



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia aplicando
aditivo orgánico, Lima - Perú 2018”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA CIVIL**

AUTORA:

Sosa Enciso, Ruth Lizeth

ASESORA:

Ms. Ing. Cecilia Arriola Moscoso

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

Lima - Perú

2018

PÁGINA DEL JURADO

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 11-12-2018 Página : 1 de 2
--	---------------------------------------	---

El **Jurado** encargado de evaluar la tesis presentada por don (ña)

Ruth Lizeth Sosa Eniso

cuyo título es:

" *Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia*
aplicando aditivo orgánico Lima-Perú 2018

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

15 (número) *Buena* (letras).

Lugar y fecha..... *13 - Dic - 2018*



PRESIDENTE
Mr. Benitos

 Grado y nombre



SECRETARIO
DR. OMAR TELLO

 Grado y nombre



VOCAL
Ms. Cecilia Arzola Masoso

 Grado y nombre

NOTA: En el caso de que haya nuevas observaciones en el informe, el estudiante debe levantar las observaciones para dar el pase a Resolución.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

DEDICATORIA

A mi familia por formar parte de esta gran experiencia, enseñarme que todo con perseverancia y esfuerzo es posible.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haber estado conmigo en todo este trayecto académico, haber iluminado mi camino y por enseñarme a creer en que todo es posible.

A mi madre Iris por todo su amor, comprensión, respaldo en toda esta experiencia académica y brindarme la seguridad como persona y futura profesional.

A mi padre Wilber por impartirme sus conocimientos, consejos, brindarme la confianza y creer en mi persona.

A mis hermanas Judy y Narath por ser mis compañeras de vida, por el cariño, respaldo y formar parte de cada paso que doy en mi vida.

A la Ing. Cecilia y al Ing. Benites por brindarme el apoyo como asesores en la presente investigación.

A Ronald por su apoyo y confianza en mi persona.

A la Dirección de Estudios Especiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones por brindarme la disposición de sus instalaciones y por la calidad de personas que me brindaron su apoyo e impartirme la información necesaria para el desarrollo de la presente investigación.

A la empresa SEOING E.I.R.L. por brindarme el apoyo de los agregados pétreos empleados para el desarrollo de los ensayos.

A la empresa REPSOL por brindarme el apoyo de los galones de asfalto PEN 60/70 empleados para el desarrollo de los ensayos de laboratorio.

A la Ing. Rocío representante de la empresa Mathiesen Perú S.A.C. por su apoyo con el aditivo empleado en la presente investigación.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Ruth Lizeth Sosa Enciso, con DNI N° 73112820, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, 17 de Setiembre de 2018



FIRMA

Ruth Lizeth Sosa Enciso

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia aplicando aditivo orgánico, Lima –Perú 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

Ruth Lizeth Sosa Enciso

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
I. Introducción	19
1.1. Realidad problemática.....	20
1.2. Trabajos previos	22
1.2.1. En el ámbito internacional.....	22
1.2.2. En el ámbito nacional	25
1.3. Teorías relacionadas al tema	27
1.3.1 Aditivo orgánico	27
1.3.1.1 Características	28
1.3.1.1.1 Adherencia.....	28
1.3.1.1.2 Viscosidad	29
1.3.1.1.3 Temperatura.....	29
1.3.2 Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica.....	30
1.3.2.1 Mezcla asfáltica.....	31
1.3.2.1.1 Asfalto	31
1.3.2.1.2 Propiedades volumétricas de la mezcla	32
1.3.2.2 Factores	32
1.3.2.1.3 Durabilidad	32
1.3.2.1.4 Deformabilidad.....	33
1.3.2.1.5 Resistencia a la fatiga	34
1.3.3 Ensayos en laboratorio.....	34
1.3.3.1 Agregados.....	34
1.3.3.2 Requerimientos generales para los agregados.....	37
1.3.3.2.1 Granulometría	37
1.3.3.2.2 Agregados gruesos	38

1.3.3.2.3.	Agregados finos	38
1.3.3.3	Cemento asfáltico	39
1.3.3.4	Mezcla asfáltica.....	40
1.3.4	Diseño de la mezcla asfáltica en caliente	42
1.3.4.1	Método Marshall (MTC E 504)	42
1.3.4.2	Peso específico teórico máximo de mezclas asfálticas (MTC E 508)....	43
1.3.5	Marco referencial.....	43
1.4.	Formulación del problema	44
1.4.1.	Problema general	44
1.4.2.	Problemas específicos.....	44
1.5.	Justificación de la investigación.....	44
1.5.1.	Justificación Práctica	44
1.5.2.	Justificación Metodológica.....	44
1.6.	Hipótesis de investigación.....	45
1.6.1.	Hipótesis General	45
1.6.2.	Hipótesis específicas.....	45
1.7.	Objetivos de la investigación	45
1.7.1.	Objetivo general	45
1.7.2.	Objetivos específicos	45
II.	Método.....	46
2.1.	Diseño de la investigación.....	47
2.1.1.	Método	47
2.1.2.	Enfoque	47
2.1.3.	Nivel de investigación.....	48
2.1.4.	Tipo de investigación	48
2.1.4.1.	De acuerdo a la orientación.....	48
2.1.4.2.	De acuerdo a la técnica de contrastación	48
2.1.4.3.	De acuerdo con la direccionalidad.....	48
2.1.4.4.	De acuerdo con el tipo de fuente de recolección de datos	49
2.1.4.5.	De acuerdo con la evolución del fenómeno estudiado.....	49
2.1.4.6.	De acuerdo a la comparación de las poblaciones.....	49
2.2.	Variables, operacionalización	50
2.3.	Población y muestra	51
2.3.1.	Población	51

2.3.2.	Muestra	51
2.3.3.	Muestreo	52
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	53
2.4.1.	Técnicas	53
2.4.1.1.	Observación directa	53
2.4.2.	Instrumento	53
2.4.2.1.	Ficha de recopilación de datos	53
2.4.3.	Validez	54
2.4.4.	Confiabilidad	54
2.5.	Método de análisis de datos	54
2.6.	Aspectos éticos	55
III.	Resultados.....	56
3.1.	Planteamiento experimental	57
3.1.1.	Características de los materiales para la mezcla asfáltica	57
3.2.	Ensayos.....	57
3.2.1.	Ensayos para los agregados	57
3.2.1.1.	Agregados gruesos	58
3.2.1.2.	Agregados finos.....	61
3.2.2.	Ensayo al cemento asfáltico	64
3.2.2.1.	Viscosidad	64
3.2.3.	Ensayos a la mezcla asfáltica.....	65
3.2.3.1.	Adherencia	65
3.2.3.2.	Método MARSHALL	66
3.3.	Aplicación de método de análisis.....	72
3.3.1.	Estudio de la adherencia en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia	73
3.3.2.	Análisis de la viscosidad en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia	75
3.3.3.	Determinación de la temperatura en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia	76
3.3.4.	Evaluación del aditivo orgánico y su intervención en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia.	77
3.4.	Contrastación de la hipótesis.....	81
3.4.1.	Aditivo orgánico y su intervención en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018.....	81

3.4.2.	Incidencia de la adherencia en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018.....	82
3.4.3.	Incidencia de la viscosidad en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018.....	82
3.4.4.	Incidencia de la temperatura en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018.....	83
VI.	Discusión	84
4.1.	Aditivo orgánico y su intervención en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia.....	85
4.2.	La adherencia y su incidencia en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia	85
4.3.	La viscosidad y su incidencia en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia	86
4.4.	La temperatura y su incidencia en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia.....	87
V.	Conclusiones.....	88
VI.	Recomendaciones	91
VII.	Referencias	93
VII.	Anexos.....	101
	Anexo 1: Matriz de Operacionalización de variables.....	102
	Anexo 2: Matriz de consistencia	103
	Anexo 3: Instrumento de investigación validado	104
	Anexo 5: Ensayos de laboratorio.....	113
	Anexo 5.1: Resultado de Ensayos de los agregados gruesos y finos	113
	Anexo 5.1.1: Resultado de Curva Granulométrica.....	113
	Anexo 5.1.2: Resultados de Granulometría.....	114
	Anexo 5.1.3: Resultados del Contenido de Humedad de los agregados	115
	Anexo 5.1.4: Resultado de Equivalente de arena del agregado fino	116
	Anexo 5.1.5: Resultados de la Durabilidad (al Sulfato de Magnesio) de los agregados..	117
	Anexo 5.1.6: Resultado de la Resistencia a la degradación de agregados gruesos por Abrasión e Impacto en la máquina de Los Ángeles	118
	Anexo 5.1.7: Resultado del Peso Específico y Absorción del agregado grueso	119
	Anexo 5.1.8: Resultado del Peso Específico y Absorción del agregado fino	120
	Anexo 5.1.9: Resultado de Partículas chatas o alargadas en el agregado grueso.....	121
	Anexo 5.1.10: Resultados de Caras Fracturadas en el agregado grueso	122

Anexo 5.1.11: Resultados de contenido de sales solubles, cloruros, sulfatos y azul de Metileno.....	123
Anexo 5.2: Resultados del Cemento Asfáltico	124
Anexo 5.2.1: Resultados de la Viscosidad Absoluta de Cementos Asfálticos	124
Anexo 5.3: Resultados del diseño de la Mezcla Asfáltica.....	125
Anexo 5.3.1: Resultados de Revestimiento y desprendimiento de mezclas agregado – bitumen	125
Anexo 5.3.2: Resultados de Adhesividad de los ligantes bituminosos a los áridos finos en diferentes dosificaciones del aditivo Sasobit.....	126
Anexo 5.3.3: Resultados del diseño de la Mezcla Asfáltica en Caliente.....	127
Anexo 5.3.4: Resultados en gráficos del diseño de la Mezcla Asfáltica en Caliente.....	128
Anexo 5.3.5: Resultados del diseño de la Mezcla Asfáltica en Tibio (8% aditivo Sasobit)	129
Anexo 5.3.6: Resultados en gráficos del diseño de la Mezcla Asfáltica en Tibio (8% aditivo Sasobit)	130
Anexo 5.3.7: Corroboración del diseño de la Mezcla Asfáltica en Tibio, contenido de asfalto 4,7% (incorporando 3% aditivo Sasobit).....	131
Anexo 5.3.8: Corroboración del diseño de la Mezcla Asfáltica en Tibio, contenido de asfalto 5,2% (incorporando 3% aditivo Sasobit).....	132
Anexo 5.3.9: Corroboración del diseño de la Mezcla Asfáltica en Tibio, contenido de asfalto 5,4% (incorporando 3% aditivo Sasobit).....	133
Anexo 6: Ficha técnicas.....	134
Anexo 6.1: Reporte de Análisis de Cemento Asfáltico PEN 60-70	134
Anexo 6.2: Curva Viscosidad- Temperatura de Cemento Asfáltico PEN 60-70	135
Anexo 6.3: Penetración de Cemento Asfáltico PEN 60-70.....	136
Anexo 6.4: Ficha técnica del aditivo SASOBIT.....	137
Anexo 7: Certificados de calibración de los equipos	138
Anexo 7.1: Certificado de calibración de Horno USA-102.....	138
Anexo 7.2: Certificado de calibración de Balanza electrónica USA-113	139
Anexo 7.3: Certificado de calibración de Extracción de Vacíos UMA-213	140
Anexo 7.4: Certificado de calibración de Agitador para Equivalente de arena USA-138141	
Anexo 7.5: Certificado de calibración de Tamiz N°200	142
Anexo 7.6: Certificado de calibración de Balanza USA-112.....	143
Anexo 7.7: Certificado de calibración de Baño de Temperatura Constante USA-216	144
Anexo 7.8: Certificado de calibración de Estufa UMA-274	145
Anexo 7.9: Certificado de calibración de Balanza(Asfalto) UMA-224	146

Anexo 7.10: Certificado de calibración de Compactador de Mezcla Asfálticas Mecánico UMA-236	147
Anexo 7.11: Certificado de calibración de Balanza Hidrostática UMA-210.....	148
Anexo 7.12: Informe de mantenimiento de Eyector de Muestras UMA-218	149
Anexo 7.13: Certificado de calibración de Balanza Mecánica UMA-207.....	150
Anexo 7.14: Certificado de calibración de Maquina de Estabilidad MARSHALL UMA-240	151
Anexo 7.15: Certificado de calibración de Balanza Electrónica USA-155.....	152
Anexo 8: Panel fotográfico.....	153
Anexo 9: Autorización de la versión final del trabajo de investigación.....	170
Anexo 10: Acta de aprobación de originalidad de tesis	171
Anexo 11: Autorización de publicación de tesis	172
Anexo 12: Similitud	173

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de las tecnologías WMA de acuerdo al empleo de aditivos orgánicos añadidos al ligante bituminoso	28
Tabla 2: Uso de cementos asfálticos graduados por penetración en función de clima	30
Tabla 3: Granulometría para mezcla asfáltica en caliente(MAC)	37
Tabla 4: Requerimientos para los agregados gruesos.....	38
Tabla 5: Requerimientos para los agregados finos.....	39
Tabla 6: Especificaciones del cemento asfáltico clasificado por viscosidad.....	39
Tabla 7: Requisitos de adherencia	40
Tabla 8: Soluciones de Ensayo	41
Tabla 9: Mezcla Vs. Temperatura	41
Tabla 10: Índice de Riedel Weber	41
Tabla 11: Requisitos para mezcla de concreto bituminoso	42
Tabla 12: Vacíos mínimos en el agregado mineral (VMA)	43
Tabla 13: Cantidad de especímenes.....	51
Tabla 14: Análisis Granulométrico del agregado grueso	58
Tabla 15: Resultado de Durabilidad (al Sulfato de Magnesio) en el agregado grueso	58
Tabla 16: Resultados del Ensayo Abrasión de los Ángeles	59
Tabla 17: Resultados de Partículas chatas y alargadas en el agregado grueso.....	59
Tabla 18: Resultado del Porcentaje de caras de fractura en el agregado grueso.....	60
Tabla 19: Resultados de sales solubles totales en el agregado grueso	60
Tabla 20: Resultados de peso específico y absorción.....	60
Tabla 21: Contenido de Humedad del agregado grueso.....	61
Tabla 22: Resultados del Análisis Granulométrico del agregado fino	61
Tabla 23: Resultado de Durabilidad (al Sulfato de Magnesio) en el agregado fino.....	62
Tabla 24: Resultado de Equivalente de Arena.....	62
Tabla 25: Resultados de sales solubles totales en el agregado fino.....	62
Tabla 26: Contenido de Humedad del agregado fino	63
Tabla 27: Resultados de peso específico y absorción del agregado fino.....	63
Tabla 28: Datos de los ensayos de Limite Liquido y Plástico.....	63
Tabla 29: Resultados de los ensayos de Limite Liquido y Plástico.....	64
Tabla 30: Cemento asfáltico natural + 1,0% aditivo, Capilar J-909	65
Tabla 31: Cemento asfáltico natural + 2,5% aditivo, Capilar K-658	65

Tabla 32: Cemento asfáltico natural + 3,0% aditivo, Capilar F-658.....	65
Tabla 33: Temperatura de mezcla	65
Tabla 34: Índice de adhesividad Riedel Weber por tipo de asfalto	66
Tabla 35: Índice de adhesividad por tipo de asfalto y dosificación corregida	66
Tabla 36: Granulometría determinada.....	67
Tabla 37: Proporciones de los agregados	68
Tabla 38: Pesos para diseño Marshall	69
Tabla 39: Datos promedios por el método Marshall de la mezcla asfáltica convencional..	69
Tabla 40: Peso específico máximo de la mezcla asfáltica convencional	69
Tabla 41: Parámetros del diseño de la mezcla asfáltica convencional	70
Tabla 42: Datos promedios por el método Marshall de la mezcla asfáltica convencional adicionando 8% aditivo Sasobit	70
Tabla 43: Peso específico máximo de la mezcla asfáltica adicionando 8% aditivo Sasobit	71
Tabla 44: Parámetros del diseño de la mezcla asfáltica convencional adicionando 8% aditivo Sasobit	71
Tabla 45: Datos promedios por la corroboración de la mezcla asfáltica convencional adicionando 3% aditivo Sasobit	72
Tabla 46: Parámetros de la corroboración de la mezcla asfáltica convencional adicionando 3% aditivo Sasobit.....	72
Tabla 47: Resultados de cubrimiento del agregado grueso con materiales asfálticos.....	73
Tabla 48: Resultados de adhesividad de los ligantes bituminosos a los áridos finos.....	73
Tabla 49: Resumen valores de Índice de adhesividad Riedel Weber.....	74
Tabla 50: Viscosidad Absoluta de cementos asfálticos.....	75
Tabla 51: Tipo de mezcla vs Temperatura de mezclado	76
Tabla 52: Temperatura de mezclado y compactación de la mezcla asfáltica.....	76
Tabla 53: Durabilidad de la mezcla asfáltica.....	77
Tabla 54: Parámetros de diseño de la mezcla asfáltica	77
Tabla 55: Deformabilidad de la mezcla asfáltica	79
Tabla 56: Resistencia a la fatiga de la mezcla asfáltica.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Características de las emulsiones bituminosas- Adhesividad	29
Figura 2: Cambio en el comportamiento del asfalto en función de la temperatura.....	31
Figura 3: Agregados con buena angulosidad de machaqueo y con mala angulosidad de canto rodado	33
Figura 4: Esquema de variable independiente (aditivo orgánico y variable dependiente (propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia)	47
Figura 5: Curva granulométrica.....	68
Figura 6: Ruptura de briquetas de la mezcla convencional	70
Figura 7: Ruptura de briquetas de la mezcla asfáltica adicionando 8% aditivo Sasobit	71
Figura 8: Ruptura de briquetas de la mezcla asfáltica adicionando 3% aditivo Sasobit	72
Figura 9: Adherencia por tipo de asfalto	74
Figura 10: Viscosidad Absoluta por tipo de asfalto	75
Figura 11: Porcentaje de cemento asfáltico vs. Estabilidad	78
Figura 12: Porcentaje de cemento asfáltico vs. Fluencia.....	78
Figura 13: 5,6% de cemento asfáltico vs. Estabilidad.....	78
Figura 14: 5,6% de cemento asfáltico vs. Fluencia	79
Figura 15: Comparación de la estabilidad, kg	79
Figura 16: Comparación del flujo, mm	80
Figura 17: Comparación de la relación Estabilidad/Flujo, kg/cm.....	81
Figura 18: Agregado grueso	153
Figura 19: Agregado fino	153
Figura 20: Colocación de agregados en bolsas para sus respectivos ensayos de calidad..	153
Figura 21: Tamizado del agregado grueso y fino	154
Figura 22: Agregado después de la máquina de Los Ángeles.....	154
Figura 23: Extracción total de sales.....	154
Figura 24: Agregado colocado en la canastilla.....	155
Figura 25: Lectura de arena	155
Figura 26: Azul de metileno y papel de filtro (Wathman N°2).....	156
Figura 27: Agregado fino retenido en la malla N° 40	156
Figura 28: Espécimen en una cazuela grande tarada.....	156
Figura 29: Material con presencia de humedad.....	157
Figura 30: Extracción de vacíos	157

Figura 31: Agregado grueso recubierto con cemento asfáltico	157
Figura 32: Incorporación de aditivo Sasobit al cemento asfáltico	158
Figura 33: Cemento asfáltico con 1%,2.5% y 4% Sasobit, temperatura 115°C.....	158
Figura 34: Mezcla de cemento asfáltico con el agregado fino	158
Figura 35: Muestra para el ensayo Riedel Weber.....	159
Figura 36: Periodo de ebullición	159
Figura 37: Baño viscosímetro de temperatura constante.....	159
Figura 38: Asfalto PEN 60/70, procedencia Repsol.....	160
Figura 39: Tarros con la mezcla de agregados en horno a 117°C	160
Figura 40: Agregado adicionando asfalto.....	160
Figura 41: Briquetas enumeradas de acuerdo al contenido de % asfalto	161
Figura 42: Briquetas sumergidas en agua temperada 25°C.....	161
Figura 43: Peso de briqueta antes y después de ser sumergido en agua.....	161
Figura 44: Briquetas sumergidas en agua de 60°C.....	162
Figura 45: Máquina de Carga a Compresión.....	162
Figura 46: Especímenes para el ensayo de peso específico máximo (RICE).....	163
Figura 47: Extracción de vacíos de la mezcla asfáltica	163
Figura 48: Enrasando el matraz.....	163
Figura 49: Aditivo Sasobit.....	164
Figura 50: Cemento asfáltico adicionando aditivo Sasobit	164
Figura 51: Medida de temperatura de cemento asfáltico con aditivo Sasobit.....	164
Figura 52: Medida de temperatura de la mezcla asfáltica con aditivo Sasobit.....	165
Figura 53: Compactación de la mezcla asfáltica	165
Figura 54: Extracción de briquetas	166
Figura 55: Briquetas de la mezcla asfáltica adicionando 8% Aditivo Sasobit	166
Figura 56: Secado superficialmente de las briquetas.....	167
Figura 57: Medición del peso de la briqueta en el aire.....	167
Figura 58: Colocación de la briqueta al agua a 60°C	168
Figura 59: Retiro de briquetas para la cara a compresión	168
Figura 60: Briquetas, mezcla asfáltica convencional adicionando aditivo Sasobit.....	169
Figura 61: Rice, mezcla asfáltica convencional adicionando aditivo Sasobit.....	169

RESUMEN

La presente investigación “Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia aplicando aditivo orgánico, Lima –Perú 2018” tuvo como objetivo general evaluar la intervención del aditivo orgánico Sasobit en una mezcla asfáltica en comparación con una mezcla asfáltica caliente y la repercusión de éste en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica; en el contenido de la presente se detalla el uso de agregados pétreos provenientes de la cantera “SEOING E.I.R.L.” y del cemento asfáltico PEN 60/70 de la empresa “REPSOL”, materiales que han sido ensayados de acuerdo con las especificaciones del MTC(EG-2013).

La presente investigación corresponde al diseño Experimental, tipo Aplicada, método Científico, enfoque Cuantitativo, nivel Descriptivo. La población hace referencia a todas las mezclas asfálticas tibia y la muestra está conformada por 56 especímenes de los ensayos realizados en laboratorio, cuenta con un muestreo No Probabilístico y de tipo Intencional. Se aplicó la técnica de observación directa y se empleó la ficha de recolección de datos para la obtención de resultados, los cuales fueron adquiridos mediante la elaboración de los ensayos se analizaron a través del programa EXCEL para organizar los datos recolectados y evidenciar en cuadros comparativos y gráficos.

Se realizaron ensayos a los agregados pétreos (finos y gruesos), cemento asfáltico y a la mezcla asfáltica en su conjunto conforme a las dimensiones de estudio, empleando las mismas consideraciones, como son los agregados y la gradación para ambas mezclas, obteniendo como resultados en el diseño Marshall, una estabilidad para el diseño de mezcla asfáltica convencional de 1362,4kg y para el diseño de la mezcla asfáltica aplicando 8% aditivo orgánico de 1056,4kg, al existir una disminución de estabilidad debido al exceso de dosificación del aditivo se realizó la corroboración de la mezcla asfáltica aplicando el 3% del aditivo orgánico, lo cual se obtuvo 1456,0kg de estabilidad.

Por lo que se considera, que al adicionar 3% de aditivo orgánico a la mezcla asfáltica existe un incremento en la estabilidad y por ende en la relación estabilidad/flujo en semejanza con la mezcla asfáltica convencional, a su vez da mención en la mejora de las dimensiones de estudio.

Palabras claves: Aditivo orgánico, mezcla asfáltica tibia, temperatura, estabilidad, flujo.

ABSTRACT

The present research "Mechanical properties of the warm asphalt mixture applying organic additive, Lima-Peru 2018" had as general objective to evaluate the intervention of the Sasobit organic additive in an asphaltic mixture compared with a hot asphalt mixture and the repercussion of this in the properties mechanical asphalt mix; In the content of this is detailed the use of stone aggregates from the quarry "SEOING EIRL" and cement asphalt PEN 60/70 of the company "REPSOL", materials that have been tested according to the specifications of the MTC (EG -2013).

The present investigation corresponds to the Experimental design, Applied type, Scientific method, Quantitative approach, Descriptive level. The population refers to all the warm asphalt mixtures and the sample is made up of 56 specimens from the tests carried out in the laboratory. It has a Non-Probabilistic sampling and an Intentional type. The technique of direct observation was applied and the data collection card was used to obtain results, which were acquired through the preparation of the trials were analyzed through the EXCEL program to organize the data collected and show in comparative tables and graphics.

Tests were performed on the stone aggregates (fine and coarse), asphalt cement and the asphalt mixture as a whole according to the dimensions of the study, using the same considerations, such as the aggregates and the gradation for both mixtures, obtaining as results in the Marshall design, a stability for the design of conventional asphalt mixture of 1362.4kg and for the design of the asphaltic mixture applying 8% organic additive of 1056.4kg, as there was a decrease in stability due to the excess dosage of the additive, the corroboration of the asphaltic mixture applying 3% of the organic additive, which resulted in 1456.0kg of stability.

Therefore, it is considered that when adding 3% of the organic additive to the asphaltic mixture, there is an increase in stability and therefore in the stability / flow ratio in similarity with the conventional asphalt mixture, in turn, it is mentioned in the improvement of the study dimensions.

Keywords: Organic additive, warm mix asphalt, temperature, stability, flow.

I. Introducción

1.1. Realidad problemática

A nivel mundial la construcción de pavimentos ha ascendido debido al incremento formidable de la población, dado que las carreteras representan un importante avance en el desarrollo de un país y a cubrir parte de las necesidades del habitante, beneficiando así el aspecto socioeconómico; a su vez, sucesos desfavorables medio ambientales, como son las emisiones de gases tóxicos en la construcción de éstos; cabe mencionar que, la colocación de la mezcla asfáltica en caliente resulta ser perjudicial a largo plazo para el pavimento, ya que al estar a altas temperaturas en el mezclado, puesta en obra y en la compactación, ocasiona que pierda sus propiedades previo y durante la colocación, evitando la prolongación de su vida útil. Siendo los pavimentos de mezclas bituminosas las preferidas por los usuarios que aprecian sus cualidades de comodidad y seguridad es por ello que los avances en la tipología, formulación y propiedades de estas mezclas son notables y continuos, los cuales abren campos y posibilidades cada vez más amplios en su utilización, suministrando una adecuada respuesta a las crecientes exigencias en su proyecto y construcción. *La mayoría de los pavimentos a nivel mundial como en México están contruidos de asfalto, por lo que se debe estar en constante innovación tecnológica que contribuyan a mejorar las técnicas y por consiguiente obtener resultados superiores, teniendo así la mejora en la eficiencia de los materiales, para alcanzar un mayor porcentaje de reciclaje y sustentabilidad en pavimentos (Consejo Directivo de la Asociación Mexicana del Asfalto, 2015).* A nivel mundial se encuentran empleando aditivos orgánicos a la mezcla asfáltica para obtener como resultado mezcla asfáltica tibia lo cual se propone como una alternativa de solución para mitigar los impactos ambientales que ocasiona la mezcla asfáltica convencional, lo que a su vez se le considera como una propuesta sostenible.

En nuestro país, existe un alto porcentaje de tramos con pavimento flexible. El asfalto tiende adaptarse a diferentes entornos y/o climas, esto es posible debido que, al añadirle emulsiones, se puede obtener asfaltos blandos para climas muy fríos o asfaltos de mayor módulo adaptados a un gran fluido vehicular en climas muy cálidos. *En la actualidad la construcción y/o mejoramiento, rehabilitación de carreteras ha ido ascendiendo de manera considerable, pero aún con tal avance existe un gran déficit de vías pavimentadas, como lo indica el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC). La red vial del Perú, en un 99% han sido de pavimento flexible,* en las zonas alto andinas existen una gradiente térmica, es decir que los cambios se dan de manera drástica; en el día se da la temperatura máxima y

en la noche la temperatura mínima lo cual genera muchas tensiones, produciendo así deformación permanente en los pavimentos (*Montalvo, 2017*). El estado actual de las carreteras y calles urbanas demuestran que existe un alto déficit de vías pavimentadas, cuestionando así la adecuada evaluación de las diferentes alternativas que existen para pavimentar estas vías y prologar su vida útil, otro factor que resulta relevante es el inadecuado diseño de pavimento y por consiguiente la mezcla asfáltica, puesto que las carreteras y en especial las calles urbanas presentan fisuras, deformaciones, ahuellamiento que posiblemente ocurren por el tráfico vehicular, gradiente térmico, mala compactación (ejecución de obra), desprendimiento del agregado con el ligante bituminoso y entre otros. *Existe un 70% de redes viales no pavimentadas en todo el país*, al realizar la construcción y/o mejoramiento, rehabilitación de tales, existe un modo convencional de como ejecutarlos, pero éste en el proceso constructivo genera la emisión de gases tóxicos.

Las carreteras presentan leves pero recurrentes fisuras a causa de la humedad, por lo que la humedad relativa en mezclas asfálticas ejerce una fuerte influencia en la determinación de las leyes de fatiga para estos materiales. Cabe mencionar que, características geográficas han determinado un patrón de crecimiento que ha ido adaptándose a las condiciones topográficas de ocupación espontánea y no planificada que genera un crecimiento desordenado y discontinuo con alto porcentaje de área residencial y déficit de áreas para el equipamiento. La construcción del pavimento flexible con mezcla asfáltica en caliente genera pérdida en las propiedades mecánicas por las elevadas temperaturas en las cuales se realiza, lo que genera una oxidación y envejecimiento prematuro en la carpeta asfáltica, a su vez los trabajadores se encuentran latentes a sufrir de enfermedades respiratorias dado a la exposición de la emisión de gases tóxicos, lo que desfavorece también al medio ambiente; *por lo que la presente investigación propone una alternativa de solución que contribuye con el desarrollo sostenible*, como son las mezclas asfálticas tibias, que se dará por medio de la incorporación de un aditivo orgánico en la mezcla asfáltica.

En efecto, la presente investigación analizará las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia aplicando aditivo orgánico, para saber la incidencia que tiene la adherencia, viscosidad y temperatura en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia y de ser óptimo los resultados, dar como recomendación a mediano y/o largo plazo emplearlo a nivel nacional.

1.2. Trabajos previos

Se ha revisado y recopilado investigaciones previas a la presente, para mayor información acerca de las variables de estudio, siendo todas investigaciones Cuantitativas.

1.2.1. En el ámbito internacional

Urrego y Ruiz (2016). Determinación de la adherencia en mezclas asfálticas elaboradas con asfaltos convencionales y materiales de peña y río (tesis de pregrado). Universidad Católica de Colombia- Colombia, teniendo como objetivo evaluar la adherencia entre el agregado pétreo y el ligante asfáltico, en combinaciones de cementos asfálticos convencionales, con valores de penetración en decimas de milímetros 40-50, 60-70 y 80-100, con material de río, material de peña y una mezcla de ambos agregados, por medio del ensayo de Tracción Indirecta y Riedel Webber.

Presenta conclusiones, Para evaluar la adhesividad se realizó el ensayo Riedel Weber donde se obtuvo un excelente comportamiento de la mezcla utilizando agregados de río y de peña; para todos los distintos agregados y cementos asfálticos, se consiguieron resultados por arriba de los 80% en relación a la adherencia, Se comprobó que la utilización de los agregados de peña muestra una adecuada adherencia con el ligante dado que mediante un ensayo para ver el fallo por tracción indirecta se visualizó que a medida de la carga aplicada sobre la briqueta las gravas se fracturaban, pero no mostraron su separación con el ligante y el material queda adherido.

La contribución de la presente tesis, describe que la utilización de los agregados de río y peña en conjunto con los cementos asfálticos ya mencionados, dan una mejor adherencia a diferencia de los agregados mixtos que mediante el ensayo falla por tracción indirecta estos agregados sufren un desprendimiento con el ligante, esto quiere decir que el material no queda adherido.

Lesme (2015). Estudio del comportamiento de mezclas asfálticas tibias (mezclas templadas) empleando emulsiones súper-estabilizadas (tesis de magister). Pontificia Universidad Católica de Chile- Chile, teniendo como finalidad investigar y comparar las propiedades mecánicas y volumétricas de las Mezclas Asfálticas Tibias con Emulsión Súper-Estabilizada (MAT-ESE) y las Mezclas Asfálticas en Caliente (MAC) a nivel de laboratorio.

Sus conclusiones demuestran que, el Módulo de Rigidez las MAT-ESE es menor en comparación con la mezcla asfáltica en caliente, puesto que requiere mezclado en menor temperatura, lo que ocasiona menor oxidación en la mezcla; al ser menor el consumo de combustible se genera un ahorro de energía del 30%; para emplear mezcla asfáltica tibia o mezcla asfáltica caliente se debe considerar el espesor necesario para cumplir la vida útil del diseño; las MAT-ESE mantiene su temperatura durante el transporte a obra, permite a su vez la compactación a menores temperaturas sin perder sus propiedades de diseño.

El aporte de la presente investigación fue la comparación de la relación viscosidad-temperatura, ya que el ligante asfáltico se ensayó a temperaturas inferiores de 60°C, 135°C y 160°C, y la emulsión asfáltica a 60°C, 80°C y 90°C, obteniendo como resultados una reducción en la viscosidad, en relación a la obtenida con el ligante asfáltico, dentro del parámetro de $1,7 \pm 0,2$ poises, y para la compactación de ligantes asfálticos convencionales, en un rango de viscosidades de $2,8 \pm 0,3$ poises.

Méndez, Morán y Pineda (2014). Diseño de mezcla asfáltica tibia, mediante la metodología Marshall, utilizando asfalto espumado (tesis de pregrado). Universidad El Salvador- El Salvador, cuyo objetivo fue realizar el diseño de una mezcla asfáltica tibia por medio de la metodología Marshall empleando asfaltos espumados. Se aprecia que las mezclas MAT-ESE tienen una menor relación estabilidad-fluencia en comparación a las mezclas MAC.

Teniendo como conclusiones que, la dosificación de los agregados (grava) los cuales se analizaron en porcentajes de acuerdo a los diámetros; 15% de grava $\frac{3}{4}$ ", 35% de grava $\frac{1}{2}$ " y 50% de arena triturada, lo que genera un envolvimiento de agregados, que estos a su vez contribuye a las propiedades de la mezcla asfáltica tibia; la mezcla asfáltica tibia con asfalto espumado se compacta a una determinada temperatura de 131°C menor con respecto a la de mezcla asfáltica en caliente de 145 a 150°C, lo cual beneficia en la producción, compactación y salud de los trabajadores; las mezclas asfálticas tibias tienden a sufrir daños por humedad ya que su valor de TSR es de 80.89% y de la mezcla asfáltica en caliente es de 86.36%.

La presente contribuyó en un rango de temperaturas de compactación de 120°C, 125°C, 130°C, 140°C con sus concernientes porcentajes de vacíos de 6.4%, 5.1%, 4.9%, 2.8%, 2.9%, por lo que en la curva de compactación para laboratorio se obtuvo una temperatura de 131° con porcentaje de vacíos de 4%; mediante la carta temperatura de viscosidad, señala

que se puede compactar a la mezcla asfáltica en caliente a una temperatura de 145 a 150 °C a diferencia de la mezcla asfáltica tibia que únicamente se puede compactar a una temperatura 131 °C

Ortega y Paternina (2012), en su tesis para optar Posgrado en Vías y Transporte titulada: Propuesta para la implementación de mezclas asfálticas tibias en la Ciudad de Medellín, sustentada en la Universidad de Medellín- Colombia, tuvo como finalidad: determinar la viabilidad de la utilización de las mezclas asfálticas tibias en la ciudad de Medellín mediante la implementación de experiencias adquiridas en otros países, con el fin de obtener beneficios ambientales, técnicos y económicos, así mismo, garantizar un comportamiento similar o superior a una mezcla asfáltica convencional; concluyó que, en el tema de costos de elaboración de mezclas asfálticas, es más beneficioso la utilización de las mezclas tibias porque en la hora de su fabricación en las plantas asfálticas, estas requieren una temperatura menor para calentar a los materiales y a su vez reduce el desgaste de la planta, que esto genera un gran beneficio económico y por otro lado en el momento de la compactación de la carpeta asfáltica facilitaría el proceso constructivo, disminuirá la utilización de combustible para la producción y su vez elimina el envejecimiento de manera rápida del ligante asfáltico.

El aporte de la presente investigación, se trabajó a temperatura de mezcla 145°C y 125°C, temperatura de compactación de 165°C y 145°C para la mezcla asfáltica convencional y tibia aplicando aditivo Sasobit a 1.5% respectivamente, empleando el ensayo de ahuellamiento simulado WTT (Wheel Tracking Test) presenta una mayor deformación la mezcla asfáltica convencional con respecto a la mezcla asfáltica tibia.

García (2010), en su tesis para la obtención del Título Profesional de Ingeniero Civil, titulada: Comparación del comportamiento mecánico de mezcla asfáltica tibia y mezcla asfáltica caliente, sustentada en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil- Ecuador, tuvo como finalidad: determinar, bajo las condiciones de agregados y asfalto ecuatorianos, la aplicabilidad de las mezclas asfálticas tibias que utilizan aditivos a base de ceras para reducir las temperaturas de mezcla y compactación; obteniendo como conclusiones, al analizar el envejecimiento del asfalto y la temperatura de mezcla, se determina la trabajabilidad del aditivo para su posterior búsqueda de temperatura de compactación y demostrar estabilidad, módulo y otros parámetros de diseño; analizando la durabilidad, la

mezcla tibias por su baja oxidación a lo largo del proceso de producción duraría solo un año más en comparación con la mezcla convencional; a su vez da mención que los pavimentos de grandes espesores tienen más años de vida útil.

La presente aportó en la medición de densidad y vacíos, realizó el diseño de mezcla asfáltica convencional a temperatura 130°C y empleando los aditivos Rediset, Sasobit a temperaturas 100° y 110°C se evidenció que los vacíos no son menores al 4%, que muestra que las mejores estabilidades son las compactadas con Residet y la mezcla convencional, obteniendo una rigidez Marshall mayor a 2000kg/mm.

1.2.2. En el ámbito nacional

Valeriano y Catacora (2017). Comportamiento del diseño de mezcla asfáltica tibia, con adición de zeolita para la pavimentación de la ciudad de Juliaca (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano- Puno, su objetivo fue evaluar el comportamiento del diseño de Mezcla Asfáltica Tibia con adición de zeolita, además obtener beneficios ambientales y económicos frente a las mezclas asfálticas convencionales para la pavimentación de la ciudad de Juliaca.

Se concluye que, la aplicación de zeolita natural Clinoptilolita en 2% para el diseño de la mezcla asfáltica tibia, sus propiedades mecánicas son menores que la mezcla asfáltica en caliente; puesto que la estabilidad de la mezcla asfáltica tibia es inferior a la mezcla asfáltica en caliente, el flujo es mayor, la resistencia a la compresión simple es parcialmente menor, al igual que la tracción directa, y a su vez menor emisión del CO₂.

La contribución de la presente, da resultados del método Marshall para el asfalto convencional en 140°C y 100°C, asfaltos modificados con Zeolita Natural en 1% obtuvo un contenido óptimo de asfalto de 6.7%, similarmente 2% y 3% con 6.6%, donde se obtuvo los pesos unitarios, vacíos de aire, flujo, estabilidad y vacíos en agregado mineral, vacíos llenos con asfalto, índice de rigidez.

Orellana (2016). Análisis del comportamiento y beneficios de las mezclas asfálticas tibia (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería- Lima, el objetivo de la presente investigación fue analizar el comportamiento de las mezclas asfálticas tibias y demostrar sus beneficios como tecnología alternativa respecto mezclas asfálticas convencionales mediante ensayos de laboratorio.

Como conclusiones se obtuvo que, las mezclas asfálticas tibias poseen un comportamiento físico mecánico semejante a una mezcla convencional, ya que los grados de resistencia y pesos unitarios tienen similitud; la elevación de costos resulta insignificante; con la adición de los aditivos Zycotherm e Iterlow-T existe una reducción de 30°C ya que logra una temperatura de compactación de 115°C y mezclado de 130°C, manteniendo sus propiedades; a su vez, se puede trabajar a temperaturas de mezcla asfáltica en caliente, teniendo el índice de rigidez cercano al límite permisible de acuerdo al EG-2013; en las fichas técnicas de los aditivos químicos indicaban permanencia de viscosidad dinámica; el aumento de costo se da de 3.8% en Iterlow y 6% de Zycotherm por metro cúbico(m³) suelto de mezcla; existe una reducción de energía para la fabricación de 15°C equivalente a 6.2%.

El aporte de la presente, realizó el diseño de mezcla asfáltica aditivadas con Iterlow-T vs una mezcla convencional y una aditivada con Zycotherm vs una convencional, mediante el método de Marshall por lo cual se obtuvo como resultados del diseño de mezcla inicial, con peso unitario 2.395gr/cc, estabilidad de 1075Kg, flujo de 3.4%, índice de rigidez de 3162Kg/cm, óptimo contenido de asfalto 5.8%, vacíos de 4.1%.

Usquiano y Villarreal (2016). Diseño de una mezcla asfáltica tibia con aceite crudo de palma (tesis de pregrado). Universidad Señor del Sipán- Chiclayo, planteándose como objetivo diseñar una mezcla asfáltica tibia, a partir de aceite de palma, que cumpla con las exigencias de estabilidad y flujo para pavimentos flexibles contemplados en la norma EG 2013.

Se concluye que, que la calidad de los agregados para los ensayos, cumplen con los parámetros establecidos en el EG-2013; el asfalto óptimo es de 5% para tránsito liviano y 5.5% para pesado; el aceite crudo de palma Tipo A es el más adecuado para la elaboración de la mezcla asfáltica tibia y por otro lado al adicionar 1% de ACP mejora la estabilidad y flujo en relación a una MAC convencional en parámetros de 131% y 48% y en cambio al adicional 1% de ACP para tránsito medio se alcanzó un incremento de estabilidad de 11% y el flujo de 3% con respecto al MAC convencional; por otro lado adicionando 0.5% para tránsito pesado alcanzó un incremento de estabilidad en un 57% y flujo en un -1.67% en comparación al MAC convencional; donde se determinó finalmente que la utilización del ACP con dosificaciones establecidas mejora las propiedades mecánicas y es mejor al MAC por que se demostró tener mejor estabilidad en cuanto se refiere.

La presente investigación contribuyó con la estabilidad y flujo de tránsito liviano, medio, pesado de la mezcla asfáltica caliente y mezcla asfáltica tibia, trabajó con contenido de asfalto de 5.0%, 5.5% y 6.0%, estimando que para un tránsito pesado la estabilidad de una mezcla asfáltica tibia es mayor que una mezcla asfáltica convencional.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Aditivo orgánico

El aditivo Sasobit es una cera Fischer- Tropsch que se presenta en forma de polvo blanco o granulada, es extraído del procedimiento de producción de hidrocarburos líquidos a partir de gas de síntesis. Se trata de una cera de cadena larga alifática hidrocarbonatada, con un punto de fusión que va desde los 85°C hasta los 115°C. Una de sus principales características, que la hace realmente útil para su uso en los procesos de las WMA, es que posee alta viscosidad a temperaturas bajas, mientras que a altas temperaturas su viscosidad disminuye enormemente. Cuando se enfría la cristalización comienza a los 105°C y se completa a los 65°C, formando unas partículas microscópicas regularmente distribuidas. (Sasobit, 2012).

Según Ulloa, la aplicación de aditivo orgánico a la mezcla asfáltica es una técnica, la cual reduce la viscosidad del ligante utilizando ceras, pueden ser añadidas de dos formas, la primera es directamente al tambor mezclador en forma sólida y la segunda es previo premezclado con el asfalto antes de ingresar al tambor. (2011, p.13).

Senior indica que, las mezclas asfálticas tibias se producen a menores temperaturas de mezclado y compactación, que a su vez disminuye la viscosidad del asfalto y permite el recubrimiento completo del agregado, cabe mencionar que se pueden elaborar de 20°C a 50°C menos que la mezcla convencional, incrementa la trabajabilidad y densidad en campo, reduce la permeabilidad por lo que aumenta la resistencia a las fisuras y presencia de humedad. (2013, p. 65).

Como señala Alonso, Tejeda y Moll, la utilización de aditivos orgánicos genera una reducción en la viscosidad, en el proceso de enfriamiento la mezcla con el aditivo incorporado se distribuye uniformemente lo que aumenta la dureza del ligante, es de

importancia saber el tipo de cera a emplear, ya que, de no alcanzar la suficiente temperatura de compactación, puede provocar que su rendimiento no sea el óptimo. (2013, p. 6).

Rondón y Reyes mantienen que, los aditivos orgánicos son ceras sintéticas que pueden ser añadidas a la mezcla asfáltica o al cemento asfáltico, esta técnica cambia químicamente la relación de temperatura- viscosidad, por lo que genera una reducción en la temperatura y consumo de energía. (2015, p. 122).

Tabla 1: *Clasificación de las tecnologías WMA de acuerdo al empleo de aditivos orgánicos añadidos al ligante bituminoso*

TECNOLOGÍA WMA	COMPAÑÍA QUE PRODUCE	PORCENTAJE DE ADITIVACIÓN	TEMPERATURA DE PRODUCCIÓN EN PLANTA (°C)	PAISES QUE HAN APLICADO ESTA TECNOLOGÍA	PRODUCCIÓN APROXIMADA A LA FECHA
Sasobit (Fischer-Tropsch wax)	Sasol	En Alemania, se añadió un promedio de 2,5% en peso del ligante. Una dosis entre 1,0% y 1,5 % se empleó en Estados Unidos	Variable. De 20 °C a 30 °C por debajo de la temperatura de elaboración de las mezclas asfálticas en caliente. Alemania recomienda temperaturas de elaboración entre 130 °C a 170 °C, dependiendo de la rigidez del cemento asfáltico.	Alemania y otros 20 países en todo el mundo.	Más de 10 millones de toneladas en todo el mundo.
Asphaltan-B (cera)	Romonta	En Alemania, se añadió un promedio de 2,5% en peso del ligante.	Variable. De 20 °C a 30 °C por debajo de la temperatura de elaboración de las mezclas asfálticas en caliente. Alemania recomienda temperaturas de elaboración entre 130 °C a 170 °C, dependiendo de la rigidez del cemento asfáltico.	Alemania	Desconocido
Licomont Bs-100 (Aditivo) o Súbit (amida de ácidos grasos)	Clariant	Aproximadamente el 3,0% en peso del ligante	Variable. De 20 °C a 30 °C por debajo de la temperatura de elaboración de las mezclas asfálticas en caliente.	Alemania	Más de 322.500 metros cuadrados desde 1994
3E LT o Ecoflex	Colas	Cantidad desconocida	Variable. De 30 °C a 40 °C por debajo de la temperatura de elaboración de las mezclas asfálticas en caliente.	Francia	Desconocido

Fuente: Comisión permanentes del asfalto (Noviembre, 2008)

1.3.1.1 Características

1.3.1.1.1. Adherencia

Hidalgo refiere que, para lograr una óptima adhesividad entre los agregados y el ligante bituminoso, se considera ciertos aspectos físicos y químicos del agregado y el ligante bituminoso, por lo que, de encontrarse los agregados con presencia de humedad, éstos presentan polaridad; cabe mencionar que los agregados silíceos y los ligantes bituminosos no presentan buena adhesividad. En los pavimentos flexibles se debe considerar la acción del agua en presencia de factores externos que altere la adhesividad. (2015, p. 19).

Rondón y Reyes describen, la mezcla asfáltica tibia posee un menor envejecimiento del asfalto, lo que resulta favorable ya que el asfalto envejecido produce una disminución en la adhesividad del agregado pétreo y el ligante, resultando así un comportamiento excesivo en rigidez y viscosidad, y por consiguiente el prematuro deterioro del pavimento. (2015, p. 116).

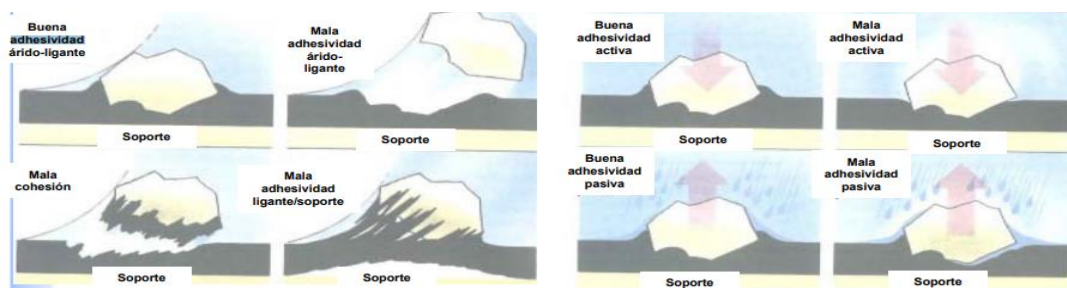


Figura 1: Características de las emulsiones bituminosas- Adhesividad

Fuente: http://caminos.udc.es/actividades/archivos/cursos/tecnologia_frio/03_Historia.pdf

1.3.1.1.2. Viscosidad

Así mismo Senior afirma, las mezclas asfálticas tibias reducen la viscosidad del asfalto, por lo que posibilita el recubrimiento completo del agregado a menor a menor temperatura, así mismo mejora la compactación y genera ventajas a su comportamiento. (2013, p. 26).

Desde la posición de Alonso, Tejeda y Moll, existe una diferencia considerable entre las temperaturas de fabricación de las mezclas asfálticas en caliente y mezclas asfálticas tibias por lo que es necesario la adecuada selección del tipo de asfalto, ya que un asfalto más duro incrementa apresuradamente su viscosidad a medida que la temperatura va disminuyendo, es por ello que predomina la relación temperatura- viscosidad del ligante al momento de determinar la temperatura de producción para las mezclas asfálticas tibias.

1.3.1.1.3. Temperatura

Méndez, Morán y Pineda plantean que, las mezclas asfálticas tibias poseen menor temperatura de mezclado que la convencional, permitiendo así mantener la temperatura por un mayor tiempo en obra, permite beneficios como mayor flexibilidad, resistencia al fisuramiento y ahuellamiento. (2014, p. 92).

Por lo que Zaumanis agrega que, el índice de producción de mezcla asfáltica

incrementaría debido a la disminución de la temperatura de mezclado, a su vez es de consideración realizarlo a una temperatura adecuada, para que el recubrimiento de los agregados con aglutinante sea óptimo. (2014, p. 312).

1.3.2 Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia

A juicio de Pabel, el cemento asfáltico puede ser clasificado por su composición y propiedades físicas. La industria de los pavimentos usualmente utiliza las propiedades físicas para la caracterización de su comportamiento a pesar que éstas son directamente un resultado de su composición química. (2011, p.34).

En el Perú se utiliza cementos asfálticos de acuerdo al clima y al tipo de pavimentación, como se aprecia en el siguiente cuadro:

Tabla 2: *Uso de cementos asfálticos graduados por penetración en función de clima*

USO DE CEMENTOS ASFÁLTICOS GRADUADOS POR PENETRACIÓN EN FUNCIÓN DEL CLIMA					
Pavimentación	CLIMA				
	Muy cálido	Cálido	Moderado	Frio	Frigido
AEROPUERTOS					
Pistas de despegue	40-50	40-50	60-70	85-100	120-150
Caminos auxiliares	40-50	40-50	60-70	85-100	120-150
Aparcamientos	60-70	60-70	60-70	85-100	85-100
CARRETERAS					
Tráfico pesado y muy pesado	40-50	40-50	60-70	85-100	120-150
Tráfico medio ligero	40-50	60-70	60-70	85-100	120-150
CALLES					
Tráfico pesado y muy pesado	40-50	40-50	60-70	85-100	120-150
Tráfico medio ligero	40-50	60-70	85-100	85-100	120-150
CAMINOS PARTICULARES					
Industriales	40-50	40-50	60-70	85-100	120-150
Comerciales Estac. Serv.	40-50	60-70	60-70	85-100	85-100
Residenciales	60-70	60-70	85-100	85-100	85-100
APARCAMIENTOS					
Industriales	40-50	40-50	60-70	85-100	120-150
Comerciales	40-50	60-70	60-70	85-100	85-100
ZONA DE RECREO					
Pista de tenis	60-70	60-70	85-100	85-100	85-100
Terrenos de juego	60-70	60-70	85-100	85-100	85-100
BORDILLOS	40-50	40-50	60-70	85-100	85-100

Fuente: Manual del Asfalto- USA y experiencia de aplicación en países de Europa y Sudamérica

Menéndez precisa que, las propiedades físicas del asfalto de mayor importancia para el diseño, construcción y mantenimiento de carreteras son durabilidad, adhesión, susceptibilidad a la temperatura, envejecimiento y endurecimiento del asfalto, la química del

asfalto es muy compleja, la experiencia ha demostrado que las especificaciones deben estar relacionadas con las propiedades físicas o de manera más precisa, con su comportamiento mecánico. (2012, p. 76).

Como plantea Padilla, el asfalto tiene propiedades químicas que lo hacen muy versátil como material de construcción de carreteras, la capa de rodadura se beneficia por medio de la calidad de los materiales, es de importancia realizar un equilibrio entre la durabilidad, rugosidad, impermeabilidad, y otras propiedades relevantes para el comportamiento de la carpeta de rodadura. (2009, p.12).

Rondón y Reyes, las mezclas asfálticas tibias poseen un comportamiento semejante o superior a las mezclas asfálticas convencionales, debido a que alcanza mayores densidades de compactación y existe una reducción en el envejecimiento del ligante puesto que se trabaja a menores temperaturas de mezclado y compactación. (2015, p. 117).

1.3.2.1 Mezcla asfáltica

1.3.2.1.1. Asfalto

Morea menciona que, el asfalto tiende a variar su temperatura de acuerdo a su susceptibilidad térmica, el ligante a bajas temperaturas se comporta como un sólido elástico mientras que a altas temperaturas es un fluido viscoso puro, en el medio se produce una transición entre los dos estados presentando un comportamiento visco-elástico; es por ello que a bajas temperaturas se tendrá una mezcla que puede sufrir fisuración y a altas temperaturas ahuellamiento. (2011, p. 9).

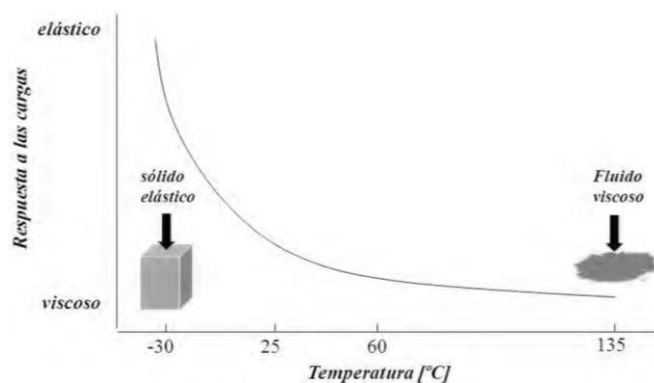


Figura 2: Cambio en el comportamiento del asfalto en función de la temperatura

Fuente: Morea (2011)

1.3.2.1.2. Propiedades volumétricas de la mezcla

Porcentaje de vacíos

Para el diseño de mezcla asfáltica densa, el óptimo porcentaje de vacíos debe encontrarse entre 3% y 5% de acuerdo al método Marshall, de ser el contenido de vacíos menor de 3% la mezcla asfáltica tiende ahuellarse y/o exudar sobre todo a altas temperaturas, debido que al hacer contacto los neumáticos con la carpeta asfáltica, el mastico de asfalto-finos es traslado entre el esqueleto mineral hacia los vacíos. (Morea, 2011, p. 12).

Vacíos del agregado mineral

A los vacíos entre la mezcla asfáltica compactada y los agregados pétreos se le define vacíos del agregado mineral (VMA), pertenece a un parámetro volumétrico relacionado con el ahuellamiento que toma como referencia al contenido asfáltico, granulometría y las propiedades del agregado. (Morea, 2011, p. 13).

Porcentaje de asfalto

El contenido de vacíos está asociado con el contenido de asfalto, puede existir una reducción entre las partículas de agregado debido al exceso de asfalto sobre las partículas de agregado y teniendo como consecuencia la disminución de la fricción interna de la mezcla. (Morea, 2011, p. 13).

1.3.2.2 Factores

1.3.2.1.3. Durabilidad

Según Padilla, la durabilidad potencial se debe al soporte de agotamiento y a la acción del agua, así mismo a cambios de temperatura; el deterioro de los pavimentos se da a causa de factores medioambientales, tráfico, materiales y elaboración de las mezclas inapropiados, técnicas de construcción insuficiente y fórmula de trabajo deficiente. Todo lo mencionado se puede presenciar en la culminación de la obra. (2009, p. 22).

Teniendo en cuenta a Hidalgo, la durabilidad de la carpeta asfáltica se da por la resistencia mecánica del esqueleto mineral y su comportamiento se ve reflejado puesta en funcionamiento. Para evaluar indirectamente la dureza de los agregados, se realiza el Ensayo de Los Angeles y el Ensayo MicroDeval para la resistencia a la fragmentación y desgaste;

cabe mencionar que el primer ensayo se realiza cuando el agregado se encuentra seco mientras que el segundo en presencia de agua, por lo que resulta benéfico ya que los procesos de variación mineral se dan en presencia de agua, generando así una similitud en el comportamiento con la realidad. (2015, p. 18).

Por lo que Di Cristofaro anuncia que, a la capacidad de una mezcla asfáltica para soporta la desintegración debido al tránsito frecuente de le considera como durabilidad, al clima o a una combinación de ambos elementos, esta propiedad se puede incrementar haciendo uso del porcentaje máximo de ligante asfáltico en la mezcla, así como también diseñando y compactando la mezcla de manera óptima a fin de que se elimine los inconvenientes ocasionados por el envejecimiento del asfalto, el desgaste de los agregados. (2012, p.7).

1.3.2.1.4. Deformabilidad

Citando a Sanchez y Campagnoli, la deformación de la mezcla asfáltica se encuentra conectado a la estabilidad de su esqueleto mineral, por lo tanto, las mismas propiedades que apoyan la deformación plástica son las que brindan estabilidad a la mezcla, cabe mencionar que la tecnología del ligante puede contribuir. La angulosidad del agregado es de gran importancia, ya que éste predomina en el comportamiento del esqueleto granular. (2016, p.320).

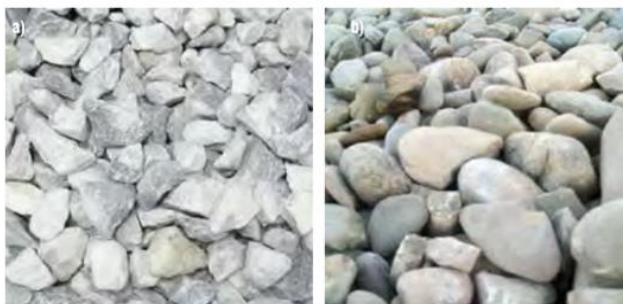


Figura 3: Agregados con buena angulosidad de machaqueo y con mala angulosidad de canto rodado

Fuente: Hidalgo Pérez Elena (2015)

Como afirma Menéndez, la estabilidad se define como la carga máxima resistida por la muestra compactada, los valores altos de flujo suelen indicar una mezcla plástica que pueden ser susceptibles a la deformación permanente, valores altos de flujos pueden indicar valores de aire que producirán agrietamiento prematuro. (2012, p. 120).

Así mismo Recuenco precisa que ahuellamiento o las deformaciones permanentes dan referencia al deterioro en la sección transversal de la carpeta asfáltica ya que no recupera su posición de origen, a su vez se le denomina deformación permanente porque se produce aplicaciones de carga que en la carpeta asfáltica causando pequeñas acumulaciones de deformaciones, y el ahuellamiento se genera por falla estructural de la carpeta asfáltica o de la subrasante, éste primero se causa cuando es demasiado alta las cargas pesadas repetidas a las cuales está sometida en comparación con la resistencia al corte. (2014, p. 167).

1.3.2.1.5. Resistencia a la fatiga

Desde la posición de Humpiri, en zonas de altura se presenta ciclos de calentamiento y enfriamiento en tiempos reducidos, ocasionando un gradiente de temperatura, por lo que se genera cambios en el interior de la mezcla asfáltica, originando así tracción y compresión reiteradas veces, finalmente produciendo su falla por fatiga. (2015, p. 124).

Así mismo Rondón et al. precisa que, la fisuración a causa de la fatiga se vincula a temperaturas medias del pavimento que se encuentra en un rango de 10°C a 30 °C, se presenta en cambios de temperatura constantes, por lo que produce cambios en los esfuerzos internos, de ser los esfuerzos producidos mayores a la resistencia de la mezcla diseñada, se origina el agrietamiento; ocurre principalmente en materiales con alta viscosidad. (2012, p. 64).

Por lo que Di Cristofaro menciona, la resistencia a la fatiga aumentará con altos contenidos de ligante asfáltico, bajos contenidos de vacíos y mezclas con una distribución amplia de agregado. Se debe lograr que el porcentaje de vacíos totales de la mezcla se encuentre entre 3-5% en su conjunto. (2012, p.7).

1.3.3 Ensayos en laboratorio

1.3.3.1 Agregados

Durabilidad (al Sulfato de Magnesio) (MTC E 209)

Refiere a la resistencia de la disgregación de los agregados gruesos y finos a través de la adición de sulfato de magnesio, durante el rango de 16 a 18hrs. de manera que la solución

cubra la muestra. Se realiza el proceso de inmersión del agregado y su posterior secado en el horno hasta obtener el número de ciclos requeridos, el cambio de temperatura extremo hace referencia a las condiciones atmosféricas reales que están sometidos los agregados. (Manual de Ensayo de Materiales R.D.N° 18-2016-MTC/14).

Abrasión Los Ángeles (MTC E 207)

Los agregados gruesos sufren un desgaste de la combinación de acciones externas en un tambor de acero en rotación que contiene un número especificado de esferas de acero de acuerdo a la gradación de la muestra de ensayo se le asigna las revoluciones a 500, es retirado el agregado del tambor y tamizado para calcular la degradación como porcentaje de pérdida y así obtener la resistencia de los agregados. (Manual de Ensayo de Materiales R.D.N° 18-2016-MTC/14).

Partículas chatas y alargadas (MTC E 223)

Permite determinar la forma característica del agregado grueso, para su verificación de acuerdo a las especificaciones que limitan tales partículas ya que puede existir una interferencia con la consolidación y posteriormente dificultar la colocación de los materiales. (Manual de Ensayo de Materiales R.D.N° 18-2016-MTC/14).

Caras fracturadas (MTC E 210)

El porcentaje de partículas fracturadas en los agregados gruesos, puede lograr maximizar el esfuerzo cortante mediante incremento de fricción inter-partícula tanto en las mezclas de agregados sueltos o compactado; a su vez, se puede suministrar estabilidad a los tratamientos de superficies de agregados y proporcionar fricción incrementada por la textura para los agregados usados en los pavimentos de superficies granulares. (Manual de Ensayo de Materiales R.D.N° 18-2016-MTC/14).

Sales Solubles Totales (MTC E 219)

En este ensayo se determina el contenido de cloruros y sulfatos, solubles en agua, de los agregados pétreos. Los agregados gruesos y finos son triturados por la chancadora hasta alcanzar pasar la malla N° 50; una muestra de agregado pétreo se somete a continuos lavados con agua destilada a la temperatura de ebullición, hasta la extracción total de las sales, éste se ve reflejado mediante el reactivo químico (Azul de metileno) que, al menor indicio de

sales, forman precipitados fácilmente visibles. Del agua total de lavado se toma una alícuota y se procede a cristalizar para determinar la cantidad de sales presentes. (Manual de Ensayo de Materiales R.D.N° 18-2016-MTC/14).

Peso Específico y Absorción de Agregados gruesos (MTC E 206)

Se obtiene el peso específico y de absorción, el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción del agregado grueso. Por lo que, primero se lava el material y se deja saturando durante 24 hrs. aprox. para llenar esencialmente los poros, procediendo a realizar el secado superficialmente, obteniendo el peso superficialmente seco y sumergido en agua, continuando con la colocación del material en el horno a 115°C y se procede a tomar el peso por tercera vez. (Manual de Ensayo de Materiales R.D.N° 18-2016-MTC/14).

Contenido de Humedad total de los agregados (MTC E 215)

Se determina el porcentaje o contenido de humedad evaporable en los agregados finos y gruesos por secado, la humedad evaporable hace referencia al contenido en los poros del agregado y la humedad superficial. (Manual de Ensayo de Materiales R.D.N° 18-2016-MTC/14).

Equivalente de Arena (MTC E 114)

Se establece la gravedad específica de sólidos de suelo que pasan el tamiz N° 4 mediante un picnómetro de agua, el resultado del suelo es usada en el cálculo de las relaciones de fase de suelos, tales como relación de vacíos y grado de saturación a su vez, a su vez, usado para calcular la densidad de los sólidos de suelo. (Manual de Ensayo de Materiales R.D.N° 18-2016-MTC/14).

Absorción de agregados finos (MTC 205)

Definimos la absorción de agregados finos, mediante el peso específico seco, peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción. El peso específico (gravedad específica) es usado en el cálculo de vacíos en el agregado del ensayo. Por lo que el ensayo indica que, el agregado fino se deja saturando durante 24hrs., posteriormente se realizar un secado superficial durante 10 min. aproximadamente, se va revolviendo el material hasta que se homogenice, se empleará 300gr para ser vaciado en un recipiente y

300gr para ser vaciado en la fiola. El primer procedimiento, se compacta el material en un cono con 25 golpes repartidos en dos capas, la primera capa se dará con 15 golpes y la segunda en 10 golpes. El segundo procedimiento, los 300gr se colocará en horno para su secado y se vacía en la fiola, incorporando agua destilada y se deja saturando, se extrae los vacíos durante 15min. Y se toma el ultimo peso. (Manual de Ensayo de Materiales R.D.N° 18-2016-MTC/14).

Índice de Plasticidad (malla N.° 40 y N° 200) (MTC E 111)

Se determina el límite plástico (L.P.) de un suelo y el cálculo del índice de plasticidad (I.P.) se da mediante el límite líquido (L.L.) del mismo suelo. El límite plástico a la humedad se logra formando barritas de suelo de unos 3,2 mm (1/8") de diámetro; estos parámetros con otras propiedades de suelo son correlacionados con su comportamiento de compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción expansión y resistencia al corte. (Manual de Ensayo de Materiales R.D.N° 18-2016-MTC/14).

1.3.3.2 Requerimientos generales para los agregados

1.3.3.2.1. Granulometría

Para el diseño de la mezcla asfáltica, la mezcla de los agregados grueso y fino y el polvo mineral deben cumplir con las exigencias del requerimiento de la granulometría.

Tabla 3: *Granulometría para mezcla asfáltica en caliente(MAC)*

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

Fuente: MTC(EG-2013), Sección 423

1.3.3.2.2. Agregados gruesos

Los agregados pétreos a emplear en la mezcla asfáltica, deberán ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables, de modo que éste al emplearse no sufrirá desprendimiento por la acción del agua o factores externos. Por lo que se debe cumplir con los requerimientos para los agregados gruesos mencionados por el manual del MTC(EG-2013).

Tabla 4: *Requerimientos para los agregados gruesos*

Ensayo	Norma	Requerimiento	
		Altitud (msnm)	
		≤3.000	≥3.000
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.	15% máx.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.
Adherencia	MTC E 517	+95	+95
Índice de Durabilidad de Agregados	MTC E 214	35% mín.	35% mín.
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	10% máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Absorción**	MTC E 206	1,0% máx.	1,0% máx.

Fuente: MTC(EG-2013), Sección 423

* Excepcionalmente se aceptarán porcentajes mayores sólo si se aseguran las propiedades de durabilidad de la mezcla asfáltica.

* La adherencia del agregado grueso para zonas mayores a 3000 msnm será evaluada mediante la performance de la mezcla según lo señalado en la Subsección 430.02.

* La notación “85/50” indica que el 85% del agregado grueso tiene una cara fracturada y que el 50% tiene dos caras fracturadas.

1.3.3.2.3. Agregados finos

El agregado fino está constituido por arena de trituración o una mezcla de ella con arena natural. La proporción admisible será establecida en el diseño aprobado correspondiente.

Los granos del agregado fino deberán ser duros, limpios y de superficie rugosa y angular; Indicando por consiguiente los requerimientos para los agregados finos MTC(EG-2013) para su posterior empleo.

Tabla 5: *Requerimientos para los agregados finos*

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

Fuente: MTC(EG-2013), Sección 423

**Excepcionalmente se aceptarán porcentajes mayores sólo si se aseguran las propiedades de durabilidad de la mezcla asfáltica.

* La adherencia del agregado fino para zonas mayores a 3000 msnm será evaluada mediante la performance de la mezcla, Subsección 430.02.

1.3.3.3 Cemento asfáltico

Viscosidad (MTC E 308)

Con el presente ensayo se logra establecer el estado de fluidez del asfalto, tomando en consideración las temperaturas que se emplean en su aplicación; la viscosidad absoluta del cemento asfáltico se da a temperaturas altas en servicio (normalmente 60°C), se logra medir el tiempo necesario para que un volumen constante de material fluya bajo ciertas condiciones rígidamente controladas usando el tiempo medido en segundos y la respectiva constante de calibración del viscosímetro capilares de vidrio al vacío. (Montejo, p. 49-50).

Tabla 6: *Especificaciones del cemento asfáltico clasificado por viscosidad*

Características	Grado de Viscosidad				
	AC-2.5	AC-5	AC-10	AC-20	AC-40
Viscosidad Absoluta a 60°C, Poises	250±50	500±100	1.000±200	2.000±400	4.000±800
Viscosidad Cinemática, 135°C St mínimo	80	110	150	210	300
Penetración 25°C, 100gr, 5 s mínimo	200	120	70	40	20

Punto de Inflamación COC, °C mínimo	163	177	219	232	232
Solubilidad en tricloroetileno, % masa, mínimo	99	99	99	99	99
Pruebas sobre el residuo del ensayo de película fina					
Viscosidad Absoluta, 60°C, Poises máximo	1.250	2.500	5.000	10.000	20.000
Ductilidad, 25°C, 5cm/min, cm, mínimo	100	100	50	20	10
Ensayo de la Mancha (Oliensies) (1)					
Solvente Nafta – Estándar	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Solvente Nafta – Xileno, % Xileno	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Solvente Heptano – Xileno, % Xileno	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
(1) Porcentajes de solvente a usar, se determinará si el resultado del ensayo indica positivo.					

Fuente: ASTM D 3381, NTP

1.3.3.4 Mezcla asfáltica

Revestimiento y desprendimiento de mezclas agregado – bitumen (MTC E 517)

Con el presente ensayo se logra determinar la retención de una película bituminosa en una superficie de agregado en presencia de agua a 25°C, por lo que se obtiene como resultado el cubrimiento existente en los agregados. (Manual de Ensayo de Materiales R.D.N° 18-2016-MTC/14).

Adherencia (MTC E 220)

El ensayo hace referencia a la adhesividad de los ligantes bituminosos a los agregados finos, arenas naturales o chancadas, de empleo en construcción de carreteras. El método de ensayo es empleado para determinar el grado de afinidad del par agregado fino - ligante bituminoso, indicando un requerimiento mínimo de la adherencia del agregado fino. (Manual de Ensayo de Materiales R.D.N° 18-2016-MTC/14).

Tabla 7: *Requisitos de adherencia*

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		< 3.000	> 3.000*
Adherencia (Agregado grueso)	MTC E 517	+95	-
Adherencia (Agregado fino)	MTC E 220	4 mín.**	-
Adherencia (mezcla)	MTC E 521	-	+95
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta	AASHTO T 283	-	80 Mín.

Fuente: MTC(EG2013)

* Mayor a 3000 msnm y zonas húmedas ó lluviosas

** Grado inicial de desprendimiento

La disolución de concentración molar, M/1, se obtiene disolviendo 106 g (masa molecular) de carbonato sódico anhidro en agua destilada hasta totalizar un litro de disolución (carbonato más agua).

Tabla 8: *Soluciones de Ensayo*

Molaridad	G de Na ₂ CO ₃ /1 disolución
M/256	0,414
M/128	0,828
M/64	1,656
M/32	3,312
M/16	6,625
M/8	13,25
M/4	26,5
M/2	53,0
M/1	106,0

Fuente: MTC(EG-2013)

Se puede aplicar a todo tipo de ligante bituminoso, como betunes de penetración modificados o sin modificar, fluidificados, fluxados, emulsiones bituminosas y alquitranes con diferentes mangos de temperatura.

Tabla 9: *Mezcla Vs. Temperatura*

Mezcla con	Temp. °C
Betún	140 – 175
Betún fluidificado	25 – 110
Betún fluxado	50 – 110
Alquitrán	70 – 110
Emulsión bituminosa	Ambiente

Fuente: MTC(EG-2013)

Se define como índice de adhesividad Riedel-Weber, al número correspondiente a la disolución de concentración menor de las utilizadas que haya producido el desplazamiento total del ligante que recubre la superficie de las partículas del agregado muestra ensayado.

Tabla 10: *Índice de Riedel Weber*

Solución de Ensayo	Índice de adhesividad Riedel – Weber
Desplazamiento total con: Agua destilada	0
Carbonato sódico.	
M/256	1
M/128	2

M/64	3
M/32	4
M/16	5
M/8	6
M/4	7
M/2	8
M/1	9
Si no hay desplazamiento total con la solución M/1	10

Fuente: MTC(EG-2013)

1.3.4 Diseño de la mezcla asfáltica en caliente

1.3.4.1 Método Marshall (MTC E 504)

Se calcula la resistencia de la mezcla asfáltica bajo una carga constante por medio de la relación entre la estabilidad y el flujo, y a su vez se calcula la composición volumétrica, con el objetivo de establecer el óptimo porcentaje de asfalto que se debe considerar para un mejor comportamiento en el diseño de la mezcla asfáltica. (Manual de Ensayo de Materiales R.D.N° 18-2016-MTC/14).

Tabla 11: *Requisitos para mezcla de concreto bituminoso*

Parámetros 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" (0,25 mm)	8-14	8-16	8-20
4. Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505)	3-5	3-8	3-8
5. Vacíos en el agregado mineral Ver Tabla 423-10	Ver Tabla 423-10		
Inmersión – Compresión (MTC E 518)			
1. Resistencia a la compresión Mpa mín.	2,1	2,1	1,4
2. Resistencia retenida % (mín.)	75	75	75
Relación Polvo – Asfalto (2)	0,6-1,3	0,6-1,3	0,6-1,3
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm) (3)	1.700-4.000		
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283	80 Mín.		

Fuente: MTC(EG-2013), Sección 423

A continuación, se presentan los vacíos mínimos en agregado mineral (VMA) tomando referencial al tamaño máximo nominal de agregados.

Tabla 12: *Vacíos mínimos en el agregado mineral (VMA)*

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

Fuente: MTC(EG-2013), Sección 423

Nota: Los valores de esta tabla serán seleccionados de acuerdo al tamaño máximo de las mezclas que se dan en la Subsección 423.02(c). Las tolerancias serán definidas puntualmente en función de las propiedades de los agregados.

1.3.4.2 **Peso específico teórico máximo de mezclas asfálticas (MTC E 508)**

Se le considera propiedades fundamentales al peso específico teórico máximo sin compactar, pesos específicos teóricos máximos y densidades de la mezcla asfáltica ya que estos valores influyen en la composición de la mezcla, puesto que las proporciones de cemento asfáltico y agregados. Para medir el contenido de vacíos de aire en la mezcla compactada y los vacíos llenados con cemento asfáltico se emplea el valor del peso específico máximo. (Manual de Ensayo de Materiales R.D.Nº 18-2016-MTC/14).

1.3.5 **Marco referencial**

Agregados: Se refieren al material derivado de rocas naturales que son obtenidos de canteras o lechos de ríos, sus características dependerán de las propiedades de la roca madre. (Menéndez, 2012).

Viscosidad absoluta: Es una propiedad que clasifica al cemento asfáltico de acuerdo a la resistencia ante el movimiento de sus partículas cuando se encuentra ante un esfuerzo cortante, trabajando éste a la más alta temperatura de servicio. (Minaya y Ordoñez, 2014).

Mezcla asfáltica: Se encuentra conformada por agregados (finos y gruesos) y cemento asfáltico, en donde el cemento asfáltico compone por lo general el 5% y los agregados el 95% del peso total de la mezcla. En el volumen, el cemento asfáltico tiende a ocupar el 10% y el agregado el 85% y un contenido de vacos de 5%. (Orellana, 2016).

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema general

¿Cómo interviene el aditivo orgánico en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018?

1.4.2. Problemas específicos

¿De qué manera incide la adherencia en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018?

¿Cómo incide la viscosidad en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018?

¿En qué aspecto incide la temperatura en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018?

1.5. Justificación de la investigación

Se complementará la investigación con argumentos que proporcionarán mayor conocimiento sobre los beneficios que puede traer consigo la empleabilidad del aditivo orgánico para la obtención de la mezcla asfáltica tibia.

1.5.1. Justificación Práctica

La presente investigación proporcionará una serie de soluciones a la realidad problemática del estudio, el cual permita ampliar la vida útil de los pavimentos, puesto que la propuesta beneficia al aspecto social, económico y ambiental.

1.5.2. Justificación Metodológica

La obtención de la mezcla asfáltica tibia se da por medio de distintas técnicas, en la presente

investigación se empleará la aplicación de un aditivo orgánico Sasobit a la mezcla asfáltica, su procedimiento es semejante a la mezcla convencional puesto que se realizará los mismos ensayos, con la particularidad de añadir el aditivo orgánico al cemento asfáltico es decir por vía húmeda, se tendrá en consideración distintas dosificaciones para saber su desempeño.

1.6. Hipótesis de investigación

1.6.1. Hipótesis General

El aditivo orgánico interviene significativamente en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018.

1.6.2. Hipótesis específicas

La adherencia incide directamente en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018.

La viscosidad incide significativamente en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018.

La temperatura incide directamente en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018.

1.7. Objetivos de la investigación

1.7.1. Objetivo general

Evaluar cómo interviene el aditivo orgánico en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018.

1.7.2. Objetivos específicos

Estudiar cuál es la incidencia de la adherencia en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018.

Analizar la incidencia de la viscosidad en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018.

Determinar cómo incide la temperatura en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018.

II. Método

2.1. Diseño de la investigación

Teniendo en cuenta a (Hernández et al.): “El investigador emplea el diseño experimental cuando desea manipular la variable independiente mediante intervenciones, influencias, estímulos o tratamientos para posteriormente verificar los efectos que causa éste en la variable dependiente” (2006, p.198).

La presente investigación corresponde al diseño Experimental, se considera experimental porque se va manipular de manera intencional la variable independiente para analizar las consecuencias en la variable dependiente.

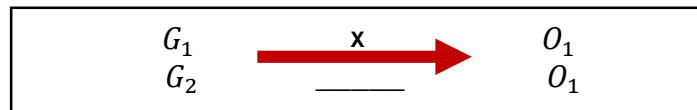


Figura 4: Esquema de variable independiente (aditivo orgánico y variable dependiente (propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia)

Fuente: Metodología de la investigación (2014)

2.1.1. Método

Desde la posición de (Vara):

El método científico elige una parte representativa de la realidad para investigarla con exactitud, resulta ser un método científico flexible, sencillo y dinámico, ya que se encuentra en constante mejora, siguiendo una serie de pasos secuenciales que avalan la confiabilidad de la información recolectada. (2012, p. 39, 64).

Es por ello que la presente investigación emplea el método científico, ya que se estudiará el comportamiento de la mezcla asfáltica adicionando aditivo orgánico para comprobar las hipótesis de estudio.

2.1.2. Enfoque

La investigación es de Enfoque cuantitativo; tal como lo menciona (Hernández et al.):

Se plantea el problema a estudiar de manera delimitada y concreta, siendo las interrogantes específicas en base a la investigación, se continua de manera secuencial y estructurado para la recolección de datos que posteriormente explica y predice los fenómenos investigados. (2006, p. 14-15).

Este tipo de enfoque ha permitido describir los rasgos característicos de las variables de la presente investigación, concordantes con la realidad observada.

2.1.3. Nivel de investigación

De acuerdo con (Bernal):

La investigación descriptiva selecciona las características más relevantes de los objetivos de estudio y describe minuciosamente sus partes, clases o categorías de los objetivos; tal estudio muestra, narra, reseña o identifica hechos, características, rasgos, situaciones del objeto, pero no brinda explicaciones o razones de las situaciones. (2010, p. 113).

Se consideró para la presente, el nivel descriptivo ya que se desea detallar las características primordiales de las variables en estudio.

2.1.4. Tipo de investigación

2.1.4.1. De acuerdo a la orientación

El tipo de investigación es aplicada; como precisa (Ramírez):

Emplea la teoría para optar por una posible solución de un problema específico, de una forma directa se vincula con la investigación pura, puesto que la teoría empleada les da acceso a estructurar soluciones de manera certera al problema a tratar. (2010, p. 205).

Por lo que, la investigación busca dar una posible solución a la realidad problemática planteada.

2.1.4.2. De acuerdo a la técnica de contrastación

(Ramírez) expresa:

Se explica las causas, la razón de ser, de los hechos, fenómenos, se analiza las causas y efectos y la analogía que existe entre la variable independiente y dependiente para dar cuenta del porqué del fenómeno. Estudia cómo una o más variables influyen en otra u otras variables donde se trata de confirmar o desaprobar las relaciones hipotéticas. (2010, p. 202).

Al aplicar el aditivo orgánico a la mezcla convencional, se analizará cómo éste interviene en las propiedades de la mezcla asfáltica tibia y se aceptará o anulará la hipótesis de investigación.

2.1.4.3. De acuerdo con la direccionalidad

Se basa de manera prospectiva, como revela (Méndez, et al.), “Se realiza el planeamiento de la investigación por lo que se recopilará toda la información en base a los discernimientos del investigador y los objetivos específicos que se posee” (2004, p. 11). Dado que la causa

del deterioro de la carpeta asfáltica se da en la actualidad y al aplicar el aditivo orgánico a la mezcla asfáltica convencional se analizará el efecto que tuvo esté.

2.1.4.4. De acuerdo con el tipo de fuente de recolección de datos

(Müggenburg y Pérez) definen, “A la información que se va registrando a medida que va aconteciendo el fenómeno programado para su observación se le denomina estudio prolectivo” (2007, p. 36). Por lo expuesto, la recopilación de datos se obtendrá de manera continua, a medida que se va realizando los ensayos de laboratorio.

2.1.4.5. De acuerdo con la evolución del fenómeno estudiado

(Canales, et al.) manifiestan que los estudios transversales, “Se realiza el estudio de las variables en un tiempo establecido, estableciendo un corte en el momento donde ocurre el hecho; en éste tiempo es irrelevante la forma con la que sucede los fenómenos” (2008, p. 136). La realización de los ensayos se dará en un tiempo determinado, por lo que el fenómeno estudiado se presentará por única vez.

2.1.4.6. De acuerdo a la comparación de las poblaciones

En la opinión de (Méndez, et al.):

El estudio comparativo pretender disentir la hipótesis planteada, por lo general detalla que una o más variables correspondan a un valor distinto o más alto en la población, haciendo una comparación entre estos, la contratación de hipótesis supone la hipótesis nula no es verídica. (2004, p. 124).

Por lo que, existirá un grupo de control de mezcla asfáltica convencional, otro grupo con las dosificaciones de aditivo orgánico Sasobit, para su posterior análisis y comparación en el desempeño.

2.2. Variables, operacionalización

Variable de Investigación	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala	Instrumento
Aditivo orgánico	Rondón y Reyes mantienen que, los aditivos orgánicos son ceras sintéticas que pueden ser añadidas a la mezcla asfáltica o al cemento asfáltico, esta técnica cambia químicamente la relación de temperatura-viscosidad, por lo que genera una reducción en la temperatura y consumo de energía. (2015, p. 122).	El aditivo orgánico es una cera sintética que se emplea para la reducción de la temperatura de mezclado y compactación de la mezcla asfáltica.	Adherencia	Agregados	De intervalo	Ficha de recopilación de datos
				Ligantes bituminosos		
				Presencia de humedad		
			Viscosidad	Viscosidad Absoluta		
				Temperatura		
				Dosificación de aditivo		
			Temperatura	Temperatura inicial		
				Temperatura de mezclado		
				Temperatura de compactación		
Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia	Como plantea Padilla, la capa de rodadura se beneficia por medio de la calidad de los materiales, es de importancia realizar un equilibrio entre la durabilidad, rugosidad, impermeabilidad, y otras propiedades relevantes para el comportamiento de la carpeta de rodadura. (2009, p. 12).	Las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia se puede dimensionar a partir de la durabilidad, deformabilidad y resistencia a la fatiga.	Durabilidad	Agregado grueso	De intervalo	Ficha de recopilación de datos
				Agregado fino		
				Resistencia a los sulfatos		
			Deformabilidad	Densidad		
				Estabilidad		
				Fluidez		
			Resistencia a la fatiga	Rigidez		
				Contenido de asfalto		
				Contenido de vacíos		

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

Teniendo en cuenta a (Coral), “La población es denominado también universo, se refiere al contexto en el cual se realiza la investigación” (2013 p. 80). El tamaño de la población hace referencia a todas las mezclas asfálticas tibias.

2.3.2. Muestra

(Valderrama) revela que, “Se extrae un subconjunto representativo de la población a lo que se le denomina muestra, éste debe reflejar las particularidades de la población cuando se emplea la adecuada técnica de muestreo” (2013, p. 184).

La presente investigación cuenta con una cantidad de 63 especímenes, los cuales permitieron realizar los ensayos al cemento asfáltico y la mezcla asfáltica.

Tabla 13: *Cantidad de especímenes*

Ensayo al cemento asfáltico

	Sin aditivo	1% Sasobit	2.5% Sasobit	3% Sasobit
Viscosidad	Ficha técnica	X	X	X

Ensayos a la mezcla asfáltica

	Sin Aditivo	1%	2,5%	3,0%	4,0%	6,0%	8,0%
Adherencia del agregado grueso	X	X	X	X	X	X	X
Adherencia del agregado fino	X	X	X	X	X	X	X

Temperatura de mezclado/compactación	Cont. Asfalto/Cont. Aditivo	Sin aditivo	8% Sasobit
°C	3.5%	XXXY	XXXY
°C	4.0%	XXXY	XXXY
°C	4.5%	XXXY	XXXY
°C	5.0%	XXXY	XXXY
°C	5.5%	XXXY	XXXY

X Método MARSHALL

Y Máxima densidad de la mezcla (RICE)

Ensayo a la mezcla asfáltica (corroboración)

Temperatura de mezclado/compactación	Cont. Asfalto/Cont. Aditivo	3% Sasobit
°C	4.7%	XX
°C	5.2%	XX
°C	5.4%	XX

X Método MARSHALL

Fuente: Propia

En el ensayo de viscosidad se consideró las dosificaciones de 1%, 2,5% y 3% tal como indica el rango dosificación del aditivo Sasobit, se realizó también en las dosificaciones de 4%, 6% y 8% del aditivo, obteniendo como resultado la inmovilidad del cemento asfáltico en el capilar, considerando 3 especímenes para el ensayo.

La adherencia de la mezcla asfáltica se realizó por medio de la adherencia del agregado fino y grueso, planteando en primer lugar las dosificaciones de 0%, 1%, 2,5%, 3% de aditivo orgánico y al no encontrarse los resultados dentro del parámetro establecido, se optó por incrementar la dosificación a 4%, 6% y 8%, siendo el resultado de la dosificación del 8% de aditivo orgánico el que se encuentra dentro del parámetro, obteniendo 14 especímenes.

Para la presente investigación se realizó dos diseños de mezcla asfáltica, la mezcla asfáltica sin aditivo y la mezcla asfáltica con la adición del 8% de aditivo, se consideró la dosificación debido al requerimiento mínimo de la adherencia del agregado fino, y a su vez se realizó el ensayo de máxima densidad de la mezcla (Rice), teniendo de ese modo 40 especímenes. Al no existir una mejora en la estabilidad, flujo y rigidez se optó por realizar la corroboración de la mezcla asfáltica adicionando 3% de aditivo, tal como da mención su ficha técnica, al considerar el óptimo contenido de la mezcla asfáltica convencional o también llamado patrón, se empleó dos especímenes menores, iguales y mayores para la verificación del comportamiento de la mezcla con la incorporación del 3% de aditivo, siendo 6 especímenes los empleados.

2.3.3. Muestreo

Como plantea (Valderrama), “Al proceso de selección de la muestra de la población se le conoce como muestreo, el cual permite evaluar las características de la totalidad o población” (2013, p. 188).

La presente investigación cuenta con un muestreo no probabilístico puesto que el muestreo no certifica la simbología de la muestra, a su vez es de tipo intencional ya que la autora (mi persona) va seleccionar los elementos a su conveniencia y criterio.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas

(Arias) da mención, “Las técnicas de investigación son específicas y singulares, ya que contribuyen en la recolección de información y/o datos, sirven como apoyo para el desarrollo de la investigación” (2012, p. 67). Para realizar una adecuada recopilación de datos se eligió emplear la observación directa, puesto que el diseño de la presente investigación es experimental.

2.4.1.1. Observación directa

De acuerdo con (Bernal), “La observación directa accede a la obtención de información de manera confiable y directa empleando un procedimiento controlado y normalizado” (2010 p. 194). Como se aprecia, la observación directa es la técnica que permite acceder a la información confiable y directa, teniendo en cuenta un procedimiento sistematizado y muy controlado, por lo que se emplea medios audiovisuales.

2.4.2. Instrumento

(Hernández et al.) precisa que, “Un adecuado instrumento de medición es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente” (2006, p. 312). Es por ello que el instrumento a utilizar registrará todos los datos que coincida con los conceptos ya mencionados.

2.4.2.1. Ficha de recopilación de datos

A juicio de (Meléndrez, y otros):

Para la recopilación de datos se puede emplear las fichas de observación, puesto que son una sucesión de herramientas de investigación, se puede lograr establecer las variables específicas en base al objetivo de estudio, con el que también se puede manifestar recomendaciones. (1986, p. 15).

La ficha de recolección de datos recopilará la información necesaria del estudio de variable, para su posterior estudio.

2.4.3. Validez

Francois (2007, p. 12) indica que, “el término validez se refiere al grado en que una variable mide realmente aquello para lo que está destinada, cuanta menos valida sea una medida más probabilidades han de cometer un sesgo”.

Se realizó la validez de contenido del instrumento, empleado para medir las variables en base a las dimensiones, validez que es respaldada por 3 profesionales de la carrera de Ingeniería Civil. Así mismo, la elaboración de los ensayos de laboratorio será firmado por el jefe encargado de área.

2.4.4. Confiabilidad

Así mismo (Contreras) menciona, “La confiabilidad de un instrumento de recolección de datos, se da mediante el grado en que una aplicación reiterada a un grupo de elementos, produce resultados con características similares a la del estudio a realizar, para determinar su confiabilidad” (2013, p. 21).

La confiabilidad de los instrumentos de recolección de Datos, se determinará con los ensayos de Laboratorio ya previamente mencionados, los equipos de laboratorio a utilizar serán calibrados para la obtención de resultados reales.

2.5. Método de análisis de datos

Según (Vargas), “La estadística descriptiva es una técnica para describir numéricamente los resultados encontrados, con el fin de facilitar su interpretación” (1995, p. 33).

Por lo que, se empleará el programa EXCEL para organizar los datos recolectados y evidenciar en cuadros comparativos y gráficos la aplicación del aditivo SASOBIT en la mezcla asfáltica y la mezcla asfáltica convencional.

2.6. Aspectos éticos

La presente investigación está realizada por la autora (mi persona), se realizó con el apoyo de investigaciones previas, siendo sustento de la presente, recalando ante todo el respeto ante los pensamientos de los autores mencionados; de manera tal que, éstos se visualizan en la referencia bibliográfica de acuerdo a la norma ISO 690.

III. Resultados

3.1. Planteamiento experimental

Se explicará la intervención del aditivo orgánico en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia en comparación con la mezcla asfáltica convencional. Por lo que, se empleará la aplicación del aditivo orgánico Sasobit, en las dosificaciones de 1%, 2% y 4% en comparación con la mezcla asfáltica convencional. El aditivo a emplear se seleccionó en base al interés técnico, ya que como característica principal tiene el trabajar en menor temperatura y un menor envejecimiento del mismo.

3.1.1. Características de los materiales para la mezcla asfáltica

Se consideró los siguientes materiales para realizar la mezcla asfáltica:

Cemento asfáltico: Se empleó el cemento asfáltico tipo PEN 60/70 de acuerdo a las condiciones climatológicas de Lima, debido a que la presente región se le considera como cálida ya que sus temperaturas promedio de 19°C y variaciones entre 12°C y 28°C en las estaciones de invierno y verano (Senamhi).

Aditivo Sasobit: Aditivo orgánico, es una cera de forma granular, es un producto extraído del proceso de producción de hidrocarburos líquidos a partir de gas de síntesis, permite que la mezcla asfáltica disminuya en su temperatura de mezclado y compactación y a su vez su viscosidad.

Agregados: Provinieron de la cantera SEOING E.I.R.L. que se encuentra ubicada en San Juan de Lurigancho, a 3m de la Carretera Central, ésta suministra agregados para mezclas asfálticas. El agregado fino y grueso se rige en base a los requerimientos de la norma EG-2013, la gradación de éstos corresponde al huso granulométrico tipo MAC-2.

3.2. Ensayos

Para el desarrollo de la presente investigación se realizó los ensayos para agregados gruesos y finos, por lo que posteriormente se empleó esos datos para el diseño de mezcla asfáltica mediante el método Marshall en base a la norma EG-2013

3.2.1. Ensayos para los agregados

Los ensayos para los agregados gruesos y finos se han realizados a fin de verificar su aceptabilidad en base a la norma EG-2013 y a su vez ver la calidad de éstos.

3.2.1.1. Agregados gruesos

Se realizó los ensayos de laboratorio mencionados en el MTC (EG-2013), para saber la calidad en las propiedades físicas de los agregados pétreos; obteniendo así los siguientes resultados.

Granulometría

Realizado el tamizado del agregado grueso, se clasificó el %(porcentaje) retenido en cada malla para posteriormente determinar las proporciones de mezcla de agregados.

Tabla 14: *Análisis Granulométrico del agregado grueso*

MALLAS		AGREGADO GRUESO	
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RET(%)	PASA(%)
3/4"	19.050		100
1/2"	12,700	58	42
3/8"	9,525	40	2
1/4"	6,350	2	-
N° 4	4,760		
N° 6	3,360		
N° 8	2,380		
N° 10	2,000		
N° 16	1,190		
N° 20	0,840		
N° 30	0,590		
N° 40	0,426		
N° 50	0,297		
N° 80	0,177		
N° 100	0,149		
N° 200	0,074		
N° 200	-		

Fuente: Propia

Se aprecia que el tamaño máximo nominal del agregado grueso es de 1/2" con 58% retenido.

Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)

Se realizaron cinco ciclos de la inmersión del agregado grueso y su posterior secado que hacen referencia a las condiciones atmosféricas reales, obteniendo como resultado:

Tabla 15: *Resultado de Durabilidad (al Sulfato de Magnesio) en el agregado grueso*

IDENTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	RESULTADO(%)
Agregado Grueso	Pérdida o desgaste del agregado grueso	1,8

Fuente: Propia

En el manual MTC (EG-2013) sección 423, el Ensayo de Durabilidad (al sulfato de magnesio) debe ser menor al 18%, cumpliendo así con tal requerimiento.

Abrasión Los Ángeles

Debido a que los agregados se encuentran entre la malla 1/2" y 3/8" se le considera de grado B, por lo que se empleó 11 bias y se programó para que la máquina de Los Ángeles diera 500 vueltas.

Tabla 16: *Resultados del Ensayo Abrasión de los Ángeles*

DATOS	AGREGADO GRUESO
Gradación	B
Cantidad de esfera	11
Peso de la Muestra	
3/4" - 1/2"	2500 gr.
1/2" - 3/8"	2500 gr.
TOTAL DESGASTE	
Peso Inicial	5000,2
Peso Mat/Ret. En la malla N° 12	4347,4
Peso Mat. Pasa malla N° 12	652,8
Porcentaje Desgaste	13

Fuente: Propia

$$\% \text{ Desgaste} = \frac{652,8}{5000,2} \times 100 = 13\%$$

De acuerdo con el manual del MTC (EG-2013) sección 423, para el Ensayo Abrasión de los Ángeles al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37,5 mm (1 1/2"), existe un rango de 10% a 45% de pérdida por desgaste, por lo que se encuentra el resultado dentro del rango establecido.

Partículas chatas y alargadas

Tabla 17: *Resultados de Partículas chatas y alargadas en el agregado grueso*

Identificación	Descripción	Resultado (%)
Agregado grueso	Partículas chatas y alargadas (relación 1 a 3)	2,4

Fuente: Propia

En el manual del MTC (EG-2013) sección 423, para el Ensayo de Partículas Chatas y Alargadas de los agregados gruesos, existe un valor máximo de 10% de la muestra, por lo que el resultado mostrado se encuentra dentro del parámetro establecido.

Caras fracturadas

Tabla 18: *Resultado del Porcentaje de caras de fractura en el agregado grueso*

Identificación	Descripción	Resultado (%)
Agregado grueso	Partículas con una o más caras de fractura	59,0
	Partículas con dos o más caras de fractura	26,2

Fuente: Propia

El manual del MTC (EG-2013) sección 423 da mención que, para el Ensayo Caras fracturadas, existe como valor máximo de 76% de la muestra, por lo que, los resultados presentados en la tabla 18 se encuentra dentro del parámetro establecido.

Sales Solubles Totales

Tabla 19: *Resultados de sales solubles totales en el agregado grueso*

	Norma	Agregado Grueso
Contenido de Sales Solubles	MTC E 219	476
Contenido de Cloruros, mg/kg (ppm)	NTP 400.042	32
Contenido de Sulfatos, mg/kg (ppm)	NTP 400.042	81
Azul de Metileno; mg/g	AASHTO T330-07	NA

Fuente: Propia

El manual del MTC(EG-2013) sección 423 indica que, para el Ensayo Sales Solubles existe un valor máximo de 0.50 %, por lo que el resultado convirtiendo en % da un valor de 0,06 encontrándose dentro del rango permitido.

Peso Específico y Absorción del agregado grueso

Tabla 20: *Resultados de peso específico y absorción*

Peso Mat. Saturado y Superficialmente seco(en aire)	1889,0
Peso Mat. Saturado y Superficialmente seco(sumergido)	1178,8
Volumen de la masa + Volumen de vacíos	710,2
Peso de material seco	1876,7
Volumen de la masa	697,9
Peso Específico Bulk(base seca)	2,642
Peso Específico Bulk(base saturada)	2,660
Peso Aparente(base seca)	2,689
Absorción(%)	0,66

Fuente: Propia

Con respecto al Ensayo Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso, El manual del MTC (EG-2013) sección 423, indica que el valor máximo es de 1%.

Contenido de Humedad

El contenido de humedad superficial es igual a la diferencia entre el contenido de humedad total evaporable y la absorción, con todos los valores referidos a la masa de una muestra seca. La absorción puede determinarse de acuerdo con el método MTC E 205 o el método MTC E 206.

Tabla 21: *Contenido de Humedad del agregado grueso*

Peso Tarro + Peso Suelo Húmedo (g)	1169,1
Peso constante del Suelo + Peso de Tarro (g)	1164,1
	1164,1
Peso del Tarro (g)	111,7
Peso del agua (g)	5,0
Peso Suelo Seco (g)	1052,4
Contenido de Humedad (%)	0,48

Fuente: Propia

3.2.1.2. Agregados finos

Granulometría

Tabla 22: *Resultados del Análisis Granulométrico del agregado fino*

MALLAS		AGREGADO FINO	
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RET(%)	PASA(%)
3/4"	19.050		
1/2"	12.700		
3/8"	9.525		
1/4"	6.350		100
N° 4	4.760	12	88
N° 6	3.360	8	80
N° 8	2.380	11	69
N° 10	2.000	4	65
N° 16	1.190	14	51
N° 20	0.840	7	44
N° 30	0.590	7	37
N° 40	0.426	7	30
N° 50	0.297	5	25
N° 80	0.177	7	18
N° 100	0.149	2	16
N° 200	0.074	6	10
N° 200	-	10	-

Fuente: Propia

Se aprecia que el tamaño máximo nominal del agregado fino es 4,76mm (N° 4).

Durabilidad

Dado que los agregados poseen apreciables cantidades de material fino y grueso, se realizó en ensayo como dos muestras separadas.

Tabla 23: *Resultado de Durabilidad (al Sulfato de Magnesio) en el agregado fino*

Identificación	Descripción	Resultado (%)
Agregado fino	Pérdida o desgaste del agregado fino	1,2

Fuente: Propia

De acuerdo con el manual del MTC (EG-2013) sección 423 la durabilidad al sulfato de magnesio máximo debe ser 18%, siendo el 1,2% menor al requerimiento.

Equivalente de Arena

Tabla 24: *Resultado de Equivalente de Arena*

Muestra	1	2	3
Hora entrada de saturación	02:23	02:25	02:27
Salida de saturación	02:33	02:35	02:37
Hora entrada a decantación	02:37:38	02:36:29	02:38:47
Salida decantación	4,7	4,8	4,6
Altura material fino(Pulg)	3,5	3,5	3,4
Equivalente de arena(%)	75%	73%	74%
Promedio de equivalente de arena(%)	74%		

Fuente: Propia

Según el manual del MTC(EG-2013) sección 423 indica que se debe considerar como valor mínimo 60% del promedio, teniendo como resultado 74% (siendo aceptable).

Sales Solubles Totales

Tabla 25: *Resultados de sales solubles totales en el agregado fino*

	Norma	Agregado Fino
Contenido de Sales Solubles	MTC E 219	402
Contenido de Cloruros, mg/kg (ppm)	NTP 400.042	43
Contenido de Sulfatos, mg/kg (ppm)	NTP 400.042	89
Azul de Metileno; mg/g	AASHTO T330-07	7.5

Fuente: Propia

De acuerdo con el MTC(EG-2013) sección 423, para el Ensayo Sales Solubles, existe un valor máximo de 0.50 %, por lo que el resultado convirtiendo en % da un valor de 0,04, encontrándose dentro del rango permitido.

Contenido de Humedad

Tabla 26: *Contenido de Humedad del agregado fino*

Peso Tarro + Peso Suelo Húmedo (g)	1400,3
Peso constante del Suelo + Peso de Tarro (g)	1394,1
	1394,1
Peso del Tarro (g)	150,0
Peso del agua (g)	6,2
Peso Suelo Seco (g)	1244,1
Contenido de Humedad (%)	0,5

Fuente: Propia

Peso Específico y Absorción del Agregado Fino

Tabla 27: *Resultados de peso específico y absorción del agregado fino*

Peso Fiola(calibrada con agua)	666,4
Peso Fiola(calibrada con agua) + Peso material	966,4
Peso Fiola + agua + material S.S.S.(extraído el aire)	856,2
Volumen de la masa + Volumen de vacíos	110,2
Peso de material seco	298,3
Volumen de la masa	108,5
Peso Específico Bulk(base seca)	2,707
Peso Específico Bulk(base saturada)	2,722
Peso Aparente(base seca)	2,749
Absorción(%)	0,57

Fuente: Propia

El manual del MTC(EG-2013) sección 423 indica que, para el Ensayo Peso Específico y Absorción del Agregado Fino existe un valor máximo de 0.50 %, existiendo un mayor % porcentaje al permitido.

Índice de Plasticidad (malla N.º 40 y Nº200)

Tabla 28: *Datos de los ensayos de Limite Liquido y Plástico*

Malla	Nº 40	Nº 200
LIMITE LIQUIDO		
Nº de Tarro	A-10	G-13
P. Tarro + S. Húm.	31,94	29,96
P. Tarro + S. Seco	28,81	26,26
Agua	3,13	3,70

Peso Tarro	12,01	11,92
Suelo seco	16,80	14,34
% Humedad	18,63	25,80
N° de Golpes	17	17
LIMITE PLASTICO		
N° de Tarro		
P. Tarro + S. Húm.		
P. Tarro + S. Seco	N.P.	N.P.
Agua		
Peso Tarro		
Suelo seco		
% Humedad		
N° de Golpes		

Fuente: Propia

Cuando se realiza un solo punto, se toma en consideración la siguiente formula:

$$\left(\frac{N^{\circ} \text{ Golpes}}{25}\right)^{0.121} \times H$$

Tabla 29: Resultados de los ensayos de Limite Liquido y Plástico

Malla	N° 40	N° 200
Limite Liquido	18%	25%
Limite Plástico	N.P.	N.P.
Índice Plástico	N.P.	N.P.

Fuente: Propia

Se observa que se obtuvo un porcentaje menor a 4% especificado en el MTC por lo que cumple con los parámetros de plasticidad.

De acuerdo con los resultados de los ensayos de Limite Liquido y Plástico, No Presenta Índice Plástico, siendo este evidenciado y menor al 4% tal como indica el manual del MTC (EG-2013) sección 423.

3.2.2. Ensayo al cemento asfáltico

3.2.2.1. Viscosidad

Se realizó el ensayo de viscosidad absoluta al cemento asfaltico PEN 60/70 adicionando diferentes dosificaciones del aditivo Sasobit y con diferentes valores de calibración capilar, se empleó el capilar Capilar J-909 y el Capilar K-658.

Obteniendo los siguientes valores de acuerdo a la medición de tiempo:

Tabla 30: *Cemento asfáltico natural + 1,0% aditivo, Capilar J-909*

Medida	Tiempo	Valor de la calibración del capilar	Viscosidad
B	01:51.30	106	11797,80
C	03:21.75	60,2	12145,35
			$\Sigma=$ 23943,15
			Prom= 11971,6

Fuente: Propia

Tabla 31: *Cemento asfáltico natural + 2,5% aditivo, Capilar K-658*

Medida	Tiempo	Valor de la calibración del capilar	Viscosidad
B	00:02.09	2881	6021,29
C	00:03.14	2074	6512,36
D	00:07.86	786	6177,96
			$\Sigma=$ 18711,61
			Prom= 6237,20

Fuente: Propia

Tabla 32: *Cemento asfáltico natural + 3,0% aditivo, Capilar F-658*

Medida	Tiempo	Valor de la calibración del capilar	Viscosidad
B	00:02.36	2881	6799,16
D	00:05.33	786	4189,38
E	00:18.09	476	8610,84
F	00:28.84	242,6	6996,584
G	00:36.93	159,4	5886,642
			$\Sigma=$ 32482,61
			Prom= 6496,52

Fuente: Propia

3.2.3. Ensayos a la mezcla asfáltica

El diseño de mezcla asfáltica debe funcionar estructural como funcionalmente, por lo que debe ser colocada y compactada bajo una energía adecuada, ser durable y capaz de resistir las fallas del pavimento respectivamente.

3.2.3.1. Adherencia

Tabla 33: *Temperatura de mezcla*

Mezcla con	Temp. °C
Cemento asfáltico y aditivo Sasobit	115°C

Fuente: Propia

A continuación, se presenta los resultados de índice de adhesividad Riedel Weber de acuerdo a los criterios de evaluación visual.

Tabla 34: *Índice de adhesividad Riedel Weber por tipo de asfalto*

Tubo de Ensayo	Solución de ensayo	Índice de adhesividad	Tipo de cemento asfáltico			
0	0	0	PEN 60-70	PEN 60-70	PEN 60-70	PEN 60-70
1	M/4	7		adicionando	adicionando	adicionando
2	M/2	8		1% aditivo	2.5% aditivo	3% aditivo
3	M/1	9		Sasobit	Sasobit	Sasobit
Valor de Índice de adhesividad Riedel Weber			0	0	1	2

Fuente: Propia

Los resultados al no encontrarse dentro del parametro establecido en el manual de MTC(EG-2013), se optó por incrementar la temperatura a 130°C y a su vez la dosificaciones a 3%, 6% y 8% del aditivo Sasobit.

Tabla 35: *Índice de adhesividad por tipo de asfalto y dosificación corregida*

Tubo de Ensayo	Solución de ensayo	Índice de adhesividad	Tipo de cemento asfáltico			
1	M/4	7	PEN 60-70	PEN 60-70	PEN 60-70	PEN 60-70
2	M/2	8		adicionando	adicionando	adicionando
3	M/1	9		4% aditivo	6% aditivo	8% aditivo
				Sasobit	Sasobit	Sasobit
Valor de Índice de adhesividad Riedel Weber			0	2	3	4

Fuente: Propia

3.2.3.2. Método MARSHALL

El ensayo fue realizado de acuerdo con el ensayo MTC E 504, con el que se pretende establecer los diversos parámetros para la determinación de la resistencia a la deformación plástica de las mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall.

Determinación de la densidad real de la mezcla compactada

Se determina el peso en aire de la mezcla compactada, el peso saturado con superficie seca y sumergido en el agua, teniendo los pesos se emplearon las siguientes fórmulas para hallar el volumen de la briqueta y posteriormente la densidad de la mezcla compactada de la briqueta o peso unitario.

$$V_b = P_{Agua} - P_{SSS}$$

V_b : Volumen de la briqueta

P_{Agua} : Peso en agua de la briqueta (g)

P_{SSS} : Peso saturado superficie seca de la briqueta (g)

$$\rho = \frac{P_{Aire}}{V_b}$$

ρ : Densidad de la mezcla compactada de la briqueta o peso unitario

P_{Aire} : Peso en agua de la briqueta (g)

Determinación de la estabilidad y flujo Marshall

Las briquetas se ensayan en baño de agua a una temperatura de 60°C para luego aplicar una carga de deformación constante en éstas, hasta que ocurra la falla.

Determinación de la gravedad específica teórica máxima y la densidad de las mezclas bituminosas

Se emplearon las siguientes fórmulas para la obtención de la gravedad específica teórica máxima y la densidad de las mezclas bituminosas para pavimentación.

$$P_m = P_{f+m} - P_f$$

P_m : Peso muestra (g)

P_{f+m} : Peso frasco + muestra (g)

P_f : Peso del frasco (g)

$$\%Vacíos = \left(\frac{Rice - \rho}{Rice} \right) \times 100$$

Mezcla de agregados

Mediante el ensayo granulométrico de los agregados se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 36: *Granulometría determinada*

MALLAS SERIE AMERICANA	GRANULOMETRÍA RESULTANTE					
	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN MAC-2		
1 1/2"	38,100					
1"	25,400					
3/4"	19,050		100		100	
1/2"	12,700	17,4	83	80	-	100
3/8"	9,525	12,0	71	70	-	88
1/4"	6,350	0,6	70			
N° 4	4,760	8,4	62	51	-	68

N° 6	3,360	5,6	56			
N° 8	2,380	7,7	48			
N° 10	2,000	2,8	46	38	-	52
N° 16	1,190	9,8	36			
N° 20	0,840	4,9	31			
N° 30	0,590	4,9	26			
N° 40	0,426	4,9	21	17	-	28
N° 50	0,297	3,5	18			
N° 80	0,177	4,9	13	8	-	17
N° 100	0,149	1,4	11			
N° 200	0,074	4,2	7	4	-	8
N° 200		7,0	-			

Fuente: Laboratorio del MTC

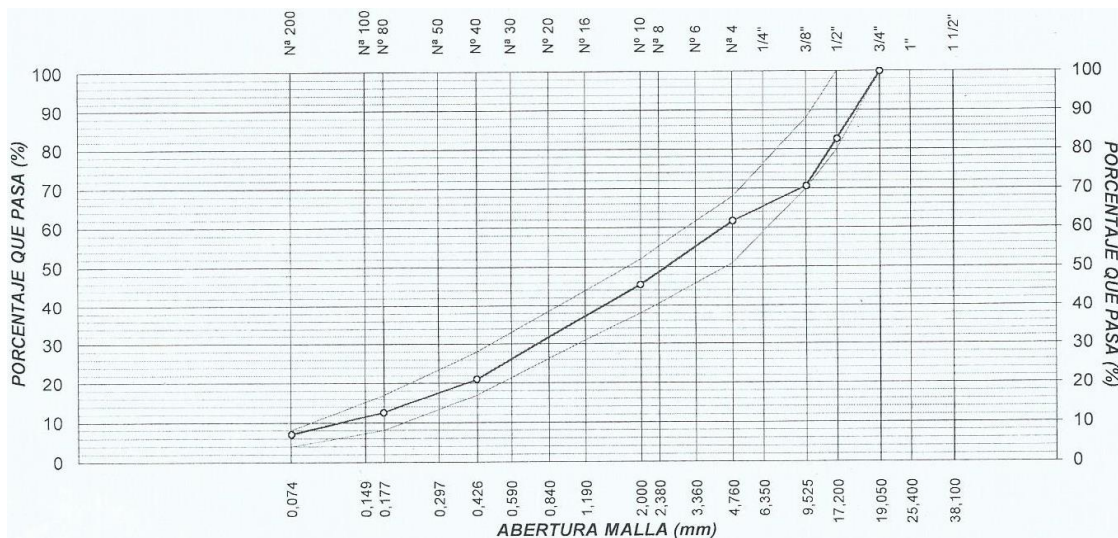


Figura 5: Curva granulométrica

Tabla 37: Proporciones de los agregados

Agregados	Proporción
Agregado fino (Cantera SEOING E.I.R.L.)	30%
Agregado grueso (Cantera SEOING E.I.R.L.)	70%

Fuente: Laboratorio del MTC

Peso de agregados: 1160gr

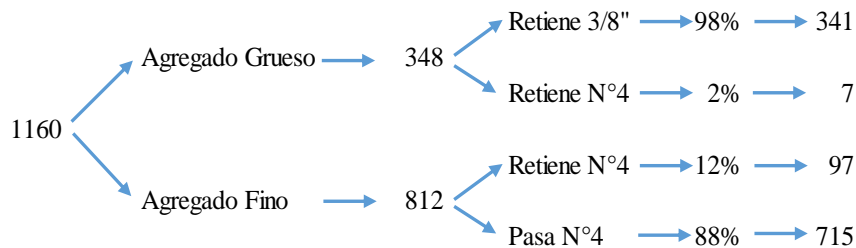


Tabla 38: Pesos para diseño Marshall

Contenido de asfalto	3.5%	4.0%	4.5%	5.0%	5.5%
Peso agregados(gr)	1160	1160	1160	1160	1160
Peso asfalto(gr)	42.1	48.3	54.7	61.1	67.5
Peso de mezcla(gr)	1202.1	1208.3	1214.7	1221.1	1227.5

Fuente: Laboratorio del MTC

Para cumplir con los parámetros de las propiedades del método Marshall se consideró los siguientes parámetros de “valores de A” ya que se diseñó para un tráfico pesado (Ver tabla N° 11).

Diseño de la Mezcla Asfáltica Convencional

Se realizó el diseño de la mezcla asfáltica en caliente con diferentes contenidos de asfalto 3,5%, 4,0%, 4,5%, 5,0% y 5,5%, obteniendo los siguientes resultados promedio en relación a la estabilidad, flujo y rigidez.

Tabla 39: Datos promedios por el método Marshall de la mezcla asfáltica convencional

Contenido de asfalto (%)	Estabilidad sin corregir (kg)	Estabilidad corregida (kg)	Flujo (mm)	Relación estabilidad/flujo (kg/mm)
3,5%	1182,1	1229,0	2,6	4692,0
4,0%	1337,5	1391,0	3,2	4330,0
4,5%	1290,4	1345,0	3,6	3783,0
5,0%	1356,3	1433,0	3,8	3769,0
5,5%	1144,5	1228,0	4,7	2638,0

Fuente: Propia

Tabla 40: Peso específico máximo de la mezcla asfáltica convencional

% Asfalto	Matraz	Valor del matraz	PMA	PMA+Matraz+H2O	Peso Específico Máximo (RICE)
3,5%	2	1683.2	832.9	2193.7	2.593
4,0%	B	1451.1	829.3	1958.2	2.574
4,5%	C	1467.2	800.6	1952.3	2.538
5,0%	D	1457.8	803.6	1942.5	2.520
5,5%	E	1437.8	800.3	1919.5	2.512

Fuente: Propia

De acuerdo con el procesamiento de datos y presentando un mejor comportamiento en la mezcla asfáltica, se obtuvo como contenido óptimo de cemento asfáltico 5,2%.

Tabla 41: *Parámetros del diseño de la mezcla asfáltica convencional*

Parámetros	Mezcla asfáltica convencional
Contenido Optimo de Cemento Asfáltico, %	5,2
Peso Específico bulk, g/cm^3	2,431
Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	74,2
V.,M.A., %	15,3
Estabilidad, kg	1362,4
Flujo, mm	4,2
Absorción de Asfalto, %	0,46
Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	3243,0
Temperatura de la Mezcla, °C	140-145

Fuente: Propia

En la Figura 6 se logra apreciar las briquetas después de haberse encontrado bajo una carga a compresión.

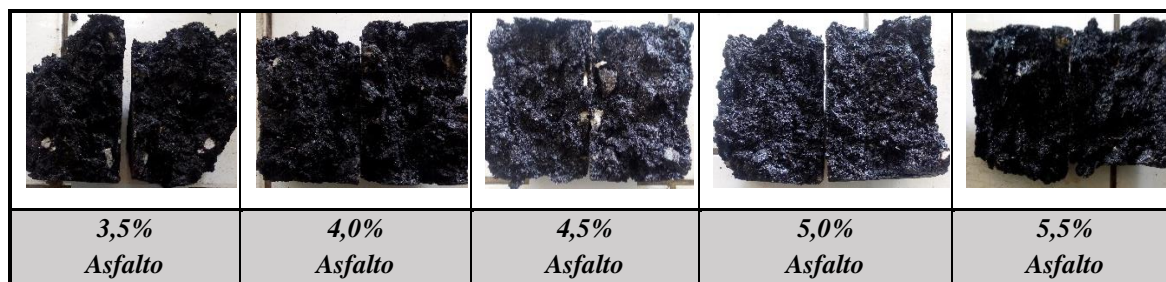


Figura 6: Ruptura de briquetas de la mezcla convencional

Diseño de la Mezcla Asfáltica adicionando 8% aditivo Sasobit

Para la obtención del diseño de la mezcla asfáltica en tibio, se optó por adicionar 8% aditivo Sasobit dado que se priorizo incrementar el Índice de adhesividad Riedel Weber (MTC E-220) considerando los contenidos de asfalto, 4,0%, 5,0%, 5,5% y 6,0% existiendo un incremento de asfalto debido a la adición del aditivo.

Tabla 42: *Datos promedios por el método Marshall de la mezcla asfáltica convencional adicionando 8% aditivo Sasobit*

Contenido de asfalto (%)	Estabilidad sin corregir (kg)	Estabilidad corregida (kg)	Flujo (mm)	Relación estabilidad/flujo (kg/mm)
4,0%	829,5	807,0	3,1	2591,0
4,5%	1039,4	1039,0	4,1	2557,0
5,0%	1105,3	1105,0	4,2	2636,0
5,5%	995,6	1036,0	4,1	2570,0
6,0%	862,4	897,0	4,1	2213,0

Fuente: Propia

Tabla 43: *Peso específico máximo de la mezcla asfáltica adicionando 8% aditivo Sasobit*

% Asfalto	Matraz	Valor del matraz	PMA	PMA+Matraz+H2O	Peso Específico Máximo (RICE)
4,0%	D	1457.8	842.0	1966.6	2.574
4,5%	C	1467.2	915.5	2019.1	2.538
5,0%	B	1451.1	924.0	2003.9	2.520
5,5%	E	1437.8	847.5	1939.4	2.512

Fuente: Propia

Tabla 44: *Parámetros del diseño de la mezcla asfáltica convencional adicionando 8% aditivo Sasobit*

Parámetros	Mezcla asfáltica con 8% Aditivo
Contenido Optimo de Cemento Asfáltico, %	5,6
Peso Específico bulk, g/cm^3	2,400
Vacios llenos con Cemento Asfáltico, %	76,2
V.,M.A., %	16,6
Estabilidad, kg	1056,4
Flujo, mm	4,2
Absorción de Asfalto, %	0,22
Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	2514,0
Temperatura de la Mezcla, °C	110,0

Fuente: Propia

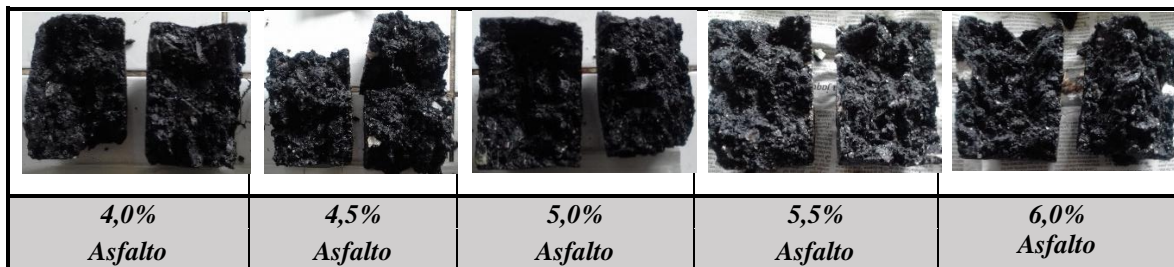


Figura 7: Ruptura de briquetas de la mezcla asfáltica adicionando 8% aditivo Sasobit

Debido a la evidente disminución de estabilidad del diseño de la mezcla asfáltica con 8% aditivo en comparación con la mezcla asfáltica en caliente, se realizó una corroboración de la mezcla asfáltica incorporando 3% aditivo (dosificación en base a la ficha técnica).

Corroboración de la Mezcla Asfáltica adicionando 3% aditivo Sasobit

Se realizó la corroboración de la mezcla asfáltica adicionando 3% aditivo Sasobit, tomando como referencia el contenido óptimo de asfalto de la mezcla asfáltica convencional y se disminuyó 0,5% e incremento 0,2%, trabajando con un contenido de asfalto de 4,7%, 5,2% y 5,4%.

Tabla 45: *Datos promedios por la corroboración de la mezcla asfáltica convencional adicionando 3% aditivo Sasobit*

Contenido de asfalto	Estabilidad sin corregir	Estabilidad corregida	Flujo	Relación estabilidad/flujo
(%)	(kg)	(kg)	(mm)	(kg/mm)
4,7%	1450,7	1440,0	3,1	4627,0
5,2%	1455,3	1456,0	3,2	4531,0
5,4%	1355,0	1346,0	3,5	4002,0

Fuente: Propia

Tabla 46: *Parámetros de la corroboración de la mezcla asfáltica convencional adicionando 3% aditivo Sasobit*

Parámetros	Mezcla asfáltica con 3% Aditivo
Contenido Optimo de Cemento Asfáltico, %	5,2
Peso Específico bulk, g/cm^3	2,373
Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	62,3
V.,M.A., %	17,1
Estabilidad, kg	1456,0
Flujo, mm	3,2
Absorción de Asfalto, %	0,68
Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	4531,0
Temperatura de la Mezcla, °C	130,0

Fuente: Propia

Verificándose visualmente el recubrimiento del asfalto con 3% aditivo Sasobit mediante la ruptura de las briquetas dadas por el método Marshall.

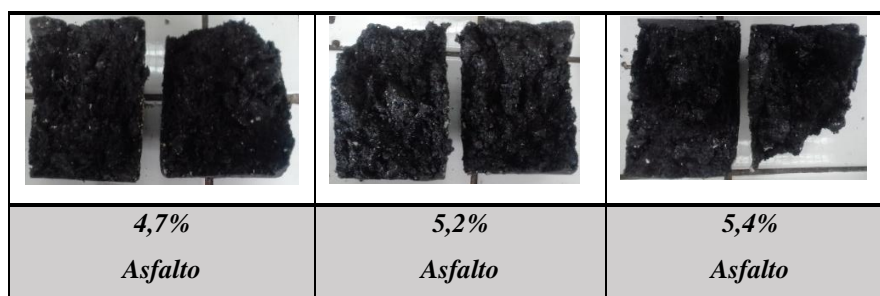


Figura 8: Ruptura de briquetas de la mezcla asfáltica adicionando 3% aditivo Sasobit

La estabilidad de los diseños de mezcla asfáltica convencional, con la incorporación de 8% y 3% aditivo orgánico presentan valores de 1362,4kg, 1056kg, y 1456kg, siendo éstos mayores al mínimo permitido que es 831,07kg.

3.3. Aplicación de método de análisis

Se realizó los ensayos de laboratorio y se procedió a su evaluación e interpretación de la

información recolectada para su posterior análisis acorde a los objetivos planteados en la presente investigación.

3.3.1. Estudio de la adherencia en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia

Para el estudio de la adherencia y su incidencia en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia se realizó el ensayo MTC E 517 revestimiento y desprendimiento de mezclas agregado – bitumen y MTC E 220 adhesividad de los ligantes bituminosos con los áridos finos.

Tabla 47: Resultados de cubrimiento del agregado grueso con materiales asfálticos

Identificación	ADITIVO (% en peso del asfalto)	REVESTIMIENTO (%)	CUBRIMIENTO (%)
Cantera "SEOING" Agregado Grueso	Sin Aditivo	100	+95
	1,00%	100	+95
	2,50%	100	+95
	3,00%	100	+95
	4,00%	100	+95
	6,00%	100	+95
	8,00%	100	+95

Fuente: Propia

Como se observa en la Tabla 47, el cubrimiento del agregado grueso con materiales asfálticos presenta un óptimo recubrimiento (+95) ya que no existe desprendimiento.

Tabla 48: Resultados de adhesividad de los ligantes bituminosos a los áridos finos

Identificación	ADITIVO (% en peso del asfalto)	RESULTADO (GRADO)
		Desprendimiento Parcial- Desprendimiento Total
Cantera "SEOING" Agregado Fino	Sin Aditivo	0 - 9
	1,00%	0 - 9
	2,50%	1 - 9
	3,00%	2 - 9
	4,00%	3 - 9
	6,00%	3 - 9
	8,00%	4 - 9

Fuente: Propia

Tabla 49: Resumen valores de Índice de adhesividad Riedel Weber

Adherencia por tipo de asfalto		
Cemento Asfáltico	Agregado	Índice de Adhesividad Riedel Weber obtenido
PEN 60-70	Cantera SEOING E.I.E.R.L	0
PEN 60/70 adicionando 1% aditivo Sasobit		0
PEN 60/70 adicionando 2,5% aditivo Sasobit		1
PEN 60/70 adicionando 3,0% aditivo Sasobit		2
PEN 60/70 adicionando 4,0% aditivo Sasobit		3
PEN 60/70 adicionando 6,0% aditivo Sasobit		3
PEN 60/70 adicionando 8,0% aditivo Sasobit		4

Fuente: Propia

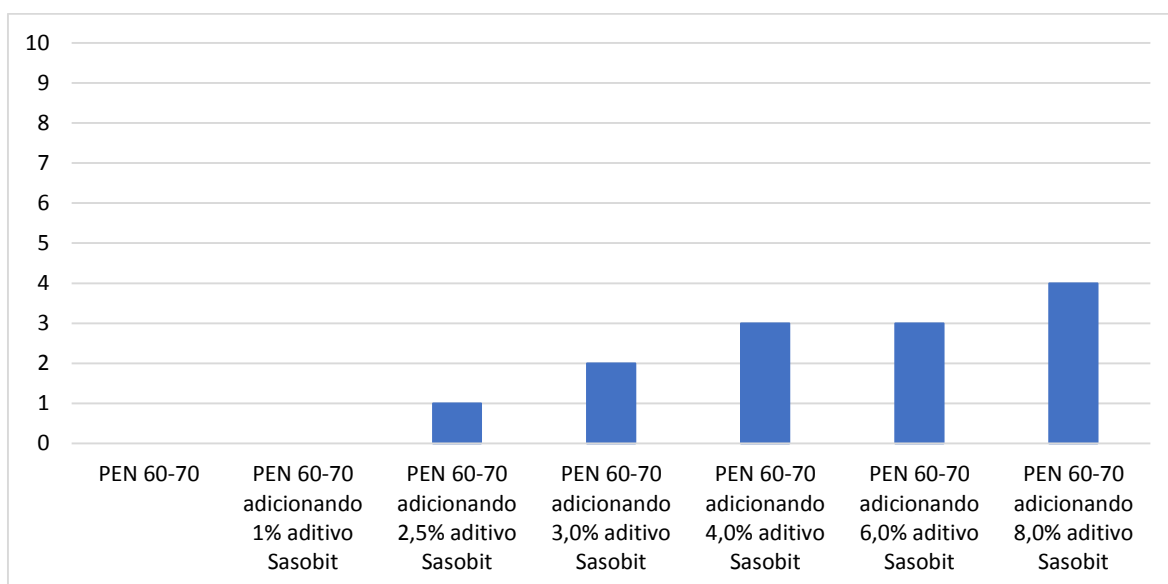


Figura 9: Adherencia por tipo de asfalto

Fuente: Propia

De acuerdo con la Tabla 49, el cemento asfáltico PEN 60/70 adicionando el 8,0% de aditivo Sasobit obtiene un Índice de Adhesividad Riedel Weber de 4, siendo éste el valor mínimo permitido por el ensayo MTC E 220.

En efecto, la adherencia que existe entre el ligante bituminoso y los agregados (gruesos y finos) se encuentran dentro del rango permitido, evitando que exista desprendimiento y en el proceso de la mezcla exista una mejor combinación entre estos, disminuyendo el contenido de vacíos y encontrando un óptimo contenido de asfalto, por consiguiente, tiene una mejora en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia.

3.3.2. Análisis de la viscosidad en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia

Para el análisis de la viscosidad en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia se realizó el ensayo MTC E 380 para determinar el estado de fluidez del cemento asfáltico con diferentes dosificaciones del aditivo orgánico a una temperatura de 60°C.

Tabla 50: Viscosidad Absoluta de cementos asfálticos

IDENTIFICACIÓN	ADITIVO	RESULTADO
	(% en peso del asfalto)	(Poise)
Cemento asfáltico PEN 60/70 Procedente de Repsol	Sin Aditivo	5000,0
	1,0%	11971,6
	2,5%	6237,2
	3,0%	6496,5

Fuente: Propia

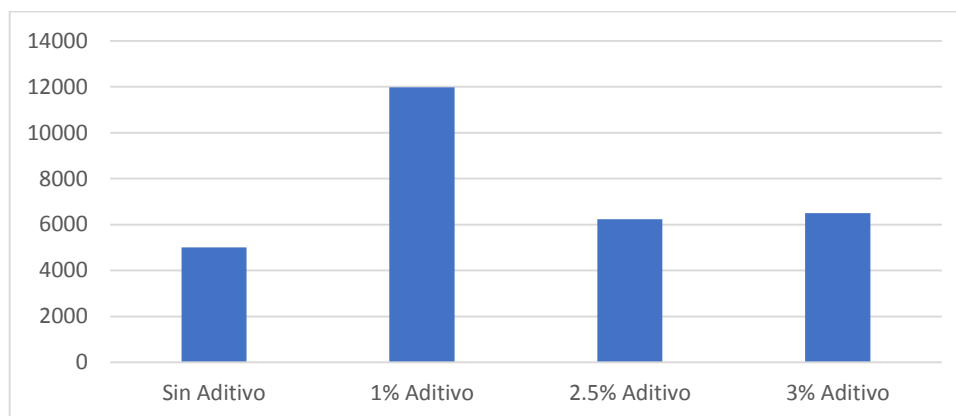


Figura 10: Viscosidad Absoluta por tipo de asfalto

Fuente: Propia

Se observa en la tabla 50 que las viscosidades absolutas de los cementos asfálticos son mayores al mínimo permitido que es 5000,0 poises tal como indica el ensayo MTC E 308 (Tabla 6) el cemento asfáltico con 1,0% aditivo posee un mayor estado de fluidez, siguiéndole el de 3,0% aditivo y 2,5% aditivo en comparación con el cemento asfáltico sin aditivo; presentando así una mejora en la viscosidad del cemento asfáltico PEN 60/70. Se realizó también la viscosidad absoluta a las dosificaciones 4%, 6% y 8% aditivo en el cemento asfáltico, teniendo como respuesta la inmovilidad del material en los capilares. Se consideró que la temperatura a trabajar fuese de 60°C (temperatura crítica) se evidenció un mejor comportamiento en la viscosidad absoluta, por lo que se podrá trabajar a una menor temperatura la mezcla asfáltica incorporando aditivo Sasobit y a su vez mejorando sus propiedades mecánicas.

3.3.3. Determinación de la temperatura en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia

A continuación, se presenta los datos de medición de la temperatura de los agregados y el ligante bituminoso, se empleó diferentes dosificaciones y temperaturas de mezclado obteniendo así variación en cuanto a la estabilidad y flujo como se observa en la Tabla 52.

Tabla 51: Tipo de mezcla vs Temperatura de mezclado

Tipo de mezcla	T. bitumen °C	T. agregado °C	T. mezclado °C
Mezcla asfáltica caliente	160	145	140
Mezcla asfáltica tibia (8%)	140	120	110
Mezcla asfáltica tibia (3%)	160	145	130

Fuente: Propia

Tabla 52: Temperatura de mezclado y compactación de la mezcla asfáltica

Mezcla	% Asfalto	Temperatura de mezclado	Temperatura de compactación	Estabilidad, kg	Flujo, mm
Sin aditivo	3,5	140°C	125°C	4692,0	2,6
	4,0	140°C	125°C	4330,0	3,2
	4,5	145°C	130°C	3783,0	3,6
	5,0	140°C	125°C	3769,0	3,8
	5,5	145°C	130°C	2638,0	4,7
Aditivo 8%	4,0	110°C	100°C	2591,0	3,1
	4,5	115°C	100°C	2557,0	4,1
	5,0	115°C	100°C	2636,0	4,2
	5,5	110°C	100°C	2570,0	4,1
	6,0	110°C	100°C	2213,0	4,1
Aditivo 3%	4,7	130°C	115°C	4627,0	3,1
	5,2	130°C	115°C	4531,0	3,2
	5,4	135°C	120°C	4002,0	3,5

Fuente: Propia

Se aprecia en la Tabla 52, la reducción de temperatura de mezclado y compactación de la mezcla asfáltica incorporando 8% en comparación con la mezcla asfáltica convencional; a su vez, se realizó la corroboración de la mezcla asfáltica adicionando 3% e igual presentando una reducción de la temperatura. Al realizar la corroboración se alcanza una mejor resistencia a la carga máxima (estabilidad) y un menor flujo en comparación con los demás diseños, por lo que no existirá riesgo de agrietamiento prematuro.

3.3.4. Evaluación del aditivo orgánico y su intervención en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia.

Para la evaluación del aditivo orgánico Sasobit y su intervención en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia (durabilidad, deformabilidad y resistencia a la fatiga) se empleó diferentes dosificaciones de aditivo, lo cual se ve evidenciado en los resultados de los ensayos realizados que dan a conocer el comportamiento de la mezcla asfáltica

Tabla 53: Durabilidad de la mezcla asfáltica

Parámetros	Norma	Resultados
Durabilidad de los agregados	MTC E 209/ NTP 400.016	
Agregado fino		
Pérdida o desgaste del agregado fino (%)		1.2
Agregado grueso		
Pérdida o desgaste del agregado grueso (%)		1.8
Resistencia al desgaste del agregado grueso por abrasión	MTC E 505	
Tamaño máximo nominal		1/2"
Peso del mat. ret. En la N° 12 (gr)		4347,4
Peso del mat. ret. en la malla N° 12 (gr)		652,8
Porcentaje desgaste (%)		13

Fuente: Propia

Se midió la durabilidad de la mezcla asfáltica mediante la durabilidad de los agregados (finos y gruesos) y la resistencia al desgaste del agregado grueso ya que éstos poseen el 95% del peso de la mezcla y por lo que conforma el esqueleto mineral.

Tabla 54: Parámetros de diseño de la mezcla asfáltica

Parámetros	Mezcla asfáltica convencional	Mezcla asfáltica con 8% Aditivo	Mezcla asfáltica con 3% Aditivo
Contenido Optimo de Cemento Asfáltico, %	5,2	5,6	5,2
Peso Específico bulk, g/cm^3	2,431	2,400	2,373
Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	74,2	76,2	62,3
V.,M.A., %	15,3	16,6	17,1
Estabilidad, kg	1362,4	1056,4	1456,0
Flujo, mm	4,2	4,2	3,2
Absorción de Asfalto, %	0,46	0,22	0,68
Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	3243,0	2514,0	4531,0
Temperatura de la Mezcla, °C	140-145	110,0	130,0

Fuente: Propia

En la tabla presentada se aprecia el resumen de los resultados del ensayo para medir la resistencia de mezclas bituminosas usando el método Marshall.

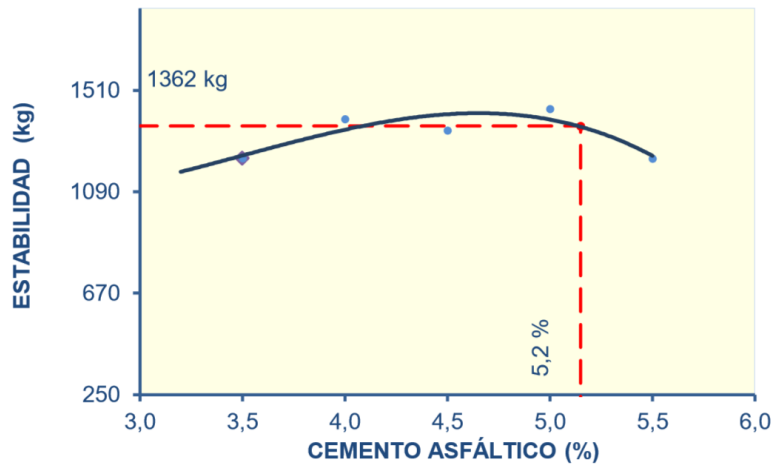


Figura 11: Porcentaje de cemento asfáltico vs. Estabilidad

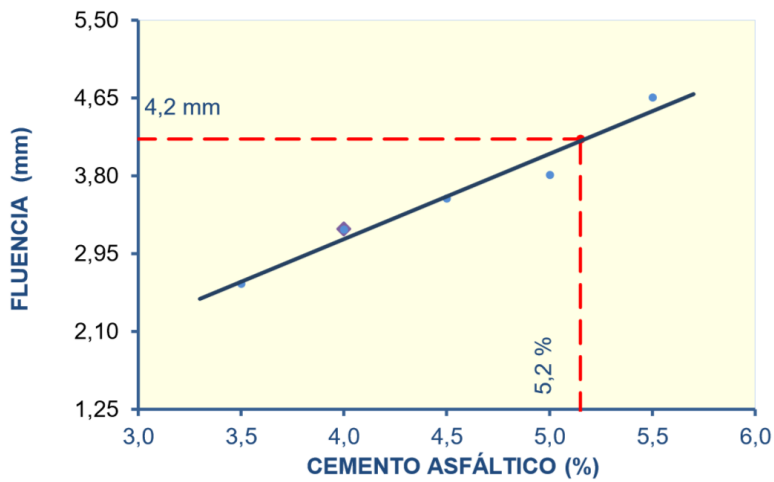


Figura 12: Porcentaje de cemento asfáltico vs. Fluencia

Para la mezcla asfáltica tibia aplicando aditivo orgánico en la dosificación de 8%, se determinó un óptimo contenido de asfalto de 5,6%.

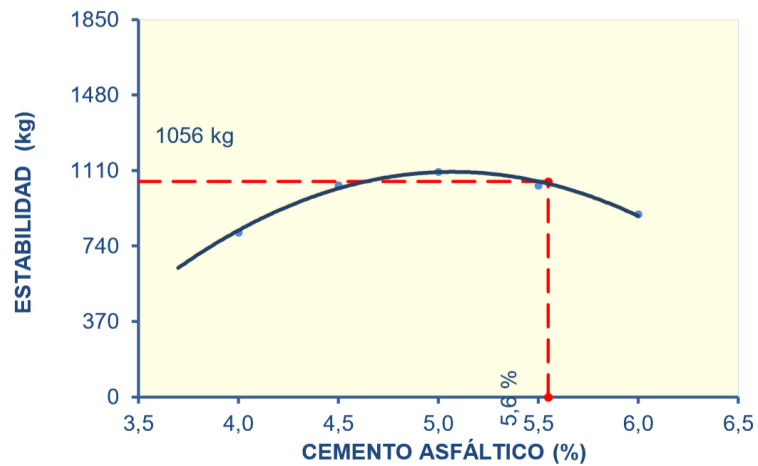


Figura 13: 5,6% de cemento asfáltico vs. Estabilidad

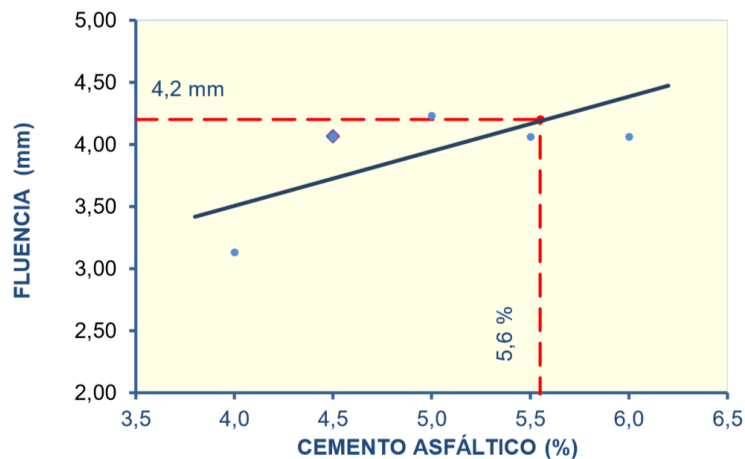


Figura 14: 5,6% de cemento asfáltico vs. Fluencia

Se muestra los siguientes parámetros de diseño de la mezcla asfáltica convencional y la mezcla asfáltica tibia aplicando aditivo orgánico, valores que se consideraron para determinar la deformabilidad.

Tabla 55: Deformabilidad de la mezcla asfáltica

Parámetros	Mezcla asfáltica convencional	Mezcla asfáltica con 8% Aditivo	Mezcla asfáltica con 3% Aditivo
Contenido óptimo de cemento asfáltico, %	5.2	5.6	5.2
Flujo, mm	4.2	4.2	3.2
Estabilidad, kg	1362,4	1056,4	1456,0

Fuente: Propia

A continuación, se presenta en gráfico los resultados de los parámetros de diseño en lo que respecta al flujo y estabilidad de la mezcla asfáltica convencional y con la incorporación del aditivo.

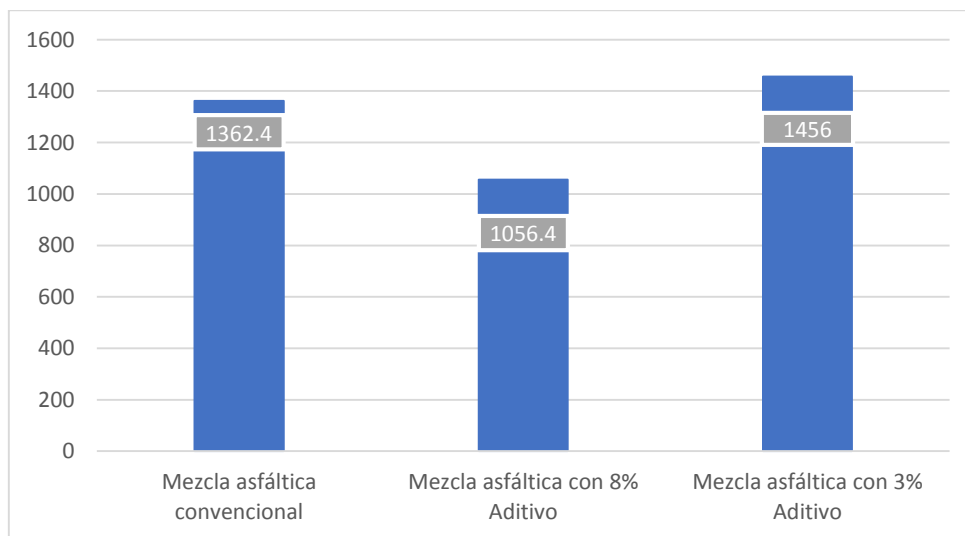


Figura 15: Comparación de la estabilidad, kg

Fuente: Propia

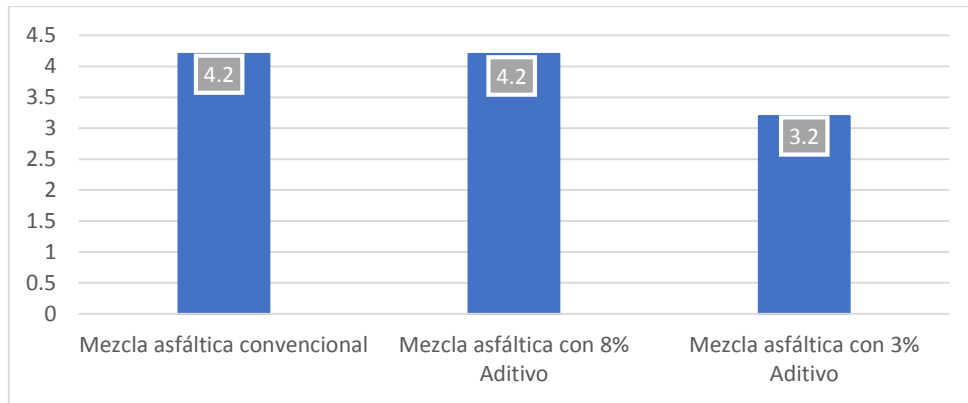


Figura 16: Comparación del flujo, mm
Fuente: Propia

De acuerdo con el ensayo MTC E 504 “La estabilidad debe ser mayor a 831,07kg/cm y el flujo debe encontrarse en un rango de 2,0 - 4,0mm”, en la figura 15 se muestra la comparación de estabilidad en la mezcla asfáltica convencional con un valor de 1362,4kg, y la mezcla asfáltica incorporando el 8% y 3% de aditivo obteniendo valores de 1056,4kg y 1456kg respectivamente, resultados que se encuentran dentro de lo establecido e incrementando la estabilidad con la incorporación del 3% de aditivo a la mezcla; ocurre similar resultados con el flujo, la mezcla asfáltica convencional tiene un flujo de 4,2mm, al adicionarle el aditivo en 8% y 3% se obtiene un flujo de 4,2mm y 3,2mm indicando así que efectivamente existe una mejora en el desempeño de la mezcla asfáltica.

Se consideró los siguientes parámetros que dan indicio a la resistencia a la fatiga de la mezcla asfáltica, dado que un alto contenido del ligante asfáltico, bajos contenidos de vacíos, contenido de vacíos del agregado mineral y con una distribución amplia de agregado permite un mejor comportamiento de la mezcla asfáltica.

Tabla 56: Resistencia a la fatiga de la mezcla asfáltica

Parámetros	Mezcla asfáltica convencional	Mezcla asfáltica con 8% Aditivo	Mezcla asfáltica con 3% Aditivo
CONTENIDO DE ASFALTO			
Contenido de asfalto óptimo	5.2	5.6	5.2
CONTENIDO DE VACÍOS			
Contenido de vacíos de aire, %	4,0	4,0	6,5
Contenido de vacíos del agregado mineral (VMA), %	15,3	16,6	17,1
RIGIDEZ			
Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	3243,0	2514,0	4531,0
Temperatura del ensayo, °C	140-145	110,0	130,0
Peso específico bulk, g/cm ³	2,431	2,400	2,373

Fuente: Propia

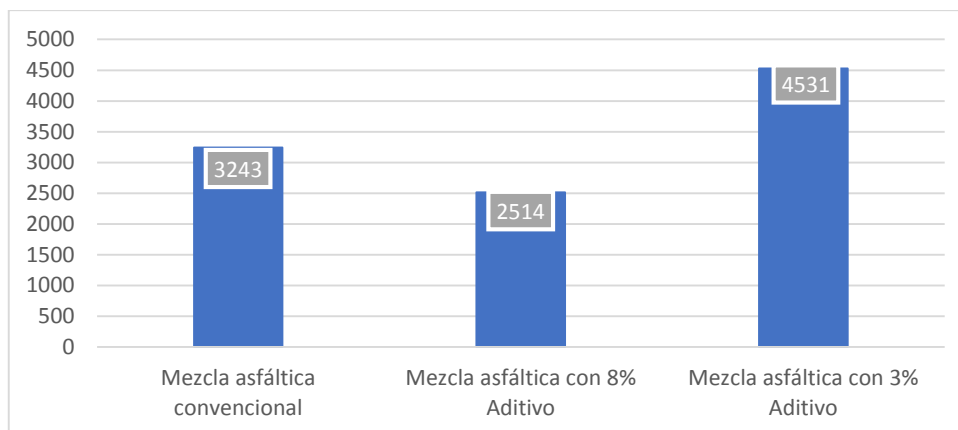


Figura 17: Comparación de la relación Estabilidad/Flujo, kg/cm

Fuente: Propia

Los contenidos de vacíos de las mezclas se encuentran dentro del rango permitido 3-5%, para los vacíos mínimos del agregado mineral se considera el tamaño máximo de la mezcla que es 1/2” por lo que es 15%, cumpliendo con lo establecido por el manual del MTC EG-2013. En la Figura 17 se aprecia que el factor de rigidez de la mezcla asfáltica convencional es de 3243 kg/cm y empleando el 8% y 3% de aditivo dan un factor de rigidez de 2514kg/cm y 4531kg/cm respectivamente, encontrándose estos dos primeros resultados dentro del parámetro de diseño del ensayo MTC E 504 “la relación de estabilidad/flujo debe estar entre 1,700-4,000 kg/cm” presenta una disminución con la aplicación del 8% de aditivo debido a la baja temperatura empleada y gran porcentaje de dosificación; para lo cual se realizó la corroboración del 3% de aditivo en la mezcla asfáltica teniendo como factor de rigidez mayor al límite permisible, es decir que la mezcla asfáltica puesta en servicio tendría menor resistencia a la fatiga sin embargo se puede confirmar que la aplicación del aditivo Sasobit aporta una mayor estabilidad y rigidez a la mezcla.

3.4. Contrastación de la hipótesis

3.4.1. Aditivo orgánico y su intervención en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018.

Ho: El aditivo orgánico no interviene significativamente en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018.

Ha: El aditivo orgánico interviene significativamente en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018.

Se niega la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, puesto que el aditivo interviene en el desempeño de la adherencia, viscosidad y temperatura y por consiguiente en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, se optó por considerar los resultados de los agregados para tener indicios de la durabilidad de la mezcla asfáltica (Tabla 53), siendo

éste un resultado óptimo; la deformabilidad (Tabla 55) se consideró mediante el ensayo Marshall, existiendo un incremento en los valores de estabilidad y flujo; para la resistencia a la fatiga se estimó ciertos parámetros donde se ve reflejado su desempeño de la mezcla asfáltica

3.4.2. Incidencia de la adherencia en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018.

Ho: La adherencia no incide directamente en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018.

Ha: La adherencia incide directamente en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018.

Según los resultados de laboratorio se acepta la hipótesis alterna, en la Tabla 47 se observa que el cubrimiento del agregado grueso con el cemento asfáltico sin aditivo y con aditivo en diferentes dosificaciones es mayor al 95% y por ende no existe desprendimiento; mientras que en la Tabla 49, el Índice de Adhesividad Riedel Weber va incrementando de manera que se va aumentando el porcentaje de la dosificación hasta alcanzar un índice de 4 al emplear 8% de aditivo, siendo este resultado el mínimo permitido. Por lo que, la mezcla asfáltica puesta en obra al encontrarse en contacto con los neumáticos o presencia de agentes externos, éste no sufrirá daños en cuanto a la durabilidad, deformabilidad y resistencia a la fatiga.

3.4.3. Incidencia de la viscosidad en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018.

Ho: La viscosidad no incide significativamente en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018.

Ha: La viscosidad incide significativamente en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018.

Se acepta la hipótesis alterna y se niega la hipótesis nula, tomando en consideración los resultados obtenidos el estado de fluidez del cemento asfáltico incide en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, ya que de no ser trabajable la mezcla asfáltica, éste no alcanza sus propiedades de diseño y varía su desempeño puesta en obra; en la Tabla 50 se aprecia que los resultados son mayores al valor mínimo permitido, el cemento asfáltico adicionando aditivo obtiene una mayor viscosidad en comparación con el cemento asfáltico

PEN 60/70.

3.4.4. Incidencia de la temperatura en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018.

Ho: La temperatura no incide directamente en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018.

Ha: La temperatura incide directamente en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018.

De acuerdo con los resultados de laboratorio se niega la hipótesis nula, porque al realizar el ensayo MTC E 504 (Resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall) se midió la temperatura de mezcla y compactación, presenciando una reducción en la temperatura aplicando aditivo a la mezcla asfáltica en semejanza con la mezcla asfáltica convencional, repercutiendo en los resultados del ensayo Marshall, ya que existió una varianza en el contenido óptimo del asfalto y por consecuencia todos los parámetros, siendo visible estos resultados en la Tabla 50.

VI. Discusión

4.1. Aditivo orgánico y su intervención en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia

En la tesis de Orellana (2016) “Análisis del comportamiento y beneficios de las mezclas asfálticas tibia”, realizó el diseño de mezcla asfáltica aditivada con Iterlow-T vs una mezcla convencional y otra aditivada con Zycotherm vs una convencional, mediante el método de Marshall, se trabajó a una temperatura de mezcla 130°C y compactación 115°C, para tipo de mezcla de CA 60/70, ITERLOW-T 1.0% y ZYCOTHERM 0.15%, por lo cual se obtuvo como resultados, peso unitario de 2.373gr/cc, 2.398gr/cc, 2.426gr/cc, vacíos de 5.22%, 4.34%, 4.15%, estabilidad de 685kg, 892kg, 938kg, flujo de 3.75%, 3.50%, 3.25%, índice de rigidez de 1825kg/cm, 2548kg/cm, 2887kg/cm, con un óptimo contenido de asfalto de 5.8%; teniendo un mejor comportamiento el aditivo ZYCOTHERM 0.15% por los resultados mencionados. Por lo que en la presente investigación se realizó el diseño de mezcla asfáltica convencional, mezcla asfáltica tibia aplicando 8% aditivo SASOBIT y la corroboración de la mezcla asfáltica adicionando 3% con un contenido óptimo de asfalto 5,2%, 5,6% y 5,2% respectivamente realizados mediante el ensayo Marshall, cabe recalcar que se trabajó a una temperatura de mezcla de 140°C, 110° y 130°C, por lo cual se obtuvo resultados de peso específico bulk de 2,431gr/cc, 2,400gr/cc, 2,373gr/cc, vacíos de 4,0%, 4,0%, 6,5%, estabilidad de 1362,4kg, 1056,4kg, 1456,0kg, flujo de 4,2%, 4,2%, 3,2%, índice de rigidez de 3243,0kg/cm, 2514,0kg/cm, 4531,0kg/cm; considerando que obtuvo un mejor desempeño la corroboración de la mezcla asfáltica adicionando 3%.

4.2. La adherencia y su incidencia en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia

Urrego y Ruiz (2016) “Determinación de la adherencia en mezclas asfálticas elaboradas con asfaltos convencionales y materiales de peña y río”, precisan que los cementos asfálticos 40/50 y 60/70 presentan valores de adhesividad altos, es decir, para el agregado de río el valor de adhesividad Riedel Weber es de 10 (adhesividad más elevado), el agregado de peña el valor de adhesividad obtenido fue 10, es por esto, que la mezcla de los agregados material de río y de peña son un complemento entre ellos, y los agregados mixtos finos sufren desprendimientos para el cemento asfáltico 80-100 con un valor de adhesividad Riedel Weber de 8 ; a su vez indica que, para todos los cementos asfálticos y los diferentes agregados

se obtuvieron resultados mayores del 80% en cuanto a la adherencia. Para la presente investigación, se realizó el ensayo de Adherencia (MTC E 220) del cemento asfáltico PEN 60/70 sin aditivo, 1%, 2,5%, 3%, 4%, 6% y 8% aditivo orgánico con el agregado fino proveniente de la cantera SEOING E.I.R.L., por lo cual se obtuvo un índice de adhesividad Riedel Weber de 0, 0, 1, 2, 3, 3 y 4; siendo éste último el valor mínimo del rango permitido, cabe mencionar que el cubrimiento del agregado grueso con materiales asfálticos presenta un óptimo recubrimiento, ya que no existe desprendimientos.

4.3. La viscosidad y su incidencia en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia

De acuerdo con Lesme (2015) “Estudio del comportamiento de mezclas asfálticas tibias (mezclas templadas) empleando emulsiones súper-estabilizadas”, en su tesis realizó ensayos de viscosidad a temperaturas de fabricación y compactación de la mezcla asfáltica tibia empleando emulsiones súper-estabilizadas y mezcla asfáltica caliente, el ligante asfáltico se ensayó a temperaturas inferiores de 60°C, 135°C y 160°C, y la emulsión asfáltica a 60°C, 80°C y 90°C, obteniendo como resultados una disminución en la viscosidad respecto a la obtenida con el ligante asfáltico, dentro del rango de $1,7 \pm 0,2$ poises, y para la compactación un rango de viscosidades de $2,8 \pm 0,3$ poises para ligantes asfálticos convencionales. Para el desarrollo del ensayo de viscosidad de la mezcla asfáltica tibia aplicando aditivo orgánico y mezcla asfáltica convencional, se consideró las especificaciones del cemento asfáltico clasificado por viscosidad dan mención que la viscosidad absoluta a temperatura de 60°C debe tener un mínimo de 5000 Poises; para la presente se empleó el cemento asfáltico PEN 60/70 sin aditivo, y cemento asfáltico con 1%, 2,5% y 3,0%, obteniendo resultados de la viscosidad absoluta de 6000,0 poises, 11971,6 poises, 6237,2 poises y 6496,5 poises, encontrándose los resultados dentro del mínimo permitido; cabe mencionar que se realizó también la viscosidad absoluta a las dosificaciones 4%, 6% y 8% aditivo en el cemento asfáltico, teniendo como respuesta la inmovilidad del material en los capilares; por lo tanto, para el ensayo de viscosidad, la dosificación del aditivo se encuentra en un rango de 1,5% a 3,0% del peso del asfalto.

4.4. La temperatura y su incidencia en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia

Como da mención Méndez, Morán y Pineda (2014) “Diseño de mezcla asfáltica tibia, mediante la metodología Marshall, utilizando asfalto espumado”, trabajó con temperaturas de compactación de 120°C, 125°C, 130°C, 140°C con sus respectivos porcentajes de vacíos de 6.4%, 5.1%, 4.9%, 2.8%, 2.9%, por lo que en la curva de compactación para laboratorio se obtuvo una temperatura de 131° con porcentaje de vacíos de 4%; a través de la carta de viscosidad temperatura, se indica que la mezcla asfáltica en caliente puede ser compactada entre 145 a 150°C y la mezcla asfáltica tibia a una temperatura de 131°C. La mezcla asfáltica convencional se da a una temperatura de mezcla de 140°C y la mezcla asfáltica tibia a una temperatura de mezclado de 110°C y 130°C con la dosificación de 8% y 3% aditivo orgánico respectivamente, y la temperatura de compactación es menor en 15°C que el convencional; teniendo como porcentajes de vacíos 4%, 4% y 6,5%. En ambos resultados se evidencia la reducción de temperatura y a medida que se incrementa la temperatura, reduce el porcentaje de vacíos.

V. Conclusiones

- Se evaluó mediante el diseño de la mezcla asfáltica convencional y el diseño de la mezcla asfáltica tibia adicionando 8,0% aditivo orgánico, lo que presentó una disminución en los parámetros establecidos debido al exceso de dosificación del aditivo ya que en la ficha técnica se aplica en un rango de 1,5% a 3,0% con respecto al peso del asfalto; el incremento del porcentaje de aditivo se debe a la manipulación de una dimensión de estudio (Adherencia), el índice de adhesividad Riedel-Weber debía mantenerse en el valor requerido por el ensayo y por ello se incrementó la dosificación; por lo cual se optó por realizar la corroboración de la mezcla asfáltica adicionando 3,0% aditivo orgánico en base al óptimo contenido de asfalto de la mezcla asfáltica convencional. Al evaluar la aplicación del 8% de aditivo en la mezcla asfáltica éste repercutió de manera negativa en las propiedades mecánicas ya que la deformabilidad fue mayor, la resistencia a la fatiga fue menor y en la durabilidad no hubo intervención alguna ya que se midió mediante la durabilidad de los agregados como se observa en la Tabla 55, Tabla 56 y Tabla 53 respectivamente; a su vez se presenta en dichas tablas la comparación de la mezcla asfáltica sin aditivo, con 8% de aditivo y la corroboración de 3% de aditivo.

- Se estudió la incidencia del aditivo orgánico en la adherencia del cemento asfáltico con los agregados gruesos y finos, al emplear el cemento asfáltico sin aditivo con los agregados finos no alcanzó un índice de adhesividad de 10, puesto que la mezcla al hacer ebullición éstos sufrieron desprendimiento del cemento asfáltico; en cambio para la adherencia del cemento asfáltico con los agregados gruesos existió un recubrimiento óptimo; al incorporar el 8% del aditivo orgánico en el cemento asfáltico y realizar el mismo ensayo, se obtuvo un incremento en el índice de adhesividad de 4 siendo éste el mínimo valor permitido tal como se observa en la Tabla 49, es por ello que se emplea esa dosificación para el diseño de la mezcla asfáltica tibia por medio del método Marshall, cabe recalcar que al considerar una dosificación fuera del rango recomendado por la ficha técnica del aditivo, existió una disminución en los valores de viscosidad, estabilidad, flujo, rigidez y las propiedades volumétricas de la mezcla asfáltica, repercutiendo de manera desfavorable en las propiedades de la mezcla asfáltica tibia.

- Se analizó la incidencia del aditivo en la viscosidad absoluta, el cual se trabaja a una temperatura de 60°C siendo éste el más crítico, por lo que se empleó en las dosificaciones de 1%, 2,5% y 3%, 4%, 6% y 8%, incrementando el valor de la viscosidad con la incorporación de 1%, 2,5% y 3% como se evidencia en la Tabla 50; por lo contrario, se obtuvo resultados negativos con las tres últimas dosificaciones ya que no presentó movimiento alguno en los capilares y por consiguiente la mezcla tiende a ser menos trabajable e incidiendo en las propiedades volumétricas de la mezcla asfáltica, puesto a que existe mayor porcentaje de vacíos, vacíos del agregado mineral, obteniendo un menor desempeño en las propiedades de la mezcla asfáltica.
- Se determinó la incidencia de la temperatura de la mezcla asfáltica en las propiedades mecánicas de ésta, al realizar el ensayo Marshall se incorporó el 3% y 8% de aditivo orgánico y se tomó la medida de la temperatura de la mezcla asfáltica y compactación, lo cual se muestra en la Tabla 52 que al adicionar el aditivo orgánico al cemento asfáltico existe una disminución en la temperatura y presenta un mismo comportamiento en comparación con el cemento asfáltico PEN 60/70, y a su vez que se mantenía en un rango de temperatura manejable y repercute positivamente en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, a su vez teniendo beneficios las cuales son la menor emisión de gases tóxicos, menor riesgo en el manejo de la mezcla.

VI. Recomendaciones

- Las mezclas asfálticas tibias pertenecen a una nueva tecnología y a su vez se le considera una alternativa de solución a problemas socio ambientales, en nuestro país carece de normativa y se realiza el diseño del mismo modo que la mezcla asfáltica caliente, considerando los mismos parámetros; es por ello que se debe realizar mayor investigación en la técnica a emplear de acuerdo a nuestras condiciones topográficas y climatológicas.
- Para realizar el ensayo de adherencia del cemento asfáltico con el agregado fino se considera la cantidad de vacíos o exceso de absorción de éstos, ya que de no encontrarse en el parámetro establecido por el manual del MTC(EG-2013), el agregado fino puede sufrir desprendimientos del cemento asfáltico para lo cual se recomienda que el agregado debe contar con una mayor cantidad de caras fracturadas y de partículas chatas y alargadas.
- Se considera mantener los rangos establecidos por la ficha técnica del producto, cabe mencionar que con la incorporación del 3% de aditivo existe una pequeña disminución de la viscosidad en comparación con el 2%, es decir que no es recomendable la aplicación mayor al 3% de aditivo ya que presentó inmovilidad el cemento asfáltico con la incorporación del 4%; a su vez debe considerar la medición del tiempo, que sea éste el más exacto posible ya que se toma la medición en microsegundos, también el capilar a emplear no debe encontrarse contaminado con residuos y debe ser previamente calibrado para así obtener un resultado óptimo.
- El aditivo tiende a solidificarse en el cemento asfáltico cuando éste se encuentra expuesto, por lo que la medición de la temperatura de la mezcla asfáltica y compactación, se debe dar en el menor tiempo posible para que éste al ser compactado mantenga sus propiedades de diseño.

VII. Referencias

ALONSO, Anadelys, TEJEDA, Eduardo y MOLL, Reynier. Estado del arte sobre las mezclas asfálticas semicalientes. Cuba: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. 2013.

APONTE, Maria y BELTRAN, Paola. Caracterización física y reológicas de un ligante asfáltico 6070 modificado para mezclas asfálticas tibias. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, 2013.

BERNAL, César. Metodología de la Investigación. 3.a ed. Bogotá: PEARSON EDUCACIÓN, 2010. 320 pp.
ISBN: 978-958-699-128-5

CANALES, Francisca, ALVARADO, Eva y PINEDA, Elia. Metodología de la investigación: Manual para el desarrollo de personal de salud. 1.a ed. México: Editorial Limusa S.A., 2008. 327 pp.
ISBN: 978-968-18-2273-6

CONSEJO Directivo de la Asociación Mexicana del Asfalto. 2015.
Disponibile en : <http://blog.udlap.mx/blog/2015/10/reuniondeconsejoestudiantilamaac/>

CONTRERAS, Omaira (2015). Metodología de la investigación. Disponible en <http://mscomairametodologiadelainvestigacion.blogspot.pe/>

CORAL, Susana. Metodología de la investigación. 1.a ed. Lima: Universidad Continental, 2013. 102 pp.
ISBN: 978-612-4196-10-2

DI CRISTOFARO, Laura. Influencia de la temperatura en las propiedades de mezclas asfálticas en caliente mediante termografía. Venezuela: Santenejas, 2012.

ESCOBAR, Jasmine y CUERVO, Angela. 2008. Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. Avances en medición. Bogota, Colombia, 2008, p.28

HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ, y BAPTISTA. Metodología de la investigación [en línea]. 4.^a ed. México: McGrawHillinteramericma Editores, SA de C.V, 2006 [Fecha de consulta: 15 de Noviembre de 2017].

Disponible en https://investigar1.files.wordpress.com/2010/05/1033525612-mtis_sampieri_unidad_1-1.pdf

HIDALGO, Elena. Agregados para carreteras. Vialidad y transporte latinoamericano [en línea]. Octubre- Diciembre 2015, n.º4. [Fecha de consulta: 12 de Mayo de 2018]. Disponible en

http://www.cip.org.pe/Cvista/publicaciones/VIALIDAD_Y_TRANSPORTE_EDICION_Nro_4.pdf

MANUAL del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS (EG - 2000)

Disponible en:

http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/EG-2000/cap4/seccion410.htm

MANUAL del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES PARA CARRETERAS (EM 2000)

Disponible en:

https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/EM-2000/seccion-03/mtc308.pdf

MÉNDEZ, Gabriela, MORÁN, Jonathan PINEDA, Lidia. Diseño de mezcla asfáltica tibia, mediante la metodología marshall, utilizando asfalto espumado. Tesis (Título de Ingeniero Civil). San Salvador: Universidad de El Salvador, 2014.

MÉNDEZ, Ignacio, NAMIHIRA, Delia, MORENO, Laura, SOSA, Cristina. El protocolo de investigación: Lineamientos para su elaboración y análisis. 2.a ed. México: Editorial Trillas, 2004. 210 pp.

ISBN: 968-24-4100-5

MEZCLA Asfálticas Sustentables. Revista especializada PERUVIAS [en línea]. 15 de Abril de 2014. [Fecha de consulta; 2 de Setiembre de 2017].

Disponible en <http://es.calameo.com/read/001525117810803ed5485>

MIANO, Oscar. Manual de especificaciones técnicas para la construcción de pavimentos flexibles- Asfaltado de pistas y carreteras incluye expediente técnico. 1.a ed. Perú: Ediciones MIANO, 2013. 379 pp.

MONTALVO. Aplicación de mezclas asfálticas sustentables. Vialidad y transporte latinoamericano [en línea]. Enero- Marzo 2015, n.º2. [Fecha de consulta: 7 de Octubre de 2017].

Disponible en https://issuu.com/vialidadytransporte/docs/vialidad_y_transporte__paraweb_

MONTALVO, Marco (2017). Cesel Ingenieros. Carreteras altoandinas de calidad que brinden seguridad. Construyendo obras y caminos.

Disponible en: <https://es.calameo.com/read/00485343534ee04562210>

MONTEJO, Alfonso. Evaluación estructural, obras de mejoramiento y nuevas tecnologías. 3.a ed. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2008. 495 pp.

ISBN: 958-97840-0-3

MONTEJO, Alfonso. Ingeniería de pavimentos: Fundamentos, estudios básicos y diseño. 3.a ed. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2006. 612 pp.

ISBN: 958-97647-9-8

MOREA, F. Deformaciones permanentes en mezclas asfálticas, 2011. 44pp.

Dispoible en [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/1457/2_-
_Deformaciones_permanentes_en_mezclas_asf%C3%A1lticas.pdf?sequence=7](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/1457/2/_Deformaciones_permanentes_en_mezclas_asf%C3%A1lticas.pdf?sequence=7)

MÜGGENBURG, María, PERÉZ, Iñiga. Tipos de estudio en el enfoque de investigación cuantitativa. [en línea]. Enero- Abril 2007, n.º1. [Fecha de consulta: 18 de Octubre de 2018].

LESME, Gabriel. estudio del comportamiento de mezclas asfálticas tibias (mezclas templadas) empleando emulsiones súper-estabilizadas. Tesis (Título de Magister en Ciencias de la Ingeniería). Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile, 2015.

ORELLANA, Susana. Análisis del comportamiento y beneficios de las mezclas asfálticas tibias. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2016.

ÓRGANO Oficial De La Asociación Mexicana De Ingeniería De Vías Terrestres, AC. (Marzo- Abril, 2012).

Disponibile en https://issuu.com/helios_comunicacion/docs/vt40_baja_ok

ORTEGA, Jose, y PATERNINA, Luis. Propuesta Para La Implementación De Mezclas Asfálticas Tibias. Tesis(Título de Especialista en Vías y Transporte). Medellin, Colombia: Universidad de Medellín, 2012.

PADILLA, Alejandro. Mezclas asfálticas. Disponible en <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3334/34065-14.pdf?sequence=14>

PONTE, María y BELTRAN, Paola. Caracterización física y reológicas de un ligante asfáltico 60-70 modificado para mezclas asfálticas tibias. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, 2013.

RAMÍREZ, Ramón. Proyecto de Investigación: Como se hace una tesis. 1.a ed. Lima: Fondo Editorial AMADP, 2010.

RECUENCO, Emilio. Firmes y pavimentos de carreteras y otras infraestructuras. 1.a ed. Madrid: Garceta grupo editorial, 2014. 359 pp.
ISBN: 978-84-1545-283-6

REFERENCIAS estilo ISO 690 y 690-2 Adaptación de la norma de la International Organization for Standardization (ISO)

Disponible en

https://www.ucv.edu.pe/datafiles/FONDO%20EDITORIAL/Manual_ISO.pdf

RODRIGUEZ, Manuel. Ingeniería y medio ambiente. Revista de Ingeniería [en línea]. Julio-Diciembre 2007, no. 26. [Fecha de consulta 26 Noviembre 2017].

Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-49932007000200008

ISSN 0121-4993

RODRIGUEZ, Natali y SANCHEZ, Jhon. Desarrollo de una mezcla asfáltica tibia reciclada bajo criterios técnicos y medioambientales. Tesis (Título De Ingeniero Topográfico). Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José De Caldas, 2016.

RONDÓN, Hugo, LEÓN, Oswaldo y FERNÁNDEZ, Wilmar. Comportamiento de una mezcla asfáltica tibia fabricada en una planta de asfalto. Ingeniería y Desarrollo [en línea] vol. 35, n.º. 1. enero-junio, 2017. Barranquilla: Universidad del Norte 2017[Fecha de consuslta: 10 de Octubre de 2017]

Disponible en

<http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/viewArticle/8252/10046>

ISSN: 0122-3461

RONDÓN, Hugo, REYES, Fredy, GONZÁLEZ, Laura y VÁSQUEZ, Sergio. Ahuellamiento y fatiga en mezclas asfálticas. 1.a ed. Bogotá: Editorial UD, 2012. 138 pp.

ISBN: 978-958-8723-53-2

RONDÓN, Hugo y REYES, Fredy. Pavimentos: materiales, construcción y diseño. 1.a ed. Lima: Editorial Macro EIRL, 2015. 573 pp.

ISBN: 978-612-304-263-0

SÁNCHEZ, Fernando y CAMPAGNOLI, Sandra. Pavimentos asfálticos de carreteras: guía práctica para los estudios y diseños. 1.a ed. Bogotá: Escuela de Colombia de Ingeniería, 2016. 516 pp.

ISBN: 978-958-8726-25-0

SASOBIT (2012), Warm Asphalt Mix- Technologies, Research and Experience. Sasol Wax.

Disponible en:

http://www.sasolwax.com/fileadmin/user_upload/Asphalt_Additive_Sasobit.pdf

SENIOR, Vanessa. Diseño de mezclas asfálticas drenantes tibias, a partir de la mezcla de cemento asfáltico AC 60-70 con LICOMONT BS-100 para diferentes niveles de precipitación. Tesis (Título de Maestría en Ingeniería de Infraestructura y sistemas de transporte). Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2013.

SIMON, Liz. Fallas en mezclas asfálticas. Disponible en

<https://es.calameo.com/read/0042855273dfbd1a48cd3>

URREGO, Edward y RUIZ, Cristian. Determinación de la adherencia en mezclas asfálticas elaboradas con asfaltos convencionales y materiales de peña y río. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Colombia: Universidad Católica de Colombia, 2016.

USQUIANO, Iván, VILLARREAL, Juan. Diseño de una mezcla asfáltica tibia con aceite crudo de palma. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Pimentel: Universidad Señor de Sipán, 2016.

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica cuantitativa, cualitativa y mixta. 2.a ed. Lima: Editorial San Marcos, 2013. 405 pp.

ISBN: 978-612-302-878-7

VALERIANO, Wilbert, CATAFORA, Adhemir. Comportamiento del diseño de mezcla asfáltica tibia, con adición de zeolita para la pavimentación de la ciudad de Juliaca. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2017.

VARA, Arístides. Desde La Idea hasta la sustentación: Siete pasos para una tesis exitosa. Un método efectivo para las ciencias empresariales. 3.a ed. Lima: Instituto de Investigación de la Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos Humanos. Universidad de San Martín de Porres, 2012. 451 pp.

Disponible en: www.aristidesvara.net 4

VERA J. y RADICE A. Mezclas asfálticas sostenibles en las Rutas de Lima. Vialidad y transporte latinoamericano [en línea]. Julio-Setiembre 2015, n.º3. [Fecha de consulta: 5 de Octubre de 2017].

Disponible en

http://www.cip.org.pe/Cvista/publicaciones/VIALIDAD_Y_TRANSPORTE_EDICION_Nro_3.pdf

WARM- MIX AND RAP: Cost- effective and sustainable paving, 2015. Disponible en <https://www.equipmentworld.com/warm-mix-and-recycled-asphalt-a-cost-saving-combo-that-should-be-used-when-ever-possible/>

Zaumanis. Warm Mix Asphalt., K. Gopalakrishnan et al. (eds.), Climate Change, Energy, Sustainability and Pavements, Green Energy and Technology, Springer-Verlag, (2014), DOI: 10.1007/978-3-662-44719-2_10

VII. Anexos

Anexo 1: Matriz de Operacionalización de variables

Variable de Investigación	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala	Instrumento
Aditivo orgánico	Rondón y Reyes mantienen que, los aditivos orgánicos son ceras sintéticas que pueden ser añadidas a la mezcla asfáltica o al cemento asfáltico, esta técnica cambia químicamente la relación de temperatura-viscosidad, por lo que genera una reducción en la temperatura y consumo de energía. (2015, p. 122).	El aditivo orgánico es una cera sintética que se emplea para la reducción de la temperatura de mezclado y compactación de la mezcla asfáltica.	Adherencia	Agregados	De intervalo	Ficha de recopilación de datos
				Ligantes bituminosos		
				Presencia de humedad		
			Viscosidad	Viscosidad Absoluta		
				Temperatura		
				Dosificación de aditivo		
			Temperatura	Temperatura inicial		
				Temperatura de mezclado		
				Temperatura de compactación		
Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia	Como plantea Padilla, la capa de rodadura se beneficia por medio de la calidad de los materiales, es de importancia realizar un equilibrio entre la durabilidad, rugosidad, impermeabilidad, y otras propiedades relevantes para el comportamiento de la carpeta de rodadura. (2009, p. 12).	Las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia se puede dimensionar a partir de la durabilidad, deformabilidad y resistencia a la fatiga.	Durabilidad	Agregado grueso	De intervalo	Ficha de recopilación de datos
				Agregado fino		
				Resistencia a los sulfatos		
			Deformabilidad	Densidad		
				Estabilidad		
				Fluidez		
			Resistencia a la fatiga	Rigidez		
				Contenido de asfalto		
				Contenido de vacíos		

Anexo 2: Matriz de consistencia

Título: Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia aplicando aditivo orgánico, Lima –Perú 2018								
Autora: Ruth Lizeth Sosa Enciso								
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES		ESCALA DE MEDICIÓN	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN		
<p>Problema General:</p> <p>¿Cómo interviene el aditivo orgánico en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018?</p> <p>Problemas Específicos:</p> <p>¿De qué manera incide la adherencia en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima-Perú 2018?</p> <p>¿Cómo incide la viscosidad en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018?</p> <p>¿En qué aspecto incide la temperatura en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima-Perú 2018?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Evaluar cómo interviene el aditivo orgánico en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>Estudiar cuál es la incidencia de la adherencia en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018.</p> <p>Analizar la incidencia de la viscosidad en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018.</p> <p>Determinar cómo incide la temperatura en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima- Perú 2018.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>El aditivo orgánico interviene significativamente en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima-Perú 2018.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <p>La adherencia incide directamente en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima-Perú 2018.</p> <p>La viscosidad incide significativamente en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima-Perú 2018.</p> <p>La temperatura incide directamente en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia, Lima-Perú 2018.</p>	Variable Independiente: Aditivo orgánico		De intervalo	<p>Método:</p> <p>Científico</p> <p>Tipo de Investigación:</p> <p>Aplicada</p> <p>Enfoque:</p> <p>Cuantitativa</p> <p>Nivel:</p> <p>Descriptivo</p> <p>Diseño:</p> <p>Experimental- Cuasi experimental</p> <p>Población:</p> <p>Hace referencia a todas las mezclas asfálticas tibias</p> <p>Muestra:</p> <p>63 especímenes</p> <p>Muestreo:</p> <p>Muestro No Probabilístico- Intencional</p> <p>Técnica:</p> <p>Observación directa</p> <p>Instrumento de Investigación:</p> <p>Ficha de recopilación de datos</p>		
			Dimensiones				Indicadores	
			Adherencia	Agregados			Ligantes bituminosos	
				Presencia de humedad				
			Viscosidad	Viscosidad Absoluta				
				Temperatura				
				Dosificación de aditivo				
			Temperatura	Temperatura inicial				
				Temperatura de mezclado				
				Temperatura de compactación				
Variable Dependiente: Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia				De intervalo				
Dimensiones		Indicadores						
Durabilidad	Agregado grueso							
	Agregado fino							
	Resistencia a los sulfatos							
Deformabilidad	Densidad							
	Estabilidad							
	Fluidez							
Resistencia a la fatiga	Rigidez							
	Contenido de asfalto							
	Contenido de vacíos							

Anexo 3: Instrumento de investigación validado

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS		
PROYECTO	PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA APLICANDO ADITIVO ORGÁNICO, LIMA -PERÚ 2018	
AUTORA	SOSA ENCISO, RUTH LIZETH	
FECHA		
PARÁMETROS	NORMA	RESULTADOS
DURABILIDAD DE LOS AGREGADOS	MTC E 209/ NTP 400.016	
AGREGADO FINO		
Pérdida o desgaste del agregado fino		
AGREGADO GRUESO		
Pérdida o desgaste del agregado grueso		
RESISTENCIA AL DESGASTE DEL AGREGADO GRUESO POR ABRASIÓN	MTC E 505	
Tamaño máximo nominal		
Graduación		
Peso del mat. ret. en la N° 12(gr)		
Peso del mat. ret. en la malla N° 12(gr)		
Porcentaje desgaste(%)		
Resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato MARSHALL ASTM D-1559/ MTC E 504		
Flujo, mm		
Estabilidad, kg		
Factor rigidez, kg/cm		
APELLIDOS Y NOMBRES	Benites Zuñiga Jose Luis	
CIP	126769	
GRADO ACADÉMICO	Mg. Ing.	


 JOSE LUIS BENITES ZUÑIGA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 126769

*Este documento pertenece a fines académicos

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS

PROYECTO	PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA APLICANDO ADITIVO ORGÁNICO, LIMA -PERÚ 2018
AUTORA	SOSA ENCISO, RUTH LIZETH
FECHA	

PARÁMETROS	Mezcla asfáltica convencional	Mezcla asfáltica con 1% Aditivo	Mezcla asfáltica con 2% Aditivo	Mezcla asfáltica con 4% Aditivo
Resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato MARSHALL ASTM D-1559/ MTC E 504				
Contenido óptimo de cemento asfáltico, %				
Flujo, mm				
Estabilidad, kg				
Factor rigidez, kg/cm				

APELLIDOS Y NOMBRES	Benites Zuñiga, Jose Luis
CIP	126769
GRADO ACADÉMICO	Mg. Ing.


 JOSE LUIS BENITES ZUÑIGA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 126769

*Este documento pertenece a fines académicos

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS

PROYECTO	PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA APLICANDO ADITIVO ORGÁNICO, LIMA -PERÚ 2018
AUTORA	SOSA ENCISO, RUTH LIZETH
FECHA	

PARÁMETROS	Mezcla asfáltica convencional	Mezcla asfáltica con 1% Aditivo	Mezcla asfáltica con 2% Aditivo	Mezcla asfáltica con 4% Aditivo
Método de compactación de la muestra				
RIGIDEZ				
Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm(lb/pulg)				
Temperatura del ensayo				
Peso específico bulk, g/cm ³				
CONTENIDO DE ASFALTO				
Contenido de asfalto óptimo				
CONTENIDO DE VACÍOS				
Contenido de vacíos de aire				

APELLIDOS Y NOMBRES	Benites Zuñiga, Jose Luis
CIP	126769
GRADO ACADÉMICO	Mg. Ing.


 JOSE LUIS BENITES ZUÑIGA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 126769

*Este documento pertenece a fines académicos

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS

PROYECTO	PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA APLICANDO ADITIVO ORGÁNICO, LIMA -PERÚ 2018
AUTORA	SOSA ENCISO, RUTH LIZETH
FECHA	

PARÁMETROS	NORMA	RESULTADOS
DURABILIDAD DE LOS AGREGADOS	MTC E 209/ NTP 400.016	
AGREGADO FINO		
Pérdida o desgaste del agregado fino		
AGREGADO FINO		
Pérdida o desgaste del agregado grueso		
RESISTENCIA AL DESGASTE DEL AGREGADO GRUESO POR ABRASIÓN	MTC E 505	
Tamaño máximo nominal		
Graduación		
Peso del mat. ret. En la N° 12(gr)		
Peso del mat. ret. en la malla N° 12(gr)		
Porcentaje desgaste(%)		
Resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato MARSHALL		
ASTM D-1559/ MTC E 504		
Flujo, mm		
Estabilidad, kg		
Factor rigidez, kg/cm		

APELLIDOS Y NOMBRES	Padilla Pichen Ricardo
CIP	51630
GRADO ACADÉMICO	Mg. Ing.


 SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉN
 INGENIERO CIVIL
 CIP 51630

*Este documento pertenece a fines académicos

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS

PROYECTO	PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA APLICANDO ADITIVO ORGÁNICO, LIMA -PERÚ 2018
AUTORA	SOSA ENCISO, RUTH LIZETH
FECHA	

PARÁMETROS	Mezcla asfáltica convencional	Mezcla asfáltica con 1% Aditivo	Mezcla asfáltica con 2% Aditivo	Mezcla asfáltica con 4% Aditivo
Resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato MARSHALL ASTM D-1559/ MTC E 504				
Contenido óptimo de cemento asfáltico, %				
Flujo, mm				
Estabilidad, kg				
Factor rigidez, kg/cm				

APELLIDOS Y NOMBRES	Padilla Pichen Ricardo
CIP	51630
GRADO ACADÉMICO	Mg. Ing.


 SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉN
 INGENIERO CIVIL
 CIP 51630

*Este documento pertenece a fines académicos

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS

PROYECTO	PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA APLICANDO ADITIVO ORGÁNICO, LIMA -PERÚ 2018
AUTORA	SOSA ENCISO, RUTH LIZETH
FECHA	

PARÁMETROS	Mezcla asfáltica convencional	Mezcla asfáltica con 1% Aditivo	Mezcla asfáltica con 2% Aditivo	Mezcla asfáltica con 4% Aditivo
Método de compactación de la muestra				
RIGIDEZ				
Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm(lb/pulg)				
Temperatura del ensayo				
Peso específico bulk, g/cm ³				
CONTENIDO DE ASFALTO				
Contenido de asfalto óptimo				
CONTENIDO DE VACÍOS				
Contenido de vacíos de aire				

APELLIDOS Y NOMBRES	Padilla Pichen Ricardo
CIP	51630
GRADO ACADÉMICO	Mg. Ing.


 SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉN
 INGENIERO CIVIL
 CIP 51630

*Este documento pertenece a fines académicos

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS

PROYECTO	PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA APLICANDO ADITIVO ORGÁNICO, LIMA -PERÚ 2018
AUTORA	SOSA ENCISO, RUTH LIZETH
FECHA	

PARÁMETROS	NORMA	RESULTADOS
DURABILIDAD DE LOS AGREGADOS	MTC E 209/ NTP 400.016	
AGREGADO FINO		
Pérdida o desgaste del agregado fino		
AGREGADO GRUESO		
Pérdida o desgaste del agregado grueso		
RESISTENCIA AL DESGASTE DEL AGREGADO GRUESO POR ABRASIÓN	MTC E 505	
Tamaño máximo nominal		
Graduación		
Peso del mat. ret. En la N° 12(gr)		
Peso del mat. ret. en la malla N° 12(gr)		
Porcentaje desgaste(%)		
Resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato MARSHALL ASTM D-1559/ MTC E 504		
Flujo, mm		
Estabilidad, kg		
Factor rigidez, kg/cm		

APELLIDOS Y NOMBRES	VARGAS CHACALTANA, LUIS ALBERTO
CIP	194542
GRADO ACADÉMICO	MAESTRO


LUIS ALBERTO VARGAS CHACALTANA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 194542

*Este documento pertenece a fines académicos

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS

PROYECTO	PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA APLICANDO ADITIVO ORGÁNICO, LIMA -PERÚ 2018
AUTORA	SOSA ENCISO, RUTH LIZETH
FECHA	

PARÁMETROS	Mezcla asfáltica convencional	Mezcla asfáltica con 1% Aditivo	Mezcla asfáltica con 2% Aditivo	Mezcla asfáltica con 4% Aditivo
Resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato MARSHALL ASTM D-1559/ MTC E 504				
Contenido óptimo de cemento asfáltico, %				
Flujo, mm				
Estabilidad, kg				
Factor rigidez, kg/cm				

APELLIDOS Y NOMBRES	VARGAS CHACALTANA, LUIS ALBERTO
CIP	194542
GRADO ACADÉMICO	MAGISTER



LUIS ALBERTO VARGAS CHACALTANA
INGENIERO CIVIL
Reg.CIP N° 194542

*Este documento pertenece a fines académicos

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS

PROYECTO	PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA APLICANDO ADITIVO ORGÁNICO, LIMA -PERÚ 2018
AUTORA	SOSA ENCISO, RUTH LIZETH
FECHA	

PARÁMETROS	Mezcla asfáltica convencional	Mezcla asfáltica con 1% Aditivo	Mezcla asfáltica con 2% Aditivo	Mezcla asfáltica con 4% Aditivo
Método de compactación de la muestra				
RIGIDEZ				
Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm(lb/pulg)				
Temperatura del ensayo				
Peso específico bulk, g/cm ³				
CONTENIDO DE ASFALTO				
Contenido de asfalto óptimo				
CONTENIDO DE VACÍOS				
Contenido de vacíos de aire				

APELLIDOS Y NOMBRES	VARGAS CHACALTANA, LUIS ALBERTO
CIP	194542
GRADO ACADÉMICO	INGENIERO



LUIS ALBERTO VARGAS CHACALTANA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 194542

*Este documento pertenece a fines académicos

Anexo 5: Ensayos de laboratorio

Anexo 5.1: Resultado de Ensayos de los agregados gruesos y finos

Anexo 5.1.1: Resultado de Curva Granulométrica



REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS

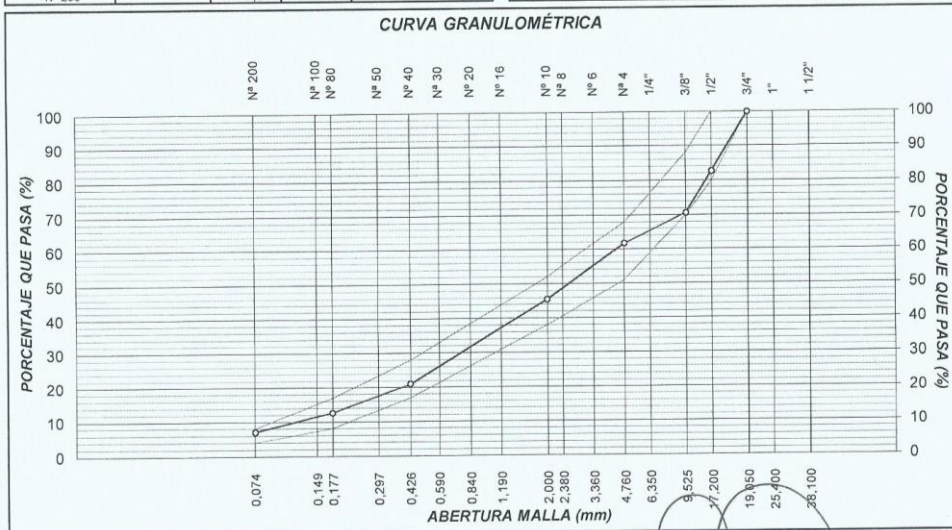
SOLICITANTE : RUTH LIZETH SOSA ENCISO. MUESTRA : Agregados.
 PROYECTO : "Propiedades Mecánicas de la Mezcla Asfáltica Tibia aplicando aditivo orgánico. Lima - Perú 2018" IDENTIFICACIÓN : 250-350 kg.
 REFERENCIA : Oficio N° 217-2018-MTC/14.01. PRESENTACIÓN : Sacos
 FECHA DE RECEPCIÓN : Octubre - 2018. FECHA DE ENSAYO : Nov. 2018

MEZCLA DE AGREGADOS

MALLAS SERIE AMERICANA	GRANULOMETRÍA RESULTANTE				GRADACIÓN MAG-2	
	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)			
1 1/2"	38,100					
1"	25,400					
3/4"	19,050		100		100	
1/2"	12,700	17,4	83	80	-	100
3/8"	9,525	12,0	71	70	-	88
1/4"	6,350	0,6	70			
N° 4	4,760	8,4	62	51	-	68
N° 6	3,360	5,6	56			
N° 8	2,380	7,7	48			
N° 10	2,000	2,8	46	38	-	52
N° 16	1,190	9,8	36			
N° 20	0,840	4,9	31			
N° 30	0,590	4,9	26			
N° 40	0,426	4,9	21	17	-	28
N° 50	0,297	3,5	18			
N° 80	0,177	4,9	13	8	-	17
N° 100	0,149	1,4	11			
N° 200	0,074	4,2	7	4	-	8
- N° 200		7,0	-			

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Cant. SEOINGAreq. Grueso	= 30%
(2) Cant. SEOINGAreq. Fino	= 70%
OBSERVACIONES :	
- Especificaciones del MTC EG-2000	

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. Responsable
 Lima, 26 de Noviembre del 2018.



Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac. Telf.: 481-3707 Fax: 481-0677

Anexo 5.1.2: Resultados de Granulometría



PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones

REPORTE DE ENSAYO

SOLICITANTE : RUTH LIZETH SOSA ENCISO MUESTRA : Agregados
 PROYECTO : "Propiedades Mecánicas de la Mezcla Asfáltica Tibia Aplicando Aditivo Orgánico, Lima - Perú 2018" CANTIDAD : 424 y 230 kg
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2 018.10.09. FECHA ENSAYO : 2 018.10.11.

MALLAS		DENOMINACIÓN	Agregado fino		Agregado grueso				
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	NORMAS ENSAYO	RET (%)	PASA (%)	RET (%)	PASA (%)			
3"	76.200	MTC E-204 (2 016)							
2 1/2"	63.500								
2"	50.800								
1 1/2"	38.100								
1"	25.400								
3/4"	19.050						100		
1/2"	12.700						58	42	
3/8"	9.525						40	2	
1/4"	6.350						100	2	-
N° 4	4.760			12	88				
N° 6	3.360			8	80				
N° 8	2.380			11	69				
N° 10	2.000			4	65				
N° 16	1.190			14	51				
N° 20	0.840			7	44				
N° 30	0.590			7	37				
N° 40	0.426			7	30				
N° 50	0.297			5	25				
N° 80	0.177			7	18				
N° 100	0.149			2	16				
N° 200	0.074		6	10					
- N° 200	-	MTC E-202 (2 016)	10	-					
LÍMITE LÍQUIDO (Malla N° 40)		MTC E-110 (2 016)		18		--			
LÍMITE PLÁSTICO (Malla N° 40)		MTC E-111 (2 016)		--		--			
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		MTC E-110 (2 016)		N.P.		--			
LÍMITE LÍQUIDO (Malla N° 200)		MTC E-110 (2 016)		25		--			
LÍMITE PLÁSTICO (Malla N° 200)		MTC E-111 (2 016)		--		--			
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		MTC E-110 (2 016)		N.P.		--			



ING. RESPONSABLE
 Lima, 07 de Noviembre de 2 018



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac.

Tel.: 481-3707 Fax: 481-0677

Anexo 5.1.3: Resultados del Contenido de Humedad de los agregados



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

REPORTE DE ENSAYO

SOLICITANTE : UNIDAD GERENCIAL DE OBRAS - PROVÍAS NACIONAL MUESTRA : Agregados
 PROYECTO : "Propiedades Mecánicas de la Mezcla Asfáltica Tibia Aplicando Aditivo Orgánico, Lima - Perú 2018" CANTIDAD : 424 y 230 kg
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2 018.06.13. FECHA DE ENSAYO : 2 018.10.09 al 10.

MTC E-108 (2 016) SUELOS. CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (*)

IDENTIFICACIÓN	RESULTADO (%)
Agregado fino	0,5
Agregado grueso	0,5



ING. RESPONSABLE

Lima, 07 de Noviembre de 2 018



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac.

Telf.: 481-3707

Fax: 481-0677

Anexo 5.1.4: Resultado de Equivalente de arena del agregado fino



PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones

REPORTE DE ENSAYO

SOLICITANTE : RUTH LIZETH SOSA ENCISO MUESTRA : Agregados
PROYECTO : "Propiedades Mecánicas de la Mezcla Asfáltica Tibia Aplicando Aditivo Orgánico, Lima - Perú 2018" CANTIDAD : 424 kg
FECHA DE RECEPCIÓN : 2 018.10.09. FECHA DE ENSAYO : 2 018.10.10.

MTC E-114 (2 016) SUELOS. EQUIVALENTE DE ARENA, SUELOS Y AGREGADOS FINOS (*)

DESCRIPCIÓN	RESULTADO (%)
Agregado fino	73



ING. RESPONSABLE
Lima, 07 de Noviembre de 2 018



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac.

Telf.: 481-3707

Fax: 481-0677

Anexo 5.1.5: Resultados de la Durabilidad (al Sulfato de Magnesio) de los agregados



REPORTE DE ENSAYO

SOLICITANTE : RUTH LIZETH SOSA ENCISO MUESTRA : Agregados
 PROYECTO : "Propiedades Mecánicas de la Mezcla Asfáltica Tibia Aplicando Aditivo Orgánico, Lima - Perú 2018" CANTIDAD : 424 y 230 kg
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2 018.10.09. FECHA DE ENSAYO : 2 018.10.10 al 17.

MTC E-209 (2 016) AGREGADOS. DETERMINACIÓN DE LA INALTERABILIDAD DE LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS POR MEDIO DE SULFATO DE SODIO O SULFATO DE MAGNESIO (*).

IDENTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	RESULTADO (%)
Agregado fino	Pérdida o desgaste del agregado fino	1,2
Agregado grueso	Pérdida o desgaste del agregado grueso	1,8



ING. RESPONSABLE
 Lima, 07 de Noviembre de 2018



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac.

Tel. : 481-3707

Fax : 481-0677

Anexo 5.1.6: Resultado de la Resistencia a la degradación de agregados gruesos por Abrasión e Impacto en la máquina de Los Ángeles



REPORTE DE ENSAYO

SOLICITANTE : RUTH LIZETH SOSA ENCISO MUESTRA : Agregados
 PROYECTO : "Propiedades Mecánicas de la Mezcla Asfáltica Tibia Aplicando Aditivo Orgánico, Lima - Perú 2018" CANTIDAD : 230 kg
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2 018.10.09. FECHA DE ENSAYO : 2 018.10.11.

MTC E-207 (2 016) AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN EN AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MENORES POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (*)

IDENTIFICACIÓN	ENSAYO	RESULTADO (%)
Agregado grueso	Tamaño Máximo Nominal: 1/2"	13
	Gradación: "B"	
	Número de Esferas: 11	



ING. RESPONSABLE
 Lima, 07 de Noviembre de 2 018



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 · Rimac.

Telf. : 481-3707

Fax : 481-0677

Anexo 5.1.7: Resultado del Peso Específico y Absorción del agregado grueso



PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones

REPORTE DE ENSAYO

SOLICITANTE : RUTH LIZETH SOSA ENCISO MUESTRA : Agregados
 PROYECTO : "Propiedades Mecánicas de la Mezcla Asfáltica Tibia Aplicando Aditivo Orgánico, Lima - Perú 2018" CANTIDAD : 230 kg
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2 018.10.09. FECHA DE ENSAYO : 2 018.10.10 al 11.

MTC E-206 (2 016) AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (*)

IDENTIFICACIÓN	ENSAYO	RESULTADO
Agregado grueso	Peso específico bulk (base seca) g/cm ³	2,642
	Peso específico bulk (base saturada) g/cm ³	2,660
	Peso específico aparente (base seca) g/cm ³	2,689
	Absorción (%)	0,66



[Signature]
 ING. RESPONSABLE
 Lima, 07 de Noviembre de 2 018



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac.

Tel. : 481-3707

Fax : 481-0677

Anexo 5.1.8: Resultado del Peso Específico y Absorción del agregado fino



PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones

REPORTE DE ENSAYO

SOLICITANTE : RUTH LIZETH SOSA ENCISO MUESTRA : Agregados
 PROYECTO : "Propiedades Mecánicas de la Mezcla Asfáltica Tibia Aplicando Aditivo Orgánico, Lima - Perú 2018" CANTIDAD : 424 kg
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2 018.10.09. FECHA DE ENSAYO : 2 018.10.10 al 11.

MTC E-205 (2 016) AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (*)

IDENTIFICACIÓN	ENSAYO	RESULTADO
Agregado fino	Peso específico bulk (base seca) g/cm ³	2,707
	Peso específico bulk (base saturada) g/cm ³	2,722
	Peso específico aparente (base seca) g/cm ³	2,749
	Absorción (%)	0,57



ING. RESPONSABLE
 Lima, 07 de Noviembre de 2 018



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac.

Telf. : 481-3707

Fax : 481-0677

Anexo 5.1.9: Resultado de Partículas chatas o alargadas en el agregado grueso



REPORTE DE ENSAYO

SOLICITANTE : RUTH LIZETH SOSA ENCISO MUESTRA : Agregados
 PROYECTO : "Propiedades Mecánicas de la Mezcla Asfáltica Tibia Aplicando Aditivo Orgánico, Lima - Perú 2018" CANTIDAD : 230 kg
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2 018.10.09. FECHA DE ENSAYO : 2 018.10.11.

NTP 400.040 (2 015) AGREGADOS. PARTÍCULAS CHATAS O ALARGADAS EN EL AGREGADO GRUESO (*)

Identificación	Descripción	Resultado (%)
Agregado grueso	Partículas chatas y alargadas (relación 1 a 3)	2,4



ING. RESPONSABLE
 Lima, 07 de Noviembre de 2 018



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac.

Tel. : 481-3707

Fax : 481-0677

Anexo 5.1.10: Resultados de Caras Fracturadas en el agregado grueso



REPORTE DE ENSAYO

SOLICITANTE : RUTH LIZETH SOSA ENCISO MUESTRA : Agregados
 PROYECTO : "Propiedades Mecánicas de la Mezcla Asfáltica Tibia Aplicando Aditivo Orgánico, Lima - Perú 2018" CANTIDAD : 230 kg
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2 018.10.09. FECHA DE ENSAYO : 2 018.10.11.

MTC E-210 (2 016) PORCENTAJE DE CARAS DE FRACTURA EN EL AGREGADO GRUESO

Identificación	Descripción	Resultado (%)
Agregado grueso	Partículas con una ó más caras de fractura	59,0
	Partículas con dos ó más caras de fractura	26,2



ING. RESPONSABLE
 Lima, 07 de Noviembre de 2 018



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rímac.

Telf.: 481-3707

Fax: 481-0677

Anexo 5.1.11: Resultados de contenido de sales solubles, cloruros, sulfatos y azul de Metileno



PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones

REPORTE DE ENSAYO

SOLICITANTE : RUTH SOSA ENCISO MUESTRA : Agregado
 PROYECTO : Tesis: "Propiedades Mecánicas de la Mezcla Asfáltica Tibia Aplicando Aditivo Orgánico, Lima - Perú 2018 " CANTIDAD : 1 - 1.5 Kg.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2018.10.10 FECHA DE ENSAYO : Del 2018.10.11 al 2018.10.12

Resultados	Agregado Fino; Cantera: SEOING EIRL	Agregado Grueso; Cantera: SEOING EIRL
1 Contenido de Sales Solubles, mg/kg (ppm)	402	476
2 Contenido de Cloruros, mg/kg (ppm)	43	32
3 Contenido de Sulfatos, mg/kg (ppm)	89	81
4 Azul de Metileno; mg/g	7.5	NA

- (1) MTC E 219 (2016): Sales Solubles en Agregados Para Pavimentos Flexibles
- (2) NTP 400.042 (2016): Método de Ensayo para la Determinación Cuantitativa de Cloruros y Sulfatos Solubles en Agua para Agregados de Concreto
- (3) NTP 400.042 (2016): Método de Ensayo para la Determinación Cuantitativa de Cloruros y Sulfatos Solubles en Agua para Agregados de Concreto
- (4) AASHTO T330-07(2011): Detección de Arcillas Nocivas del Grupo de Esmectita en agregados, utilizando Azul de Metileno
- NA No analizado



CONTROL DE CALIDAD - DEE
 R.E. FÉLIX S. Ing. Responsable
 Lima, 24 de Octubre del 2018



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rímac.

Telf.: 481-3707

Fax: 481-0677

Anexo 5.2: Resultados del Cemento Asfáltico

Anexo 5.2.1: Resultados de la Viscosidad Absoluta de Cementos Asfálticos



PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones

REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS

SOLICITANTE : RUTH LIZETH SOSA ENCISO. MUESTRA : Asfalto y aditivo
PROYECTO : "Propiedades Mecánicas de la Mezcla Asfáltica Tibia aplicando aditivo orgánico, Lima- Perú 2018" IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
REFERENCIA : Oficio N° 217-2018-MTC/14.01. PRESENTACIÓN : Envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN : Octubre - 2018. FECHA DE ENSAYO : Nov. - 2018

ASTM D-2171 VISCOSIDAD ABSOLUTA DE CEMENTOS ASFÁLTICOS

IDENTIFICACIÓN	ADITIVO (% en peso del asfalto)	RESULTADO
		(Poise)
Cemento Asfáltico PEN 60/70 Procedente de Repsol	1,0%	11971,6
	2,5%	6237,2
	3,0%	6496,5

Tipo de aditivo: Sasobit.

Observaciones:

- Cemento asfáltico y aditivo proporcionados e identificados por el solicitante.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales añalizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



Ing. Responsable
Lima, 26 de Noviembre del 2018.



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac.

Telf.: 481-3707 Fax: 481-0677

Anexo 5.3: Resultados del diseño de la Mezcla Asfáltica

Anexo 5.3.1: Resultados de Revestimiento y desprendimiento de mezclas agregado – bitumen



REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS

SOLICITANTE : RUTH LIZETH SOSA ENCISO. **MUESTRA** : Agregados.
PROYECTO : "Propiedades Mecánicas de la Mezcla Asfáltica Tibia aplicando aditivo orgánico, Lima- Perú 2018" **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.
REFERENCIA : Oficio N° 217-2018-MTC/14.01. **CANTIDAD** : 250 y 350 kg.
FECHA DE RECEPCIÓN : Octubre - 2018. **PRESENTACIÓN** : Sacos.
FECHA DE ENSAYO : Nov. - 2018

MTC E - 517 (2000) CUBRIMIENTO DE LOS AGREGADOS CON MATERIALES ASFÁLTICOS (INCLUYE EMULSIONES) EN PRESENCIA DEL AGUA (STRIPPING) MEZCLAS ABIERTAS Y/O T.S.

IDENTIFICACIÓN	ADITIVO (% en peso del asfalto)	REVESTIMIENTO (%)	CUBRIMIENTO (%)
Cantera "SEOING" Agregado grueso	Sin Aditivo	100	+ 95
	1,00%	100	+ 95
	2,50%	100	+ 95
	3,00%	100	+ 95
	4,00%	100	+ 95
	6,00%	100	+ 95
	8,00%	100	+ 95

Tipo de asfalto: Cemento asfáltico PEN 60/70
Tipo de aditivo: Sasobit.

Observaciones:

- Agregados y cemento asfáltico, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



Ing. Responsable
 Lima, 23 de Noviembre del 2018.



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac.

Telf.: 481-3707

Fax: 481-0677

Anexo 5.3.2: Resultados de Adhesividad de los ligantes bituminosos a los áridos finos en diferentes dosificaciones del aditivo Sasobit



PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones

REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS

SOLICITANTE : RUTH LIZETH SOSA ENCISO. MUESTRA : Agregados.
 PROYECTO : "Propiedades Mecánicas de la Mezcla Asfáltica Tibia aplicando aditivo orgánico, Lima- Perú 2018" IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
 REFERENCIA : Oficio N° 217-2018-MTC/14.01. CANTIDAD : 250 - 300 kg.
 FECHA DE RECEPCIÓN : Octubre - 2018. PRESENTACIÓN : Sacos.
 FECHA DE ENSAYO : Nov. - 2018

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

IDENTIFICACIÓN	ADITIVO (% en peso del asfalto)	RESULTADO (GRADO)
		Desprendimiento Parcial - Desprendimiento Total
Cantera "SEOING" Agregado fino	Sin Aditivo	0 - 9
	1,0%	0 - 9
	2,5%	1 - 9
	3,0%	2 - 10
	4,0%	3 - 10
	6,0%	3 - 10
	8,0%	4 - 10

Tipo de asfalto: Cemento asfáltico PEN 60/70

Tipo de aditivo: Sasobit.

Observaciones:

- Agregados y cemento asfáltico, porporcionados e identificados por el solicitante.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



Ing. Responsable
 Lima, 23 de Noviembre del 2018.



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 · Rimac.

Tel.: 481-3707 Fax: 481-0677

Anexo 5.3.3: Resultados del diseño de la Mezcla Asfáltica en Caliente



PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones

REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS

SOLICITANTE : RUTH LIZETH SOSA ENCISO. MUESTRA : Agregados
 PROYECTO : "Propiedades Mecánicas de la Mezcla Asfáltica Tibia aplicando aditivo orgánico, Lima - Perú 2018" CANTIDAD : 250 - 350 kg.
 REFERENCIA : Oficio N° 217-2018-MTC/14.01. PRESENTACIÓN : Sacos
 FECHA DE RECEPCIÓN : Octubre - 2018. FECHA DE ENSAYO : Oct. 2018.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL

Características de la Mezcla :	MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL					
- N° de golpes por cara	:					
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	5,0		5,2		5,4
- Peso Especifico bulk, g/cm ³	:	2,416		2,431		2,434
- Vacíos, %	:	4,6		4,0		3,3
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	70,2		74,2		78,3
- V.M.A., %	:	15,4		15,3		15,1
- Estabilidad, kg (kN)	:	1379,8	(13,531)	1362,4	(13,360)	1293,9 (12,688)
- Flujo, mm (10 ⁻² pulg)	:	4,0	(15,6)	4,2	(16,5)	4,4 (17,3)
- Absorción de Asfalto, %	:			0,46		
- Relación Estabilidad / Flujo, kg/cm (lb/pulg)	:	3488,0	(9,0)	3243,0	(8,0)	2946,0 (7,0)
- Temperatura de la Mezcla, °C	:			140 - 145		

Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % **	:	30,0
(2) Agregado fino, % **	:	70,0

Materiales :

Tipo de Asfalto	:	PEN 60 - 70
Agregado grueso	:	Cantera "Seoing"
Agregado fino	:	Cantera "Seoing"

Nota :
 (*) Porcentaje en peso de la mezcla total
 (**) Porcentaje en peso de los agregados
 (***) Porcentaje en peso del cemento asfáltico

Observaciones :
 Agregados y cemento asfáltico, proporcionados e identificados por el solicitante.
 Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



CONTROL DE CALIDAD
 A.E. DÍAZ C.
 MEZCLAS ASFÁLTICAS
 Ing. Responsable.
 Lima, 31 del Octubre del 2018



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac.

Telf.: 481-3707

Fax: 481-0677

Anexo 5.3.4: Resultados en gráficos del diseño de la Mezcla Asfáltica en Caliente

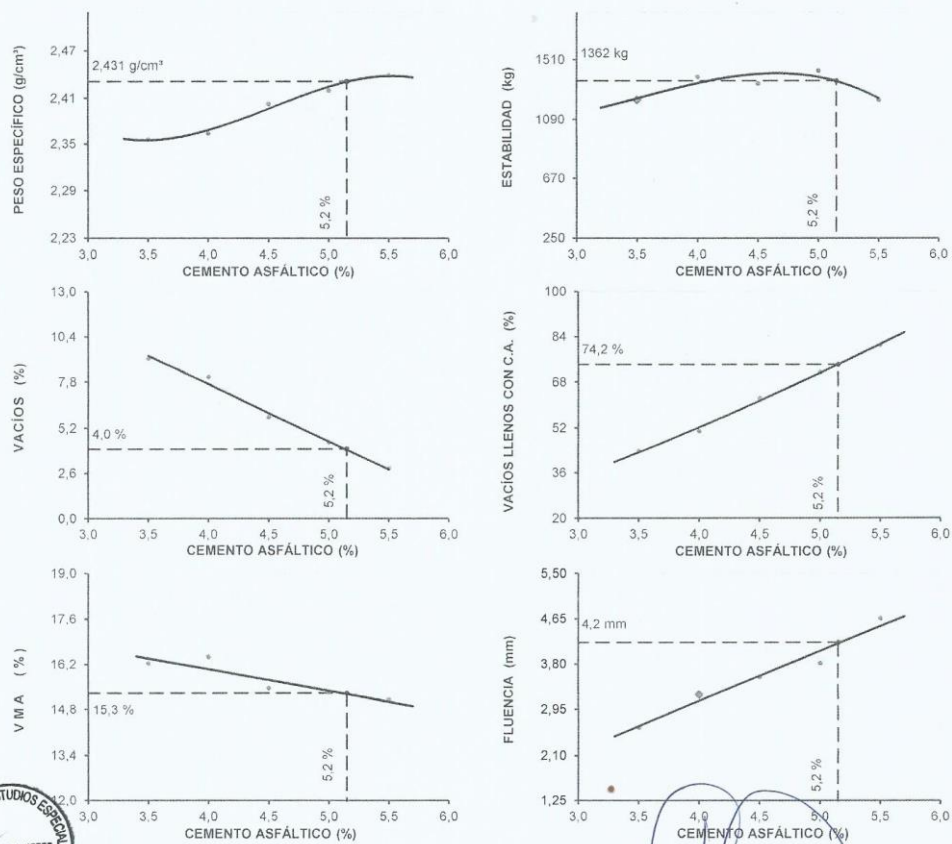


PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones

REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS

SOLICITANTE : RUTH LIZETH SOSA ENCISO. MUESTRA : Agregados
 PROYECTO : "Propiedades Mecánicas de la Mezcla Asfáltica Tibia aplicando aditivo orgánico, Lima - Perú 2018" CANTIDAD : 250 - 350 kg.
 REFERENCIA : Oficio N° 217-2018-MTC/14.01. PRESENTACIÓN : Sacos
 FECHA DE RECEPCIÓN : Octubre - 2018. FECHA DE ENSAYO : Oct. 2018.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL



Ing. Responsable.
 Lima, 31 de Octubre del 2018



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac.

Telf.: 481-3707

Fax: 481-0677

Anexo 5.3.5: Resultados del diseño de la Mezcla Asfáltica en Tibio (8% aditivo Sasobit)



PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones

REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS

SOLICITANTE : RUTH LIZETH SOSA ENCISO. MUESTRA : Agregados
 PROYECTO : "Propiedades Mecánicas de la Mezcla Asfáltica Tibia aplicando aditivo orgánico, Lima - Perú 2018" CANTIDAD : 250 - 350 kg.
 REFERENCIA : Oficio N° 217-2018-MTC/14.01. PRESENTACIÓN : Sacos
 FECHA DE RECEPCIÓN : Octubre - 2018. FECHA DE ENSAYO : Nov. 2018.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL

Características de la Mezcla :	MEZCLA ASFÁLTICA CON 8% ADITIVO SASOBIT					
- Nº de golpes por cara	:		75			
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	5,4	5,6		5,8	
- Peso Especifico bulk, g/cm ³	:	2,382	2,400		2,410	
- Vacíos, %	:	4,8	4,0		3,1	
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	71,6	76,2		81,0	
- V.M.A., %	:	17,0	16,6		16,3	
- Estabilidad, kg (kN)	:	1083,8	(10,628)	1056,4	(10,359)	987,7 (9,686)
- Flujo, mm (10 ⁻² pulg)	:	4,3	(16,9)	4,2	(16,5)	4,2 (16,7)
- Absorción de Asfalto, %	:			0,22		
- Relación Estabilidad / Flujo, kg/cm (lb/pulg)	:	2520,0	(6,0)	2514,0	(6,0)	2329,0 (6,0)
- Temperatura de la Mezcla, °C	:			110,0		
Proporciones de mezcla :						
(1) Agregado grueso, % **	:			30,0		
(2) Agregado fino, % **	:			70,0		

Materiales :
 Tipo de Asfalto : PEN 60 - 70
 Agregado grueso : Cantera "Seoing"
 Agregado fino : Cantera "Seoing"

Nota :
 (*) Porcentaje en peso de la mezcla total
 (**) Porcentaje en peso de los agregados
 (***) Porcentaje en peso del cemento asfáltico

Observaciones :
 Agregados, cemento asfáltico y aditivo sasobit, proporcionados e identificados por el solicitante.
 Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



Ing. Responsable.
 Lima, 23 de Noviembre del 2018



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac. Telf.: 481-3707 Fax: 481-0677

Anexo 5.3.6: Resultados en gráficos del diseño de la Mezcla Asfáltica en Tibio (8% aditivo Sasobit)



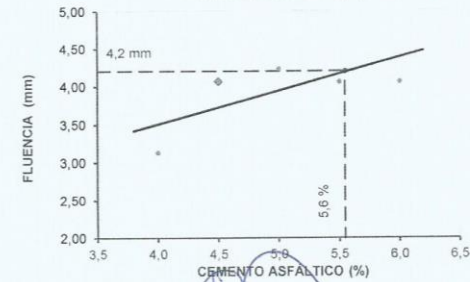
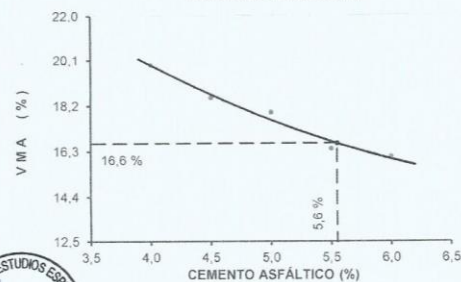
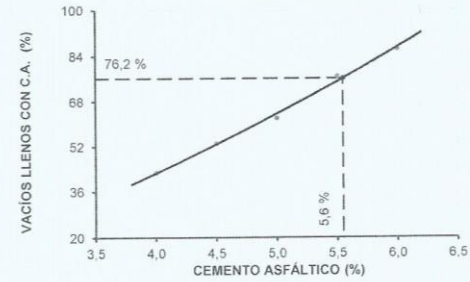
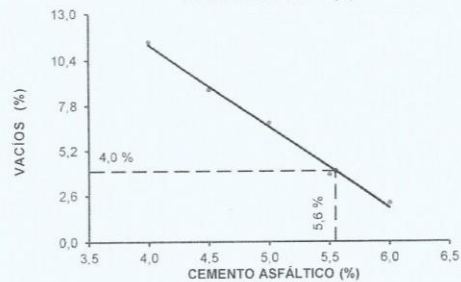
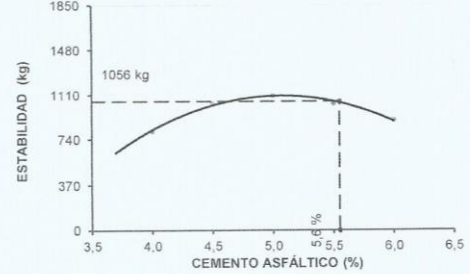
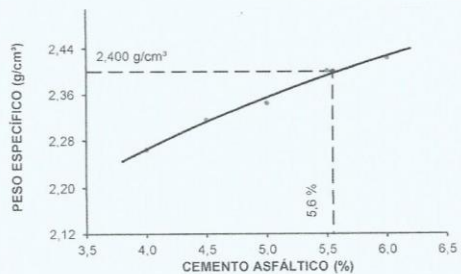
PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones

REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS

SOLICITANTE : RUTH LIZETH SOSA ENCISO. MUESTRA : Agregados
 PROYECTO : "Propiedades Mecánicas de la Mezcla Asfáltica Tibia aplicando aditivo orgánico, Lima - Perú 2018" CANTIDAD : 250 - 350 kg.

REFERENCIA : Oficio N° 217-2018-MTC/14.01. PRESENTACIÓN : Sacos
 FECHA DE RECEPCIÓN : Octubre - 2018. FECHA DE ENSAYO : Nov. 2018.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL



CONTROL DE CALIDAD - D.E.E.
A.E. DIAZ C.
 Ing. Responsable.
 Lima, 23 de Noviembre del 2018



Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac. Telf.: 481-3707 Fax: 481-0677

Anexo 5.3.7: Corroboración del diseño de la Mezcla Asfáltica en Tibio, contenido de asfalto 4,7% (incorporando 3% aditivo Sasobit)



PERÚ

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS

SOLICITANTE : RUTH LIZETH SOSA ENCISO. MUESTRA : Agregados
 PROYECTO : "Propiedades Mecánicas de la Mezcla Asfáltica Tibia aplicando aditivo orgánico, Lima - Perú 2018" CANTIDAD : 250 - 350 kg.

REFERENCIA : Oficio N° 217-2018-MTC/14.01. PRESENTACIÓN : Sacos
 FECHA DE RECEPCIÓN: Octubre - 2018. FECHA DE ENSAYO : Nov. 2018.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL

N° DE BRIQUETAS	1	2	3	PROMEDIO
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		4,7		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		28,6		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		66,7		
4 % DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA		0,0		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1,010		
6 PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")		2,674		
7 PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO		2,733		
8 PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER		--		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,26	6,45	6,45	
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1209,0	1204,8	1204,8	
11 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (g)	1210,0	1209,8	1209,8	
12 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (g)	702,8	686,6	686,6	
13 PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	1,0	5,0	5,0	
14 VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (cm³)	507,2	523,2	523,2	
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,20	0,96	0,96	
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,384	2,303	2,303	2,330
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041		2,557		
18 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	6,8	9,9	9,9	8,9
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)		2,715		
20 V.M.A. (%)	16,3	19,2	19,2	18,2
21 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	58,4	48,2	48,2	51,6
22 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2,766		
23 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0,69		
24 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		4,01		
25 FLUJO (mm)	3,0	3,3	3,0	3,1
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1757,2	1191,5	1403,4	
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	0,96	0,96	
28 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1828,0	1144,0	1347,0	1440,0
29 RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	5997,4	3464,6	4419,3	4627,0



Ing. Responsable.
 Lima, 26 de Noviembre del 2018



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac. Telf.: 481-3707 Fax: 481-0677

Anexo 5.3.8: Corroboración del diseño de la Mezcla Asfáltica en Tibio, contenido de asfalto 5,2% (incorporando 3% aditivo Sasobit)



PERÚ

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS

SOLICITANTE : RUTH LIZETH SOSA ENCISO. MUESTRA : Agregados
 PROYECTO : "Propiedades Mecánicas de la Mezcla Asfáltica Tibia aplicando aditivo orgánico, Lima - Perú 2018" CANTIDAD : 250 - 350 kg.

REFERENCIA : Oficio N° 217-2018-MTC/14.01.
 FECHA DE RECEPCIÓN : Octubre - 2018.

PRESENTACIÓN : Sacos
 FECHA DE ENSAYO : Nov. 2018.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL

N° DE BRIQUETAS		1	2	3	PROMEDIO
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		5,2		
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		28,4		
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		66,4		
4	% DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA		0,0		
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1,010		
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")		2,674		
7	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO		2,733		
8	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER		--		
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,33	6,29	6,29	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1216,0	1211,2	1211,2	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1216,8	1211,6	1211,6	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	703,8	701,4	701,4	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	0,8	0,4	0,4	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	513,0	510,2	510,2	
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,16	0,08	0,08	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,370	2,374	2,374	2,373
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041		2,537		
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	6,6	6,4	6,4	6,5
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)		2,715		
20	V.M.A. (%)	17,2	17,1	17,1	17,1
21	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	61,9	62,5	62,5	62,3
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2,766		
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0,68		
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		4,52		
25	FLUJO (mm)	3,0	3,3	3,3	3,2
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1450,6	1450,6	1464,7	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1,00	1,00	1,00	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1451,0	1451,0	1465,0	1456,0
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	4760,5	4394,3	4436,7	4531,0



Ing. Responsable.
 Lima, 26 de Noviembre del 2018



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac. Telf.: 481-3707 Fax: 481-0677

Anexo 5.3.9: Corroboración del diseño de la Mezcla Asfáltica en Tibio, contenido de asfalto 5,4% (incorporando 3% aditivo Sasobit)



PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones

REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS

SOLICITANTE : RUTH LIZETH SOSA ENCISO. MUESTRA : Agregados
 PROYECTO : "Propiedades Mecánicas de la Mezcla Asfáltica Tibia aplicando aditivo orgánico, Lima - Perú 2018" CANTIDAD : 250 - 350 kg.
 REFERENCIA : Oficio N° 217-2018-MTC/14.01. PRESENTACIÓN : Sacos
 FECHA DE RECEPCIÓN : Octubre - 2018. FECHA DE ENSAYO : Nov. 2018.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL

N° DE BRIQUETAS	1	2	3	PROMEDIO
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5,4			
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	28,40			
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	66,20			
4 % DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA	0,0			
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010			
6 PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")	2,674			
7 PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO	2,733			
8 PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER	--			
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,19	6,53	6,53	
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1213,0	1210,6	1210,6	
11 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1213,4	1215,0	1215,0	
12 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	711,2	685,8	685,8	
13 PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	0,4	4,4	4,4	
14 VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	502,2	529,2	529,2	
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,08	0,83	0,83	
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,415	2,288	2,288	2,330
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041	2,517			
18 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	4,0	9,1	9,1	7,4
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)	2,715			
20 V.M.A. (%)	15,8	20,3	20,3	18,8
21 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	74,6	55,2	55,2	61,7
22 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,751			
23 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0,48			
24 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	4,92			
25 FLUJO (mm)	3,0	3,8	3,6	3,5
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1714,7	1041,0	1309,2	
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	0,96	0,96	
28 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1783,0	999,0	1257,0	1346,0
29 RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	5849,7	2622,0	3534,9	4002,0



Ing. Responsable.
 Lima, 26 de Noviembre del 2018



Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac. Telf.: 481-3707 Fax: 481-0877

Anexo 6: Ficha técnicas

Anexo 6.1: Reporte de Análisis de Cemento Asfáltico PEN 60-70



REPORTE DE ANÁLISIS DE CEMENTO ASFALTICO

LOTE No. 60/70-001-11-2018

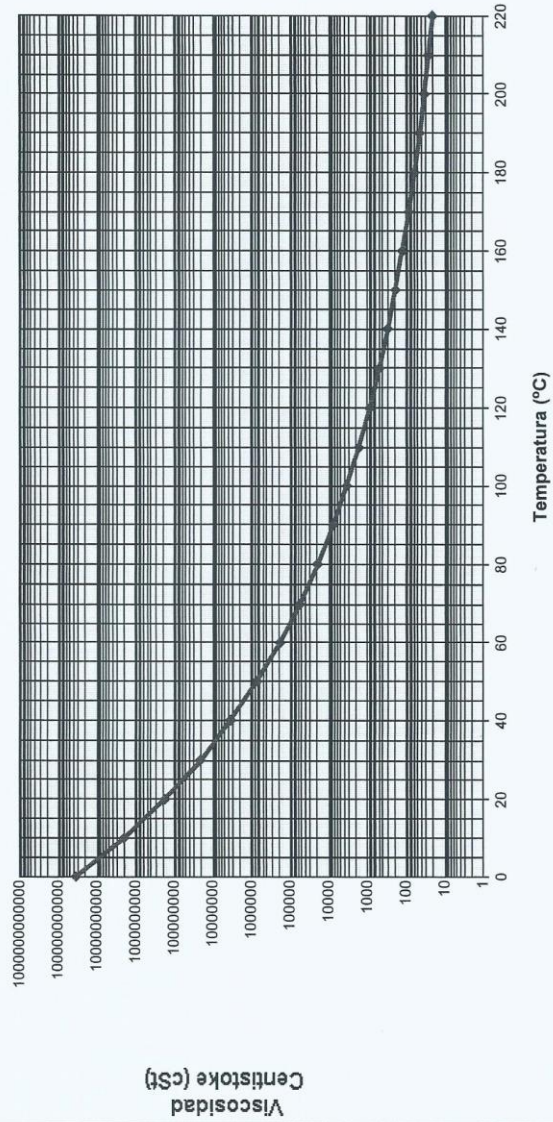
REFINERÍA LA PAMPILLA S.A.A.	RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE CERTIFICACIÓN
Carretera a Ventanilla km 25 S/N Ventanilla, Lima – Perú	03/11/2018 18:14:23	05/11/2018 07:06:12
PRODUCTO Cemento Asfáltico 60/70	TANQUE 333A	DESTINO DEL PRODUCTO Operaciones de Despacho
PROCEDENCIA Almacenamiento	VOLÚMEN CERTIFICADO , m³ 800	BUQUE TANQUE
PROPIEDADES	MÉTODOS	RESULTADOS
ASTM/OTROS		
PENETRACIÓN		
Penetración a 25 °C, 100 g, 5 s, 1/10 mm	D 5 / AASHTO T 49	65
DUCTILIDAD		
Ductilidad a 25 °C, 5 cm/min, cm	D 113 / AASHTO T 51	> 135
VOLATILIDAD		
Gravedad Específica a 15.6 °C/15.6°C	D 70 / AASHTO T 228	1.0203
Punto de Inflamación, °C	D 92 / AASHTO T 48	291.0
Gravedad API, °API	D 70 / AASHTO T 228	7.2
FLUIDEZ		
Punto de Ablandamiento, °C	D 36	49.0
Viscosidad cinemática a 100°C, cSt	D 445	3450
Viscosidad cinemática a 135°C, cSt	D 2170 / AASHTO T 201	383
ENSAYOS DE PELÍCULA FINA		
Pérdida por Calentamiento, %m	D 1754 / AASHTO T 179	0.20
Penetración retenida, 100g, 5s, 1/10 mm, % del original	D 5 / AASHTO T 49	72.3
Ductilidad del residuo a 25°C, 5 cm/min, cm	D 113 / AASHTO T 51	> 105
SOLUBILIDAD		
Solubilidad en tricloroetileno, % m	D 2042 / AASHTO T 44	99.88
OTROS		
Índice de Penetración	UNE 104-281 / 1-5	-0.8
Ensayo de la Mancha (Nafta-Xileno)	AASHTO T102	20% xileno, negativo
OBSERVACIONES:		
Producto cumple con las especificaciones ASTM D946, AASHTO M 20-70 y Norma Técnica Peruana NTP 321.051		
DISTRIBUCIÓN : Original : Operaciones de despacho Copia 1: Movimiento de Productos Copia 2: Laboratorio	FECHA DE EMISIÓN 05/11/2018	LABORATORIO Cecilia Posadas Jhong Jefe de Laboratorio

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL

Anexo 6.2: Curva Viscosidad- Temperatura de Cemento Asfáltico PEN 60-70

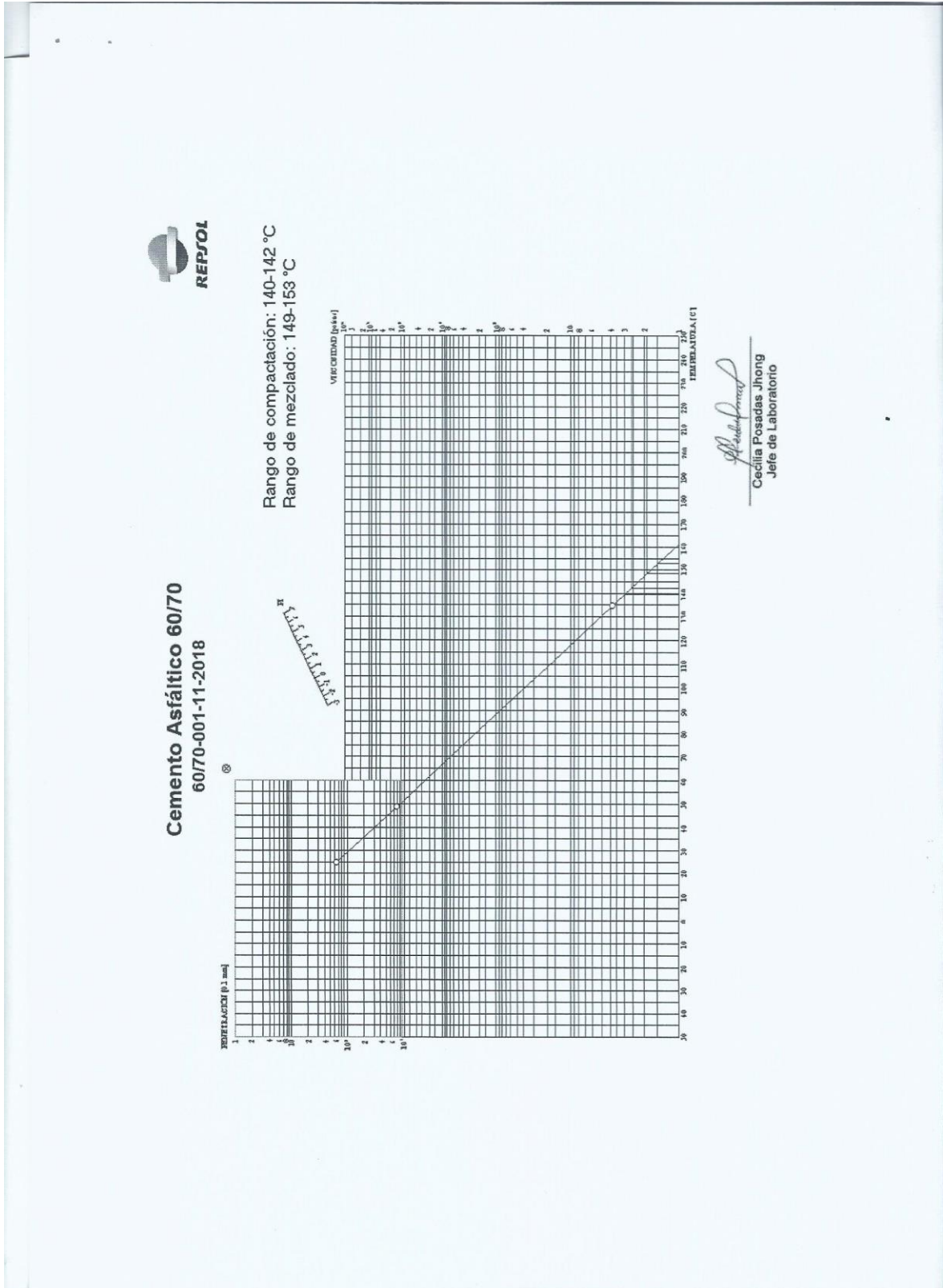


CEMENTO ASFALTICO 60/70
Lote 60/70-001-11-2018



Cecilia Posadas Jhiong
Cecilia Posadas Jhiong
Jefe de Laboratorio

Anexo 6.3: Penetración de Cemento Asfáltico PEN 60-70



Anexo 6.4: Ficha técnica del aditivo SASOBIT



product data sheet

SASOBIT

Code 1596 Revision 16 06 August 2018

Properties	Test method	Units	Specification	Typical values
Congealing point	ASTM D 938	°C	100 - 110	101
Penetration at 25°C	ASTM D 1321	0.1 mm	0 - 2	<1
Penetration at 65°C	ASTM D 1321	0.1 mm	0 - 13	11
Brookfield viscosity at 135°C	Sasol 1010	cP	10 - 15	12
Visual colour compliance	Visual	-	Pass/Fail	Pass

Compliance

F&DA: This product complies with the requirements of 21 Code of Federal Regulations: Parts 175.105(Adhesives), 177.1390 (Laminate Structures).

Note

To obtain the best performance from the product, we recommend use within 10 years from sample date on the Certificate of Analysis. Product should be stored under standard warehousing conditions, at least in a clean dry place, in its original packing at a temperature not exceeding 35°C.

Notice This product information is indicative and does not include any guarantee

Sasol Chemicals a division of Sasol South Africa (Pty) Ltd.
ISO 9001/ISO 14001

Anexo 7: Certificados de calibración de los equipos

Anexo 7.1: Certificado de calibración de Horno USA-102

NO ACCREDIT.



SG NORTEC
SG NORMAS TÉCNICAS EMPLEADAS A LA CALIDAD S.R.L.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SGTH - 440 - 2018

Página 1 de 6

1. Expediente : V2-18427

2. Solicitante : MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

3. Dirección : Av. Tupac Amaru Nro. 150 - Rimac - Lima - Lima

4. Equipo de Medición : HORNO

Marca : SOILTEST

Modelo : L-5B-4

Número de Serie : 626714

Procedencia : No Indica

Código de identificación : USA-102

Temperatura de trabajo : 60 °C y 110 °C

Tolerancia : ± 5 °C

Ventilación : Natural

Carga : 30 % Aproximadamente

Ubicación : UNIDAD DE SUELOS Y AGREGADOS

5. Instrumento de Medición

Nombre	Marca/Modelo	Código de Identificación	Alcance de Indicación	División mínima	Tipo de Indicación
Controlador e Indicador	Autonics / TZN4S	No Indica	0 °C a 150 °C	0,1 °C	Digital

6. Fecha de Calibración : 2018-10-04 al 2018-10-05

7. Fecha de Emisión : 2018-10-12

8. Procedimiento de Calibración Empleado
La calibración se realizó empleando un termómetro patrón con 10 termopares, según el Procedimiento PC-018 "Procedimiento para la Calibración o Caracterización de medios isoterms con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

9. Observaciones
El tiempo de calentamiento y estabilización del equipo fue de aproximadamente 2 horas por punto de calibración. La calibración se realizó en las instalaciones de MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
Durante la calibración y bajos las condiciones en que ésta ha sido hecha, el equipo cumple con los límites de temperatura.
Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.
SG NORTEC S.R.L. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

Función
Brindar servicios de calibración seguros y confiables, manteniendo una adecuada trazabilidad a los patrones nacionales ayudando a promover la cultura metroológica en nuestros clientes.

Misión
Somos un laboratorio comprometido con la metrología, cuya misión es la de proporcionar servicios de calibración de la más alta calidad, para la satisfacción de las necesidades y requerimientos inmediatos de nuestros clientes.

Visión
Convertirnos en el Laboratorio de Calibración Líder dentro del mercado nacional de acuerdo con las exigencias y competencias de la industria nacional, estableciendo relaciones profesionales sólidas y duraderas.



Ana Zola Chonón Núñez
Supervisor de Laboratorio



Av. Ramón Castilla N° 154, Urb. Playa Rimac, Callao 572 2630 / 572 1691
ventas@sgnortec.com sgnortec.com

HCSG037-01

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE DOCUMENTO

Anexo 7.2: Certificado de calibración de Balanza electrónica USA-113



SG NORTEC
SG NORMAS TÉCNICAS EMPLEADAS A LA CALIDAD S.R.L.

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 003**

ACREDITADO



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración
Acreditado
Registro N° LC - 003

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SGM - A - 1762 - 2018

Página 1 de 3

<p>1. Expediente</p> <p>2. Solicitante</p> <p>3. Dirección</p>	<p>: V2-18420</p> <p>: MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES</p> <p>: Av. Tupac Amaru Nro. 150 - Rimac - Lima - Lima</p>	<p><i>Función</i></p> <p><i>Brindar servicios de calibración seguros y confiables, manteniendo una adecuada trazabilidad a los patrones nacionales ayudando a promover la cultura metrológica en nuestros clientes.</i></p>
<p>4. Instrumento</p> <p>Funcionamiento</p> <p>Alcance de Indicación</p> <p>Intervalo de escala (d)</p> <p>Intervalo de escala de verificación (e)</p> <p>Clase de Exactitud</p> <p>Capacidad Mínima (*)</p> <p>Marca</p> <p>Modelo</p> <p>Tipo</p> <p>Procedencia</p> <p>Número de Serie</p> <p>Código de Identificación</p> <p>Ubicación</p> <p>Fecha de Calibración</p> <p>Fecha de Emisión</p> <p>Lugar de Calibración</p>	<p>: BALANZA</p> <p>: NO AUTOMÁTICO</p> <p>: 0 g a 620 g</p> <p>: 0,01 g</p> <p>: 0,1 g</p> <p>: II</p> <p>: 0,5 g</p> <p>: KERN</p> <p>: 474-32</p> <p>: ELECTRÓNICA</p> <p>: NO INDICA</p> <p>: 022510091</p> <p>: USA-113</p> <p>: UNIDAD DE SUELOS Y AGREGADOS</p> <p>: 2018 - 10 - 19</p> <p>: 2018 - 10 - 22</p> <p>: INSTALACIONES DE MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES</p>	<p><i>Misión</i></p> <p><i>Somos un laboratorio comprometido con la metrología, cuya misión es la de proporcionar servicios de calibración de la más alta calidad, para la satisfacción de las necesidades y requerimientos inmediatos de nuestros clientes.</i></p> <p><i>Visión</i></p> <p><i>Ser el Laboratorio de Calibración Líder dentro del mercado nacional según las exigencias y competencias de la industria, estableciendo relaciones profesionales sólidas y duraderas.</i></p>
<p>5. Método de Calibración Empleado</p>	<p>La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según el procedimiento PC-011 4ª edición: 2010 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II" de INACAL.</p>	
<p>6. Observaciones</p>	<p>(*) Obtenida a partir de la División Mínima de Escala (d) y de la Clase de Exactitud de la balanza.</p> <p>Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.</p> <p>SG NORTEC S.R.L. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.</p> <p>El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.</p> <p>La balanza ha sido calibrada hasta un alcance de 620 g</p> <p>El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.</p>	



Luis Sánchez García
Supervisor del Laboratorio



Quím. Marlene Acuña Anca
C.Q.P.: 1009
Jefe de Calidad



Av. Ramón Castilla N° 154, Urb. Playa Rimac, Callao

☎ 572 2630 / 572 1691

✉ ventas@sgnortec.com 🌐 sgnortec.com



- EQUIPOS PARA LABORATORIO Y PRODUCTOS QUIMICOS
- SEGURIDAD, RESCATE Y EQUIPAMIENTO MEDICO
- INSTRUMENTACION Y CONTROL DE PROCESOS
- EQUIPOS INDUSTRIALES
- SERVICIOS DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACION

**CERTIFICADO DE CALIBRACION
ATM-3501117**


Fecha de emisión:
13-12-2017

1. SOLICITANTE : MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
Dirección : Av. Túpac Amaru 150, Rímac, Lima, Perú
2. EQUIPO : VACUOMETRO
Tipo : Analógico
Marca : DYNAMIC
Modelo : No indica
Nº Serie : No indica
Procedencia : No indica
Alcance máximo : 0 pulg. Hg
División mínima : -0.5 pulg. Hg
Diámetro de caja : 2"
Tipo de rosca : ¼" NPT
3. VARIABLE A CALIBRAR : PRESION
4. FECHA Y LUGAR DE LA CALIBRACION
Calibrado el 16-11-17 en el Laboratorio de MEQUIM S.A.
5. METODO DE CALIBRACION
PC-004 "Procedimiento de Calibración de Manómetros, Vacuómetros y Manovacuómetros de Trabajo de Deformación Elástica" 1ra. Edición, Junio – 2000, SNM-INDECOPI.
6. TRAZABILIDAD
El procedimiento de calibración tiene trazabilidad sobre los Estándares de Calidad Certificados por ISO 9001:2000.
7. RESULTADOS DE MEDICION
En el cuadro de resultados se mostraran los valores del error de la medición y el cálculo de la incertidumbre estándar de la medición.

Evaluación de tipo A de la incertidumbre estándar.

La *evaluación de tipo A* de la incertidumbre estándar es el método de evaluación basado en el *análisis estadístico* de una serie de observaciones. La misma puede ser aplicada cuando se han realizado varias observaciones independientes de la magnitud X bajo las mismas condiciones. Sólo cuando existe suficiente resolución en el proceso de medición, la dispersión de las observaciones podrá observarse, puesto que se obtendrá un grupo de valores al repetir la medición en condiciones prácticamente iguales, algunos de los cuales pueden o no repetirse.

Las observaciones individuales difieren en valor debido a las variaciones aleatorias en las magnitudes que las afectan, es decir, debido a los efectos aleatorios.


JOSE LUIS
CHANG ALVARADO
INGENIERO MECÁNICO
Reg. CIP N° 138195

Anexo 7.4: Certificado de calibración de Agitador para Equivalente de arena USA-138



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SGTF-017-2017

Página 1 de 2

- | | |
|---------------------------------|--|
| 1. Expediente | : 23082 - 17 |
| 2. Solicitante | : MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES |
| 3. Dirección | : Av. Túpac Amaru Nro. 150 Rímac - Lima - Lima |
| 4. Equipo / Instrumento | : AGITADOR PARA EQUIVALENTE DE ARENA |
| Tipo de indicación | : Digital |
| Medición | : RPM |
| Intervalo de indicación | : 0 seg a 99,99 seg |
| Resolución | : 0,01 seg |
| Marca | : SOILTEST |
| Modelo | : CL-232 |
| Número de serie | : No Indica |
| Procedencia | : U.S.A |
| Código de identificación | : USA - 138 (*) |
| Ubicación | : Unidad de Suelos y Agregados |
| 5. Fecha de calibración | : 2017-08-15 |
| 6. Fecha de emisión | : 2017-08-29 |
| 7. Lugar de calibración | : Instalaciones del MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES |

Función

Brindar servicios de calibración seguros y confiables, manteniendo una adecuada trazabilidad a los patrones nacionales ayudando a promover la cultura metrológica en nuestros clientes.

Misión

Somos un laboratorio comprometido con la metrología, cuya misión es la de proporcionar servicios de calibración de la más alta calidad, para la satisfacción de las necesidades y requerimientos inmediatos de nuestros clientes.

Visión

Convertimos en el Laboratorio de Calibración Líder dentro del mercado nacional de acuerdo con las exigencias y competencias de la industria nacional, estableciendo relaciones profesionales sólidas y duraderas.

8. Procedimiento de calibración empleado

La calibración se realizó empleando el método de comparación entre el número de revoluciones programadas en la centrífuga a calibrar y las mediciones obtenidas por el tacómetro patrón utilizando el procedimiento SG NORTEC S.R.L. PTSG28-01: Calibración de Tacómetros.

9. Observaciones

(*) Código indicado en una etiqueta adherida y/o grabado al instrumento.
Los resultados presentados son el resultado de un promedio de 10 mediciones para cada valor de revolución.
Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.
SG NORTEC S.R.L. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
El presente documento carece de valor sin firmas y sellado.



Manuel Camacho Núñez
Manuel Camacho Núñez
Supervisor de Laboratorio

HCSG038-01

Av. Ramón Castilla 154 Urb. Playa Rímac - Callao. Teléfono: 572-1691 / 572-2630 RPC.: 958 960 177 / 958 960 179 / 989 630 569 / 989 629 614
E-mail: ventas@sgnortec.com WEB SITE: www.sgnortec.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE SG NORTEC S.R.L.

Anexo 7.5: Certificado de calibración de Tamiz N°200

ACRED.
USA - 173-11



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

LLA - 211 - 2017

Laboratorio de Longitud y Angulo

Página 1 de 5

Expediente	93971	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	
Dirección	Túpac Amaru N° 150 - Rimac	
Instrumento de Medición	TAMIZ	
Valor Nominal	75 µm	
N° de Tamiz	200	
Marca	ELE INTERNATIONAL	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	164728901	
Norma aplicada	ASTM E11	
Fecha de Calibración	2017-05-15	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Fecha	Dirección de Metrología	Responsable del laboratorio
 2017-05-15	 HENRY POSTIGO LINARES	 JANNET CARRASCO TUESTA

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
 Dirección de Metrología
 Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú
 Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
 Email: metrologia@inacal.gob.pe
 Web: www.inacal.gob.pe

Anexo 7.6: Certificado de calibración de Balanza USA-112

M.A.




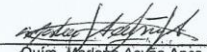
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SGM - A - 780 - 2017

Página 1 de 3

- | | |
|--|---|
| <p>1. Expediente : 22561-17</p> <p>2. Solicitante : MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES</p> <p>3. Dirección : AV. TÚPAC AMARU N° 150 - RÍMAC - LIMA 25 - PERÚ</p> <p>4. Instrumento : BALANZA</p> <p style="padding-left: 20px;">Funcionamiento : NO AUTOMÁTICO</p> <p style="padding-left: 20px;">Alcance de indicación : 0 kg a 15 kg</p> <p style="padding-left: 20px;">Intervalo de escala (d) : 0,0001 kg</p> <p style="padding-left: 20px;">Intervalo de escala de verificación (e) : 0,001 kg</p> <p style="padding-left: 20px;">Clase de Exactitud : II</p> <p style="padding-left: 20px;">Capacidad Mínima (*) : 0,005 kg</p> <p style="padding-left: 20px;">Marca : KERN</p> <p style="padding-left: 20px;">Modelo : 470-46</p> <p style="padding-left: 20px;">Tipo : Electrónica</p> <p style="padding-left: 20px;">Procedencia : NO INDICA</p> <p style="padding-left: 20px;">Número de Serie : 022800063</p> <p style="padding-left: 20px;">Código de Identificación : USA-112</p> <p style="padding-left: 20px;">Ubicación : UNIDAD DE SUELOS Y AGREGADOS</p> <p style="padding-left: 20px;">Fecha de Calibración : 2017 - 06 - 19</p> <p style="padding-left: 20px;">Fecha de Emisión : 2017 - 06 - 27</p> <p style="padding-left: 20px;">Lugar de Calibración : INSTALACIONES DE MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES</p> <p>5. Método de Calibración Empleado</p> <p style="padding-left: 20px;">La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrónes según el procedimiento PC-011 4ª edición: 2010 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II" de INACAL.</p> <p>6. Observaciones</p> <p style="padding-left: 20px;">(*) Obtenida a partir de la División Mínima de Escala (d) y de la Clase de Exactitud de la balanza.</p> <p style="padding-left: 20px;">Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.</p> <p style="padding-left: 20px;">SG NORTEC S.R.L. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.</p> <p style="padding-left: 20px;">El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.</p> <p style="padding-left: 20px;">La balanza ha sido calibrada hasta un alcance de 15 kg</p> <p style="padding-left: 20px;">El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.</p> | <p>Función</p> <p><i>Brindar servicios de calibración seguros y confiables, manteniendo una adecuada trazabilidad a los patrones nacionales ayudando a promover la cultura metrología en nuestros clientes.</i></p> <p>Misión</p> <p><i>Somos un laboratorio comprometido con la metrología, cuya misión es la de proporcionar servicios de calibración de la más alta calidad, para la satisfacción de las necesidades y requerimientos inmediatos de nuestros clientes.</i></p> <p>Visión</p> <p><i>Ser el Laboratorio de Calibración Líder dentro del mercado nacional según las exigencias y competencias de la industria, estableciendo relaciones profesionales sólidas y duraderas.</i></p> |
|--|---|




Jose Enciso Acuña
Supervisor del Laboratorio


Quím. Marlene Acuña Anca
C.D.P. 1009
Jefe de Calidad

Anexo 7.7: Certificado de calibración de Baño de Temperatura Constante USA-216



N.A

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SGTH-593-16**

Página 1 de 12

1. Expediente : 21911 - 16
 2. Solicitante : MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 3. Dirección : Av. Tupac Amaru 150 - Rimac
 4. Equipo de Medición : BAÑO DE TEMPERATURA CONSTANTE
 Marca : HUMBOLT
 Modelo : H-1390
 Número de Serie : 965
 Procedencia : No Indica
 Código de Identificación : UMA - 216
 Temperatura de trabajo : 25 °C, 30 °C, 35 °C, 50 °C, 60 °C
 Tolerancia : ± 1 °C
 Ventilación : Forzada
 Carga : 40 % aproximadamente
 Ubicación : Unidad de Mezclas y Asfaltos

Función
 Brindar servicios de calibración seguros y confiables, manteniendo una adecuada trazabilidad a los patrones nacionales ayudando a promover la cultura metrológica en nuestros clientes.

Misión
 Somos un laboratorio comprometido con la metrología, cuya misión es la de proporcionar servicios de calibración de la más alta calidad, para la satisfacción de las necesidades y requerimientos inmediatos de nuestros clientes.

Visión
 Convertirnos en el Laboratorio de Calibración Líder dentro del mercado nacional de acuerdo con las exigencias y competencias de la industria nacional, estableciendo relaciones profesionales sólidas y duraderas.

5. Instrumento de Medición

Nombre	Marca/Modelo	Código de Identificación	Alcance de Indicación	División mínima	Tipo de Indicación
Controlador	AUTONICS / TZ4ST	No Indica	0 °C a 80°C	0,1 °C	DIGITAL

6. Fecha del Servicio : 2016-12-21 al 2016-12-23
 7. Fecha de Emisión : 2016-12-28

8. Procedimiento de Caracterización Empleado

La calibración se realizó empleando un termómetro patrón con 10 termopares, según el Procedimiento PC-019 "Procedimiento para la Calibración de Baños termostático". Primera Edición - Abril 2009. SNM - INDECOPI.

9. Observaciones

El tiempo de calentamiento y estabilización del equipo fue de aproximadamente 2 horas por punto de calibración. La calibración se realizó en las instalaciones de MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto. SG NORTEC S.R.L. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento. El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes. El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.


 Manuel Camacho Niñez
 Supervisor de Laboratorio


HCSG034-01

Av. Ramón Castilla 154 Urb. Playa Rímac - Callao. Teléfono: 572-1691 / 572-2630 RPC.: 958 960 177 / 958 960 179 / 989 630 569 / 989 629 614
 E-mail: ventas@sgnortec.com WEB SITE: www.sgnortec.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE SG NORTEC S.R.L.

Anexo 7.8: Certificado de calibración de Estufa UMA-274

No ACRED.



SG NORMAS TÉCNICAS EMPLEADAS A LA CALIDAD S.R.L.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SGTH - 449 - 2018

Página 1 de 8

1. Expediente : V2-18427

2. Solicitante : MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

3. Dirección : Av. Tupac Amaru Nro. 150 - Rimac - Lima - Lima

4. Equipo de Medición : ESTUFA

Marca : NÜVE

Modelo : FN 500 P

Número de Serie : 05-6419

Procedencia : No Indica

Código de Identificación : UMA-274

Temperatura de trabajo : 110 °C, 140 °C y 163 °C

Tolerancia : ± 3 °C / ± 5 °C

Ventilación : Forzada

Carga : 60 % Aproximadamente

Ubicación : UNIDA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

5. Instrumento de Medición

Nombre	Marca/Modelo	Código de Identificación	Alcance de Indicación	División mínima	Tipo de Indicación
Controlador e Indicador	Nuve / FN 500 P	No Indica	0 °C a 250 °C	1 °C	Digital

6. Fecha de Calibración : 2018-10-01 al 2018-10-02

7. Fecha de Emisión : 2018-10-18

8. Procedimiento de Calibración Empleado
La calibración se realizó empleando un termómetro patrón con 10 termopares, según el Procedimiento PC-018 "Procedimiento para la Calibración o Caracterización de medios isoterms con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

9. Observaciones
El tiempo de calentamiento y estabilización del equipo fue de aproximadamente 2 horas por punto de calibración. La calibración se realizó en las instalaciones de MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

Durante la calibración y bajos las condiciones en que ésta ha sido hecha, el equipo cumple con los límites de temperatura.

Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.

SG NORTEC S.R.L. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

Función
Brindar servicios de calibración seguros y confiables, manteniendo una adecuada trazabilidad a los patrones nacionales ayudando a promover la cultura metrológica en nuestros clientes.

Misión
Somos un laboratorio comprometido con la metrología, cuya misión es la de proporcionar servicios de calibración de la más alta calidad, para la satisfacción de las necesidades y requerimientos inmediatos de nuestros clientes.

Visión
Convertirnos en el Laboratorio de Calibración Líder dentro del mercado nacional de acuerdo con las exigencias y competencias de la industria nacional, estableciendo relaciones profesionales sólidas y duraderas.







Ana Zola Chonón Núñez
Supervisor de Laboratorio

HCSG037-01

Av. Ramón Castilla N° 154, Urb. Playa Rímac, Callao | 572 2630 / 572 1691
 ventas@sgnortec.com | sgnortec.com

Anexo 7.9: Certificado de calibración de Balanza(Asfalto) UMA-224

N.A. LIMA-224



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SGM - A - 779 - 2017

Página 1 de 3

1. Expediente : 22561-17
 2. Solicitante : MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 3. Dirección : AV. TÚPAC AMARU Nº 150 - RÍMAC - LIMA 25 - PERÚ
 4. Instrumento : BALANZA
 Funcionamiento : NO AUTOMÁTICO
 Alcance de Indicación : 0 g a 15000 g
 intervalo de escala (d) : 0,1 g
 intervalo de escala de verificación (e) : 1 g
 Clase de Exactitud : II
 Capacidad Mínima (*) : 5 g
 Marca : OHAUS
 Modelo : RANGER
 Tipo : Electrónica
 Procedencia : NO INDICA
 Número de Serie : 2591355-7CE
 Código de Identificación : UMA-224
 Ubicación : UNIDAD DE MEZCLAS ASFALTICAS
 Fecha de Calibración : 2017 - 06 - 21
 Fecha de Emisión : 2017 - 06 - 27
 Lugar de Calibración : INSTALACIONES DE MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

Función

Brindar servicios de calibración seguros y confiables, manteniendo una adecuada trazabilidad a los patrones nacionales ayudando a promover la cultura metrología en nuestros clientes.

Misión

Somos un laboratorio comprometido con la metrología, cuya misión es la de proporcionar servicios de calibración de la más alta calidad, para la satisfacción de las necesidades y requerimientos inmediatos de nuestros clientes.

Visión

Ser el Laboratorio de Calibración Líder dentro del mercado nacional según las exigencias y competencias de la industria, estableciendo relaciones profesionales sólidas y duraderas.

5. Método de Calibración Empleado

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según el procedimiento PC-011 4ª edición: 2010 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II" de INACAL.

6. Observaciones

(*) Obtenida a partir de la División Mínima de Escala (d) y de la Clase de Exactitud de la balanza.
 Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.
 SG NORTEC S.R.L. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
 El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
 La balanza ha sido calibrada hasta un alcance de 15000 g
 El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.



[Firma]
 José Enciso Acuña
 Supervisor del Laboratorio

[Firma]
 Guim. Mariela Acuña Anca
 C.O.P: 1009
 Jefe de Calidad

Anexo 7.10: Certificado de calibración de Compactador de Mezcla Asfálticas Mecánico
UMA-236

N.A. - UMA-236



SG NORTEC
SG NORMAS TÉCNICAS EMPLEADAS A LA CALIDAD S.R.L.
SERVICIO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SGL -266 - 2017

Página 1 de 2

1. Expediente	: 23083-17	Función
2. Solicitante	: MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	<i>Brindar servicios de calibración seguros y confiables, manteniendo una adecuada trazabilidad a los patrones nacionales ayudando a promover la cultura metroológica en nuestros clientes.</i>
3. Dirección	: Av. Túpac Amaru Nro. 150 - Rímac - Lima - Lima	
4. Instrumento de Medición	: MARTILLOS DE COMPACTADOR DE MEZCLAS ASFÁLTICAS	
Valor Nominal	: 457,2 mm	Misión
Resolución	: No Aplica	<i>Somos un laboratorio comprometido con la metrología, cuya misión es la de proporcionar servicios de calibración de la más alta calidad, para la satisfacción de las necesidades y requerimientos inmediatos de nuestros clientes.</i>
Marca	: No Indica	
Modelo	: No Indica	
Número de Serie	: No Indica	
Procedencia	: No Indica	
Código de Identificación	: CL-125 (*)	Visión
Ubicación	: No Indica	<i>Convertirnos en el Laboratorio de Calibración Líder dentro del mercado nacional de acuerdo con las exigencias y competencias de la industria nacional, estableciendo relaciones profesionales sólidas y duraderas.</i>
5. Fecha de Calibración	: 2017-09-16	
6. Fecha de Emisión	: 2017-09-18	
7. Lugar de Calibración	: Instalaciones de SG NORTEC S.R.L.- Laboratorio de Longitud	
8. Procedimiento de Calibración Empleado	La calibración se realizó empleando el método de comparación directa, entre las indicaciones de lectura de la regla metálica patrón con las indicaciones de la regla metálica utilizando como referencia la Recomendación de la Organización Internacional de Metrología Legal OIML R 35-1: 2007 "Material measures of length for general use. Part 1: Metrological and technical requirements".	
9. Observaciones	<p>(*) Código indicado en una etiqueta adherida y/o grabado al instrumento. El Martillo pertenece al COMPACTADOR DE MEZCLAS ASFÁLTICAS de Código: UMA - 236 El punto de referencia para la calibración de la regla metálica se tomó por la parte del código de identificación. Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto. SG NORTEC S.R.L. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento. El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes. El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.</p>	





Manuel Camacho Núñez
Supervisor de Laboratorio


HCSG044-01

Av. Ramón Castilla 154 Urb. Playa Rímac - Callao. Teléfono: 572-1691 / 572-2630 RPC.; 958 960 177 / 958 960 179 / 989 630 569 / 989 629 614
E-mail: ventas@sgnortec.com WEB SITE: www.sgnortec.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE SG NORTEC S.R.L.

Anexo 7.11: Certificado de calibración de Balanza Hidrostática UMA-210

N.R. UMA-210




SG NORTEC
SG NORMAS TÉCNICAS EMPLEADAS A LA CALIDAD S.R.L.
 SERVICIO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

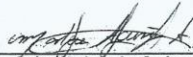
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SGM - A - 781 - 2017

Página 1 de 3

<p>1. Expediente : 22561-17</p> <p>2. Solicitante : MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES</p> <p>3. Dirección : AV. TÚPAC AMARU N° 150 - RÍMAC - LIMA 25 - PERÚ</p> <p>4. Instrumento : BALANZA</p> <p style="margin-left: 20px;">Funcionamiento : NO AUTOMÁTICO</p> <p style="margin-left: 20px;">Alcance de Indicación : 0 g a 6000 g</p> <p style="margin-left: 20px;">Intervalo de escala (d) : 0,1 g</p> <p style="margin-left: 20px;">Intervalo de escala de verificación (e) : 0,1 g</p> <p style="margin-left: 20px;">Clase de Exactitud : II</p> <p style="margin-left: 20px;">Capacidad Mínima (*) : 5 g</p> <p style="margin-left: 20px;">Marca : ADAM EQUIPMEN CO. LTD</p> <p style="margin-left: 20px;">Modelo : ADG6000L</p> <p style="margin-left: 20px;">Tipo : Electrónica</p> <p style="margin-left: 20px;">Procedencia : NO INDICA</p> <p style="margin-left: 20px;">Número de Serie : AE068A99619</p> <p style="margin-left: 20px;">Código de Identificación : UMA-210</p> <p style="margin-left: 20px;">Ubicación : UNIDAD DE MUESTRAS ASFALTICAS</p> <p style="margin-left: 20px;">Fecha de Calibración : 2017 - 06 - 23</p> <p style="margin-left: 20px;">Fecha de Emisión : 2017 - 06 - 27</p> <p style="margin-left: 20px;">Lugar de Calibración : INSTALACIONES DE MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES</p> <p>5. Método de Calibración Empleado</p> <p style="margin-left: 20px;">La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según el procedimiento PC-011 4ª edición: 2010 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II" de INACAL.</p> <p>6. Observaciones</p> <p style="margin-left: 20px;">(*) Obtenida a partir de la División Mínima de Escala (d) y de la Clase de Exactitud de la balanza.</p> <p style="margin-left: 20px;">Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.</p> <p style="margin-left: 20px;">SG NORTEC S.R.L. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.</p> <p style="margin-left: 20px;">El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.</p> <p style="margin-left: 20px;">La balanza ha sido calibrada hasta un alcance de 6000 g</p> <p style="margin-left: 20px;">El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.</p>	<p>Función</p> <p><i>Brindar servicios de calibración seguros y confiables, manteniendo una adecuada trazabilidad a los patrones nacionales ayudando a promover la cultura metrologica en nuestros clientes.</i></p> <p>Misión</p> <p><i>Somos un laboratorio comprometido con la metrología, cuya misión es la de proporcionar servicios de calibración de la más alta calidad, para la satisfacción de las necesidades y requerimientos inmediatos de nuestros clientes.</i></p> <p>Visión</p> <p><i>Ser el Laboratorio de Calibración Líder dentro del mercado nacional según las exigencias y competencias de la industria, estableciendo relaciones profesionales sólidas y duraderas.</i></p>
--	--



Jose Enciso Acuña
Supervisor del Laboratorio



Quím. Marlene Acuña Anca
C.Q.P.: 1009
Jefe de Calidad

HCSG023-01

Av. Ramón Castilla 154 Urb. Playa Rímac - Callao. Teléfono: 572-1691 / 572-2630 RPC.: 958 960 177 / 958 960 179 / 989 630 569 / 989 629 614
 E-mail: ventas@sgnortec.com WEB SITE: www.sgnortec.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE SG NORTEC S.R.L.

Anexo 7.12: Informe de mantenimiento de Eyector de Muestras UMA-218

N.A.



SG NORTEC
SG NORMAS TÉCNICAS EMPLEADAS A LA CALIDAD S.R.L.
SERVICIO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

INFORME DE MANTENIMIENTO
IMSG- 748 -2017

Página 1 de 1









1. Fecha : 2017-09-06 al 2017-09-07 Fecha Emisión : 2017-09-11

2. Expediente : 23083-17

3. Solicitante : MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

4. Dirección : Av. Túpac Amaru Nro. 150 - Rímac - Lima - Lima

5. Equipo / Instrumento : EYECTOR DE MUESTRAS

Marca : HUMBOLDT MGF CO	Div. Escala : No Indica
Modelo : No Indica	Clase/Exactitud : No Indica
N° de Serie : No Indica	Cod / Identificación : UMA-218
Procedencia : No Indica	Ubicación : Unidad de Mezclas
Cáp. Máxima Temp : No Indica	Asfálticas

Tipo de Mantenimiento : PREVENTIVO CORRECTIVO

6. Reporte inicial

- Estado Operativo.
- Hidrolina del equipo sucio.
- Disco superior del equipo desnivelado.

7. Detalle del servicio

- Desmontaje general del equipo
- Limpieza y lijado de la caja y gata del equipo.
- Limpieza y pulido del disco superior del equipo.
- Lijado y nivelación del disco superior del equipo.
- Cambio de hidrolina de la gata.
- Corrección de las varillas de la gata.
- Limpieza y pulido de las varillas de la gata.
- Pintado de la caja del equipo.
- Pintado de la gata.
- Prueba de buen funcionamiento del equipo.

8. Recomendaciones

- Evitar golpes y caídas del equipo.
- Cambio periódico de la hidrolina de la gata.
- Limpieza periódica del equipo.

9. Conclusión

- El equipo se deja operativo.





Jonathan Sanchez G.
Área de Mantenimiento

Av. Ramón Castilla N° 154, Urb. Playa Rímac - Callao Telf.: 572-1691 / 572-2630
Entel.: 981-200-411 RPC: 958-960-179 / 989-630-569
E-mail.: ventas@sgnortec.com Web: www.sgnortec.com

Anexo 7.13: Certificado de calibración de Balanza Mecánica UMA-207



SG NORTEC
SG NORMAS TÉCNICAS EMPLEADAS A LA CALIDAD S.R.L.
SERVICIO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 003



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración
Acreditado

Registro N° LC - 003

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SGM - A - 830 - 2017

Página 1 de 3

1. Expediente	: 22561-17	
2. Solicitante	: MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	<i>Función:</i> Brindar servicios de calibración seguros y confiables, manteniendo una adecuada trazabilidad a los patrones nacionales, ayudando a promover la cultura metrológica en nuestros clientes.
3. Dirección	: AV. TUPAC AMARU N° 150 - RÍMAC - LIMA 28 - PERÚ	
4. Instrumento	: BALANZA	
Funcionamiento	: NO AUTOMÁTICO	
Alcance de Indicación	: 0 g a 5000 g	
Intervalo de escala (d)	: 0,5 g	<i>Misión</i> Somos un laboratorio comprometido con la metrología, cuya misión es la de proporcionar servicios de calibración de la más alta calidad, para la satisfacción de las necesidades y requerimientos inmediatos de nuestros clientes.
Intervalo de escala de verificación (e)	: 1 g	
Clase de Exactitud	: III	
Capacidad Mínima (*)	: 10 g	
Marca	: GHAUS	
Modelo	: 1900	
Tipo	: Mecánica	
Procedencia	: NO INDICA	<i>Visión</i> Ser el Laboratorio de Calibración Líder dentro del mercado nacional según las exigencias y competencias de la industria, estableciendo relaciones profesionales sólidas y duraderas.
Número de Serie	: NO INDICA	
Código de Identificación	: UNIDAD DE MEZCLAS ASFALTICAS	
Ubicación	: UNIDAD DE MEZCLAS ASFALTICAS	
Fecha de Calibración	: 2017 - 07 - 06	
Fecha de Emisión	: 2017 - 07 - 06	
Lugar de Calibración	: INSTALACIONES DE MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	
5. Método de Calibración Empleado	La calibración se realizó por comparación entre las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido mediante pesas patrones según el procedimiento PC-001, 3ra Edición: 2009 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII" de INACAL.	
6. Observaciones	(*) Obtenida a partir de la División Mínima de Escala (d) y de la Clase de Exactitud de la balanza. Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto. SG NORTEC S.R.L. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento. El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes. La balanza ha sido calibrada hasta un alcance de 5000 g. El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.	





 Jose Enciso Acuña
Supervisor del Laboratorio



 Quimari Enciso Acuña
C.Q.P.: 1009
Jefe de Calidad

HCSG021-09

Av. Ramón Castilla 154 Urb. Playa Rimac - Callao Teléfono: 572-1691 / 572-2630 RPC: 958 960 177 / 958 960 179 / 989 630 569 / 989 629 614
E-mail: ventas@sgnortec.com WEB SITE: www.sgnortec.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE SG NORTEC S.R.L.

M.F. UMA-240



SG NORTEC
SG NORMAS TÉCNICAS EMPLEADAS A LA CALIDAD S.R.L.
SERVICIO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SGFP - 475 - 2017

Página 1 de 2

1. Expediente	: 23083-17	Función
2. Solicitante	: MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	<i>Brindar servicios de calibración seguros y confiables, manteniendo una adecuada trazabilidad a los patrones nacionales ayudando a promover la cultura metrológica en nuestros clientes.</i>
3. Dirección	: Av. Túpac Amaru Nro. 150 - Rimac - Lima - Lima	
4. Instrumento de Medición	: ANILLO DE CARGA	
Amplitud de indicación	: 10000 lbs	
Resolución	: No Aplica	Misión
Marca	: SOILTEST	<i>Somos un laboratorio comprometido con la metrología, cuya misión es la de proporcionar servicios de calibración de la más alta calidad, para la satisfacción de las necesidades y requerimientos inmediatos de nuestros clientes.</i>
Modelo	: 6861	
Número de Serie	: No Indica	
Procedencia	: No Indica	
Código de Identificación	: No Indica	Visión
Ubicación	: No Indica	<i>Convertirnos en el Laboratorio de Calibración Líder dentro del mercado nacional de acuerdo con las exigencias y competencias de la industria nacional, estableciendo relaciones profesionales sólidas y duraderas.</i>
5. Fecha de Calibración	: 2017-10-12	
6. Fecha de Emisión	: 2017-10-21	
7. Lugar de Calibración	: MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	
8. Procedimiento de Calibración Empleado	La calibración se realizó empleando el método de comparación indirecta, entre las indicaciones de lectura del indicador de la celda de carga con el indicador del comparador de cuadrante tomando como referencia la Norma ASTM E4 "Standard Practices for FORCE Verification of Testing Machines".	
9. Observaciones	El Instrumento pertenece a la: MAQUINA DE ESTABILIDAD MARSHALL ELÉCTRICA MECÁNICA de Código: UMA - 240. Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto. SG NORTEC S.R.L. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento. El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes. El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.	




Manuel Camacho Nuñez
Supervisor de Laboratorio

HCSG044-01

Av. Ramón Castilla 154 Urb. Playa Rimac - Callao, Teléfono: 572-1691 / 572-2630 RPC.; 958 960 177 / 958 960 179 / 989 630 569 / 989 629 614
 E-mail: ventas@sgnortec.com WEB SITE: www.sgnortec.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE SG NORTEC S.R.L.

Anexo 7.15: Certificado de calibración de Balanza Electrónica USA-155

NA-USA-155

METROTEC

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.
Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 552 - 2017

Página 1 de 4

1. Expediente	17879	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p>
2. Solicitante	MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	
3. Dirección	Jr. Zorrito N° 1203 Lima - Lima - LIMA.	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	<p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
Capacidad Máxima	6000 g	
División de escala (d)	0,2 g	
Div. de verificación (e)	2 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	OHAUS	
Modelo	R31P6	
Número de Serie	8336410412	
Capacidad mínima	4,0 g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2017-11-27	

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2017-11-29	 JUAN C. QUISPE MORALES	

Metrología & Técnicas S.A.C.
 Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
 Telf.: (511) 540-0642
 Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282
 RPM: # 971439272 / #942635342 / #971439282
 RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
 ventas@metrologiatecnicas.com
 WEB: www.metrologiatecnicas.com

Anexo 8: Panel fotográfico



Figura 18: Agregado grueso



Figura 19: Agregado fino



Figura 20: Colocación de agregados en bolsas para sus respectivos ensayos de calidad

Granulometría



Figura 21: Tamizado del agregado grueso y fino

Abrasión Los Ángeles



Figura 22: Agregado después de la máquina de Los Ángeles

Sales Solubles Totales



Figura 23: Extracción total de sales

Absorción- Peso Especifico



Figura 24: Agregado colocado en la canastilla

Equivalente de Arena



Figura 25: Lectura de arena

Azul de metileno



Figura 26: Azul de metileno y papel de filtro (Wathman N°2)

Índice de Plasticidad (malla N.º 40)



Figura 27: Agregado fino retenido en la malla N° 40

Índice de Plasticidad (malla N.º 200)



Figura 28: Espécimen en una cazuela grande tarada

Absorción- Peso específico



Figura 29: Material con presencia de humedad



Figura 30: Extracción de vacíos

Adherencia (RIEDEL-WEBER)



Figura 31: Agregado grueso recubierto con cemento asfáltico



Figura 32: Incorporación de aditivo Sasobit al cemento asfáltico



Figura 33: Cemento asfáltico con 1%, 2.5% y 4% Sasobit, temperatura 115°C



Figura 34: Mezcla de cemento asfáltico con el agregado fino

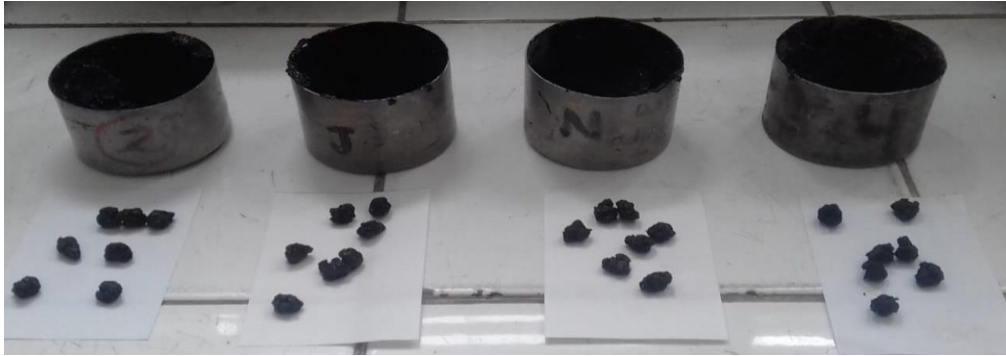


Figura 35: Muestra para el ensayo Riedel Weber



Figura 36: Periodo de ebullición



Figura 37: Baño viscosímetro de temperatura constante



Figura 38: Asfalto PEN 60/70, procedencia Repsol



Figura 39: Tarros con la mezcla de agregados en horno a 117°C



Figura 40: Agregado adicionando asfalto



Figura 41: Briquetas enumeradas de acuerdo al contenido de % asfalto



Figura 42: Briquetas sumergidas en agua temperada 25°C



Figura 43: Peso de briqueta antes y después de ser sumergido en agua



Figura 44: Briquetas sumergidas en agua de 60°C



Figura 45: Máquina de Carga a Compresión

Máxima densidad de la mezcla (RICE)



Figura 46: Especímenes para el ensayo de peso específico máximo (RICE)



Figura 47: Extracción de vacíos de la mezcla asfáltica



Figura 48: Enrasando el matraz



Figura 49: Aditivo Sasobit



Figura 50: Cemento asfáltico adicionando aditivo Sasobit



Figura 51: Medida de temperatura de cemento asfáltico con aditivo Sasobit



Figura 52: Medida de temperatura de la mezcla asfáltica con aditivo Sasobit



Figura 53: Compactación de la mezcla asfáltica



Figura 54: Extracción de briquetas



Figura 55: Briquetas de la mezcla asfáltica adicionando 8% Aditivo Sasobit



Figura 56: Secado superficialmente de las briquetas



Figura 57: Medición del peso de la briqueta en el aire



Figura 58: Colocación de la briqueta al agua a 60°C



Figura 59: Retiro de briquetas para la cara a compresión



Figura 60: Briquetas, mezcla asfáltica convencional adicionando aditivo Sasobit



Figura 61: Rice, mezcla asfáltica convencional adicionando aditivo Sasobit

Anexo 9: Autorización de la versión final del trabajo de investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
La Escuela de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

SOSA ENCISO, RUTH LIZETH

INFORME TÍTULADO:

*PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA
APLICANDO ADITIVO ORGÁNICO, LIMA - PERÚ 2018*

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA:

13/12/2018

NOTA O MENCIÓN :

15 (Quince)



Firma del Coordinador de Investigación de
Ingeniería Civil

Anexo 10: Acta de aprobación de originalidad de tesis

	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo, *Mg. Ing. Cecilia Arriola Moscoso*

Docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, sede Lima Norte), revisor(a) de la tesis titulada:

" *Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica fibra aplicando aditivo orgánico, Lima - Perú 2018*

del (de la) estudiante *Ruth Lizeth Sosa Enciso*

constato que la investigación tiene un índice de similitud de *22*... % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha *Lima, 13 de Diciembre de 2018*



 Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente:

Cecilia Arriola Moscoso

DNI: *43851209*

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

Anexo 11: Autorización de publicación de tesis

	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 11-12-2018 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo Ruth Lizeth Sosa Enciso....., identificado con DNI N° 73112820.....,

Egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado:

“ Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia aplicando aditivo orgánico, Lima - Perú 2018

.....”;
 en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



FIRMA

DNI: 73112820.....

FECHA: 13 de Diciembre..... del 2018...

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

Anexo 12: Similitud

Feedback Studio - Google Chrome
https://evturnitin.com/app/carta/en_us/?s=&student_user=1&u=1064016573&lang=en_us&o=1052715295

feedback studio

RUTH LIZETH SOSA ENCISO "Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia aplicando aditivo orgánico, Lima -Perú 2018"

Match Overview

20%

Currently viewing standard sources

View English Sources (Beta)

Matches

1	transparencia.mtc.gob...	Internet Source	2%
2	repositorio.uas.edu.pe	Internet Source	2%
3	Submitted to Universid...	Student Paper	2%
4	Submitted to Universid...	Student Paper	2%
5	repositorio.ucatolica.ed...	Internet Source	1%
6	ri.uas.edu.sv	Internet Source	1%

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia aplicando aditivo orgánico, Lima - Perú 2018"

TESTIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORA:
Sosa Paredo, Ruth Lizeth

ASESORA:
Ma. Inq. Cecilia Arhula Vicoso

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Diseño de Infraestructura Vial

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
ESTADÍSTICA Y ANÁLISIS DE DATOS
LIMA

12/18

Page: 1 of 78 Word Count: 14822

Text-only Report High Resolution

ES 12:59 p.m. 13/12/2018