas de deformación y desplazamiento en la carpeta asfáltica. En la investigación realizada por Salazar Pucllas (2019), en los valores de flujo, hubo un incremento en la mezcla modificada de 2.5%, de 3.5, con la proporción de 3.5% y 4.5% se obtuvieron valores de 3.30 y 3.05 siendo mayores a la mezcla tradicional, cumpliendo con los rangos de la normativa mezcla tipo b, teniendo mayor resistencia frente a las deformaciones, Cabe indicar que al realizar al confrontar los resultados de ambas tesis , se concluye que los resultados coinciden, afirmando que los granos de caucho mejoran la fluencia de la mezcla asfáltica, por lo que la adición de granos de caucho generará una mayor vida útil al pavimento.

4.3.7. Discusión 4

Conforme al objetivo de la investigación, demostrar la influencia del uso de Granos de Caucho Reutilizable en la densidad del pavimento flexible en la Avenida Panamericana. Según Macedo Seminario & Ureta Tolentino (2020), dentro de los resultados de la muestra a una temperatura de 170°C, con incorporación de 0.5% de caucho, se observa, que al aumentar mayor cantidad de caucho el valor de la densidad disminuye, esto se debe a que el volumen de la mezcla aumenta al incorporar mayor cantidad de caucho, con rangos de 5.0% y 6.5% de asfalto, siendo un adecuado contenido de dosificación. En la presente investigación según los resultados del ensayo Marshall, los porcentajes incorporados de caucho, 0.5%, 1.0% y 1.5%, los valores de densidad obtenido han disminuido con respecto a la mezcla tradicional, conforme se aumenta la cantidad de granos de caucho la mezcla se vuelve elástica y flexible, razón por la cual, mezclándose con el cemento asfáltico éste afecta el peso de la briqueta, ya que las partículas de caucho poseen menor densidad, por ello existe una relación directamente proporcional al incrementar el caucho. En la investigación realizada por Álvarez Briceño (2017), se incorporó proporciones de 1.5%, 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, conforme a las briquetas elaboradas, se analiza que a medida que se incrementa el porcentaje de caucho, se produce una leve caída de valores en la densidad; se tiene que a medida que se aumenta el porcentaje de GCR se daría un aumento de volumen para cada probeta, produciendo mayores cantidades de espacio vacíos, esto con lleva que existe una relación entre los vacíos en los agregados y la mezcla en relación con la densidad, por motivo de aumento de GCR

en dependencia a la densidad, con estos resultados se afirma que los Granos de caucho reciclado influyen mejora la densidad en el la mezcla asfáltica del pavimento

4.3.8. Discusión 5

Se planteó como quinto objetivo específico demostrar la influencia del uso de Granos de Caucho Reutilizable en el porcentaje de vacíos del pavimento flexible. Según Salazar Puellas (2019) en su investigación, se utilizaron valores de 2.5%, 3.5% y 4.5% de caucho reciclado, lo cual con la cantidad de 4.5% hubo una mejora en las propiedades de la mezcla asfáltica, manteniéndose dentro de los parámetros de % óptimos. En la investigación, los porcentajes incorporados en 0.5%, 1.0% y 1.5% de caucho han ido disminuyendo los valores de % de vacíos, esto permite que al dilatarse y contraerse el asfalto no exista desplazamiento. Por otro lado, en la investigación realizada por Chávez Quiñones & Herna Apolo (2014) menciona que es confiable y seguro la adición de caucho en partículas superiores a 0.5 mm, actuando como un agregado y las partículas menores interactúan con el cemento asfáltico. En la presente investigación se analizó con los porcentajes 0.5%, 1.0% y 1.5% de adición de granos de caucho reciclado, obteniendo como resultados que con 1.0% el porcentaje de vacíos se coloca en un punto neutral, lo cual, si se tiene demasiado porcentaje de vacíos puede provocar que, a este penetre el agua y el aire provocando así el deterioro con mayor rapidez, caso contrario si contiene bajo contenido de éstos, provocará que el asfalto se exude y tenga deformaciones permanentes, en el Diseño Tradicional contiene un 3.89% de vacíos mientras que en los diseños modificados ha ido disminuyendo, por lo que se entiende que, con el Diseño Modificado, con 0.5%, 1.0 % y 1.5% hace que respire en mayor proporción el asfalto. Se concluye que al comparar la tesis antes mencionada con la investigación actual concuerda que al añadir los granos de caucho mejora el porcentaje de vacíos, lo cual permite que la vida útil del pavimento sea mayor. Cabe indicar que no se obvió ninguna prueba para encontrar dicho resultado.

4.3.9. Discusión 6

Se presentó como sexto objetivo específico demostrar la influencia del uso de Granos de Caucho Reutilizable en el Diseño de mezcla Método Marshall-ASTM D-1559 del pavimento flexible. Según (Ubidia Pinedo, 2019), al añadir la cantidad óptima de Granos de Caucho Reciclado, influye en el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica, demostrando que su adición mejora las propiedades mecánicas. En la

investigación se encontró que utiliza los siguientes porcentajes de caucho: 0.25% ,0.5 % ,0.75% y 1.00%, con el 0.50% se obtuvo, que la estabilidad subió a comparación de un diseño convencional, adquiriendo una resistencia axial mayor a las probetas. En el análisis realizado por Salazar Pucllas (2019), se incorporó el caucho en polvo en tres porcentajes al 2.5%, 3,5% y 4,5%, utilizados para el Ensayo Marshall, demostrar la diferencia en el comportamiento de la mezcla asfáltica, comparando un diseño convencional y uno con adición de caucho, lo cual al verificar su relación estabilidad / flujo se incrementó, ubicándose en el punto neutro del parámetro. En nuestra investigación ocurrió de la misma manera, al aumentar los porcentajes de granos de caucho reciclado, los parámetros en relación estabilidad / flujo se ubican en un punto medio, lo que nos da un indicador que no es tan rígido como para fisurarse, ni tan fluido como para ahuellarse, o no volver a su estado original, es decir, añadiéndole los granos de caucho, provocó que cambiara sus propiedades de diseño tanto en flujo, % de vacíos con aire y la estabilidad. Se concluye que al contrastar los resultados de los autores mencionados líneas arriba y de esta investigación se confirma que los granos de caucho mejoran el Diseño de mezcla Método Marshall-ASTM D-1559 del pavimento flexible

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. El análisis del deterioro de la carpeta asfáltica y el uso de Granos de Caucho Reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana

En resumen, al añadir los Granos de Caucho Reciclado se logra conseguir un producto técnico-ambiental mínimo viable para la Ingeniería, que aporta en las corrientes de conocimientos, así como también, a fomentar la sostenibilidad, puesto que, con su utilidad en masa se tendría progreso en las dimensiones social, económica y medioambiental. Esto, sin duda, genera muchos beneficios para la humanidad, ya que, al utilizar los GCR como material de construcción, generaría una liberación de carga contaminante que deberá de digerir el ambiente.

Se concluye en que se definió la dosificación de la mezcla asfáltica de pavimento flexible con la adición de Granos de Caucho Reciclado, reflexionando que esto atribuye a facultades ambientales que apoyará a la disminución de los impactos negativos y consentirá tener mejores resultados en la construcción y mantenimiento de vías, dando paso a la producción de un producto técnico medioambiental viable, el cual ofrece sostén y motiva la producción de un pavimento ecoeficiente. Esta tesis aporta en la ingeniería con la finalidad de buscar resultados integrales, por medio de la novedad tecnológica que busca la ecoeficiencia de las construcciones civiles, a favor

de buscar una armonía entre sus impactos ambientales lo que propone la disminución de la huella de carbono.

5.1.4.El deterioro de la carpeta asfáltica afecta el pavimento flexible en la Avenida Panamericana

Se acepta dicha hipótesis considerando que el deterioro de la carpeta asfáltica si afecta el pavimento flexible, considerando importante la evaluación del pavimento flexible como modelo de Gestión Vial, mediante observaciones y cálculos según el manual PCI, se realizó dicho estudio para poder verificar el estado en el que se encuentra la avenida y verificar si necesita un mantenimiento de la misma , al realizar el estudio se ha obtenido que en los carriles muestreados de la Avenida Panamericana, para el tramo del carril izquierdo corresponde 39.71, una condición Mala, para el tramo del carril derecho, un PCI igual a 54.50, una condición Regular, teniendo un ponderado de la Avenida Panamericana del carril derecho e izquierdo con un PCI de 47.11, con una clasificación de condición Regular , por lo que se propone que se realice el mantenimiento correspondiente ya que el carril izquierdo se encuentra en mala condición..

5.1.5.El uso de Granos de Caucho Reutilizable en la estabilidad del pavimento flexible en la Avenida Panamericana

La utilización de los granos de caucho reutilizable influye en la estabilidad del pavimento flexible ya que habiendo hecho las pruebas correspondientes con los porcentajes de: 0.5%,1.0% y 1.5%, nos dieron que con un diseño convencional la estabilidad era de 1349.52 kg, mientras que con 0.5% obtiene un valor de 1179.43 kg, con 1.0% llega a 1165.89 kg y con 1.5% llega a una estabilidad de 1156.55 kg. Para los cuales todos los valores obtenidos se encuentran dentro de los parámetros exigidos como indica la norma, permitiendo así al pavimento mantener su forma y tener la capacidad de resistir el desplazamiento bajo cargas. Comprobando que los GCR es un material que influye en la estabilidad de nuestro diseño de Mezcla. Cabe resaltar que como se pudo observar en los resultados al añadir los porcentajes de caucho, la estabilidad fue bajando progresivamente al aumentar caucho, ya que el flujo subió y por tanto al ser mas fluida, baja la viscosidad de la misma, lo cual es un indicador que se encuentra

más sujeta a la deformación bajo cargas repetidas o altas temperaturas. Por lo que la estabilidad bajo , en cuanto se aumenta el porcentaje de caucho.

5.1.6.El uso de Granos de Caucho Reutilizable en la fluencia del pavimento flexible en la Avenida Panamericana

La adición de Granos de Caucho Reutilizable estadísticamente no influye significativamente en la fluencia del pavimento flexible, teniendo en consideración los ensayos de laboratorio es que con la mezcla convencional se obtiene un valor de 3.18 mm, mientras en los asfaltos mejorados incluyéndole el 0.5% de granos de caucho obtiene un valor de 3.33 mm, con 1.0% granos de caucho se obtiene un valor de 3.40 mm y con 1.5% de granos de caucho 3.5 mm. Es importante resaltar que todos los valores se encuentran dentro de los parámetros exigidos en el EG-2013, por tanto se concluye que , al añadir los porcentajes de caucho se obtuvo que el flujo empezó a subir progresivamente gracias a las propiedades elásticas que posee el caucho , por lo que el caucho modifica las propiedades reológicas de la mezcla asfáltica. La presencia de caucho puede reducir la viscosidad y la rigidez de la mezcla, lo que lleva a un aumento en el flujo.

5.1.7.El uso de Granos de Caucho Reutilizable en la densidad del pavimento flexible en la Avenida Panamericana

Respecto a la influencia del uso de Granos de Caucho Reutilizable en la densidad del pavimento flexible , se indica que estadísticamente si influye significativamente , teniendo en cuenta los resultados obtenidos es que con la mezcla convencional se obtuvo 2.438 gr/cc, en cuanto a los diseños de mezcla mejorados fue: con 0.5% se tuvo 2.416 gr/cc, con 1.0% se obtuvo 2.41 gr/cc y con 1.5% se tuvo 2.386 gr/cc; es por ello que se lleva a la conclusión que al aumentar los granos de caucho baja el peso de la briqueta sin cambiar la cantidad de porcentaje de cemento asfáltico, que va a requerir menos contenido de asfalto en peso y esto se da por el contacto que tiene el pen y el caucho. En la mayoría de los casos, se espera que la densidad del pavimento flexible en caliente esté dentro de un rango específico, que normalmente oscila entre 2200 kg/m³ y 2600 kg/m³ , por lo que se define que nuestra densidad está dentro de los parámetros establecidos. Cabe resaltar que la densidad baja

progresivamente al añadir los porcentajes de caucho, debido a que nuestro porcentaje de vacíos subió por lo que da a indicar que, al estar más abiertos, no ha sido compactada en exceso, por lo que hace que nuestra mezcla asfáltica no sea tan densa. Además, puesto que todo depende de nuestros agregados, en este caso piedra chancada, la cual según los ensayos ya realizados nos indica que tiene un porcentaje de absorción del 0.56% y un peso específico de los agregados es de 2.70 lo cual no es muy alto, por lo que genera que nuestra densidad no suba. Cabe resaltar que los agregados más densos tienden a aumentar la densidad de la mezcla de pavimento, mientras que los agregados menos densos pueden disminuir la densidad.

5.1.8.El uso de Granos de Caucho Reutilizable en el porcentaje de vacíos del pavimento flexible

Conforme a la influencia , se indica que estadísticamente no influye significativamente del uso de Granos de Caucho Reutilizable en el porcentaje de vacíos del pavimento flexible, se considera que según los ensayos realizados en el laboratorio de SERVITRAN en el caso del diseño de mezcla convencional se tuvo como resultado 3.89%, mientras que en los diseños de mezcla mejorados con granos de caucho fueron: 0.5% se obtuvo 4.07%, con 1.0% se obtuvo 3.97 % y con 1.5% se obtuvo un valor de 3.66%, cabe resaltar que los resultados se encuentran dentro de los parámetros exigidos por el EG-2013, en conclusión conforme los resultados obtenidos se tiene que al añadir los porcentajes de caucho, ha ido subiendo los vacíos , como en el caso del 0.5 y 2% de caucho, lo que favorece al diseño de mezcla ya que lo considero en un punto medio y optimo que sería el 4% , ya que para un buen diseño lo que se necesita es que nuestros vacíos no sean muy cerrados, ya que nuestra mezcla estará en constante compactación durante el tiempo de vida útil al momento de abrir tráfico , por lo provocará que con el pasar del tiempo estos mismos se cierren más y pueda exudarse la mezcla y causar deformaciones en las misma.

5.1.9.El uso de Granos de Caucho Reutilizable en el Diseño de mezcla Método Marshall-ASTM D- 1559 del pavimento flexible

Para demostrar la influencia del uso de Granos de Caucho Reutilizable en el Diseño de mezcla Método Marshall-ASTM D- 1559 del pavimento flexible ,

se realizó todos los ensayos posibles en laboratorio para poder obtener como conclusión que en un diseño de mezcla convencional la rigidez (estabilidad/flujo) es de 3985.99 kg/cm , mientras que al agregarle los granos de caucho en 0.5% se tuvo 3727.78 kg/cm , con 1.0% se obtuvo 3269.19 kg/cm y con 1.5% se tuvo 3289.29 kg/cm, por lo que se concluyen que en todos los casos se encuentran dentro de los parámetros exigidos por el DG-2013

En conformidad a los resultados al evaluar el pavimento flexible mediante la metodología PCI y los diferentes ensayos para la fluencia, densidad, porcentaje de vacíos y diseño de mezcla asfáltica mediante la incorporación de Granos de Caucho Reciclado , se evidencia el estado en el que se encuentra el pavimento flexible mediante la evaluación y calificación objetiva según los modelos de gestión vial disponibles en la actualidad, y por ende la incorporación de los GCR con las proporciones adecuadas para la mezcla asfáltica conforme a los ensayos realizados cumplen con los estándares según la normativa vigente, por ello, en respuesta a la hipótesis, el uso de los granos de caucho reutilizable si influyen significativamente en algunos de los parámetros del diseño de la mezcla asfáltica, lo cual ayuda en el mejoramiento del pavimento flexible, generando grandes beneficios en la infraestructura vial, reducir costos y alcanzar una mejor calidad en el pavimento, demostrando mayores avances, en cuanto a métodos de adición, porcentajes óptimos generados por la adición de GCR.

5.2. Recomendaciones

- Recomendar a las entidades públicas, ejecutoras de proyectos viales, que, en los trabajos de rehabilitación, mantenimiento y reconstrucción, considerar una constante supervisión en las actividades a realizar y los materiales para una correcta ejecución cumpliendo con los parámetros, estándares según las especificaciones técnicas, conforme a las normas vigentes.
- Realizar más ensayos los cuales puedan confirmar que este tipo de construcción sostenible ayude a un mayor desarrollo de carreteras y así se pueda utilizar todos los materiales que se encuentran en desuso y contribuir con el medio ambiente, y también aportar en las propiedades de los diseños de mezcla.

- Se debe de analizar más a fondo los porcentajes de caucho que son óptimos para las diferentes clases de carretera, así como para el tipo de tráfico y la cantidad de automóviles que transcurrirán por la vía.
- Realizar más ensayos Marshall añadiendo también los Granos de Caucho Reciclado y aumentando otros polímeros los cuales puedan aportar y mejorar aún más las propiedades del diseño de Mezcla Asfáltica de pavimento flexible.
- Poner en funcionamiento una planta de trituradora de caucho reciclado en la ciudad de Ilo y que puedan separar diferentes propiedades, de tal manera que se pueda diferenciar y así poder tener un mayor control y quizá obtener mejores resultados.
- Se recomienda poner en práctica este proyecto en campo para así poder controlar el comportamiento de la carpeta asfáltica con estas mejoradas propiedades de diseño de Mezcla en Caliente.
- Se recomienda analizar el aprovechamiento económico que se podría tener añadiendo porcentajes de caucho, con respecto al diseño de convencional.
- Se recomienda para evidenciar un mayor cambio en el desempeño de las mezclas , se recomienda evaluar ensayos de desempeño como el PCR, modulo dinámico , entre otros.

5.3. Limitaciones

- Dentro de las limitaciones que se dieron durante la elaboración de esta investigación fue el desabastecimiento de laboratorios, ya que, en la ciudad de Ilo, no se encuentran laboratorios que realicen el Ensayo de Marshall y los que hay no están equipados para realizar dichas pruebas.
- Como segundo inconveniente fue conseguir el cemento asfáltico, ya que solo venden cilindros, y la cantidad que se requería para este estudio era mínima, por lo que se vio por conveniente ir en busca de obras que se estén ejecutando para que puedan facilitar el cemento asfáltico.
- Cabe resaltar que como tercera limitación fue el traslado del material agregado, puesto que, al ser un estudio en la ciudad de Ilo, se debe de contar con las canteras que existen en Ilo, para obtener un resultado asertivo y efectivo, que sirva a la comunidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AASHTO, GUIA. 1993.** *Guía para el diseño de estructuras de pavimentos.* Mexico : Continental S.A., 1993.
- Chávez Quiñones, J. y Herna Apolo, E. 2014.** *Elaboración de Mezclas Asfálticas con Partículas de Caucho Reciclado en el Departamento de Lambayeque.* PIMENTEL : Universidad Señor de Sipán, 2014.
- DG. 2018.** *Manual de carreteras: diseño geométrico.* Perú : Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018.
- Díaz Claro, C y Castro Celies, L. 2017.** *Implementación del Grano de Caucho Reciclado Proveniente de Llantas Usadas para Mejorar las Mezclas Asfálticas y Garantizar Pavimentos Sostenibles en Bogotá.* Bogotá D.C. : UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS, 2017.
- 2013.** *El Ministerio de Transportes y Carreteras .* 2013.
- Fajardo Cachay, y otros. 2014.** “Efecto de la incorporación por vía seca, del polvo de neumático reciclado, como agregado fino en mezclas asfálticas”. Universidad San Martín de Porres – Perú : s.n., 2014.
- 2012.** *García.* 2012.
- Génesis Nicole, J. 2019.** *Estudio del pavimento flexible con polvo de caucho frente al efecto de fatiga.* Quito : UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, 2019.
- Hernández Samperi, R. y Fernández Collado, C. & Baptista Lucio, P. 2006.** *Metología de la Investigación 4ta Edición.* s.l. : McGraw-Hill Interamericana, 2006.
- Llopis Castelló, D. 2016.** *Metodología Experimental.* s.l. : GIIC, 2016.
- Lubo Gómez, O. y Martínez Giraldo, R. 2019.** *Asfaltos modificados con cauchos en vías primarias en las ciudades Santa Marta, Barranquilla y Bogotá como alternativa de mejoramiento de la capa de rodadura de los pavimentos flexibles entre los años 2012-2019.* Santa Marta : UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA, 2019.
- Macedo Seminario, S. y Ureta Tolentino, C. 2020.** *Influencia del Caucho Reciclado utilizado como Agente modificante en los Parametros de Diseño de una Mezcla Asfáltica.* Lima : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA, 2020.
- Maldonado Osorio, J. 2018.** *ESTADO DEL CONOCIMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS MODIFICADAS CON GRANO CAUCHO RECICLADO (GCR) EN COLOMBIA.* Bogotá : UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA, 2018.

Montaña Sanabria, H. 2021. *Uso de Residuos de Caucho en Pavimento de Asfalto para el Mejoramiento de Carreteras Terciarias en el Municipio de Pesca Departamento de Boyacá.* Bogotá : UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA , 2021.

Murillo Hernandez, W. 2008. Monografias. [En línea] 18 de Abril de 2008.
<https://www.monografias.com/trabajos15/invest-cientifica/invest-cientifica>.

Pérez Acosta, D. 2021. *Diagnostico de Pavimentos mediante el Método PCI y análisis de la Influencia del mal estado de la Vía con Relación al numero de accidentes presentados en la Av. La Victoria (Carrera 4 Este) entre Calle 37 Sur y Calle 27A Sur.* BOGOTÁ D.C. : Universidad Católica de Colombia, 2021.

Ramírez Villamizar, A., Ladino Rubio, I. y Rosas Ramírez, J. 2014. *Diseño de Mezcla Asfáltica con Asfalto Caucho Tecnología GAP Graded para la Ciudad de Bogotá.* BOGOTÁ D.C. : UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA, 2014.

2012. *Riasco.* 2012.

2009. *Rodríguez.* 2009.

Rodríguez Velásquez, E. 2009. *Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla.* Piura : UNIVERSIDAD DE PIURA, 2009.

Salazar Pucllas, S. 2019. *Incorporación de Caucho Reciclado en las Mezclas Asfálticas para Mejorar Pavimentos Flexibles en la Ciudad de Lima, Perú 2019.* Lima : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, 2019.

Sánchez Bueno, Y. y Chire Iquipaza, A. 2021. *ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA AV. LITORAL, TRAMO AV. CRISTO REY – AV. TARAPACÁ – DISTRITO DE TACNA, 2020.* Tacna : UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA, 2021.

Sierra Bravo, R. 1988. *Metodología de la Investigacion.* 1988.

Tacza Herrera, E. y Rodriguez Paez, B. 2018. *Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado.* LIMA : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2018.

Ubidia Pinedo, L. 2019. *Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto San Martín.* Tarapoto : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, 2019.

VALERA, ING LUIS RICARDO VASQUEZ. 2002. *PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI).* 2002.

ANEXO

Anexo 1: Hojas de Muestreo y Calculo por unidad de la Av. Panamericana

<u>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.</u> <u>CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA</u>																																																	
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA:																																												
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:																																															
AV. PANAMERICANA	km 0 + 000	UM01 - CARRIL DERECHO																																															
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):																																															
	km 0 + 035	231.00																																															
INSPECCIONADO POR:	FECHA:																																																
	4/12/2022																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Daño</th> <th>No</th> <th>Daño</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1.</td><td>Piel de Cocodrilo</td><td>11.</td><td>Parqueo</td></tr> <tr><td>2.</td><td>Exudación</td><td>12.</td><td>Pulimento de Agregados</td></tr> <tr><td>3.</td><td>Agrietamiento en bloque</td><td>13.</td><td>Huecos</td></tr> <tr><td>4.</td><td>Abultamiento y hundimientos</td><td>14.</td><td>Cruce de Via Ferrea</td></tr> <tr><td>5.</td><td>Corrugación</td><td>15.</td><td>Ahuellamiento</td></tr> <tr><td>6.</td><td>Depresión</td><td>16.</td><td>Desplazamiento</td></tr> <tr><td>7.</td><td>Grieta de Borde</td><td>17.</td><td>Grieta Parabolica</td></tr> <tr><td>8.</td><td>Grieta de Reflexión Junta</td><td>18.</td><td>Hinchamiento</td></tr> <tr><td>9.</td><td>Desnivel Carril Perma</td><td>19.</td><td>Desprendimiento de Agregados</td></tr> <tr><td>10.</td><td>Grietas Long. y Transversales</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>						No	Daño	No	Daño	1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parqueo	2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados	3.	Agrietamiento en bloque	13.	Huecos	4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea	5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento	6.	Depresión	16.	Desplazamiento	7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabolica	8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hinchamiento	9.	Desnivel Carril Perma	19.	Desprendimiento de Agregados	10.	Grietas Long. y Transversales		
No	Daño	No	Daño																																														
1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parqueo																																														
2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados																																														
3.	Agrietamiento en bloque	13.	Huecos																																														
4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea																																														
5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento																																														
6.	Depresión	16.	Desplazamiento																																														
7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabolica																																														
8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hinchamiento																																														
9.	Desnivel Carril Perma	19.	Desprendimiento de Agregados																																														
10.	Grietas Long. y Transversales																																																
																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Daño</th> <th>Severidad</th> <th>Cantidades Parciales</th> <th>Total</th> <th>Densidad</th> <th>Valor deducido</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>M</td> <td>5.23</td> <td>5.23</td> <td>2.26%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>L</td> <td>4.81</td> <td>4.81</td> <td>2.08%</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Daño	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido	2	M	5.23	5.23	2.26%		10	L	4.81	4.81	2.08%																											
Daño	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido																																												
2	M	5.23	5.23	2.26%																																													
10	L	4.81	4.81	2.08%																																													

<u>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.</u> <u>CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA</u>																																																	
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA:																																												
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:																																															
V. PANAMERICANA	km 0 + 140	UM05 - CARRIL DERECHO																																															
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):																																															
	km 0 + 175	231.00																																															
INSPECCIONADO POR:	FECHA:																																																
	4/12/2022																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Daño</th> <th>No</th> <th>Daño</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1.</td><td>Piel de Cocodrilo</td><td>11.</td><td>Parqueo</td></tr> <tr><td>2.</td><td>Exudación</td><td>12.</td><td>Pulimento de Agregados</td></tr> <tr><td>3.</td><td>Agrietamiento en bloque</td><td>13.</td><td>Huecos</td></tr> <tr><td>4.</td><td>Abultamiento y hundimientos</td><td>14.</td><td>Cruce de Via Ferrea</td></tr> <tr><td>5.</td><td>Corrugación</td><td>15.</td><td>Ahuellamiento</td></tr> <tr><td>6.</td><td>Depresión</td><td>16.</td><td>Desplazamiento</td></tr> <tr><td>7.</td><td>Grieta de Borde</td><td>17.</td><td>Grieta Parabolica</td></tr> <tr><td>8.</td><td>Grieta de Reflexión Junta</td><td>18.</td><td>Hinchamiento</td></tr> <tr><td>9.</td><td>Desnivel Carril Perma</td><td>19.</td><td>Desprendimiento de Agregados</td></tr> <tr><td>10.</td><td>Grietas Long. y Transversales</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>						No	Daño	No	Daño	1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parqueo	2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados	3.	Agrietamiento en bloque	13.	Huecos	4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea	5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento	6.	Depresión	16.	Desplazamiento	7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabolica	8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hinchamiento	9.	Desnivel Carril Perma	19.	Desprendimiento de Agregados	10.	Grietas Long. y Transversales		
No	Daño	No	Daño																																														
1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parqueo																																														
2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados																																														
3.	Agrietamiento en bloque	13.	Huecos																																														
4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea																																														
5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento																																														
6.	Depresión	16.	Desplazamiento																																														
7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabolica																																														
8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hinchamiento																																														
9.	Desnivel Carril Perma	19.	Desprendimiento de Agregados																																														
10.	Grietas Long. y Transversales																																																
																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Daño</th> <th>Severidad</th> <th>Cantidades Parciales</th> <th>Total</th> <th>Densidad</th> <th>Valor deducido</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>L</td> <td>3.21</td> <td>3.21</td> <td>1.39%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>M</td> <td>4.56</td> <td>4.56</td> <td>1.97%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>L</td> <td>15.38</td> <td>15.38</td> <td>6.66%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>M</td> <td>10.2</td> <td>10.2</td> <td>4.42%</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Daño	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido	2	L	3.21	3.21	1.39%		2	M	4.56	4.56	1.97%		10	L	15.38	15.38	6.66%		10	M	10.2	10.2	4.42%															
Daño	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido																																												
2	L	3.21	3.21	1.39%																																													
2	M	4.56	4.56	1.97%																																													
10	L	15.38	15.38	6.66%																																													
10	M	10.2	10.2	4.42%																																													

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA: V. PANAMERICAN	PROGRESIVA INICIAL: km 0 + 245	UNIDAD DE MUESTREO: UM08 - CARRIL DERECHO
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL: km 0 + 280	ÁREA DE MUESTREO (m2): 231.00
INSPECCIONADO POR:	FECHA: 4/12/2022	

ESQUEMA:



No	Daño	No	Daño
1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parqueo
2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados
3.	Agrietamiento en bloque	13.	Huecos
4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea
5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento
6.	Depresión	16.	Desplazamiento
7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabólica
8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hinchamiento
9.	Desnivel Carril Berma	19.	Desprendimiento de Agregados
10.	Grietas Long. y Transversales		

Daño	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido
2	L	25.98	25.98	11.25%	
2	M	43.75	43.75	18.94%	
10	L	44.43	44.43	19.23%	
10	M	6.21	6.21	2.69%	

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA: V. PANAMERICAN	PROGRESIVA INICIAL: km 0 + 385	UNIDAD DE MUESTREO: UM12 - CARRIL DERECHO
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL: km 0 + 420	ÁREA DE MUESTREO (m2): 231.00
INSPECCIONADO POR:	FECHA: 4/12/2022	

ESQUEMA:



No	Daño	No	Daño
1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parqueo
2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados
3.	Agrietamiento en bloque	13.	Huecos
4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea
5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento
6.	Depresión	16.	Desplazamiento
7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabólica
8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hinchamiento
9.	Desnivel Carril Berma	19.	Desprendimiento de Agregados
10.	Grietas Long. y Transversales		

Daño	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido
2	L	22.99	22.99	9.95%	
2	M	12.11	12.11	5.24%	
10	L	28.85	28.85	12.49%	
10	M	10.39	10.39	4.50%	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA: V. PANAMERICAN	PROGRESIVA INICIAL: km 0 + 630	UNIDAD DE MUESTREO: UM19 - CARRIL DERECHO
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL: km 0 + 665	ÁREA DE MUESTREO (m2): 231.00
INSPECCIONADO POR:	FECHA: 4/12/2022	

ESQUEMA:



No	Daño	No	Daño
1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parqueo
2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados
3.	Agritamiento en bloque	13.	Huecos
4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea
5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento
6.	Depresión	16.	Desplazamiento
7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabólica
8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hinchamiento
9.	Desnivel Carril Berma	19.	Desprendimiento de Agregados
10.	Grietas Long. y Transversales		

Daño	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido
2	M	15	15	6.49%	
4	M	0.5	0.5	0.22%	
11	M	0.68	0.68	0.29%	
13	M	3	3	1.30%	
13	H	3	3	1.30%	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA: V. PANAMERICAN	PROGRESIVA INICIAL: km 0 + 490	UNIDAD DE MUESTREO: UM15 - CARRIL DERECHO
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL: km 0 + 525	ÁREA DE MUESTREO (m2): 231.00
INSPECCIONADO POR:	FECHA: 4/12/2022	

ESQUEMA:



No	Daño	No	Daño
1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parqueo
2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados
3.	Agritamiento en bloque	13.	Huecos
4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea
5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento
6.	Depresión	16.	Desplazamiento
7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabólica
8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hinchamiento
9.	Desnivel Carril Berma	19.	Desprendimiento de Agregados
10.	Grietas Long. y Transversales		

Daño	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido
2	M	16.1	16.1	6.93%	
3	M	29.76	29.76	12.88%	
10	L	17.23	17.23	7.46%	
13	L	8	8	3.46%	

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA: V. PANAMERICANA	PROGRESIVA INICIAL: km 0 + 770	UNIDAD DE MUESTREO: UM23 - CARRIL DERECHO
CÓDIGO VÍA: 	PROGRESIVA FINAL: km 0 + 805	ÁREA DE MUESTREO (m2): 231.00
INSPECCIONADO POR: 	FECHA: 8/12/2022	

ESQUEMA:



No	Daño	No	Daño
1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parcheo
2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados
3.	Agrietamiento en bloque	13.	Huecos
4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea
5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento
6.	Depresión	16.	Desplazamiento
7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabólica
8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hinchamiento
9.	Desnivel Carril Perma	19.	Desprendimiento de Agregados
10.	Grietas Long. y Transversales		

Daño	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido
2	M	68.8	68.8	29.78%	
4	H	8.6	8.6	3.72%	

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA: V. PANAMERICANA	PROGRESIVA INICIAL: km 0 + 875	UNIDAD DE MUESTREO: UM26 - CARRIL DERECHO
CÓDIGO VÍA: 	PROGRESIVA FINAL: km 0 + 910	ÁREA DE MUESTREO (m2): 231.00
INSPECCIONADO POR: 	FECHA: 8/12/2022	

ESQUEMA:



No	Daño	No	Daño
1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parcheo
2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados
3.	Agrietamiento en bloque	13.	Huecos
4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea
5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento
6.	Depresión	16.	Desplazamiento
7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabólica
8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hinchamiento
9.	Desnivel Carril Perma	19.	Desprendimiento de Agregados
10.	Grietas Long. y Transversales		

Daño	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido
2	M	68.48	68.48	29.65%	
2	H	25.23	25.23	10.92%	
10	M	24.76	24.76	10.72%	
19	M	5.31	5.31	2.30%	
19	H	9.26	9.26	4.01%	

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA: V. PANAMERICAN	PROGRESIVA INICIAL: km 1 + 015	UNIDAD DE MUESTREO: UM30 - CARRIL DERECHO
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL: km 1 + 050	ÁREA DE MUESTREO (m2): 231.00
INSPECCIONADO POR:	FECHA: 8/12/2022	

ESQUEMA:



No	Daño	No	Daño
1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parcheo
2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados
3.	Agrietamiento en bloque	13.	Huecos
4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea
5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento
6.	Depresión	16.	Desplazamiento
7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabólica
8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hinchamiento
9.	Desnivel Carril Perma	19.	Desprendimiento de Agregados
10.	Grietas Long. y Transversales		

Daño	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido
2	M	115.5	115.5	50.00%	
4	H	3.97	3.97	1.72%	
11	M	7.35	7.35	3.18%	
13	M	2	2	0.87%	
13	H	3	3	1.30%	
19	M	0.45	0.45	0.19%	

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA: V. PANAMERICAN	PROGRESIVA INICIAL: km 1 + 120	UNIDAD DE MUESTREO: UM33 - CARRIL DERECHO
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL: km 1 + 155	ÁREA DE MUESTREO (m2): 231.00
INSPECCIONADO POR:	FECHA: 8/12/2022	

ESQUEMA:



No	Daño	No	Daño
1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parcheo
2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados
3.	Agrietamiento en bloque	13.	Huecos
4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea
5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento
6.	Depresión	16.	Desplazamiento
7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabólica
8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hinchamiento
9.	Desnivel Carril Perma	19.	Desprendimiento de Agregados
10.	Grietas Long. y Transversales		

Daño	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido
2	M	45.15	45.15	19.55%	
4	M	0.31	0.31	0.13%	
5	H	0.72	0.72	0.31%	
11	M	0.48	0.48	0.21%	
11	M	3.12	3.12	1.35%	
11	H	2.25	2.25	0.97%	

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA: V. PANAMERICAN	PROGRESIVA INICIA: km 1 + 260	UNIDAD DE MUESTREO: UM37 - CARRIL DERECHO
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL: km 1 + 295	ÁREA DE MUESTREO (m2): 231.00
INSPECCIONADO POR:	FECHA: 8/12/2022	

ESQUEMA:



No	Daño	No	Daño
1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parcheo
2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados
3.	Agritamiento en bloque	13.	Huecos
4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea
5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento
6.	Depresión	16.	Desplazamiento
7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabólica
8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hinchamiento
9.	Desnivel Carril Perma	19.	Desprendimiento de Agregados
10.	Grietas Long. y Transversales		

Daño	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido
10	M	2.76	2.76	1.19%	
10	H	13.37	13.37	5.79%	
11	L	0.56	0.56	0.24%	
11	H	13.77	13.77	5.96%	

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA: V. PANAMERICAN	PROGRESIVA INICIA: km 1 + 365	UNIDAD DE MUESTREO: UM40 - CARRIL DERECHO
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL: km 1 + 400	ÁREA DE MUESTREO (m2): 231.00
INSPECCIONADO POR:	FECHA: 8/12/2022	

ESQUEMA:



No	Daño	No	Daño
1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parcheo
2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados
3.	Agritamiento en bloque	13.	Huecos
4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea
5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento
6.	Depresión	16.	Desplazamiento
7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabólica
8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hinchamiento
9.	Desnivel Carril Perma	19.	Desprendimiento de Agregados
10.	Grietas Long. y Transversales		

Daño	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido
2	M	56.23	56.23	24.34%	
4	M	4.12	4.12	1.78%	
10	M	7.86	7.86	3.40%	
10	H	5.26	5.26	2.28%	
11	H	4.56	4.56	1.97%	
19	H	3.26	3.26	1.41%	

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO (ADICIONAL)

ZONA: AV. PANAMERICANA	PROGRESIVA INICIAL UNIDAD DE MUESTREO: km 1 + 085	UNIDAD DE MUESTREO: UM032 - CARRIL DERECHO
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL: ÁREA DE MUESTREO (m2): km 1 + 120	231.00
INSPECCIONADO POR:	FECHA: 8/12/2022	

ESQUEMA:



No	Daño	No	Daño
1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parqueo
2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados
3.	Agrietamiento en bloque	13.	Huecos
4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea
5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento
6.	Depresión	16.	Desplazamiento
7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabólica
8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hinchamiento
9.	Desnivel Carril Perma	19.	Desprendimiento de Agregados
10.	Grietas Long. y Transversales		

Daño	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido
2	L	25.98	25.98	11.25%	
2	M	43.75	43.75	18.94%	
3	M	29.76	29.76	12.88%	
4	M	0.6	0.6	0.26%	
11	L	2.35	2.35	1.02%	
11	H	11.36	11.36	4.92%	
13	H	2	2	0.87%	

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA: V. PANAMERICANA	PROGRESIVA INICIAL UNIDAD DE MUESTREO: km 1 + 190	UNIDAD DE MUESTREO: UM35 - CARRIL DERECHO
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL: ÁREA DE MUESTREO (m2): km 1 + 225	231.00
INSPECCIONADO POR:	FECHA: 8/12/2022	

ESQUEMA:



No	Daño	No	Daño
1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parqueo
2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados
3.	Agrietamiento en bloque	13.	Huecos
4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea
5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento
6.	Depresión	16.	Desplazamiento
7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabólica
8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hinchamiento
9.	Desnivel Carril Perma	19.	Desprendimiento de Agregados
10.	Grietas Long. y Transversales		

Daño	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido
10	M	3.35	3.35	1.45%	
10	H	14.1	14.1	6.10%	
11	L	0.35	0.35	0.15%	
11	H	12.55	12.55	5.43%	
13	L	8	8	3.46%	

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA: PROGRESIVA INICIAL: UNIDAD DE MUESTREO:

CÓDIGO VÍA: PROGRESIVA FINAL: ÁREA DE MUESTREO (m2):

INSPECCIONADO POR: FECHA:

ESQUEMA:



No	Daño	No	Daño
1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parcheo
2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados
3.	Agrietamiento en bloque	13.	Huecos
4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea
5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento
6.	Depresión	16.	Desplazamiento
7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabólica
8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hinchamiento
9.	Desnivel Carril Berma	19.	Desprendimiento de Agregados
10.	Grietas Long. y Transversales		

Daño	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido
2	M	68.8	68.8	29.78%	
4	H	8.6	8.6	3.72%	
11	L	0.35	0.35	0.15%	
11	M	13.26	13.26	5.74%	

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA: PROGRESIVA INICIAL: UNIDAD DE MUESTREO:

CÓDIGO VÍA: PROGRESIVA FINAL: ÁREA DE MUESTREO (m2):

INSPECCIONADO POR: FECHA:

ESQUEMA:



No	Daño	No	Daño
1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parcheo
2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados
3.	Agrietamiento en bloque	13.	Huecos
4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea
5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento
6.	Depresión	16.	Desplazamiento
7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabólica
8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hinchamiento
9.	Desnivel Carril Berma	19.	Desprendimiento de Agregados
10.	Grietas Long. y Transversales		

Daño	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido
2	M	47.67	47.67	20.64%	
10	L	5.65	5.65	2.45%	
10	M	10.56	10.56	4.57%	

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA: V. PANAMERICANA	PROGRESIVA INICIAL: km 0 + 140	UNIDAD DE MUESTREO: UM05 - CARRIL IZQUIERDO
CÓDIGO VÍA: 	PROGRESIVA FINAL: km 0 + 175	ÁREA DE MUESTREO (m2): 231.00
INSPECCIONADO POR: 	FECHA: 4/12/2022	

ESQUEMA:



No	Daño	No	Daño
1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parqueo
2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados
3.	Agrietamiento en bloque	13.	Huecos
4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea
5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento
6.	Depresión	16.	Desplazamiento
7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabólica
8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hinchamiento
9.	Desnivel Carril Berma	19.	Desprendimiento de Agregados
10.	Grietas Long. y Transversales		

Daño	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido
2	M	13.2	13.2	5.71%	
2	H	43.75	43.75	18.94%	
10	L	1.99	1.99	0.86%	
10	M	12.81	12.81	5.55%	
10	H	20	20	8.66%	

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA: V. PANAMERICANA	PROGRESIVA INICIAL: km 0 + 245	UNIDAD DE MUESTREO: UM08 - CARRIL IZQUIERDO
CÓDIGO VÍA: 	PROGRESIVA FINAL: km 0 + 280	ÁREA DE MUESTREO (m2): 231.00
INSPECCIONADO POR: 	FECHA: 4/12/2022	

ESQUEMA:



No	Daño	No	Daño
1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parqueo
2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados
3.	Agrietamiento en bloque	13.	Huecos
4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea
5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento
6.	Depresión	16.	Desplazamiento
7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabólica
8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hinchamiento
9.	Desnivel Carril Berma	19.	Desprendimiento de Agregados
10.	Grietas Long. y Transversales		

Daño	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido
2	M	37.76	37.76	16.35%	
2	H	12.36	12.36	5.35%	
10	L	15.89	15.89	6.88%	
10	M	35.46	35.46	15.35%	
10	H	9.43	9.43	4.08%	

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA: V. PANAMERICAN	PROGRESIVA INICIAL: km 0 + 385	UNIDAD DE MUESTREO: UM12 - CARRIL IZQUIERDO
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL: km 0 + 420	ÁREA DE MUESTREO (m2): 231.00
INSPECCIONADO POR:	FECHA: 4/12/2022	

ESQUEMA:



No	Daño	No	Daño
1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parcheo
2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados
3.	Agritamiento en bloque	13.	Huecos
4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea
5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento
6.	Depresión	16.	Desplazamiento
7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabólica
8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hinchamiento
9.	Desnivel Carril Berma	19.	Desprendimiento de Agregados
10.	Grietas Long. y Transversales		

Daño	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido
2	L	22.99	22.99	9.95%	
2	M	14.2	14.2	6.15%	
2	H	23.41	23.41	10.13%	
10	M	35	35	15.15%	
10	H	28.77	28.77	12.45%	
19	L	8.56	8.56	3.71%	
19	M	31.58	31.58	13.67%	
19	H	3.45	3.45	1.49%	

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA: V. PANAMERICAN	PROGRESIVA INICIAL: km 0 + 490	UNIDAD DE MUESTREO: UM15 - CARRIL IZQUIERDO
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL: km 0 + 525	ÁREA DE MUESTREO (m2): 231.00
INSPECCIONADO POR:	FECHA: 4/12/2022	

ESQUEMA:



No	Daño	No	Daño
1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parcheo
2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados
3.	Agritamiento en bloque	13.	Huecos
4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea
5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento
6.	Depresión	16.	Desplazamiento
7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabólica
8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hinchamiento
9.	Desnivel Carril Berma	19.	Desprendimiento de Agregados
10.	Grietas Long. y Transversales		

Daño	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido
2	M	16.31	16.31	7.06%	
3	M	32.78	32.78	14.19%	
10	L	12.7	12.7	5.50%	
13	L	8	8	3.46%	

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA: V. PANAMERICAN	PROGRESIVA INICIAL: km 0 + 630	UNIDAD DE MUESTREO: UM19 - CARRIL IZQUIERDO
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL: km 0 + 665	ÁREA DE MUESTREO (m2): 231.00
INSPECCIONADO POR:	FECHA: 4/12/2022	

ESQUEMA:



No	Daño	No	Daño
1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parcheo
2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados
3.	Agritamiento en bloque	13.	Huecos
4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea
5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento
6.	Depresión	16.	Desplazamiento
7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabólica
8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hinchamiento
9.	Desnivel Carril Berma	19.	Desprendimiento de Agregados
10.	Grietas Long. y Transversales		

Daño	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido
2	M	14	14	6.06%	
4	M	0.2	0.2	0.09%	
11	M	0.68	0.68	0.29%	
13	M	2	2	0.87%	
13	H	2	2	0.87%	

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA: V. PANAMERICAN	PROGRESIVA INICIAL: km 0 + 770	UNIDAD DE MUESTREO: UM23 - CARRIL IZQUIERDO
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL: km 0 + 805	ÁREA DE MUESTREO (m2): 231.00
INSPECCIONADO POR:	FECHA: 8/12/2022	

ESQUEMA:



No	Daño	No	Daño
1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parcheo
2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados
3.	Agritamiento en bloque	13.	Huecos
4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea
5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento
6.	Depresión	16.	Desplazamiento
7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabólica
8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hinchamiento
9.	Desnivel Carril Berma	19.	Desprendimiento de Agregados
10.	Grietas Long. y Transversales		

Daño	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido
2	M	54.53	54.53	23.61%	
4	H	4.65	4.65	2.01%	
13	M	3	3	1.30%	
13	H	2	2	0.87%	

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA: V. PANAMERICAN	PROGRESIVA INICIAL UNIDAD DE MUESTREO: km 0 + 875	UNIDAD DE MUESTREO: UM26 - CARRIL IZQUIERDO
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL: ÁREA DE MUESTREO (m2): km 0 + 910	231.00
INSPECCIONADO POR:	FECHA: 8/12/2022	

ESQUEMA:



No	Daño	No	Daño
1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parcheo
2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados
3.	Agrietamiento en bloque	13.	Huecos
4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea
5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento
6.	Depresión	16.	Desplazamiento
7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabólica
8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hinchamiento
9.	Desnivel Carril Berma	19.	Desprendimiento de Agregados
10.	Grietas Long. y Transversales		

Daño	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido
2	M	56.2	56.2	24.33%	
2	H	35.61	35.61	15.42%	
10	M	11.43	11.43	4.95%	
10	H	6.77	6.77	2.93%	
19	M	12.96	12.96	5.61%	
19	H	20.75	20.75	8.98%	

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA: V. PANAMERICAN	PROGRESIVA INICIAL UNIDAD DE MUESTREO: km 1 + 015	UNIDAD DE MUESTREO: UM30 - CARRIL IZQUIERDO
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL: ÁREA DE MUESTREO (m2): km 1 + 050	231.00
INSPECCIONADO POR:	FECHA: 8/12/2022	

ESQUEMA:



No	Daño	No	Daño
1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parcheo
2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados
3.	Agrietamiento en bloque	13.	Huecos
4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea
5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento
6.	Depresión	16.	Desplazamiento
7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabólica
8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hinchamiento
9.	Desnivel Carril Berma	19.	Desprendimiento de Agregados
10.	Grietas Long. y Transversales		

Daño	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido
2	M	87.85	87.85	38.03%	
11	M	24.2	24.2	10.48%	
11	H	23.25	23.25	10.06%	
19	L	0.29	0.29	0.13%	
19	M	8.02	8.02	3.47%	
19	H	7.9	7.9	3.42%	

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA: V. PANAMERICAN	PROGRESIVA INICIAL: km 1 + 120	UNIDAD DE MUESTREO: UM33 - CARRIL IZQUIERDO
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL: km 1 + 155	ÁREA DE MUESTREO (m2): 231.00
INSPECCIONADO POR:	FECHA: 8/12/2022	

ESQUEMA:



No	Daño	No	Daño
1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parqueo
2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados
3.	Agrietamiento en bloque	13.	Huecos
4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea
5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento
6.	Depresión	16.	Desplazamiento
7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabólica
8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hinchamiento
9.	Desnivel Carril Perma	19.	Desprendimiento de Agregados
10.	Grietas Long. y Transversales		

Daño	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido
2	M	43.08	43.08	18.65%	
2	H	18.14	18.14	7.85%	
10	L	5.7	5.7	2.47%	
11	L	1.61	1.61	0.70%	
11	H	89.24	89.24	38.63%	
13	2	2	2	0.87%	

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA: V. PANAMERICAN	PROGRESIVA INICIAL: km 1 + 260	UNIDAD DE MUESTREO: UM37 - CARRIL IZQUIERDO
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL: km 1 + 295	ÁREA DE MUESTREO (m2): 231.00
INSPECCIONADO POR:	FECHA: 8/12/2022	

ESQUEMA:



No	Daño	No	Daño
1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parqueo
2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados
3.	Agrietamiento en bloque	13.	Huecos
4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea
5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento
6.	Depresión	16.	Desplazamiento
7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabólica
8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hinchamiento
9.	Desnivel Carril Perma	19.	Desprendimiento de Agregados
10.	Grietas Long. y Transversales		

Daño	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido
1	M	1.32	1.32	0.57%	
1	H	1.33	1.33	0.58%	
2	M	105	105	45.45%	
10	H	1.1	1.1	0.48%	
10	H	0.54	0.54	0.23%	
10	H	3.15	3.15	1.36%	
10	H	5.56	5.56	2.41%	
11	M	3.8	3.8	1.65%	
13	M	6	6	2.60%	

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA: V. PANAMERICAN	PROGRESIVA INICIAL: km 1 + 365	UNIDAD DE MUESTREO: UM40 - CARRIL IZQUIERDO
CÓDIGO VÍA: 	PROGRESIVA FINAL: km 1 + 400	ÁREA DE MUESTREO (m2): 231.00
INSPECCIONADO POR: 	FECHA: 8/12/2022	

ESQUEMA:



No	Daño	No	Daño
1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parqueo
2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados
3.	Agrietamiento en bloque	13.	Huecos
4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea
5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento
6.	Depresión	16.	Desplazamiento
7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabólica
8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hinchamiento
9.	Desnivel Carril Berma	19.	Desprendimiento de Agregados
10.	Grietas Long. y Transversales		

Daño	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido
1	M	4.68	4.68	2.03%	
2	M	40.72	40.72	17.63%	
4	M	12.34	12.34	5.34%	
11	H	4.3	4.3	1.86%	

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA: V. PANAMERICAN	PROGRESIVA INICIAL: km 1 + 120	UNIDAD DE MUESTREO: UM32 - CARRIL IZQUIERDO
CÓDIGO VÍA: 	PROGRESIVA FINAL: km 1 + 155	ÁREA DE MUESTREO (m2): 231.00
INSPECCIONADO POR: 	FECHA: 8/12/2022	

ESQUEMA:



No	Daño	No	Daño
1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parqueo
2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados
3.	Agrietamiento en bloque	13.	Huecos
4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea
5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento
6.	Depresión	16.	Desplazamiento
7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabólica
8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hinchamiento
9.	Desnivel Carril Berma	19.	Desprendimiento de Agregados
10.	Grietas Long. y Transversales		

Daño	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido
2	L	23.56	23.56	10.20%	
2	M	3.45	3.45	1.49%	
10	M	13.78	13.78	5.97%	
19	M	2.56	2.56	1.11%	

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA: V. PANAMERICAN	PROGRESIVA INICIAL: km 1 + 225	UNIDAD DE MUESTREO: UM36 - CARRIL IZQUIERDO
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL: km 1 + 260	ÁREA DE MUESTREO (m2): 231.00
INSPECCIONADO POR:	FECHA: 8/12/2022	

ESQUEMA:



No	Daño	No	Daño
1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parqueo
2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados
3.	Agrietamiento en bloque	13.	Huecos
4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea
5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento
6.	Depresión	16.	Desplazamiento
7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabólica
8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hinchamiento
9.	Desnivel Carril Perma	19.	Desprendimiento de Agregados
10.	Grietas Long. y Transversales		

Daño	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido
2	H	14.56	14.56	6.30%	
10	H	5.67	5.67	2.45%	
11	M	8.45	8.45	3.66%	

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA: V. PANAMERICAN	PROGRESIVA INICIAL: km 1 + 295	UNIDAD DE MUESTREO: UM38 - CARRIL IZQUIERDO
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL: km 1 + 330	ÁREA DE MUESTREO (m2): 231.00
INSPECCIONADO POR:	FECHA: 8/12/2022	

ESQUEMA:



No	Daño	No	Daño
1.	Piel de Cocodrilo	11.	Parqueo
2.	Exudación	12.	Pulimento de Agregados
3.	Agrietamiento en bloque	13.	Huecos
4.	Abultamiento y hundimientos	14.	Cruce de Via Ferrea
5.	Corrugación	15.	Ahuellamiento
6.	Depresión	16.	Desplazamiento
7.	Grieta de Borde	17.	Grieta Parabólica
8.	Grieta de Reflexión Junta	18.	Hinchamiento
9.	Desnivel Carril Perma	19.	Desprendimiento de Agregados
10.	Grietas Long. y Transversales		

Daño	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido
2	L	29.67	29.67	12.84%	
3	M	3.45	3.45	1.49%	
10	H	12.7	12.7	5.50%	
11	M	15.34	15.34	6.64%	



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: "DETERIORO DE LA CARPETA ASFALTICA Y EL USO DE GRANOS DE CAUCHO REUTILIZABLE PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA PANAMERICANA, KENNEDY DEL DISTRITO DE ILO EN LA REGION MOQUEGUA 2022"

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI

LUGAR: Av. Panamericana, Kennedy - Ilo	TRAMO: 0+000 a 0+035 Carril Dcho.
FECHA: 04 de Diciembre del 2022	UNIDAD DE MUESTREO: UM01
REALIZADO POR:	AREA DE LA UNIDAD: 231 m ²

TIPOS DE FALLAS						DIAGRAMA
1. Faltas de Costado	m2	8. Grietas de Reflexion Junta	m	14. Cruce de Via Ferrea	m2	<p style="text-align: right;">35 m 6.6 m</p> <p style="text-align: right; font-size: small;">sección Pavimento Flexible</p>
2. Exudacion	m2	9. Desnivel Carril Perma	m	15. Abundamiento	m2	
3. Agritamiento en bloque	m2	10. Grietas Long. y Transversales	m	16. Desplazamiento	m2	
4. Abultamiento y hundimientos	m2	11. Parcheo	m2	17. Grieta Parabolica	m2	
5. Corrugacion	m2	12. Pulimento de Agregados	m2	18. Hinchamiento	m2	
6. Depresion	m2	13. Hacos	und	19. Desprendimiento de Agregados	m2	
7. Grietas de Borde	m					

NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNI DE M.	NUMERO MAXIMO DE VD
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$
Medium	Media	M			
High	Alta	H			

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES																
RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI			2		10											
			Cant.	Sev.												
86-100	EXCELENTE	GREEN	5.23	M	1.23	L										
71-85	MUY BUENO	YELLOW			3.58	L										
56-70	BUENO	ORANGE														
41-55	REGULAR	RED														
26-40	MALO	RED-ORANGE														
11-25	MUY MALO	RED														
0-10	FALLADO	BLACK														
TOTAL	BAJA (L)				4.81											
	MEDIA (M)		5.23													
	ALTA (H)															

CALCULO DEL PCI

Tipo de Daño	Severidad	Total	Densidad (%)	Valor Deducido	Número de Valores deducidos > 2(q) Valor deducido mas alto= 5.26 Número máximo de VD (m)= 9.70
2	M	5.23	2.26%	5.26	
10	L	4.81	2.08%	0.25	

NRO	VALORES DEDUCIDOS								VDI	q	VDC
1	5.26	0.25						5.51	1	5.51	
Máx. VDC										5.51	

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)	PCI=100-Máx. VDC
CONDICION DEL PAVIMENTO	PCI= 94.49
	EXCELENTE



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: "DETERIORO DE LA CARPETA ASFALTICA Y EL USO DE GRANOS DE CAUCHO REUTILIZABLE PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA PANAMERICANA, KENNEDY DEL DISTRITO DE ILO EN LA REGION MOQUEGUA 2022"

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI																			
LUGAR: Av. Panamericana, Kennedy - Ilo					TRAMO: 0+245 a 0+280 Carril Dcho.														
FECHA: 04 de Diciembre del 2022					UNIDAD DE MUESTREO: UM08														
REALIZADO POR:					AREA DE LA UNIDAD: 231 m ²														
TIPOS DE FALLAS										DIAGRAMA									
1. Faltas Cosmicos m2 2. Exudacion m2 3. Agritamiento en bloques m2 4. Abultamiento y hundimientos m2 5. Corrugacion m2 6. Depresion m2 7. Grietas de Borde m					8. Grietas de Reflexion Junta m 9. Desnivel Carril Perma m 10. Grietas Long. y Transversales m 11. Parcheo m2 12. Pulvimientos de Agregados m2 13. Huacos und					14. Cruce de Via Ferrea m2 15. Abukllamiento m2 16. Desplazamiento m2 17. Grietas Parabolicas m2 18. Hinchamiento m2 19. Desprendimiento de Agregados m2					<p>35 m 6.6 m Pavimento Flexible</p>				
NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNIDE M.	NUMERO MAXMO DE VD														
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$														
Medium	Media	M																	
High	Alta	H																	
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES																			
RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI			2		10														
RANGO	CLASIFICACION	COLOR	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.					
86-100	EXCELENTE	Green	43.75	M	9.43	L													
71-85	MUY BUENO	Yellow	25.98	L	35	L													
56-70	BUENO	Orange			6.21	M													
41-55	REGULAR	Red																	
26-40	MALO	Dark Red																	
11-25	MUY MALO	Black																	
0-10	FALLADO	Grey																	
TOTAL			BAJA (L)		25.98		44.43												
			MEDIA (M)		43.75		6.21												
			ALTA (H)																
CALCULO DEL PCI																			
Tipo de Daño	Severidad		Total	Densidad (%)	Valor Deducido	Número de Valores deducidos > 2(q)													
2	L		25.98	11.25%	3.71	Valor deducido mas alto= 17.74 Número máximo de VD (m)= 8.55													
2	M		43.75	18.94%	17.74														
10	L		44.43	19.23%	11.88														
10	M		6.21	2.69%	6.19														
NRO	VALORES DEDUCIDOS					VDI	q	VDC											
1	17.74	11.88	6.19	3.71		39.52	4	18.66											
2	17.74	11.88	6.19	2		37.81	3	22.47											
3	17.74	11.88	2	2		33.62	2	24.9											
4	17.74	2	2	2		23.74	1	23.74											
								Máx. VDC	23.74										
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)								$PCI = 100 - \text{Máx. VDC}$											
								$PCI = 76.26$											
CONDICION DEL PAVIMENTO								MUY BUENO											



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: "DETERIORO DE LA CARPETA ASFALTICA Y EL USO DE GRANOS DE CAUCHO REUTILIZABLE PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA PANAMERICANA, KENNEDY DEL DISTRITO DE ILO EN LA REGION MOQUEGUA 2022"

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI																																								
LUGAR: Av. Panamericana, Kennedy - Ilo					TRAMO: 0+630 a 0+665 Carril Dcho.																																			
FECHA: 04 de Diciembre del 2022					UNIDAD DE MUESTREO: UM19																																			
REALIZADO POR:					AREA DE LA UNIDAD: 231 m2																																			
TIPOS DE FALLAS										DIAGRAMA																														
1. Faltas Cosmido	m2	8. Grietas de Reflexion Junta	m	14. Cruce de Via Ferrea	m2	<p>35 m 6.6 m</p>																																		
2. Exudacion	m2	9. Denivel Carril Perma	m	15. Abultamiento	m2																																			
3. Agritamiento en bloque	m2	10. Grietas Long. y Transversales	m	16. Desplazamiento	m2																																			
4. Abultamiento y hundimientos	m2	11. Parcheo	m2	17. Grieta Parabolica	m2																																			
5. Corrugacion	m2	12. Pulimento de Agregados	m2	18. Hinchamiento	m2																																			
6. Depresion	m2	13. Hucos	und	19. Desprendimiento de Agregados	m2																																			
7. Grietas de Borde	m																																							
NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA		INTERV. DE UNI DE M.		NUMERO MAXIMO DE VD																																	
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2}$		$i = \frac{N}{n}$		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$																																	
Medium	Media	M																																						
High	Alta	H																																						
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES																																								
RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI <table border="1"> <tr><th>RANGO</th><th>CLASIFICACION</th><th>COLOR</th></tr> <tr><td>86-100</td><td>EXCELENTE</td><td>Verde</td></tr> <tr><td>71-85</td><td>MUY BUENO</td><td>Amarillo</td></tr> <tr><td>56-70</td><td>BUENO</td><td>Naranja</td></tr> <tr><td>41-55</td><td>REGULAR</td><td>Rojo</td></tr> <tr><td>26-40</td><td>MALO</td><td>Negro</td></tr> <tr><td>11-25</td><td>MUY MALO</td><td>Rojo Oscuro</td></tr> <tr><td>0-10</td><td>FALLADO</td><td>Rojo Negro</td></tr> </table>			RANGO	CLASIFICACION	COLOR	86-100	EXCELENTE	Verde	71-85	MUY BUENO	Amarillo	56-70	BUENO	Naranja	41-55	REGULAR	Rojo	26-40	MALO	Negro	11-25	MUY MALO	Rojo Oscuro	0-10	FALLADO	Rojo Negro	2		4		11		13							
			RANGO	CLASIFICACION	COLOR																																			
86-100	EXCELENTE	Verde																																						
71-85	MUY BUENO	Amarillo																																						
56-70	BUENO	Naranja																																						
41-55	REGULAR	Rojo																																						
26-40	MALO	Negro																																						
11-25	MUY MALO	Rojo Oscuro																																						
0-10	FALLADO	Rojo Negro																																						
Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.																									
15	M	0.5	M	0.3	M	3	M																																	
				0.28	M	3	H																																	
				0.1	M																																			
TOTAL			BAJA (L)		MEDIA (M)		ALTA (H)																																	
			15		0.5		0.68		3																															
							3																																	
CALCULO DEL PCI																																								
Tipo de Daño	Severidad		Total	Densidad (%)	Valor Deducido	Número de Valores deducidos > 2(q)																																		
2	M		15	6.49%	9.59	Valor deducido mas alto= 56.05 Número máximo de VD (m)= 5.04																																		
4	M		0.5	0.22%	0																																			
11	M		0.68	0.29%	5.13																																			
13	M		3	1.30%	36.2																																			
13	H		3	1.30%	56.05																																			
NRO	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC																																
1	56.05	36.2	9.59	5.13		106.97	4	60.49																																
2	56.05	36.2	9.59	2		103.84	3	64.92																																
3	56.05	36.2	2	2		96.25	2	68.38																																
4	56.05	2	2	2		62.05	1	62.05																																
								Máx. VDC	68.38																															
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)							PCI=100-Máx. VDC																																	
							PCI= 31.62																																	
CONDICION DEL PAVIMENTO							MALO																																	



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: "DETERIORO DE LA CARPETA ASFALTICA Y EL USO DE GRANOS DE CAUCHO REUTILIZABLE PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA PANAMERICANA, KENNEDY DEL DISTRITO DE ILO EN LA REGION MOQUEGUA 2022"

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI																																																															
LUGAR: Av. Panamericana, Kennedy - Ilo					TRAMO: 0+770 a 0+805 Carril Dcho.																																																										
FECHA: 04 de Diciembre del 2022					UNIDAD DE MUESTREO: UM23																																																										
REALIZADO POR:					AREA DE LA UNIDAD: 231 m ²																																																										
TIPOS DE FALLAS										DIAGRAMA																																																					
1. Faltas Cosméticas	m2	8. Grietas de Reflexion Junta	m	14. Cruce de Via Ferrea	m2	<p>35 m 6.6 m</p>																																																									
2. Exudacion	m2	9. Denivel Carril Perma	m	15. Abundamiento	m2																																																										
3. Agritamiento en bloque	m2	10. Grietas Long. y Transversales	m	16. Desplazamiento	m2																																																										
4. Abultamiento y hundimientos	m2	11. Parcheo	m2	17. Grieta Parabolica	m2																																																										
5. Corrugacion	m2	12. Pulimento de Agregados	m2	18. Hinchamiento	m2																																																										
6. Depresion	m2	13. Huacos	und	19. Desprendimiento de Agregados	m2																																																										
7. Grietas de Borde	m																																																														
NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA		INTERV. DE UNI DE M.		NUMERO MAXIMO DE VD																																																								
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2}$		$i = \frac{N}{n}$		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$																																																								
Medium	Media	M																																																													
High	Alta	H																																																													
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES																																																															
RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI <table border="1"> <tr> <th>RANGO</th> <th>CLASIFICACION</th> <th>COLOR</th> </tr> <tr> <td>86-100</td> <td>EXCELENTE</td> <td>Verde</td> </tr> <tr> <td>71-85</td> <td>MUY BUENO</td> <td>Amarillo</td> </tr> <tr> <td>56-70</td> <td>BUENO</td> <td>Naranja</td> </tr> <tr> <td>41-55</td> <td>REGULAR</td> <td>Rojo claro</td> </tr> <tr> <td>26-40</td> <td>MALO</td> <td>Rojo oscuro</td> </tr> <tr> <td>11-25</td> <td>MUY MALO</td> <td>Negro</td> </tr> <tr> <td>0-10</td> <td>FALLADO</td> <td>Grigio</td> </tr> </table>			RANGO	CLASIFICACION	COLOR	86-100	EXCELENTE	Verde	71-85	MUY BUENO	Amarillo	56-70	BUENO	Naranja	41-55	REGULAR	Rojo claro	26-40	MALO	Rojo oscuro	11-25	MUY MALO	Negro	0-10	FALLADO	Grigio	2		4																																		
			RANGO	CLASIFICACION	COLOR																																																										
86-100	EXCELENTE	Verde																																																													
71-85	MUY BUENO	Amarillo																																																													
56-70	BUENO	Naranja																																																													
41-55	REGULAR	Rojo claro																																																													
26-40	MALO	Rojo oscuro																																																													
11-25	MUY MALO	Negro																																																													
0-10	FALLADO	Grigio																																																													
Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.																																																
42.46	M	3.45	H																																																												
26.34	M	5.15	H																																																												
<table border="1"> <tr> <td rowspan="3">TOTAL</td> <td colspan="2">BAJA (L)</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">MEDIA (M)</td> <td colspan="2">68.8</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">ALTA (H)</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">8.6</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>															TOTAL	BAJA (L)																MEDIA (M)		68.8														ALTA (H)				8.6											
TOTAL	BAJA (L)																																																														
	MEDIA (M)		68.8																																																												
	ALTA (H)				8.6																																																										
CALCULO DEL PCI																																																															
Tipo de Daño	Severidad		Total	Densidad (%)	Valor Deducido	Número de Valores deducidos > 2(q)																																																									
2	M		68.8	29.78%	22.31	Valor deducido mas alto= 23.76 Número máximo de VD (m)= 8.00																																																									
4	H		8.6	3.72%	53.74																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NRO</th> <th colspan="6">VALORES DEDUCIDOS</th> <th>VDI</th> <th>q</th> <th>VDC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>53.74</td> <td>22.31</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>76.05</td> <td>2</td> <td>55.24</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>53.74</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>55.74</td> <td>1</td> <td>55.74</td> </tr> <tr> <td colspan="9"></td> <td>Máx. VDC</td> <td>55.74</td> </tr> </tbody> </table>															NRO	VALORES DEDUCIDOS						VDI	q	VDC	1	53.74	22.31					76.05	2	55.24	2	53.74	2					55.74	1	55.74										Máx. VDC	55.74								
NRO	VALORES DEDUCIDOS						VDI	q	VDC																																																						
1	53.74	22.31					76.05	2	55.24																																																						
2	53.74	2					55.74	1	55.74																																																						
									Máx. VDC	55.74																																																					
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)								PCI=100-Máx. VDC																																																							
								PCI= 44.26																																																							
CONDICION DEL PAVIMENTO								REGULAR																																																							



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: "DETERIORO DE LA CARPETA ASFALTICA Y EL USO DE GRANOS DE CAUCHO REUTILIZABLE PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA PANAMERICANA, KENNEDY DEL DISTRITO DE ILO EN LA REGION MOQUEGUA 2022"

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI																																																							
LUGAR: Av. Panamericana, Kennedy - Ilo							TRAMO: 1+015 a 1+050 Carril Dcho.																																																
FECHA: 04 de Diciembre del 2022							UNIDAD DE MUESTREO: UM30																																																
REALIZADO POR:							AREA DE LA UNIDAD: 231 m ²																																																
TIPOS DE FALLAS											DIAGRAMA																																												
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>1. Faltas Cosméticas</td><td>m2</td> <td>8. Grietas de Reflexión Junta</td><td>m</td> <td>14. Cruce de Via Ferrea</td><td>m2</td> </tr> <tr> <td>2. Exudacion</td><td>m2</td> <td>9. Desnivel Carril Perma</td><td>m</td> <td>15. Abundamiento</td><td>m2</td> </tr> <tr> <td>3. Agrictamiento en bloque</td><td>m2</td> <td>10. Grietas Long. y Transversales</td><td>m</td> <td>16. Desplazamiento</td><td>m2</td> </tr> <tr> <td>4. Abultamiento y hundimientos</td><td>m2</td> <td>11. Parcheo</td><td>m2</td> <td>17. Grieta Parabólica</td><td>m2</td> </tr> <tr> <td>5. Corrugacion</td><td>m2</td> <td>12. Pulimento de Agregados</td><td>m2</td> <td>18. Hinchamiento</td><td>m2</td> </tr> <tr> <td>6. Depresion</td><td>m2</td> <td>13. Hucos</td><td>und</td> <td>19. Desprendimiento de Agregados</td><td>m2</td> </tr> <tr> <td>7. Grietas de Borde</td><td>m</td> <td></td><td></td> <td></td><td></td> </tr> </table>											1. Faltas Cosméticas	m2	8. Grietas de Reflexión Junta	m	14. Cruce de Via Ferrea	m2	2. Exudacion	m2	9. Desnivel Carril Perma	m	15. Abundamiento	m2	3. Agrictamiento en bloque	m2	10. Grietas Long. y Transversales	m	16. Desplazamiento	m2	4. Abultamiento y hundimientos	m2	11. Parcheo	m2	17. Grieta Parabólica	m2	5. Corrugacion	m2	12. Pulimento de Agregados	m2	18. Hinchamiento	m2	6. Depresion	m2	13. Hucos	und	19. Desprendimiento de Agregados	m2	7. Grietas de Borde	m					<p style="text-align: right;">6.6 m 35 m <i>sección Pavimento Flexible</i></p>		
1. Faltas Cosméticas	m2	8. Grietas de Reflexión Junta	m	14. Cruce de Via Ferrea	m2																																																		
2. Exudacion	m2	9. Desnivel Carril Perma	m	15. Abundamiento	m2																																																		
3. Agrictamiento en bloque	m2	10. Grietas Long. y Transversales	m	16. Desplazamiento	m2																																																		
4. Abultamiento y hundimientos	m2	11. Parcheo	m2	17. Grieta Parabólica	m2																																																		
5. Corrugacion	m2	12. Pulimento de Agregados	m2	18. Hinchamiento	m2																																																		
6. Depresion	m2	13. Hucos	und	19. Desprendimiento de Agregados	m2																																																		
7. Grietas de Borde	m																																																						
NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA		INTERV. DE UNI DE M.		NUMERO MAXIMO DE VD																																																
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2}$		$i = \frac{N}{n}$		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$																																																
Medium	Media	M																																																					
High	Alta	H																																																					
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES																																																							
RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI			2		4		11		13		19																																												
			Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.																																							
RANGO	CLASIFICACION	COLOR	115.5	M	3.97	H	7.35	M	3	H	0.45	M																																											
86-100	EXCELENTE								2	M																																													
71-85	MUY BUENO																																																						
56-70	BUENO																																																						
41-55	REGULAR																																																						
26-40	MALO																																																						
11-25	MUY MALO																																																						
0-10	FALLADO																																																						
TOTAL	BAJA (L)																																																						
	MEDIA (M)		115.5		3.97		7.35		2		0.45																																												
	ALTA (H)				3.97				3																																														
CALCULO DEL PCI																																																							
Tipo de Daño	Severidad		Total	Densidad (%)	Valor Deducido																																																		
2	M		115.5	50.00%	28.8	<p>Número de Valores deducidos > 2(q)</p> <p>Valor deducido mas alto= 56.05</p> <p>Número máximo de VD (m)= 5.04</p>																																																	
4	H		3.97	1.72%	41.69																																																		
11	M		7.35	3.18%	17.89																																																		
13	M		2	0.87%	29.34																																																		
13	H		3	1.30%	56.05																																																		
19	M		0.45	0.19%	5.57																																																		
NRO	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC																																													
1	56.05	41.69	29.34	28.8	17.89	0.223		173.99	5	86.2																																													
2	56.05	41.69	29.34	28.8	2	0.223		158.10	4	85.24																																													
3	56.05	41.69	29.34	2	2	0.223		131.30	3	79.28																																													
4	56.05	41.69	2	2	2	0.223		103.96	2	72.98																																													
5	56.05	2	2	2	2	0.223		64.27	1	64.27																																													
										Máx. VDC	86.2																																												
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)								<i>PCI=100-Máx. VDC</i>																																															
CONDICION DEL PAVIMENTO								PCI=				13.8																																											
												MUY MALO																																											



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: "DETERIORO DE LA CARPETA ASFALTICA Y EL USO DE GRANOS DE CAUCHO REUTILIZABLE PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA PANAMERICANA, KENNEDY DEL DISTRITO DE ILO EN LA REGION MOQUEGUA 2022"

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI		
LUGAR: Av. Panamericana, Kennedy - Ilo	TRAMO:	1+365 a 1+400 Carril Dcho.
FECHA: 04 de Diciembre del 2022	UNIDAD DE MUESTREO:	UM40
REALIZADO POR:	AREA DE LA UNIDAD:	231 m ²

TIPOS DE FALLAS				DIAGRAMA
1. Fiel de Cosodrilo	m2	8. Grieta de Reflexion Lunta	m	<p>35 m 6.6 m seccion Pavimento Flexible</p>
2. Exolacion	m2	9. Desnivel Carril Perma	m	
3. Agritamiento en bloca	m2	10. Grietas Long. y Transversales	m	
4. Abultamiento y hundimientos	m2	11. Parcheo	m2	
5. Corrugacion	m2	12. Pulimento de Agregados	m2	
6. Depresion	m2	13. Huacos	und	
7. Grieta de Borde	m	14. Cruce de Via Ferrea	m2	
		15. Abollamiento	m2	
		16. Desplazamiento	m2	
		17. Grieta Parabolica	m2	
		18. Hinchamiento	m2	
		19. Desprofundimento de Agregados	m2	

NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNI DE M.	NUMERO MAXIMO DE VD
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{e^2 \times (N-1) + \sigma^2}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$
Medium	Media	M			
High	Alta	H			

RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI		TIPOS DE FALLAS EXISTENTES														
RANGO	CLASIFICACION	COLOR	2		4		10		11		19					
			Cant.	Sev.												
86-100	EXCELENTE	GREEN	56.23	M	4.12	M	7.86	M	4.56	H	3.26	H				
71-85	MUY BUENO	YELLOW					5.26	H								
56-70	BUENO	ORANGE														
41-55	REGULAR	RED														
26-40	MALO	RED														
11-25	MUY MALO	RED														
0-10	FALLADO	BLACK														
TOTAL	BAJA (L)															
	MEDIA (M)		56.23		4.12		7.86		4.56		3.26					
	ALTA (H)						5.26									

CALCULO DEL PCI					
Tipo de Daño	Severidad	Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
2	M	56.23	24.34%	20.08	Número de Valores deducidos > 2(q) Valor deducido mas alto = 20.08 Número máximo de VD (m) = 8.34
4	M	4.12	1.78%	16.52	
10	M	7.86	3.40%	7.82	
10	H	5.26	2.28%	13.36	
11	H	4.56	1.97%	25.80	
19	H	3.26	1.41%	18.05	

NRO	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC
1	25.80	20.08	18.05	16.52	13.36	7.82		101.63	6	49.82
2	25.80	20.08	18.05	16.52	13.36	2		95.81	5	49.49
3	25.80	20.08	18.05	16.52	2	2		84.45	4	47.67
4	25.80	20.08	18.05	2	2	2		69.93	3	38.96
5	25.80	20.08	2	2	2	2		53.88	2	33.72
6	25.80	2	2	2	2	2		35.8	1	35.80

Máx. VDC										49.82	
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)								PCI=100-Máx. VDC			
CONDICION DEL PAVIMENTO								50.19			
CONDICION DEL PAVIMENTO								REGULAR			



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: "DETERIORO DE LA CARPETA ASFALTICA Y EL USO DE GRANOS DE CAUCHO REUTILIZABLE PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA PANAMERICANA, KENNEDY DEL DISTRITO DE ILO EN LA REGION MOQUEGUA 2022"

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI																
LUGAR: Av. Panamericana, Kennedy - Ilo					TRAMO: 1+120 a 1+155 Carril Dcho. Adicional											
FECHA: 04 de Diciembre del 2022					UNIDAD DE MUESTREO: UM32											
REALIZADO POR:					AREA DE LA UNIDAD: 231 m ²											
TIPOS DE FALLAS										DIAGRAMA						
1. Faltas Cosmólicas m2 8. Grietas de Reflexión Junta m 14. Cruce de Vía Ferrea m2 2. Exudacion m2 9. Desnivel Carril Berma m 15. Abundamiento m2 3. Agritamiento en bloque m2 10. Grietas Long. y Transversales m 16. Desplazamiento m2 4. Abultamiento y hundimientos m2 11. Parcheo m2 17. Grieta Parabólica m2 5. Corrugacion m2 12. Pulimento de Agregados m2 18. Hinchamiento m2 6. Depresion m2 13. Hucos und 19. Desprendimiento de Agregados m2 7. Grieta de Borde m										<p>35 m</p> <p>6.6 m</p> <p>sección Pavimento Flexible</p>						
NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNI DE M.	NUMERO MAXIMO DE VD											
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$											
Medium	Media	M														
High	Alta	H														
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES																
RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI			2		3		4		11		13					
RANGO	CLASIFICACION	COLOR	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.
86-100	EXCELENTE	Verde	43.75	M	29.76	M	0.6	M	2.35	L	2	H				
71-85	MUY BUENO	Amarillo							11.36	H						
56-70	BUENO	Verde claro														
41-55	REGULAR	Amarillo claro														
26-40	MALO	Rojo claro														
11-25	MUY MALO	Rojo oscuro														
0-10	FALLADO	Negro														
TOTAL	BAJA (L)								2.35							
	MEDIA (M)		43.75		29.76		0.6		11.36							
	ALTA (H)										2					
CALCULO DEL PCI																
Tipo de Daño	Severidad		Total	Densidad (%)	Valor Deducido	Número de Valores deducidos > 2(q)										
2	M		43.75	18.94%	17.74	Valor deducido mas alto = 49.75 Número máximo de VD (m) = 5.61										
3	M		29.76	12.88%	17.99											
4	M		0.6	0.26%	0											
11	L		2.35	1.02%	10.18											
11	M		11.36	4.92%	22.22											
13	H		2	0.87%	49.75											
NRO	VALORES DEDUCIDOS						VDI	q	VDC							
1	49.75	22.22	17.99	17.74	10.18		117.88	5	60.94							
2	49.75	22.22	17.99	17.74	2		109.70	4	61.85							
3	49.75	22.22	17.99	2	2		93.96	3	59.38							
4	49.75	22.22	2	2	2		77.97	2	56.58							
5	49.75	2	2	2	2		57.75	1	57.75							
									Máx. VDC	61.85						
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)								PCI=100-Máx. VDC								
								PCI=	38.15							
CONDICION DEL PAVIMENTO								MALO								



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: "DETERIORO DE LA CARPETA ASFALTICA Y EL USO DE GRANOS DE CAUCHO REUTILIZABLE PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA PANAMERICANA, KENNEDY DEL DISTRITO DE ILO EN LA REGION MOQUEGUA 2022"

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI																																																									
LUGAR: Av. Panamericana, Kennedy - Ilo						TRAMO: 1+225 a 1+260 Carril Dcho. Adicional																																																			
FECHA: 04 de Diciembre del 2022						UNIDAD DE MUESTREO: UM36																																																			
REALIZADO POR:						AREA DE LA UNIDAD: 231 m ²																																																			
TIPOS DE FALLAS												DIAGRAMA																																													
<table border="0" style="width: 100%; font-size: small;"> <tr> <td>1. Faltas Cosmicos</td><td>m2</td> <td>8. Grietas de Reflexion Junta</td><td>m</td> <td>14. Cruce de Via Ferrea</td><td>m2</td> </tr> <tr> <td>2. Exudacion</td><td>m2</td> <td>9. Desnivel Carril Perma</td><td>m</td> <td>15. Abundamiento</td><td>m2</td> </tr> <tr> <td>3. Agritamiento en bloque</td><td>m2</td> <td>10. Grietas Long. y Transversales</td><td>m</td> <td>16. Desplazamiento</td><td>m2</td> </tr> <tr> <td>4. Abultamiento y hundimientos</td><td>m2</td> <td>11. Parcheo</td><td>m2</td> <td>17. Grieta Parabolica</td><td>m2</td> </tr> <tr> <td>5. Corrugacion</td><td>m2</td> <td>12. Pulimento de Agregados</td><td>m2</td> <td>18. Hinchamiento</td><td>m2</td> </tr> <tr> <td>6. Depresion</td><td>m2</td> <td>13. Hucos</td><td>und</td> <td>19. Desprendimiento de Agregados</td><td>m2</td> </tr> <tr> <td>7. Grietas de Borde</td><td>m</td> <td></td><td></td> <td></td><td></td> </tr> </table>												1. Faltas Cosmicos	m2	8. Grietas de Reflexion Junta	m	14. Cruce de Via Ferrea	m2	2. Exudacion	m2	9. Desnivel Carril Perma	m	15. Abundamiento	m2	3. Agritamiento en bloque	m2	10. Grietas Long. y Transversales	m	16. Desplazamiento	m2	4. Abultamiento y hundimientos	m2	11. Parcheo	m2	17. Grieta Parabolica	m2	5. Corrugacion	m2	12. Pulimento de Agregados	m2	18. Hinchamiento	m2	6. Depresion	m2	13. Hucos	und	19. Desprendimiento de Agregados	m2	7. Grietas de Borde	m					<p style="text-align: right; font-size: x-small;">sección Pavimento Flexible</p>			
1. Faltas Cosmicos	m2	8. Grietas de Reflexion Junta	m	14. Cruce de Via Ferrea	m2																																																				
2. Exudacion	m2	9. Desnivel Carril Perma	m	15. Abundamiento	m2																																																				
3. Agritamiento en bloque	m2	10. Grietas Long. y Transversales	m	16. Desplazamiento	m2																																																				
4. Abultamiento y hundimientos	m2	11. Parcheo	m2	17. Grieta Parabolica	m2																																																				
5. Corrugacion	m2	12. Pulimento de Agregados	m2	18. Hinchamiento	m2																																																				
6. Depresion	m2	13. Hucos	und	19. Desprendimiento de Agregados	m2																																																				
7. Grietas de Borde	m																																																								
NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA		INTERV. DE UNI DE M.		NUMERO MAXIMO DE VD																																																		
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2}$		$i = \frac{N}{n}$		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$																																																		
Medium	Media	M																																																							
High	Alta	H																																																							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI</th> </tr> <tr> <th>RANGO</th><th>CLASIFICACION</th><th>COLOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>86-100</td><td>EXCELENTE</td><td style="background-color: #00FF00;"></td> </tr> <tr> <td>71-85</td><td>MUY BUENO</td><td style="background-color: #90EE90;"></td> </tr> <tr> <td>56-70</td><td>BUENO</td><td style="background-color: #FFFF00;"></td> </tr> <tr> <td>41-55</td><td>REGULAR</td><td style="background-color: #FFA500;"></td> </tr> <tr> <td>26-40</td><td>MALO</td><td style="background-color: #FF0000;"></td> </tr> <tr> <td>11-25</td><td>MUY MALO</td><td style="background-color: #800000;"></td> </tr> <tr> <td>0-10</td><td>FALLADO</td><td style="background-color: #404040;"></td> </tr> </tbody> </table>		RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI			RANGO	CLASIFICACION	COLOR	86-100	EXCELENTE		71-85	MUY BUENO		56-70	BUENO		41-55	REGULAR		26-40	MALO		11-25	MUY MALO		0-10	FALLADO		2		4		11																								
		RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI																																																							
RANGO	CLASIFICACION	COLOR																																																							
86-100	EXCELENTE																																																								
71-85	MUY BUENO																																																								
56-70	BUENO																																																								
41-55	REGULAR																																																								
26-40	MALO																																																								
11-25	MUY MALO																																																								
0-10	FALLADO																																																								
Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.																																								
68.8	M	4	H	0.35	L																																																				
TOTAL		BAJA (L)		0.35																																																					
		MEDIA (M)		68.8		13.26																																																			
		ALTA (H)		4																																																					
CALCULO DEL PCI																																																									
Tipo de Daño		Severidad		Total		Densidad (%)		Valor Deducido		<p>Número de Valores deducidos > 2(q)</p> <p>Valor deducido mas alto= 41.8</p> <p>Número máximo de VD (m)= 6.34</p>																																															
2		M		68.8		29.78%		22.31																																																	
4		H		4		1.73%		41.8																																																	
11		L		0.35		0.15%		0																																																	
11		M		13.26		5.74%		24.03																																																	
NRO		VALORES DEDUCIDOS						VDI		q		VDC																																													
1		41.8	24.03	22.31				88.14	3		55.79																																														
2		41.8	24.03	2				67.83	2		49.48																																														
3		41.8	2	2				45.80	1		45.80																																														
										Máx. VDC		55.79																																													
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)								PCI=100-Máx. VDC																																																	
								PCI= 44.21																																																	
CONDICION DEL PAVIMENTO								REGULAR																																																	



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:	"DETERIORO DE LA CARPETA ASFALTICA Y EL USO DE GRANOS DE CAUCHO REUTILIZABLE PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA PANAMERICANA, KENNEDY DEL DISTRITO DE ILO EN LA REGION MOQUEGUA 2022"
------------------	--

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI

LUGAR: Av. Panamericana, Kennedy - Ilo	TRAMO: 0+140 a 0+175 Carril Izq.
FECHA: 04 de Diciembre del 2022	UNIDAD DE MUESTREO: UM05
REALIZADO POR:	AREA DE LA UNIDAD: 231 m ²

TIPOS DE FALLAS						DIAGRAMA
1. Faltas Cosméticas	m2	8. Grietas de Reflexión Junta	m	14. Cruce de Vía Ferrea	m2	<p>35 m</p> <p>6.6 m</p> <p style="text-align: right;">sección Pavimento Flexible</p>
2. Exudación	m2	9. Densidad Carril Perma	m	15. Abultamiento	m2	
3. Agructamiento en bloque	m2	10. Grietas Long. y Transversales	m	16. Desplazamiento	m2	
4. Abultamiento y hundimientos	m2	11. Parcheo	m2	17. Grieta Parabólica	m2	
5. Corrugación	m2	12. Pulimento de Agregados	m2	18. Hinchamiento	m2	
6. Depresión	m2	13. Hucos	und	19. Desprendimiento de Agregados	m2	
7. Grietas de Borde	m					

NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNI DE M.	NUMERO MAXIMO DE VD
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$
Medium	Media	M			
High	Alta	H			

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES																
RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI			2		10											
			Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.
86-100	EXCELENTE		43.75	M	10.45	M										
71-85	MUY BUENO		13.2	H	2.36	M										
56-70	BUENO				1.99	L										
41-55	REGULAR				20.0	H										
26-40	MALO															
11-25	MUY MALO															
0-10	FALLADO															
TOTAL			BAJA (L)		1.99											
			MEDIA (M)		43.75		12.81									
			ALTA (H)		13.2		20									

CALCULO DEL PCI

Tipo de Daño	Severidad	Total	Densidad (%)	Valor Deducido	Número de Valores deducidos > 2(q) Valor deducido mas alto = 31.61 Número máximo de VD (m) = 7.28
2	M	43.75	18.94%	17.74	
2	H	13.2	5.71%	16.11	
10	L	1.99	0.86%	0.00	
10	M	12.81	5.55%	12.33	
10	H	20	8.66%	31.61	

NRO	VALORES DEDUCIDOS						VDI	q	VDC
1	31.61	17.74	16.11	12.33			77.79	4	39.67
2	31.61	17.74	16.11	2			67.46	3	37.48
3	31.61	17.74	2	2			53.35	2	39.35
4	31.61	2	2	2			37.61	1	37.61
								Máx. VDC	39.67

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)	PCI=100-Máx. VDC
	PCI= 60.33
CONDICION DEL PAVIMENTO	BUENO



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:	"DETERIORO DE LA CARPETA ASFALTICA Y EL USO DE GRANOS DE CAUCHO REUTILIZABLE PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA PANAMERICANA, KENNEDY DEL DISTRITO DE ILO EN LA REGION MOQUEGUA 2022"
------------------	--

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI

LUGAR: Av. Panamericana, Kennedy - Ilo	TRAMO: 0+245 a 0+280 Carril Izq.
FECHA: 04 de Diciembre del 2022	UNIDAD DE MUESTREO: UM08
REALIZADO POR:	AREA DE LA UNIDAD: 231 m ²

TIPOS DE FALLAS						DIAGRAMA
1. Faltas de Costado	m2	8. Grietas de Reflexion Junta	m	14. Cruce de Via Ferrea	m2	<p>35 m</p> <p>6.6 m</p> <p style="text-align: right;"><i>sección Pavimento Flexible</i></p>
2. Exudacion	m2	9. Desnivel Carril Perma	m	15. Abundamiento	m2	
3. Agritamiento en bloque	m2	10. Grietas Long. y Transversales	m	16. Desplazamiento	m2	
4. Abultamiento y hundimientos	m2	11. Parcheo	m2	17. Grieta Parabólica	m2	
5. Corrugacion	m2	12. Pulimentos de Agregados	m2	18. Hinchamiento	m2	
6. Depresion	m2	13. Hucos	und	19. Desprendimiento de Agregados	m2	
7. Grietas de Borde	m					

NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNI DE M.	NUMERO MAXIMO DE VD
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$
Medium	Media	M			
High	Alta	H			

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES

RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI		2		10											
		Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.
86-100	EXCELENTE	37.76	M	9.43	H										
71-85	MUY BUENO	12.36	H	35.46	M										
56-70	BUENO			15.89	L										
41-55	REGULAR														
26-40	MALO														
11-25	MUY MALO														
0-10	FALLADO														
TOTAL		BAJA (L)		15.89											
		MEDIA (M)		37.76		35.46									
		ALTA (H)		12.36		9.43									

CALCULO DEL PCI

Tipo de Daño	Severidad	Total	Densidad (%)	Valor Deducido	Número de Valores deducidos > 2(q) Valor deducido mas alto= 24.218 Número máximo de VD (m)= 7.96
2	M	37.76	16.35%	24.218	
2	H	12.36	5.35%	15.495	
10	L	15.89	6.88%	5.716	
10	M	35.46	15.35%	22.473	
10	H	9.43	4.08%	19.748	

NRO	VALORES DEDUCIDOS						VDI	q	VDC
1	24.218	22.473	19.748	15.5	5.716		87.65	5	44.83
2	24.218	22.473	19.748	15.5	2		83.93	4	47.36
3	24.218	22.473	19.748	2	2		70.44	3	44.76
4	24.218	22.473	2	2	2		52.69	2	38.88
5	24.218	2	2	2	2		32.22	1	32.22
								Máx. VDC	47.36

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)	PCI=100-Máx. VDC
	PCI= 52.64
CONDICION DEL PAVIMENTO	REGULAR



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:	"DETERIORO DE LA CARPETA ASFALTICA Y EL USO DE GRANOS DE CAUCHO REUTILIZABLE PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA PANAMERICANA, KENNEDY DEL DISTRITO DE ILO EN LA REGION MOQUEGUA 2022"
------------------	--

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI

LUGAR: Av. Panamericana, Kennedy - Ilo	TRAMO: 0+385 a 0+420 Carril Izq.
FECHA: 04 de Diciembre del 2022	UNIDAD DE MUESTREO: UM12
REALIZADO POR:	AREA DE LA UNIDAD: 231 m ²

TIPOS DE FALLAS						DIAGRAMA
1. Fielde Cosmético	m2	8. Grieta de Reflexion Lunta	m	14. Cruce de Via Ferrea	m2	<p>6.6 m</p> <p>35 m</p> <p>Sección Pavimento Flexible</p>
2. Exudacion	m2	9. Denivel Carril Berma	m	15. Abundamiento	m2	
3. Agratamiento en bloque	m2	10. Grietas long. y Transversales	m	16. Desplazamiento	m2	
4. Abultamiento y hundimientos	m2	11. Farcido	m2	17. Grieta Parabolica	m2	
5. Corrugacion	m2	12. Pulimento de Agregados	m2	18. Hinchamiento	m2	
6. Depresion	m2	13. Huacos	und	19. Desprendimiento de Agregados	m2	
7. Grieta de Borde	m					

NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNI DE M.	NUMERO MAXIMO DE VD
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{e^2 \times (N-1) + \sigma^2}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$
Medium	Media	M			
High	Alta	H			

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES																
RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI			2		10		19									
			Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.
86-100	EXCELENTE	GREEN	22.99	L	35	L	4.23	M								
71-85	MUY BUENO	YELLOW	14.2	M	2.45	M	1.23	M								
56-70	BUENO	ORANGE	23.41	H	26.32	M	8.56	L								
41-55	REGULAR	RED					26.12	M								
26-40	MALO	RED					3.45	H								
11-25	MUY MALO	RED														
0-10	FALLADO	BLACK														
TOTAL			BAJA (L)	22.99	35	8.56										
			MEDIA (M)	14.2	28.77	31.58										
			ALTA (H)	23.41		3.45										

CALCULO DEL PCI					
Tipo de Daño	Severidad	Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
2	L	22.99	9.95%	3.385	Número de Valores deducidos > 2 (q) Valor deducido mas alto = 23.14 Número máximo de VD (m) = 8.06
2	M	14.2	6.15%	9.25	
2	H	23.41	10.13%	23.14	
10	L	35	15.15%	10.16	
10	M	28.77	12.45%	20.21	
19	M	8.56	3.71%	21.31	
19	H	31.58	13.67%	18.45	

NRO	VALORES DEDUCIDOS								VDI	q	VDC
1	23.14	21.31	20.21	18.45	10.16	9.25	3.39		105.91	7	51.96
2	23.14	21.31	20.21	18.45	10.16	9.25	2		104.52	6	51.26
3	23.14	21.31	20.21	18.45	10.16	2	2		97.27	5	50.36
4	23.14	21.31	20.21	18.45	2	2	2		89.11	4	50.47
5	23.14	21.31	20.21	2	2	2	2		72.66	3	46.10
6	23.14	21.31	2	2	2	2	2		54.45	2	40.12
7	23.14	2	2	2	2	2	2		35.14	1	35.14

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)										PCI=100-Máx. VDC	
CONDICION DEL PAVIMENTO										48.05	
CONDICION DEL PAVIMENTO										REGULAR	



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:	"DETERIORO DE LA CARPETA ASFALTICA Y EL USO DE GRANOS DE CAUCHO REUTILIZABLE PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA PANAMERICANA, KENNEDY DEL DISTRITO DE ILO EN LA REGION MOQUEGUA 2022"
------------------	--

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI

LUGAR: Av. Panamericana, Kennedy - Ilo	TRAMO: 0+770 a 0+805 Carril Izq.
FECHA: 04 de Diciembre del 2022	UNIDAD DE MUESTREO: UM23
REALIZADO POR:	AREA DE LA UNIDAD: 231 m ²

TIPOS DE FALLAS						DIAGRAMA
1. Faltas Cosméticas	m2	8. Grietas de Reflexión Juntas	m	14. Cruce de Vía Ferrea	m2	<p>35 m 6.6 m</p>
2. Exudacion	m2	9. Desnivel Carril Perma	m	15. Abundamiento	m2	
3. Agritamiento en bloque	m2	10. Grietas Long. y Transversales	m	16. Desplazamiento	m2	
4. Abultamiento y hundimientos	m2	11. Parcheo	m2	17. Grieta Parabólica	m2	
5. Corrugacion	m2	12. Pulimento de Agregados	m2	18. Hinchamiento	m2	
6. Depresion	m2	13. Hucos	und	19. Desprendimiento de Agregados	m2	
7. Grietas de Borde	m					

NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNI DE M.	NUMERO MAXIMO DE VD
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$
Medium	Media	M			
High	Alta	H			

RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI		TIPOS DE FALLAS EXISTENTES															
		2		4		13											
RANGO	CLASIFICACION	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.		
86-100	EXCELENTE	42	M	4.65	H	1	M										
71-85	MUY BUENO	12.53	M			2	M										
56-70	BUENO					2	H										
41-55	REGULAR																
26-40	MALO																
11-25	MUY MALO																
0-10	FALLADO																
TOTAL		BAJA (L)		MEDIA (M)		ALTA (H)											
				54.53		3		2									

CALCULO DEL PCI

Tipo de Daño	Severidad	Total	Densidad (%)	Valor Deducido	Número de Valores deducidos > 2(q) Valor deducido mas alto= 49.75 Número máximo de VD (m)= 5.61
2	M	54.53	23.61%	19.78	
4	H	4.65	2.01%	44.86	
13	M	3	1.30%	36.2	
13	H	2	0.87%	49.75	

NRO	VALORES DEDUCIDOS								VDI	q	VDC	
1	49.75	44.86	36.2	19.78					150.59	4	82.236	
2	49.75	44.86	36.2	2					132.81	3	80.186	
3	49.75	44.86	2	2					98.61	2	70.027	
4	49.75	2	2	2					55.75	1	55.75	
											Máx. VDC	82.236

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)	PCI=100-Máx. VDC
	PCI= 17.76
CONDICION DEL PAVIMENTO	MUY MALO



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:	"DETERIORO DE LA CARPETA ASFALTICA Y EL USO DE GRANOS DE CAUCHO REUTILIZABLE PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA PANAMERICANA, KENNEDY DEL DISTRITO DE ILO EN LA REGION MOQUEGUA 2022"
------------------	--

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI

LUGAR: Av. Panamericana, Kennedy - Ilo	TRAMO: 0+875 a 0+910 Carril Izq.
FECHA: 04 de Diciembre del 2022	UNIDAD DE MUESTREO: UM26
REALIZADO POR:	AREA DE LA UNIDAD: 231 m2

TIPOS DE FALLAS						DIAGRAMA
1. Faltas de Costado	m2	8. Grietas de Reflexion Junta	m	14. Cruce de Via Ferrea	m2	<p style="text-align: right;">sección Pavimento Flexible</p>
2. Exudacion	m2	9. Desnivel Carril Berma	m	15. Abundamiento	m2	
3. Agritamiento en bloque	m2	10. Grietas Long. y Transversales	m	16. Desplazamiento	m2	
4. Abultamiento y hundimientos	m2	11. Parcheo	m2	17. Grieta Parabólica	m2	
5. Corrugacion	m2	12. Pulvimientos de Agregados	m2	18. Hinchamiento	m2	
6. Depresion	m2	13. Hucos	und	19. Desprendimiento de Agregados	m2	
7. Grietas de Berde	m					

NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNI DE M.	NUMERO MAXIMO DE VD
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$
Medium	Media	M			
High	Alta	H			

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES

RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI	TIPOS DE FALLAS EXISTENTES															
	2		10		19											
	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.
86-100 EXCELENTE	42	M	6.78	M	2.4	M										
71-85 MUY BUENO	14.2	M	4.65	M	4.96	M										
56-70 BUENO	23.41	H	2.45	H	5.6	M										
41-55 REGULAR	12.2	H	4.32	H	5.23	H										
26-40 MALO					8.52	H										
11-25 MUY MALO					12.23	H										
0-10 FALLADO																
TOTAL	BAJA (L)															
	MEDIA (M)		56.2	11.43	12.96											
	ALTA (H)		35.61	6.77	20.75											

CALCULO DEL PCI

Tipo de Daño	Severidad	Total	Densidad (%)	Valor Deducido	Número de Valores deducidos > 2(q) Valor deducido mas alto= 39.56 Número máximo de VD (m)= 6.55
2	M	56.2	24.33%	20.08	
2	H	35.61	15.42%	29.02	
10	M	11.43	4.95%	11.39	
10	H	6.77	2.93%	15.83	
19	M	12.96	5.61%	14.07	
19	H	20.75	8.98%	39.56	

NRO	VALORES DEDUCIDOS							VDI	q	VDC
1	39.56	29.02	20.08	15.83	14.07	11.39	129.95	6	62.98	
2	39.56	29.02	20.08	15.83	14.07	2	120.56	5	62.28	
3	39.56	29.02	20.08	15.83	2	2	108.49	4	61.25	
4	39.56	29.02	20.08	2	2	2	94.66	3	59.8	
5	39.56	29.02	2	2	2	2	76.58	2	58.61	
6	39.56	2	2	2	2	2	49.56	1	49.56	

Máx. VDC 62.98

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)	PCI=100-Máx. VDC
CONDICION DEL PAVIMENTO	PCI= 37.02 MALO



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: "DETERIORO DE LA CARPETA ASFALTICA Y EL USO DE GRANOS DE CAUCHO REUTILIZABLE PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA PANAMERICANA, KENNEDY DEL DISTRITO DE ILO EN LA REGION MOQUEGUA 2022"

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI														
LUGAR: Av. Panamericana, Kennedy - Ilo						TRAMO: 1+365 a 1+400 Carril Izq.								
FECHA: 04 de Diciembre del 2022						UNIDAD DE MUESTREO: UM40								
REALIZADO POR:						AREA DE LA UNIDAD: 231 m ²								
TIPOS DE FALLAS										DIAGRAMA				
1. Pel de Cosodrilo	m2	8. Grieta de Reflexion Lenta	m	14. Cruce de Via Ferrea	m2	<p style="text-align: right;">seccion Pavimento Flexible</p>								
2. Exolacion	m2	9. Desnivel Carril Perma	m	15. Abollamiento	m2									
3. Agritamiento en bloque	m2	10. Grietas Long. y Transversales	m	16. Desplazamiento	m2									
4. Abultamiento y hundimientos	m2	11. Parcheo	m2	17. Grieta Parabolica	m2									
5. Corrugacion	m2	12. Pulimento de Agregados	m2	18. Hinchamiento	m2									
6. Depresion	m2	13. Huacos	und	19. Desprendimiento de Agregados	m2									
7. Grieta de Borde	m													
NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA		INTERV. DE UNI DE M.		NUMERO MAXIMO DE VD							
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{e^2 \times (N-1) + \sigma^2}$		$i = \frac{N}{n}$		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$							
Medium	Media	M												
High	Alta	H												
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES														
RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI			1		2		4		11					
RANGO	CLASIFICACION	COLOR	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.
86-100	EXCELENTE		4.68	M	40.72	H	12.34	M	4.3	H				
71-85	MUY BUENO													
56-70	BUENO													
41-55	REGULAR													
26-40	MALO													
11-25	MUY MALO													
0-10	FALLADO													
TOTAL	BAJA (L)													
	MEDIA (M)		4.68		12.34		4.3							
	ALTA (H)		40.72		4.3									
CALCULO DEL PCI														
Tipo de Daño	Severidad		Total	Densidad (%)	Valor Deducido	<p>Número de Valores deducidos >2(q)</p> <p>Valor deducido mas alto= 31.47</p> <p>Número máximo de VD (m)= 7.29</p>								
1	M		4.68	2.03%	28.33									
2	H		40.72	17.63%	31.47									
4	M		12.34	5.34%	29.72									
11	H		4.3	1.86%	25.08									
NRO	VALORES DEDUCIDOS					VDI	q	VDC						
1	31.47	29.72	28.33	25.08		114.6	4	64.76						
2	31.47	29.72	28.33	2		91.52	3	57.91						
3	31.47	29.72	2	2		65.19	2	47.63						
4	31.47	2	2	2		37.47	1	37.47						
Máx. VDC							64.76							
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)							PCI=100-Máx. VDC							
PCI=							35.24							
CONDICION DEL PAVIMENTO							MALO							

**ANALISIS GRANULOMETRICO
DE ARENA TRITURADA TM 1/4"**

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E 503

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Region Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2) **REALIZADO POR:** Yoleysi Kathrin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Arena Triturada TM. 1/4" **REVISADO POR:** B Ordoñez

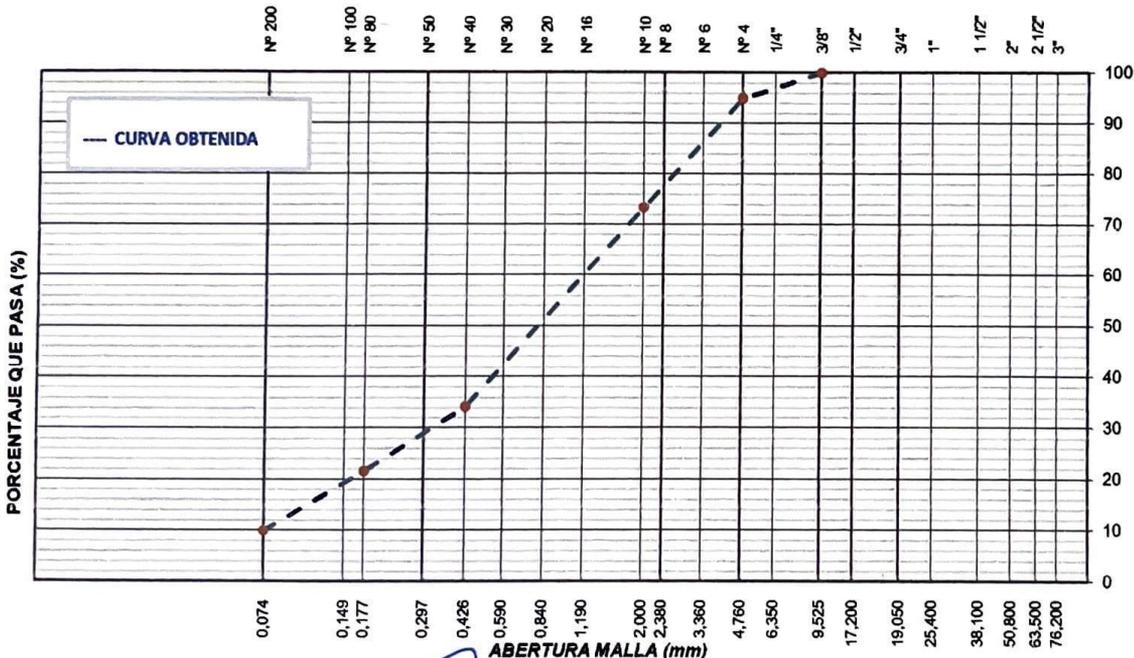
MUESTRA: M - 01 **FECHA:** 06/05/2023

CANTERA: Victor 1

UBICACION: Carretera Ilo - Tacna Km. 119 lado Derecho

MALLAS		PESO	PORCENTAJE			DATOS DE LA MUESTRA
Tamaño	Estándar	RETENID.	RETENID.	ACUM.	PASA	
3"	75,0 mm					Peso Total <u>1049.2</u> <u>grs.</u>
2 1/2"	63,0 mm					
2"	50,0 mm					
1 1/2"	38,1 mm					
1"	25,0 mm					
3/4"	19,0 mm					
1/2"	12,7 mm					
3/8"	9,525 mm					
1/4"	6,35 mm				100.0	
Nº4	4,76 mm	53.6	5.1	5.1	94.9	
Nº8	2,38 mm					
Nº10	2,00 mm	225.9	21.5	26.6	73.4	
Nº16	1,19 mm					
Nº40	426 µm	410.9	39.2	65.8	34.2	
Nº50	297 µm					
Nº80	177 µm	132.9	12.7	78.5	21.5	
Nº100	149 µm					
Nº200	74 µm	121.3	11.6	90.0	10.0	
< 200	-	104.6	10.0	100.0	-	

MALLAS U.S. STANDARD



OBSERVACIONES :

SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUISEPPE ORDOÑEZ LUJANO
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
 CONCRETO Y ASFALTO



B. Ordoñez
A. Betssy Ordoñez Lujano
 Especialista en Suelos y Pavimentos
 REG. CIP. 191410

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E 503

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Region Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

REALIZADO POR: Yoleysi Kathrin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Arena Triturada TM, 1/4"

REVISADO POR: B Ordoñez

MUESTRA: M - 02

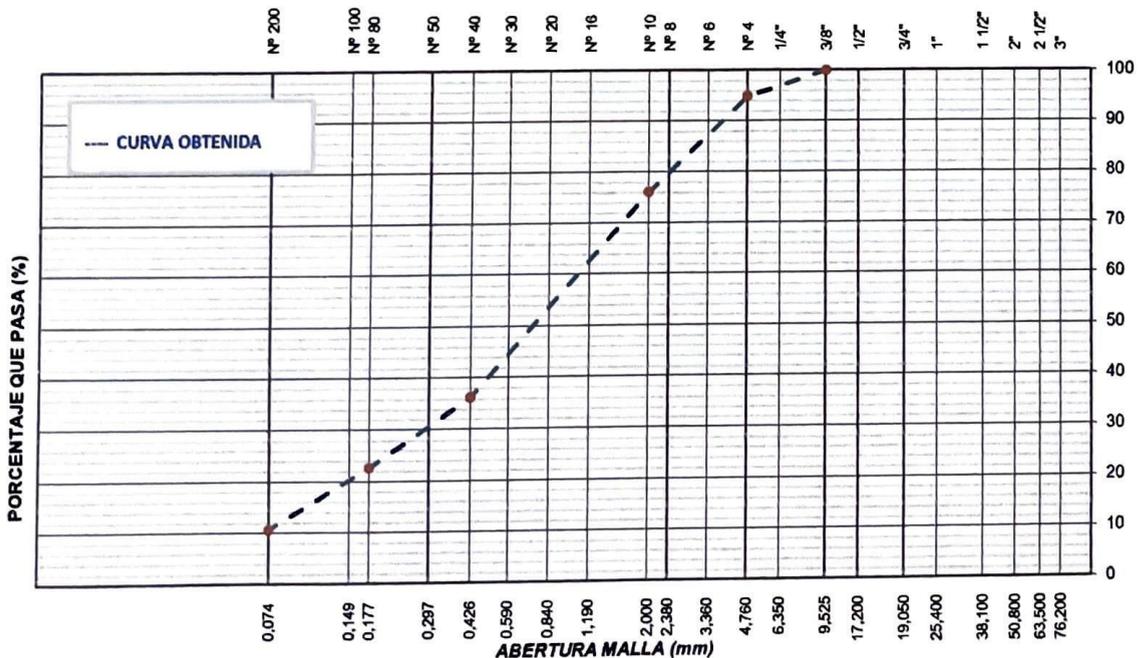
FECHA: 06/05/2023

CANTERA: Victor 1

UBICACION: Carretera Ilo - Tacna Km. 119 lado Derecho

MALLAS		PESO	PORCENTAJE			DATOS DE LA MUESTRA
Tamaño	Estándar	RETENID.	RETENID.	ACUM.	PASA	
3"	75,0 mm					Peso Total 1120.0 grs.
2 1/2"	63,0 mm					
2"	50,0 mm					
1 1/2"	38,1 mm					
1"	25,0 mm					
3/4"	19,0 mm					
1/2"	12,7 mm					
3/8"	9,525 mm					
1/4"	6,35 mm				100,0	
Nº4	4,76 mm	57,2	5,1	5,1	94,9	
Nº8	2,38 mm					
Nº10	2,00 mm	211,3	18,9	24,0	76,0	
Nº16	1,19 mm					
Nº40	426 µm	445,7	39,8	63,8	36,2	
Nº50	297 µm					
Nº80	177 µm	152,1	13,6	77,3	22,7	
Nº100	149 µm					
Nº200	74 µm	134,2	12,0	89,3	10,7	
< 200	-	119,5	10,7	100,0	-	

MALLAS U.S. STANDARD



OBSERVACIONES :

SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUISEPPE ORDÓÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



B. Ordoñez
.....
A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E 503

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

REALIZADO POR: Yoleysi Kathrin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Arena Triturada TM. 1/4"

REVISADO POR: B Ordoñez

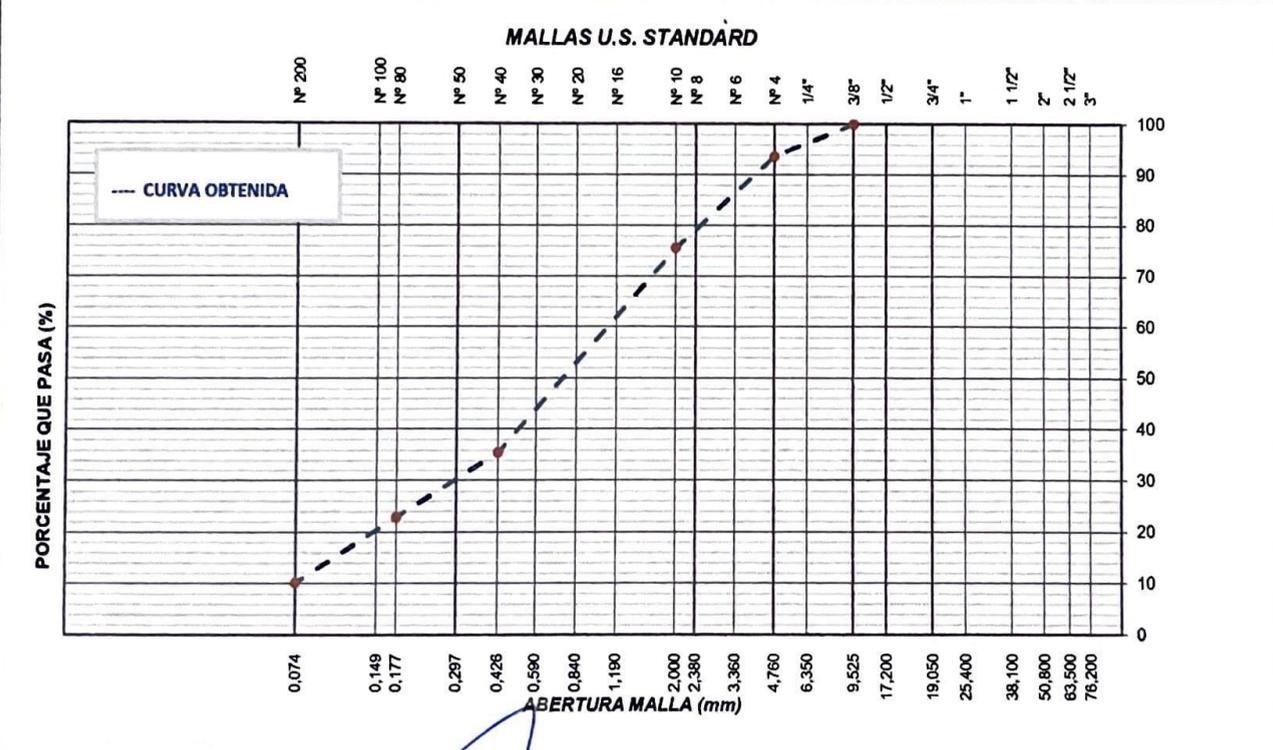
MUESTRA: M - 03

FECHA: 06/05/2023

CANTERA: Victor 1

UBICACION: Carretera Ilo - Tacna Km. 119 lado Derecho

MALLAS		PESO	PORCENTAJE			DATOS DE LA MUESTRA
Tamaño	Estándar	RETENID.	RETENID.	ACUM.	PASA	
3"	75,0 mm					Peso Total 1158.3 <u> </u> <i>grs.</i>
2 1/2"	63,0 mm					
2"	50,0 mm					
1 1/2"	38,1 mm					
1"	25,0 mm					
3/4"	19,0 mm					
1/2"	12,7 mm					
3/8"	9,525 mm					
1/4"	6,35 mm				100.0	
Nº4	4,76 mm	72.9	6.3	6.3	93.7	
Nº8	2,38 mm					
Nº10	2,00 mm	209.7	18.1	24.4	75.6	
Nº16	1,19 mm					
Nº40	426 µm	464.5	40.1	64.5	35.5	
Nº50	297 µm					
Nº80	177 µm	145.9	12.6	77.1	22.9	
Nº100	149 µm					
Nº200	74 µm	147.1	12.7	89.8	10.2	
< 200	-	118.2	10.2	100.0	-	



OBSERVACIONES :

SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUISEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



Betssy Ordoñez
A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E 503

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Region Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

REALIZADO POR: Yoleysi Kathrin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Arena Triturada TM. 1/4"

REVISADO POR: B Ordoñez

MUESTRA: Promedio

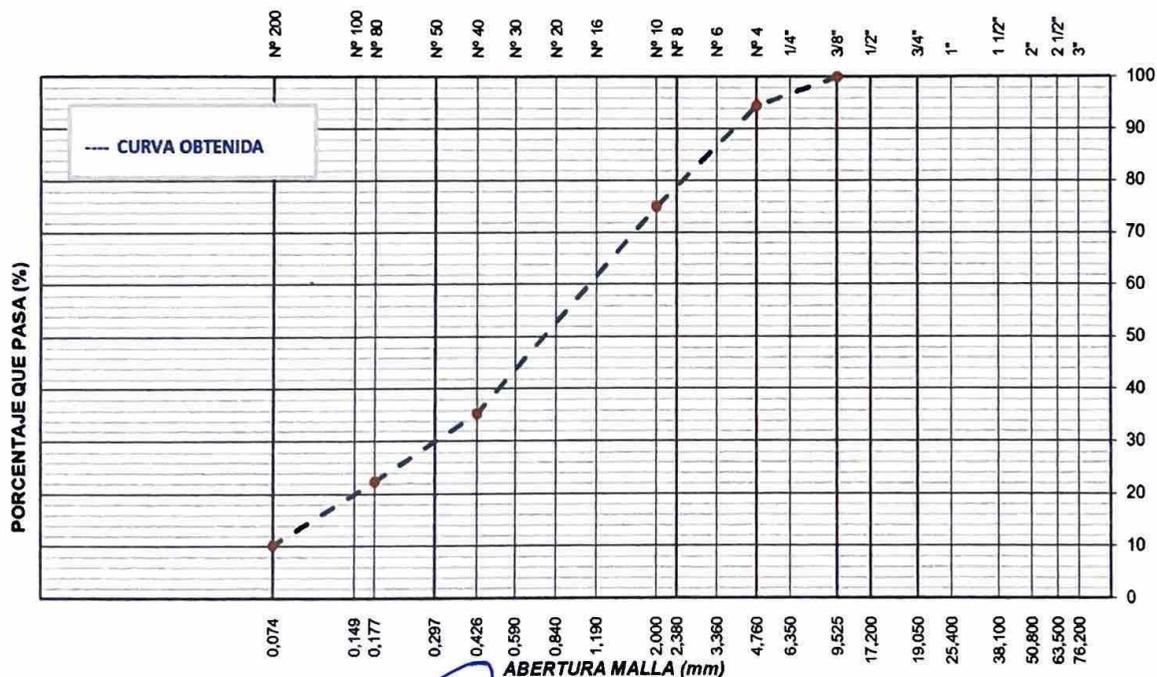
FECHA: 06/05/2023

CANTERA: Victor 1

UBICACION: Carretera Ilo - Tacna Km. 119 lado Derecho

MALLAS		PESO	PORCENTAJE			DATOS DE LA MUESTRA
Tamaño	Estándar	RETENID.	RETENID.	ACUM.	PASA	
3"	75,0 mm					Peso Total 1109.2 grs.
2 1/2"	63,0 mm					
2"	50,0 mm					
1 1/2"	38,1 mm					
1"	25,0 mm					
3/4"	19,0 mm					
1/2"	12,7 mm					
3/8"	9,525 mm					
1/4"	6,35 mm				100.0	
Nº4	4,76 mm	61.2	5.5	5.5	94.5	
Nº8	2,38 mm					
Nº10	2,00 mm	215.6	19.4	25.0	75.0	
Nº16	1,19 mm					
Nº40	426 µm	440.4	39.7	64.7	35.3	
Nº50	297 µm					
Nº80	177 µm	143.6	12.9	77.6	22.4	
Nº100	149 µm					
Nº200	74 µm	134.2	12.1	89.7	10.3	
< 200	-	114.1	10.3	100.0	-	

MALLAS U.S. STANDARD



OBSERVACIONES :

SVT CONSTRUCTORES E.I.R.L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUISSEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



.....
A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

**ANALISIS GRANULOMETRICO
DE PIEDRA CHANCADA TN 1/2"**

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E 503

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Region Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

MATERIAL: Piedra Chancada TN. 1/2" **REALIZADO POR:** Yolaysi Kathrin Bernedo Muñoz

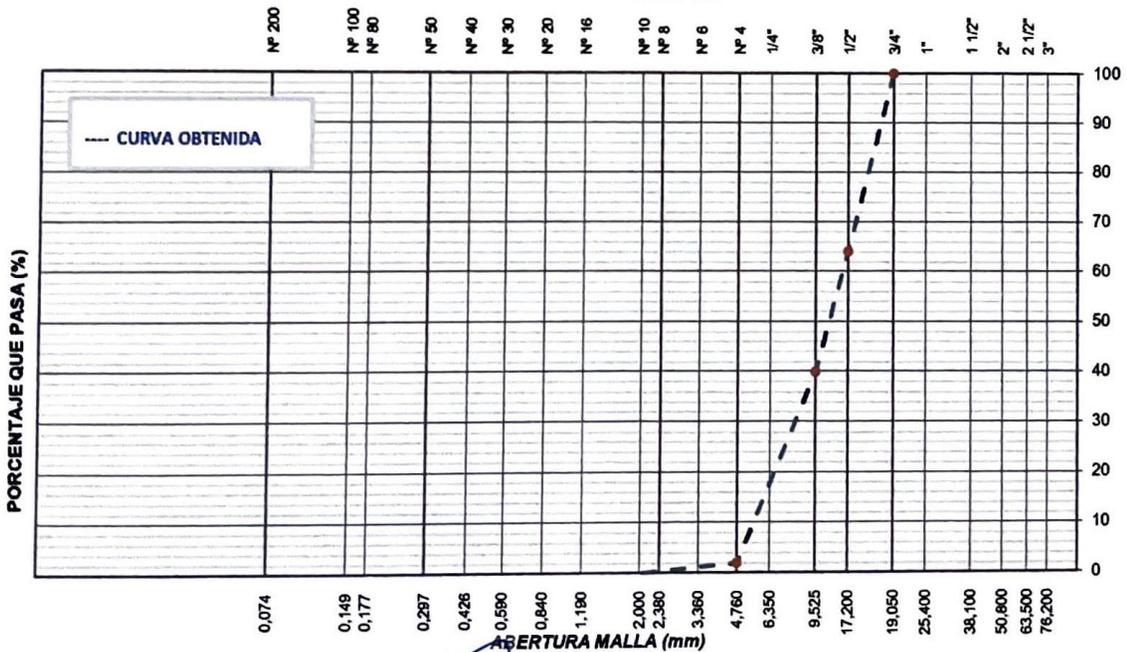
MUESTRA: M - 01 **REVISADO POR:** B Ordoñez

CANTERA: Victor 1 **FECHA:** 08/05/2023

UBICACION: Carretera Ilo - Tacna Km. 119 lado Derecho

MALLAS		PESO	PORCENTAJE			DATOS DE LA MUESTRA
Tamaño	Estándar	RETENID.	RETENID.	ACUM.	PASA	
3"	75,0 mm					Peso Total 10914.0 grs.
2 1/2"	63,0 mm					
2"	50,0 mm					
1 1/2"	38,1 mm					
1"	25,0 mm					
3/4"	19,0 mm				100.0	
1/2"	12,7 mm	3917	35,9	35,9	64,1	
3/8"	9,525 mm	2638	24,2	60,1	39,9	
1/4"	6,35 mm					
Nº4	4,76 mm	4150.0	38,0	98,1	1,9	
Nº8	2,38 mm					
Nº10	2,00 mm	210.2	1,9	100,0	0,0	
Nº16	1,19 mm					
Nº40	426 µm					
Nº50	297 µm					
Nº80	177 µm					
Nº100	149 µm					
Nº200	74 µm					
< 200	-					

MALLAS U.S. STANDARD



OBSERVACIONES :

SVT CONSTRUCTORES E.I.R.L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUISSEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



B. Ordoñez
.....
A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. C.P. 191410

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E 503

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Region Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

MATERIAL: Piedra Chancada TN 1/2"

MUESTRA: M - 02

CANTERA: Victor 1

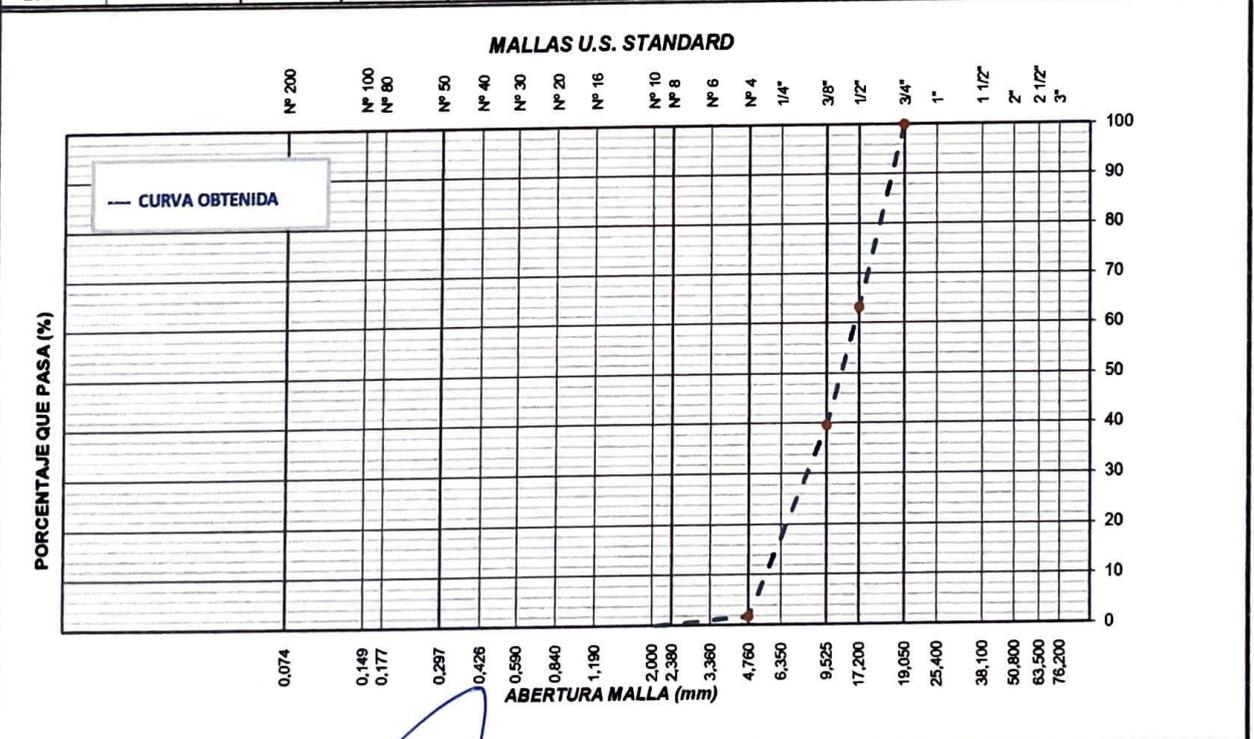
UBICACION: Carretera Ilo - Tacna Km. 119 lado Derecho

REALIZADO POR: Yoleysi Kathrin Bernedo Muñoz

REVISADO POR: B Ordoñez

FECHA: 06/05/2023

MALLAS		PESO	PORCENTAJE			DATOS DE LA MUESTRA
Tamaño	Estándar	RETENID.	RETENID.	ACUM.	PASA	
3"	75,0 mm					Peso Total <u>11533.0</u> grs.
2 1/2"	63,0 mm					
2"	50,0 mm					
1 1/2"	38,1 mm					
1"	25,0 mm					
3/4"	19,0 mm				100.0	
1/2"	12,7 mm	4241	36.8	36.8	63.2	
3/8"	9,525 mm	2717	23.6	60.3	39.7	
1/4"	6,35 mm					
Nº4	4,76 mm	4371.0	37.9	98.2	1.8	
Nº8	2,38 mm					
Nº10	2,00 mm	209.5	1.8	100.0	0.0	
Nº16	1,19 mm					
Nº40	426 µm					
Nº50	297 µm					
Nº80	177 µm					
Nº100	149 µm					
Nº200	74 µm					
< 200	-					



OBSERVACIONES :

SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

CARLOS GUISEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO

A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E 503

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Region Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

REALIZADO POR: Yoleysi Kathrin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Piedra Chancada TN. 1/2"

REVISADO POR: B Ordoñez

MUESTRA: M - 03

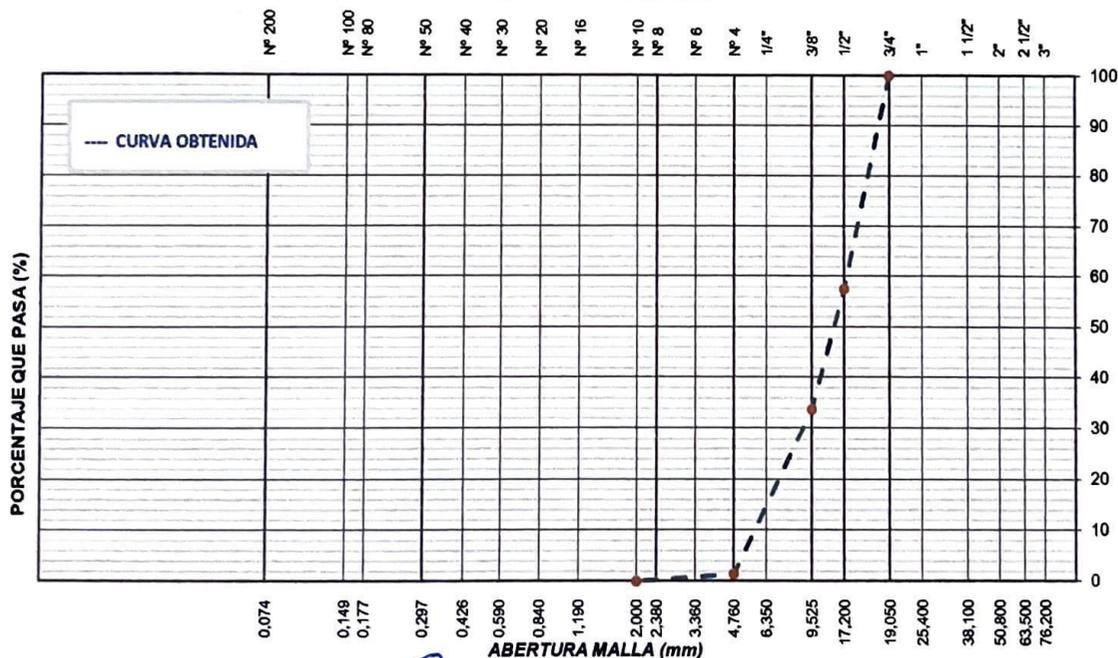
FECHA: 06/05/2023

CANTERA: Victor 1

UBICACION: Carretera Ilo - Tacna Km. 119 lado Derecho

MALLAS		PESO		PORCENTAJE		DATOS DE LA MUESTRA
Tamaño	Estándar	RETENID.	RETENID.	ACUM.	PASA	
3"	75,0 mm					Peso Total <u>12039.0</u> grs.
2 1/2"	63,0 mm					
2"	50,0 mm					
1 1/2"	38,1 mm					
1"	25,0 mm					
3/4"	19,0 mm				100.0	
1/2"	12,7 mm	5122	42.5	42.5	57.5	
3/8"	9,525 mm	2859	23.7	66.3	33.7	
1/4"	6,35 mm					
Nº4	4,76 mm	3888.0	32.3	98.6	1.4	
Nº8	2,38 mm					
Nº10	2,00 mm	168.3	1.4	100.0	0.0	
Nº16	1,19 mm					
Nº40	426 µm					
Nº50	297 µm					
Nº80	177 µm					
Nº100	149 µm					
Nº200	74 µm					
< 200	-					

MALLAS U.S. STANDARD



SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

OBSERVACIONES :

.....
CARLOS GUISSEPPE ORDOÑEZ LUJANO
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
 CONCRETO Y ASFALTO



B. Ordoñez
A. Betsy Ordoñez Lujano
 Especialista en Suelos y Pavimentos
 REG. CIP. 191410

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E 503

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Region Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

REALIZADO POR: Yoleysi Kathrin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Piedra Chancada TN. 1/2"

REVISADO POR: B Ordoñez

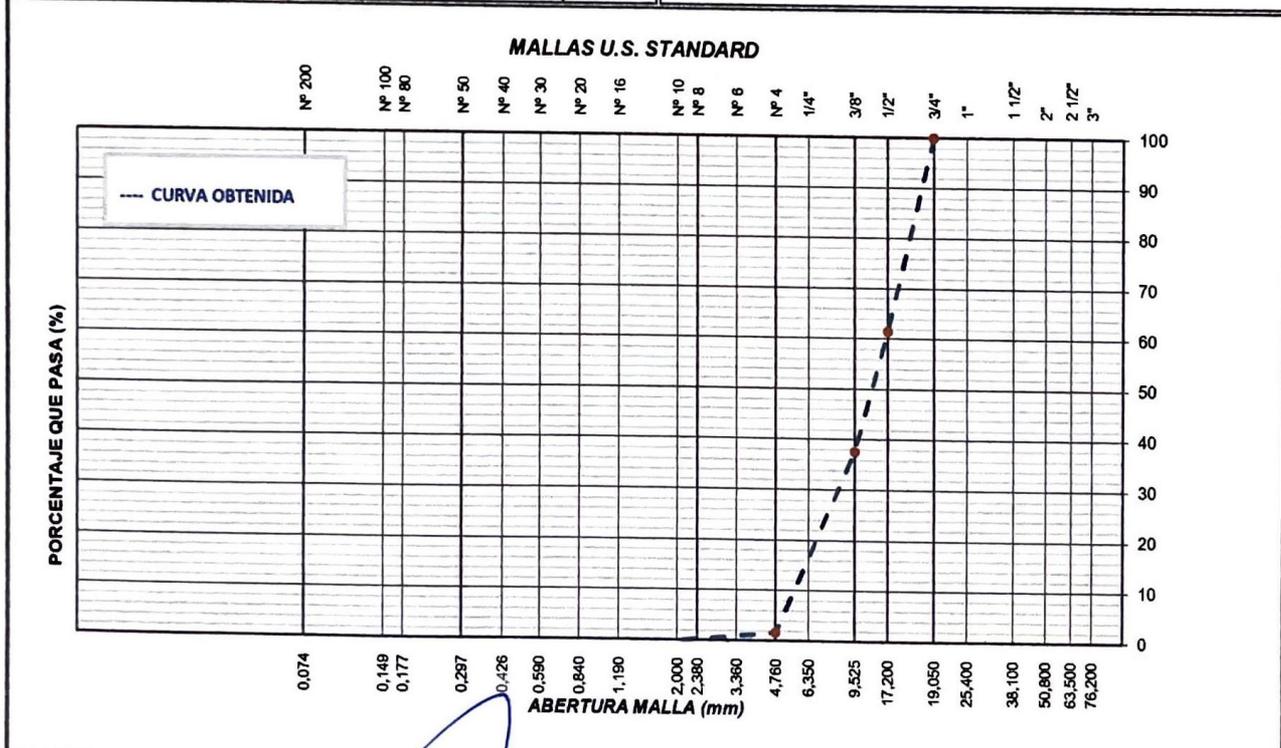
MUESTRA: Promedio

FECHA: 06/05/2023

CANTERA: Victor 1

UBICACION: Carretera Ilo - Tacna Km. 119 lado Derecho

MALLAS		PESO	PORCENTAJE			DATOS DE LA MUESTRA
Tamaño	Estándar	RETENID.	RETENID.	ACUM.	PASA	
3"	75,0 mm					Peso Total <u>11495.3</u> <u>grs.</u>
2 1/2"	63,0 mm					
2"	50,0 mm					
1 1/2"	38,1 mm					
1"	25,0 mm					
3/4"	19,0 mm				100.0	
1/2"	12,7 mm	4427	38.5	38.5	61.5	
3/8"	9,525 mm	2738	23.8	62.3	37.7	
1/4"	6,35 mm					
Nº4	4,76 mm	4136.3	36.0	98.3	1.7	
Nº8	2,38 mm					
Nº10	2,00 mm	196.0	1.7	100.0	0.0	
Nº16	1,19 mm					
Nº40	426 µm					
Nº50	297 µm					
Nº80	177 µm					
Nº100	149 µm					
Nº200	74 µm					
< 200	-					



OBSERVACIONES :

SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUISA PE ORDÓÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO

.....
A. Betsy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

**ANALISIS GRANULOMETRICO
COMBINACION DE AGREGADOS**

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E 503

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2) **REALIZADO POR** Yoleysi Kathrin Bernedo Muñoz

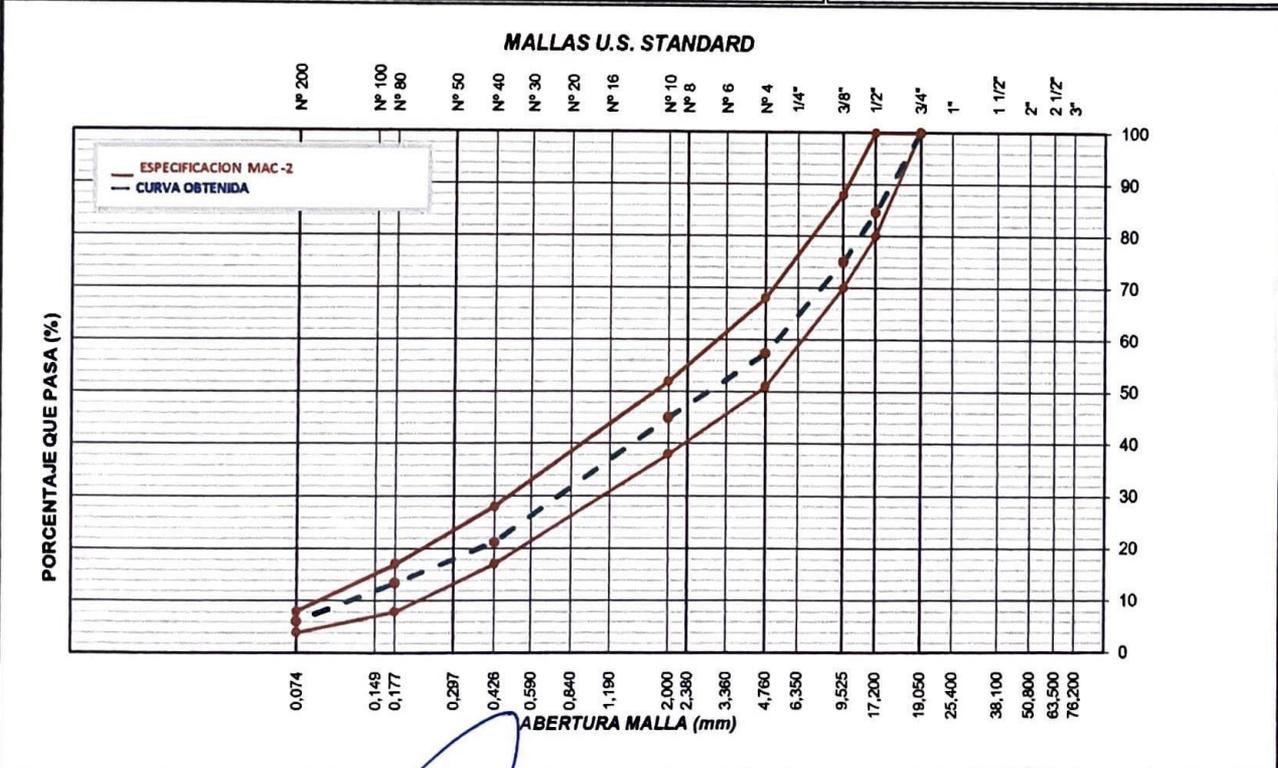
MATERIAL: Arena Triturada TM 1/4" - 60% y Piedra Chancada TMN. 1/2" - 40% **REVISADO POR:** B Ordoñez

MUESTRA: Combinación de Agregados **FECHA:** 06/05/2023

CANTERA: Victor 1

UBICACION: Carretera Ilo - Tacna Km. 119 lado Derecho

MALLAS		GRAVA TRITURADA 1/2"	ARENA TRITURADA 1/4"	PORCENTAJE			ESPECIFIC.	% DE AGREGADOS
Tamaño	Estándar	40%	60%	RETENID.	ACUM.	PASA	MAC - 2	
3"	75,0 mm							
2 1/2"	63,0 mm							
2"	50,0 mm							Piedra Chancada TM. 1/2" 40.0 %
1 1/2"	38,1 mm							Arena Triturada TM 1/4" 60.0 %
1"	25,0 mm							100.0 %
3/4"	19,0 mm					100.0	100	CARACTERISTICAS
1/2"	12,7 mm	15.4		15.4	15.4	84.6	80 - 100	Tamaño Maximo 3/4"
3/8"	9,525 mm	9.5		9.5	24.9	75.1	70 - 88	Tamaño Maximo Nominal 1/2"
1/4"	6,35 mm							Grava (%) 42.6
Nº4	4,76 mm	14.4	3.3	17.7	42.6	57.4	51 - 68	Arena (%) 57.4
Nº8	2,38 mm							Finos (%) 6.2
Nº10	2,00 mm	0.7	11.7	12.3	55.0	45.0	38 - 52	
Nº16	1,19 mm							
Nº40	426 µm		23.8	23.8	78.8	21.2	17 - 28	
Nº50	297 µm							
Nº80	177 µm		7.8	7.8	86.6	13.4	8 - 17	
Nº100	149 µm							
Nº200	74 µm		7.3	7.3	93.8	6.2	4 - 8	
< 200	-							



OBSERVACIONES :

SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

CARLOS GUILLERMO ORDÓÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO

A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

ANEXO 2

REPORTES DE ENSAYOS DE AGREGADO

FINO

ARENA TRITURADA TM 1/4"

METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADO FINO
NORMA APLICABLE: MTC E 114

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfaltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Region Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfaltica en Caliente (MAC - 2) REALIZADO POR: Yoleysi Kathrin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Arena Triturada TM. 1/4" REVISADO POR: B. Ordoñez

CANTERA: Victor 1 FECHA: 07/05/2023

UBICACION: Carretera Ilo - Tacna Km. 119 lado Derecho

EQUIVALENTE DE ARENA

DATOS DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION				PROMEDIO
	1	2	3		
Tamaño máximo (pasa malla N° 4) mm	5.52	5.54	5.56		
Hora de entrada a saturación 00:10	10:10	10:12	10:14		
Hora de salida de saturación (mas 10")	10:20	10:22	10:24		
Hora de entrada a decantación 00:02	10:22	10:24	10:26		
Hora de salida de decantación (mas 20")	10:42	10:44	10:46		
Altura máxima de material fino (pulg)	5.60	5.80	6.00		
Altura máxima de la arena (pulg)	3.80	3.90	4.00		
Equivalente de Arena %	68.0	68.0	67.0		68.0

Observaciones:

SVT CONSTRUCTORES E.I.R.L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUISE/PE ORDÓÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO


Betsy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO
NORMA APLICABLE: MTC E 222

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2) **REALIZADO POR:** Yoleysi Kathrin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Arena Triturada TM. 1/4" **REVISADO POR:** B. Ordoñez

CANTERA: Victor 1 **FECHA:** 08/05/2023

UBICACION: Carretera Ilo - Tacna Km. 119 lado Derecho

ENSAYO DE ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA

PARAMETRO FISICO A MEDIR	UNID.	PRUEBA 1	PRUEBA 2	RESULTADO PROMEDIO
Temperatura de ensayo	(°C)	25.6	25.0	
Masa Muestra SSS (S)	(g.)	500.0	500.0	
Masa Picnometro + Agua + Muestra (C)	(g.)	976.0	978.0	
Masa Picnometro + Agua (B)	(g.)	667.3	667.8	
Masa seca al aire	(cm³)	488.4	488.2	
Gsb (23/23°C)		2.553	2.572	2.563

DATOS DE ENSAYO	UNIDADES	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3
Volumen del Cilindro { V }	{ cm³ }	100.60	100.60	100.60
Peso del Cilindro	{ g }	172.00	172.00	172.00
Peso del Cilindro + Material	{ g }	322.00	322.50	322.40
Peso del Material { F }	{ g }	150.00	150.50	150.40
Gs del Material { G }	{ g/cm³ }	2.563	2.563	2.563
Porcentaje de Vacios del Material { U }	%	41.8	41.6	41.7
Porcentaje de Vacios Promedio { U s }	%		41.7	

Observaciones:

SVT CONSTRUCTORES E.I.R.L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUISAÑE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



Betssy Ordoñez
A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

VALOR DE AZUL DE METILENO
NORMA APLICABLE: AASHTO TP 57 - AASHTO T-330

PROYECTO:	<i>Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022</i>		
CONCEPTO:	<i>Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)</i>	REALIZADO POR:	<i>Yoleysi Kathrin Bernedo Muñoz</i>
MATERIAL:	<i>Arena Triturada TM. 1/4"</i>	REVISADO POR:	<i>B. Ordoñez</i>
CANTERA:	<i>Victor 1</i>	FECHA:	<i>08/05/2023</i>
UBICACION:	<i>Carretera Ilo - Tacna Km. 119 lado Derecho</i>		

ENSAYO DE VALOR DE AZUL DE METILENO

$$VA = \frac{C \times V}{W}$$

<i>C - Concentración de la Solución de Azul de Metileno (mg de Azul por ml de solución)</i>	5
<i>V - ml de solución de Azul de Metileno requerida para prueba positiva (0.1 ml)</i>	12.1
<i>W - Muestra seca utilizada en el ensayo (0.01 g)</i>	11.00
RESULTADO DE VALOR DE AZUL DE METILENO (mg/g)	5.5

Observaciones: Agregado fino pasante tamiz N° 200.

SVT CONSTRUCTORES E.I.R.L.
LABORATORIO

CARLOS GUISEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO




Betssy Ordoñez Lujano

A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD
NORMA APLICABLE : MTC E 110 - MTC E 111

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Region Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2) **REALIZADO POR:** Yoleysi Kathrin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Arena Triturada TM. 1/4" **REVISADO POR:** B. Ordoñez

CANTERA: Victor 1 **FECHA:** 07/05/2023

UBICACION: Carretera Ilo - Tacna Km. 119 lado Derecho

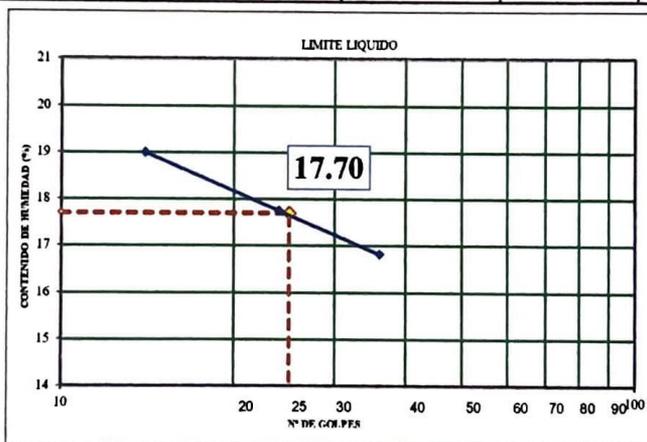
LIMITE LIQUIDO (MTC E 110) - TAMIZ N° 40

RECIPIENTE N°	N°	11	13	15	Observaciones:
N° DE GOLPES	N°	36	24	14	
RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	grs	69.86	71.30	69.82	
RECIPIENTE + SUELO SECO	grs	63.23	64.11	62.41	
PESO DEL RECIPIENTE	grs	23.80	23.62	23.39	
PESO DE AGUA	grs	6.63	7.19	7.41	
PESO DEL SUELO SECO	grs	39.43	40.49	39.02	
% DE HUMEDAD	%	16.81	17.76	18.99	

LIMITE PLASTICO (MTC E 111) - TAMIZ N° 40

RECIPIENTE N°	N°			Observaciones:
RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	grs			
RECIPIENTE + SUELO SECO	grs			
PESO DEL RECIPIENTE	grs			
PESO DE AGUA	grs			
PESO DEL SUELO SECO	grs			
% DE HUMEDAD (Limite Plástico)	%			

NP



LIMITE LIQUIDO

17.70

LIMITE PLASTICO

NP

INDICE PLASTICIDAD

NP

Observaciones:

Agregado fino pasante tamiz N° 40.

SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUISEPPE ORDOÑEZ LUJANO
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
 CONCRETO Y ASFALTO



Betsy Ordoñez Lujano
Betsy Ordoñez Lujano
 Especialista en Suelos y Pavimentos
 REG. CIP. 191410

**DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO
NORMA APLICABLE: MTC E 209**

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2) **REALIZADO POR:** Yoleysi Kathrin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Arena Triturada TM. 1/4" **REVISADO POR:** B. Ordoñez

CANTERA: Victor 1 **FECHA:** 08/05/2023

UBICACION: Carretera Ilo - Tacna Km. 119 lado Derecho

ENSAYO DE DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO

ENSAYO DEL AGREGADO FINO

TAMIZ		ESCALONADO ORIGINAL (%)	PESO FRACCION (g)	PERDIDAS DESPUES DEL ENSAYO		
PASA	RETIENE			PESO (g)	SIN CORREGIR (%)	CORREGIDO (%)
N° 4	N° 8	17.4	100.0	23.9	23.9	4.2
N° 8	N° 16	23.3	100.0	18.3	18.3	4.3
N° 16	N° 30	9.4	100.0	12.5	12.5	1.2
N° 30	N° 50	4.3	100.0	13.8	13.8	0.6

TOTAL (%)	10.2
ESPECIFICACION	18 % Max.

OBSERVACIONES:

SVT CONSTRUCTORES E.I.R.L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUISEPPE ORDÓÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



Betssy Ordoñez Lujano
A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

**INDICE DE DURABILIDAD
NORMA APLICABLE: MTC E 214**

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Region Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2) **REALIZADO POR:** Yoleysi Kathrin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Arena Triturada TM. 1/4" **REVISADO POR:** B. Ordoñez

CANTERA: Victor 1 **FECHA:** 07/05/2023

UBICACION: Carretera Ilo - Tacna Km. 119 lado Derecho

ENSAYO DE INDICE DE DURABILIDAD

ENSAYO DEL AGREGADO FINO

ANALISIS DE	INDICE DE DURABILIDAD %	CONDICIONES AMBIENTALES DE LABORATORIO	
		TEMPERATURA °C	HUMEDAD RELATIVA %
Arena triturada 1/4"	44.2	16.0	70.0

TOTAL (%)	44.2 %
------------------	---------------

OBSERVACIONES:

SVT CONSTRUCTORES E.I.R.L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUISEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



Berisy
.....
A. Berisy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

NORMA APLICABLE : MTC E 110 - MTC E 111

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Region Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

MATERIAL: Arena Triturada TM. 1/4"

CANTERA: Victor 1

UBICACION: Carretera Ilo - Tacna Km. 119 lado Derecho

REALIZADO POR: Yoleysi Kathrin Bernedo Muñoz

REVISADO POR: B. Ordoñez

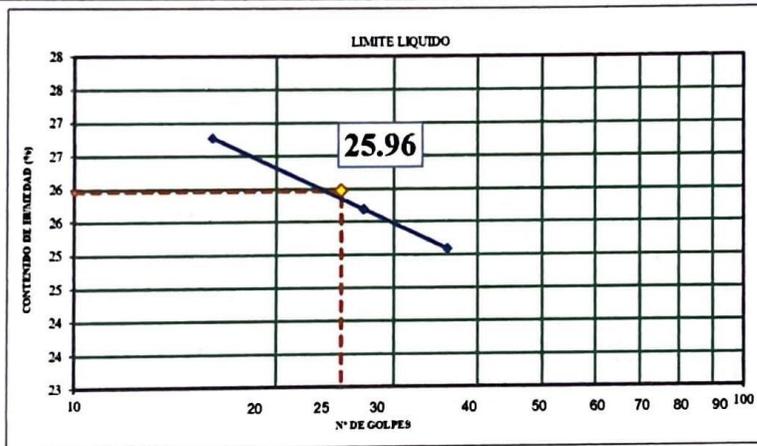
FECHA: 07/05/2023

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110) - TAMIZ N° 200

RECIPIENTE N°	N°	1	2	3	Observaciones:
N° DE GOLPES	N°	16	27	36	
RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	grs	66.80	65.22	66.57	
RECIPIENTE + SUELO SECO	grs	57.90	58.81	58.10	
PESO DEL RECIPIENTE	grs	24.40	24.80	23.82	
PESO DE AGUA	grs	8.90	8.41	8.47	
PESO DEL SUELO SECO	grs	33.50	32.01	34.28	
% DE HUMEDAD	%	26.57	26.27	24.71	

LIMITE PLASTICO (MTC E 111) - TAMIZ N° 200

RECIPIENTE N°	N°	4	5	PROMEDIO	Observaciones:
RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	grs	33.60	32.40		
RECIPIENTE + SUELO SECO	grs	31.80	30.93		
PESO DEL RECIPIENTE	grs	23.88	24.10		
PESO DE AGUA	grs	1.80	1.47		
PESO DEL SUELO SECO	grs	7.92	6.83		
% DE HUMEDAD (Limite Plástico)	%	22.73	21.52	22.13	



LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICIDAD
25.84	22.13	3.71

Observaciones:

Agregado fino pasante tamiz N° 200.

SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUISAFÉ ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



B. Ordoñez
A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

ENSAYO DE SALES SOLUBLES TOTALES
NORMA APLICABLE: MTC E 219 - MTC E 1999

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2) REALIZADO POR: Yolaysi Kathrin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Arena Triturada TM 1/4" REVISADO POR: B. Ordoñez

CANTERA: Victor 1 FECHA: 09/05/2023

UBICACION: Carretera Ilo - Tacna Km. 119 lado Derecho

ENSAYO DE SALES SOLUBLES TOTALES AGREGADO FINO

DATOS	UNIDAD	1	2	PROMEDIO
PESO TARRO (BIKER 500 ML)	gr	104.52	105.11	
PESO TARRO + AGUA + SAL	gr	250.10	257.22	
PESO TARRO SECO + SAL	gr	105.25	105.77	
PESO DE SAL	gr	0.73	0.66	
PESO DE AGUA	gr	144.85	151.45	
PORCENTAJE DE SALES SOLUBLES TOTALES	%	0.504	0.436	0.470

Observaciones:

SVT CONSTRUCTORES E.I.R.L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUISEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



Betsey Ordoñez Lujano
A. Betsey Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO
NORMA APLICABLE: MTC E 205 - MTC E 206

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2) **REALIZADO POR:** Yoleysi Kathrin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Arena Triturada TM 1/4" **REVISADO POR:** B. Ordoñez

CANTERA: Victor 1 **FECHA:** 09/05/2023

UBICACION: Carretera Ilo - Tacna Km 119 lado Derecho

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS FINOS (MTC E 205)

DATOS	UNIDAD	1	2	
PESO MATERIAL SATURADO SUPERFICIAL SECO (EN AIRE)	gr	300.0	300.0	
PESO DE FRASCO + AGUA	gr	649.9	651.4	
PESO DE FRASCO + AGUA + PESO MATERIAL SSS	gr	949.9	951.4	
PESO DE MATERIAL + AGUA EN EL FRASCO	gr	840.0	841.2	
VOLUMEN DE LA MASA + VOLUMEN DE VACIOS	cc	109.9	110.2	
PESO DE MATERIAL SECO	gr	296.8	296.8	
VOLUMEN DE MASA	cc	106.5	107.0	

RESULTADOS	UNIDAD	1	2	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA)	gr/cc	2.899	2.693	2.696
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA)	gr/cc	2.730	2.722	2.726
PESO ESPECIFICO APARENTE (BASE SECA)	gr/cc	2.785	2.774	2.779
PORCENTAJE DE ABSORCION	%	1.146	1.078	1.112

Observaciones:

SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUISEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



Betssy Ordoñez
A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

ANEXO 3

REPORTES DE ENSAYOS DE AGREGADO

GRUESO

PIEDRA CHANCADA TN 1/2"

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO
NORMA APLICABLE: MTC E 209

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2) REALIZADO POR: Yoleysi Kathrin Bermedo Muñoz

MATERIAL: Piedra Chancada T.M.N. 1/2" REVISADO POR: B. Ordoñez

CANTERA: Victor 1 FECHA: 09/05/2023

UBICACION: Carretera Ilo - Tacna Km. 119 lado Derecho

ENSAYO DE DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO

ENSAYO DEL AGREGADO GRUESO

TAMIZ		ESCALONADO ORIGINAL (%)	PESO FRACCION (g)	PERDIDAS DESPUES DEL ENSAYO		
PASA	RETIENE			PESO (g)	SIN CORREGIR (%)	CORREGIDO (%)
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	15.4	733.0	44.4	6.1	0.9
1/2"	3/8"	32.6	330.0	14.4	4.4	1.4
3/8"	N° 4	52.0	300.0	39.5	13.2	6.8

TOTAL (%)	9.2
------------------	------------

OBSERVACIONES:

SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUISEPPE ORDÓÑEZ LUJANO
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
 CONCRETO Y ASFALTO



Betsy Ordoñez

Betsy Ordoñez Lujano
 Especialista en Suelos y Pavimentos
 REG. CIP. 191410

ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)
NORMA APLICABLE: MTC E 207

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana Kennedy del Distrito de Ilo en la Region Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2) **REALIZADO POR:** Yoleysi Kathrin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Piedra Chancada T.M.N. 1/2" **REVISADO POR:** B. Ordoñez

CANTERA: Victor 1 **FECHA:** 09/05/2023

UBICACION: Carretera Ilo - Tacna Km. 119 lado Derecho

ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)

TAMIZ		GRADACIONES			
		A	B	C	D
1 1/2"	1"				
1"	3/4"				
3/4"	1/2"	2501.0			
1/2"	3/8"	2503.0			
3/8"	No 4				
PESO TOTAL		5004.0			
Retenido en la malla N° 12		3,927			
Que pasa en la malla N° 12		1,077			
N° de Esferas		12			
Peso de las Esferas Kg.		425.0			
% Desgaste		21.5			

OBSERVACIONES :

SVT CONSTRUCTORES E.I.R.L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUISEPPE ORDÓÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO




Betsy Ordoñez Lujano
Betsy Ordoñez Lujano
 Especialista en Suelos y Pavimentos
 REG. CIP. 191410

ADHERENCIA AGREGADO - BITUMEN
NORMA APLICABLE: MTC E 517 519, AASHTO T 182 84

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2) **REALIZADO POR:** Yoleysi Kathrin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Piedra Chancada T.M.N. 1/2" **REVISADO POR:** B. Ordoñez

CANTERA: Victor 1 **FECHA:** 09/05/2023

UBICACION: Carretera Ilo - Tacna Km. 119 lado Derecho

ADHERENCIA AGREGADO

MUESTRA	% DE RECUBRIMIENTO	CONDICION DE PRUEBA
GRAVA CHANCADA + PEN 60/70	+95	INMERSION EN AGUA 100 GRADOS CELCIUS POR 10 MIN.
GRAVA CHANCADA + PEN 60/70	+95	
GRAVA CHANCADA + PEN 60/70	+95	
GRAVA CHANCADA + PEN 60/70	+95	

OBSERVACIONES:

SVT CONSTRUCTORES E.I.R.L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUISEPPE ORDÓÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



Yetsy Ordoñez Lujano
A. Yetsy Ordoñez Lujano
 Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. C.U. 194440

INDICE DE DURABILIDAD
NORMA APLICABLE: MTC E 214

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2) **REALIZADO POR:** Yoleysi Kathrin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Piedra Chancada T.M.N. 1/2" **REVISADO POR:** B. Ordoñez

CANTERA: Victor 1 **FECHA:** 08/05/2023

UBICACION: Carretera Ilo - Tacna Km. 119 lado Derecho

ENSAYO DE INDICE DE DURABILIDAD

ENSAYO DEL AGREGADO GRUESO

ANALISIS DE	INDICE DE DURABILIDAD %	CONDICIONES AMBIENTALES DE LABORATORIO	
		TEMPERATURA °C	HUMEDAD RELATIVA %
Grava triturada 1/2"	45.0	16.0	72.0
		TOTAL (%)	45 %

OBSERVACIONES:

SVT CONSTRUCTORES E.I.R.L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUISEPPE ORDÓÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



Betssy Ordoñez
.....
A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS
NORMA APLICABLE: MTC E 223

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2) **REALIZADO POR:** Yoleysi Kathrin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Piedra Chancada T.M.N. 1/2" **REVISADO POR:** B. Ordoñez

CANTERA: Victor 1 **FECHA:** 08/05/2023

UBICACION: Carretera Ilo - Tacna Km. 119 lado Derecho

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS

MATERIAL		AGREGADO GRUESO			CHATAS Y ALARGADAS			
TAMIZ	Aabertura	PESO RET.	% RET.	% PASA	PESO	CHATAS Y ALARG.	(%)	(%) Corregido
(pulg)	(mm)							
3"	76.200							
2"	50.800							
1 1/2"	38.100							
1"	25.400							
3/4"	19.050			100.0				
1/2"	12.700	3072.0	58.3	46.3	2960.0	152.0	5.1	299.4
3/8"	8.750	2645.0	41.7		2485.0	351.0	14.1	589.0
TOTAL		5717.0	100.0		5445.0	503.0	19.3	888.4

PESO TOTAL DE LA MUESTRA	5,717	Grs.	
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS	8.9	%	

OBSERVACIONES:

SVT CONSTRUCTORES E.I.R.L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GIUSEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



Betsy Ordoñez
A. Betsy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS DE LOS AGREGADOS

NORMA APLICABLE: MTC E 210

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2) **REALIZADO POR:** Yoleysi Kathrin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Piedra Chancada T.M.N. 1/2" **REVISADO POR:** B. Ordoñez

CANTERA: Victor 1 **FECHA:** 08/05/2023

UBICACION: Carretera Ilo - Tacna Km. 119 lado Derecho

METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUESO

A - Agregados Con Una Cara Fracturada

Tamaño de las Partículas		Masa Inicial Antes del Ensayo (A)	Masa de la Fracción con Cara Fracturada (B)	% de la Fracción con Cara Fracturada (C)	Graduación Original de la Muestra (D)	E (C*D)
Pasante en Tamiz	Retenido en Tamiz	(0.1g)	(0.1g)	((B/A)*100) (0.1%)	(0.1%)	(0.1g)
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	3072.0	3067.0	99.8	53.7	5361.3
1/2"	3/8"	2645.0	2216.6	83.8	46.3	3880.1
TOTAL		5717.0	5283.6	---	100.0	9241.4

% Agregados Con Una Cara Fracturada (Total E / Total D) = **92.4 %**

B - Agregados Con Dos o Más Caras Fracturadas

Tamaño de las Partículas		Masa Inicial Antes del Ensayo (A)	Masa de la Fracción con Caras Fracturadas (B)	% de la Fracción con Caras Fracturadas (C)	Graduación Original de la Muestra (D)	E (C*D)
Pasante en Tamiz	Retenido en Tamiz	(0.1g)	(0.1g)	((B/A)*100) (0.1%)	(0.1%)	(0.1g)
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	3072.0	2617.0	85.2	53.7	4574.6
1/2"	3/8"	2645.0	2203.0	83.3	46.3	3856.3
TOTAL		5717.0	4820.0	---	100.0	8430.9

% Agregados Con Dos o Más Caras Fracturadas (Total E / Total D) = **84.3 %**

Observaciones:

SVT CONSTRUCTORES E.I.R.L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUISEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



Betssy Ordoñez
A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

ENSAYO DE SALES SOLUBLES TOTALES
NORMA APLICABLE: MTC E 219 - MTC E 1999

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2) REALIZADO POR: Yoleysi Kathrin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Piedra Chancada T.M.N. 1/2" REVISADO POR: B. Ordoñez

CANTERA: Victor 1 FECHA: 09/05/2023

UBICACION: Carretera Ilo - Tacna Km. 119 lado Derecho

ENSAYO DE SALES SOLUBLES TOTALES AGREGADO GRUESO

DATOS	UNIDAD	1	2	PROMEDIO
PESO TARRO (BIKER 500 ML)	gr	164.98	169.00	
PESO TARRO +AGUA +SAL	gr	242.00	242.50	
PESO TARRO SECO + SAL	gr	165.35	169.25	
PESO DE SAL	gr	0.37	0.25	
PESO DE AGUA	gr	76.65	73.25	
PORCENTAJE DE SALES SOLUBLES TOTALES	%	0.483	0.341	0.41

Observaciones:

.....

.....

SVT CONSTRUCTORES E.I.R.L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUSEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



A. Piessy Ordoñez Lujano
A. Piessy Ordoñez Lujano
 Especialista en Suelos y Pavimentos
 REG. CIP. 191410

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO
NORMA APLICABLE: MTC E 205 - MTC E 206

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Region Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2) **REALIZADO POR:** Yoleysi Kathrin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Piedra Chancada T.M.N. 1/2" **REVISADO POR:** B. Ordoñez

CANTERA: Victor 1 **FECHA:** 09/05/2023

UBICACION: Carretera Ilo - Tacna Km. 119 lado Derecho

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESOS (MTC E 206)

DATOS	UNIDAD	1	2	
PESO MATERIAL SATURADO SUPERFICIAL SECO (EN AIRE)	gr	1513.0	1620.9	
PESO MATERIAL SATURADO SUPERFICIAL SECO (EN AGUA)	gr	955.0	1023.0	
VOLUMEN DE LA MASA + VOLUMEN DE VACIOS	cc	558.0	597.9	
PESO DE MATERIAL SECO	gr	1504.9	1611.6	
VOLUMEN DE MASA	cc	549.9	588.6	
RESULTADOS	UNIDAD	1	2	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA)	gr/cc	2.697	2.695	2.696
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA)	gr/cc	2.711	2.754	2.733
PESO ESPECIFICO APARENTE (BASE SECA)	gr/cc	2.737	2.738	2.737
PORCENTAJE DE ABSORCION	%	0.538	0.577	0.558

Observaciones:

SVT CONSTRUCTORES E.I.R.L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUISEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



A. Reyssy Ordoñez Lujano
A. Reyssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

ANEXO 4

MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

PEN 60/70

DISEÑO CONVENCIONAL

COMBINACION DE AGREGADOS - MATERIALES PROCESADOS

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

MATERIAL: Comb. de agreg.: Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40%

DISEÑO: Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60 - 70
Asfalto convencional

REALIZADO POR: Yolysí Kathrin Bernedo Muñoz

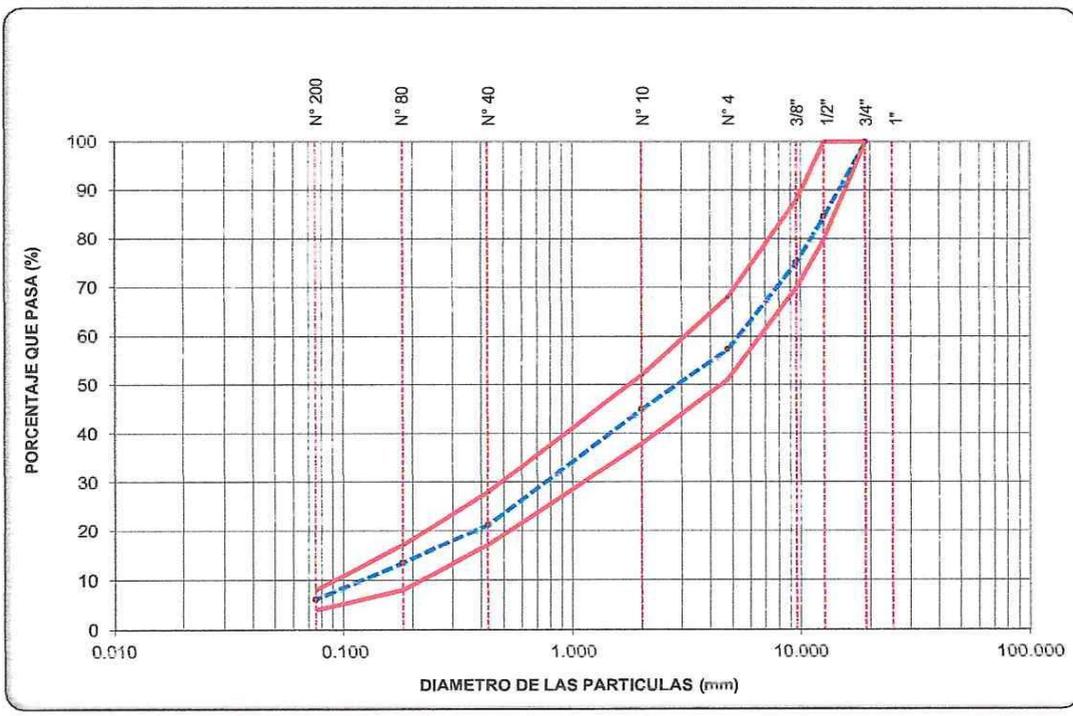
REVISADO POR: B. Ordoñez

FECHA: 10/05/2023

Abertura Malla	AASHTO T-27(mm)	Granulometría de los Agregados			MAC - 2	
		Agregado	Agregado	% Combinado	MIN	MAX
		ARENA CHANCADA	GRAVA 1/2	que pasa		
1"	25.000					
3/4"	19.050		100.0	100.0	100	100
1/2"	12.500		61.5	84.6	80	100
3/8"	9.500	100.0	37.7	75.1	70	88
N° 4	4.750	94.5	1.7	57.4	51	68
N° 10	2.000	75.0		45.0	38	52
N° 40	0.425	35.3		21.2	17	28
N° 80	0.180	22.4		13.4	8	17
N° 200	0.075	10.3		6.2	4	8

COMBINACION

ARENA	%	GRAVA	%	TOTAL
Arena Chancada 1/4"	60	Grava Trit. 1/2"	40	
Sub Total	60		40	100



OBSERVACIONES : _____

SVT CONSTRUCTORES E.I.R.L. LABORATORIO

CARLOS GUSEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO


A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191418

DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS EN EL MARSHALL

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Region Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2) **REALIZADO POR:** Yoileysi Kathrin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Comb. de agreg.: Arena Titur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chano. TMN. 1/2" - 40% **REVISADO POR:** B. Ordoñez

DISEÑO: Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60 -70 **FECHA:** 10/05/2023

Asfalto convencional

% GRAVA EN LA CURVA	40.0				
% ARENA EN LA CURVA	60.0				
COMBINACIÓN	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
TOTAL (%)	100	100	100	100	100
ASFALTO (%)	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
%TOTAL (GRAVA + ARENA) EN EL MARSHALL	95.5	95.0	94.5	94.0	93.5
(%) PIEDRA EN EL MARSHALL	38.2	38.0	37.8	37.6	37.4
(%) ARENA EN EL MARSHALL	57.3	57.0	56.7	56.4	56.1

SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUSEPPE ORDÓÑEZ LUJANO
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
 CONCRETO Y ASFALTO


Betssy Ordoñez Lujano
A. Betssy Ordoñez Lujano
 Especialista en Suelos y Pavimentos
 REG. CIP. 191410

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

REALIZADO POR: Yoileysi Kathrin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Comb. de agreg.: Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40%

REVISADO POR : B. Ordoñez

DISEÑO: Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60 -70

FECHA: 10/05/2023

Asfalto convencional

% DE C.A.: 4.5

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	4.50	4.50	4.50		4.50
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	38.20	38.20	38.20		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	57.30	57.30	57.30	100.00	
4	% de agregado filler en peso de la mezcla					
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1.014	1.014	1.014		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2.696	2.696	2.696		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2.696	2.696	2.696		
8	Peso específico filler - aparente	2.310	2.310	2.310		
9	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1194.5	1196.3	1196.0		
10	Peso de la briqueta saturada (grs)	1196.5	1198.4	1198.3		
11	Peso de la briqueta en el agua (grs)	696.1	698.9	700.0		
12	Volumen de la briqueta por desplazamiento	500.4	499.5	498.3		
13	Peso específico bulk de la briqueta	2.387	2.395	2.400		2.394
14	Peso específico maximo ASTM D-2041(RICE)	2.512	2.512	2.512		
15	% de vacíos	5.0	4.7	4.5		4.70
16	Peso específico bulk del agregado total	2.696	2.696	2.696		
17	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	15.44	15.16	14.98		15.20
18	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	67.80	69.28	70.28		69.10
19	Peso específico del agregado total	2.700	2.700	2.700		
20	Asfalto absorbido por el agregado total	0.66	0.66	0.66		
21	% de asfalto efectivo	3.87	3.87	3.87		
22	Flujo (mm)	2.20	2.10	2.30		2.20
23	Lectura del Dial Anillo Marshall	1233	1215	1120		
24	Estabilidad sin corregir (kgs)	1257	1239	1142		
25	Factor de estabilidad (Tabla)	1.04	1.04	1.04		
26	Estabilidad corregida: (kgs)	1308	1288	1188		1261.3
27	Índice de rigidez: (kgs/cm)	5944	6136	5164		5747.8
28	Relación Polvo Asfalto	0.63	0.63	0.63		0.63

OBSERVACIONES . . :

SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUISEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



B. Ordoñez
A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

REALIZADO POR: Yuleysi Káhrin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Comb. de agreg.: Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40%

REVISADO POR: B. Ordoñez

DISEÑO: Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60 -70

FECHA: 10/05/2023

Asfalto convencional

% DE C.A.: 5.0

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	5.00	5.00	5.00		5.00
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	38.00	38.00	38.00		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	57.00	57.00	57.00	100.00	
4	% de agregado filler en peso de la mezcla					
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1.014	1.014	1.014		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2.696	2.696	2.696		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2.696	2.696	2.696		
8	Peso específico filler - aparente	2.310	2.310	2.310		
9	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1194.3	1195.0	1193.8		
10	Peso de la briqueta saturada (grs)	1196.3	1196.9	1195.5		
11	Peso de la briqueta en el agua (grs)	700.2	702.1	702.3		
12	Volumen de la briqueta por desplazamiento	496.1	494.8	493.2		
13	Peso específico bulk de la briqueta	2.407	2.415	2.421		2.414
14	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2.520	2.520	2.520		
15	% de vacíos	4.5	4.2	3.9		4.20
16	Peso específico bulk del agregado total	2.696	2.696	2.696		
17	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	15.17	14.90	14.71		14.90
18	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	70.54	72.06	73.16		71.90
19	Peso específico del agregado total	2.734	2.734	2.734		
20	Asfalto absorbido por el agregado total	0.70	0.70	0.70		
21	% de asfalto efectivo	4.34	4.34	4.34		
22	Flujo (mm)	2.70	2.80	2.60		2.70
23	Lectura del Dial Anillo Marshall	1230	1198	1232		
24	Estabilidad sin corregir (kgs)	1254	1222	1256		
25	Factor de estabilidad (Tabla)	1.04	1.09	1.09		
26	Estabilidad corregida: (kgs)	1304	1332	1369		1335.1
27	Índice de rigidez: (kgs/cm)	4831	4756	5267		4951.1
28	Relación Polvo Asfalto	0.70	0.70	0.70		0.70

OBSERVACIONES . . :

SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUSEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



B. Ordoñez
A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

MATERIAL: Comb. de agreg: Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40%

DISEÑO: Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60 -70
Asfalto convencional

REALIZADO POR: Yuleysi Kathrin Bernedo Muñoz

REVISADO POR : B. Ordoñez

FECHA: 10/05/2023

% DE C.A.: 5.5

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	5.50	5.50	5.50		5.50
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	37.80	37.80	37.80		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	56.70	56.70	56.70	100.00	
4	% de agregado filler en peso de la mezcla					
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1.014	1.014	1.014		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2.696	2.696	2.696		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2.696	2.696	2.696		
8	Peso específico filler - aparente	2.310	2.310	2.310		
9	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1192.0	1196.0	1195.4		
10	Peso de la briqueta saturada (grs)	1192.4	1196.6	1196.0		
11	Peso de la briqueta en el agua (grs)	701.3	703.2	702.8		
12	Volumen de la briqueta por desplazamiento	491.1	493.4	493.2		
13	Peso específico bulk de la briqueta	2.427	2.424	2.424		2.425
14	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2.526	2.526	2.526		
15	% de vacíos	3.9	4.0	4.0		4.0
16	Peso específico bulk del agregado total	2.696	2.696	2.696		
17	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	14.92	15.03	15.04		15.0
18	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	73.79	73.14	73.09		73.30
19	Peso específico del agregado total	2.766	2.766	2.766		
20	Asfalto absorbido por el agregado total	0.80	0.80	0.80		
21	% de asfalto efectivo	4.74	4.74	4.74		
22	Flujo (mm)	3.00	3.00	3.00		3.00
23	Lectura del Dial Anillo Marshall	1285	1242	1216		
24	Estabilidad sin corregir (kgs)	1310	1266	1240		
25	Factor de estabilidad (Tabla)	1.09	1.09	1.09		
26	Estabilidad corregida: (kgs)	1428	1380	1352		1386.7
27	Índice de rigidez: (kgs/cm)	4761	4601	4505		4622.5
28	Relación Polvo Asfalto	0.77	0.77	0.77		0.77

OBSERVACIONES . :

SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUSEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



Betssy Ordoñez
A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

MATERIAL: Comb. de agreg.: Arena Triur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40%

DISEÑO: Mezcla Asfáltica en caliente PEN 80 -70
Asfalto convencional

REALIZADO POR: Yuleysi Kathrin Bernaldo Muñoz
REVISADO POR : B. Ordoñez
FECHA: 10/05/2023
% DE C.A.: 6.0

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	6.00	6.00	6.00		6.00
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	37.60	37.60	37.60		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	56.40	56.40	56.40	100.00	
4	% de agregado filler en peso de la mezcla					
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1.014	1.014	1.014		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2.696	2.696	2.696		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2.696	2.696	2.696		
8	Peso específico filler - aparente	2.310	2.310	2.310		
9	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1194.0	1194.0	1195.3		
10	Peso de la briqueta saturada (grs)	1196.0	1194.7	1196.0		
11	Peso de la briqueta en el agua (grs)	704.4	703.8	704.9		
12	Volumen de la briqueta por desplazamiento	491.6	490.9	491.1		
13	Peso específico bulk de la briqueta	2.429	2.432	2.434		2.432
14	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2.528	2.528	2.528		
15	% de vacíos	3.9	3.8	3.7		3.80
16	Peso específico bulk del agregado total	2.696	2.696	2.696		
17	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	15.32	15.20	15.14		15.20
18	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	74.38	75.08	75.42		75.0
19	Peso específico del agregado total	2.794	2.794	2.794		
20	Asfalto absorbido por el agregado total	0.85	0.85	0.85		
21	% de asfalto efectivo	5.20	5.20	5.20		
22	Flujo (mm)	3.60	3.60	3.30		3.50
23	Lectura del Dial Anillo Marshall	1216	1151	1193		
24	Estabilidad sin corregir (kgs)	1240	1174	1217		
25	Factor de estabilidad (Tabla)	1.09	1.09	1.09		
26	Estabilidad corregida: (kgs)	1352	1279	1326		1318.9
27	Índice de rigidez: (kgs/cm)	3754	3554	4018		3775
28	Relación Polvo Asfalto	0.84	0.84	0.84		0.84

OBSERVACIONES . :

SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUSEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO

Betsy Ordoñez
A. Betsy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

PROYECTO: Deterioro de la Carpea Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

MATERIAL: Comb. de agreg : Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chano. TMN. 1/2" - 40%

DISEÑO: Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60 -70
Asfalto convencional

REALIZADO POR: Yoleysi Káthrin Bernedo Muñoz
REVISADO POR : B. Ordoñez
FECHA: 10/05/2023
% DE C.A. : 6.5

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	6.50	6.50	6.50		6.50
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	37.40	37.40	37.40		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	56.10	56.10	56.10	100.00	
4	% de agregado filler en peso de la mezcla					
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1.014	1.014	1.014		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2.696	2.696	2.696		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2.696	2.696	2.696		
8	Peso específico filler - aparente	2.310	2.310	2.310		
9	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1192.0	1192.0	1193.5		
10	Peso de la briqueta saturada (grs)	1192.3	1192.4	1193.9		
11	Peso de la briqueta en el agua (grs)	701.3	702.4	701.3		
12	Volumen de la briqueta por desplazamiento	491.0	490.0	492.6		
13	Peso específico bulk de la briqueta	2.428	2.433	2.423		2.428
14	Peso específico máximo ASTM D 2041(RICE)	2.505	2.505	2.505		
15	% de vacíos	3.1	2.9	3.3		3.10
16	Peso específico bulk del agregado total	2.696	2.696	2.696		
17	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	15.80	15.63	15.97		15.80
18	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	80.48	81.53	79.47		80.50
19	Peso específico del agregado total	2.790	2.790	2.790		
20	Asfalto absorbido por el agregado total	0.90	0.90	0.90		
21	% de asfalto efectivo	5.66	5.66	5.66		
22	Flujo (mm)	4.90	4.80	4.90		4.87
23	Lectura del Dial Anillo Marshall	963	960	965		
24	Estabilidad sin corregir (kgs)	982	979	984		
25	Factor de estabilidad (Tabla)	1.09	1.09	1.09		
26	Estabilidad corregida: (kgs)	1070	1067	1073		1070.0
27	Índice de rigidez: (kgs/cm)	2184	2223	2189		2198.8
28	Relación Polvo Asfalto	0.92	0.92	0.92		0.92

OBSERVACIONES . . :

SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUSEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

GRÁFICOS DEL ENSAYO MARSHALL

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

REALIZADO POR: Yoleysi Kaitirín Bernedo Muñoz

MATERIAL: Comb. de agreg: Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40%

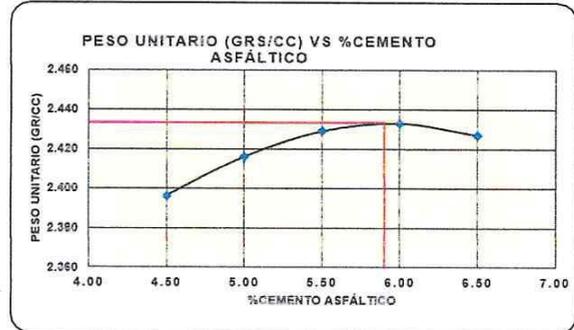
REVISADO POR: B. Ordoñez

DISEÑO: Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60 - 70

FECHA: 10/05/2023

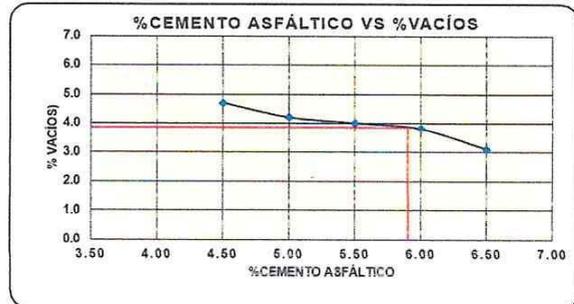
ASFALTO %	P.U grs/cc
4.5	2.394
5.0	2.414
5.5	2.425
6.0	2.432
6.5	2.428

%CEMENTO ASFÁLTICO	5.9
PESO UNITARIO (gr/cc)	2.438



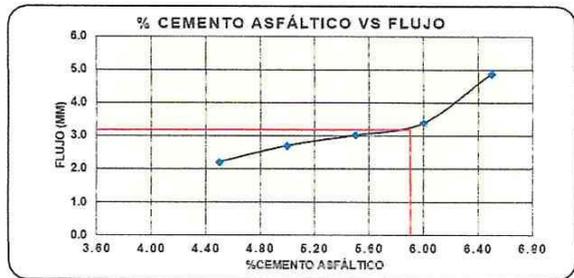
ASFALTO (%)	VACÍOS (%)
4.5	4.70
5.0	4.20
5.5	4.00
6.0	3.80
6.5	3.10

%PORCENTAJE DE VACÍOS	3.89
-----------------------	------



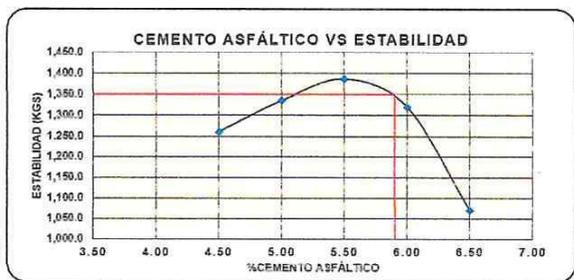
ASFALTO (%)	FLUJO (mm)
4.5	2.20
5.0	2.70
5.5	3.00
6.0	3.50
6.5	4.87

%FLUJO	3.18
--------	------



ASFALTO (%)	ESTABILIDAD (kgs)
4.5	1261.3
5.0	1335.1
5.5	1386.7
6.0	1318.9
6.5	1070.0

ESTABILIDAD (kgs)	1349.52
-------------------	---------



SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

CARLOS GUSEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



B. Ordoñez
A. Betissy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

GRÁFICOS DEL ENSAYO MARSHALL

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

REALIZADO POR: Yuleysi Kathián Bernedo Muñoz

MATERIAL: Comb. de agreg: Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40%

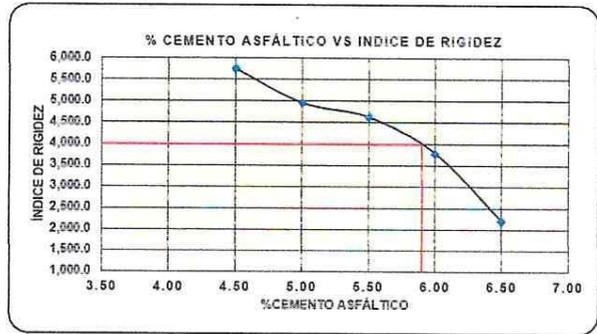
REVISADO POR: B. Ordoñez

DISEÑO: Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60 - 70

FECHA: 10/05/2023

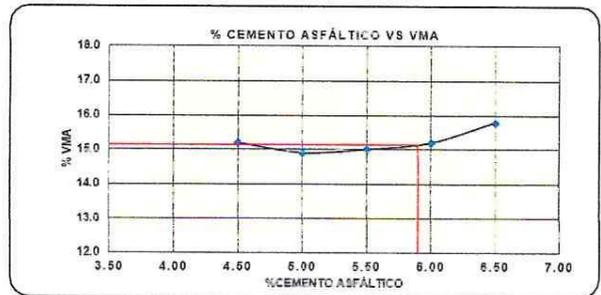
ASFALTO (%)	INDICE DE RIGIDEZ (kgs/cm)
4.5	5747.8
5.0	4951.1
5.5	4622.5
6.0	3775.4
6.5	2198.8

INDICE DE RIGIDEZ (kgs/cm) 3985.99
--



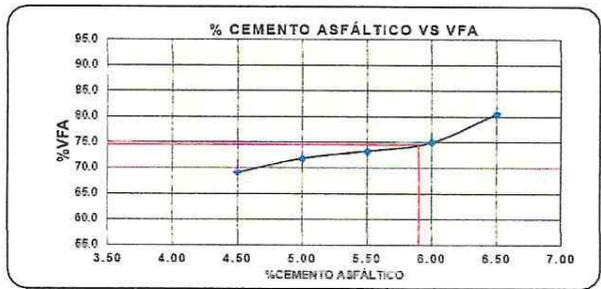
ASFALTO (%)	VMA (%)
4.5	15.2
5.0	14.9
5.5	15.0
6.0	15.2
6.5	15.8

%VMA 15.15



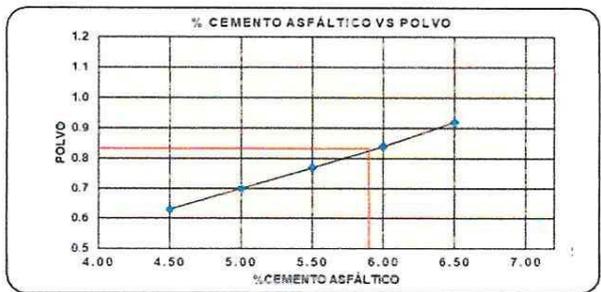
ASFALTO (%)	VFA (%)
4.5	69.1
5.0	71.9
5.5	73.3
6.0	75.0
6.5	80.5

%VFA 74.54



ASFALTO (%)	POLVO (%)
4.5	0.63
5.0	0.70
5.5	0.77
6.0	0.84
6.5	0.92

POLVO/ASFALTO 0.86



SVT CONSTRUCTORES E.T.R.L. LABORATORIO

CARLOS GUSEPPE ORDÓÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO

A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

CARACTERISTICAS FISICAS MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC - 2

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2) **REALIZADO POR:** Yoleysi Katherin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Comb. de agreg.: Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40% **REVISADO POR:** B. Ordoñez

DISEÑO: Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60 -70
Asfalto convencional

RESUMEN DE RESULTADOS Y REQUISITOS PARA LA MEZCLA

PARAMETROS DE DISEÑO	NORMA DEL ENSAYO	ESPECIFICACION	VALOR OBTENIDO
Porcentaje de asfalto %	-	Optimo	5.9
Compactación golpes/cara	MTC E-504	75	75
Estabilidad mínima en kg.	MTC E-504	Mínima 815	1349.52
Flujo en 0.25 mm	MTC E-504	2 - 4	3.18
% de Vacíos con aire (Va)	MTC E-505	3 - 5	3.89
% Vacíos agreg. mineral (VMA)	-	> 14	15.15
% Vacíos llenos con C.A. (VFA)	-	-	74.54
Relación Polvo - Asfalto	-	0.6 - 1.3	0.86
Relación Estabilidad/Flujo (Kg/cm)	MTC E-504	1700 - 4000	3985.99

DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS

Cemento Asfáltico (%)	5.9	REFERENCIA SÓLO A CURVA GRANULOMETRICA	
Grava Trit. 1/2" (%)	40.0	PIEDRAS (%)	40.0
Arena Chancada 1/4" (%)	60.0	ARENA CHANCADA (%)	60.0

SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUSEPPE ORDÓÑEZ LUJANO
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
 CONCRETO Y ASFALTO



.....
A. Betssy Ordoñez Lujano
 Especialista en Suelos y Pavimentos
 REG. CIP. 191410

DENSIDAD MAXIMA TEORICA RICE
MTC E-508, ASTM D-2041, AASHTO T-209

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Region Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

REALIZADO POR: Yoleysi Kattrin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Comb. de agreg.: Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40%

REVISADO POR: B. Ordoñez

DISEÑO: Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60-70
Asfalto convencional

FECHA: 10/05/2023

MEZCLA ASFALTICA

ENSAYO N°		01	02	03	04	05
CEMENTO ASFALTICO	%	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
PESO DEL MATERIAL	gr	1489.80	1493.30	1491.10	1492.20	1491.50
PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	gr	7225.00	7225.00	7225.00	7225.00	7225.00
PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (en aire)	gr	8714.80	8718.30	8716.10	8717.20	8716.50
PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (en agua)	gr	8121.70	8125.70	8125.80	8126.90	8121.10
VOLUMEN DEL MATERIAL	cc	593.10	592.60	590.30	590.30	595.40
Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	gr/cc	2.512	2.520	2.526	2.528	2.505
TEMPERATURA DE ENSAYO	°C	25	25	25	25	25
GRAVA 3/4"	%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
GRAVA TRITURADA 1/2"	%	40.0%	40%	40%	40%	40%
GRAVA TRITURADA 3/8"	%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
ARENA TRITURADA 1/4"	%	60.0%	60%	60%	60%	60%
ARENA NATURAL LAVADA 1/4"		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
FILLER CAL HIDRATADA		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TIEMPO DE ENSAYO	Min.	30	30	30	30	30
FACTOR DE CORRECCION						

SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUSEPPE ORDÓÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



Betssy
.....
A. Betssy Ordóñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

ANEXO 5

MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

PEN 60/70

CON 0.5 % GRANOS DE CAUCHO

DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS EN EL MARSHALL

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

REALIZADO POR: Yuleysi Kalthrin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Comb. de agreg.: Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40%

REVISADO POR: B. Ordoñez

DISEÑO: Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60 -70

FECHA: 10/05/2023

% GRAVA EN LA CURVA	40.0				
% ARENA EN LA CURVA	60.0				
COMBINACIÓN	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
TOTAL (%)	100	100	100	100	100
ASFALTO (%)	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
GRANOS DE CAUCHO (%)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
%TOTAL (GRAVA + ARENA) EN EL MARSHALL	95.5	95.0	94.5	94.0	93.5
(%) PIEDRA EN EL MARSHALL	38.2	38.0	37.8	37.6	37.4
(%) ARENA EN EL MARSHALL	56.8	56.5	56.2	55.9	55.6

SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUISEPPE ORDÓÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



Betssy Ordoñez Lujano

.....
A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

REALIZADO POR: Yoleysi Kathrin Bernado Muñoz

MATERIAL: Comb. de agreg : Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40%

REVISADO POR : B. Ordoñez

DISEÑO: Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60 -70

FECHA: 10/05/2023

Asfalto Mejorado - Granos de Caucho 0.5 %

% DE C.A.: 4.5

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	4.50	4.50	4.50		4.50
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	38.20	38.20	38.20		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	57.30	57.30	57.30	100.00	
4	% de agregado filler en peso de la mezcla					
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1.014	1.014	1.014		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2.696	2.696	2.696		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2.696	2.696	2.696		
8	Peso específico filler - aparente	2.310	2.310	2.310		
9	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1194.5	1196.3	1196.0		
10	Peso de la briqueta saturada (grs)	1196.5	1198.4	1198.3		
11	Peso de la briqueta en el agua (grs)	692.2	693.3	691.8		
12	Volumen de la briqueta por desplazamiento	504.3	505.1	506.5		
13	Peso específico bulk de la briqueta	2.369	2.368	2.361		2.366
14	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2.512	2.512	2.512		
15	% de vacíos	5.7	5.7	6.0		5.8
16	Peso específico bulk del agregado total	2.696	2.696	2.696		
17	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	16.10	16.10	16.36		16.20
18	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	64.54	64.51	63.32		64.10
19	Peso específico del agregado total	2.700	2.700	2.700		
20	Asfalto absorbido por el agregado total	0.66	0.66	0.66		
21	% de asfalto efectivo	3.87	3.87	3.87		
22	Flujo (mm)	2.40	2.20	2.30		2.30
23	Lectura del Dial Anillo Marshall	1070	1056	1080		
24	Estabilidad sin corregir (kgs)	1091	1077	1101		
25	Factor de estabilidad (Tabla)	1.04	1.04	1.04		
26	Estabilidad corregida: (kgs)	1135	1120	1145		1133.3
27	Índice de rigidez: (kgs/cm)	4728	5090	4980		4932.7
28	Relación Polvo Asfalto	0.63	0.63	0.63		0.63

OBSERVACIONES . . :

SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUSEPPE ORDÓÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE BUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



A. Betssy Ordoñez Lujano
A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

REALIZADO POR: Yoileys Kathrin Bemedo Muñoz

MATERIAL: Comb. de agreg.: Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40%

REVISADO POR: B. Ordóñez

DISEÑO: Mezcla Asfáltica en caliente PEN 50 -70

FECHA: 10/05/2023

Asfalto Mejorado - Granos de Caucho 0.5 %

% DE C.A.: 5.0

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	5.00	5.00	5.00		5.00
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	38.00	38.00	38.00		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	57.00	57.00	57.00	100.00	
4	% de agregado filler en peso de la mezcla					
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1.014	1.014	1.014		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2.696	2.696	2.696		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2.696	2.696	2.696		
8	Peso específico filler - aparente	2.310	2.310	2.310		
9	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1194.3	1195.0	1193.8		
10	Peso de la briqueta saturada (grs)	1196.3	1196.9	1195.5		
11	Peso de la briqueta en el agua (grs)	693.2	693.8	693.4		
12	Volumen de la briqueta por desplazamiento	503.1	503.1	502.1		
13	Peso específico bulk de la briqueta	2.374	2.375	2.378		2.376
14	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2.515	2.515	2.515		
15	% de vacíos	5.6	5.6	5.5		5.50
16	Peso específico bulk del agregado total	2.696	2.696	2.696		
17	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	16.35	16.30	16.22		16.30
18	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	65.68	65.92	66.32		66.0
19	Peso específico del agregado total	2.727	2.727	2.727		
20	Asfalto absorbido por el agregado total	0.70	0.70	0.70		
21	% de asfalto efectivo	4.34	4.34	4.34		
22	Flujo (mm)	2.60	2.60	2.50		2.57
23	Lectura del Dial Anillo Marshall	1112	1123	1118		
24	Estabilidad sin corregir (kgs)	1134	1145	1140		
25	Factor de estabilidad (Tabla)	1.04	1.04	1.04		
26	Estabilidad corregida: (kgs)	1179	1191	1186		1185.3
27	Índice de rigidez: (kgs/cm)	4536	4580	4743		4619.5
28	Relación Polvo Asfalto	0.70	0.70	0.70		0.70

OBSERVACIONES . . :

SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUSEPPE ORDÓÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE BUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



Betssy
A. Betssy Ordóñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

REALIZADO POR: Yoleysi Kathlín Bemedo Muñoz

MATERIAL: Comb. de agreg: Arena Titur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40%

REVISADO POR: B. Ordoñez

DISEÑO: Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60 -70

FECHA: 10/05/2023

Asfalto Mejorado - Granos de Caucho 0.5 %

% DE C.A.: 5.5

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	5.50	5.50	5.50		5.50
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	37.80	37.80	37.80		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	56.70	56.70	56.70	100.00	
4	% de agregado filler en peso de la mezcla					
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1.014	1.014	1.014		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2.696	2.696	2.696		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2.696	2.696	2.696		
8	Peso específico filler - aparente	2.310	2.310	2.310		
9	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1191.8	1194.2	1193.4		
10	Peso de la briqueta saturada (grs)	1194.0	1196.1	1195.0		
11	Peso de la briqueta en el agua (grs)	698.8	695.6	697.2		
12	Volumen de la briqueta por desplazamiento	495.2	500.5	497.8		
13	Peso específico bulk de la briqueta	2.407	2.386	2.397		2.397
14	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2.512	2.512	2.512		
15	% de vacíos	4.2	5.0	4.6		4.60
16	Peso específico bulk del agregado total	2.696	2.696	2.696		
17	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	15.64	16.37	15.97		16.0
18	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	73.20	69.35	71.42		71.30
19	Peso específico del agregado total	2.748	2.748	2.748		
20	Asfalto absorbido por el agregado total	0.80	0.80	0.80		
21	% de asfalto efectivo	4.74	4.74	4.74		
22	Flujo (mm)	3.00	3.10	3.20		3.10
23	Lectura del Dial Anillo Marshall	1123	1120	1110		
24	Estabilidad sin corregir (kgs)	1145	1142	1132		
25	Factor de estabilidad (Tabla)	1.09	1.09	1.09		
26	Estabilidad corregida: (kgs)	1248	1245	1234		1242.3
27	Índice de rigidez: (kgs/cm)	3901	4149	4112		4054.2
28	Relación Polvo Asfalto	0.77	0.77	0.77		0.77

OBSERVACIONES . . :

SVT CONSTRUCTORES E.I.R.L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUSEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



B. Ordoñez
A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

REALIZADO POR: Yuleysi Kathrin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Comb. de agreg: Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40%

REVISADO POR: B. Ordoñez

DISEÑO: Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60 -70

FECHA: 10/05/2023

Asfalto Mejorado - Granos de Caucho 0.5 %

% DE C.A.: 6.0

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	6.00	6.00	6.00		6.00
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	37.60	37.60	37.60		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	56.40	56.40	56.40	100.00	
4	% de agregado filler en peso de la mezcla					
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1.014	1.014	1.014		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2.696	2.696	2.696		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2.696	2.696	2.696		
8	Peso específico filler - aparente	2.310	2.310	2.310		
9	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1194.4	1195.7	1194.7		
10	Peso de la briqueta saturada (grs)	1196.0	1196.4	1195.6		
11	Peso de la briqueta en el agua (grs)	701.2	698.8	699.9		
12	Volumen de la briqueta por desplazamiento	494.8	497.6	495.7		
13	Peso específico bulk de la briqueta	2.414	2.403	2.410		2.409
14	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2.508	2.508	2.508		
15	% de vacíos	3.8	4.2	3.9		3.90
16	Peso específico bulk del agregado total	2.696	2.696	2.696		
17	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	15.84	16.22	15.97		16.0
18	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	76.31	74.17	75.56		75.30
19	Peso específico del agregado total	2.768	2.768	2.768		
20	Asfalto absorbido por el agregado total	0.85	0.85	0.85		
21	% de asfalto efectivo	5.20	5.20	5.20		
22	Flujo (mm)	3.50	3.40	3.30		3.41
23	Lectura del Dial Anillo Marshall	1045	1060	1055		
24	Estabilidad sin corregir (kgs)	1066	1081	1076		
25	Factor de estabilidad (Tabla)	1.09	1.09	1.09		
26	Estabilidad corregida (kgs)	1161	1178	1173		1170.8
27	Índice de rigidez: (kgs/cm)	3520	3570	3664		3584.7
28	Relación Polvo Asfalto	0.84	0.84	0.84		0.84

OBSERVACIONES . :

SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUSEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

PROYECTO: *Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Region Moquegua 2022*

CONCEPTO: *Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)*

REALIZADO POR: *Yoleysi Kathrin Bemedo Muñoz*

MATERIAL: *Comb. de agreg: Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40%*

REVISADO POR: *B. Ordoñez*

DISEÑO: *Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60 -70*

FECHA: *10/05/2023*

Asfalto Mejorado - Granos de Caucho 0.5 %

% DE C.A.: **6.5**

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	6.50	6.50	6.50		6.50
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	37.40	37.40	37.40		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	56.10	56.10	56.10	100.00	
4	% de agregado filler en peso de la mezcla					
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1.014	1.014	1.014		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2.696	2.696	2.696		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2.696	2.696	2.696		
8	Peso específico filler - aparente	2.310	2.310	2.310		
9	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1192.6	1191.8	1191.9		
10	Peso de la briqueta saturada (grs)	1193.6	1192.8	1193.0		
11	Peso de la briqueta en el agua (grs)	697.6	696.9	695.8		
12	Volumen de la briqueta por desplazamiento	496.0	495.9	497.2		
13	Peso específico bulk de la briqueta	2.404	2.403	2.397		2.402
14	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2.475	2.475	2.475		
15	% de vacíos	2.9	2.9	3.1		3.0
16	Peso específico bulk del agregado total	2.696	2.696	2.696		
17	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	16.61	16.65	16.86		16.70
18	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	82.84	82.60	81.36		82.30
19	Peso específico del agregado total	2.751	2.751	2.751		
20	Asfalto absorbido por el agregado total	0.90	0.90	0.90		
21	% de asfalto efectivo	5.66	5.66	5.66		
22	Flujo (mm)	3.80	3.80	3.70		3.77
23	Lectura del Dial Anillo Marshall	963	960	965		
24	Estabilidad sin corregir (kgs)	982	979	984		
25	Factor de estabilidad (Tabla)	1.09	1.09	1.09		
26	Estabilidad corregida: (kgs)	1070	1067	1073		1070.0
27	Índice de rigidez: (kgs/cm)	2817	2808	2899		2841.2
28	Relación Polvo Asfalto	0.92	0.92	0.92		0.92

OBSERVACIONES . . :

SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

CARLOS GUSEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO

A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

GRÁFICOS DEL ENSAYO MARSHALL

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

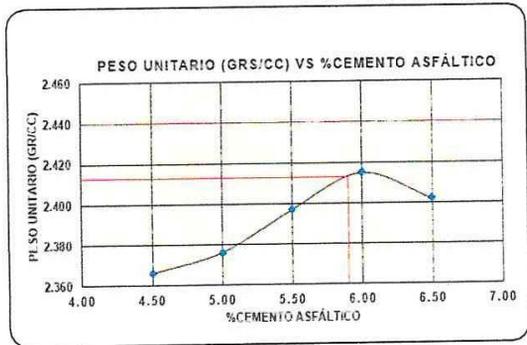
CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2) REALIZADO POR: Yoleyal Kalwin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Comb. de agreg : Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40% REVISADO POR: B. Ordoñez

DISEÑO: Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60-70 FECHA: 10/05/2023
Asfalto Mejorado - Granos de Caucho 0.5 %

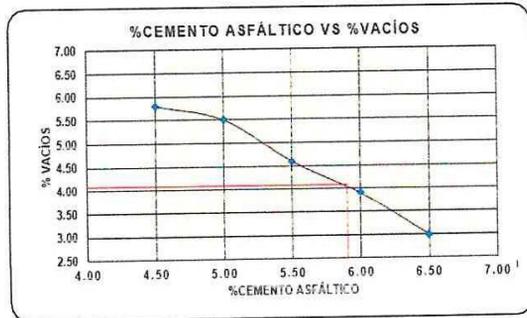
ASFALTO %	P.U grs/cc
4.5	2.366
5.0	2.376
5.5	2.397
6.0	2.409
6.5	2.402

%CEMENTO ASFÁLTICO	5.9
PESO UNITARIO (gr/cc)	2.416



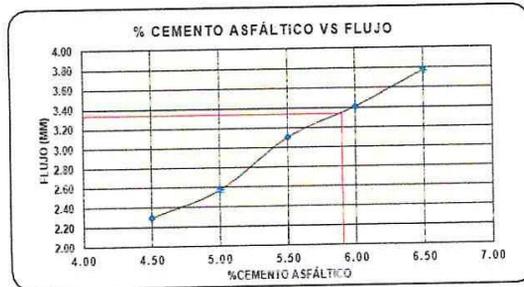
ASFALTO (%)	VACIOS (%)
4.5	5.8
5.0	5.5
5.5	4.6
6.0	3.9
6.5	3.0

%PORCENTAJE DE VACIOS	4.07
------------------------------	-------------



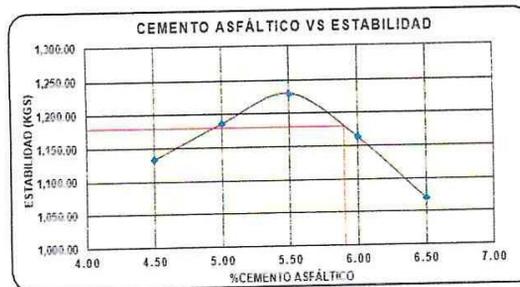
ASFALTO (%)	FLUJO (mm)
4.5	2.30
5.0	2.57
5.5	3.10
6.0	3.41
6.5	3.77

%FLUJO	3.33
---------------	-------------



ASFALTO (%)	ESTABILIDAD (kgs)
4.5	1133.3
5.0	1185.3
5.5	1242.3
6.0	1170.8
6.5	1070.0

ESTABILIDAD (kgs)	1179.43
--------------------------	----------------



SVT CONSTRUCTORES E I. R. L. LABORATORIO
CARLOS GUISEPPE ORDOÑEZ LUJANO
 JEFE DE LABORATORIO DE BUELOS,
 CONCRETO Y ASFALTO

A. Betsy Ordoñez Lujano
 Especialista en Suelos y Pavimentos
 REG. CIP. 191410

GRÁFICOS DEL ENSAYO MARSHALL

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

REALIZADO POR: Yolaysi Kathrin Bermejo Muñoz

MATERIAL: Comb. de agreg.: Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40%

REVISADO POR: B. Ordoñez

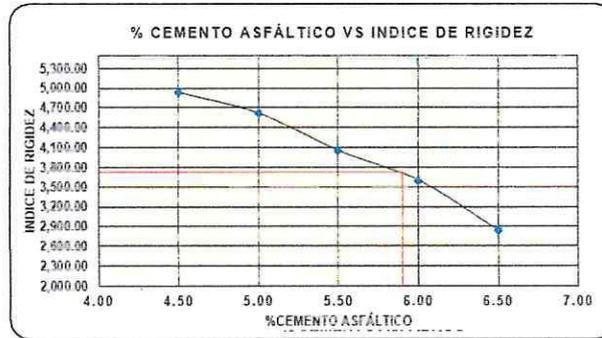
DISEÑO: Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60 -70

FECHA: 10/05/2023

Asfalto Mejorada - Granos de Caucho 0.5 %

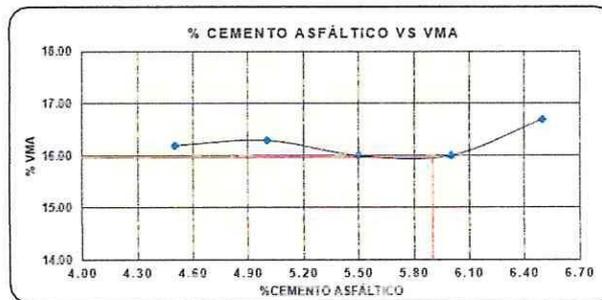
ASFALTO (%)	INDICE DE RIGIDEZ (kgs/cm)
4.5	4932.7
5.0	4619.5
5.5	4054.2
6.0	3584.7
6.5	2841.2

INDICE DE RIGIDEZ (kgs/cm)
3727.78



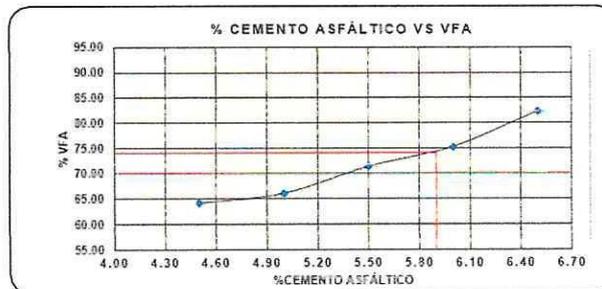
ASFALTO (%)	VMA (%)
4.5	16.2
5.0	16.3
5.5	16.0
6.0	16.0
6.5	16.7

%VMA
16.3



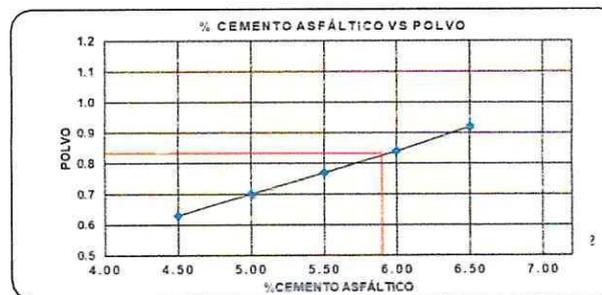
ASFALTO (%)	VFA (%)
4.5	64.1
5.0	66.0
5.5	71.3
6.0	75.3
6.5	82.3

%VFA
74.04



ASFALTO (%)	POLVO (%)
4.5	0.63
5.0	0.70
5.5	0.77
6.0	0.84
6.5	0.92

POLVO/ASFALTO
0.86



SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

CARLOS GUSEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

CARACTERISTICAS FISICAS MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC - 2

PROYECTO:	Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022		
CONCEPTO:	Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)	REALIZADO POR:	Yoileysi Kathwin Bernedo Muñoz
MATERIAL:	Comb. de agreg.: Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40%	REVISADO POR:	B. Ordoñez
DISEÑO:	Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60 -70 Asfalto Mejorado - Granos de Caucho 0.5 %		

RESUMEN DE RESULTADOS Y REQUISITOS PARA LA MEZCLA

PARAMETROS DE DISEÑO	NORMA DEL ENSAYO	ESPECIFICACION	VALOR OBTENIDO
Porcentaje de asfalto %	-	Optimo	5.9
Compacción golpes/cara	MTC E-504	75	75
Estabilidad mínima en kg.	MTC E-504	Mínima 815	1179.43
Flujo en 0.25 mm	MTC E-504	2 - 4	3.33
% de Vacíos con aire (Va)	MTC E-505	3 - 5	4.07
% Vacíos agreg. mineral (VMA)	-	> 14	15.97
% Vacíos llenos con C.A. (VFA)	-		74.04
Relación Polvo - Asfalto	-	0.6 - 1.3	0.86
Relación Estabilidad/Flujo (Kgl/m)	MTC E-504	1700 - 4000	3727.78

DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS

Cemento Asfáltico (%)	5.9	REFERENCIA SÓLO A CURVA GRANULOMETRICA	
Grava Tril. 1/2" (%)	40.0	PIEDRAS (%)	40.0
Arena Chancada 1/4" (%)	60.0	ARENA CHANCADA (%)	60.0

SVT CONSTRUCTORES E.I.R.L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUSEPE ORDOÑEZ LUJANO
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
 CONCRETO Y ASFALTO



Betssy Ordoñez
A. Betssy Ordoñez Lujano
 Especialista en Suelos y Pavimentos
 REG. CIP. 191410

**DENSIDAD MAXIMA TEORICA RICE
MTC E-508, ASTM D-2041, AASHTO T-209**

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

REALIZADO POR: Yoleysi Kathrin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Comb. de agreg.: Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40%

REVISADO POR: B. Ordoñez

DISEÑO: Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60-70

FECHA: 10/05/2023

Asfalto Mejorado - Granos de Caucho 0.5 %

MEZCLA ASFALTICA

ENSAYO N°		01	02	03	04	05
CEMENTO ASFALTICO	%	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
PESO DEL MATERIAL	gr	1493.20	1491.80	1489.90	1488.70	1489.10
PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	gr	7225.00	7225.00	7225.00	7225.00	7225.00
PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (en aire)	gr	8718.20	8716.80	8714.90	8713.70	8714.10
PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (en agua)	gr	8123.80	8123.60	8121.80	8120.10	8112.40
VOLUMEN DEL MATERIAL	cc	594.40	593.20	593.10	593.60	601.70
Peso específico maximo ASTM D-2041(RICE)	gr/cc	2.512	2.515	2.512	2.508	2.475
TEMPERATURA DE ENSAYO	°C	25	25	25	25	25
GRAVA 3/4"	%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
GRAVA TRITURADA 1/2"	%	40.0%	40%	40%	40%	40%
GRAVA TRITURADA 3/8"	%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
ARENA TRITURADA 1/4"	%	60.0%	60%	60%	60%	60%
ARENA NATURAL LAVADA 1/4"		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
FILLER CAL HIDRATADA		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TIEMPO DE ENSAYO	Min.	30	30	30	30	30
FACTOR DE CORRECCION						

**SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO**

.....
CARLOS GUSEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



Betsy Ordoñez
.....
A. Betsy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

ANEXO 6

MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

PEN 60/70

CON 1.0 % GRANOS DE CAUCHO

DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS EN EL MARSHALL

PROYECTO:	Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022	REALIZADO POR: Yuleysi Kathrin Bernedo Muñoz
CONCEPTO:	Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)	REVISADO POR: B. Ordoñez
MATERIAL:	Comb. de agreg: Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40%	FECHA: 10/05/2023
DISEÑO:	Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60-70 Asfalto Mejorado - Granos de Caucho 1.0 %	

% GRAVA EN LA CURVA	40.0				
% ARENA EN LA CURVA	60.0				
COMBINACIÓN	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
TOTAL (%)	100	100	100	100	100
ASFALTO (%)	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
GRANOS DE CAUCHO (%)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
%TOTAL (GRAVA + ARENA) EN EL MARSHALL	95.5	95.0	94.5	94.0	93.5
(%) PIEDRA EN EL MARSHALL	38.2	38.0	37.8	37.6	37.4
(%) ARENA EN EL MARSHALL	56.3	56.0	55.7	55.4	55.1

SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUSEPPE ORDÓÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



Betsy Ordoñez
A. Betsy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

REALIZADO POR: Yuleysi Kathrin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Comb. de agreg: Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40%

REVISADO POR: B. Ordoñez

DISEÑO: Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60 -70

FECHA: 11/05/2023

Asfalto Mejorado - Granos de Caucho 1.0 %

% DE C.A.: 4.5

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	4.50	4.50	4.50		4.50
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	38.20	38.20	38.20		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	57.30	57.30	57.30	100.00	
4	% de agregado filler en peso de la mezcla					
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1.014	1.014	1.014		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2.696	2.696	2.696		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2.696	2.696	2.696		
8	Peso específico filler - aparente	2.310	2.310	2.310		
9	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1193.9	1195.3	1194.4		
10	Peso de la briqueta saturada (grs)	1195.4	1196.8	1195.9		
11	Peso de la briqueta en el agua (grs)	688.8	687.4	688.9		
12	Volumen de la briqueta por desplazamiento	506.6	509.4	507.0		
13	Peso específico bulk de la briqueta	2.357	2.346	2.356		2.353
14	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2.492	2.492	2.492		
15	% de vacíos	5.4	5.8	5.5		5.60
16	Peso específico bulk del agregado total	2.696	2.696	2.696		
17	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	16.52	16.88	16.55		16.70
18	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	67.13	65.41	66.98		66.50
19	Peso específico del agregado total	2.676	2.676	2.676		
20	Asfalto absorbido por el agregado total	0.66	0.66	0.66		
21	% de asfalto efectivo	3.87	3.87	3.87		
22	Flujo (mm)	2.60	2.40	2.50		2.50
23	Lectura del Dial Anillo Marshall	1020	1021	1016		
24	Estabilidad sin corregir (kgs)	1040	1041	1036		
25	Factor de estabilidad (Tabla)	1.04	1.04	1.04		
26	Estabilidad corregida: (kgs)	1082	1083	1077		1080.6
27	Índice de rigidez: (kgs/cm)	4160	4511	4310		4327.2
28	Relación Polvo Asfalto	0.63	0.63	0.63		0.63

OBSERVACIONES . :

SVT CONSTRUCTORES E.I.R.L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUSEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

REALIZADO POR: Yuleysi Kathrin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Comb. de agreg.: Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40%

REVISADO POR: B. Ordoñez

DISEÑO: Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60 -70

FECHA: 11/05/2023

Asfalto Mejorado - Granos de Caucho 1.0 %

% DE C.A.: 5.0

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	5.00	5.00	5.00		5.00
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	38.00	38.00	38.00		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	57.00	57.00	57.00	100.00	
4	% de agregado filler en peso de la mezcla					
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1.014	1.014	1.014		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2.696	2.696	2.696		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2.696	2.696	2.696		
8	Peso específico filler - aparente	2.310	2.310	2.310		
9	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1196.6	1195.8	1197.2		
10	Peso de la briqueta saturada (grs)	1198.0	1196.9	1198.5		
11	Peso de la briqueta en el agua (grs)	692.3	692.5	692.8		
12	Volumen de la briqueta por desplazamiento	505.7	504.4	505.7		
13	Peso específico bulk de la briqueta	2.366	2.371	2.367		2.368
14	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2.498	2.498	2.498		
15	% de vacíos	5.3	5.1	5.2		5.20
16	Peso específico bulk del agregado total	2.696	2.696	2.696		
17	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	16.62	16.46	16.58		16.60
18	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	68.26	69.05	68.47		68.60
19	Peso específico del agregado total	2.706	2.706	2.706		
20	Asfalto absorbido por el agregado total	0.70	0.70	0.70		
21	% de asfalto efectivo	4.34	4.34	4.34		
22	Flujo (mm)	2.90	2.80	3.00		2.90
23	Lectura del Dial Anillo Marshall	1013	1115	1002		
24	Estabilidad sin corregir (kgs)	1033	1137	1022		
25	Factor de estabilidad (Tabla)	1.04	1.04	1.04		
26	Estabilidad corregida: (kgs)	1074	1182	1063		1106.4
27	Índice de rigidez: (kgs/cm)	3704	4223	3542		3823.1
28	Relación Polvo Asfalto	0.70	0.70	0.70		0.70

OBSERVACIONES . . :

SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUSEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



Betssy
A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

REALIZADO POR: Yuleysi Kallurin Bermeo Muñoz

MATERIAL: Comb. de agreg: Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chenc. TMN. 1/2" - 40%

REVISADO POR: B. Ordoñez

DISEÑO: Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60 -70

FECHA: 11/05/2023

Asfalto Mejorado - Granos de Caucho 1.0 %

% DE C.A.: 5.5

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	5.50	5.50	5.50		5.50
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	37.80	37.80	37.80		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	56.70	56.70	56.70	100.00	
4	% de agregado filler en peso de la mezcla					
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1.014	1.014	1.014		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2.696	2.696	2.696		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2.696	2.696	2.696		
8	Peso específico filler - aparente	2.310	2.310	2.310		
9	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1194.4	1195.5	1196.3		
10	Peso de la briqueta saturada (grs)	1195.6	1196.6	1197.6		
11	Peso de la briqueta en el agua (grs)	697.7	694.2	696.1		
12	Volumen de la briqueta por desplazamiento	497.9	502.4	501.5		
13	Peso específico bulk de la briqueta	2.399	2.380	2.385		2.388
14	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2.500	2.500	2.500		
15	% de vacíos	4.0	4.8	4.6		4.50
16	Peso específico bulk del agregado total	2.696	2.696	2.696		
17	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	15.91	16.59	16.39		16.30
18	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	74.58	70.97	72.03		72.50
19	Peso específico del agregado total	2.733	2.733	2.733		
20	Asfalto absorbido por el agregado total	0.80	0.80	0.80		
21	% de asfalto efectivo	4.74	4.74	4.74		
22	Flujo (mm)	3.20	3.30	3.30		3.27
23	Lectura del Dial Anillo Marshall	1000	1015	1023		
24	Estabilidad sin corregir (kgs)	1020	1035	1043		
25	Factor de estabilidad (Tabla)	1.09	1.09	1.09		
26	Estabilidad corregida: (kgs)	1130	1120	1297		1182.5
27	Índice de rigidez: (kgs/cm)	3368	3318	3553		3413.1
28	Relación Polvo Asfalto	0.77	0.77	0.77		0.77

OBSERVACIONES . . :

SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUSEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

PROYECTO: *Deletrero de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022*

CONCEPTO: *Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)*

MATERIAL: *Comb. de agreg.: Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40%*

DISEÑO: *Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60 -70*
Asfalto Mejorado - Granos de Caucho 1.0 %

REALIZADO POR: *Yuleysi Kathrin Bernedo Muñoz*

REVISADO POR : *B. Ordoñez*

FECHA: *11/05/2023*

% DE C.A.: **6.0**

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	6.00	6.00	6.00		6.00
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	37.60	37.60	37.60		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	56.40	56.40	56.40	100.00	
4	% de agregado filler en peso de la mezcla					
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1.014	1.014	1.014		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2.696	2.696	2.696		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2.696	2.696	2.696		
8	Peso específico filler - aparente	2.310	2.310	2.310		
9	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1197.5	1196.6	1198.0		
10	Peso de la briqueta saturada (grs)	1198.3	1197.5	1198.7		
11	Peso de la briqueta en el agua (grs)	700.0	698.2	699.9		
12	Volumen de la briqueta por desplazamiento	498.3	499.3	498.8		
13	Peso específico bulk de la briqueta	2.403	2.397	2.402		2.400
14	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2.495	2.495	2.495		
15	% de vacíos	3.7	3.9	3.7		3.80
16	Peso específico bulk del agregado total	2.696	2.696	2.696		
17	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	16.21	16.44	16.26		16.30
18	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	77.29	76.00	77.02		76.80
19	Peso específico del agregado total	2.752	2.752	2.752		
20	Asfalto absorbido por el agregado total	0.85	0.85	0.85		
21	% de asfalto efectivo	5.20	5.20	5.20		
22	Flujo (mm)	3.30	3.50	3.40		3.41
23	Lectura del Dial Anillo Marshall	1012	1008	1011		
24	Estabilidad sin corregir (kgs)	1032	1028	1031		
25	Factor de estabilidad (Tabla)	1.09	1.09	1.09		
26	Estabilidad corregida: (kgs)	1130	1120	1132		1160.8
27	Índice de rigidez: (kgs/cm)	3214	3201	3305		3249.9
28	Relación Polvo Asfalto	0.84	0.84	0.84		0.84

OBSERVACIONES : _____

SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUSEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



Betssy Ordoñez
.....
A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

REALIZADO POR: Yolyysi Kathiún Bernaldo Muñoz

MATERIAL: Comb. de agreg.: Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40%

REVISADO POR: B. Ordoñez

DISEÑO: Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60 -70

FECHA: 11/05/2023

Asfalto Mejorado - Granos de Caucho 1.0 %

% DE C.A.: 6.5

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	6.50	6.50	6.50		6.50
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	37.40	37.40	37.40		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	56.10	56.10	56.10	100.00	
4	% de agregado filler en peso de la mezcla					
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1.014	1.014	1.014		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2.696	2.696	2.696		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2.696	2.696	2.696		
8	Peso específico filler - aparente	2.310	2.310	2.310		
9	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1196.6	1194.5	1197.3		
10	Peso de la briqueta saturada (grs)	1197.1	1194.7	1197.7		
11	Peso de la briqueta en el agua (grs)	697.6	696.9	695.8		
12	Volumen de la briqueta por desplazamiento	499.5	497.8	501.9		
13	Peso específico bulk de la briqueta	2.396	2.400	2.386		2.394
14	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2.465	2.465	2.465		
15	% de vacíos	2.8	2.7	3.2		2.90
16	Peso específico bulk del agregado total	2.696	2.696	2.696		
17	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	16.92	16.78	17.27		17.0
18	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	83.36	84.18	81.33		83.0
19	Peso específico del agregado total	2.737	2.737	2.737		
20	Asfalto absorbido por el agregado total	0.90	0.90	0.90		
21	% de asfalto efectivo	5.66	5.66	5.66		
22	Flujo (mm)	3.70	3.60	3.70		3.67
23	Lectura del Dial Anillo Marshall	963	960	965		
24	Estabilidad sin corregir (kgs)	982	979	984		
25	Factor de estabilidad (Tabla)	1.09	1.09	1.09		
26	Estabilidad corregida: (kgs)	1070	1067	1073		1070.0
27	Índice de rigidez: (kgs/cm)	2893	2954	2899		2918.5
28	Relación Polvo Asfalto	0.92	0.92	0.92		0.92

OBSERVACIONES . :

SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO
CARLOS GUISEPPE ORDÓÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE BUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO


A. Betsy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

GRÁFICOS DEL ENSAYO MARSHALL

PROYECTO: *Defensor de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022*

CONCEPTO: *Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)*

REALIZADO POR: *Yuleysi Kathián Bernado Muñoz*

MATERIAL: *Comb. de agreg. Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40%*

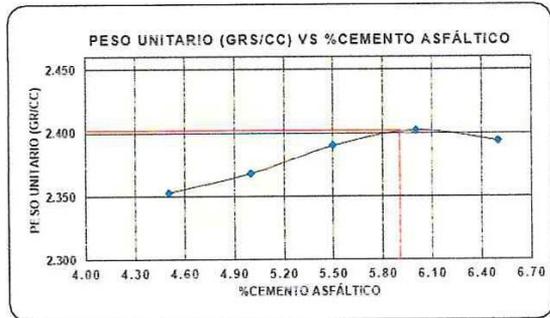
REVISADO POR: *B. Ordoñez*

DISEÑO: *Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60 - 70*

FECHA: *11/05/2023*

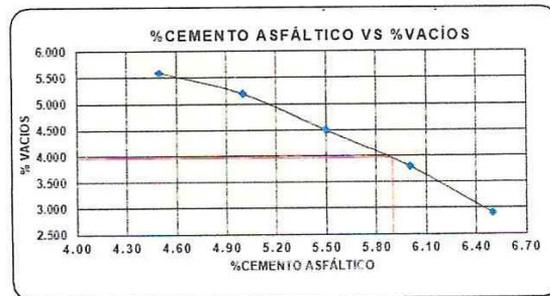
ASFALTO %	P.U grs/cc
4.5	2.353
5.0	2.368
5.5	2.388
6.0	2.400
6.5	2.394

%CEMENTO ASFÁLTICO	6.2
PESO UNITARIO (gr/cc)	2.405



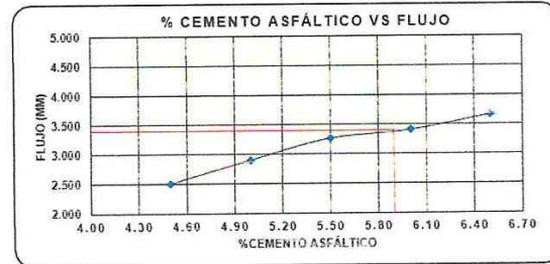
ASFALTO (%)	VACIOS (%)
4.5	5.60
5.0	5.20
5.5	4.50
6.0	3.80
6.5	2.90

%PORCENTAJE DE VACIOS	3.97
-----------------------	------



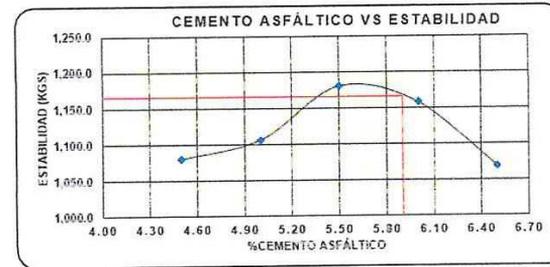
ASFALTO (%)	FLUJO (mm)
4.5	2.50
5.0	2.90
5.5	3.27
6.0	3.41
6.5	3.67

%FLUJO	3.40
--------	------



ASFALTO (%)	ESTABILIDAD (kgs)
4.5	1080.6
5.0	1106.4
5.5	1182.5
6.0	1160.8
6.5	1070.0

ESTABILIDAD (kgs)	R.L. 1165.89
-------------------	--------------



SVT CONSTRUCTORES E. LABORATORIO
 CARLOS GUISSEPPE ORDÓÑEZ LUJANO
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
 CONCRETO Y ASFALTO

A. Betsy Ordoñez Lujano
 Especialista en Suelos y Pavimentos
 REG. CIP. 193410

GRÁFICOS DEL ENSAYO MARSHALL

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

REALIZADO POR: Yuleysi Kathrín Bernedo Muñoz

MATERIAL: Comb. de agreg.: Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40%

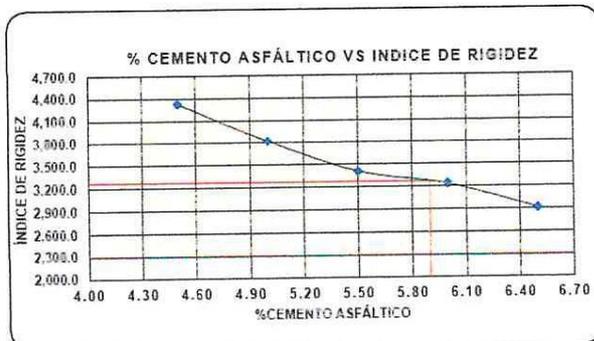
REVISADO POR: B. Ordoñez

DISEÑO: Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60 - 70

FECHA: 11/05/2023

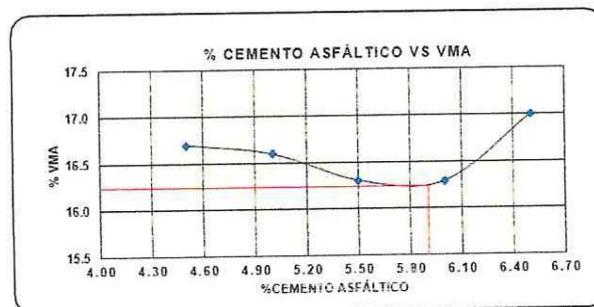
ASFALTO (%)	INDICE DE RIGIDEZ (kgs/cm)
4.5	4327.2
5.0	3823.1
5.5	3413.1
6.0	3239.9
6.5	2918.5

INDICE DE RIGIDEZ (kgs/cm)
3269.19



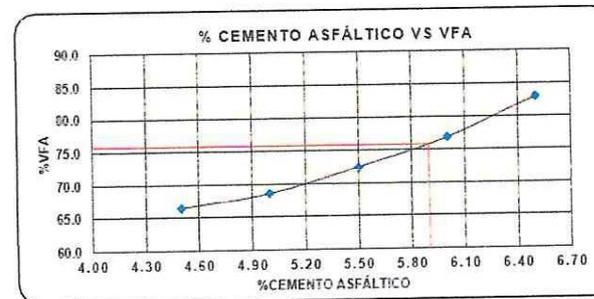
ASFALTO (%)	VMA (%)
4.5	16.70
5.0	16.60
5.5	16.30
6.0	16.30
6.5	17.00

%VMA
16.23



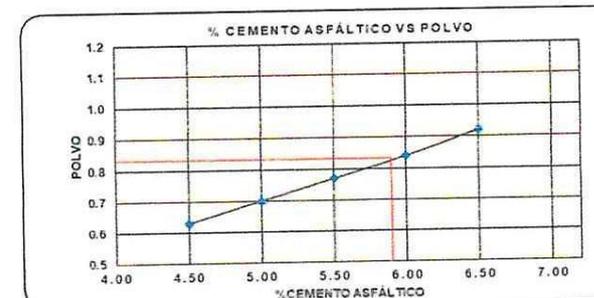
ASFALTO (%)	VFA (%)
4.5	66.5
5.0	68.6
5.5	72.5
6.0	76.8
6.5	83.0

%VFA
79.0



ASFALTO (%)	POLVO (%)
4.5	0.63
5.0	0.70
5.5	0.77
6.0	0.84
6.5	0.92

POLVO/ASFALTO
0.86



SVT CONSTRUCTORES E. R.L. LABORATORIO

CARLOS GUSEPPE ORDÓÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

CARACTERISTICAS FISICAS MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC - 2

PROYECTO: Detenerio de la Carpeza Asfaltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Region Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfaltica en Caliente (MAC - 2) **REALIZADO POR:** Yoleysi Kathrin Bernado Muñoz

MATERIAL: Comb. de agreg.: Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40% **REVISADO POR:** B. Ordoñez

DISEÑO: Mezcla Asfaltica en caliente PEN 60 -70

Asfalto Mejorado - Granos de Caucho 1.0 %

RESUMEN DE RESULTADOS Y REQUISITOS PARA LA MEZCLA

PARAMETROS DE DISEÑO	NORMA DEL ENSAYO	ESPECIFICACION	VALOR OBTENIDO
Porcentaje de asfalto %	-	Optimo	5.9
Compactación golpes/cara	MTC E-504	75	75
Estabilidad mínima en kg.	MTC E-504	Mínima 815	1165.89
Flujo en 0.25 mm	MTC E-504	2 - 4	3.40
% de Vacíos con aire (Va)	MTC E-505	3 - 5	3.97
% Vacíos agreg. mineral (VMA)	-	> 14	16.23
% Vacíos llenos con C.A. (VFA)	-		75.79
Relación Polvo - Asfalto	-	0.6 - 1.3	0.86
Relación Estabilidad/Flujo (K _{g/cm})	MTC E-504	1700 - 4000	3269.19

DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS

Cemento Asfáltico (%)	5.9	REFERENCIA SÓLO A CURVA GRANULOMETRICA	
Grava Trít. 1/2" (%)	40.0	PIEDRAS (%)	40.0
Arena Chancada 1/4" (%)	60.0	ARENA CHANCADA (%)	60.0

SVT CONSTRUCTORES E.I.R.L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUSEPPE ORDÓÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



Betssy

A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

**DENSIDAD MAXIMA TEORICA RICE
MTC E-508, ASTM D-2041, AASHTO T-209**

PROYECTO: *Delimitación de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022*

CONCEPTO: *Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)*

REALIZADO POR: *Yoileysi Kathrin Bemedo Muñoz*

MATERIAL: *Comb. de agreg : Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40%*

REVISADO POR : *B. Ordoñez*

DISEÑO: *Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60 -70*

FECHA: *11/05/2023*

Asfalto Mejorado - Granos de Caucho 1.0 %

MEZCLA ASFALTICA

ENSAYO N°		01	02	03	04	05
CEMENTO ASFALTICO	%	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
PESO DEL MATERIAL	gr	1491.10	1490.80	1488.80	1492.20	1489.20
PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	gr	7225.00	7225.00	7225.00	7225.00	7225.00
PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (en aire)	gr	8716.10	8715.80	8713.80	8717.20	8714.20
PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (en agua)	gr	8117.70	8119.00	8118.30	8119.10	8110.10
VOLUMEN DEL MATERIAL	cc	598.40	596.80	595.50	598.10	604.10
Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	gr/cc	2.492	2.498	2.500	2.495	2.465
TEMPERATURA DE ENSAYO	°C	25	25	25	25	25
GRAVA 3/4"	%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
GRAVA TRITURADA 1/2"	%	40.0%	40%	40%	40%	40%
GRAVA TRITURADA 3/8"	%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
ARENA TRITURADA 1/4"	%	60.0%	60%	60%	60%	60%
ARENA NATRURAL LAVADA 1/4"		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
FILLER CAL HIDRATADA		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TIEMPO DE ENSAYO	Min.	30	30	30	30	30
FACTOR DE CORRECCION						

SVT CONSTRUCTORES E.I.R.L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUSEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



Betssy Ordoñez
.....
A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

ANEXO 7

MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

PEN 60/70

CON 1.5 % GRANOS DE CAUCHO

DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS EN EL MARSHALL

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2) **REALIZADO POR:** Yuleysi Kathrin Berredo Muñoz

MATERIAL: Comb. de agreg: Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chenc. TMN. 1/2" - 40% **REVISADO POR:** B. Ordoñez

DISEÑO: Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60-70 **FECHA:** 11/05/2023

Asfalto Mejorado - Granos de Caucho 1.5 %

% GRAVA EN LA CURVA	40.0					
% ARENA EN LA CURVA	60.0					
COMBINACIÓN	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	
TOTAL (%)	100	100	100	100	100	
ASFALTO (%)	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	
GRANOS DE CAUCHO (%)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	
%TOTAL (GRAVA + ARENA) EN EL MARSHALL	95.5	95.0	94.5	94.0	93.5	
(%) PIEDRA EN EL MARSHALL	38.2	38.0	37.8	37.6	37.4	
(%) ARENA EN EL MARSHALL	55.8	55.5	55.2	54.9	54.6	

SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUSEPPE ORDÓÑEZ LUJANO
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
 CONCRETO Y ASFALTO

 *Betssy Ordoñez*

A. Betssy Ordoñez Lujano
 Especialista en Suelos y Pavimentos
 REG. CIP. 191410

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

REALIZADO POR: Yoleysi Kathrin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Comb. de agreg.: Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40%

REVISADO POR : B. Ordoñez

DISEÑO: Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60 -70

FECHA: 11/05/2023

Asfalto Mejorado - Granos de Caucho 1.5 %

% DE C.A : 4.5

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	4.50	4.50	4.50		4.50
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	38.20	38.20	38.20		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	57.30	57.30	57.30	100.00	
4	% de agregado filler en peso de la mezcla					
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1.014	1.014	1.014		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2.696	2.696	2.696		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2.696	2.696	2.696		
8	Peso específico filler - aparente	2.310	2.310	2.310		
9	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1196.5	1196.0	1197.4		
10	Peso de la briqueta saturada (grs)	1198.3	1197.9	1199.1		
11	Peso de la briqueta en el agua (grs)	690.3	690.5	691.2		
12	Volumen de la briqueta por desplazamiento	508.0	507.4	507.9		
13	Peso específico bulk de la briqueta	2.355	2.357	2.358		2.357
14	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2.498	2.498	2.498		
15	% de vacíos	5.7	5.6	5.6		5.70
16	Peso específico bulk del agregado total	2.696	2.696	2.696		
17	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	16.57	16.50	16.49		16.50
18	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	65.52	65.83	65.90		65.80
19	Peso específico del agregado total	2.683	2.683	2.683		
20	Asfalto absorbido por el agregado total	0.66	0.66	0.66		
21	% de asfalto efectivo	3.87	3.87	3.87		
22	Flujo (mm)	2.30	2.40	2.30		2.33
23	Lectura del Dial Anillo Marshall	1041	1030	1025		
24	Estabilidad sin corregir (kgs)	1062	1050	1045		
25	Factor de estabilidad (Tabla)	1.04	1.04	1.04		
26	Estabilidad corregida (kgs)	1104	1092	1087		1094.4
27	Índice de rigidez: (kgs/cm)	4800	4551	4726		4692.4
28	Relación Polvo Asfalto	0.63	0.63	0.63		0.63

OBSERVACIONES : _____

SVT CONSTRUCTORES E.I.R.L.
LABORATORIO

CARLOS GUSEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 19410

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

REALIZADO POR: Yoleysi Kathrin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Comb. de agreg.: Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40%

REVISADO POR: B. Ordoñez

DISEÑO: Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60 -70

FECHA: 11/05/2023

Asfalto Mejorado - Granos de Caucho 1.5 %

% DE C.A.: 5.0

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	5.00	5.00	5.00		5.00
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	38.00	38.00	38.00		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	57.00	57.00	57.00	100.00	
4	% de agregado filler en peso de la mezcla					
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1.014	1.014	1.014		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2.696	2.696	2.696		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2.696	2.696	2.696		
8	Peso específico filler - aparente	2.310	2.310	2.310		
9	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1192.8	1195.3	1193.3		
10	Peso de la briqueta saturada (grs)	1194.4	1196.8	1194.9		
11	Peso de la briqueta en el agua (grs)	691.3	692.5	691.6		
12	Volumen de la briqueta por desplazamiento	503.1	504.3	503.3		
13	Peso específico bulk de la briqueta	2.371	2.370	2.371		2.371
14	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2.495	2.495	2.495		
15	% de vacíos	5.0	5.0	5.0		5.0
16	Peso específico bulk del agregado total	2.696	2.696	2.696		
17	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	16.46	16.48	16.45		16.50
18	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	69.77	69.65	69.78		69.70
19	Peso específico del agregado total	2.703	2.703	2.703		
20	Asfalto absorbido por el agregado total	0.70	0.70	0.70		
21	% de asfalto efectivo	4.34	4.34	4.34		
22	Flujo (mm)	2.70	2.60	2.80		2.70
23	Lectura del Dial Anillo Marshall	1068	1066	1065		
24	Estabilidad sin corregir (kgs)	1089	1087	1086		
25	Factor de estabilidad (Tabla)	1.04	1.04	1.04		
26	Estabilidad corregida (kgs)	1133	1130	1129		1130.8
27	Índice de rigidez: (kgs/cm)	4195	4348	4034		4192.2
28	Relación Polvo Asfalto	0.70	0.70	0.70		0.70

OBSERVACIONES . . :

SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

CARLOS GUSEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

REALIZADO POR: Yoleys Kathrin Barredo Muñoz

MATERIAL: Comb. de agreg: Arena Trilur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40%

REVISADO POR: B. Ordoñez

DISEÑO: Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60 -70

FECHA: 11/05/2023

Asfalto Mejorado - Granos de Caucho 1,5 %

% DE C.A.: 5.5

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	5.50	5.50	5.50		5.50
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	37.80	37.80	37.80		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	56.70	56.70	56.70	100.00	
4	% de agregado filler en peso de la mezcla					
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1.014	1.014	1.014		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2.696	2.696	2.696		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2.696	2.696	2.696		
8	Peso específico filler - aparente	2.310	2.310	2.310		
9	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1191.8	1194.2	1193.4		
10	Peso de la briqueta saturada (grs)	1194.0	1196.1	1195.0		
11	Peso de la briqueta en el agua (grs)	695.5	693.3	694.5		
12	Volumen de la briqueta por desplazamiento	498.5	502.8	500.5		
13	Peso específico bulk de la briqueta	2.391	2.375	2.384		2.383
14	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2.494	2.494	2.494		
15	% de vacíos	4.1	4.8	4.4		4.40
16	Peso específico bulk del agregado total	2.696	2.696	2.696		
17	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	16.20	16.75	16.42		16.50
18	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	74.45	71.53	73.24		73.10
19	Peso específico del agregado total	2.726	2.726	2.726		
20	Asfalto absorbido por el agregado total	0.80	0.80	0.80		
21	% de asfalto efectivo	4.74	4.74	4.74		
22	Flujo (mm)	3.20	3.20	3.10		3.17
23	Lectura del Dial Anillo Marshall	1042	1055	1042		
24	Estabilidad sin corregir (kgs)	1063	1076	1063		
25	Factor de estabilidad (Tabla)	1.09	1.09	1.09		
26	Estabilidad corregida: (kgs)	1158	1173	1158		1163.0
27	Índice de rigidez: (kgs/cm)	3619	3664	3736		3673.2
28	Relación Polvo Asfalto	0.77	0.77	0.77		0.77

OBSERVACIONES . :

SVT CONSTRUCTORES E.I.R.L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUISEPPE ORDOÑEZ LUJANO
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
 CONCRETO Y ASFALTO



Betssy

A. Betssy Ordoñez Lujano
 Especialista en Suelos y Pavimentos
 REG. CIP. 191410

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

REALIZADO POR: Yoileysi Kathwin Bernedo Muñoz

MATERIAL: Comb. de agreg.: Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40%

REVISADO POR : B. Ordoñez

DISEÑO: Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60 - 70

FECHA: 11/05/2023

Asfalto Mejorado - Granos de Caucho 1.5 %

% DE C.A.: 6.0

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	6.00	6.00	6.00		6.00
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	37.60	37.60	37.60		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	56.40	56.40	56.40	100.00	
4	% de agregado filler en peso de la mezcla					
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1.014	1.014	1.014		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2.696	2.696	2.696		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2.696	2.696	2.696		
8	Peso específico filler - aparente	2.310	2.310	2.310		
9	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1194.4	1195.7	1194.7		
10	Peso de la briqueta saturada (grs)	1196.0	1196.4	1195.6		
11	Peso de la briqueta en el agua (grs)	695.5	695.3	699.9		
12	Volumen de la briqueta por desplazamiento	500.5	501.1	495.7		
13	Peso específico bulk de la briqueta	2.386	2.386	2.410		2.394
14	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2.482	2.482	2.482		
15	% de vacíos	3.9	3.9	2.9		3.50
16	Peso específico bulk del agregado total	2.696	2.696	2.696		
17	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	16.79	16.80	15.97		16.50
18	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	77.07	77.02	81.86		78.70
19	Peso específico del agregado total	2.735	2.735	2.735		
20	Asfalto absorbido por el agregado total	0.85	0.85	0.85		
21	% de asfalto efectivo	5.20	5.20	5.20		
22	Flujo (mm)	3.50	3.60	3.60		3.57
23	Lectura del Dial Anillo Marshall	1023	1032	1035		
24	Estabilidad sin corregir (kgs)	1043	1052	1055		
25	Factor de estabilidad (Tabla)	1.09	1.09	1.09		
26	Estabilidad corregida: (kgs)	1137	1147	1150		1144.8
27	Índice de rigidez: (kgs/cm)	3249	3186	3195		3210.1
28	Relación Polvo Asfalto	0.84	0.84	0.84		0.84

OBSERVACIONES . :

SVT CONSTRUCTORES E.I.R.L.
LABORATORIO

CARLOS GUSEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

REALIZADO POR: Yoleysi Kalvín Bernaldo Muñoz

MATERIAL: Comb. de agreg.: Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40%

REVISADO POR : B. Ordoñez

DISEÑO: Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60 -70

FECHA: 11/05/2023

Asfalto Mejorado - Granos de Caucho 1.5 %

% DE C.A.: 6.5

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	6.50	6.50	6.50		6.50
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	37.40	37.40	37.40		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	56.10	56.10	56.10	100.00	
4	% de agregado filler en peso de la mezcla					
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1.014	1.014	1.014		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2.696	2.696	2.696		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2.696	2.696	2.696		
8	Peso específico filler - aparente	2.310	2.310	2.310		
9	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1196.5	1196.0	1197.8		
10	Peso de la briqueta saturada (grs)	1195.8	1196.6	1198.3		
11	Peso de la briqueta en el agua (grs)	697.6	696.9	695.8		
12	Volumen de la briqueta por desplazamiento	498.2	499.7	502.5		
13	Peso específico bulk de la briqueta	2.402	2.393	2.384		2.393
14	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2.465	2.465	2.465		
15	% de vacíos	2.6	2.9	3.3		2.90
16	Peso específico bulk del agregado total	2.696	2.696	2.696		
17	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	16.71	16.99	17.33		17.0
18	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	84.62	82.92	80.97		82.80
19	Peso específico del agregado total	2.737	2.737	2.737		
20	Asfalto absorbido por el agregado total	0.90	0.90	0.90		
21	% de asfalto efectivo	5.66	5.66	5.66		
22	Flujo (mm)	4.10	4.20	4.00		4.10
23	Lectura del Dial Anillo Marshall	959	954	952		
24	Estabilidad sin corregir (kgs)	978	973	971		
25	Factor de estabilidad (Tabla)	1.09	1.09	1.09		
26	Estabilidad corregida: (kgs)	1066	1060	1058		1061.5
27	Índice de rigidez: (kgs/cm)	2600	2525	2645		2589.9
28	Relación Polvo Asfalto	0.92	0.92	0.92		0.92

OBSERVACIONES . :

SVT CONSTRUCTORES E.I.R.L.
LABORATORIO

CARLOS GUISEPPE ORDOÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



A. Betssy Ordoñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

GRÁFICOS DEL ENSAYO MARSHALL

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022

CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)

REALIZADO POR: Yoyleyl Kathiún Bernedo Muñoz

MATERIAL: Comb. de agreg.: Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chenc. TMN. 1/2" - 40%

REVISADO POR: B. Ordoñez

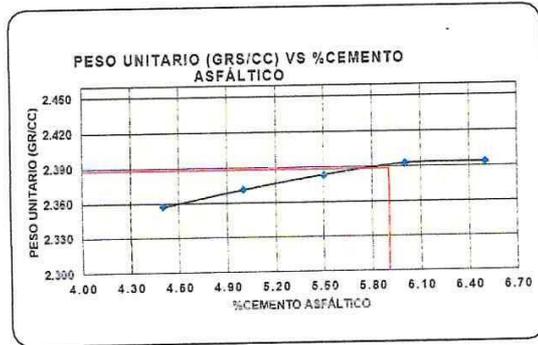
DISEÑO: Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60-70

FECHA: 11/05/2023

Asfalto Mejorado - Granos de Caucho 1.5 %

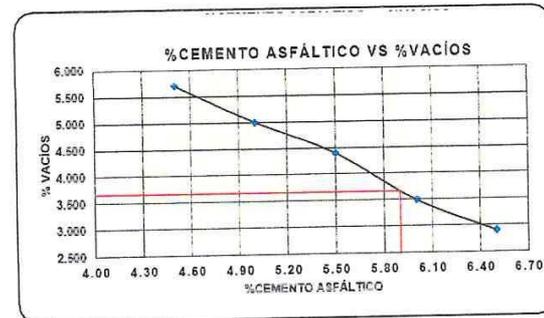
ASFALTO %	P.U grs/cc
4.5	2.357
5.0	2.371
5.5	2.383
6.0	2.394
6.5	2.393

%CEMENTO ASFÁLTICO	5.9
PESO UNITARIO (gr/cc)	2.386



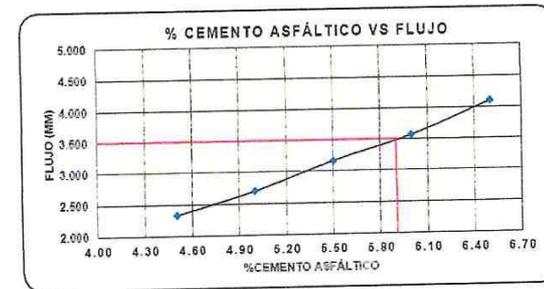
ASFALTO (%)	VACIOS (%)
4.5	5.70
5.0	5.00
5.5	4.40
6.0	3.50
6.5	2.90

%PORCENTAJE DE VACIOS	3.66
-----------------------	------



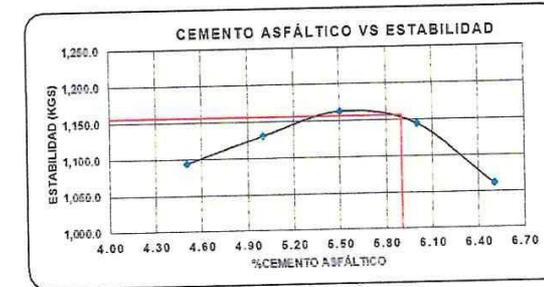
ASFALTO (%)	FLUJO (mm)
4.5	2.33
5.0	2.70
5.5	3.17
6.0	3.57
6.5	4.10

%FLUJO	3.50
--------	------



ASFALTO (%)	ESTABILIDAD (kgs)
4.5	1094.4
5.0	1130.8
5.5	1163.0
6.0	1144.8
6.5	1061.5

ESTABILIDAD (kgs)	1156.55
-------------------	---------



SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L. LABORATORIO
 CARLOS GUISEPPE ORDOÑEZ LUJANO
 JEFE DE LABORATORIO DE BUELOS,
 CONCRETO Y ASFALTO



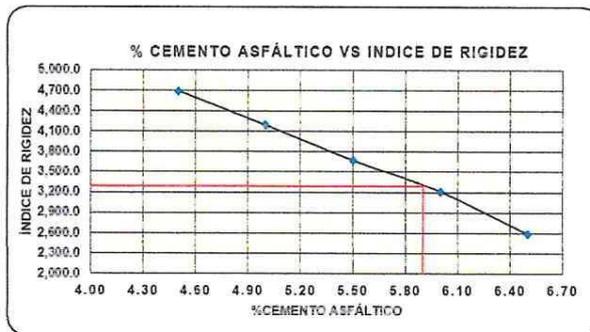
A. Betsy Ordoñez Lujano
 Especialista en Suelos y Pavimentos
 REG. CIP. 191410

GRÁFICOS DEL ENSAYO MARSHALL

PROYECTO: Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Región Moquegua 2022
CONCEPTO: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2) **REALIZADO POR:** Yuleysi Kathrin Bernedo Muñoz
MATERIAL: Comb. de agreg: Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40% **REVISADO POR:** B. Ordoñez
DISEÑO: Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60 - 70 **FECHA:** 11/05/2023
 Asfalto Mejorado - Granos de Caucho 1.5 %

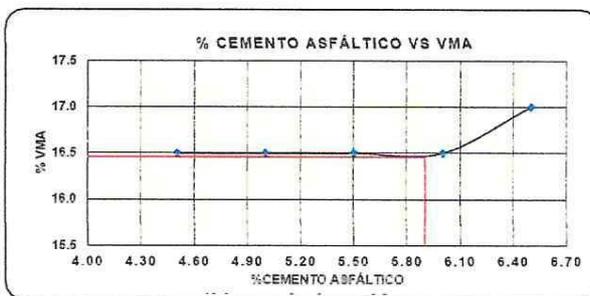
ASFALTO (%)	INDICE DE RIGIDEZ (kgs/cm)
4.5	4692.4
5.0	4192.2
5.5	3673.2
6.0	3210.1
6.5	2589.9

INDICE DE RIGIDEZ (kgs/cm)
3289.29



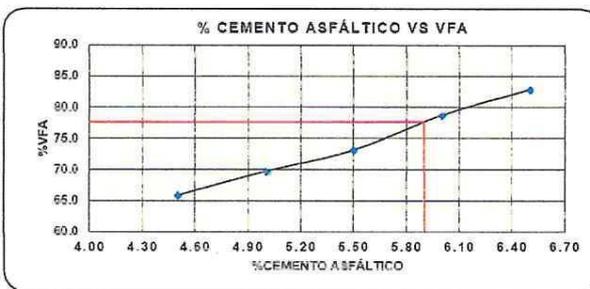
ASFALTO (%)	VMA (%)
4.5	16.5
5.0	16.5
5.5	16.5
6.0	16.5
6.5	17.0

%VMA
16.45



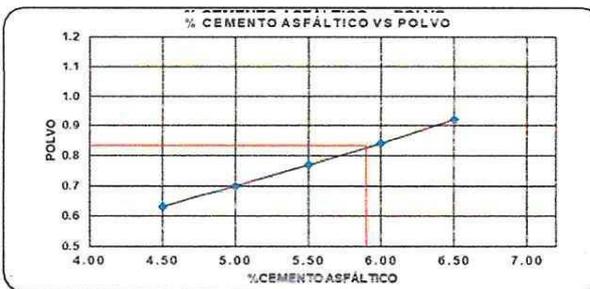
ASFALTO (%)	VFA (%)
4.5	65.8
5.0	69.7
5.5	73.1
6.0	78.7
6.5	82.8

%VFA
77.57



ASFALTO (%)	POLVO (%)
4.5	0.63
5.0	0.70
5.5	0.77
6.0	0.84
6.5	0.92

POLVO/ASFALTO
0.86



SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO
 CARLOS GUSEPPE ORDOÑEZ LUJANO
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
 CONCRETO Y ASFALTO

A. Beissy Ordoñez Lujano
 Especialista en Suelos y Pavimentos
 REG. CIP. 191410

CARACTERISTICAS FISICAS MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC - 2

PROYECTO:	Deterioro de la Carpeza Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Region Moquegua 2022		
CONCEPTO:	Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)	REALIZADO POR:	Yuleysi Kalhrin Bernedo Muñoz
MATERIAL:	Comb. de agreg.: Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40%	REVISADO POR :	B. Ordoñez
DISEÑO:	Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60 -70 Asfalto Mejorado - Granos de Caucho 1.5 %		

RESUMEN DE RESULTADOS Y REQUISITOS PARA LA MEZCLA

PARAMETROS DE DISEÑO	NORMA DEL ENSAYO	ESPECIFICACION	VALOR OBTENIDO
Porcentaje de asfalto %	-	Optimo	5.9
Compactación golpes/cara	MTC E-504	75	75
Estabilidad mínima en kg.	MTC E-504	Mínima 815	1156.55
Flujo en 0.25 mm	MTC E-504	2 - 4	3.50
% de Vacíos con aire (Va)	MTC E-505	3 - 5	3.66
% Vacíos agreg. mineral (VMA)	-	> 14	16.45
% Vacíos llenos con C.A. (VFA)	-	-	77.57
Relación Polvo - Asfalto	-	0.6 - 1.3	0.86
Relación Estabilidad/Flujo (Kg/cm)	MTC E-504	1700 - 4000	3289.29

DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS

Cemento Asfáltico (%)	5.9	REFERENCIA SÓLO A CURVA GRANULOMÉTRICA	
Grava Trit. 1/2" (%)	40.0	PIEDRAS (%)	40.0
Arena Chancada 1/4" (%)	60.0	ARENA CHANCADA (%)	60.0

SVT CONSTRUCTORES E. I. R. L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUISSEPPE ORDÓÑEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO



A. Betssy Ordóñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

**DENSIDAD MAXIMA TEORICA RICE
MTC E-508, ASTM D-2041, AASHTO T-209**

PROYECTO: *Deterioro de la Carpeta Asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la Avenida Panamericana, Kennedy del Distrito de Ilo en la Region Moquegua 2022*

CONCEPTO: *Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC - 2)*

REALIZADO POR: *Yoleysi Kathrin Bernedo Muñoz*

MATERIAL: *Comb. de agreg.: Arena Tritur. TM 1/4" - 60% y Piedra Chanc. TMN. 1/2" - 40%*

REVISADO POR: *B. Ordoñez*

DISEÑO: *Mezcla Asfáltica en caliente PEN 60-70*

FECHA: *11/05/2023*

Asfalto Mejorado - Granos de Caucho 1.5 %

MEZCLA ASFALTICA

ENSAYO Nº		01	02	03	04	05
CEMENTO ASFALTICO	%	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
PESO DEL MATERIAL	gr	1492.00	1491.00	1489.00	1490.00	1487.00
PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	gr	7225.00	7225.00	7225.00	7225.00	7225.00
PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (en aire)	gr	8717.00	8716.00	8714.00	8715.00	8712.00
PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (en agua)	gr	8119.70	8118.40	8117.00	8114.70	8108.80
VOLUMEN DEL MATERIAL	cc	597.30	597.60	597.00	600.30	603.20
Peso específico maximo ASTM D-2041(RICE)	gr/cc	2.498	2.495	2.494	2.482	2.465
TEMPERATURA DE ENSAYO	°C	25	25	25	25	25
GRAVA 3/4"	%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
GRAVA TRITURADA 1/2"	%	40.0%	40%	40%	40%	40%
GRAVA TRITURADA 3/8"	%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
ARENA TRITURADA 1/4"	%	60.0%	60%	60%	60%	60%
ARENA NATURAL LAVADA 1/4"		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
FILLER CAL HIDRATADA		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TIEMPO DE ENSAYO	Min.	30	30	30	30	30
FACTOR DE CORRECCION						

SVT CONSTRUCTORES E.I.R.L.
LABORATORIO

.....
CARLOS GUSEPPE ORDONEZ LUJANO
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO

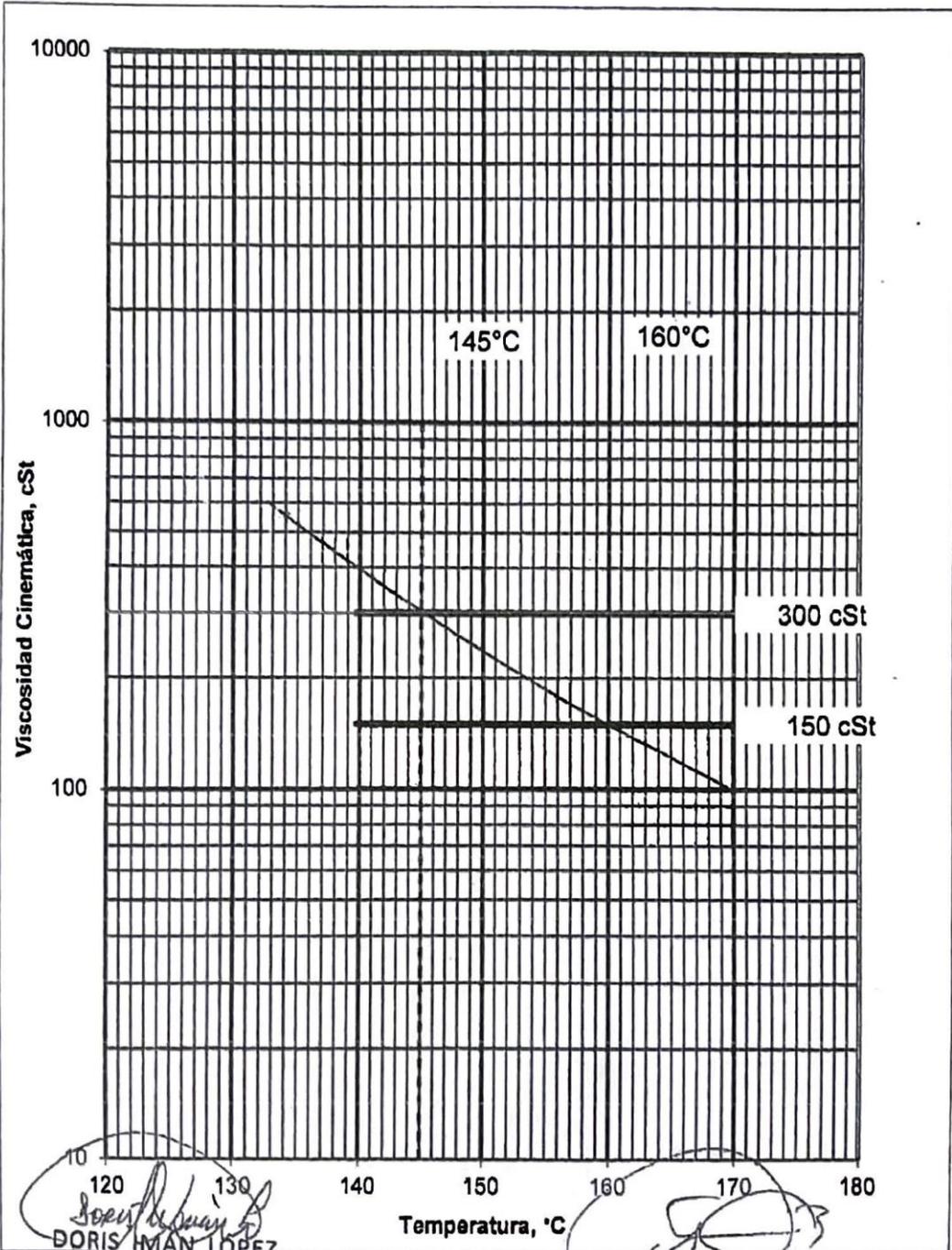


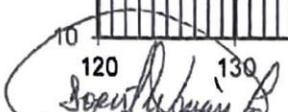
A. Betssy Ordóñez Lujano
.....
A. Betssy Ordóñez Lujano
Especialista en Suelos y Pavimentos
REG. CIP. 191410

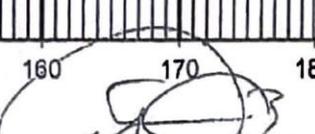
ANEXO 8

**CERTIFICADO DE CALIDAD DEL CEMENTO
ASFALTICO**

Carta Viscosidad - Temperatura ASTM D 341
Rango de Temperatura Optima de Mezcla
TQ. 9 - C. A. 60 / 70 PEN. - 04.12.2022 - 00:15 horas

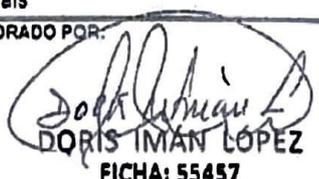
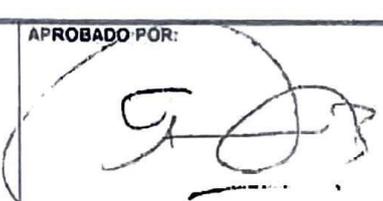



DORIS HUAN LOPEZ
 FICHA: 55457


FRANKLIN BERMEJOS CHOQUE
 FICHA: 59137

UNIDAD LABORATORIO - GERENCIA DPTO. REFINERÍA CONCHÁN

INFORME DE ENSAYO (ASFALTO SÓLIDO 60/70 PEN)
N° GDCN-LAB-2571-2022

FECHA DE REPORTE: 06.12.2022	FECHA DE RECEPCIÓN 04.12.2022	CÓDIGO DE MUESTRA : 21723			
HORA DE RECEPCIÓN: 00:15 HORAS	PROCEDECIA: JEFATURA OPERACIONES	BUQUE/TANQUE: -----			
TANQUE DE MUESTREO : 9	VOLUMEN CERTIFICADO: -----	DESTINO: PLANTA CONCHÁN			
ENSAYOS		MÉTODO ASTM ^(A)	RESULTADOS DEL ANÁLISIS	ESPECIFICACIONES MIN. MAX.	
PENETRACIÓN:					
a 25°C, 100 gr, 5 seg., 1/10 mm		D5/D5M-20	68	60	70
DUCTILIDAD:					
a 25°C, 5 cm/min, cm		D113-17	>150	100	
FLUIDEZ:					
- Viscosidad Cinemática a 100°C, cSt		D2170/D2170M-18	6374	Reportar	
- Viscosidad Cinemática a 135°C, cSt		D2170/D2170M-18	520.0	200	
SOLUBILIDAD:					
Solubilidad en Tricloroetileno, % masa		D 2042-20	99.8	99	
VOLATILIDAD:					
Punto de Inflamación, C.O.C., °C		D92-18	290	232	
DENSIDAD:					
Gravedad API a 60°F, °API		D 70-18a	6.8	Reportar	
Gravedad Específica a 60/60°F		D 70-18a	1.023	Reportar	
SUSCEPTIBILIDAD TÉRMICA:					
Punto de Ablandamiento, °C		D36-14a1	50.0	Reportar	
Índice de Penetración			-0.4	-1	+1
Efecto de Calor y Aire (Película Fina):		D1754-09(2014)			
- Cambio de Masa, % masa del Original			0.2	0.8	
- Penetración Retenida, % del Original		D5/D5M-20	65	52	
- Ductilidad a 25°C, 5 cm/min, cm		D113-17	65	60	
OBSERVACIONES:					
1. Los resultados corresponden sólo a la muestra analizada.					
2. La muestra fue proporcionada por el cliente.					
La temperatura óptima de mezcla para este producto se encuentra entre 145 y 160°C					
Se adjunta Carta Viscosidad - Temperatura.					
3. (A): American Society for Testing and Materials					
ORIGINAL : CLIENTE	ELABORADO POR:		APROBADO POR:		
COPIA 1 : ARCHIVO GENERAL DE INFORMES DE ENSAYO	 DORIS IMAN LÓPEZ FICHA: 55457		 FRANKYN BERMEJÓS CHOQUE FICHA: 59137		
COPIA 2: INFORME DE ENSAYO DE PRODUCTOS					

GDCNLAB-PG-015-F-02, Rev. 7

Pág 1 de 2

FIN DE INFORME

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN AUTORIZACIÓN DE PETROPERÚ